

Kontekstuaalisen oppimisen hyödyntäminen rasvojen kemian  
opetuksessa:

Lähtökohtana nuorten ravitsemuskasvatus

Pro gradu-tutkielma

Erikoistyö

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

Opettajankoulutus

30.3.2012

Reijo Ojanen

## Tiivistelmä

Nuorten ravitsemuskäyttäytymisessä on Suomessa tapahtunut ei-toivottuja muutoksia viimeisten vuosikymmenten aikana. Lisäksi markkinoille on tullut paljon erilaisia dieettiruokavalioita, jotka saattavat aiheuttaa hämmennystä nuorten keskuudessa. Tämän vuoksi ravitsemuskasvatuksen merkitystä kouluissa ei voida aliarvioida. Rasvat ja niiden kemia antaa kemian opettajalle mahdollisuuden panostaa opetuksessaan myös nuorten ravitsemuskasvatukseen. Ravitsemukseen ja ihmisen terveyteen liittyvät aiheet ovat lisäksi useissa tutkimuksissa todettu kiinnostavan oppilaita. Kemian opetusta, jossa kemia liitetään johonkin oppilaita kiinnostavaan konkreettiseen ilmiöön, kutsutaan kontekstuaaliseksi oppimiseksi.

Tämän pro gradu-tutkielman kehittämistutkimuksen tavoitteena oli kehittää rasvojen kemian opetukseen liittyvä opetuspaketti, jossa kemia liitetään terveys- ja ravitsemusteemaan. Opetuspaketti koostuu kahdesta yläkouluun ja kahdesta lukioon suunnatusta opetuskokonaisuudesta, joiden suunnittelussa huomioitiin kontekstuaalisuuden lisäksi myös yhteistoiminnallisen oppimisen peruseräitä. Kehittämistutkimuksen tarveanalyysin ensimmäisessä osassa selvitettiin, miten terveystiedon kasvatusta tulee esille vuoden 2004 valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa. Kemian opettajien näkemyksiä oppiaineiden ja erityisesti terveystiedon integroinnista kemiaan kartoitettiin opettajille suunnatulla kyselyllä tarveanalyysin toisessa osassa.

Tarveanalyysin ja aiempien tutkimustulosten perusteella terveystiedon integroiminen kemiaan ja juuri rasvojen kemian käsittelyn yhteyteen oli perusteltua. Tarveanalyysi osoitti myös, että kontekstuaalisuutta tukevia opetusmateriaaleja on vähän tarjolla, minkä johdosta kontekstuaalisen oppimisen hyödyntämiseen koetaan kemian opetuksessa kuluvan liikaa aikaa ja vaivaa. Tutkimuksen päätuloksena saatiin rasvojen kemian opetuksen tueksi opetusmateriaalia, jossa terveystiedon konteksti ja yhteistoiminnallisuus ovat keskeisessä asemassa. Kehitetyn opetusmateriaalin toivotaan antavan opettajille vinkkejä kontekstuaalisen oppimisen hyödyntämiseen ja sitä kautta tekevän oppimisesta mielekkäämpää ja korkeamman tason ajattelutaitoja kehittävää.

## **Esipuhe**

Tämä pro gradu – tutkielma tehtiin Jyväskylän yliopistossa toukokuun 2011 ja maaliskuun 2012 välisenä aikana. Tutkielman ohjaajina toimivat yliassistentti Jouni Välisaari ja professori Jan Lundell.

Kiitän ohjaajaani Jouni Välisaarta neuvoista ja palautteesta erityisesti työn kirjoitus- ja viimeistelyvaiheissa. Lisäksi haluan kiittää työn toista ohjaajaa professori Jan Lundellia ohjauksesta varsinkin tutkimuksen suunnittelu- ja toteutusvaiheissa.

Lopuksi haluan osoittaa kiitokseni myös kihlatulleni Henna Ala-Porkkuselle, joka jaksoi tukea ja kannustaa minua tuskaisinakin hetkinä.

Jyväskylässä 30.3.2012

Reijo Ojanen

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	i
Esipuhe.....	ii
Sisällysluettelo .....	iii
1 Johdanto .....	1
2 Rasvojen kemiaa .....	3
2.1 Johdatus rasvojen kemiaan.....	3
2.2 Rasvojen rakenne .....	4
2.3 Erilaisia rasvahappoja .....	5
2.3.1 Tyydyttyneet ja tyydyttymättömät rasvahapot.....	6
2.3.2 Omega-rasvahapot.....	7
2.3.3 Trans-rasvahapot .....	7
2.4 Rasvojen kemiallis-fysikaalisia ominaisuuksia.....	8
2.5 Rasvojen kemiallisia reaktioita .....	10
2.5.1 Hapettuminen .....	10
2.5.2 Hydraus .....	12
2.5.3 Jodin additio .....	13
2.5.4 Hydrolyysi.....	13
2.6 Rasvojen teollinen käyttö.....	14
2.6.1 Saippuan valmistus ja käyttö.....	14
2.6.2 Rasvojen käyttö biopolttoaineina.....	16
2.7 Kolesterolin kemiaa .....	16
3 Ravintorasvat ja terveys .....	18
3.1 Rasvojen imeytyminen ja kuljetus .....	18
3.2 Rasvojen tehtävät .....	19
3.3 Rasvojen terveysvaikutukset.....	20

