

Lukion kemian ensimmäisen kurssin opetus- suunnitelma ja oppikirjat

Pro gradu -tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Kemian laitos
Opettajankoulutus
13.3.2008
Ulla Vesterinen

Tiivistelmä

Vesterinen, Ulla Pauliina. pro gradu -tutkielma: Lukion kemian ensimmäisen kurssin opetussuunnitelma ja siihen liittyvät oppikirjat. Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, opettajankoulutuslinja, 13.3.2008. Asiasanat: kemian opetussuunnitelma, lukio, oppikirja-analyysi.

Tämän laadullisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia sisältöjä uuden opetussuunnitelman mukaisissa kemian ensimmäisen kurssin oppikirjoissa on ja verrata niitä opetussuunnitelman mukaisiin sisältöihin. Tutkimuksessa selvitettiin viiden markkinoilla olevan kemian pakollisen kurssin oppikirjojen rakennetta, opetussuunnitelman mukaisia sisältöjä, tehtävätyyppejä ja määriä sekä kirjoissa esiintyvää kokeellisuutta. Tutkimuksen alussa perehdyttiin kemian opetussuunnitelmaan ja erityisesti sen ensimmäisen kurssin sisältöihin ja tavoitteisiin sekä tarkasteltiin aikaisempia oppikirja-analyyskejä, joiden pohjalta muodostettiin tähän tutkimukseen soveltuvat analyysit ja luokitukset.

Tutkimustulosten mukaan oppikirjojen rakenteet vaihtelivat jonkin verran. Yhdessä kirjassa asiat olivat jaoteltuina pienempiin yhdestä kolmeen oppitunnin mittaisiin kappaleisiin, mutta muissa kirjoissa asiat esitettiin laajempina kokonaisuuksina. Sisältöanalyysin mukaan kaikissa kirjoissa oli puutteita verrattuna opetussuunnitelman mukaisiin sisältöihin ja tavoitteisiin, mutta kuitenkin kaikki kirjat olivat käyttökelpoisia, mikäli opettaja korjaa puutteet oppitunnilla. Tehtävien määrissä oli suuria vaihteluita, kahdessa kirjassa tehtävien määrä oli vähäinen. Lähes kaikissa kirjoista todettiin heikkouksia tehtävien monipuolisuudessa. Kokeellisuus vaihteli hyvin paljon kirjoittain. Kolmessa kirjassa oppilastöitä oli alle kymmenen, mutta yhdestä kirjasta löytyi 24 työtä.

Esipuhe

Tämä pro gradu -tutkielma tehtiin Jyväskylän yliopistossa toukokuun 2007 ja helmikuun 2008 välisenä aikana. Tutkielman suunnittelu aloitettiin toukokuussa, kirjallisuushaku aloitettiin heinäkuussa ja varsinainen kirjoitustyö alkoi syyskuussa. Tutkielman ohjaajana toimi FT Jouni Välisaari.

Kiitän ohjaajaani Jouni Välisaarta kannustavasta palautteesta, sekä rohkaisevista kommentteista, jotka saattoivat työtä eteenpäin.

Kiitän Marja Taskista rohkaisevista kommentteista kesällä työn alkuvaiheessa.

Kiitän työni toista tarkastajaa Jan Lundellia rakentavasta palautteesta työn viimeistelyvaiheessa.

Jyväskylässä 13.3.2008

Ulla Vesterinen

Sisällysluettelo

<i>Tiivistelmä</i>	<i>i</i>
<i>Esipuhe</i>	<i>ii</i>
<i>Sisällysluettelo</i>	<i>iii</i>
1 Johdanto	1
2 Lukion opetussuunnitelma	1
2.1 Kemian opetussuunnitelma	2
2.1.1 Kemian opetuksen tavoitteet	4
2.1.2 Kemian opetuksen arviointi	5
2.2 Lukion kemian ensimmäinen kurssi: Ihmisen ja elinympäristön kemiaa	5
2.2.1 Tavoitteet	6
2.2.2 Sisällöt	7
2.3 Opetussuunnitelma oppikirjoissa	8
3 Opetussuunnitelma, oppimateriaali ja opetus	8
3.1 Oppikirjasidonnaisuus	9
3.2 Opettaja innostaa oppilaita	10
3.2.1 Kokeellisuus	11
3.2.2 Sidosryhmäyhteistyö	13
3.3 Monipuoliset oppitunnit	14
4 Oppikirja-analyysit kirjallisuudessa	14
4.1 Analysointi helpottaa oppikirjan valintaa	15
4.2 Oppikirjojen sisältöanalyysit kirjallisuudessa	16
4.3 Oppikirjojen tehtäväanalyysit kirjallisuudessa	19
4.4 Oppikirjojen oppilastöiden analyysit kirjallisuudessa	21
5 Tutkimusongelmat, -aineisto ja -menetelmät	23
5.1 Tutkimusaineisto	23
5.2 Tutkimusmenetelmät	23
5.2.1 Kirja kokonaisuutena	24
5.2.2 Sisällön analyysi	24
5.2.3 Oppikirjojen tehtävät	25
5.2.4 Kokeellisuus oppikirjoissa	27
6 Oppikirjojen kokonaisuus tarkastelussa	28
6.2 Kemisti1	28
6.2 Kide1	30
6.3 Mooli1	31
6.4 Neon1	32
6.5 Reaktio1	34

6.6 Yhteenvedo kirjoista kokonaisuutena	36
7 Oppikirjojen sisällöt tarkastelussa	37
7.1 Hiiliyhdisteet oppikirjoissa	38
7.1.1 Hiiltä ja vetyä sisältävät orgaaniset yhdisteet	38
7.1.1.1 Kemisti1	38
7.1.1.2 Kide1	39
7.1.1.3 Mooli1	40
7.1.1.4 Neon1	41
7.1.1.5 Reaktio1	41
7.1.1.6 Yhteenvedo hiiltä ja vetyä sisältävistä orgaanisista yhdisteistä	42
7.1.2 Hapetta sisältävät orgaaniset yhdisteet	43
7.1.2.1 Kemisti1	43
7.1.2.2 Kide1	44
7.1.2.3 Mooli1	44
7.1.2.4 Neon1	45
7.1.2.5 Reaktio1	45
7.1.2.6 Yhteenvedo hapetta sisältävistä orgaanisista yhdisteistä	46
7.1.3 Orgaaniset tyyppiyhdisteet	47
7.1.3.1 Kemisti1	47
7.1.3.2 Kide1	48
7.1.3.3 Mooli1	48
7.1.3.4 Neon1	48
7.1.3.5 Reaktio1	49
7.1.3.6 Yhteenvedo tyyppiä sisältävistä yhdisteistä	49
7.1.4 Bio-orgaaninen kemia	50
7.1.4.1 Kemisti1	51
7.1.4.2 Kide1	51
7.1.4.3 Mooli1	52
7.1.4.4 Neon1	52
7.1.4.5 Reaktio1	53
7.1.4.6 Yhteenvedo bio-orgaanisesta kemiasta	53
7.2 Orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset, poolisuus sekä liukoisuus	55
7.2.1 Kemisti1	55
7.2.2 Kide1	56
7.2.3 Mooli1	57
7.2.4 Neon1	57
7.2.5 Reaktio1	58
7.2.6 Yhteenvedo sidoksista ja poolisuudesta sekä liukoisuudesta	58
7.3 Seokset, ainemäärä ja pitoisuus	60
7.3.1 Kemisti1	60
7.3.2 Kide1	61
7.3.3 Mooli1	62
7.3.4 Neon1	62
7.3.5 Reaktio1	63
7.3.6 Yhteenvedo seoksista, ainemäärästä ja pitoisuudesta	63
7.4 Orgaanisten yhdisteiden reaktioita	64
7.4.1 Kemisti1	65
7.4.2 Kide1	65
7.4.3 Mooli1	66
7.4.4 Neon1	66
7.4.5 Reaktio1	67
7.4.6 Yhteenvedo orgaanisten yhdisteiden reaktioista	67
7.5 Oppikirjojen sisältöjen ja opetus suunnitelman vertailua	69
7.5.1 Kemisti1	69
7.5.2 Kide1	69
7.5.3 Mooli1	70
7.5.4 Neon1	70
7.5.5 Reaktio1	71

8 Oppikirjojen tehtävät	71
8.1 Tehtävien luokittelu	72
8.2 Tehtävien liittyminen arkielämään	73
8.3 Kirjojen tehtäväosiot tarkastelussa	74
8.4 Yhteenveto oppikirjojen tehtävistä	74
9 Kokeellisuuden analyysi	75
9.1 Oppilastöiden määrät ja reaalisuus oppikirjoissa	76
9.2 Oppikirjojen kokeelliset osiot	77
9.3 Yhteenveto oppikirjojen kokeellisesta osuudesta	79
10 Yhteenveto ja pohdintaa	80
11 Kirjallisuusluettelo	83

1 Johdanto

Opiskelija saa oppikirjastaan tiedon rakennusaineita, joiden avulla asiat voidaan jäsentää kokonaisuuksiksi. Opettajalle kirja on tärkeä työväline, ja usein ainoa tiedonlähde oppituntien suunnitteluun.¹ Vuoden 2005 opetussuunnitelmauudistus on tuonut markkinoille uudet kemian oppikirjat, joiden sisällöt ja tavoitteet mukailevat opetussuunnitelman perusteiden sisältöjä ja tavoitteita. Eri kustantajien oppikirjoissa sisällöt vaihtelevat jonkin verran.

Pro gradu -tutkielmassa tarkastellaan uuden kemian opetussuunnitelman ensimmäisen kurssin sisältöjä ja tavoitteita sekä joitakin uudistukseen johtaneita tekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi motivaation lisääminen kemian opiskeluun ja kokeellisen kemian kehittäminen kouluissa.² Oppikirja-analyysiä varten tarkasteltiin aikaisempia tutkimuksia oppikirjojen sisällöistä, tehtävistä ja kokeellisuudesta. Näiden tutkimusten ja vuoden 2005 opetussuunnitelman pohjalta muokattiin tähän tutkimukseen soveltuvat menetelmät ja analyysit.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia kemian ensimmäisen kurssin oppikirjoja markkinoilla on tarjolla ja miten niissä toteutuvat kemian opetussuunnitelman mukaiset tavoitteet ja sisällöt. Tutkimuksen aineistona käytettiin viittä kemian ensimmäisen kurssin oppikirjaa, joita tarkasteltiin opettajan näkökulmasta. Aineistosta tutkittiin opetussuunnitelman mukaiset sisällöt, joita vertailtiin toisiinsa ja opetussuunnitelmaan. Lisäksi tarkasteltiin oppikirjojen tehtäviä ja kokeellisuutta. Tärkeää on huomata, että oppikirjan toimivuutta ei tutkittu oppilaan näkökulmasta, vaan tämä täytyy arvioida todellisessa opetustilanteessa.

2 Lukion opetussuunnitelma

Suomalaisen lukion opetussuunnitelmajärjestelmä muodostuu lukiolaista ja asetuksesta, valtioneuvoston asetuksesta lukiokoulutuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta, lukion opetussuunnitelman perusteista, lukion opetussuunnitelmasta sekä sen vuotuisesta suunnitelmasta.³ Tätä järjestelmää

on pidetty Suomen lukioissa yleisesti selkeänä, koska se on antanut riittävän tuen paikalliselle opetussuunnitelmatyölle. Lukiokohtaisesti opetussuunnitelma laaditaan opetussuunnitelman perusteiden mukaan, ja siinä päätetään lukion opetus- ja kasvatustyöstä.⁴ Luonnontieteellisten aineiden koulukohtaisen opetussuunnitelman laatimiseen Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry on tehnyt oppaan, joka helpottaa opetussuunnitelmatyötä.⁵ Lukuvuosittainen opetussuunnitelma sisältää ohjeet opetuksen käytännön järjestämisestä.⁴ Opiskelija laatii lukion opetussuunnitelman sekä lukuvuosittaisen suunnitelman pohjalta henkilökohtaisen opiskelusuunnitelmansa.

Syksyllä 2005 on voimaan tulleet nykyisin käytettävät lukion opetussuunnitelman perusteet (2003), jotka Opetushallitus on hyväksynyt elokuussa 2003.⁴ Koulua ympäröivän yhteiskunnan muuttuessa ja tiedon määrän kasvaessa opetussuunnitelmaa on uudistettu aika ajoin.² Uudessa opetussuunnitelmassa päivitetään opetuksen sisällöt ja tavoitteet, mutta otetaan huomioon myös lukiolaisten heterogeenisyys. Koska jokaisen opettajan henkilökohtaiset käsitykset opetuksen keskeisistä asioista vaihtelevat, opetussuunnitelman perusteet antavat jokaiselle mahdollisuuden muokata oma opetussuunnitelma mieleisekseen.

2.1 Kemian opetussuunnitelma

Opetussuunnitelman perusteiden pohjana pidetään sosiaalisen konstruktivismin oppimiskäsitystä.² Opiskelijat oppivat aktiivisen ja tavoitteellisen toiminnan seurauksena, jolloin uutta tietoa käsitellään ja tulkitaan aiempien tietorakenteiden pohjalta. Samalla opiskelijat ovat vuorovaikutuksessa ympäristön, muiden opiskelijoiden ja opettajan kanssa. Kemian opetussuunnitelmalla on haluttu parantaa kokeellisen kemian asemaa sekä kokeellisen opetuksen edellytyksiä kouluissa. Opetussuunnitelmaan tarkasti merkityillä kokeellisten taitojen kehittämällä voidaan kouluissa perustella kokeellisuudessa tarvittavien tilojen, välineiden ja muiden resurssien tarvetta.

Kemian opetuksen yhtenä tehtävä on opetussuunnitelman perusteiden mukaan luoda myönteinen kuva kemiaa ja sen opiskelua kohtaan.⁴ Nuoren luonnontieteellisen ajattelun kehittymistä pidetään tärkeänä. Kemian opetuksen avulla laa-

jennetaan nuorten yleissivistystä ja välitetään kuvaa kemiasta yhtenä keskeisenä perusluonnontieteenä, joka tutkii ja kehittää materiaaleja, tuotteita, menetelmiä ja prosesseja. Opetuksen tulee auttaa opiskelijaa ymmärtämään jokapäiväistä elämää, luontoa ja teknologiaa, sekä kemian merkitystä ihmisen ja luonnon hyvinvoinnille. Kemian opetuksen luonteenomaisin piirre, kokeellinen tutkiminen havaintoja tekemällä, välittyy keskeisesti opetussuunnitelman perusteissa. Opetuksessa tulkitaan arkipäivään liittyviä kemiallisia ilmiöitä, joita selitetään mallien ja rakenteiden avulla, kuvataan kemian merkkikielellä sekä mallinnetaan ja käsitellään matemaattisesti.

Lukion uuden tuntijaon mukaan kemian valtakunnallisiin kursseihin sisältyy yksi kaikille pakollinen ja neljä syventävää kurssia.⁴ Valtakunnallisten kurssien lisäksi koulujen omat opetussuunnitelmat sisältävät mahdollisesti valinnaisia kursseja. Kemian opetussuunnitelma laaditaan koulukohtaisesti lukion opetussuunnitelman perusteiden pohjalta.² Opetusta sitovasta opetussuunnitelmasta täytyy tulla toteuttamiskelpoinen sekä riittävästi työskentelyä ohjaava. Koulukohtaisissa opetussuunnitelmissa opetuksen tarkoitusta kuvaava teksti on usein ollut lähes sama kun opetussuunnitelman perusteissa.⁶ Ainoastaan muutamissa tapauksissa sitä on hiukan kevennetty. Tämä voi johtua siitä, että teksti kuvaa kokonaisuudessaan hyvin kemian opetuksen tarkoitusta, ja korostaa nykyaikaisen yhteiskunnan arvoista ihmisen terveyttä ja yleissivistystä sekä ympäristön hyvinvointia.

MAOL ry:n ohjeen mukaan kemian opetuksen kohteena on nuori, jonka tulee oppia ymmärtämään jokapäiväisen elämän kannalta tärkeät kemian keskeiset käsitteet ja ilmiöt sekä saada hyvät jatko-opiskeluvalmiudet.⁵ Peruskoulussa alkanutta ilmiöiden havainnointia seuraa ilmiöiden teoreettinen tulkitseminen ja mallintaminen. Koska kemia nähdään yhtenä kokonaisuutena koko elinympäristössä, enää ei opiskella erikseen epäorgaanista ja orgaanista kemiaa, vaan ne linkitetään jokaiseen kemian kurssiin. Kaikkia kursseja yhdistävät kemian merkityksen, vihreän kemian ja matemaattisen mallintamisen teemat.

2.1.1 Kemian opetuksen tavoitteet

Valtakunnallisessa opetussuunnitelman perusteissa tiedolliset tavoitteet painottavat keskeisten käsitteiden ja jokapäiväisen elämän ilmiöiden osaamista sekä nykyaikaiseen kemiaan perehtymistä.⁴ Taidollisissa tavoitteissa korostetaan tiedonhankintataitoja, tiedon luotettavuuden ja merkityksen arviointia sekä kemiallisen tiedon käyttämisen taitoja. Asenteellisina tavoitteina kemian opetussuunnitelmasta löytyy kemiamyönteisyyden lisääminen sekä terveyden ja kestävä kehityksen periaatteiden edistäminen. Tiedonhankintataitoja voidaan harjoitella kokeellisuuden, tieto- ja viestintäteknikan käytön sekä matemaattisen mallintamisen avulla. Kokeellisessa tiedonhankinnassa korostetaan suunnittelua, tulkitusta ja arviointia sekä työturvallisuutta. Kemiällisen tiedon käyttämisessä kehitetään keskustelutaitoja.

Kokeellinen lähestymistapa kannattaa kuvata MAOL ry:n ohjeen mukaan selkeästi opetussuunnitelmaan.⁵ Jokaisella kemian kurssilla tulisi varata aikaa kokeellisuuteen, jotta kokeellista havainnointia, ilmiöiden mallintamista ja teoreettista tarkastelua voitaisiin riittävästi harjoittaa. Tieto- ja viestintäteknikan käyttöä suositellaan välineeksi kemian käsitteiden ja ilmiöiden ymmärtämiseen. Koulukohtaisia opetussuunnitelmia tutkittaessa on havaittu, että kemian opetuksen tavoitteisiin ja sisältöihin ei juuri ole tehty muutoksia.⁶ Ainoastaan kuudessa lukiossa (n=45) tavoitteita on muokattu, sisältöihin on tehty muutoksia kolmessa lukiossa.

Valtakunnalliset kokeet ovat vaikuttaneet ohjaavasti kemian opetukseen.⁷ Opettajista kolmasosan mielestä kokeet estävät opetuksen kehittämistä, vajaa kolmasosan mielestä kokeet puolestaan kannustavat opetusta. Lukiossa ylioppilaskokeen on katsottu vaikuttavan kemian opetuksen sisältöihin, työtapoihin, sekä kokeellisuuden määrään ja laatuun jopa niin, että sitä voidaan pitää piilopetussuunnitelmana. Opetussuunnitelmakyselyn mukaan MFKA Kustannus Oy:n valtakunnallisia lukion kemian koepaketteja on käytössä sellaisenaan lähes 10 % vastaajista (n=127), 60 % vastaajista on käyttänyt joitakin tehtäviä koeksissaan.⁸

2.1.2 Kemian opetuksen arviointi

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian oppimisessa arvioidaan kemiallisen tiedon ymmärtämisen ja soveltamisen taitoja sekä kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitoja.⁴ Arvioinnin menetelminä käytetään kurssikokeita, kokeellista työskentelyä, työselostuksia, projektitöitä, esitelmiä tai tutkielmia. Koulukohtaisesti kemian opetuksen arviointimenetelmiä on tarkennettu kolmasosassa Suomen lukioista.⁶ Yleensä tarkennukset ovat koskeneet kokeellisen työskentelyn arviointia. Lukion kemian opetuksessa on käytetty melko yleisesti monipuolisia arviointikriteereitä.⁹ Montosen² mukaan kemian opetuksen arvioinnin kriteerit täytyy kirjata selkeästi ja korostetusti opetussuunnitelmaan, koska arviointi ohjaa merkittävästi opiskelijoiden työskentelyä.

Ahtinevan¹⁰ väitöskirjatutkimuksen, jossa tutkittiin yhtä vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaista oppikirjaa, mukaan kemian kurssin arvosana on muotoutunut kurssikokeen lisäksi kotitehtävistä ja raportista. Tutkimuksen mukaan oppilaista (n=20) vain kolme on saanut saman kurssiarvosanan kuin kurssikokeen arvosana. Esimerkiksi kotitehtävät on arvioitu erikseen siten, että arvosanaan seitsemän on täytynyt laskea puolet tehtävistä. Keskimäärin oppilaat ovat laskeneet kotitehtävistä 70 %, jolloin arvosana on ollut korkeampi.

2.2 Lukion kemian ensimmäinen kurssi: Ihmisen ja elinympäristön kemiaa

Kemian ensimmäisellä kurssilla opiskellaan ihmisen ja elinympäristön kemiaa.⁴ Kaikille pakollinen kurssi on suoritettu lähes poikkeuksetta ensimmäisenä opiskeluvuonna.⁸ Montosen² mukaan kurssilla hankitaan yleissivistys, johon muiden aineiden opiskelu voi nojautua. Kurssi antaa jatko-opintoja varten opiskeluvalmiudet ja kannustaa kemian syventävien kurssien valintaan. Viime vuosina 60 % lukion opiskelijoista on valinnut ainoastaan yhden kurssin kemiaa. Laajan oppimäärän, eli vähintään kolme kurssia, on valinnut alle 20 % opiskelijoista. Joissakin lukioissa syventävien kurssien oppilasmäärissä on havaittu pientä nousua uuden opetussuunnitelman myötä, mutta suurin osa lukioista kuitenkin ilmoittaa, että opiskelijamäärät ovat laskeneet tai pysyneet ennallaan.⁸ Kyselyn

mukaan opiskelijamäärien muutoksiin on vaikuttanut enemmän uuden ainerealin tulo ylioppilaskokeeseen kuin uusi opetussuunnitelma.

2.2.1 Tavoitteet

Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteiden mukaan lukion kemian ensimmäisen kurssin tavoitteena on, että opiskelija

- *saa kuvan kemiasta, sen mahdollisuuksista ja merkityksestä*
- *syventää aiemmin opittujen kemian perusteiden ymmärtämistä kursilla käsiteltävien asioiden yhteydessä*
- *osaa orgaanisten yhdisteiden rakenteita, niiden ominaisuuksia ja reaktioita sekä ymmärtää niiden merkityksen ihmiselle ja elinympäristölle*
- *tuntee erilaisia seoksia sekä niihin liittyviä käsitteitä*
- *kehittää tietojen esittämisessä ja keskustelussa tarvittavia valmiuksia*
- *oppii kokeellisen työskentelyn, kriittisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitoja*
- *osaa tutkia kokeellisesti orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia ja reaktioita, tuntee erotus- ja tunnistamismenetelmiä sekä osaa valmistaa liuoksia.*

(Opetussuunnitelman perusteet 5.10)⁴

Kurssin keskeisinä taidollisina tavoitteina ovat kokeellisen työskentelyn kehittäminen sekä kriittisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitojen kehittäminen.⁴ Tiedollisina tavoitteina pidetään orgaanisten yhdisteiden rakenteiden, ominaisuuksien ja reaktioiden oppimista, erilaisten seoksien ja niihin liittyvien käsitteiden oppimista sekä seosten erotus- ja tunnistamismenetelmien oppimista. MAOL ry:n mukaan pakollisen kurssin tärkeimpinä tavoitteina luodaan hyvä pohja seuraaville kemian kursseille, sekä innostetaan opiskelijoita kemian opiskeluun.⁵ Kurssilla jatketaan kemian opiskelua siitä mihin peruskoulussa jäätiin kerraten samalla opitut asiat.

2.2.2 Sisällöt

Opetussuunnitelmat ovat kehittyneet koko ajan tavoitepainotteisemmiksi, jolloin sisällöt toimivat välineenä tavoitteiden saavuttamisessa.² Montonen luonnehtii kemian ensimmäisen kurssin sisältöä yleiseksi kemiaksi orgaanisen kemian kontekstissa. Ensimmäinen kurssi pohjautuu orgaaniseen kemiaan, koska orgaanisten molekyylien tunteminen auttaa ihmisen ja elinympäristön kemian ymmärtämisessä.⁵

Tutkimuksen¹¹ mukaan ennen opetussuunnitelmauudistusta yli puolet opettajista (n=49) on ollut sitä mieltä, että orgaanisen kemian kouluopetusta maassamme pitää kehittää. Suurin osa opettajista on ollut sitä mieltä, että kaikille lukion oppilaille tulisi opettaa orgaanisen kemian perusteet. Enemmistö kuitenkin on vastustanut orgaanisen kemian opetusta kaikille yhteisellä kemian kurssilla. Oppilaat eivät ole heidän mielestään ymmärtäneet orgaanisia reaktioita eivätkä osanneet soveltaa yhteisen kurssin asioita orgaaniseen kemiaan. Vaihtelevista mielipiteistä huolimatta nykyisen kemian ensimmäisellä kurssilla opetussuunnitelman mukaan opiskellaan orgaanisen kemian perusteita.

Keskeisinä sisältöinä kemian pakollisella kurssilla ”ihmisen ja elinympäristön kemia (KE1)” käsitellään

- *orgaanisia yhdisteryhmiä kuten hiilivetyjä, orgaanisia happiyhdisteitä, orgaanisia typpiyhdisteitä sekä niiden ominaisuuksia ja sovelluksia*
- *orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset sekä poolisuus*
- *erilaiset seokset, ainemäärä ja pitoisuus*
- *orgaanisten yhdisteiden hapettumis- ja pelkistymisreaktioita sekä protoninsiirtoreaktioita.*

(Opetussuunnitelman perusteet 5.10)⁴

MAOL ry:n mukaan kurssilla tarkastellaan aineen rakennetta ja ominaisuuksia sekä reaktioita.⁵ Sidostarkastelussa keskitytään aineen ominaisuuksien kannalta tärkeisiin kovalenttisiin ja heikkoihin sidoksiin. Ensimmäisen kurssin yhteydessä käydään läpi ne ammatit ja jatko-opiskelumahdollisuudet, joissa tarvitaan laajaa kemian osaamista. Esimerkiksi Ahtinevan¹⁰ tutkimuksen mukaan oppilaat

eivät kemian ensimmäisellä kurssilla ole tiedneet mitä he jatkossa tekevät opituilla kemian tiedoilla. Myöskään lopullista alan valintaa he eivät ole tehneet.

2.3 Opetussuunnitelma oppikirjoissa

Uudet opetussuunnitelman perusteet on otettu Suomen kouluissa käyttöön syksyllä 2005.⁴ Opetussuunnitelma pitää sisällään opetuksen tarkoituksen, tavoitteet, sisällöt sekä arvioinnin perusteet. Kustantajat ovat laatineet oppikirjatyöryhmien kanssa opetussuunnitelman sisältöjen ja tavoitteiden mukaiset oppikirjat.

Kemian opetus kehittää opetussuunnitelman mukaan osaltaan nuoren monipuolista yleissivistystä ja linkittää kemian tiedot ja tutkimustulokset osaksi globaalia yhteiskuntaa ja sen kehittymistä.⁴ Keskeisinä teemoina kemian opetuksessa käsitellään ympäristöä ja vihreää kemiaa, teollisuutta ja energiantuotantoa sekä ihmisen terveyttä ja ravintoa, joita myös oppikirjoissa tulee käsitellä. Kemian ensimmäisellä kurssilla keskeisimpinä oppikirjan tavoitteina luodaan myönteinen kuva kemian opiskelua kohtaan, kehitetään opiskelijan kokeellista osaamista ja tiedonhankintataitoja.

Kemian ensimmäisellä kurssilla pääsisältönä käsitellään yleistä kemiaa orgaanisen kemian kontekstissa, esimerkiksi kemialliset reaktiot opetetaan orgaanisten yhdisteiden avulla. Oppikirjan kannalta keskeistä on liittää käsiteltävät kemian aiheet opiskelijan arkielämään, koska ne liittyvät olennaisena osana ihmisen terveyteen, ympäristön suojeluun sekä teollisuuteen. Oppikirjojen tulisi käsitellä asioita monipuolisesti, esimerkiksi käsiteltävää aihetta voidaan selittää tekstin, kuvituksen, kokeellisuuden ja matemaattisen ratkaisumallin avulla.