3.4 Vähähiilihydraattinen ruokavalio.....	22
4 Nuorten ravitsemustottumukset .....	23
5 Ravintorasvat kemian opetuksessa.....	26
5.1 Kemiällisen tiedon luonne ja sen rakentuminen .....	26
5.2 Oppilaiden kiinnostus ja motivaatio .....	30
5.2.1 Kiinnostuksen ja motivaation merkitys kemian oppimisessa .....	31
5.2.2 Oppilaiden asenteet ja kiinnostus kemiaa kohtaan.....	32
5.3 Kontekstuaalinen oppiminen.....	34
5.3.1 Kontekstin valitseminen.....	34
5.3.2 Kontekstuaalisen opetuksen etuja .....	35
5.3.3 Kontekstuaalisen opetuksen haasteita .....	37
5.3.4 Kontekstuaalista oppimista tukevat työtavat kemian opetuksessa.....	38
5.4 Yhteistoiminnalliset työtavat .....	40
5.5 Rasvat ja terveystieteiden valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa .....	44
5.5.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet .....	45
5.5.2 Lukion opetussuunnitelman perusteet.....	46
5.6 Terveystieteiden pedagogisia näkökulmia .....	48
6 Kehittämistutkimus .....	51
6.1 Tutkimuskysymykset .....	51
6.2 Kehittämistutkimuksen toteutus.....	51
6.2.1 Tarveanalyysi .....	52
6.2.2 Opetusmateriaalin kehittäminen.....	53
7 Tutkimuksen tulokset ja tulosten analysointi .....	54
7.1 Rasvat ja terveystieteiden kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa .....	54
7.2 Kemian opettajien näkemyksiä .....	55
7.2.1 Kohderyhmä.....	55
7.2.2 Kyselytutkimuksen väittämät -osien tulokset .....	56

7.2.3 Kyselytutkimuksen avoimien kysymysten tulokset.....	60
7.3 Yhteenveto tarveanalyysistä.....	63
7.4 Kehitetty opetusmateriaali .....	64
7.4.1 Opetusmateriaali I. Rasvaratsia.....	65
7.4.2 Opetusmateriaali II. Terveellinen resepti? .....	67
7.4.3 Opetusmateriaali III. Dieetit vaihtoon! .....	68
7.4.4 Opetusmateriaali IV. Rasvakemian tehtäväpaketti .....	70
8 Johtopäätökset ja pohdinta .....	71
9 Kirjallisuus .....	77

## 1 Johdanto

Ravitsemus ja erityisesti ravinnon rasvat ovat olleet näkyvästi mediassa esillä viimeisten vuosien aikana. Kukapa ei olisi nähnyt uutisissa puhuttavan esimerkiksi omega-rasvahapoista, transrasvoista tai rasvoja suosivasta vähähiilihydraattisesta ruokavaliosta. Medialla on vaikutusta myös nuorten ravitsemustottumuksiin ja rasvojen kohdalla mediasta saadut tiedot voivat hämmentää monia nuoria.<sup>1</sup> Suomalaisten koululaisten ravitsemus on tutkimusten mukaan muuttunut 2000-luvulla hieman epäterveellisemmäksi ja varsinkin epäterveellisten välipalojen nauttiminen on lisääntynyt.<sup>2, 3</sup> Lisäksi nuorten lihavuus ja ylipaino ovat lisääntyneet viimeisten vuosikymmenten aikana. Ravitsemuskasvatuksen merkitystä kouluissa ei voida siis liikaa korostaa. Tämän pro gradu-tutkielman lähtökohtana oli luoda opetusmateriaalia rasvojen kemian opetukseen terveellisen ravitsemuksen kontekstissa.