3 Opetussuunnitelma, oppimateriaali ja opetus

Kaikkea koulussa tapahtuvaa toimintaa ohjaa opetussuunnitelma. Oppikirjat ja muu oppimateriaali, joita opettajat käyttävät opetuksen suunnitteluun on laadittu

opetussuunnitelman pohjalta. Oppimateriaali vaikuttaa opettajan innostavuuden lisäksi oppilaiden opiskelumotivaatioon. Oppituntien rakenteet ja opetusmenetelmät on valittu oppimateriaalien pohjalta. Erityisesti kokeellisuus ja sidosryhmäyhteistyö linkittävät kemian tieteen oppilaan kokemusmaailmaan.

Tutkimuksen mukaan peruskoulun opettajien mielestä opetussuunnitelma ei ole vaikuttanut ohjaavasti heidän kasvatus- ja opetustyöhön.¹² Opetussuunnitelman mukaiset kasvatustavoitteet on perusteltu esimerkiksi omalla elämäkokemuksella, opetuksen oppilaslähtöisyyteen on ohjannut oppimateriaali ja koulutus. Opetuksen oppisisällöt ja yleiset tavoitteet opettaja on sisäistänyt lähinnä oppimateriaaleja seuraamalla.

Oppimateriaalien tavoitteet ja sisällöt on laadittu kuitenkin opetussuunnitelman perusteiden pohjalta, joten voidaan sanoa, että opetussuunnitelma vaikuttaa opettajan työhön ainakin välillisesti. Jokaisen opettajan työtä ohjaa mahdollisesti myös oma henkilökohtainen opetus- ja kasvatustilasto. Tärkeintä opettajan työssä on pyrkiä opetussuunnitelman mukaisiin tavoitteisiin, ei niinkään se miten niihin päästään tai mikä niihin ohjaa.

3.1 Oppikirjasidonnaisuus

Opettajat ovat käyttäneet oppikirjaa oppimateriaalina kolmella eri tavalla.¹³ Täysin oppikirjasidonnaiset opettajat ovat pitäneet kirjaa opetuksen ainoana tiedonlähteenään. Toisessa opettajaryhmässä on käytetty oppikirjaa aktivointitapojen ja uusien ideoiden lähteenä. Kolmannen opettajaryhmän opetuksessa oppikirjaa on tarvittu herättelemään opiskelijoita aktiiviseen kyselyyn ja keskusteluun.

Useiden tutkimusten^{1,12-14} mukaan opettajat ovat oppimateriaalin suhteen olleet hyvin kirjasidonnaisia. Esimerkiksi espanjalaisessa tutkimuksessa haastatelluista luonnontieteiden opettajista 92 % on käyttänyt oppikirjaa pääasiallisena tiedonlähteenä opetuksen suunnittelussa.¹ Kolmasosa haastateltavista on kertonut kirjan olevan ainoa tiedonlähde. Suomalaisessa tutkimuksessa on havaittu, että peruskoulun ala-asteella oppikirja on ohjannut opetusta enemmän kuin opetussuunnitelma.¹² Tutkimuksen mukaan opetussuunnitelma ei ole todelli-

suudessa ohjannut opettajan työtä, vaan opettaja on opetuksen suunnittelussa seurannut oppikirjan lisäksi työkirjaa ja opettajan opasta. Voidaan kuitenkin sanoa, että opetussuunnitelma on vaikuttanut oppimateriaalien sisältöihin ja tavoitteisiin ja ohjannut välillisesti opettajan opetustyötä.

Suurimpana syynä opettajien kirjasidonnaisuuteen lukion kemian opetuksessa Ahtineva¹⁰ pitää sitä, että opettajat eivät ole varmasti tienneet kurssin keskeisimpiä sisältöjä. Opetuksen sisällöksi on helpommin valittu oppikirjan sisältö, kuin suunniteltu kurssi itse pelkän opetussuunnitelman pohjalta. Yhtenä ongelmana kirjasidonnaisuudessa on pidetty kirjojen laajuutta, koska niitä ei ole ehditty käymään kurssin aikana kokonaan läpi. Syynä siihen, että opettajat eivät ole kurssin keskeisimpiä sisältöjä tienneet, pidetään sitä, että usein kemiaa opetetaan jopa kolmantena aineena, jolloin opetukseen ei ole riittänyt voimavaroja siinä määrin kuin oman pääaineen opettamiseen.⁷ Toisessa tutkimuksessa¹⁴ on todettu, että opettajan kemiasta suorittama arvosana vaikuttaa suuresti opettajan oppikirjasidonnaisuuteen. Alemman arvosanan kemiasta suorittaneet opettajat ovat eniten käyttäneet pelkkää oppikirjaa opetusmateriaalina. Kemian arvosanan ollessa laudatur muun kuin oppikirjan käyttö oppimateriaalina opetuksessa on lisääntynyt huomattavasti. Tämä voi esimerkiksi johtua siitä, että opettavan aineen sisältötiedon hyvä hallinta auttaa opettajaa opetuksen suunnittelussa.

3.2 Opettaja innostaa oppilaita

Koulun ja opettajien myönteistä ja innostunutta suhtautumista kemiaan ja sen opiskeluun on pidetty merkittävimpänä tekijänä valittaessa syventäviä kemian kursseja.^{7,14-19} Oppilaiden mukaan kiinnostus luonnontieteisiin on syntynyt oman mielenkiinnon lisäksi koulun ja opettajien esimerkeistä.²⁰ Nuoren kemian opiskelumotivaatioon on vaikuttanut myös opettajan henkilökohtainen käsitys oppiaineesta, opettamisesta ja oppimisesta.⁷ Myös ryhmähenki, jonka opettajan persoona osaltaan on luonut sekä opiskelun jatkuminen tutussa piirissä, ovat saaneet opiskelijat jatkamaan opintoja.¹⁰ Innostava opettaja käyttää opetuksessa vaihtelevia menetelmiä.

3.2.1 Kokeellisuus

Kokeellinen työskentely on innostanut ja motivoinut oppilaita kemian opiskeluun, koska se auttaa yhdistämään kemian todelliseen elämään, ympäristöön ja teollisuuteen.^{14,17,18,21} Opetussuunnitelmassa painotetaan kokeellista kemianopetusta ja monipuolisia työtapoja. Vaikka kokeellisuus lisää opettajan työmäärää, se tekee oppitunneista mielekkäämpiä sekä opettajalle että oppilaille.⁹ Opettajat ovat asettaneet kokeellisuuden tavoitteeksi usein oppilaan motivoinnin ja teorian oppimisen tukemisen.¹⁸ Kokeellisuutta on pidetty myös itsestään selvänä osana kemian opetusta ja vaihteluna normaaliin opetukseen.

Useiden tutkimusten^{1,9,18} mukaan opettajat ovat käyttäneet kuitenkin hyvin vähän kokeellisuutta lukion kemian opetuksessa. Espanjalaisen tutkimuksen¹ mukaan opettajista (n=27) 44 % on käyttänyt kokeellista työskentelyä opetuksessa. Suomalaisessa tutkimuksessa⁹ 10 % vastaajista ei ole sisältänyt opetukseen lainkaan kokeellisuutta, 45 % vastaajista on teettänyt ainoastaan opettajajohtoisia demonstraatioita ja vain 45 % sekä demonstraatioita että oppilastöitä. Yhdellä lukion kemian kurssilla on Akselan ja Juvosen¹⁸ mukaan tehty keskimäärin yhdestä kuuteen oppilastyötä. Kahdeksan prosenttia opettajista ei ole teettänyt kurssilla lainkaan oppilastöitä. Tämä voi johtua opettajan oppikirjasidonnaisuudesta, jolloin oppikirjan laaja teoriaosuus vie koko kurssiin varatun tuntimäärän, eikä aikaa oppilastöille jää. Uusi opetussuunnitelma ohjaa entistä enemmän kokeelliseen kemiaan. Sen myötä kokeellisuus on lisääntynyt noin 41 % kouluista (n=128).⁸ Noin 59 % kouluista ilmoittaa, että kokeellisuus ei ole lisääntynyt.

Kokeellisuuden käyttö kemian opetuksessa riippuu tutkimuksen¹⁴ mukaan selvästi opettajan kemian arvosanasta. Kokeellisuuden sisällyttämistä opetukseen on pidetty sitä tärkeämpänä, mitä korkeamman kemian arvosanan opettaja on suorittanut. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että paremmat kemian sisältötiedot hallitseva opettaja pitää kokeellisuutta tärkeänä. Hyvä sisältötiedon hallinta saattaa auttaa myös kokeellisen työskentelyn ohjaamisessa.

Kokeellisuuden järjestämisessä on ilmennyt paljon ongelmia. Useimpien tutkimusten^{7-9,14,18} mukaan suurimmat ongelmat liittyvät sopivien työtilojen ja välinei-

den puutteeseen sekä liian suuriin ryhmäkokoisiin. Ongelman ratkaisuun opettajat ovat käyttäneet mielikuvitusta ja soveltamistaitoja.⁹ Kokeellisuutta rajoittaa myös aika. Laajojen kurssien vähäisistä tuntimääristä kokeellisuuteen ei löytynyt riittävästi aikaa.^{8,9,14}

Jotta opetussuunnitelman perusteiden mukainen opetus kouluissa voisi toteutua, tarvitaan tietty tilojen ja välineiden minimitaso.⁷ Liian suuret ryhmäkoot ja riittämättömät työtilat ja -välineet estävät opetussuunnitelman toteutumisen, koska ainoastaan sopivalla ryhmäkoolla kokeellisessa opetuksessa säilyy työturvallisuus ja mielekkyys.²² Suurissa ryhmissä opettaja joutuu käyttämään teoriaopetusta kokeellisuuden tilalla, että työturvallisuus säilyisi.

Kokeellisuutta voidaan käyttää myös kotitehtävissä.^{15,23} Järvenpään lukiossa kokeellinen kotitehtävä on kirjattu fysiikan opetussuunnitelmaan, koska opiskelijoilta on tullut siitä myönteistä palautetta.²³ Kokeellinen kotitehtävä suoritetaan itsenäisesti kotona yksinkertaisilla välineillä. Tehtävästä laaditaan raportti, joka vaikuttaa kurssin arvosanaan. Suoritetuista tehtävistä on palautettu erinomaisia työselostuksia. Oppilaiden innostus kokeelliseen kotitehtävään voi johtua siitä, että he tekevät itse tiedettä, ja huomaavat tieteen ja arkielämän yhteyden konkreettisesti.

Mittausautomaatiolaitteistot, jotka tuovat myös reaali maailmaan liittyvää teollisuusnäkökulmaa kouluopetukseen, helpottavat kokeellisten töiden jatkokäsittelyä ja säästävät siten aikaa ajattelulle ja tiedon soveltamiselle.^{7,18} Vain 7 % vastaajista on käyttänyt laitteistoja opetuksessa, vaikka noin 45 % kouluista (n=121) ilmoittaa, että kemian tunneilla on mahdollista käyttää mittausjärjestelmiä.⁸ Syyksi vähäiseen käyttöön opettajat mainitsevat ajan puutteen ja laitteistojen käytön tarpeettomuuden.^{7,18} Osa opettajista ilmoittaa, ettei osaa käyttää laitteistoja kouluopetuksessa. Kouluissa saattaa olla laitteistoja vain muutamia kappaleita, joten niitä voi käyttää esimerkiksi rastityöskentelyssä.

3.2.2 Sidosryhmäyhteistyö

Lukioikäisiä nuoria kiinnostaa kemian yhteys työelämään ja teollisuuteen, joten opetukseen kannattaa liittää kiinnekohtia näihin seikkoihin.¹⁵ Kemianteollisuus ry on vuosia tehnyt yhteistyötä opettajien, opetushallinnon sekä monien muiden kumppaneiden kanssa kemian kouluopetuksen kiinnostavuuden ja tason nostamiseksi.¹⁶ Jos kemia osattaisiin yhdistää niihin alueisiin, joihin se liittyy oleellisesti, kemian kiinnostavuus lisääntyisi. Useiden kirjoitusten mukaan oppilaat ovat pitäneet tehdasvierailuja tärkeinä, koska ne havainnollistavat kemian käyttöä teollisuudessa ja työelämässä, myös kemian alan yritysten toiminta ja tutkimustyö on herättänyt kiinnostusta.^{19,20} Kouluilla vierailevien teollisuuden edustajien kertomukset työelämän vaatimuksista, rekrytointikäytännöistä ja kesätyöpaikoista ovat kiinnostaneet myös oppilaita. Oppilaat ovat innostuneet myös koulun entisten oppilaiden vierailuista, kun he kertovat omasta opiskelustaan korkeakoulussa.

Lukion opetussuunnitelmaan on mahdollista liittää yhteistyö sidosryhmien kanssa, jota voi tarkentaa vuosittain työsuunnitelmassa.² Suurin osa opettajista haluaisi opetussuunnitelman mukaista yhteistyötä yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa.^{7,18} Mutta vain vajaa puolet kouluista on tehnyt yhteistyönä lähinnä yritysvierailuja, joista neljäsosa on toteutettu toiminnallisina opetuskäynteinä. Noin puolet kouluista (n=129) on liittännyt kemian opetukseen yritysvierailuja, joita tehdään enimmäkseen kerran tai kaksi kertaa kaikilla kemian kursseilla yhteensä.⁸ Puolet kouluista ilmoittaa, että yritysvierailut puuttuivat opetuksesta kokonaan. Yhteistyön esteenä pidettiin resurssien puutetta sekä koulun sijaintia kaukana sopivista yhteistyökumppaneista.^{7,18} Joissakin tapauksissa yritykset eivät ole halunneet yhteistyöhön koulun kanssa. Yritysvierailujen lisäksi yhteistyökumppaneilta on saatu asiantuntija-apua ja materiaaleja, esimerkiksi opetusfilmejä, sekä kummikoulutoimintaa. Kemian opetuksen yhteistyökumppanit löytyvät usein kemianteollisuuden yrityksistä, muusta prosessiteollisuudesta sekä joistakin muista yrityksistä, esimerkiksi apteekeista.

3.3 Monipuoliset oppitunnit

Useiden tutkimuksen^{1,7,12-14} mukaan opettajat ovat varsin oppikirjasidonnaisia. Oppikirjat on laadittu opetussuunnitelman pohjalta, joten voidaan sanoa, että opettajat suunnittelevat opetuksen välillisesti opetussuunnitelman pohjalta. Oppilaiden mukaan opettajan myönteinen suhtautumien kemiaan lisää oppimismotivaatiota.^{7,14-20} Opettajan on mahdollista laatia opetussuunnitelman pohjalta oppitunneista vaihtelevia ja mielenkiintoisia lisäämällä niihin esimerkiksi kokeellisuutta, ryhmätöitä, tutkimusprojekteja ja muita erilaisia työtapoja, jotka opiskelijoilta tulleen palautteen mukaan lisäävät heidän omaa motivaatiotaan kemian opiskeluun.

Kokeellisuuden määrä opetuksessa vaihtelee paljon.^{1,9,18} Suurimmat ongelmat ilmenevät lähinnä tilojen ja välineiden puutteena.^{7-9,14,18} Sidosryhmäyhteistyö, joka voidaan lisätä jokaisen koulun opetussuunnitelmaan, motivoi oppilaita kemian opiskeluun.² Kontaktit teollisuuteen ja muihin yrityksiin lähentävät omalta osaltaan kemiaa yhteiskuntaan ja oppilaan arkielämään.^{15,19} Sidosryhmäyhteistyö tuo oppimiseen mielekkyyttä ja luo konkreettisesti mielikuvan siitä, että kemia on tarpeellinen oppiaine.

4 Oppikirja-analyysit kirjallisuudessa

Oppikirjojen analysointi auttaa opettajaa tutustumaan tärkeään opetuksen työvälineeseen, valitsemaan sopivat oppimateriaalit, sekä helpottaa opetuksen suunnittelussa ja eriyttämisessä. Tarpeen mukaan oppikirjoja analysoidaan ja vertaillaan monin eri tavoin. Kirjoista tutkitaan ja vertaillaan esimerkiksi niiden rakenteita, tekstityyppejä, sisältöjä, käsitteiden sidosteisuutta, tehtäviä ja kokeellista työskentelyä. Oppikirjojen sisältöjä ja tavoitteita voidaan verrata myös opetussuunnitelmaan.

4.1 Analysointi helpottaa oppikirjan valintaa

Opettajalle tärkeän työvälineen eli oppikirjan hyvä tunteminen auttaa opetuksen suunnittelussa.²⁴ Nykylukion oppilasaineksen heterogeenisuus tuo haastetta opetuksen suunnitteluun, joten tutusta kirjasta on helpompi löytää monipuoliset työtavat ja opetusmenetelmät. Opetusta on helppo eriyttää, jos oppikirjan rakenne ja sisällöt tunnetaan.

Oppikirjan valintaan vaikuttaa eniten oppikirjan rakenteen selkeys.¹⁰ Tehtävien suurta määrää, kappaleiden tiivyyttä ja johdonmukaisuutta on pidetty oppikirjan hyvinä ominaisuuksina. Oppikirjavalinnan on ratkaissut myös kirjan kokeellisuuden laatu sekä kuvien ja kaavioiden selkeys.⁹ Kirjavalinnassaan opettaja päätyy kuitenkin helposti tuttuun ja turvalliseen. Oppikirja on vaihdettu usein silloin, kun edellinen kirja ei ole miellyttänyt tarpeeksi. Opetuskokemuksen mukanaan tuoma rohkeus, ja varmuus omaan työhön ovat auttaneet kirjan vaihtamisessa ja valinnassa.¹⁰

Kysyttäessä opettajilta mitä markkinoilla olevaa kemian kirjasarjaa opetuksessa on käytössä, vastaajista (n=130) noin 45 % ilmoittaa opettavansa Otavan kustantaman Mooli-sarjan kirjoista.⁸ Tammen kustantamaa Reaktio-sarjaa käyttää 25 % ja WSOY:n Kemisti-sarjaa 16 % vastaajista. Otavan Kide-sarjaa käyttää 6 % ja Editan Neon-sarjaa 4 % vastaajista. Jotain muuta oppikirjasarjaa on käytössä vain muutamia prosentteja.

Tutkimuksen¹⁰ mukaan oppilaista yli puolet käyttää ahkerasti oppikirjaa, josta mielipiteet vaihtelevat hyvän ja huonon välillä. Tutkittavaa kirjaa oppilaat ovat pitäneet liian teoreettisena, mutta kuitenkin hyvänä, mielenkiintoisena, tärkeänä ja ajankohtaisena. Motivoituneet opiskelijat ovat antaneet kirjasta paremmat arviot kuin motivaatiota vailla olevat opiskelijat. Kirjaa on pidetty huonona, jos asia koettiin vaikeaksi. Kirjan laajuuden ja teoriapainotteisuuden vuoksi kokeellisuuden määrä on pidetty liian vähäisenä. Ensimmäisen kurssin oppikirja vaikuttaa sekä negatiivisesti että positiivisesti oppilaan kemian jatkokurssien valintaan lukiossa. Jos kirjaa pidetään mielenkiintoisena, sitä on luettu enemmän, mikä on osaltaan lisännyt kiinnostusta kemian opiskelua kohtaan.

4.2 Oppikirjojen sisältöanalyysit kirjallisuudessa

Luonnontieteellisiä käsitteitä havainnollistettiin eri tavoin.²⁴ Erityisesti oppikirjoissa käsitteitä täytyy selittää usealla tavalla, koska oppilaat oppivat asioita eri tavoin. Ahtineva¹⁰ on tutkinut väitöskirjassaan miten keskeiset käsitteet esitettiin vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaisessa kemian ensimmäisen kurssin oppikirjassa. Keskeisiä käsitteitä lähestyttiin kuudella eri tavalla. Yleisimmin asia esiteltiin tekstissä, toinen lähestymistapa huomioi oppiaineiden välisen eheyttämisen, esimerkiksi selvittämällä käsitteen nimen alkuperä tai kehityshistoria. Kolmas tapa on liittää käsitteeseen kuva. Neljänneksi käsitettä selvennettiin esimerkin tai tehtävän avulla. Viidenneksi käsitettä lähestyttiin kokeellisesti, ja kuudes tapa liitti käsitteet reaalimaailmaan. Tutkimuksessa, jossa sidosteisuutta tarkasteltiin myös käsitekarttatekniikan avulla, jokaista tutkittua käsitteitä lähestyttiin usein eri tavoin. Sidosteisuudeltaan laadukkaasta tekstistä lukija ymmärtää myös käsitteiden väliset yhteydet. Ahtineva²⁴ esittää artikkelissaan saman menetelmän helpottamaan oppikirjan analysointia.

Turun yliopiston oppimateriaaliprojektin oppimateriaalianalyysissä on analysoitu 3-9 luokkien biologian, maantiedon ja historian kirjoja.²⁵ Kirjoista analysoitiin alku- ja loppuosan sekä satunnaisesti valittujen 120 tekstiaukeaman tieteenalaan johdatteluun, oppimisen tavoitteisiin ja ennakkojäsentäjiin liittyvät tekstit. Oppikirja-aukeaman tasolla tarkasteltiin myös tekstin johdonmukaisuutta ja aloitustapaa. Aukeamalta tutkittiin myös erilaiset tekstityypit, metateksti, joka antaa lukijalle luku- ja tulkintavihjeitä niin, että tekstiä on helpompi ymmärtää sekä oppikirjojen kuvitus. Lopuksi arvioitiin tekstin ja kuvituksen tiedollinen kokonaisuus.

Analyysin tulosten mukaan oppikirjoista puuttuivat lähes kokonaan eksplisiittinen johdanto sekä kirjan tavoitteet.²⁵ Ennakkojäsentäjiä, jotka aktivoivat lukijan ennakkotietoja, oli käytetty kirjoissa niukasti. Oppikirjoista puuttuivat viittaukset toisiin oppiaineisiin ja seuraaviin oppikursseihin. Tekstit alkoivat useammin faktan esittelyllä kuin arkihavainnoilla, joten tieto jää irralliseksi muusta elämästä. Tekstien sidosteisuus oli keskitasoa, jolloin asian ymmärtämiseen tarvitaan paljon ennakkotietoja. Tekstityypit olivat yleensä puhtaasti kuvailevia (41 %) tai kertovia (25 %), joissa sisältöalueen käsitteiden välisiä suhteita selitettiin puutteellisesti. Erittelevää tekstityyppiä, missä asioiden väliset suhteet ja niistä seu-

raavat johtopäätökset tulevat esille, kirjoista löytyi vain 1 %, loput teksteistä sisälsivät kaikkia tekstityyppejä sekaisin. Hallitsevat tekstityypit luovat sellaisen kuvan, että kouluissa vallitsee staattinen tiedonkäsitys eikä lukijaa ohjata tarpeeksi päättelyprosessien tekemiseen ja ongelmanratkaisuun. Metatekstiä, jolla voidaan suunnata lukijan ymmärrysprosessin etenemistä, esiintyi oppikirjoissa vain vähän. Oppikirjojen runsaasta kuvituksesta puuttuivat riittävät selitykset lähes kokonaan.

Vastaavanlainen oppikirja-analyysi on tehty viidelletoista ala-asteen, yläasteen ja lukion oppikirjoille.²⁶ Tekstikokonaisuuksia valittiin arpomalla 102 kappaletta. Oppikirjat analysoitiin kokonaisuutena, teemakokonaisuuksien avulla ja tekstien ominaisuuksien avulla. Kokonaisuuksien arvioinnissa tutkittiin miten kirja johdatteli oppijaa tieteenalaan ja sen tutkimusmenetelmiin. Lisäksi selvitettiin millaisia viitteitä lähdekirjallisuuteen ja toisiin vuosikursseihin esiintyi. Teemakokonaisuuksia arvioitiin ennakkojäsentäjien ja tiivistelmien avulla. Tekstien ominaisuuksista analysoitiin tekstityyppi, tekstialoitukset, tekstin hierarkkisuus ja sidosteisuus, metateksti, käsitteiden rakentaminen ja ongelmakeskeisyys sekä oppikirjakuvitus.

Tutkimuksen mukaan oppikirjat eivät yleensä sisältäneet minkäänlaista johdattusta tieteenalaan tai sen tutkimusmenetelmiin.²⁶ Ainoastaan kolmessa kirjassa tieteenalaa esitellään jonkin verran. Teemakokonaisuuksien alussa käytettiin lähes poikkeuksetta ennakkojäsentäjänä joko tekstin ja kuvan yhdistelmää, tai ainoastaan kuvaa. Ennakkojäsentäjistä suurin osa keskittyi heikosti tai ei lainkaan keskeisiin asiasisältöihin, eikä aineen tai oppimisen tavoitteita juurikaan esitetty. Tiivistelmiä esiintyi 41 % teksteistä, mutta usein ne sisälsivät irrallisia faktatietoja. Ainoastaan yhdessä tiivistelmässä, joka oli hierarkkinen, järjesteltiin tekstissä esiintyvät ylä- ja alakäsitteet sidosteisuudeltaan laadukkaaksi kokonaisuudeksi. Tekstityyppeinä esiintyi usein kuvailevia tai kuvailevan ja erittelevän tekstityypin yhdistelmiä. Tekstikokonaisuudet alkoivat useimmiten faktatiedolla. Tekstien hierarkkisuus väheni, kun siirryttiin lukiokirjoista yläasteen ja ala-asteen kirjoihin, joissa esiintyi paljon assosiativista tekstiä. Suurin osa teksteistä ei sisältänyt lainkaan metatekstiä, lukion kirjoissa kuitenkin enemmän kuin muissa. Käsitteitä rakennettiin kohtalaisesti kaikissa kirjoissa, mutta lukion kirjoissa enemmän kuin ala-asteen kirjoissa. Ongelmakeskeisyys puuttui melkein

kaikista teksteistä. Rungas oppikirjakuvitus integroitiin heikosti tekstiin. Vain 33 % kuvista liittyi hyvin käsitteelliseen sisältöön, eikä kuvaviittauksia juuri esiintynyt. Tämä tutkimus osoittaa, että oppikirjat eivät sisällä riittävästi ajattelua, oppimista ja tiedon jäsentämistä ohjaavaa materiaalia. Oppikirjat ohjaavat lähinnä faktakeskeiseen ajatteluun.

Laitinen²¹ on tarkastellut vuoden 1994 kemian opetussuunnitelmaa ja opetuksessa tarvittavia kolmea eri oppikirjaa. Tutkimuksessa on selvitetty miten oppikirjat vastaavat opintosuunnitelman tavoitteita. Tutkimus osoittaa, että kaikki teokset ottavat huomioon opetussuunnitelman tavoitteet, vaikka ne eroavat huomattavasti toisistaan materiaalin painotuksen, järjestyksen ja käsittelyn suhteen. Haaviston, Nikkolan ja Viljanmaan teos painotti selkeästi kemian teoreettisia käsitteitä. Kalkun, Kalmin ja Korvenrannan sekä Kanervan, Karkelan ja Valsteen kirjoissa stoikiometria ja sen laskennallinen soveltaminen eivät saaneet niin keskeistä asemaa. Laitisen mukaan kaikissa kirjoissa painotetaan opiskelijan itsenäistä tiedonhankintaa ja kokeellista lähestymistapaa. Kirjat sisältävät myös kemian teoreettista puolta keventäviä kirjoituksia, jotka liittyvät jokapäiväiseen elämään, ympäristöön, yhteiskuntaan ja kemian historiaan.

Oppikirjoista analysoidaan erilaisia asioita riippuen tutkimuksen tarkoituksesta. Kirjojen rakenteen ja kokonaisuuksien tarkastelulla löydetään omaan opetukseen parhaiten soveltuva teos. Kirjan johdannossa tulisi olla riittävästi johdattelua tieteenalaan ja sen tutkimusmenetelmiin. Erityisesti luonnontieteiden kirjoissa käsitteet tulisi selittää usealla eri tavalla, koska oppilaat oppivat yksilöllisesti eri tavoin. Käsitteiden sidosteisuus tekstissä tulisi olla hyvä, että asiat voivat rakentua kirjan avulla suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Kirjassa tulisi olla myös tarpeeksi yhteyksiä oppilaan arkitodellisuuteen.

Tutkimusten^{10,26} mukaan lukion kirjoissa käsitteiden sidosteisuus ja hierarkkisuus, sekä tekstien laatu ovat olleet melko hyviä. Näiden tulosten pohjalta voidaan olettaa myös tässä tutkimuksessa kohteena olevien lukion kirjojen saavan näissä asioissa hyvät arviot. Kaikkien kirjojen ennakkojäsentäjissä esiintyy yleisesti puutteita, eikä oppimisen tavoitteita selitetä tarpeeksi. Kirjojen tekstit keskittyvät irrallisten faktatietojen esittelyyn ongelmakeskeisyyden sijasta. Kritiikkiä saa myös puutteellinen kuvitus.