Vuoden 2004 valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa<sup>4, 5</sup> terveystieteiden opetus on merkittävä osa yleisiä opetuksen tavoitteita ja siten myös kemian opetusta. Terveystieteiden opetuksen toteutus kemian opetuksessa vaatii opettajalta ja opetusmateriaalilta hieman erilaisia lähestymistapoja. Erään merkittävimmän ravintoaineen rasvan käsittely terveystieteiden kontekstissa on luonteva tapa liittää terveystieteiden opetusta kemian opetukseen. Tällainen opetus on kontekstuaalista kemian opetusta. Kontekstuaalinen oppiminen perustuu siihen, että tarkasteltava kemian aihe liitetään johonkin oppilaita kiinnostavaan asiisisältöön.<sup>6</sup> Näin saadaan luotua yhteyksiä arkielämän ja kemian välille, joka tutkitusti lisää kemian opetuksen mielekkyyttä. Tässä tutkimuksessa sovellettiin kontekstuaalisen oppimisen lisäksi yhteistoiminnallista oppimista. Yhteistoiminnallisessa oppimisessä oppilaat opiskelevat pienryhmissä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi.<sup>7</sup> Erona perinteiseen ryhmätyöskentelyyn on se, että yhteistoiminnallisuudessa oppilaiden yksilöllinen vastuu ja ryhmän sisäinen riippuvuus korostuvat.

Kehittämistutkimuksessa tarveanalyysin ja aiempien tutkimustulosten pohjalta laadittiin kemian opettajille opetuspaketti rasvojen kemian opettamisen tueksi. Opetuspaketti

koostuu neljästä eri kokonaisuudesta, jossa kaikissa lähestytään rasvojen kemiaa terveysterveys- ja ravitsemuskasvatuksen näkökulmasta. Opetusmateriaaleista puolet on suunnattu perusopetukseen ja toinen puoli lukio-opetukseen. Opetusmateriaalien tarkoituksena on antaa opettajille vinkkejä kemian opetukseen, jossa huomioidaan kontekstuaalisen ja yhteistoiminnallisen oppimisen peruseriaatteita.

Tämän tutkielman teoreettisessa viitekehyksessä lähdetään liikkeelle luonnon rasvojen kemian ja terveysterveysvaikutusten käsittelyllä, jonka jälkeen tarkastellaan nuorten ravitsemustottumuksia. Kemian oppimisen didaktiikkaa käsitellään kemiallisen tiedon luonteeseen ja rakentumiseen, kontekstuaaliseen oppimiseen, yhteistoiminnallisuuteen ja kiinnostuksen merkitykseen liittyvän kirjallisuuden avulla. Teoriaosuuden lopuksi vielä analysoidaan rasvojen ja terveysterveyskasvatuksen esiintyvyyttä opetussuunnitelman perusteissa sekä tarkastellaan terveysterveyskasvatuksen pedagogisia lähtökohtia.



## 2 Rasvojen kemiaa

Tässä luvussa käsitellään rasvojen kemiaa ja tarkastellaan yleisesti rasvojen rakenteita, reaktioita ja niiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Luvussa esitellään myös erilaisia rasvahappoja ja lisäksi tarkastellaan lyhyesti myös rasvojen teollisia käyttömahdollisuuksia. Viimeiseksi tutustutaan hieman erään toisen lipidin, kolesterolin, kemiaan.

### 2.1 Johdatus rasvojen kemiaan

Usein kansankielessä puhutaan lipideistä ja rasvoista ikään kuin ne tarkoittaisivat samaa yhdisteryhmää. Todellisuudessa rasvat muodostavat vain yhden, mutta runsaimman lipidien pääryhmistä.<sup>8, 9</sup> Lipidit itsessään tarkoittavat vain soluissa ja kudoksissa syntyviä aineita, jotka eivät liukene veteen, mutta usein liukenevat orgaanisiin liuottimiin. Poikkeuksena muihin biomolekyyleihin, lipidejä ei määritellä niiden sisältämien funktionaalisten ryhmien perusteella, vaan juuri kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien mukaan. Rasvojen lisäksi lipideihin kuuluvat myös muun muassa vahat, fosfolipidit, glykolipidit, terpeenit ja steroidit. Tässä tutkielmassa näiden muiden lipidien käsittely rajoitetaan koskemaan vain kolesterolia, koska kolesteroli on keskeinen yhdiste myös rasvojen terveysvaikutuksia tutkittaessa.