4.3 Oppikirjojen tehtävänälyysit kirjallisuudessa

Pakollisella kurssilla oppilasjoukon heterogeenisyyden vuoksi monipuoliset kirjan tehtävät auttavat opetuksen eriyttämisessä.²⁴ Tutkimuksen¹⁰ mukaan opettajat ovat teettäneet oppikirjan tehtäviä tähtäimenä ylioppilaskirjoitukset. Oppilasryhmästä riippuen yhden kurssin aikana tehdään hyvin vaihteleva määrä oppikirjan tehtäviä. Opettajat teettivät oppilailla 72 - 101 kirjan tehtävää, mutta oppilaat tekivät niistä 20 - 90 tehtävää kurssin aikana.

Nurrenberg ja Robinson²⁷ ovat esitelleet hierarkkisen neliportaisen tehtäväluokituksen. Alimman hierarkian tason tehtävät eli toistavat tehtävät vaativat ulkoa opettelua tai tiedon siirtoa esimerkiksi taulukosta muistiinpanoihin. Toisella hierarkian tasolla ovat algoritmitehtävät, joissa käytetään matemaattista ratkaisua ongelmaan siten, että annettua kaavaa käytetään eri muodossa kun se on kirjaan merkitty. Kolmannen hierarkian tason käsitteelliset tehtävät vaativat ymmärtämistä ja tiedon soveltamisen taitoja sekä perusteluja, ennustamista ja oleellisen tiedon löytämistä. Ylimmällä hierarkian tasolla ovat haasteelliset ongelmat, jotka eroavat kolmannen hierarkian tason tehtävistä siinä, että ratkaisemiseen tarvitaan useiden käsitteiden ymmärtämistä sekä vaaditaan useita vaiheita ja monimutkaisia ratkaisustrategioita. Haasteelliset ongelmat aktivoivat opiskelijoita oppitunneilla keskustelemaan, ajattelemaan, etsimään ja rakentamaan tietoa sekä selittämään ja piirtämään diagrammeja. Kahden korkeimman hierarkiatason tehtävistä kirjoittajat ovat koonneet lehden nettisivuille kattavan ja hierarkkisesti jaotellun tehtäväkokoelman ratkaisuihin.²⁸

Ahtineva¹⁰ on jakanut väitöskirjassaan lukion kemian ensimmäisen kurssin kirjan tehtävät neljään luokkaan (vrt. viite 27) niiden vaativan prosessointitason mukaan. Artikkelissaan²⁴ oppikirjan analysoinnista Ahtineva ohjeistaa luokittelemaan tehtävät samaan neliportaiseen tehtäväluokkaan. Luokituksen alimmalla tasolla tehtävät vaativat vähiten prosessointia ja aktiivisuutta, esimerkiksi ulkoa lukemista tai tiedon siirtämistä taulukosta muistiinpanoihin. Toisen tason soveltavat tehtävät vaativat vähän enemmän aktiivisuutta, esimerkiksi laskukaavan käyttöä eri muodoissa. Kolmannen tason vertailua ja perustelua vaativat tehtä-

vät vaativat usean tiedon hallintaa ja tiedon arviointia. Neljännen tason laajasti aktivoivat tehtävät vaativat useimmiten kirjan ulkopuolista materiaalia ratkaisuun. Tehtävistä arvioitiin myös arkipäiväisyys ja kokeellisuus, joka tässä tarkoittaa esimerkiksi mittaustulosten tulkitsemista valmiista datasta. Alimman tason 14 tehtävästä yksi liittyi reaali maailmaan. Soveltavista 77 tehtävästä 20 liittyi kokeellisuuteen ja 26 reaali maailmaan. Vertailua ja perustelua vaativista 82 tehtävästä reaali maailmaan liittyi 28 ja kokeellisuuteen 46 tehtävää. Ylimmän tehtäväluokan tehtäviä löytyi 28, joista kaikki liittyivät reaali maailmaan ja yksi liittyi kokeellisuuteen. Kirjassa oli yhteensä lähes 200 tehtävää, joista valtaosa luokiteltiin kahteen keskimmäiseen tehtäväluokkaan. Myös haasteellisia ja helppoja tehtäviä löytyi. Tehtävistä vajaa sata liittyi reaali maailmaan ja kokeellisuuteen. Tästä voidaan päätellä kirjan tehtävien monipuolisuus ja riittävä määrä.

Mikkilä²⁵ on käyttänyt tutkimuksessaan neliportaista luokitusta (vrt. viite 27) tutkiessaan peruskoulun oppikirjojen tehtäviä. Alimman portaan täysin toistavat tehtävät vaativat ainoastaan annetun tiedon kertausta. Toisen portaan toistavat tehtävät vaativat hiukan enemmän soveltamista kuin ensimmäisen portaan suoritukset, esimerkkinä kasvien tunnistaminen. Kolmannen portaan rajoitetusti aktiiviset tehtävät vaativat pohdintaa ja yhdistelyä juuri opituista asioista. Neljäs luokka sisältää laajasti aktivoivat tehtävät, jotka vaativat oppilaalta juuri opitun tiedon ja aiemman tiedon yhdistelemistä. Kirjat sisälsivät täysin toistavia tehtäviä 33 %, toistavia tehtäviä 58 %, rajoitetusti aktivoivia tehtäviä 7 % ja laajasti aktivoivia tehtäviä 2 %. Kauttaaltaan kirjoissa (n=23) aktivoitiin lähinnä siirtämään irrallisia faktatietoja tekstistä. Kirjoissa ei johdateltu lainkaan pohtimaan ja etsimään perustelua.

Laitinen²¹ on tutkinut 1994 opetussuunnitelman mukaisia kemian ensimmäisen kurssin oppikirjojen tehtävätyyppejä. Tehtävätyypit jaotellaan kolmeen luokkaan, joissa tehtävän vaatimustasoa ei arvioitu. Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat laskennalliset tehtävät, toiseen luokkaan päättelytehtävät ja kolmanteen luokkaan selvitystehtävät. Jokainen kirjoista (n=3) sisälsi kaikkia tehtävätyyppejä, mutta tehtävätyyppien painotukset vaihtelivat hiukan kirjoittain. Tehtävien kokonaismäärät vaihtelivat 117 ja 134 välillä.

Oppikirjojen tehtävät luokitellaan eri tutkimuksissa joko tehtävätyypin mukaan tai tehtävän vaatimustason mukaan. Neliportaisessa luokituksessa, jota on käytetty Nurrenbergin ja Robinssonin²⁷, Ahtinevan¹⁰ ja Mikkilän²⁵ tutkimuksissa luokitellaan tehtävät vaatimustason mukaan. Mikkilän luokittelu sopii hyvin perusopetuksen kirjoihin, koska luokitteluperusteet ovat helpommat. Lukion tehtäviin sopii Nurrenbergin ja Robinssonin sekä Ahtinevan neliportainen luokittelu, jos tehtävät luokitellaan niiden vaatimustason mukaan. Ahtinevan luokittelussa arvioidaan myös kokeellisuus ja arkipäiväisyys, mikä sopii hyvin nykyiseen opetussuunnitelmaan, missä kokeellisuus ja reaalisuus korostuvat. Laitinen²¹ on luokitellut tehtävät kolmiportaisesti tehtävätyypin mukaan. Tällainen luokittelu on muuten hyvä, mutta tehtävuokkien määrää on vähäinen. Tehtävätyypeistä esimerkiksi kokeelliset tehtävät ja tiedonhankintatehtävät kehittäisivät opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisia taitoja.

4.4 Oppikirjojen oppilastöiden analyysit kirjallisuudessa

Opetussuunnitelmassa painotetaan kemian kouluopetuksessa kokeellisuutta. Kokeellisuus, johon kuuluu oppilastyöt ja opettajajohtoiset demonstraatiot sekä tutkimustyöt ja -projektit, elävöittää opetusta ja motivoi oppilaita ja opettajia. Laitinen²¹ on jaotellut kirja-analyysissään kirjan kokeellisen työskentelyosan opettajajohtoihin laboriodemonstraatioihin ja oppilaiden laborioriotöihin eli oppilastöihin. Kolmesta tutkittavasta kirjasta kaksi sisälsivät lyhyiden demonstraatioiden lisäksi laajempia oppilastöitä, jotka opettavat turvallisen ja tehokkaan laborioriotyöskentelyn alkeita. Yhden kirjan kokeellisuus rajoittui ainoastaan laboriodemonstraatioihin.

Bloomin taksonomiassa oppilaan tiedolliset taidot on jaettu kuuteen hierarkian tasoon.²⁹ Ensimmäisellä tasolla oppilaalta vaaditaan luetun ulkoa muistamista ja toisella tasolla tiedon ymmärtämistä, esimerkiksi oppilas osaa tulkita kuvaajaa. Kolmannella tiedon tasolla tarvitaan soveltamisen taitoja, jolloin oppilas osaa käyttää oppimaansa tietoa uudessa tilanteessa, esimerkiksi ongelman ratkaisussa. Neljännellä tasolla oppilas osaa analysoida tietoa, esimerkiksi tunnistaa oleellisen tiedon laajasta tietomäärästä. Viidennellä tasolla oppilas osaa rakentaa tiedon palasista laajempia kokonaisuuksia, esimerkiksi oppilaan täytyy

suunnitella itse laboratoriosynteesi. Kuudennella tasolla oppilas osaa arvioida kriittisesti tietoa päätellen ja perustellen.

Domin³⁰ on analysoinut Bloomin taksonomian (vrt. viite 29) mukaan kymmenestä yhdysvaltalaisesta kemian työkirjasta yhteensä 30 eriaiheisia työohjeita. Tutkimuksen mukaan kaikki työohjeet vaativat ainakin kolmen alimman taitotason osaamista. Analyysitaitoja vaadittiin 18 tehtävässä, synteesin tekemistä viides-
sä tehtävässä ja arviointia kuudessa tehtävässä. Kahdeksan kirjaa edellytti työ-
ohjeissaan pääsääntöisesti vain kolmen alimman taitotason osaamista. Näistä kirjoista seitsemän työohjeet rakentuivat siten, että johdannon, jossa esiteltiin työhön liittyvä käsite, jälkeen työskentelyohje selitettiin vaihe vaiheelta. Lisäksi työohjeet sisälsivät kysymyksiä ennen ja jälkeen kokeellisen osuuden. Korkeamman taitotason työohjeissa edellytettiin, että oppilas kehittää omat työohjeet tiettyjen lähtötietojen perusteella.

Holmbergin ja Kaijan³¹ artikkelissa on käsitelty avoimia laboratoriotöitä, jotka poikkesivat perinteisistä vaihe vaiheelta etenevistä töistä siten, että niiden työohjeet sisältävät jonkin tuntemattoman työvaiheen. Työohjeeseen voi liittyä esimerkiksi jokin ongelman ratkaisuun vaadittavan mittaustavan tai menetelmän keksiminen, tai oppilaiden täytyy tunnetun lopputuloksen perusteella kehittää siihen johtavat työohjeet. Avoimet laboratoriotyöt vaativat artikkelin mukaan oppilailta enemmän aktiivisuutta ja oma-aloitteisuutta kuin perinteiset työt. Esille nousee helpommin oppilaita innostavia käytännöllisiä kysymyksiä, joiden ratkaisuun tarvittavat kyvyt nousevat paremmin esille. Opettajalta avoimet työt vaativat uudenlaisia tapoja pitää työtunteja.

Kuusiportaisen taksonomian mukainen menetelmä sopii hyvin oppilastöiden tarkkaan luokitteluun.²⁹ Domin³⁰ tutkimuksessa kaikissa oppilastöissä tarvittiin kolmen alimman luokan tietoja, joten ne luokat voisi yhdistää. Laitinen²¹ erotteli kokeellisuuden oppilastöihin ja demonstraatioihin. Oppilastöiden luokitteluun voisi käyttää kahta luokkaa, jotka olisivat perinteiset työt ja avoimet työt (vrt. viite 31). Perinteisten töiden avulla voidaan kemian sisältötiedon lisäksi harjoitella laboratoriotyöskentelyn avulla kädentaitoja. Avoimet laboratoriotyöt, jotka vaativat työn suunnittelua, kehittävät ongelmanratkaisukykyä, tuovat haasteita oppilaille sekä harjoittavat tutkimuksen tekemistä.

5 Tutkimusongelmat, -aineisto ja -menetelmät

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten opetussuunnitelman perusteiden mukaiset sisällöt ja tavoitteet toteutuvat kemian ensimmäisen kurssin oppikirjoissa. Oppikirjoista tutkittiin rakenteet, sisällöt, tehtävät ja kokeellisuus. Pää tutkimusongelmaksi valittiin, miten opetussuunnitelman sisällöt ja tavoitteet toteutuvat lukion kemian ensimmäisen kurssin oppikirjoissa. Pääongelma jaettiin neljään alaongelmaan, jolloin tutkittiin millaisia kirjojen rakenteet ja aihekokonaisuudet ovat. Lisäksi selvitettiin johdateltiinko kirjoissa kemian tieteenalaan ja tutkimusmenetelmiin, sisältyivätkö kirjoihin kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet, miten paljon ja millaisia tehtäviä oppikirjat sisälsivät sekä millainen oli kokeellisen kemian osuus oppikirjoissa.

5.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksessa analysoitiin uuden opetussuunnitelman mukaiset lukion kemian ensimmäisen kurssiin ”Ihmisen ja elinympäristön kemia” kohdennetut oppikirjat. Tutkittavien oppikirjojen sisältöjä verrattiin vuoden 2005 opetussuunnitelman perusteiden mukaisiin sisältöihin ja tavoitteisiin. Jotta saataisiin kattavasti selville pakollisen kurssin sisällöt, tämä tutkimus kohdistettiin kaikkiin markkinoilla oleviin nykyisen opetussuunnitelman mukaisiin kemian pakollisen kurssin oppikirjoihin, joita olivat Kemisti1³², Kide1³³, Mooli1³⁴, Neon1³⁵ ja Reaktio1³⁶.

5.2 Tutkimusmenetelmät

Tässä oppikirja-analyysissä tarkoituksena oli selvittää millaisia sisältöjä ja miten laajasti nämä sisällöt esitetään lukion kemian pakollisen kurssin kirjoissa. Sisältöjen analyysissä vertailtiin kirjojen sisältöjä opetussuunnitelmaan. Oppikirjojen tehtävät laskettiin ja luokiteltiin opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisiin tehtäväluokkiin ja kokeellisuuden analyysissä tutkittiin oppikirjojen kokeellisen ke-

mian osuutta. Aluksi tutkittiin kuitenkin millaisia rakenteellisia eroja sekä ennakkojäsentäjiä kirja sisälsivät.

Tutkimus on laadullinen ja kirjojen rakenteita, sisältöjä, tehtäviä ja kokeellisuutta on pyritty tulkitsemaan objektiivisesti. Kuitenkin joiltakin osin kirjoja on jouduttu arvioimaan tulkinnanvaraisesti. Tässä tutkielmassa esitellään yhden tutkijan mielikuva oppikirjoista, ei absoluuttista totuutta.

5.2.1 Kirja kokonaisuutena

Opetussuunnitelman mukaan kemian opetuksen täytyy tuoda esille kemian merkitys ihmiselle ja elinympäristölle sekä luoda myönteinen kuva kemian oppimista kohtaan. Oppilaat lukevat tutkimuksen¹⁰ mukaan paljon oppikirjaa, joten se välittää osaltaan kuvaa kemiasta hyödyllisenä ja mielenkiintoisena oppiaineena sekä merkittävänä tieteenalana.

Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin kirjan rakennetta sekä päälukujen ja pienempien kappaleiden määrää. Johdanto ja lisätieto-osioista tutkittiin johdatellaanko kirjassa lukijaa kemian tieteenalaan, tutkimusmenetelmiin ja merkitykseen yhteiskunnassa. Lisäksi analysoitiin kerrotaanko kirjassa oppimisen tavoitteet, opiskelutavat ja -tekniikat. Myös kirjan ennakkojäsentäjien sisällöt tutkittiin ja analysoitiin.

5.2.2 Sisällön analyysi

Tässä tutkimuksessa sisällön analyysissä tutkittiin opetussuunnitelman mukaisen sisältöjen käsittelyä lukion ensimmäisen kurssin oppikirjoissa. Tutkittaviksi aihekokonaisuuksiksi valittiin kemian opetussuunnitelman tavoitteissa sekä ensimmäisen kurssin tavoitteissa ja sisällöissä mainitut aiheet, jotka yhdisteltiin neljään kokonaisuuteen opetussuunnitelman sisältöjen mukaisesti (vrt. viite 4.). Joidenkin aihekokonaisuuksien sisältöjä tarkennettiin MAOL ry:n ohjeita seurausten (vrt. viite 5). Jokaisesta neljästä opetussuunnitelman mukaisesta aihekokonaisuudesta valittiin pienempiä aiheita, joita pidettiin yleisesti asian ymmärtämi-

sen kannalta tärkeänä hallita. Pienempinä aiheina tarkasteltiin esimerkiksi sidostarkastelussa vetysidosta ja kovalenttista sidosta.

Kirjojen sisällöistä arvioitiin laajuus ja monipuolisuus, joka tehtiin tutkimalla tekstin määrän lisäksi esimerkkien, molekyyllimallien, rakennekaavojen, reaktioyhtälöiden ja taulukoiden, sekä asioita selkeyttävien piirroskuvien, valokuvien, kuvaajien ja kaavioiden määrää. Myös kokeelliset työt, joista arvioitiin määrä, toivat monipuolisuutta asioiden käsittelyyn. Erityisinä laadullisina kategorioina käytettiin asioiden yhdistämistä reaalimaailmaan, joka arvioitiin lukijalle jääneen mielikuvan perusteella. Lisäksi tutkittiin kirjojen jakautumista erilaisiin aihekokonaisuuksiin. Esimerkiksi, ovatko kemialliset reaktiot kirjan aihekokonaisuus vai selitetäänkö niitä kirjassa useassa eri yhteydessä.

5.2.3 Oppikirjojen tehtävät

Tehtävien analyysissä aluksi laskettiin tehtävien kokonaismäärä. Toisessa vaiheessa tehtävät luokiteltiin sillä perusteella, millaisia taitoja ne harjoittivat. Kolmannessa vaiheessa tutkittiin miten tehtävät liittyvät reaalimaailmaan. Tehtäväanalyysissä tutkittiin lisäksi ylioppilas- ja valintakoetehtävien määrä sekä harjoitustehtävien malliratkaisujen määrät.

Tehtävien luokittelun perusteena käytettiin opetussuunnitelman perusteiden mukaisia tavoitteita, joissa painotetaan matemaattisen ratkaisun taitoja, kokeellisuutta, tiedonhankinnan taitoja ja molekyylien mallintamista.⁴ Tehtäväluokat laadittiin näiden tavoitteiden sekä aiempien tutkimusten^{10,21,27} pohjalta viiteen hierarkkiseen tehtäväluokkaan (Taulukko 1). Yksi tehtävä kuului vain yhteen luokkaan ja tehtävähierarkiassa korkeimpaan, mikäli tehtävässä oli useita vaiheita.

Perustehtävät harjoittavat kemian perustietoja ja taitoja. Tehtäväluokkaan kuuluu sekä helppoja että haasteellisia tehtäviä esimerkiksi reaktioyhtälöiden kirjoittamista, yhdisteiden nimeämistä tai kemian tiedon soveltamista. Laskennalliset tehtävät harjoittavat matemaattisen taidon soveltamista kemiaan. Kokeellisissa tehtävissä kokeellisuus tarkoittaa tulosten tulkintaa, taulukon lukua ja kuvaajan

piirtämistä valmiista kokeellisista tuloksista tai tehtävän tarkoituksena on suunnitella jokin laboratoriokoe. Tiedonhankinnan tehtävät kehittävät tiedonhankinnan taitoja, tehtävän ratkaisuun käytetään esimerkiksi lähdekirjallisuutta ja verkkomateriaalia. Mallinnustehtävissä opiskelijan harjoittelee käyttämään jotain tietokonemallinnusohjelmaa samalla oppien kemian sisältötietoja.

Taulukko 1. Tehtäväesimerkit tehtäväluokittain kemian 1. kurssin oppikirjoissa

Tehtäväluokka	Tehtäväesimerkki
1. Perustehtävät	<i>Kirjoita seuraavien yhdisteiden rakennekaavat: a) sykloheksanoni b) heksaanihappo c) nonanaali d) propyyliamiini.</i> (Reaktio1, s.74, tehtävä 79.)
2. Laskennalliset tehtävät	<i>a) Kuinka suuri ainemäärä asetonia C_3H_6O on pullossa, jonka tilavuus on 500 ml? b) Kuinka monta asetonimolekyyliä pullossa on?</i> (Mooli1, s.66, tehtävä 55.)
3. Kokeelliset tehtävät	<i>Suunnittele tutkimus, jolla voidaan todeta siementen itämisen kulluttavan happea ja tuottavan hiilidioksidia.</i> (Neon1, s.63, tehtävä 62.)
4. Tiedonhankinta-tehtävät	<i>Miten raakaöljy saadaan jalostettua kaupallisiksi tuotteiksi? Lisää tietoa öljynjalostuksesta saa seuraavasta osoitteesta: www.fortum.fi; hakusana öljynjalostusprosessi.</i> (Kide1, s.70 tehtävä 13.)
5. Mallinnustehtävät	<i>Tutustu hiilivety-molekyylien kolmiulotteisiin rakenteisiin käyttämällä apuna jotakin molekyylien mallinnukseen soveltuvaa ohjelmaa. Laadi ja nimeä useita hiilivety-yhdisteiden rakennekaavoja ja muuta ne kolmiulotteisiksi niin sanotuiksi 3D-rakenteiksi. Kirjaa muistiin molekyylien nimet (systemaattiset ja kaupalliset), muodot, sidospituudet ja sidoskulmat käytössä olevan ohjelman mukaisesti.</i> (Neon1, s.83, tehtävä 83.)

Tehtävien sijoittuminen reaali maailmaan tutkittiin erikseen. Se ei varsinaisesti kuulunut tehtävien luokitteluun (vrt. viitteet 10 ja 24). Tehtävät liittyivät reaali maailmaan silloin, kun tehtävässä selkeästi yhdistettiin kemiaan jokin reaali maailmaan liittyvä asia. Pelkästään jonkin arkielämään kuuluvan yhdisteen nimen mainitseminen tehtävänannon yhteydessä ei riittänyt tähän luokkaan. Reaali maailmaan liittyvä tehtävä on esimerkiksi seuraavanlainen:

Vesi on poolinen aine, ja muut pooliset aineet pyrkivät sitoutumaan veteen. Poolittomien aineiden ja veden välillä ei ole vuorovaikutusta. Arvioi, millaisia vuorovaikutuksia ja minkä aineiden välillä niitä on seuraavissa ilmiöissä. a) Keittiöpaperi imee vettä. b) Perunajauho ei liukene veteen, mutta turpoaa lämpimässä vedessä. c) Tärpätin haju tarttuu muovipulloon eikä lähde pois pesemällä. (Kemisti1, s.30, tehtävä 33)

5.2.4 Kokeellisuus oppikirjoissa

Oppikirjojen kokeellinen osuus analysoitiin laskemalla oppilaslaboratoriotöiden sekä opettajajohtoisten demonstraatioiden määrä oppikirjoissa. Oppilastyöt luokiteltiin avoimiin töihin ja perinteisiin töihin. Samalla arvioitiin töiden linkittyminen reaali maailmaan, koska opetussuunnitelman tavoitteet painottavat kemian opetuksessa kokeellisuutta ja tutkimuksen tekemistä sekä asioiden liittämistä reaali maailmaan. Kokeellisessa osuudessa tutkittiin myös kirjojen työturvallisuus, ympäristön huomioon ottaminen, laboratoriovälineiden ja laitteiden esittely sekä kirjallisen raportin tekemiseen liittyvät ohjeet.

Perinteisten töiden rakenne oli jokaisessa kirjassa muutamia poikkeuksia huomioon ottamatta sellainen, että aluksi selitettiin työn tausta ja tarkoitus. Tämän jälkeen lueteltiin tarvittavat välineet ja aineet sekä työn suoritus vaihe vaiheelta. Työn lopuksi tulosten tarkasteluosioon sisältyi myös työhön liittyvät kysymykset ja tehtävät. Avoimien töiden rakenne poikkesi perinteisistä töistä siten, että niiden tekeminen vaati jonkinlaista tutkimusta tai työn suunnittelua (vrt. viite 31.). Avoimien töiden tehtävänä oli esimerkiksi valmistaa tietyn väkevyinen liuos, mutta työn suorittaminen täytyi suunnitella itse. Oppilastöiden liittyminen reaali maailmaan tutkittiin erikseen. Näissä töissä tutkittiin tai käsiteltiin jotain aihetta joka yhdisti arkielämän ja kemian. Tähän ei riittänyt, että synteessin lähtöaineena jotain tuttua ainetta, esimerkiksi kermaa.

6 Oppikirjojen kokonaisuus tarkastelussa

Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin kirjojen aihekokonaisuuksien määriä ja teemoja, sekä päälukujen sisältöjä. Johdannosta ja kirjojen alkukappaleista tutkittiin oppimisen tavoitteisiin, kemian tieteenalan ja sen saavutusten sekä tutkimusmenetelmien ja -kohteiden esittelyyn liittyvien asioiden määrät. Havaintoja tehtiin myös niistä ammasteista ja jatko-opiskelualoista, joissa vaaditaan laajaa kemian osaamista. Lisäksi tutkittiin kirjan ennakkojäsentäjät sekä arvioitiin kirjan käyttöä ja kiinnostavuutta.

6.2 Kemisti1

Kirja sisälsi viisi päälukua, joista jokainen jaettiin pienempään yhteensä 21 yhden tai kahden oppitunnin mittaiseen kappaleeseen. Ensimmäisessä pääluvussa käsiteltiin aineen rakennetta ja ominaisuuksia sekä sidokset ja poolisuus. Toisessa luokiteltiin orgaaniset yhdisteet, kolmannessa käsiteltiin olomuotojen muutoksia ja kemiallisia reaktioita. Neljännen pääluvun aiheina olivat puhtaat aineet ja seokset sekä liukoisuus, viidennessä pääluvussa käsiteltiin ainemäärää ja konsentraatiota. Tehtäväosiot, jotka sisälsivät harjoitustehtävien lisäksi esimerkkitehtävät, sijoituivat satunnaisesti joidenkin pienempien kappaleiden loppuun. Kokeellinen työskentely oli koottuna erilliseen osioon kirjan loppuun. Lisäksi kirja sisälsi kolme lisätieto-osiota, jotka liittyvät kemian tiedon reaali-ilmaan. Kirjassa esiintyvät tärkeimmät käsitteet selityksineen oli luetteloitu liiteosioon, peruskäsitteitä selitettiin myös kirjan etukannessa.

Kirjan jaottelu pieniin kappaleisiin saattaa tuottaa ongelmia lukijan kannalta kokonaisuuksien hallinnassa. Opetuksen suunnittelu omien tarpeiden ja mieltymysten mukaisiksi voi vaikeutua, jos haluaa painottaa eri asioita kun kirjassa painotetaan. Kirjan käyttöä voi vaikeuttaa koulujen vaihtelevat tuntirakenteet esimerkiksi silloin kun kaksoistunnit eivät osu kappaleiden kanssa samaan kohtaan. Tehtäväosioiden sijoittelu epämääräisesti joidenkin pikkukappaleiden loppuun ja esimerkkien sijoittumien tehtäväosioon saattaa vaikeuttaa kirjan käyttöä. Tehtäväosiot löytyisivät mahdollisesti helpommin, jos ne sijoittuisivat pääluvun

loppuun, esimerkkien sijoittaminen tekstien lomaan antaisi kokonaisvaltaisemman vaikutelman käsitelystä asiasta.

Kokeellisuuden sijoittuminen kirjan loppuun selkeytti kirjan kokonaisuutta sekä käyttöä eri tarkoituksiin. Aihekokonaisuudet jaoteltiin selkeästi opetussuunnitelmassa mainittuja sisältöjä mukaillen. Esimerkiksi erilaiset kemialliset reaktiotyypit käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena, jolloin lukijalle voi helpommin jäädä mieleen niiden eroavaisuudet.

Kirjan tavoitteet, rakenne sekä kemian oppimisen menetelmiä esiteltiin kirjan alussa. Johdanto-osiossa kerrottiin kemian tieteen kehityshistoriasta, teollisuuden nykyisestä tilasta ja mahdollisista tulevaisuuden kemian tutkimuskohteista. Aloituskappaleessa kuvattiin luonnontieteen tutkimusprosessin vaiheita. Johdanto-osioon liittyi neljä esimerkkitehtävää ja neljä harjoitustehtävää, jotka käsitelivät kemian oppimis- ja työmenetelmiä.

Johdanto-osiossa käsiteltiin laajasti kemiaa tieteenä ja oppiaineena. Lukija voi saada kuvan kemian tieteen saavutuksista ja merkityksestä yhteiskunnan rakentumiseen. Kirjassa valaistiin myös kemian tutkimuksen tekemisen vaiheita sekä tulevaisuuden tutkimusta, mutta ei kuitenkaan käsitelty niitä jatko-opiskelualoja ja ammatteja, jotka vaativat laajaa kemian osaamista.

Ennakkojäsentäjinä kirjan pääkappaleiden alussa esitettiin kuva ja siihen liittyvä teksti. Tekstissä johdateltiin lukijaa luvussa käsiteltävään kemian aiheeseen, mikä liitettiin samalla reaali maailmasta tuttuihin asioihin. Kirjan marginaaleihin sijoitettujen kysymyksien tarkoituksena oli johdatella lukijan ajatuksia tekstin aiheisiin sekä toimia samalla väliotsikoina. Tiivistelmäosiot, joissa käsitellyt asiat tiivistettiin lukijalle kysymysmuodossa, sijoituivat kirjassa ennen tehtäväosioita. Asiat esitettiin kuitenkin kysymysmuodossa, joten opitut asiat kertautuvat helposti.

Lukujen alussa olevat ennakkojäsentäjät johdattelivat lukijaa hyvin aiheeseen. Kaikista kuvista ja niihin liittyvistä teksteistä löytyi arkipäivästä tuttuja asioita. Käsiteltäviin aiheisiin johdateltiin kuitenkin melko vähän. Kirjan marginaaleihin sijoitetut kysymykset saattavat auttaa aktivoimaan lukijan ennakkotietoja. Tiivis-

telmäosiot eivät koonneet hierarkkisesti opittuja käsitteitä, vaan kysymyksissä etsitään vastauksia irrallisiin asioihin.

6.2 Kide1

Kirja jaettiin pääluvuittain kahdeksaan aihekokonaisuuteen. Ensimmäisessä pääluvussa käsiteltiin puhtaat aineet ja seokset, atomit, ionit ja molekyylit, vesi ja ilma. Toisessa pääluvussa selitettiin ainemäärään ja pitoisuuden sekä happamuuden käsitteet. Kolmannessa pääluvussa käsiteltiin hiilen kemiaa. Pääluvuissa neljännestä seitsemänteen luokiteltiin hiilyyhdisteitä sekä kerrottiin niiden ominaisuuksia, sovelluksia, käyttöä ja esiintymistä. Kahdeksas pääluku käsitteli bio-orgaanista kemiaa. Tehtäväosiot oli sijoitettuna jokaisen pääluvun loppuun. Kokeellinen työskentely oli koottuna kirjan loppuun omaksi luvukseksi. Kirjan tekstien yhteydessä oli yhteensä 16 lisätieto-osioita, jotka syventävät käsiteltäviä aiheita liittäen ne samalla reaali maailmaan. Kirjan lopun liiteosiossa oli luettelo kirjassa esiintyvistä käsitteistä selityksineen.

Tehtävien sijoittelu lukujen loppuun ja kokeellisuuden liittäminen kirjan loppuosaan selkeyttivät kirjan rakennetta. Pääluvut rakentuivat selkeiksi kokonaisuuksiksi väliotsikoiden avulla. Kirjassa painotettiin päälukujen määrän perusteella hiilen kemiaa ja hiilyyhdisteiden luokittelua, joiden yhteydessä käsiteltiin myös muita opetussuunnitelman mukaisia aiheita, esimerkiksi kemialliset reaktiot. Bio-orgaanisen kemian kokonaisuus yhdisti ihmisen kannalta merkityksellisen kemian selkeäksi kokonaisuudeksi. Kirjan rakenteen suurimpana heikkoutena voidaan pitää ennakkojäsentäjien puutetta. Vain lukujen alussa esitellyt avainkäsitteet voitiin luokitella ennakkojäsentäjiksi. Kirja ei sisältänyt tiivistelmiä lainkaan.

Kirjan rakennetta ja tavoitteita sekä kemian luonnetta oppiaineena selitettiin alkutekstissä. Kirjassa esiteltiin orgaanisen kemian tutkimuksen historiaa, sekä merkittäviä kemian tieteen saavutuksia ja tuotiin esille nykypäivän ja tulevaisuuden kemian tutkimuksen tarpeita, sekä kemiaa soveltavat tieteenalat. Kirjassa esiteltiin useita merkittävää tutkimusta tehneitä suomalaisia ja ulkomaalaisia

kemian tutkijoita. Kirja sisälsi kuvia kemian tutkimuskohteista ja tutkimuksen tekemisestä sekä tieteen saavutuksista.

Kirjan tavoitteet ja kemian oppiaineen luonne ilmaistiin epäselvästi ja puutteellisesti. Lukija voi kuitenkin saada riittävän käsityksen kemian tieteen saavutusten merkityksestä yhteiskunnalle. Myös kemian nykyisiä ja tulevaisuuden tutkimuskohteita valaistiin riittävästi, mutta ei kuitenkaan käsitelty lainkaan niitä jatko-opiskelualoja ja ammatteja, jotka vaativat laajaa kemian osaamista.

6.3 Mooli1

Kirjan sisältö oli jaettuna johdantolukuun, viiteen aihealueeseen sekä kokeelliseen osioon. Ensimmäisessä aihealueessa käsiteltiin olomuodon muutoksia, aineita sekä seoksia. Toisessa aihealueessa käsiteltiin ainemäärää, konsentraatiota sekä liuoksia. Kolmas aihekokonaisuus käsitteli sidoksia sekä luokitteli hiilivetyjä. Neljäs aihekokonaisuus esitteli happea sisältäviä ja viides tyyppiä sisältäviä orgaanisia yhdisteitä. Harjoitustehtävät oli liitetty lukujen loppuun ennen luvun aihealueeseen liittyvää lisätieto-osiota. Lisätiedot, joita kirja sisälsi yhdeksän, syvensivät käsiteltävän aiheen sisältöä liittäen ne samalla reaali maailmaan. Kokeellisessa osiossa kirjan lopussa käsiteltiin laboratoriotöiden lisäksi ohjeita turvalliseen työskentelyyn. Kirja sisälsi myös CD-levyn, joka esitti useimmat oppilastyöt videokuvana. Liiteosiossa oli luettelo kirjassa esiintyvistä keskeisistä käsitteistä selityksineen.

Tehtävien sijoittelu lukujen loppuun ja kokeellisuuden liittäminen kirjan loppuosaan selkeyttivät kirjan rakennetta. Pääluvut rakentuivat selkeiksi kokonaisuuksiksi väliotsikoiden avulla ja aiheita käsiteltiin laajasti. Kirjasta voi helposti valita omaan tarkoitukseen mieleiset aiheet. Ongelmana saattaa olla, että koko kirjaa ei kurssin aikana ehditä käsittelemään tai että kokeellisuus jää vähemmälle. CD-levyn avulla voidaan demonstroida kokeellisuutta, jos siihen muuten ei ole aikaa tai mahdollisuuksia.

Ennakkojäsentäjänä jokaisen pääluvun alussa kerrottiin luvun tavoitteet samalla johdatellen lukijaa käsiteltävään aiheeseen tekstien ja kuvien avulla. Tiivistelmiä

oli yhteensä 20 ja ne sijaitsivat kirjan marginaaleissa tai suurimpien aihealueiden jälkeen satunnaisesti. Tiivistelmät sisälsivät kolmesta kolmeentoista käsitettä.

Ennakkojäsentäjien kuvat liittyvät arkielämään. Tekstissä johdateltiin lukijaa aiheeseen kertoen aihealueen tärkeimmät oppimisen tavoitteet. Asia liitettiin kuitenkin usein heikosti arkielämään sekä tekstin yhteydessä oleviin kuviin. Tiivistelmissä selitettiin niitä käsitteitä, joita teksti on juuri selventänyt, mutta hierarkisuus puuttui kokonaan. Lisäksi tiivistelmistä voisi tehdä laajempia hierarkkisia kokonaisuuksia luvun loppuun.

Kirjan tarkoitus ja rakenne selvitettiin alkutekstissä. Johdantoluvussa esiteltiin kemian opiskelun yleiset tavoitteet ja menetelmät, sekä kemian tarpeellisuus jatko-opintoja ajatellen. Kirjassa esiteltiin kemian teollisuuden tuotteita ja ratkaisuja, sekä kemian historiaa useissa kohdissa. Johdannossa käsiteltiin kemian tutkimuksen vaiheita sekä nykypäivän ja mahdollisia tulevaisuuden kemian tutkimuksen kohteita. Johdantolukuun liittyi 24 harjoitustehtävää ja kaksi oppilastyötä, joiden aiheet liittyivät kemian opiskelutekniikoihin, kemian kieleen ja kokeellisen työskentelyn harjoitteluun.

Kokonaisuutena kirjassa johdateltiin lukijaa hyvin kemian tieteeseen ja sen merkitykseen yhteiskunnassa. Johdanto-osiossa käsiteltiin riittävästi kemiaa tieteenä ja oppiaineena. Lukija voi saada kuvan kemian tieteen saavutuksista ja merkityksestä yhteiskunnan rakentumiseen. Kirjassa valaistiin selkeästi myös kemian tutkimuksen tekemisen vaiheita sekä tulevaisuuden tutkimuskohteita, ja esiteltiin niitä jatko-opiskelualoja ja ammatteja, jotka vaativat laajaa kemian osaamista.

6.4 Neon1

Kirja jakautui neljään teemakokonaisuuteen, joista ensimmäisessä selitettiin aineiden koostumuksia, ainemäärän käsitettä, liukoisuutta ja lioksen pitoisuutta kemianteollisuuden tuotteiden avulla. Toisessa teemakokonaisuudessa käsiteltiin hiilen kiertoa ja hiilivetyjen luokittelua yhdistäen aiheet energiantuotantoon. Kirjan kolmas teema keskittyi terveyteen, missä käsiteltiin orgaanisia happiyh-

disteitä ja orgaanisia typpiyhdisteitä. Neljännen kokonaisuuden teemana oli ravitsemus, johon kuuluu hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat sekä muut elimistölle tärkeät aineet. Kokeellisuusosiot olivat liitettynä teemakokonaisuuksien loppuun ja kokeellisuuteen liittyvät työturvallisuusasiat käsiteltiin liiteosiossa. Tehtäväosiot oli jaettu pienempien aihekokonaisuuksien mukaan siten, että jokainen teemakokonaisuus sisälsi kahdesta neljään tehtäväosiota. Arkipäivään liittyviä ja kemian aiheiden sisältöjä syventäviä tekstejä kirja esitteli 12 lisätieto-osioissa. Liiteosiossa oli luettelo kirjassa esiintyvistä keskeisistä käsitteistä selityksineen.

Kokonaisuutena kirjassa aiheet jaettiin selkeästi ja opetussuunnitelman teemojen mukaisesti. Kirjan lukeminen oli miellyttävää, koska aiheiden käsittely eteni teemoittain liittäen asiat samalla arkitodellisuuteen. Kirjan rakenteen perusteella opetus voidaan suunnitella helposti kokeellisuuteen pohjautuen, koska kokeellisuus, jota kirjassa oli runsaasti, liittyi vahvasti käsiteltävään teemaan. Työturvallisuusohjeiden liittäminen esimerkiksi ensimmäisen kokeellisuusosion yhteyteen selkeyttäisi myös kokeellisuutta. Tehtäväosioden sijoittuminen lähes satunnaisesti vähensi kirjan selkeyttä. Tehtäväosiot voisivat olla esimerkiksi ennen kokeellisuusosioita, jolloin kirjan rakenne selkeytyisi.

Teemojen ennakkojäsentäjässä johdateltiin teemakokonaisuuden aiheisiin yleensä kuvan ja siihen liittyvän tekstin avulla. Teksti sisälsi kysymyksiä, jotka johdattelivat teemaan liittyviin aiheisiin sekä jokin tietoiskun, joka liittyi arkipäivään tai linkitti kemian toiseen tieteenalaan. Kirja ei sisältänyt lainkaan tiivistelmiä.

Ennakkojäsentäjät olivat laadukkaita ja mielenkiintoisia, sillä ne aktivoivat hyvin lukijan ennakkotietoja. Käsiteltävään aiheeseen johdattelevat kysymykset olivat pääosin hyviä, koska niissä esiintyi kaikille tuttuja asioita. Esimerkiksi terveyteen liittyvän teeman ennakkojäsentäjien aiheina olivat lääkkeet, sairaudet ja lääketeollisuus. Tiivistelmät lukujen loppuun lisäisivät oppilaan tietoisuutta siitä, mitkä ovat luvun keskeisimmät käsitteet ja asiat.

Kirjassa johdateltiin lukija kemian tieteenalaan selvittelemällä kemian historian ja teollisuuden kehityksestä Suomessa ja maailmalla sekä nykypäivän ja tulevaisuuden tutkimuksen tarpeita. Kemian yhteys muihin tieteenaloihin sekä tuot-

teen kehittämisen vaiheet tulivat esille kirjan johdannossa. Kemian saavutuksia ja tuotteita esiteltiin kirjassa useassa eri yhteydessä. Viidessä ”kemia työssä” lisätieto-osioissa esiteltiin eri ammateissa olevia kemian alan ihmisiä ja heidän työnkuvansa. Johdanto-osioon kuului myös yhdeksän harjoitustehtävää, jotka liittyivät kemian historiaan, tuotteisiin ja tuotekehittelyyn sekä yksi oppilastyö tuotteen valmistukseen liittyen. Kemian opiskelun tavoitteita ei kirjassa tuotu esille lainkaan.

Kokonaisuutena kirjassa johdateltiin lukijaa hyvin kemian tieteeseen ja sen merkitykseen yhteiskunnassa. Johdanto-osiossa käsiteltiin riittävästi kemiaa tieteenä ja oppiaineena. Lukija voi saada kuvan kemian tieteen saavutuksista ja merkityksestä yhteiskunnan rakentumiseen. Kirjassa valaistiin selkeästi myös kemian tutkimuksen tekemisen vaiheita sekä tulevaisuuden tutkimuskohteita. Kemian alan ammatteja esiteltiin hyvin, mutta kirjassa ei mainittu niitä jatko-opiskelualoja, joissa tarvitaan laajaa kemian osaamista.

6.5 Reaktio1

Kirja sisälsi johdantokappaleen, kuusi päälukua ja lopuksi kokeellisen osuuden. Ensimmäisessä luvussa selitettiin atomin ja aineen rakennetta sekä alkuaineiden jaksollinen järjestelmä, toisessa ainemäärän ja pitoisuuden käsitteitä. Kolmannessa luvussa käsiteltiin vahvat sidokset, hiilivedyt sekä hiiliyhdisteiden nimeäminen ja neljännessä heikot sidokset ja aineiden ominaisuudet. Viidennes luvussa esiteltiin happea ja typpeä sisältäviä orgaanisia yhdisteitä sekä bio-organista kemiaa. Kuudes luku käsitteli kemiallista reaktiota. Tehtäväosiot oli liitettyinä päälukujen loppuun. Kokeellinen osuus sisälsi laboratoriotöiden lisäksi ohjeet monipuoliseen ja turvalliseen työskentelyyn. Lisäksi kirjassa oli kolme käsiteltävää aihetta syventävää tekstiä, jotka liittyivät ne samalla reaali maailmaan. Liiteosiossa oli luettelo kirjassa esiintyvistä keskeisistä käsitteistä selityksineen.

Kokonaisuutena kirjan rakenne oli selkeä, koska tehtäväosiot löytyivät lukujen lopusta ja kokeellisuus oli kokonaisuutena omassa osiossa kirjan lopussa. Kolmen keskimmäisen luvun aihekokonaisuuksien järjestys oli hiukan sekava. Kir-

jassa käsiteltiin kaikkia opetussuunnitelman mukaisia aiheita, mutta painotettiin aihekokonaisuuksien perusteella eniten sidostarkastelua.

Ennakkojäsentäjinä kirja sisälsi luvun alussa olevien kuvien lisäksi luettelon luvussa käsiteltävistä pääkäsitteistä. Yhteen kappaleeseen liittyi teksti, joka johdatteli lukijaa käsiteltävään aiheeseen arkielämään liittyvien kysymysten avulla. Lukujen loppuun liitetyt kysymyksiä sisältävät tiivistelmäosiot toimivat myös ennakkojäsentäjinä. Yhden luvun lopussa esiteltiin aineiden luokittelukaavio, jossa kerrattiin lyhyesti kirjassa siihen asti käsitellyt asiat.

Ennakkojäsentäjinä olevat kuvat eivät aktivoineet mitenkään käsiteltävän aiheen ennakkotietoja. Yhden luvun ennakkojäsentäjä oli poikkeus, koska kysymysten avulla ennakkotiedot aktivoituvat. Tiivistelmissä käsitellyt asiat esitettiin kysymysmuodossa, jonka avulla voi helposti kerrata opitut asiat ja tarkistaa ne sitten tekstistä. Tiivistelmäosiot eivät kuitenkaan yleiseensä koonneet hierarkkisesti opittuja käsitteitä, vaan kysymykset liittyivät irrallisiin tietoihin. Aineiden luokittelua kuvaava kaavio oli tiivistelmänä hierarkkinen, jossa käsitteiden väliset suhteet näkyivät selkeästi.

Kirjassa johdateltiin lukija kemian opintojen pariin esittelemällä kemian opiskelun tavoitteet ja työtavat sekä kemian opintojen tarpeellisuus ajatellen jatko-opintoja. Johdantoluvussa tuotiin esille kemian historiallisia saavutuksia sekä merkitystä nykyaikaisen yhteiskunnan muodostumiseen. Lukijalle selvitettiin kemian tutkimuksen työvaiheita ja menetelmiä. Johdantoon liittyi kolme kemian historiaan, opiskeluun ja työmahdollisuuksiin, liittyvää tehtävää, yksi oppilastyö sekä aloitustesti. Kirjassa esiteltiin kaksi kemian asiantuntijan työnkuvaa elintarvike- ja lääkeainekemian alalta.

Kemian opiskelun tavoitteet tuotiin riittävän selkeästi esille. Kokonaisuutena kirjassa johdateltiin lukijaa hyvin kemian tieteeseen ja sen merkitykseen yhteiskunnassa. Johdanto-osiossa käsiteltiin riittävästi kemian luonnetta tieteenä ja oppiaineena. Lukija voi saada kuvan kemian tieteen saavutuksista ja merkityksestä yhteiskunnan rakentumiseen. Kirjassa valaistiin selkeästi myös kemian tutkimuksen tekemisen vaiheita sekä tulevaisuuden tutkimuskohteita, ja esitel-

tiin niitä jatko-opiskelualoja ja ammatteja, jotka vaativat laajaa kemian osaamista.

6.6 Yhteenveto kirjoista kokonaisuutena

Kirjojen rakenteet poikkesivat toisistaan asioiden erilaisissa painotuksissa, päälukujen määrässä ja sisällöissä. Kaikissa kirjoissa kokonaisuus voi toimia, mutta kirjan valinnassa kannattaa ottaa huomioon aiheiden painotuserot. Aiheet jaettiin kirjoissa neljästä kahdeksaan kokonaisuuteen, vaikka sopiva määrä voisi olla neljä tai viisi kokonaisuutta, jotka mukailisivat opetussuunnitelman mukaisia sisältöjä. Selkeät asiakokonaisuudet selkeyttävät kirjan rakennetta, jolloin sen käyttäminen on helpompaa. Esimerkiksi Kide1-kirjan kahdeksan luvun sisällön voisi selkeyttää yhdistelemällä lukuja, esimerkiksi happea sisältävät orgaaniset yhdisteet yhdeksi luvuksi.

Rakenteellisesti poikkeavimmassa Neon1-kirjassa käsiteltävät aiheet jaettiin neljään teemakokonaisuuteen, joiden lähtökohtana oli jokin arkielämään liittyvä teema. Aihekokonaisuudet eivät kuitenkaan vastanneet opetussuunnitelman mukaisia kokonaisuuksia. Ainoastaan Kemisti1-kirjassa viisi päälukua jaettiin pienempiin yhden tai kahden oppitunnin mittaisiin aiheisiin. Muissa kirjoissa aiheet käsiteltiin kokonaisuuksina ja luvut jaettiin alaotsikoin pienempiin teemoihin. Rakenteellisesti lukiotasoisien kirjan tulisi keskittyä lyhyiden kappaleiden sijasta laajempiin kokonaisuuksiin, etteivät asiat jäisi opiskelijalle pirstaleisiksi.

Ainoastaan Neon1-kirjassa kokeellisuus esitettiin teemakokonaisuuden yhteydessä. Mikäli opetuksen lähtökohtana pidetään kokeellisuutta, kirjan ratkaisu voi olla hyvä. Toisissa kirjoissa kokeellisuus liitettiin loppuosaan, mikä on hyvä ratkaisu sen vuoksi, että siihen voi liittää paljon muuta kokeelliseen työskentelyyn liittyvää. Esimerkiksi Reaktio1-kirjassa oli ohjeet, miten työselostuksia kirjoitetaan. Tehtäväosiot sijoitettiin Kemisti1- ja Neon1-kirjoissa satunnaisesti joidenkin aiheiden jälkeen. Selkeämmässä ratkaisussa Reaktio1-, Kide1- ja Mooli1-kirjoissa tehtäväosiot sijoitettiin luvun loppuun, jolloin lukija löytää ne helpommin.

Kirjojen johdannot esittelivät hyvin kemian tieteen historiaa, nykypäivää ja tulevaisuutta. Neon1- ja Reaktio1-kirjoissa käsiteltiin hyvin ammatteja, joissa kemian osaamista tarvitaan, esitellen kemian ammattilaisten työnkuvia. Vain Reaktio1- ja Mooli1-kirjat esittelivät ne jatko-opiskelualat, joissa vaaditaan laajaa kemian osaamista. Oppimisen tavoitteet tuotiin hyvin esille Kemisti1-, Mooli1- ja Reaktio1-kirjoissa, Kide1-kirja esitteli tavoitteet puutteellisesti ja epäselvästi. Neon1-kirjasta tavoitteita ei löytynyt.

Neon1-, Mooli1- ja Kemisti1-kirjoissa lukujen alkujen ennakkojäsentäjissä johdateltiin lukijaa aiheeseen. Lukujen alussa esiteltiin kuvia ja tekstiä, jotka liittyivät yleensä kuvaan tai arkielämään. Reaktio1-kirjan ennakkojäsentäjänä oli muutama kuva, jotka eivät sinällään ilman johdattelevaa tekstiä aktivoi lukijan ennakkotietoja. Kide1-kirjassa lukujen alussa lueteltiin ainoastaan irrallisia käsitteitä, jotka saattoivat olla lukijalle ennestään tuntemattomia. Vain Mooli1-kirjassa esitettiin ennakkojäsentäjän yhteydessä luvun tavoitteet, mikä saattaa helpottaa lukijan omien tavoitteiden asettamista ja ohjaa lukijaa keskittymään luvun pääasioihin.

Reaktio1- ja Kemisti1-kirjoissa asiat kiteytettiin kysymysmuotoisiin tiivistelmiin, joista lukija pystyi kertaamaan hyvin lukemansa asiat ja etsimään vastaukset tekstistä. Ainoastaan Mooli1-luetteloi tiivistelmissään tärkeimmät käsitteet, mutta nämä tiivistelmät sijaitsivat satunnaisesti. Tiivistelmien hierarkkisuus oli vähäistä kaikissa kirjoissa. Kide1- ja Neon1-kirjat eivät sisältäneet lainkaan tiivistelmiä. Hierarkkinen tiivistelmä luvun lopussa selkeyttäisi kirjan rakennetta ja helpottaisi lukijaa löytämään oleelliset asiat tekstistä. Kaikissa kirjoissa luetteloi- tiin liiteosiossa käsitteet selityksineen, mikä auttaa lukijaa löytämään tekstissä esiintyvän ja mahdollisesti unohtuneen käsitteen merkityksen helposti.

7 Oppikirjojen sisällöt tarkastelussa

Tässä tutkimuksessa oppikirjoista tutkittiin kemian opetussuunnitelman tavoitteissa sekä ensimmäisen kurssin tavoitteissa ja sisällöissä mainittuja aiheita, joita käsiteltiin opetussuunnitelman sisältöjen mukaisina neljänä kokonaisuute-

na. Ensimmäiseksi tarkasteltiin erilaisten hiiliyhdisteiden luokittelua, ominaisuuksia ja nimeämistä.⁴ Toisena kokonaisuutena tutkittiin erilaisia seoksia, ainemäärää ja pitoisuutta, ja kolmantena sidoksia, poolisuutta ja liukoisuutta. Viimeiseksi tutkittiin orgaanisten yhdisteiden reaktioita. Aihekokonaisuudet jaettiin pienempiin osiin, joista arvioitiin esittelyn laajuus ja monipuolisuus.

7.1 Hiiliyhdisteet oppikirjoissa

Kemian pakollisen kurssin opetussuunnitelman mukaisina sisältöinä ja tavoitteina opiskelija osaa erilaisten hiiliyhdisteiden rakenteita, ominaisuuksia ja sovelluksia, ymmärtää niiden yhteyden arkielämään, sekä merkityksen ihmiselle ja elinympäristölle.⁴ Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin hiiliyhdisteiden esiintymistä oppikirjoissa, mikä jaettiin hiiltä ja vetyä sisältäviin, happea sisältäviin sekä typpeä sisältäviin hiiliyhdisteisiin.

7.1.1 Hiiltä ja vetyä sisältävät orgaaniset yhdisteet

Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin suoraketjuisten ja syklisten alkaanien, alkeenien, alkyynien sekä aromaattisten hiiliyhdisteiden luokittelun, nimeämisen, ominaisuuksien ja käyttökohteiden käsittelyä oppikirjoissa. Lisäksi tutkittiin molekyyli mallien ja rakennekaavojen määriä sekä fysikaalisten ominaisuuksien ja käyttökohteiden selittämistä. Tässä yhteydessä tutkittiin myös hiilivetyjen homologisen sarjan ja isomerian käsittelyä oppikirjoissa.

7.1.1.1 Kemisti1

Orgaaniset yhdisteryhmät luokiteltiin kokonaisuudessaan yhdessä kahden oppitunnin mittaisessa kappaleessa, jossa käsiteltiin hiilivedyt, sekä happea ja typpeä sisältävät hiiliyhdisteet. Toisessa kappaleessa esiteltiin tunnettuja hiilivetyjä. Hiilivedyt luokiteltiin tekstissä alkaaneihin, alkeeneihin, alkyyneihin ja aromaattisiin hiilivetyihin. Alkaanit luokiteltiin tyydyttyneiksi ja alkeenit tyydyttymättömiksi hiilivedyiksi. Luokittelun perusteet selitettiin myös tekstissä.

Hiilivetyjen fysikaaliset ominaisuudet käsiteltiin pääosin olomuotojen muutosten yhteydessä ja ne perusteltiin poolisuudella ja molekyylien koolla. Varsinaista luokittelukaaviota ei esitelty, mutta eri yhdisteryhmistä oli koottu taulukko, jossa jokaisesta yhdisteryhmästä esitettiin toiminnallinen ryhmä, nimettiin esimerkki ja pääte, sekä kuvattiin pallotikkumalli ja molekyylikaava. Muutamista tavallisista hiilivedyistä käsiteltiin käyttökohteita ja esiintymistä sekä rakenne molekyylimallina ja rakennekaavan avulla.

Orgaanisten yhdisteiden nimeäminen käsiteltiin lisätieto-osiossa kirjan lopussa. Nimeämiseen ei liittynyt tehtäviä eikä esimerkkejä. Hiilivetyjen homologista sarjaa ei esitelty, mutta joitakin erikokoisia hiilivetyjä nimettiin sarjana. Yhdessä oppilastyössä käsiteltiin aineiden ominaisuuksia, joten se voitiin yhdistää hiilivetyjen ominaisuuksiin liittyväksi työksi.

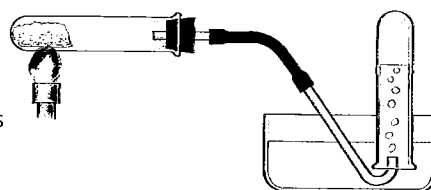
7.1.1.2 Kide¹

Hiilivedyt luokiteltiin kirjassa erillisessä pääkappaleessa. Luokittelukaaviossa ja tekstissä hiilivedyt jaoteltiin alifaattisiksi ja aromaattisiksi. Alifaattiset hiilivedyt jaettiin alkaaneihin, sykloalkaaneihin, alkeeneihin ja alkyyneihin. Hiilivedyt luokiteltiin tekstissä myös tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin yhdisteisiin. Kirjassa käsiteltiin jokaisen hiilivetyryhmän rakennetta tekstin, molekyylimallien ja rakennekaavojen avulla.

Luokittelun yhteydessä esiteltiin hiilivetyjen kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Kemiallisista ominaisuuksista esiteltiin eri reaktiotyyppejä, fysikaalisista ominaisuuksista käsiteltiin aineen olomuotoja ja niiden muutoksia, jotka perusteltiin poolisuudella ja molekyylien koolla. Hiilivetyjen homologinen sarja selitettiin tekstissä ja tiivistettiin kuudelle pienimmälle alkaanille taulukkomuotoon esimerkkejä, kuvia ja molekyylimalleja apuna käyttäen. Kirjassa esiteltiin jokaisesta hiilivetyluokasta esimerkkiyhdisteitä, joita arkipäivän elämässä voi kohdata.

Hiilivetyjen runkoisomeriaa käsiteltiin alkeenen ja paikkaisomeriaa alkyynien yhteydessä. Tekstissä viitattiin myös myöhemmin käsiteltävään funktioisomeriaan. Lisäksi isomeriaa käsiteltiin alkoholien ja eetterien yhteydessä, kun esiteltiin alkoholien paikkaisomeria ja eetterin funktioisomeria. Orgaanisten yhdisteiden nimeäminen selitettiin vain alkaanien yhteydessä tekstin ja esimerkin avulla. Hiilivetyjen luokittelun yhteydessä kirjassa esitettiin useita opettajajohtoisia demonstraatioita, joiden täydelliset ohjeet kerrottiin opettajan oppaassa sekä piirroksissa kuvattuja kokeita (Kuva1).

53A Metaanikaasua voidaan laboratoriossa valmistaa kolmen kiinteän aineen, natriumasetatin, natriumhydroksidin ja kalsiumoksidin seoksesta. Kun reaktioseosta kuumennetaan voimakkaasti, syntyy metaanikaasua, joka kerätään vedellä täytettyihin koeputkiin. Kun metaanin valmistus keskeytetään tai lopetetaan, kaasunkehityslaitteen lasiputki on otettava pois vedestä ennen kuumentamisen lopettamista. Metaanin palamista kokeillaan viemällä sitä sisältävän koeputken suu kynttilänliekkiin.



Tehtäviä

1. Kirjoita metaanin palamista kuvaava reaktioyhtälö.
2. Miksi kaasunkehityslaitteen lasiputki on otettava pois vedestä ennen kuumentamisen lopettamista?

Kuva 1. Piirroksissa kuvattu koe metaanin valmistuksesta. (Kide1 s. 53)

7.1.1.3 Mooli1

Hiilivetyjen luokittelun perusteet käsiteltiin sidostarkastelun jälkeen. Hiilivedyt luokiteltiin tekstissä alkaaneiksi, alkeeneiksi ja alkyyneiksi sekä tyydyttyneiksi ja tyydyttymättömiksi hiilivedyiksi. Lisäksi tekstissä luokiteltiin hiilivedyt alifaattisiin, sykliisiin ja aromaattisiin hiilivetyihin. Hiilivetyjen homologinen sarja esitettiin kymmenelle pienimmälle alkaanille kuvaamalla taulukkoon alkaanin nimi, molekyylikaava, rakennekaava, molekyyylimalli ja olomuoto 25 °C:ssa.

Kirjassa perusteltiin hiilivetyjen fysikaaliset ominaisuudet poolisuuden ja molekyylin koon avulla. Muutamista tunnetuista hiilivedyistä esiteltiin ominaisuuksia, käyttöä ja esiintymistä. Lisäksi hiilivetyjen ominaisuuksiin liittyi yksi kokeellinen työ. Lisätieto-osiossa käsiteltiin otsonikatoa ja siihen liittyviä hiilivetyjä. Hiilivetyjen nimeämissäännöt esimerkkeineen esiteltiin luokittelun yhteydessä sekä yhteenvedona kirjan lopussa liitteenä.

7.1.1.4 Neon1

Kirjassa käsiteltiin hiilivetyjen luokittelua ”Aineesta energiaa” kappaleessa, jossa alussa esiteltiin hiilen kierto maapallolla sekä kasvihuoneilmiö ja siihen vaikuttavat tekijät. Kirjassa luokiteltiin hiilivedyt kaaviomuodossa alifaattisiin ja aromaattisiin hiilivetyihin. Alifaattiset hiilivedyt jaettiin tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin, sekä suoraketjuisiin, haaroittuneisiin ja rengasrakenteisiin yhdisteisiin. Tekstissä ja rakennekaavojen avulla selitettiin alkaanien, alkeenien ja alkyynien sekä aromaattisten hiilivetyjen rakenne. Alkaanien yhteydessä esiteltiin hiilivetyjen homologinen sarja tekstissä ja taulukossa kymmenelle pienimmälle alkaanille, jossa kerrottiin hiilivedyn nimi ja molekyylikaava, sekä rakennekaava ja molekyyli malli. Kirjan lopussa liiteosiossa esiteltiin kaikki kirjassa käsitellyt orgaaniset yhdisteryhmät kaaviokuvan avulla.

Molekyylin koolla perusteltiin hiilivetyjen fysikaaliset ominaisuudet, ja jokaisesta hiilivetyryhmistä esiteltiin jonkin tyyppillisen yhdisteen käyttöä ja ominaisuuksia. Hiilivetyjen nimeäminen käsiteltiin tekstin, taulukon ja esimerkkien avulla. Aiheisiin liittyvää kokeellisuutta käsiteltiin useassa oppilastyössä. Kirjassa käsiteltiin hiilivetyjä myös energian tuotannon ja öljyyn liittyvien asioiden avulla.

7.1.1.5 Reaktio1

Kirjassa esiteltiin hiilivetyjen luokittelu vahvojen sidosten tarkastelun jälkeen. Kirjassa käsiteltiin aluksi hiilirunkoja, hiilen avaruusrakennetta ja sidoskulmia. Hiilivetyjen homologien sarja esiteltiin alkaanien homologisen sarjan avulla kymmenelle pienimmälle alkaanille. Kirjassa luokiteltiin hiiliyhdisteet hiilirungon rakenteen perusteella avoketjuisiin, sykliisiin ja aromaattisiin hiilivetyihin. Hiiliyhdisteet luokiteltiin lisäksi tyydyttymättömiin, monitydyttymättömiin ja tyydyttyneisiin sekä aromaattisiin hiiliyhdisteisiin. Alkyynit ja alkeenit esiteltiin taulukkomuodossa rakennekaavojen avulla. Vaikka kirja ei sisältänyt luokittelukaaviota, luokittelu esitettiin selkeästi. Kirjassa käsiteltiin rakennekaavojen piirtäminen neljällä eri tavalla sekä esiteltiin malliyhdisteiden rakenteita jokaisesta luokasta usealla tavalla.

Tunnetuimmista hiilivedyistä kerrottiin tekstin lomassa ominaisuuksista, niiden esiintymisestä ja käytöstä. Hiilivetyjen fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin poolisuudella ja molekyylien koolla poolisuustarkastelun yhteydessä. Isomerias-ta käsiteltiin paikkaisomeria ja runkoisomeria tyydyttyneiden hiilivetyjen yhteydessä. Hiiliyhdisteiden nimeäminen esiteltiin tekstissä ja esimerkkien avulla hiilirunkojen tarkastelun ja yhdisteiden funktionaalisten ryhmien jälkeen.

7.1.1.6 Yhteenveto hiiltä ja vetyä sisältävistä orgaanisista yhdisteistä

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen hiiltä ja vetyä sisältäviin orgaanisiin yhdisteisiin on koottu taulukkoon 2. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, kun luokittelun selkeyttämiseksi esitettiin esimerkiksi luokittelukaavio, ja kirjassa käsiteltiin kaikki tarkasteltavat hiiliyhdistetyypit. Hiiliyhdisteiden homologinen sarja esitettiin vähintään kuuden yhdisteen sarjana. Ominaisuuksiin vaadittiin jokaisesta hiilivetyryhmästä useiden tunnettujen hiiliyhdisteiden käyttökohteiden ja fysikaalisten ominaisuuksien sekä niihin vaikuttavien tekijöiden esittelyä. Nimeäminen täytyi käsitellä selkeänä kokonaisuutena sekä esimerkkien ja tehtävien avulla. Molekyylimalleja ja rakenteita täytyi esitellä yli kahdeksasta molekyylistä. Isomeriaan vaadittiin kahden isomeriatyyppin esittely. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian maailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Taulukko 2. Hiiltä ja vetyä sisältävät orgaaniset yhdisteet oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Hiilivetyjen luokittelu	**	***	**	***	***
Homologinen sarja	*	**	***	***	***
Ominaisuudet	***	***	***	**	***
Nimeäminen	*	**	***	***	***
Isomeria	~	***	~	~	**
Mallit ja rakenteet	**	***	***	**	**
Reaalisuus	**	***	**	***	**

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,

* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Kaikki kirjat sisälsivät riittävästi tai runsaasti hiilivetyjen luokittelua ja ominaisuuksia (Taulukko 2). Kemisti1- ja Mooli1-kirjoissa luokittelua selkeyttäisi esimerkiksi luokittelukaavio. Hiilivetyjen homologinen sarja käsiteltiin puutteellisesti vain Kemisti1-kirjassa, jossa nimettiin ainoastaan erikokoisia hiilivetyjä. Hiiliyhdisteiden malleja ja rakenteita esiteltiin kaikissa kirjoissa riittävästi.

Hiiliyhdisteet liitettiin reaalisuuteen riittävästi tai runsaasti kaikissa kirjoissa (Taulukko 2). Ainoastaan Kide1- ja Reaktio1-kirjat käsittelevät hiiliyhdisteiden isomeriaa, koska isomeria-asia ei tällä kurssilla painottunut. Kemisti1-kirjassa nimeäminen käsiteltiin ilman esimerkkejä lisätieto-osiossa. Kide1-kirjassa käsiteltiin hyvin alkaanien nimeäminen, mutta muiden yhdisteiden nimeäminen esiteltiin puutteellisesti.

7.1.2 Happea sisältävät orgaaniset yhdisteet

Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin happea sisältävien orgaanisten yhdisteiden käsittelyä oppikirjoissa. Alkoolien, fenoleiden, aldehydien, ketonien, karboksyylihappojen, eettereiden ja estereiden luokittelun ja nimeämisen sekä fysikaalisten ominaisuuksien ja käyttökohteiden käsittelyn laajuus ja monipuolisuus, sekä molekyyllimallien ja rakennekaavojen määrät arvioitiin oppikirjoista.

7.1.2.1 Kemisti1

Orgaaniset happiyhdisteistä alkoholit, karboksyylihapot, aldehydit ja ketonit esiteltiin kirjan tekstissä samassa kappaleessa hiilivetyjen jälkeen. Alkoholit luokiteltiin primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin alkoholeihin sekä yksi- ja moniarvoisiin alkoholeihin. Happiyhdisteiden rakenteet kuvattiin tekstissä ja rakennekaavojen avulla. Myös fenolien rakennetta ja ominaisuuksia sekä yhteyttä luontoon kuvattiin.

Tavallisimpien orgaanisten happiyhdisteiden rakennetta, ominaisuuksia, esiintyvyyttä ja käyttökohteita esiteltiin rakennekaavoilla ja tekstissä sekä samassa taulukossa muiden hiiliyhdisteryhmien kanssa. Taulukossa jokaisesta yhdisteryhmästä kuvattiin toiminnallinen ryhmä, molekyyllimalli, rakennekaava ja esi-

merkki. Orgaanisten happiyhdisteiden fysikaaliset ominaisuudet käsiteltiin heikkojen vuorovaikutusten yhteydessä ja perusteltiin poolisuudella ja molekyylin koolla, nimeämisestä mainittiin kirjan lopun lisätieto-osiossa.

7.1.2.2 Kide1

Kirjassa käsiteltiin orgaanisia happiyhdisteitä kahdessa pääkappaleessa. Ensimmäisessä kappaleessa käsiteltiin alkoholit, fenolit ja eetterit sekä toisessa aldehydit, ketonit, karboksyylihapot ja esterit. Alkoholit luokiteltiin tekstissä aromaattisiksi ja alifaattisiksi alkoholeiksi sekä yksi- tai moniarvoisiksi alkoholeiksi. Karboksyylihapot luokiteltiin tekstissä tyydyttyneiksi ja tyydyttymättömiksi.

Yhdisteiden rakenteita selitettiin tekstissä sekä esitettiin molekyylimallien ja viivakaavojen avulla. Yhdisteiden fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin poolisuudella ja molekyylin koolla. Kemiallisista ominaisuuksista käsiteltiin yhdisteiden osittaista ja täydellistä hapettumista. Tunnetuista happea sisältävistä orgaanisista yhdisteistä käsiteltiin ominaisuuksia, valmistusta, käyttöä sekä esiintymistä. Aiheeseen liittyi myös kokeellisuutta, jota käsiteltiin useissa opettajajohtoisissa demonstraatioissa sekä piirroksissa kuvatuissa kokeissa. Orgaanisten happiyhdisteiden nimeämiseen ei löytynyt selkeää ohjetta, mutta kirjassa nimettiin esimerkkiyhdisteitä. Lisätieto-osioissa käsiteltiin metanolin ja etanolin vaikutuksia elimistössä, alkoholijuomien historiaa, vatsan liikahappoisuutta ja luonnossa esiintyviä karboksyylihappoja.

7.1.2.3 Mooli1

Kirjassa käsiteltiin happea sisältävät orgaaniset yhdisteet yhdessä luvussa. Alkoholit luokiteltiin primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin alkoholeihin sekä yksi- ja moniarvoisiin alkoholeihin ja karbonyyliyhdisteet aldehydeiksi ja ketoneiksi. Karboksyylihapot luokiteltiin mono- tai dikarboksyylihapoiksi. Esterit esiteltiin karboksyylihappojen johdannaisina.

Happiyhdisteiden rakennetta kuvattiin kirjan tekstissä sekä taulukossa, jossa esimerkkiyhdisteet nimettiin ja esiteltiin rakennekaavojen avulla. Yhdisteiden

fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin poolisuuden ja molekyylin koon avulla. Tavallisista happea sisältävistä orgaanisista yhdisteistä kerrottiin valmistusmenetelmiä, ominaisuuksia, käyttöä ja esiintymistä luonnossa. Aiheeseen liittyi myös useita kokeellisia oppilastoita. Nimeäminen käsiteltiin esittelyjen ja luokittelujen jälkeen nimeämissääntöjen ja esimerkkiyhdisteiden avulla sekä yhteenvedona kirjan loppuosassa. Lisätieto-osiossa esiteltiin aspiriini, viinin valmistus ja makeutusaineet.

7.1.2.4 Neon1

Orgaaniset happiyhdisteet käsiteltiin kappaleessa ”kemiasta terveyttä”. Yhdisteet luokiteltiin kaaviomuodossa, jossa jokaisen yhdisteen tunnusomainen toiminnallinen ryhmä oli merkitty näkyviin. Kirjassa käsiteltiin alkoholeja, fenoleja, eettereitä, aldehydejä, ketoneita sekä karboksyylihappoja ja niiden johdannaisia. Alkoholit luokiteltiin primäärisiksi, sekundäärisiksi ja tertiäärisiksi alkoholeiksi sekä yksi-, kaksi-, kolme-, tai moniarvoisiksi alkoholeiksi. Karboksyylihapot luokiteltiin mono-, di- tai trikarboksyylihapoiksi yhdisteessä olevien karboksyyliyhdistemien määrän perusteella. Orgaanisten happiyhdisteiden rakenteet selvitettiin tekstissä, molekyylimallien ja rakennekaavojen avulla. Yleisesti yhdisteiden fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin molekyylien koolla.

Yleisesti käytössä olevista, happea sisältävistä orgaanisista yhdisteistä selitettiin tekstissä ominaisuuksia, esiintymistä ja käyttöä sekä taulukoissa rakenne molekyylimallina tai rakennekaavana, kiehumispiste sekä käyttö, ominaisuudet ja esiintyminen. Useiden oppilastöiden avulla orgaaniset happiyhdisteet liitettiin kokeellisuuteen. Orgaanisten happiyhdisteiden nimeäminen käsiteltiin samassa yhteydessä tekstin ja esimerkkien avulla. Lisätieto-osioissa käsiteltiin ksylitolia, etanolin vaikutuksia elimistössä ja saippuaa.

7.1.2.5 Reaktio1

Happea sisältävät orgaaniset yhdisteet käsiteltiin omassa kappaleessaan heikkojen vuorovaikutusten jälkeen. Kirjassa luokiteltiin alkoholit hydroksyyliyhdistemien määrän perusteella yhdenarvoisiin ja moniarvoisiin alkoholeihin sekä niiden pai-

kan perusteella primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin alkoholeihin. Alkoholiin, eetterien, aldehydien ja ketonien sekä karboksyylihappojen rakenne kuvattiin kirjan tekstissä sekä rakennekaavojen avulla.

Yhdisteiden fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin molekyylien koolla ja poolisuudella. Tunnetuista yhdisteistä esiteltiin esiintymistä, käyttökohteita ja ominaisuuksia. Nimeäminen käsiteltiin jokaisen yhdisteryhmän yhteydessä esimerkkihdisteiden avulla. Kokeellisuutta esiintyi kirjan lopussa kokeellisuusosiossa kolmessa oppilastyössä. Lisätieto-osiossa käsiteltiin alkoholeja nautintoaineena sekä luonnossa esiintyviä karboksyylihappoja.

7.1.2.6 Yhteenveto happea sisältävistä orgaanisista yhdisteistä

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet, jotka liittyvät happea sisältäviin hiilyhdisteisiin on koottu taulukkoon 3. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, kun luokittelussa käsiteltiin kaikki tarkasteltavat yhdisteityypit ja eroteltiin ne funktionaalisten ryhmien perusteella. Ominaisuuksiin vaadittiin useiden tunnettujen yhdisteiden käyttökohteiden ja fysikaalisten ominaisuuksien sekä niihin vaikuttavien tekijöiden esittelyä. Nimeäminen täytyi käsitellä selkeänä kokonaisuutena esimerkkien ja tehtävien avulla. Molekyylimalleihin ja rakenteisiin vaadittiin kuvat yli kahdeksasta molekyylistä. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaali maailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Taulukko 3. Orgaaniset happiyhdisteet oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Luokittelu	**	***	**	***	**
Ominaisuudet	***	***	***	**	***
Nimeäminen	*	*	***	***	**
Mallit ja rakenteet	***	***	**	***	**
Reaalisuus	***	***	***	***	***

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,

* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Happea sisältävien orgaanisten yhdisteiden luokittelu, ominaisuudet, mallit ja rakenteet sekä reaalisuus käsiteltiin lähes kaikissa kirjoissa riittävällä tarkkuudella (Taulukko 3). Mooli1-kirjassa ei käsitelty lainkaan fenoleja ja eettereitä. Reaalisuutta liitettiin useissa kirjoissa lisätieto-osiossa, jossa käsiteltiin alkoholiin liittyviä asioita. Orgaanisten happiyhdisteiden nimeämistä käsiteltiin Mooli1-, Neon1- ja Reaktio1-kirjoissa riittävästi. Kemisti1- ja Kide1-kirjoissa ei varsinaisesti selitetty happiyhdisteiden nimeämistä esimerkkien avulla, mutta esitettiin kuitenkin yhdisteen nimen päätteet. Kide1-kirjassa selitettiin tarkemmin vain esterien nimeäminen.

7.1.3 Orgaaniset typpiyhdisteet

Tässä osassa tutkimusta tarkasteltiin tyypeä sisältävien orgaanisten yhdisteiden käsittelyä oppikirjoissa. Amiinien, aminohappojen, amidien ja nitroyhdisteiden luokittelun ja nimeämisen sekä fysikaalisten ominaisuuksien ja käyttökohteiden käsittelyn laajuus ja monipuolisuus, sekä molekyyylimallien ja rakennekaavojen määrät arvioitiin oppikirjoista.

7.1.3.1 Kemisti1

Orgaaniset typpiyhdisteet käsiteltiin kirjassa orgaanisten happiyhdisteiden jälkeen. Amiinit luokiteltiin primäärisiksi, sekundäärisiksi ja tertiäärisiksi rakennekaavojen avulla, aromaattisista amiineista annettiin esimerkki. Joistakin tunnetuista orgaanisista typpiyhdisteistä kuvattiin rakenne molekyyylimallina ja rakennekaavana, sekä yhdisteiden käyttökohteita ja esiintymistä. Typpiyhdisteistä esiteltiin myös aminohappoja, niiden rakenteita ja esiintymistä sekä peptidisidoksen muodostuminen aminohapoista.

Kirjassa koottiin käsitellyt orgaaniset typpiyhdisteet taulukkoon muiden hiiliyhdisteiden kanssa. Taulukossa jokaisesta yhdisteryhmästä kuvattiin toiminnallinen ryhmä, molekyyylimalli ja viivakaava sekä nimettiin esimerkki ja pääte. Nimeämisestä mainittiin lisätieto-osiossa nimeämisen yhteenvedossa, ja kirjassa oli esimerkkiyhdisteitä. Huumausaineista kerrottiin lisätieto-osiossa.

7.1.3.2 Kide1

Typpiyhdisteet käsiteltiin omassa pääluvussaan. Kirjassa luokiteltiin amiinit primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin amiineihin sekä aromaattisiin amiineihin. Amiinien lisäksi käsiteltiin tavallisten aminohappojen rakenteita, esiintymistä ja peptidisidoksen muodostuminen.

Yhdisteiden rakenteita kuvattiin rakennekaavoilla ja molekyylimalleilla. Joistakin tunnetuista amiineista kerrottiin ominaisuuksia, käyttöä ja esiintymistä. Kolme piirroksissa kuvattua koetta sekä yksi demonstraatio liittivät asioita kokeellisuuteen. Yhdisteiden nimeämistä ei opastettu, mutta kirjassa oli joitakin esimerkkiyhdisteitä. Lisätieto-osiossa käsiteltiin nautintoaineita.

7.1.3.3 Mooli1

Orgaanisista typpiyhdisteistä kirjassa kerrottiin typpiyhdisteitä käsittelevässä pääluvussa. Amiinit luokiteltiin primäärisiksi, sekundäärisiksi ja tertiäärisiksi amiineiksi, joiden rakenne kuvattiin tekstissä ja rakennekaavoilla; aromaattisesta amiinista annettiin esimerkki. Amiinien fysikaaliset ominaisuudet perusteltiin poolisuudella ja molekyylin koolla. Kirjassa esiteltiin luonnossa esiintyvien amiinien sekä muiden yleisesti käytössä olevien amiinien ominaisuuksia ja käyttöä.

Aminohapot, joista esiteltiin rakenteita, fysikaalisia ominaisuuksia sekä peptidisidoksen muodostuminen, käsiteltiin bio-orgaanisten molekyylien yhteydessä. Typpiyhdisteiden nimeäminen käsiteltiin luvun lopussa, jossa esiteltiin myös esimerkkiyhdisteitä. Lisätieto-osiossa esiteltiin nitroyhdisteitä ja nautintoaineita sekä lihan karsinogeeneja.

7.1.3.4 Neon1

Orgaaniset typpiyhdisteet käsiteltiin orgaanisten happiyhdisteiden jälkeen luvussa ”kemiasta terveyttä”. Kirjassa linkitettiin typpiyhdisteiden merkitys elämälle ”typen kierto luonnossa” kaaviokuvan avulla. Typpiyhdisteet luokiteltiin luokitelukaaviolla amiineihin, amideihin, nitroyhdisteisiin ja aminohappoihin, joiden

rakenne ja merkitys elimistölle käsiteltiin proteiinien yhteydessä. Amiinit luokiteltiin primaarisiksi ja sekundaarisiksi amiineiksi sekä aromaattisiksi amiineiksi.

Typpiyhdisteiden rakenteiden kuvaamiseen käytettiin molekyyli-malleja ja rakennekaavoja. Tavallisimmasta typpiyhdisteistä kuvattiin kirjassa ominaisuuksia, esiintymistä ja käyttöä. Amiinien nimeäminen käsiteltiin luvun lopussa esimerkkien avulla. Lisätieto-osiossa esiteltiin huumausaineita.

7.1.3.5 Reaktio1

Orgaanisista typpiyhdisteistä amiinit käsiteltiin eettereiden ja karbonyyliyhdisteiden esittelyjen välissä. Aminohapot, joista esiteltiin rakenteita, käsiteltiin eettereiden jälkeen. Amiinit luokiteltiin primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin amiineihin ja niiden rakennetta kuvattiin kirjassa. Amiineista annettiin esimerkkejä rakennekaavojen muodossa ja kerrottiin esiintyvyyttä ja ominaisuuksia. Typpiyhdisteiden nimeäminen käsiteltiin tekstin yhteydessä esimerkkien avulla.

7.1.3.6 Yhteenveto tyypeä sisältävistä yhdisteistä

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen tyypeä sisältäviin hiilyhdisteisiin on koottu taulukkoon 4. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, jos luokittelussa kaikki käsitellyt yhdisteryhmät esiteltiin. Vastaavasti ominaisuuksista täytyi esitellä useiden tunnettujen yhdisteiden käyttökohteita ja fysikaalisia ominaisuuksia, sekä niihin vaikuttavia tekijöitä. Nimeäminen täytyi käsitellä selkeänä kokonaisuutena esimerkkien ja tehtävien avulla. Molekyyli-malleja ja rakennekaavoja täytyi esittää vähintään viidestä yhdisteestä. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaali-maailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Ainoastaan Neon1-kirjassa luokiteltiin kaikki vaadittavat tyypeä sisältävät orgaaniset yhdisteet riittävällä tarkkuudella (Taulukko 4). Muissa kirjoissa yhdisteet luokiteltiin melko niukasti, vaikka vuoden 2005 opetussuunnitelman perusteissa typpiyhdisteiden käsittely liittyy keskeisimpiin aiheisiin. Useimmissa kir-

joissa käsiteltiin vain amiinit ja aminohapot, lisäksi Mooli1-kirjan lisätieto-osiossa käsiteltiin nitroyhdisteitä. Malleja ja rakenteita käytettiin asioiden selittämiseen riittävästi niille yhdisteille joita käsiteltiin. Ominaisuuksia ja käyttöä selitettiin runsaasti Mooli1- ja Neon1-kirjoissa, muissa kirjoissa oli vain lyhyitä mainintoja.

Taulukko 4. Orgaaniset typpiyhdisteet oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Luokittelu	*	*	*	***	*
Ominaisuudet	*	*	***	***	*
Nimeäminen	*	~	***	***	**
Mallit ja rakenteet	**	***	**	***	**
Reaalisuus	*	**	**	***	*

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,
* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Nimeäminen käsiteltiin Mooli1-, Neon1- ja Reaktio1-kirjoissa riittävän tarkasti, Kemisti1-kirjassa oli nimeämisestä lyhyt maininta ilman selkeitä ohjeita ja esimerkkejä, ja Kide1-kirja ei käsitellyt nimeämistä lainkaan (Taulukko 4). Mooli1- ja Neon1-kirjat liittivät asiat riittävästi reaali maailmaan, mutta Reaktio1- ja Kemisti1-kirjoissa yhteys reaali maailmaan oli vähäistä. Esimerkiksi useat kirjat liittivät tyypeä sisältävät orgaaniset yhdisteet reaali maailmaan käsittelemällä huumausaineita lisätieto-osioissa.

7.1.4 Bio-orgaaninen kemia

Opetussuunnitelman tavoitteiden mukaan opiskelijan täytyy ymmärtää orgaanisten molekyylien merkitys ihmisille ja elinympäristölle.⁴ Tässä osassa tutkimusta selvitettiin hiilihydraattien, proteiinien, rasvojen, nukleiinihappojen ja muiden elimistölle tärkeiden aineiden, esimerkiksi vitamiinien ja hivenaineiden luokittelun, ominaisuuksien ja rakenteiden käsittelyä oppikirjoissa. Lisäksi arvioitiin selitetäänkö niiden merkitys elimistön ravinto- ja rakennusaineena.

7.1.4.1 Kemisti1

Kirjassa käsiteltiin rakennekaavojen ja tekstin avulla valkuaisaineiden eli proteiinien primäärirakenne aminohappojen yhteydessä sekä selitettiin DNA:n rakenne tekstissä. Proteiinien hienorakenteen sekundääri-, tertiääri- ja kvaternäärirakennetta (kirjan mukaan kvartäärirakenne) sekä proteiinien esiintyminen ja toiminta selitettiin kuvien ja tekstin muodossa tunnettujen orgaanisten tyyppiyhdisteiden yhteydessä.

Rasvat käsiteltiin lisätieto-osiossa hiilivetyjen luokittelun jälkeen. Rasvahapot luokiteltiin tyydyttyneisiin, tyydyttymättömiin ja monitydyttymättömiin rasvahappoihin, joiden rakenteita ja ominaisuuksia kuvattiin tekstissä ja rakennekaavojen avulla. Kirjassa käsiteltiin kasviöljyjen ja margariinien valmistusta, niiden koostumusten eroja sekä merkitystä ravintoaineena. Rasvojen härskiintyminen selitettiin myös.

Elintoiminnoille välttämättömiä vitamiineja kirjassa käsiteltiin kahdessa lisätieto-osiossa. Liukoisuustarkastelun yhteydessä esiteltiin vitamiinien rakenteita ja niiden liukoisuutta elimistössä. Hapettumisen yhteydessä käsiteltiin antioksidantteina toimivien vitamiinien hapettumisenestokykyä.

7.1.4.2 Kide1

Kirjassa käsiteltiin bio-orgaanista kemiaa yhdessä pääluvussa. Proteiinien hienorakenteen primääri-, sekundääri- ja tertiäärirakenne selitettiin tekstissä ja kuvien avulla, sekä käsiteltiin proteiinien esiintyminen, ominaisuudet ja toiminta sekä merkitys ravinto- ja rakennusaineena. Proteiinien tarkastelun kokeellisuuteen liittyi useita demonstraatioita ja piirroksissa esitettyjä kokeita. Amiinien yhteydessä kuvattiin hiukan DNA:n rakennetta kuvan ja tekstin avulla.

Hiilihydraatit jaoteltiin mono-, di- ja polysakkarideihin ja niiden rakenteita selitettiin tekstissä ja kuvien avulla, myös merkitys ravintoaineena käsiteltiin. Useissa lisätieto-osioissa käsiteltiin selluloosaa sekä muita kuituja. Rasvojen sekä rasvahappojen rakenteita selitettiin tekstissä ja rakennekaavoilla. Rasvoista kuvattiin ominaisuuksia, esiintymistä ja merkitystä. Kokeellisuutta käsiteltiin demonst-

raatioissa, piirroksissa esitetyissä kokeissa sekä yhdessä kokeellisessa oppilastyössä.

7.1.4.3 Mooli1

Kirjassa käsiteltiin hiilihydraatit ja rasvat happea sisältävien orgaanisten yhdisteiden jälkeen. Hiilihydraatit luokiteltiin kaaviossa ja tekstissä sokereihin ja polysakkarideihin. Sokerit jaoteltiin edelleen mono- ja disakkarideihin sekä polysakkaridit varasto- ja rakennepolysakkarideihin. Jokaisesta ryhmästä kuvattiin esimerkkejä rakennekaavoilla sekä selitettiin niiden merkitys ravintoaineena. Rasvat ja rasvahapot luokiteltiin tyydyttyneiksi, monotyydyttymättömiksi ja polytydyttymättömiksi. Kirjassa käsiteltiin kovan ja pehmeän rasvan eroja, rasvojen kovettamista ja pilaantumista sekä merkitystä ravintoaineena.

Tyypeä sisältävien orgaanisten yhdisteiden jälkeen käsiteltiin valkuaisaineiden eli proteiinien merkitys ihmisen ravinto- ja rakennusaineena, mutta proteiinien rakennetta ei käsitelty. Kirjassa esiteltiin myös nukleiinihappomolekyylien RNA:n ja DNA:n rakentuminen nukleotideistä, jotka koostuvat sokerista, fosfaatista ja emäksestä ja nukleotidien välisistä fosfodiesterisidoksista. DNA:n kaksoiskierakerakenne kuvattiin rakennekaavojen, kuvien ja tekstin avulla. Lisätietosiossa esiteltiin ihmiselle tärkeitä hivenaineita.

7.1.4.4 Neon1

Kirjassa käsiteltiin bio-orgaanista kemiaa kappaleessa ”ravinnosta rakennusaineita”. Hiilihydraatit luokiteltiin tekstin ja kaavion avulla sokereihin ja polysakkarideihin, joiden rakenteita kuvattiin tekstissä sekä erilaisilla kuvien ja rakennekaavojen avulla. Hiilihydraattien merkitys ravintoaineena käsiteltiin myös.

Proteiinien hienorakenteesta käsiteltiin vain primäärirakennetta, mutta niiden merkitys ravinto- ja rakennusaineena käsiteltiin hyvin. Rasvahapot luokiteltiin tyydyttyneisiin, tyydyttymättömiin ja monitydyttymättömiin rasvahappoihin, sekä käsiteltiin niiden merkitys ravintoaineena. Muista elimistölle tärkeistä aineista esiteltiin vesi ja happi sekä kivennäisaineet ja vitamiinit. Liiteosion taulukossa

lueteltiin tärkeimmät kivennäis- tai hivenaineet, niiden lähteet ravinnosta, merkitys terveydelle sekä puutosoireet. Lisätieto-osioissa käsiteltiin flavonoideja, ruoka-aineallergiaa sekä kasvisruoan kemiaa. Bio-orgaaniseen kemiaan liittyi kirjassa useita kokeellisia oppilastöitä.

7.1.4.5 Reaktio1

Kirjassa käsiteltiin bio-orgaanista kemiaa orgaanisten happiyhdisteiden jälkeen lisätieto-osiossa. Proteiinien hienorakenteen primääri-, sekundääri-, tertiääri- ja kvaternäärirakennetta kuvattiin käyttäen esimerkkinä hemoglobiinimolekyyliä. Hiilihydraatit jaettiin mono-, di- ja polysakkarideiksi. Tavallisista hiilihydraateista esiteltiin niiden rakenteita, merkitystä ja esiintymistä. Proteiinien ja hiilihydraatien merkitys ravinto- ja rakennusaineena käsiteltiin myös.

Lipideistä esiteltiin rasvat, steroidit ja fosfolipidit ja niiden rakenteita kuvattiin tekstissä ja rakennekaavojen avulla. Myös solukalvon koostumus ja tehtävät esiteltiin kirjassa. DNA:n kaksoiskierrerakenne esiteltiin lyhyesti vetysidosten yhteydessä.

7.1.4.6 Yhteenveto bio-orgaanisesta kemiasta

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen bio-orgaaniseen kemiaan on koottu taulukkoon 5. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, jos erikokoiset hiilihydraatit luokiteltiin rakenteita esitellen ja selitettiin niiden esiintyminen ympäristössä ja merkitys ravintoaineena. Proteiinien käsittelyssä vaadittiin hienorakenteen esittäminen sekundäärirakenteeseen asti sekä monipuolinen selitys proteiinien merkityksestä elimistön ravinto- ja rakennusaineena. Rasvoista täytyi esitellä rasvojen ja rasvahappojen rakenteita sekä käsitellä monipuolisesti rasvojen merkitystä ravintoaineena. Elimistön muiden tärkeiden aineita arvioitiin niiden lukumäärän ja sivujen määrän mukaan. Reaaliuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaalimaailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Taulukko 5. Bio-orgaaninen kemia oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Hiilihydraatit	~	***	***	***	***
Proteiinit	**	**	*	**	***
Rasvat	***	**	***	**	**
Nukleiinihapot	*	*	***	~	*
Vitamiinit ym.	**	*	*	***	~
Reaalisuus	**	***	***	***	***

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,

* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Kaikki hiilihydraatteja esittelevät kirjat käsitelivät aihetta perusteellisesti (Taulukko 5). Kemisti1-kirja jätti hiilihydraatit kokonaan käsittelemättä ja Reaktio1-kirjassa hiilihydraatit käsiteltiin lisätieto-osiossa. Rasvat käsiteltiin kaikissa kirjoissa vähintään riittävällä tarkkuudella. Kemisti1- ja Reaktio1-kirjoissa rasvat esiteltiin lisätieto-osioissa ja Neon1-kirjassa esiteltiin ainoastaan rasvahappojen rakenteita. Mooli1-, Kide1- ja Reaktio1-kirjoissa selitettiin puutteellisesti rasvojen merkitystä ravintoaineena.

Proteiinit käsiteltiin vähintään riittävästi kaikissa muissa paitsi Mooli1-kirjassa (Taulukko 5). Neon1-kirjassa selitettiin vain hiukan proteiinien rakennetta, mutta runsaasti proteiinien merkitystä ravinto- ja rakennusaineena. Kemisti1-kirjassa selitettiin vain hiukan proteiinien merkitystä ravinto- ja rakennusaineena. Mooli1-kirjassa ei käsitelty proteiinien hienorakennetta lainkaan.

Mooli1-kirjassa käsiteltiin runsaasti nukleiinihappoja, josta oli vain lyhyt maininta Kemisti1-, Kide1- ja Reaktio1-kirjoissa (Taulukko 5). Muita elimistölle tärkeitä aineita esiteltiin vaihtelevasti kirjoittain. Neon1-kirjassa käsiteltiin aiheita runsaasti teksti- ja lisätieto- osioissa. Muissa kirjoissa aiheita käsiteltiin pääosin lisätieto- osioissa siten, että Kemisti1-kirjassa asiaa oli riittävästi mutta muissa kirjoissa vähän tai ei lainkaan.

7.2 Orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset, poolisuus sekä liukoisuus

Opetussuunnitelmassa kemian pakollisen kurssin sisältöinä käsitellään orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset sekä poolisuus.⁴ Kirjoissa ja tässä tutkimuksessa käsiteltiin myös liukoisuutta, koska se on elämän kannalta merkittävä asia. Tämän tutkimuksen sidostarkastelussa keskityttiin aineen ominaisuuksien kannalta tärkeisiin kovalenttisiin sidostyyppeihin sekä heikkoihin sidoksiin, joista käsiteltiin dispersiovoimat, dipoli-dipolisidos ja vetysidos. Myös ionisidoksen, ioni-dipolisidoksen ja metallisidoksen käsittelyä analysoitiin, koska useimmissa kirjoissa niitä esiteltiin.

7.2.1 Kemisti1

Yksinkertainen kovalenttinen sidos, kovalenttinen kaksois- ja kolmoissidos selitettiin vety-, happi- ja typpimolekyylien avulla. Taulukossa oli koottuna kaikkien tavallisten orgaanisissa yhdisteissä esiintyvien atomien muodostamat sidokset. Kovalenttisen sidoksen poolisuus perusteltiin atomien erilaisilla elektronegatiivisuusarvoilla, jotka esitettiin jaksollisessa järjestelmässä. Molekyylin poolisuuteen kerrottiin vaikuttavan sidosten poolisuus, määrä ja paikka sekä molekyylin symmetria. Näillä perusteltiin aineen fysikaaliset ominaisuudet.

Molekyylien väliset heikot vuorovaikutukset esitettiin aineen olomuotojen muutosten jälkeen. Ionien välillä muodostuvan ionisidoksen ja molekyylien välisten sidosten ero selitettiin kuvassa. Heikoista vuorovaikutuksista esiteltiin dipoli-dipolisidos ja vetysidos sekä dispersiovoimat. Kirjassa kerrottiin miten heikot vuorovaikutukset ja molekyylin koko ja muoto vaikuttavat aineen olomuotoon. Ioni-dipolisidoksen muodostuminen selitettiin liuosten yhteydessä.

Liukoisuustarkastelu käsiteltiin seostarkastelun jälkeen, jossa perusteltiin molekyylien välisten heikkojen vuorovaikutusten sekä molekyylin koon vaikuttavan aineen liukoisuuteen. Samassa yhteydessä käsiteltiin eri aineiden liukoisuuksien eroja ja liukoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Liukoisuutta käsiteltiin myös yh-

dessä kokeellisessa oppilastyössä. Liukoisuustarkastelun yhteydessä lisätietosi-
osiossa kerrottiin vitamiinien ja huumausaineiden liukoisuuksista elimistössä.

7.2.2 Kide¹

Kirjassa käsiteltiin ennen aineen kovalenttisen sitoutumisen selittämistä atomin
rakenne, alkuaineiden jaksollisen järjestelmä sekä ioni ja ionisidoksen muodostu-
minen. Yksinkertaisen kovalenttisen sidoksen muodostuminen selitettiin vety-
ja vesimolekyylien avulla. Kovalenttisen kaksois- ja kolmoissidoksen muodostu-
minen esitettiin happi- ja typpimolekyylien avulla.

Hiilen käsittelyn yhteydessä kuvattiin hiilen kovalenttiset sidokset sekä muiden
tärkeiden alkuaineiden kovalenttiset sidostyypit orgaanisissa yhdisteissä. Kova-
lenttisen sidoksen ja ionisidoksen ero perusteltiin alkuaineiden erilaisilla elekt-
ronegatiivisuusarvoilla, jotka esiteltiin jaksollisessa järjestelmässä. Samassa
yhteydessä käsiteltiin hiilen sidosten poolisuus.

Sidoksen poolisuus perusteltiin alkuaineiden erilaisilla elektronegatiivisuuksilla.
Samassa yhteydessä selitettiin kovalenttisen sidoksen ominaisuuksia ja pooli-
suutta sekä dipoli-dipolisidos ja sen vaikutus aineen fysikaalisiin ominaisuuksiin.
Vettä käsiteltiin laajemmin poolisena aineena, jonka muodostamat vetysidokset
vaikuttavat merkittävästi aineen fysikaalisiin ominaisuuksiin. Veden liuotini-
ominaisuuksia kuvattiin erilaisten aineiden liuottimena. Suolojen liukoisuuksien yh-
teydessä käsiteltiin ioni-dipolisidoksen muodostuminen. Molekyylien poolisuu-
teen vaikuttavia tekijöitä ja poolittomien molekyylien välisiä heikkoja vuorovaiku-
tuksia selitettiin poolisten orgaanisten yhdisteiden yhteydessä.

Liukoisuutta käsiteltiin alkaaniin, veden ja etanolin ominaisuuksien yhteydessä,
jolloin selitettiin aineiden liukoisuusominaisuudet ja käyttö liuottimena. Samalla
perusteltiin poolisten ja poolittomien liuottimien eroja. Kirjassa esitettiin kaksi
piirroksissa kuvattua koetta ja yksi demonstraatio liittyen poolisuuteen. Liukoi-
suuteen liittyi yksi kokeellinen oppilastyö.

7.2.3 Mooli1

Kirjassa käsiteltiin yksinkertaisen kovalenttisen sidoksen, kaksoissidoksen ja kolmoissidoksen muodostuminen vety-, happi- ja typpimolekyylien avulla. Hiilen neljällä ulkoelektronilla perusteltiin eri kovalenttiset sitoutumistavat, jotka kuvattiin taulukossa. Kovalenttisen sidoksen yhteydessä käsiteltiin sidoksen poolisuus ja poolittomuus, joita perusteltiin alkuaineiden erilaisilla elektronegatiivisuusarvoilla, jotka kuvattiin jaksollisessa järjestelmässä. Molekyylin poolisuuteen vaikuttavista tekijöistä selitettiin sidosten poolisuus ja sijainti molekyylissä sekä molekyylin muoto ja koko.

Poolisuuden yhteydessä käsiteltiin molekyylien sitoutuminen toisiinsa heikoilla vuorovaikutuksilla, mitkä vaikuttavat molekyylien fysikaalisiin ominaisuuksiin. Heikoista vuorovaikutuksista selitettiin dispersiovoimat, dipoli-dipolisidokset sekä vetysidos. Tekstin lisäksi kirjassa esiteltiin rakennekaavoja ja molekyylimalleja asiaan liittyen. Poolisuuteen liittyi yksi ja aineiden ominaisuuksiin yksi kokeellinen oppilastyö. Liukoisuutta kirjassa käsiteltiin eri yhteyksissä liittyen eri aineiden ominaisuuksiin. Esimerkkeinä käsiteltiin etanolin ja veden liuotinominaisuuksia sekä esiteltiin erilaisia teollisuuskäyttöön tarkoitettuja liuottimia.

7.2.4 Neon1

Aineiden käsittelyn yhteydessä tarkasteltiin kovalenttiset sidostyyppit, jotka jaoteltiin yksinkertaisiin, kaksois- ja kolmoissidoksiin. Kirjassa esiteltiin erilaisia sidoksia sekä hiilen erilaiset kovalenttiset sidokset. Sidosten poolisuus ja poolittomuus perusteltiin atomien elektronegatiivisuuserojen avulla, jotka kuvattiin jaksollisessa järjestelmässä. Molekyylien poolisuus selitettiin sidosten ja symmetrian avulla.

Muista sidostyypeistä kirjassa mainittiin ionien ja molekyylien väliset vuorovaikutukset nestemäisessä ja kiinteässä aineessa. Aineiden liukoisuustarkastelussa käsiteltiin poolittomien ja poolisten aineiden sekä ioniyhdisteiden liukoisuuksia erilaisiin liuottimiin. Veden liuotinominaisuuksia käsiteltiin laajemmin sekä lämpötilan vaikutusta liukoisuuteen.

7.2.5 Reaktio1

Kirjassa luokiteltiin kemialliset sidokset vahvoihin ja heikkoihin sidoksiin. Vahvat sidokset jaettiin ionisidoksiin, kovalenttisiin sidoksiin ja metallisidoksiin. Ionisidos ja kovalenttinen sidos käsiteltiin kirjassa tarkemmin. Sidosten muodostuminen perusteltiin atomien pyrkimisellä elektronioktettiin ja sidostyyppi atomien elektronegatiivisuuseroilla. Kirjassa esiteltiin esimerkkiyhdisteitä, jotka muodostuvat yksinkertaisia kovalenttisia sidoksia, kaksoissidoksia tai kolmoissidoksia. Myös hiilen kovalenttiset sidokset eri alkuaineiden kanssa kuvattiin.

Kovalenttisten sidosten poolisuus ja poolittomuus perusteltiin atomien elektronegatiivisuuserojen avulla ja molekyylien poolisuus sidosten poolisuudella ja molekyylien koolla. Liukoisuus käsiteltiin heikkojen sidosten yhteydessä, jossa selitettiin poolisten ja poolittomien aineiden sekä ioniyhdisteiden liukoisuusominaisuuksien eroja. Samalla linkitettiin käsiteltävään asiaan reaali maailman esimerkkejä. Liukoisuutta tarkasteltiin yhdessä kokeellisessa oppilastyössä.

Tekstin ja kuvien avulla esiteltiin heikkojen sidosten eli dipoli-dipolimidosten, vetysidosten ja dispersiivoimien muodostuminen molekyylien välillä. Aineen fysiikkaaliset ominaisuudet perusteltiin molekyylien välisillä heikoilla vuorovaikutuksilla. Samassa yhteydessä esitellään arkielämään liittyviä esimerkkejä ja yksi demonstraatio vetysidosten muodostumisesta ja katkeamisesta. Taulukossa esiteltiin erilaisista heikoista ja vahvoista sidostyypeistä sidoksen yhdistetyyppi, sidostyyppin nimi, tyypillinen sidosenergia ja sidoksen muodostavat osaset.

7.2.6 Yhteenveto sidoksista ja poolisuudesta sekä liukoisuudesta

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen bioorganiseen kemiaan on koottu taulukkoon 6. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, kun selitettiin kolmenlaisten kovalenttisten sidostyyppien muodostuminen sekä hiilen muodostamat kovalenttiset sidokset. Ionisidoksesta ja metallisidoksesta täytyi selittää sidoksen muodostuminen ja heikoista vuorovaikutuksista niihin vaikuttavat tekijät ja sidoksen voimakkuus. Poolisuustarkastelussa

täytyi käsitellä sekä sidoksen että molekyylin poolisuuteen vaikuttavat tekijät. Liukoisuuteen täytyi selittää siihen vaikuttavat tekijät sekä erilaisten aineiden liuot ominaisuuksia ja käyttöä liuottimena. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaali maailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Taulukko 6. Kemiaaliset sidokset oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Kovalenttinen sidos	***	***	***	**	***
Ionisidos	*	***	~	~	***
Ioni-dipolisidos	**	**	~	~	*
Metallisidos	~	~	~	~	*
Vetysidos	**	***	***	~	***
Dipoli-dipolisidos	**	**	***	~	***
Dispersiovoimat	**	*	***	~	***
Poolisuus	***	**	***	**	***
Liukoisuus	***	**	*	**	***
Reaalisuus	**	**	*	*	***

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,
* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Neon1-kirjasta jätettiin kokonaan käsittelemättä heikot vuorovaikutukset, joita selitettiin lähes riittäväällä tarkkuudella kaikissa muissa kirjoissa (Taulukko 6). Kide1-kirjassa ei tarkemmin selitetty dispersiovoimia, mutta mainittiin poolittomien yhdisteiden välisistä vuorovaikutuksista. Kovalenttiset sidokset, poolisuus ja liukoisuus käsiteltiin riittävästi kaikissa kirjoissa, paitsi Mooli1-kirjassa, jossa liukoisuustarkastelua ei esiintynyt juuri lainkaan. Kide1- ja Reaktio1-kirjoissa käsiteltiin ionisidosta runsaasti, Kemisti1-kirjassa vähän ja Neon1-kirjassa ei lainkaan. Mooli1-kirjassa Ionien välisistä sidoksista mainittiin lyhyesti, mutta sidostyyppiä ei mainittu lainkaan. Ioni-dipolisidosta käsiteltiin Kemisti1- ja Kide1-kirjoissa riittävästi ja Reaktio1-kirjassa hiukan, mutta ei lainkaan muissa kirjoissa. Reaktio1-kirjassa esiteltiin hiukan metallisidosta, vaikka se ei liity tämän kurssin asioihin.

Sidosasiat liitettiin riittävästi reaalisuuteen Kemisti1- ja Kide1-kirjoissa (Taulukko 6). Reaktio1-kirjassa, joka painotti sisällöissään erityisesti sidostyyppejä, käsiteltiin erittäin hyvin heikot vuorovaikutukset ja niiden merkitys ja esiintyminen arkielämässä. Mooli1- ja Neon1-kirjoissa ei sidosasioita linkitetty reaalimaailmaan juuri lainkaan.

Kirjoissa käsiteltiin sidosasiat yhtenä kokonaisuutena, mutta Kide1-kirjassa sidostarkastelua ja aineiden poolisuutta käsiteltiin useassa eri yhteydessä. Aineiden poolisuus, ionisidos ja kovalenttinen sidos sekä heikoista vuorovaikutuksista dipoli-dipolisidos. Vetysidos ja ioni-dipolisidos käsiteltiin aineen rakenteen yhteydessä. Luvussa "Hiilen kemiaa" käsiteltiin hiilen muodostavat sidokset, ionisidoksen ja kovalenttisen sidoksen erot sekä orgaanisten yhdisteiden poolisuus. Molekyylisen poolisuuteen vaikuttavia tekijöitä käsiteltiin alkoholien yhteydessä.

7.3 Seokset, ainemäärä ja pitoisuus

Opetussuunnitelmassa kemian pakollisen kurssin sisältöinä käsitellään erilaiset seokset, ainemäärä ja pitoisuus, tavoitteissa pidetään tärkeänä erilaisten seosten tuntemista sekä erotusmenetelmiä ja liuosten valmistustaitoja.⁴ Tässä tutkimuksessa kirjoista tarkasteltiin aineiden luokittelun, erilaisia seostyyppien sekä erotusmenetelmien käsittelyä. Lisäksi tutkittiin miten ainemäärän, moolimassan ja liuoksen pitoisuuden käsitteet sekä liuosten valmistus ja laimennus selitettiin kirjoissa.

7.3.1 Kemisti1

Kirjassa käsiteltiin puhtaiden aineiden ja seosten erot omassa luvussaan. Seokset jaoteltiin homogeenisiin ja heterogeenisiin seoksiin sekä heterogeenisen ja homogeenisen seoksen välimuotoon kolloidiin. Kuusi kolloidityyppiä esiteltiin taulukossa, jossa jokaisesta annettiin kuvaesimerkki ja selitettiin koostumus. Homogeeniset seokset jaettiin liuoksiin, kaasuseoksiin ja lejeerinkeihin. Seoksia ja niiden erottelua käsiteltiin yhdessä oppilastyössä.

Pohjatuksena moolikäsitteen opettamiselle selitettiin aineen häviämättömyyttä ja alkuaineiden massasuhteiden muuttumattomuutta kemiallisessa reaktiossa, jonka jälkeen selitettiin ainemäärän, suhteellisen atomimassan, moolimassan ja Avogadron vakion käsitteet. Laskuja varten kirjasta löytyi laskukaavat sekä viisi esimerkkitehtävää. Liuosten pitoisuustarkastelussa pitoisuudet esitettiin massa- ja tilavuusprosentteina sekä konsentraationa, joka selitettiin moolin käsitteen jälkeen. Kirjassa esitettiin laskukaavat sekä kuusi esimerkkitehtävää. Liuosten valmistus selitettiin kuuden kuvan sarjana sekä yhdessä kokeellisessa oppilastyössä. Liuosten laimentaminen käsiteltiin tekstissä sekä yhdessä kokeellisessa oppilastyössä.

7.3.2 Kide1

Kirjassa luokiteltiin aineet kaavion ja tekstiesimerkkien avulla puhtaisiin aineisiin ja seoksiin. Puhtaat aineet luokiteltiin alkuaineisiin ja kemiallisiin yhdisteisiin sekä seokset homogeenisiin ja heterogeenisiin seoksiin. Homogeeniset seokset luokiteltiin tekstissä liuoksiin ja kaasuseoksiin, joista yhtenä esimerkkinä käsiteltiin ilmaa, joka on atomien ja molekyylien seos. Heterogeenisista seoksista esiteltiin joitakin tuttuja seoksia. Seoksiin liittyi yksi demonstraatio ja erotusmenetelmiä käsiteltiin yhdessä oppilastyössä, joka liittyi kromatografiaan.

Ainemäärän käsite pohjustettiin atomien erilaisilla massoilla. Moolin käsitteen jälkeen selitettiin ainemäärän ja moolimassan käsitteet, joiden laskemista varten esitettiin laskukaavat ja neljä esimerkkiä. Liuoksen pitoisuus käsiteltiin massa- ja tilavuusprosentteina sekä konsentraationa, joista esitettiin laskukaavat ja -esimerkit. Samassa yhteydessä selitettiin kolmen kuvan sarjana liuosten valmistus. Liuosten laimentaminen käsiteltiin tekstissä sekä esimerkin avulla.

7.3.3 Mooli1

Kirjassa luokiteltiin aineet tekstissä ja kaaviokuvan avulla puhtaisiin aineisiin ja seoksiin. Puhtaat aineet jaoteltiin esimerkkien avulla alkuaineisiin ja yhdisteisiin ja seokset homogeenisiin ja heterogeenisiin seoksiin, joista jokaisesta annettiin tekstissä ja kuvissa esimerkkejä. Alkuaineet luokiteltiin puolimetalleihin, epämetalleihin ja metalleihin ja yhdisteet molekyylilyhdisteiksi ja ioniyhdisteiksi.

Seoksen pitoisuuden esittäminen käsiteltiin massa- ja tilavuusprosentteina ja promilleina, joista annettiin laskukaavat ja -esimerkkejä. Moolikäsitteen jälkeen liuoksen pitoisuus käsiteltiin konsentraation avulla, jonka laskemiseen annettiin kaava ja laskuesimerkki. Seosten erotusmenetelmistä käsiteltiin suodatus, dekantointi, sentrifugointi, haihdutus, tislauk, sublimointi, uutto ja kromatografia tekstissä ja selventävien kuvien avulla. Aine- ja seoskäsitteisiin liittyi useita kokeellisia oppilastöitä.

Aineiden ja seostarkastelun jälkeisessä luvussa käsiteltiin suhteellisen atomimassan ja moolin käsitteet sekä ainemäärää ja sen laskemista. Myös Avogadron vakioon tutustuttiin samassa yhteydessä. Käsitteisiin liittyi laskukaavoja ja viisi esimerkkilaskua. Liuosten valmistaminen ja laimentaminen selitettiin tekstissä ja kolmen kuvan sarjan avulla. Useat kokeelliset työt liittyivät Avogadron vakioon, moolimassaan sekä liuosten valmistukseen ja laimentamiseen.

7.3.4 Neon1

Kirjassa luokiteltiin aineet puhtaisiin aineisiin ja seoksiin, puhtaat aineet alkuaineisiin ja yhdisteisiin ja seokset homo- ja heterogeenisiin seoksiin. Seoksen käsite selitettiin ja seoslaskuihin annettiin esimerkkejä. Kirjassa esiteltiin lisätietosiiossa kahdeksan eri dispersiotyyppiä taulukkomuodossa, jossa on dispersiotyyppin kuvaus ja esimerkkejä, sekä majoneesin resepti. Seosten erotusmenetelmistä esiteltiin dekantointi, suodatus, uutto, tislauk sekä kromatografiset menetelmät, joista jokaisesta annettiin kuva, periaate ja esimerkkejä. Seosten erotusmenetelmiä käsiteltiin myös useissa kokeellisissa oppilastöissä. Seostar-

kastelun yhteydessä selitettiin ainemäärän ja moolimassan käsitteet ja annettiin laskukaavat sekä laskuesimerkkejä.

Liuoksen pitoisuus selitettiin konsentraation, tilavuusprosentin ja massaprocentin avulla, joista esitettiin laskukaavat, yksiköt sekä yksikönmuunnostaulukko sekä useita laskuesimerkkejä. Liuoksen valmistamisen vaiheet selitettiin kolmen kuvan sarjana sekä esimerkin avulla ja liuoksen laimentaminen esimerkin avulla. Liuoksen valmistuksesta ja laimentamiseen liittyi yksi kokeellinen oppilastyö.

7.3.5 Reaktio1

Kirjassa käsiteltiin aineen rakennetta ensimmäisessä pääluvussa, jossa aineet luokitellaan heterogeeniseksi seokseksi ja homogeeniseksi aineeksi. Homogeeniset aineet luokiteltiin puhtaiksi aineiksi ja homogeenisiksi seoksiksi, jotka edelleen jaettiin kiinteiksi, nestemäisiksi tai kaasumaisiksi liuoksiksi. Puhtaat aineet jaettiin alkuaineisiin tai kemiallisiin yhdisteisiin. Seosten erotusmenetelmistä mainittiin ainoastaan uutto liukoisuustarkastelun yhteydessä.

Moolin käsite, moolimassa ja Avogadron vakio selitettiin jaksollisen järjestelmän käsittelyn yhteydessä tekstin ja erilaisten laskuesimerkkien avulla, joihin liittyvät laskukaavat esiteltiin. Liuoksen pitoisuus määriteltiin massa- ja tilavuusprosentteina sekä konsentraation avulla. Pitoisuuslaskuja varten annettiin massaprocentin ja konsentraation laskemiseen tarvittavat kaavat sekä laskuesimerkkejä kaikista tavoista ilmoittaa pitoisuus. Liuosten valmistus, johon liittyi yksi kokeellinen työ, esiteltiin neljän kuvan sarjan avulla. Liuoksen liuosten laimentaminen käsiteltiin laskukaavoineen harjoitustehtävien yhteydessä.

7.3.6 Yhteenveto seoksista, ainemäärästä ja pitoisuudesta

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen bio-organiseen kemiaan on koottu taulukkoon 7. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, kun puhtaan aineen ja seoksen erot selitettiin sekä esiteltiin kolme erilaista seostyyppiä sekä selitettiin vähintään viisi erilaista aineen erotusmenetelmää. Ainemäärä ja pitoisuustarkastelussa täytyi tarkastella moolin ja mooli-

massan käsitteiden teorit, sekä esittää laskuihin tarvittavat laskukaavat ja laskuesimerkit. Liuosten valmistustarkastelussa täytyi selittää laskujen ja kuvien avulla liuosten valmistuksen lisäksi myös liuosten laimentaminen. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaali maailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Taulukko 7. Erilaiset seokset, ainemäärä ja pitoisuus oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Puhdas aine ja seos	***	**	***	**	***
Erotusmenetelmät	*	*	***	***	*
Ainemäärä	***	***	***	**	***
Pitoisuus	***	***	***	***	***
Liuosten valmistus	***	***	***	***	***
Reaalisuus	***	**	**	***	**

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,

* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, - Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Kaikki kirjat käsitelivät puhtaita aineita ja seoksia, ainemäärää sekä pitoisuutta ja liuoksia, jotka kuuluvat kurssin keskeisiin sisältöihin, vähintään riittävästi (Taulukko 7). Vaikka Kide1-kirjassa selitettiin vain vähän erilaisia seostyyppisiä, olisi kuvia voinut olla enemmän. Neon1-kirjassa ei perusteltu moolin käsitettä juuri lainkaan, vaan kerrottiin lyhyesti mitä mooli tarkoittaa. Kaikki kirjat liittivät asiat riittävästi reaali maailmaan. Aineiden erotusmenetelmät käsiteltiin runsaasti vain Mooli1- ja Neon1-kirjoissa, vaikka aihe on mainittu selvästi opetussuunnitelmassa. Kemisti1- ja Kide1-kirjoissa erotusmenetelmiä käsiteltiin hiukan kokeellisuuden yhteydessä, mutta eri menetelmiä ei esitelty tekstissä lainkaan. Reaktio1-kirjassa oli vain lyhyt maininta uuttomenetelmästä.

7.4 Organisten yhdisteiden reaktioita

Opetussuunnitelmassa kemian pakollisen kurssin sisältöinä käsitellään organisten yhdisteiden hapettumis- ja pelkistymisreaktioita sekä protoninsiirtoreaktioita.⁴ Tässä tutkimuksessa arvioitiin palamisen, osittaisen hapettumisen ja pelkistymisen sekä protoninsiirto- ja neutraloitumisreaktioiden selittämistä oppi-

kirjoissa. Myös esteröitymis-, eetterin muodostus-, krakkaus-, additio- ja korvausreaktioita tarkasteltiin, koska niitä esiintyi oppikirjoissa.

7.4.1 *Kemisti1*

Kemialliset reaktiot käsiteltiin kirjassa yhtenä kokonaisuutena, jossa tekstin lisäksi esitettiin kuvia, reaktioyhtälöitä, esimerkkitehtäviä, molekyylimalleja ja yksi kokeellinen oppilastyö. Palamisreaktiot selitettiin metallien palamisen avulla ja esimerkkinä käytettiin magnesiumin palamisreaktiota, samalla mainittiin lyhyesti orgaanisten yhdisteiden täydellisen palamisen synnyttävän hiilidioksidia ja epätäydellisen myös häkää ja nokea. Alkoholit ja aldehydit esimerkkeinä selitettiin orgaanisten yhdisteiden hapettuminen, joka tarkoittaa hapen määrän lisääntymistä ja vedyn määrän vähenemistä yhdisteessä, mutta pelkistyminen mainittiin vain lyhyesti. Lisätieto-osiossa esitettiin elintarvikkeiden hapettumisenestoaineita eli antioksidantteja. Kirjassa oli lyhyt maininta myös alkoholikäymisestä.

Protoninsiirtoreaktioiden, jossa happo luovuttaa ja emäs vastaanottaa protonin, yhteydessä käsiteltiin vahvojen ja heikkojen protolyyttien eroja. Samassa yhteydessä selitettiin myös neutraloitumisreaktiot ja pH:n määrittäminen. Yhteys reaalimaailmaan tuli esille ihmiskehon eri osien välisten happamuuserojen ja ruoan ja pesuaineiden happamuuksien vertailun avulla. Esteröityminen ja eetterin muodostus selitettiin yhdisteiden käsittelyn yhteydessä. Reaktioyhtälöiden tulkitsemista käsiteltiin liiteosiossa, jossa selitettiin että reaktioyhtälöstä saadaan selville esimerkiksi lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden moolisuhteet ja kirjainsymboleista olomuodot.

7.4.2 *Kide1*

Hiilyhdisteiden käsittelyn yhteydessä esitettiin myös niihin liittyvät kemialliset reaktiot. Reaktioita selitettiin tekstissä, kuvattiin reaktioyhtälöillä, annettiin esimerkkejä sekä esitettiin reaktioihin liittyviä demonstraatioita ja piirroksissa kuvattuja kokeita. Reaktioihin liittyi myös yksi kokeellinen oppilastyö. Lähes jokaisesta reaktiotyypistä esitettiin jokin reaalimaailmaan liittyvä esimerkki. Hiilivety-

jen palamisreaktiot käsiteltiin alkaanien, etyynin ja etanolin yhteydessä, substitutioreaktiot alkaanien ja bentseenin yhteydessä ja hydraus- ja additioreaktiot alkeenien ja alkyynien yhteydessä. Krakkausreaktioita selitettiin öljyn pilkkoutumista käsittelevässä lisätieto-osiossa sekä eteenin valmistuksen yhteydessä. Esteröitymis- ja eetterinmuodostusreaktiot käsiteltiin yhdisteiden käsittelyn yhteydessä.

Hiiliyhdisteiden osittaiset hapettumisreaktiot käsiteltiin alkoholien, aldehydien ja ketonien sekä karboksyylihappojen yhteydessä. Neutraloitumisreaktio, jossa tuotteena on suolaa, selitettiin fenolien ja karboksyylihappojen yhteydessä. Alkoholien valmistaminen glukoosista käsiteltiin etanolin yhteydessä. Alkoholien hapettuminen maksassa selitettiin lisätieto-osiossa. Protolysoituminen esiteltiin karboksyylihappojen ja amiinien yhteydessä.

7.4.3 Mooli1

Kirjassa selitettiin orgaanisten yhdisteiden reaktioita tekstin lisäksi reaktioyhtälöiden avulla sekä useiden kokeellisten oppilastöiden yhteydessä. Reaalisuuden asiat liitettiin esimerkiksi käsittelemällä alkoholien käyttöä polttoaineena ja metanolin haitallisuutta elimistössä. Hiilivetyjen palaminen sekä hapettuminen, jossa yhdisteen happiatomien määrä lisääntyy ja vetyatomien määrä vähenee, ja pelkistyminen käsiteltiin happea sisältävien hiilivetyjen yhteydessä. Karboksyylihappojen ja amiinien yhteydessä käsiteltiin protoninsiirtoreaktiot sekä neutraloitumis- ja esteröitymisreaktiot. Etanolin käymisreaktio sokerista hiivan entsyymien vaikutuksesta käsiteltiin alkoholien yhteydessä ja lisätieto-osiossa, jossa käsiteltiin viinin valmistusta.

7.4.4 Neon1

Kirjassa käsiteltiin hiiliyhdisteiden täydellinen palaminen hiilivetyjen ja alkoholien yhteydessä. Kemiallisia reaktioita käsiteltiin tekstin, reaktioyhtälöiden ja kahden kokeellisten oppilastyön avulla. Kirjassa linkitettiin reaktiot reaali maailmaan käsittelemällä energiantuotantoon, lääkkeisiin ja ravintoon liittyviä asioita.

Raakaöljyn käsittelyn yhteydessä lisätieto-osiossa esiteltiin krakkausreaktio. Hiiliyhdisteiden osittainen hapettuminen ja pelkistyminen selitettiin alkoholien, aldehydien ja ketonien sekä karboksyylihappojen yhteydessä. Protoninsiirto- ja neutraloitumisreaktiot sekä esteröitymisreaktio käsiteltiin karboksyylihappojen ja amiinien yhteydessä. Lisätieto-osiossa selitettiin elimistöön joutuneen alkoholin hidas palaminen eli hapettuminen hiilidioksidiksi ja vedeksi. Etanolin käymisreaktiot käsiteltiin tekstissä, jossa kerrottiin sokerista muodostuvan hiivan entsyymien avulla etanolia ja hiilidioksidia.

7.4.5 Reaktio 1

Orgaanisten yhdisteiden reaktiot käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena yhdessä pääluvussa. Reaktioita kuvattiin tekstissä, reaktioyhtälöiden, rakennekaavojen ja molekyyli mallien avulla. Reaalimaailmaan reaktiot linkitettiin selittämällä useita elimistössä tapahtuvia hapettumis- ja pelkistymisreaktioita sekä tavallisia arkielämään liittyviä kemiallisia reaktioita.

Hiilivetyjen täydellinen palamisreaktio selitettiin tekstissä ja kaksivaiheiset hapettumis- ja pelkistymisreaktiot sekä neutraloitumisreaktiot käsiteltiin tekstin ja reaktioyhtälöiden avulla. Protoninsiirtoreaktiot esitettiin tekstin lisäksi reaktioyhtälöiden, rakennekaavojen ja molekyyli mallien avulla. Esteröitymisreaktioon liittyi yksi kokeellinen oppilastyö. Alkoholien käymisreaktio sokereista alkoholiiksi ja hiilidioksidiksi hiivan entsyymien avulla käsiteltiin lisätieto-osiossa.

7.4.6 Yhteenveto orgaanisten yhdisteiden reaktioista

Tässä tutkimuksessa tutkittujen oppikirjojen sisältämät aiheet liittyen bio-organiseen kemiaan on koottu taulukkoon 8. Oppikirjojen tiedot määriteltiin riittäviksi, kun reaktiot liitettiin orgaaniseen kemiaan ja kirjassa kuvattiin reaktiota tekstin ja reaktioyhtälöiden ja esimerkkien avulla selkeänä ja ymmärrettävänä kokonaisuutena. Reaalisuus arvioitiin lukijalle jäävän mielikuvan perusteella, johon vaikuttivat kaikki kemian reaalimaailmaan yhdistävät asiat esimerkiksi tekstissä, esimerkeissä ja valokuvissa.

Hapettumis-, protoninsiirto- sekä neutraloitumisreaktiot käsiteltiin vähintään riittävästi kaikissa kirjoissa (Taulukko 8). Pelkistymistä, joka liittyy kurssin keskeisiin sisältöihin, ei käsitelty lainkaan Kide1-kirjassa, mutta kaikkia muita reaktiotyyppejä esiteltiin runsaasti. Palamisreaktiot käsiteltiin vähintään riittävästi kaikissa muissa paitsi Reaktio1-kirjassa, jossa palaminen selitettiin hyvin, mutta siihen ei liittynyt lainkaan reaktioyhtälöä. Kemisti1-kirjassa palamista ei selitetty juuri lainkaan orgaanisissa yhdisteissä esiintyvänä reaktiona.

Taulukko 8. Orgaanisten yhdisteiden reaktiot oppikirjoissa

Aihe	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Palaminen	**	***	**	***	*
Hapettuminen	***	***	***	***	***
Pelkistyminen	*	~	***	***	***
Protoninsiirto	***	***	***	***	***
Neutraloituminen	***	***	***	***	***
Esteröityminen	*	***	***	***	*
Eetterin muodostus	*	***	~	~	~
Korvautumisreaktio	~	***	~	~	~
Krakkaus	~	***	~	*	~
Additioreaktio	~	***	~	~	~
Reaalisuus	*	*	**	***	***

*** Kirjassa käsiteltiin runsaasti aihetta, ** Kirjassa käsiteltiin riittävästi aihetta,

* Kirjassa käsiteltiin niukasti aihetta, ~ Kirjassa ei käsitelty aihetta lainkaan

Esteröitymisreaktiot vähintään riittävästi Kide1-, Neon1- ja Mooli1-kirjoissa (Taulukko 8). Reaalisuutta esiintyi vähintään riittävästi Mooli1-, Neon1- ja Reaktio1-kirjoissa, mutta muissa kirjoissa sitä esiintyi vain vähän. Kaikissa kirjoissa käsiteltiin alkoholin valmistus käymisreaktiolla. Kemisti1-kirjassa siitä oli lyhyt maininta, mutta muut kirjat käsittelivät aihetta laajemmin. Protoninsiirtoreaktioiden yhteydessä käsiteltiin kaikissa kirjoissa happamuuden ja emäksisyyden käsitteet, vaikka opetussuunnitelman mukaan ne eivät liity kurssin keskeisiin sisältöihin.

7.5 Oppikirjojen sisältöjen ja opetussuunnitelman vertailua

Oppikirjojen sisältöjen täytyy toteuttaa opetussuunnitelman mukaiset sisällöt ja tavoitteet. Jokainen kirja analysoitiin erikseen ja niiden sisältöjä vertailtiin opetussuunnitelman sisältöihin ja tavoitteisiin. Kaikissa kirjoissa esiintyi opetussuunnitelmassa mainittuja asioita, mutta jokaisesta kirjasta löytyi kuitenkin puutteita. Sisältöjen tarkastelussa keskityttiin vaadittuihin sisältöihin sekä erityisesti eroavaisuuksiin opetussuunnitelmasta. Reaalisuuden tarkastelussa huomioitiin kirjan kokonaisuus, joka kaikissa kirjoissa oli keskimäärin riittävää.

7.5.1 *Kemisti1*

Kirjassa käsiteltiin kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet. Kirjan aihekokonaisuudet mukailivat muuten opetussuunnitelman mukaisia kokonaisuuksia, mutta ”seokset, ainemäärä ja pitoisuus” oli jaettu kahteen kokonaisuuteen. Kokonaisuutena kirja oli tiivis, mutta asiat esitettiin usein kuitenkin riittävällä tarkkuudella.

Kirjasta löytyi myös merkittäviä eroja verrattuna opetussuunnitelman tavoitteisiin. Erotusmenetelmät, jotka mainitaan selkeästi liittyviksi kurssin sisältöön, puuttuvat kirjasta lähes kokonaan ja pelkistysreaktiot ohitettiin lyhyellä maininnalla. Myös hiilihydraattien esittelyn puuttuminen kokonaan kirjasta oli heikkous. Pienempiä epäkohtia löytyi tyyppiyhdisteiden ominaisuuksien esittelyssä, sekä happi ja tyyppiyhdisteiden nimeämisessä. Hiiliyhdisteiden homologista sarjaa ei myöskään esitelty riittävästi.

7.5.2 *Kide1*

Kirjassa käsiteltiin lähes kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet riittävällä tarkkuudella, mutta aihekokonaisuudet poikkesivat opetussuunnitelmasta. Hiiliyhdisteiden yhteydessä esiteltiin myös reaktioasiat ja osa sidosasioista, jolloin aihekokonaisuudet olivat hajanaisia ja sidokset ainemäärä ja pitoisuus oli jaettu kahteen osaan. Poikkeuksena opetussuunnitelmaan kirjassa selitettiin melko

runsaasti hiiliyhdisteiden isomeriaa. Kokonaisuutena kirjassa keskityttiin hyvin yleiseen kemiaan orgaanisen kemian kontekstissa.

Suurimpana puutteena kirjasta jätettiin käsittelemättä pelkistymisreaktiot, vaikka toiset reaktiotyypit selitettiin erittäin runsaasti mutta hajanaisesti. Toinen suuri puute kirjassa oli erotusmenetelmien puuttuminen lähes kokonaan. Pienempiä puutteita kirjassa oli dispersiovoimien vähäinen käsittely. Hiiliyhdisteiden nimeämisessä ja tyyppiyhdisteiden esittelyssä sekä nukleiinihappojen ja vitamiinien käsittelyssä esiintyi hiukan puutteita. Tämän kirjan osalta opettajan tehtäväksi tulisi selittää kootusti reaktiot ja erityisesti pelkistyminen, joka puuttui kirjan sisällöstä kokonaan.

7.5.3 Mooli1

Kirjassa käsiteltiin lähes kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet riittävällä tarkkuudella. Kirjan aihekokonaisuudet mukailivat paljon opetussuunnitelmaa, mutta hiiliyhdisteet oli jaoteltu kolmeen, ja "seokset, ainemäärä ja pitoisuus" kahteen aihekokonaisuuteen. Reaktiot käsitellään hiiliyhdisteiden lomassa. Kirja oli hyvä kokonaisuus opetussuunnitelman mukaisia aiheita.

Kirjassa ei esiintynyt suuria puutteita, mutta proteiineja ja niiden rakenteita ei esitelty juuri lainkaan. Myös muut elimistölle tärkeitä aineet jäivät vähälle käsittelylle. Hiiliyhdisteistä jäivät esittelemättä fenolit ja eetterit. Lisäksi liukoisuus jätettiin käsittelemättä.

7.5.4 Neon1

Kirjassa tuotiin lähes kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet hyvin esille opetussuunnitelman mukaisten teemojen, energian, ympäristön ja ihmisen terveyden sekä kokeellisuuden avulla. Kirjan aihekokonaisuudet poikkesivat opetussuunnitelmasta käsittelemällä hiiliyhdisteitä kolmena eri kokonaisuutena, joiden lomassa reaktiot käsiteltiin. Muut asiat esitettiin yhdessä pääluvussa. Kir-

jassa käsiteltiin kaikki vaadittavat aiheet lähtökohtana arkielämä. Erityisesti typpiyhdisteitä esiteltiin laajemmin kuin muissa kirjoissa.

Suurimpana erona opetussuunnitelman tavoitteisiin verrattuna kirjasta jätettiin käsittelemättä heikot vuorovaikutukset. Näiden asioiden selittäminen jää tämän kirjan osalta opettajan tehtäväksi. Heikkojen vuorovaikutusten vähäinen esittely aiheutti sen, että kirjassa ei aineiden fysikaalisia ominaisuuksia perusteltu riittävästi. Myös nukleiinihappojen esittely oli vähäistä.

7.5.5 Reaktio1

Kirjassa käsiteltiin lähes kaikki opetussuunnitelman mukaiset aiheet riittävällä tarkkuudella. Aihekokonaisuudet poikkesivat joiltakin osin opetussuunnitelmasta. Kirjassa hiiliyhdisteet, sidosasiat sekä ”seokset, ainemäärä ja pitoisuus” oli jaettu jokainen kahteen kokonaisuuteen. Reaktiot käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena. Kokonaisuutena kirja painotti sidosasioita, mutta myös muut aiheet käsiteltiin lähes aina riittävästi.

Suurimpana puutteena kirjasta jätettiin käsittelemättä seosten erotusmenetelmät. Hiiliyhdisteiden osalta suurimmat puutteet liittyivät typpiyhdisteiden, nukleiinihappojen ja muiden elimistölle tärkeiden asioiden vähäiseen käsittelyyn. Myös palamisreaktion esittelyssä oli puutteita.

8 Oppikirjojen tehtävät

Tehtävien luokittelun perusteena käytettiin opetussuunnitelman perusteiden pohjalta laadittuja tehtäväluokkia (Taulukko 1.). Harjoitustehtäviin laskettiin kuuluvan ne tehtäväosiot, jotka kuuluivat kirjan sisältötieto-osioon. Kirjoissa Kemisti1, Neon1 ja Mooli1 johdantolukuun tai johdantokappaleeseen liittyi tehtäviä, joita ei luokiteltu, koska ne otettiin huomioon kirjan kokonaisuuksien tarkastelussa. Kemisti1-kirjaan liittyi harjoitustehtävien lisäksi 70 esimerkkitehtävää, joita ei laskettu harjoitustehtäviksi vaikka ne sopisivat opiskelijoille harjoitustehtä-

viksi sellaisenaan. Nämä 70 tehtävää huomioitiin esimerkkeinä kirjojen sisältöjen tarkastelussa.

8.1 Tehtävien luokittelu

Kide1- ja Kemisti1-kirjoja lukuun ottamatta kirjat sisälsivät reilusti yli 100 tehtävää (Taulukko 9). Eniten tehtäviä (169 kpl) löytyi Reaktio1-kirjasta, toiseksi eniten (135 kpl) Neon1-kirjasta ja vähiten (69 kpl) Kemisti1-kirjasta. Jotkin oppilasryhmät saattoivat tehdä Ahtinevan¹⁰ tutkimuksen mukaan kemian ensimmäisellä kurssilla sata oppikirjan tehtävää, joten Kide1- ja Kemisti1-kirjoissa tehtävien määrä oli vähäinen. Kemisti1-kirjassa esimerkkitehtävien ja harjoitustehtävien yhteismäärä oli kuitenkin riittävä.

Taulukko 9. Oppikirjoissa esiintyvien harjoitustehtävien lukumäärät

Tehtäväluokat	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Perus	30	58	76	76	134
Laskennalliset	25	16	40	28	32
Kokeelliset	8	10	3	10	3
Tiedonhankinta	6	15	1	19	0
Mallinnus	0	0	0	2	0
Yhteensä	69	99	120	135	169

Monipuoliset tehtävät monipuolistavat opetusta ja oppimista, ja harjoittavat opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisia taitoja. Siksi niitä tulisi olla jokaisessa oppikirjassa riittävästi. Perustehtäviä, joita oli kaikissa kirjoissa yli puolet kaikista tehtävistä, ja laskennallisia tehtäviä löytyi lähes kaikista kirjoista riittävästi (Taulukko 9). Ainoastaan Kide1-kirja sisälsi niukasti laskennallisia tehtäviä. Kokeellisia tehtäviä esiintyi kaikissa kirjoissa vain muutamia, mikä vähentää osaltaan kirjan kokeellisuutta. Kemisti1- ja Reaktio1-kirjoissa kaksi kokeellista tehtävää voitiin luokitella kokeellisiksi kotitehtäviksi (vrt. viite 23). Tiedonhankinnan tehtäviä oli määrällisesti melko paljon Neon1- ja Kide1-kirjoissa, mutta muissa kirjoissa niitä esiintyi vähemmän. Mallinnustehtäviä esiteltiin vain Neon1-kirjassa, vaikka mallintaminen on yksi opetussuunnitelman tavoitteista.

8.2 Tehtävien liittyminen arkielämään

Opetussuunnitelman tavoitteet painottavat kemian opetuksen liittämistä arkielämään, koska se helpottaa arkielämän ja kemian sisältötietojen linkittymistä toisiinsa. Siksi oppikirjojen tehtävistä tutkittiin niiden liittyminen reaali maailmaan. Kaikkien kirjojen tehtävistä yli 25 % liittyi reaali maailmaan ja Neon1-kirjan tehtävistä jopa yli puolet (Taulukko 10). Vähiten reaali maailmaan liittyviä tehtäviä oli Kemisti1- ja Kide1-kirjoissa. Laskennallisista tehtävistä yli 60 % liittyi Neon1-, Mooli1- ja Reaktio1-kirjoissa reaali maailmaan, mutta Kide1- ja Kemisti1-kirjoissa vain alle kolmasosa. Kokeellisista tehtävistä Kemisti1-, Mooli1-, Neon1- ja Reaktio1-kirjoissa yli 50 % käsitteli arkipäivään liittyviä aiheita. Tiedonhankinnan tehtävistä, joita esiintyi kaikissa kirjoissa paitsi Reaktio1-kirjassa, lähes kaikki liittyivät reaali maailmaan.

Taulukko 10. Oppikirjoissa esiintyvien reaali maailmaan liittyvien tehtävien lukumäärät ja osuudet prosentteina (%) tehtäväluokittain

Tehtäväluokat	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Perus	6 (20 %)	9 (16 %)	13 (17 %)	34 (45 %)	40 (30 %)
Laskennalliset	8 (32 %)	2 (13 %)	24 (60 %)	17 (61 %)	20 (63 %)
Kokeelliset	4 (50 %)	1 (10 %)	2 (67 %)	5 (50 %)	3 (100 %)
Tiedonhankinta	6 (100 %)	15(100%)	1 (100 %)	16 (84 %)	0 (0 %)
Mallinnus	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (50 %)	0 (0 %)
Yhteensä	24 (26 %)	27 (27 %)	40 (33 %)	73 (54 %)	63 (37 %)

Tehtävien reaalisuus motivoi opiskelemaan ja antaa linkin kemiasta arkipäivään. Helposti yli puolet tehtävistä, niin kuin Neon1-kirjassa, voisi liittää arkielämään. Perustehtäviin on vaikeampaa, mutta ei kuitenkaan mahdotonta liittää reaalisuutta, koska niiden päätarkoitus on opettaa kemian sisältötietoja. Mutta laskennallisiin, kokeellisiin ja tiedonhankinnan tehtäviin voisi helposti liittää arkipäivään liittyviä asioita.

8.3 Kirjojen tehtäväosiot tarkastelussa

Useat kirjat esittävät kirjan lopussa harjoitustehtäville ratkaisut. Mooli1- ja Neon1-kirjat antoivat lähes kaikkiin tehtäviin ratkaisut. Reaktio1-kirjassa kaikkiin kertaustehtäviin ja vajaaseen puoleen harjoitustehtävistä löytyi ratkaisut. Kide1-kirja sisälsi noin kolmasosaan harjoitustehtävistä ratkaisun. Kemisti1-kirjan harjoitustehtäviin ei esitetty lainkaan ratkaisuja, vaan kirjasta löytyi ratkaisut ainoastaan esimerkkitehtäviin.

Tehtävien vastausten löytyminen kirjan lopusta voi olla sekä huono että hyvä asia. Jos esimerkiksi laskutehtävästä löytyy pelkkä vastaus, opiskelija voi siten tietää laskeneensa oikein, mutta jos koko laskutoimitus on esitettynä valmiina, opiskelijalla ei välttämättä ole motivaatiota miettiä tehtävää itse. Esimerkiksi nimeämistehtävissä, rakennekaavojen piirrostehävissä ja selitystä vaativissa tehtävissä ei ole mielekästä esittää valmiita ratkaisuja, koska se saattaa aiheuttaa tehtävien suoraa kopiointia ilman syvempää pohdintaa.

Reaktio1-kirja sisälsi 11 lisätehtävää ratkaisuihin. Tehtävistä kolme oli laskennallista tehtävää ja kahdeksan perustehtävää. Näistä tehtävistä yksi oli valintakoetehtävä ja neljä liittyi reaalisuuteen. Lisätehtävien yhteydessä opiskelija voi helposti kerrata koko kurssin asiat tehtävien avulla ja testata opitut asiat.

Valintakoetehtäviä esiintyi harjoitustehtävissä vain Kide1-kirjassa neljä kappaletta sekä yksi Reaktio1-kirjassa lisätehtäväosiossa. Kemian lukiokoulutus tähtää ylioppilaskirjoituksiin ja jatko-opintoihin, joten olisi hyvä jo alkuvaiheessa antaa opiskelijoille esimerkkejä mahdollisista tulevista kokeista. Ylioppilastehtävien onnistunut ratkaiseminen saattaa motivoida opiskelijaa erityisesti kemian opiskeluun.

8.4 Yhteenveto oppikirjojen tehtävistä

Kemisti1-kirjassa harjoitustehtävien määrä oli vähäinen. Kuitenkin esimerkkitehtävien ja harjoitustehtävien yhteenlaskettu määrä oli riittävä. Kokeellisia tehtäviä

ja mallinnustehtäviä saisi olla enemmän, minkä lisäksi tehtävissä voisi korostaa lisää reaalisuutta.

Kide1-kirjassa tehtävien määrä oli vähäinen, eikä yhteyttä arkielämään ollut riittävästi. Kirjassa oli liian vähän laskennallisia tehtäviä ja mallinnustehtävät puuttuivat kokonaan. Kokeellisia tehtäviä oli riittävästi ja lisäksi piirroksissa esitettyjen kokeiden, joita oli noin 30, tehtävät käyvät hyvin kokeellisiksi harjoitustehtäviksi. Kirjassa oli kiitettävä määrä tiedonhankinnan tehtäviä sekä muutamia valintakoetehtäviä, joita ei muissa kirjoissa ollut.

Mooli1-kirjassa tehtävien määrä oli runsas ja tehtävät liittyivät tarpeeksi usein reaalimaailmaan. Laskennallisia tehtäviä oli runsaasti, mutta kirja ei sisältänyt lainkaan mallinnustehtäviä. Kokeellisia ja tiedonhankinnan tehtäviä oli niukasti.

Neon1-kirjassa tehtäviä oli runsaasti ja ne jakautuivat hyvin eri luokkiin. Tehtävissä oli runsaasti reaalisuutta, mutta laskennallisia tehtäviä voisi olla enemmän. Kirja sisälsi runsaasti tiedonhankinnan tehtäviä. Lisäksi kirjassa oli muutamia mallinnustehtäviä, joita muista kirjoista ei löytynyt.

Reaktio1-kirjassa tehtävien määrä on runsas ja ne liittyivät riittävän usein arkielämään. Kokeellisten tehtävien osuus oli erittäin vähäinen, eikä kirjassa ollut lainkaan tiedonhankinta- ja mallinnustehtäviä. Kirjassa oli hyvänä lisänä lisätehtäväosio asioiden kertaamista varten.

9 Kokeellisuuden analyysi

Oppikirjojen kokeellisuutta analysoitiin, koska opetussuunnitelman sisällöt ja tavoitteet korostavat kokeellista kemian opetusta ja kokeellisuus motivoi opiskelijoita kemian opiskeluun. Tässä tutkimuksessa kokeellisuus tutkittiin laskemalla oppilastöiden lukumäärät ja luokittelemalla ne kahteen luokkaan. Lisäksi oppilastöistä tutkittiin liittyvätkö ne arkielämään. Kokeellisuuden analyysissä tutkittiin lisäksi kirjojen muuta kokeellisuutta, esimerkiksi työturvallisuuteen liittyviä asioita.

9.1 Oppilastöiden määrät ja reallisuus oppikirjoissa

Tässä tutkimuksessa kaikki oppikirjat sisälsivät kokeellisen osuuden, jossa ohjeistettiin kokeellisten oppilastöiden tekemiseen. Oppilastöiden määrät vaihtelivat oppikirjoittain paljon. Neon1- ja Mooli1-kirjoissa oppilastöitä oli eniten (Taulukko 11). Kemisti1-, Kide1- ja Reaktio1-kirjat sisälsivät alle kymmenen oppilastyötä, vähiten niitä löytyi Kide1-kirjassa. Yhdellä kemian kurssilla tehtiin tutkimuksen mukaan keskimäärin yhdestä kuuteen oppilastyötä.¹⁸ Voidaan sanoa, että ainoastaan Mooli1- ja Neon1-kirjat sisälsivät riittävästi oppilastöitä. Kemisti1- ja Reaktio1-kirjoissa töitä oli kahdeksan, mutta se ei anna riittävästi mahdollisuutta valita sopivia ja mielenkiintoisia töitä. Opetussuunnitelmassa kokeellisuutta painotetaan vahvasti, mutta oppikirjoissa kokeellisuutta painotettiin ainoastaan Neon1- ja Mooli1-kirjoissa.

Taulukko 11. Kokeellisten töiden lukumäärä oppikirjoissa luokittain sekä reallisuuden liittyvien töiden lukumäärä ja prosenttinen osuus oppikirjoittain

Luokat	Kemisti1	Kide1	Mooli1	Neon1	Reaktio1
Perinteiset työt	3	4	15	21	7
Avoimet työt	5	1	1	3	1
Yhteensä	8	5	16	24	8
Reaaliset työt	2 (25 %)	3 (50 %)	5 (31 %)	12 (50 %)	2 (25 %)

Suurin osa oppikirjojen kokeellisista oppilastöistä luokiteltiin perinteisiksi töiksi, mutta jokaisessa kirjassa oli myös avoimia töitä (Taulukko 11). Ainoastaan Kemisti1-kirja sisälsi riittävästi avoimia töitä, mutta liian vähän perinteisiä töitä. Neon1-kirjassa oli kolme avointa työtä, mutta kokonaisuudessaan töitä oli runsaasti. Kide1-, Mooli1- ja Reaktio1-kirjat sisälsivät vain yhden avoimen työn. Useisiin töihin voisi vaihtoehtoisesti liittää ohjeen myös avoimeen työhön.

Noin puolet kokeellisista töistä liittyi Neon1- ja Kide1-kirjoissa reallisuuteen, mutta muissa kirjoissa alle kolmasosa (Taulukko 11). Asioiden liittäminen reaali maailmaan lisää oppimisen motivaatiota ja linkittää asiat arkipäivään. Kaikissa

kirjoissa reaalisuuden voisi liittää ainakin puoleen oppilastöistä, niin kuin Kide1- ja Neon1-kirjoissa tehtiin.

9.2 Oppikirjojen kokeelliset osiot

Kemisti1- ja Reaktio1-kirjoissa neuvottiin työohjeen lopuksi työhön liittyvien jätteiden hävittämisen. Neon1- ja Mooli1-kirjat neuvoivat jätteiden hävittämisen yleisellä tasolla työturvallisuusasioiden yhteydessä. Kide1-kirjassa ei mainittu lainkaan jätteiden hävittämistä, vaikka se on kuitenkin yhteiskunnallisestikin merkittävä ympäristön suojeluun liittyvä asia. Opiskelijoille voi usein olla epävarmaa, miten kemikaalit hävitetään turvallisesti. Siksi olisi parempi, jos jokaisen työn lopuksi neuvottaisiin, miten jätteet tulisi hävittää.

Työturvallisuusasioihin kiinnitettiin kirjoissa vaihtelevasti huomiota. Reaktio1- ja Mooli1-kirjoissa käsiteltiin työturvallisuutta ennen laboratoriotyöohjeita ja Neon1-kirjassa tiivistetyimmässä muodossa kirjan lopussa liitteenä. Työturvallisuusohjeet jaettiin ennen työtä, työn aikana ja työn jälkeen huomioitaviin seikkoihin. Kemisti1-kirjassa turvalliseen työskentelyyn liittyvät ohjeet ohitettiin muutamilla lauseilla ennen laboratoriotyöohjeita, mutta laajempaa selvitystä ei kirjassa ollut. Kide1-kirjassa ei käsitelty lainkaan työturvallisuusasioita.

Turvallinen työskentely laboratoriossa tulisi ottaa huomioon kaikissa kirjoissa. Riittävät ohjeet löytyivät ainoastaan Reaktio1- ja Mooli1-kirjoista. Neon1- ja Kemisti1-kirjasta löytyi lyhyesti ohjeita työturvallisuudesta, mutta niihin kaivattaisiin joitakin tarkennuksia; Kemisti1-kirjaan kuitenkin enemmän kuin Neon1-kirjaan. Kide1-kirjaa käytettäessä työturvallisuuden opettaminen ja huomioiminen jää kokonaan opettajan vastuulle, koska asiaa ei mainittu oppilaan kirjassa lainkaan.

Laboratoriossa käytettäviä työvälineitä kirjat esittelivät kuvien avulla vaihtelevasti. Mooli1-kirjassa oli 37 kuvaa, Kemisti1-kirjassa 20 kuvaa ja Reaktio1-kirjassa 8 kuvaa. Varoitusmerkkejä kuvattiin Mooli1-, Kemisti1- ja Reaktio1-kirjoissa. Kide1- ja Neon1-kirjat eivät sisältäneet lainkaan kuvia työvälineistä ja varoitusmerkeistä. Opiskelijoiden työohjeissa kuitenkin oletetaan, että laborato-

riovälineet tunnetaan, joten niiden opettaminen ennen työskentelyä luo turvallisemmat työolosuhteet, sekä helpottaa työskentelyä. Varoitusmerkkien puuttuminen oppikirjoista ei ole kovin suuri puute, jos varoitusmerkit löytyvät luokan seinältä.

Reaktio1- ja Mooli1-kirjat sisälsivät tietoa kemian laboratoriossa käytettävien mittavälineiden käytöstä, tarkkuudesta ja käyttökohteista. Oppilastöiden yhtenä tavoitteena on oppia tuntemaan ja käyttämään oikeita mittavälineitä, joten niitä olisi hyvä ennen työskentelyn aloittamista käsitellä oppitunnilla. Ainoastaan Reaktio1-kirjassa ohjeistettiin työselostuksen ja laboratoriopäiväkirjan tekemiseen sekä kemiallisen esseän kirjoittamiseen. Reaktio1-, Kide1- ja Neon1-kirjoissa oppilastyön ohjeessa oli tehtävänä laatia työselostus, mutta vain Reaktio1-kirjassa ohjeistettiin työselostuksen tekemisen. Kaikissa kirjoissa kehoitettiin tekemään muistiinpanoja työskentelyn aikana, mutta ainoastaan Reaktio1-kirjassa ohjeistettiin laboratoriopäiväkirjan tekemiseen.

Oppikirjojen tehtävissä esiintyi myös kokeellisuutta. Mooli1-kirjassa oli kokeellisessa osiossa yksi kokeellinen tutkimustehtävä, jossa tehtiin kaivovesitutkimus valmiista tutkimustuloksista. Harjoitustehtävistä kokeellisia tehtäviä oli Neon1- ja Kide1-kirjoissa 10 ja Kemisti1-kirjassa kahdeksan. Mooli1- ja Reaktio1-kirjoissa kokeellisia tehtäviä oli vain kolme. Kokeelliset harjoitustehtävät, joita löytyi kirjoista kuitenkin vähän, kehittävät tehtävätyypistä riippuen joko tutkimuksen suunnittelua tai tulosten tarkastelun taitoja. Harjoitustehtäviin voisi liittää enemmän kokeellisuutta.

Opettajajohtoiset demonstraatiot liittyvät oleellisena osan kemian opetuksen kokeellisuuteen. Oppikirjoista ainoastaan Kide1-kirjassa, jossa oli 28 demonstraatiota ja Reaktio1-kirjassa, jossa oli yksi demonstraatio, esitettiin opettajajohtoisia demonstraatioita. Useimmissa kirjasarjoissa demonstraatio-ohjeet esitetään mahdollisesti opettajan oppaissa, joita ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu.

Ainoastaan Kide1-kirjasta löytyi oppilastöiden ja demonstraatioiden lisäksi Piirroksissa kuvattuja kokeita. Näissä kokeissa koejärjestely kuvattiin piirroksena ja tekstissä selitettiin työn suoritus ja mahdolliset havainnot. Jokaiseen kokeeseen liittyi muutama tehtävä tai kysymys. Piirroskokeet, joita voidaan käyttää kokeel-

lisina harjoitustehtävinä, toivat vaihtelua ja lisää muuhun kirjasta löytyvään materiaaliin, mutta niillä ei voi korvata opetuksen varsinaista kokeellista osuutta.

9.3 Yhteenveto oppikirjojen kokeellisesta osuudesta

Kemisti1-kirjassa kokeellisuus oli vähäistä. Oppilastöiden kokonaismäärä oli vähäinen, mutta avoimia töitä oli riittävästi. Perinteisiä töitä voisi olla enemmän. Työturvallisuuteen ja mittavälineiden käyttöön liittyvät asiat käsiteltiin liian suppeasti. Lisäksi ohjeet työselostusten ja laboratoriopäiväkirjojen tekemiseen puuttuivat kokonaan. Työvälineitä esiteltiin kuitenkin riittävästi.

Kide1-kirjassa kokeellisuus painottuu demonstraatioihin ja piirroksissa esitettyihin kokeisiin. Varsinaisesti se ei kehitä opiskelijoiden kokeellista tekemistä. Oppilastöiden määrä oli liian pieni, kokeellisuuteen olisi kaivattu esimerkiksi liuoksen valmistus ja laimennustyötä sekä avoimia oppilastöitä. Suurena miinuksena kirjassa oli työturvallisuuteen ja mittavälineiden käyttöön liittyvien asioiden puuttuminen. Myös kuvat laboratoriotyöskentelyssä käytettävistä välineistä sekä ohjeet työselostusten ja laboratoriopäiväkirjojen tekemiseen puuttuivat kokonaan.

Mooli1-kirjassa oppilastöiden määrä oli runsas, mutta kirjassa voisi olla enemmän avoimia laboratoriotöitä. Työturvallisuuteen ja mittavälineiden käyttöön liittyvät asiat sekä laboratoriotyöskentelyyn käytettävät välineet esiteltiin melko hyvin. Kirjasta puuttuivat ohjeet työselostusten ja laboratoriopäiväkirjojen tekemiseen.

Neon1-kirjassa kokeellisuus korostui ja oppilastöiden määrä oli riittävä. Työturvallisuusasioita käsiteltiin lähes riittävästi, mutta kirjasta puuttuivat kokonaan ohjeet työselostusten ja laboratoriopäiväkirjojen tekemiseen. Myöskään mittavälineiden käyttöön liittyviä asioita ei selitetty riittävästi.

Reaktio1-kirjassa kokeellisia oppilastöitä oli hiukan liian vähän. Erityisesti avoimia töitä voisi olla enemmän. Kirjan kokeellinen osio oli muuten kattava. Kirjassa kiinnitettiin työturvallisuusasioihin riittävästi huomiota sekä ohjeistettiin työse-

lostuksen ja laboratoriopäiväkirjan tekemiseen. Kirja sisälsi myös tietoa kemian laboratoriossa käytettävien mittavälineiden käytöstä.

10 Yhteenveto ja pohdintaa

Tässä tutkimuksessa tutkimusongelmana oli selvittää, toteutuvatko opetussuunnitelman mukaiset tavoitteet ja sisällöt lukion ensimmäisen kurssin oppikirjoissa. Rakenteellisesti lukiotasoisien kirjan tulisi keskittyä lyhyiden kappaleiden sijasta laajempiin kokonaisuuksiin. Kirjojen rakenne oli kokonaisuuksiin keskittyvä, mutta Kemisti1 kirjassa luvut olivat jaettu hankaliin yhdestä kolmeen oppitunnin mittaisiin kappaleisiin. Ennakkojäsentäjät olivat puutteellisia Kemisti1-, Reaktio1- ja Kide1-kirjoissa. Kirjojen tavoitteet esitettiin vaihtelevasti. Neon1-kirjassa ei kerrottu lainkaan tavoitteita, mutta Mooli1-kirjassa tavoitteet oli kirjattu jokaisen luvun alkuun. Kuitenkin kirjoissa johdateltiin pääosin hyvin tieteenalaan ja sen tutkimusmenetelmiin.

Oppikirjojen sisällöt toteuttivat opetussuunnitelman sisällöt ja tavoitteet muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Ainoastaan Neon1-kirjassa käsiteltiin riittävästi typpiyhdisteitä, joita ei opetussuunnitelman perusteiden⁴ mukaan käsitellä millään toisella kemian kurssilla. Oppilaat saattavat jäädä ylioppilaskirjoituksia ajatellen eriarvoiseen asemaan, jos typpiyhdisteitä ei myöhemmin käsitellä lisää, tai opettaja ei niitä painota enemmän kuin kirjassa. Neon1-kirjassa ei käsitelty lainkaan heikkoja vuorovaikutuksia. Kuitenkin opetussuunnitelman perusteiden⁴ mukaan sidosasioita kuuluvat myös kemian toisen kurssin sisältöihin, joten on mahdollista, että asiat käsitellään kirjasarjassa myöhemmin. Aineen ominaisuuksien ymmärtämisen kannalta heikot vuorovaikutukset kannattaa kuitenkin käsitellä jo kemian ensimmäisellä kurssilla, joten opettajan vastuulle jää korjata Neon1-kirjan puute.

Isomeriaa käsiteltiin vain Reaktio1- ja Kide1-kirjoissa, mutta opetussuunnitelman perusteiden⁴ mukaan isomeria-asiat kuuluvat kemian toiselle kurssille, joten se ei ole kovin suuri puute. Reaktioita käsiteltiin Kide1-kirjassa paljon verrattuna muihin kirjoihin, mutta opetussuunnitelman perusteiden⁴ mukaan kolman-

nella neljännellä ja viidennellä kemian kurssilla käsitellään lisää reaktioita. Mooli1- ja Neon1-kirjat jättivät liukoisuuden käsittelyn vähemmälle, mutta opetus suunnitelman perusteiden⁴ mukaan liukoisuutta käsitellään enemmän viidennellä kemian kurssilla. Kemian pakollisella kurssilla ei kannata käsitellä opetus suunnitelmasta poikkeavia aiheita, koska opiskelijoiden motivaatiotaso ja taitotaso vaihtelevat suuresti ja aikaa jää vähemmän perusasioiden käsittelyyn.

Oppikirjojen tehtäväosiot vaihtelivat kirjoittain. Kide1- ja Kemisti1-kirjoissa harjoitustehtävien määrä oli vähäinen, mutta tehtävät olivat monipuolisia. Näin olen opettaja saattaa joutua etsimään tehtäviä muista lähteistä. Ainoastaan Neon1-kirjassa tehtäviä oli riittävästi ja ne olivat monipuolisia. Reaktio1- ja Mooli1-kirjoissa tehtävien määrä oli hyvä, mutta kokeellisia ja tiedonhankinnan tehtäviä voisi olla enemmän. Nykykouluissa opiskelijat käyttävät tietokonetta päivittäin, joten tiedonhankinnan tehtävät saattavat motivoida helposti opiskelijaa, kun tehtävät tulee tehtyä muun tietokonetyöskentelyn ja harrastusten ohessa.

Useissa kirjoissa kokeellisuus ei painottunut niin kuin opetus suunnitelmassa on selkeästi kirjoitettu. Oppilastöiden määrä oli erittäin vähäinen Kide1- ja Kemisti1-kirjoissa, jolloin opettaja voi joutua etsimään työohjeita toisista kirjoista. Myös työturvallisuutta käsiteltiin näissä kirjoissa liian vähän, mutta esimerkiksi Mooli1- ja Reaktio1-kirjoissa on sen verran laboratoriokäyttämiseen ohjeita, että siitä voisi kurssin aluksi pitää vaikka pienen testin. Neon1-kirjassa kokeellisuus painottui eniten muihin kirjoihin verrattuna.

Yllättävää oli, että lähes kaikissa kirjoissa käsiteltiin lisätieto-osioissa tai leipätekstin yhteydessä asiaa alkoholista ja huumeista. Aineista esitellään rakenteet, ja selitetään mihin yhdisteryhmiin ne kuuluvat. Lisäksi kerrotaan millaisia vaikutuksia ne elimistössä aiheuttavat.

Opettajan näkökulmasta voi olla vaikeaa tietää kirja-analyysiä tehdessä, mistä kirjasta opiskelijat löytävät parhaiten tärkeimmät asiat ja mikä kirja motivoi kemian opiskeluun. Tulevana opettajana voisin kuitenkin opettaa Neon1 kirjasta, mutta nuorena opettajana valitsisin kuitenkin Mooli1- tai Reaktio1-kirjan, koska niissä ei sisällöllisesti ollut juuri puutteita ja asiat selitettiin usein monipuolisesti. Kirjoista löytyi myös kokeellisuutta riittävästi. Kun ei ole varma omista opetus-

menetelmistä, kirjat tuntuivat turvallisilta vaihtoehdoilta. Jokaisella opettajalla on kuitenkin omat mielenkiinnon kohteet ja erilainen tapa opettaa, joten on vain hyvä asia, että markkinoilta löytyy useita erilaisia oppikirjavaihtoehtoja.

11 Kirjallisuusluettelo

1. G. Sanchez ja M.V. Valcarcel, Science teachers' views and practices in planning for teaching, *Journal of research in science teaching* **1999**, 36(4), 493 -513.
2. M. Montonen, Uudistuvan lukion kemian opetussuunnitelma, *Dimensio* **2003**, 67(6), 14 -15.
3. Opetushallitus: Lukion opetussuunnitelman uudistaminen vuosina 2001 - 2005, Opetussuunnitelmaprosessin seurantaraportti 2005:
<http://www.edu.fi/julkaisut/lukioselvitys.pdf> (14.08.07)
4. Opetushallitus, *Nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelmien perusteet 2003*. Helsinki: Opetushallitus, 2003.
5. Matemaattisten aineiden opettajien liitto, MAOL ry.: MAOL -opas koulu-kohtaisen opetussuunnitelmatyön avuksi:
<http://www.maol.fi/fileadmin/users/Documents/OPS-MAOL-opas.doc>,
Pedagoginen valiokunta 2003. (14.08.07)
6. Opetushallitus: Lukion opetussuunnitelma-analyysi 2006:
http://www.edu.fi/julkaisut/lukion_opsanalyysi_2006.pdf (14.8.07)
7. M. Aksela ja R. Juvonen, Kemian opetuksen haasteita, *Dimensio* **2000**, 64(1), 22 -26.
8. Matemaattisten aineiden opettajien liitto MAOL ry.: Lukion opetussuunnitelmakysely 24.4.2007, Yhteenvetoraportti:
http://www.maol.fi/fileadmin/users/Ajankohtaista/lukion_opetussuunnitelmakysely_yhteenvetoraportti_1_24042007.pdf (14.08.07)
9. H. Tabell ja K. Torkkola, *Lukion uusi opetussuunnitelma ja sen vaikutus lukion kemian opetukseen*, pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, Jyväskylä, 1996.

- 10.A. Ahtineva, *Oppikirja – tiedon välittäjä ja opintojen innoittaja? Lukion kemian oppikirjan – Kemian maailma 1 – tiedonkäsitys ja käyttökokeemukset*, Turun yliopiston julkaisuja, väitöskirjatutkielma, Turun yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunta, Turun opettajankoulutuslaitos, Turku, 2000.
- 11.M. Aksela, Opettajat toivovat uusia työtapoja. Orgaanisen kemian kouluopetusta on kehitettävä, *Kemia – Kemi* **2002**, 29(1), 31 -32.
- 12.E. Korkeakoski, *opetussuunnitelma opettajan näkökulmasta peruskoulun ala-asteella*. Tutkimusraportti, Tampereen yliopisto, kasvatustieteen laitos, Tampere, 1990.
- 13.D.E. Alvermann ja K.A. Hinchman, Science teachers' use of text: Three case studies. Kirjassa: C.M. Santa and D.E. Alverman, *Science learning: processes and applications*, International Reading Association, Newark, 1991, ss.86-93.
- 14.P. Suvanto, *Kemian aineenopettajakoulutus ja sen kehittäminen*, pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto, kemian laitos, fysikaalisen kemian osasto, Jyväskylä, 1994.
- 15.O. Utriainen ja P Ojala, Opettaja innostaa oppilaita, *Dimensio* **2001**, 65(5), 14 -16.
- 16.M. Pohjakallio ja H. Vornamo, Kemian uuden oppimis- ja opetuskulttuurin juurtuminen, *Dimensio* **2003**, 67(3), 17 -19.
- 17.L. Laitinen, Aplodeja kemian luokassa. Näin se käy professoreilta Lang ja Showalter, *Kemia – Kemi* **1995**, 22(8), 658 -660.
- 18.M. Aksela ja R. Juvonen, Kemian opetus tänään – tutkimus toi esille kemian opetuksen kehittämistarpeet, *Kemia – Kemi* **2000**, 27(2), 127 -131.

- 19.M. Aksela, LUMA viikot tarjoavat oppimisen iloa ja onnistumisen elämyksiä, *Kemia – Kemi* **2005**, 32(3), 58.
- 20.M. Laurila ja M. Vänskä, Kemian mahdollisuuksia Turussa, *Dimensio* **2006**, 70(4), 39 -41.
- 21.R. Laitinen, Lukion uljas uusi kemianopetus ja siihen liittyvät oppikirjat, *Kemia – Kemi* **1995**, 22(2), 119- 122.
- 22.J. Björkman, Fysiikan ja kemian ryhmäkoot peruskouluissa suurennuslasin alla, *Dimensio* **2007**, 71(2), 10 -11.
- 23.P. Ketolainen, Kokeellinen kotitehtävä, *Dimensio* **2007**, 71(2), 53 -54.
- 24.A. Ahtineva, Oppikirjan analysointi avuksi, *Dimensio* **2001**, 65(2), 16 -21.
- 25.M. Mikkilä, Oppimateriaalin laatu ja osuus opetussuunnitelmien toteuttamisessa sekä opetuksen ja oppimisen suuntautumisessa. Kirjassa: E. Olkinuora, M. Lappalainen ja M. Mikkilä, *Nuorisoiän yleissivistävän opetuksen nykytilan ja tuloksellisuuden arviointia*, Turun yliopisto, Oppimistutkimuksen keskus, julkaisuja 1, Turku, 1992, ss.99 -135.
- 26.M. Mikkilä-Erdmann, E. Olkinuora ja E. Mattila, Muuttuneet käsitykset oppimisesta ja opettamisesta – haaste oppikirjoille, *Kasvatus* **1999**, 30(5), 436 -449.
- 27.S.C. Nurrenberg ja W.R. Robinson, Conceptual question and challenge problems, *Journal of Chemical Education* **1998**, 75(11), 1502 -1503.
28. Journal of Chemical Education: Published by the Division of Chemical Education of the American Chemical Society:
<http://www.jce.divched.org/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/CQIntro.html> (25.7.07)

29. B. Bloom, M. Engelhardt, E. Furst, W. Hill ja D. Grathwohl, *Taxonomy of educational objectives: Handbook 1, Cognitive domain*, McKay, New York, 1956.
30. D.S. Domin, A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence of higher –order cognitive tasks, *Journal of Chemical Education* **1999**, 76(1), 109 -111.
31. M. Holmberg ja E. Kaija, Uusia virikkeitä kemian opetukseen opintoreteltä, *Kemia – Kemi* **1996**, 23(4), 286 -287.
32. J. Lampiselkä, T. Sorjonen, K.-M. Vakkilainen, I. Aroluoma, K. Kanerva, L. Karkela ja R. Mäkelä, *Kemisti 1, ihmisen ja elinympäristön kemia*, WSOY, Porvoo, 2004.
33. I. Kalkku, H. Kalmi ja J. Korvenranta, *Kide 1, Ihmisen ja elinympäristön kemia*, 1.-2. Painos, Otava, Keuruu, 2005.
34. K. Lehtiniemi ja L. Turpeenoja, *Mooli 1, Ihmisen ja elinympäristön kemia*, 1.-4. Painos, Otava, Keuruu, 2006.
35. M. Hannola-Teitto, R. Jokela, M. Leskelä, E. Näsäkkälä, M. Pohjakallio ja M. Rassi, *Neon 1, Ihmisen ja elinympäristön kemia*, Edita, Helsinki, 2004.
36. L. Kaila, P. Meriläinen, P. Ojala, P. Pihko ja K. Salo, *Reaktio 1, ihmisen ja elinympäristön kemia*, 1.-3. Painos, Tammi, Jyväskylä, 2006.