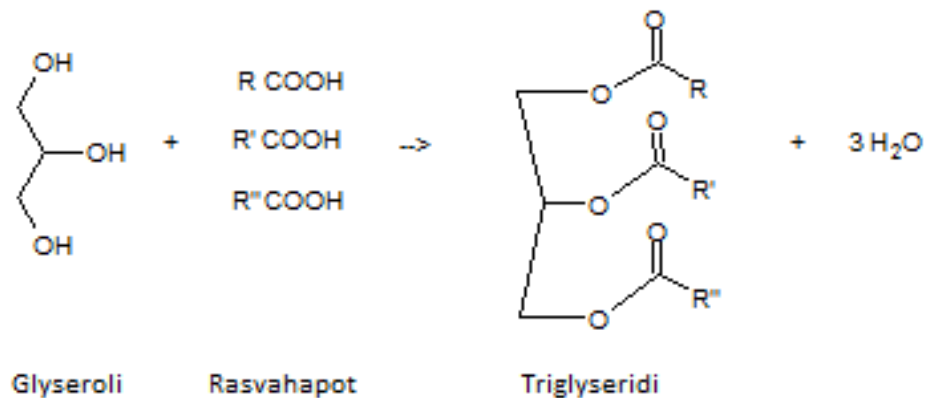
Tässä tutkielmassa perehdytään lähinnä luonnon rasvoihin, sillä kouluissa rasvojen käsittely rajoittuu usein koskemaan pelkästään niitä. Luonnon rasvat toimivat muun muassa tärkeinä ravintoaineina.<sup>10</sup> Elimistö tarvitsee rasvaa energialähteeksi, mutta rasvoilla on merkitystä myös monissa muissa elimistön toiminnoissa. Luonnossa rasvaa esiintyy esimerkiksi kasvien siemenissä ja eläinten kudoksissa. Rasvat ovat kemialliselta rakenteeltaan glyserolin estereitä, jotka muodostuvat, kun glyseroli reagoi rasvahappomolekyylien kanssa.<sup>8, 11</sup>

Rakenteensa vuoksi rasvoja kutsutaankin triviaalisti triglyserideiksi. Rasvojen toiminta elimistössä perustuu lähinnä sen sisältämiin rasvahappoihin glyserolin toimiessa vain

niiden kiinnitysrunkona. Koska glyseroliin voi kiinnittyä kolme erilaista rasvahappomolekyyliä ja rasvahappoja tunnetaan monia, on rasvoja pystyttävä jotenkin luokittelemaan. Rasvat voidaan luokitella muuan muassa tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin riippuen siitä, sisältävätkö niiden rasvahappo-osat hiilten välisiä kaksoissidoksia. Mahdollisten kaksoissidosten ansiosta rasvahappojen kemiallisissa rakenteissa voi esiintyä myös cis-trans isomeriaa, mikä puolestaan muuttaa rasvojen fysiologisia ominaisuuksia. Näiden erilaisten rasvojen rakenteiden tuntemuksella on tärkeä merkitys selitettäessä niiden vaikutuksia elimistössä. Sen vuoksi ne ovatkin tässä tutkielmassa merkittävässä roolissa.

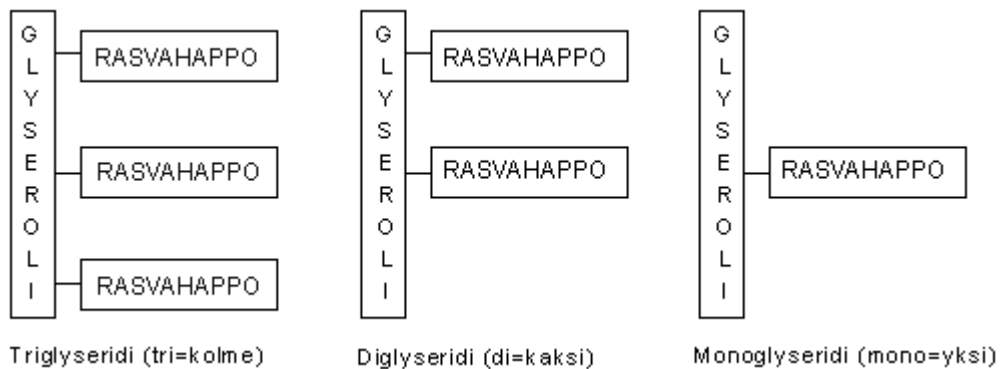
## 2.2 Rasvojen rakenne

Rasvat ovat rakenteeltaan glyserolin ja rasvahappojen estereitä.<sup>8, 11</sup> Esterit valmistetaan yleisesti joko epäorgaanisen tai orgaanisen hapon ja alkoholin välisellä reaktiolla, jossa reaktiotuotteena syntyy esteriä ja vettä. Esteröitymisreaktiossa hapon OH-ryhmä ja alkoholin OH-ryhmän vetyatomi korvautuu happi-sillalla (esterisidoksella). Rasvojen tapauksessa alkoholina toimii glyseroli ja vastaavasti happoina toimivat erilaiset rasvahapot (kuva 1). Glyseroli on trioli eli kolmenarvoinen alkoholi, jossa kaikkiin kolmeen hiiliatomiin on liittynyt yksi hydroksyyli-ryhmä. Rasvahapot puolestaan ovat pitkäketjuisia, haarautumattomia ja parillisen hiilimäärän sisältäviä karboksyylihappoja. Luonnon rasvahappojen hiiliatomien lukumäärä vaihtelee yleensä 12 - 20 välillä. Rasvahappojen rakenteista kerrotaan tarkemmin seuraavassa luvussa.



Kuva 1. Triglyseridien eli rasvojen muodostuminen. R, R' ja R'' ovat eripituisia hiiliketjuja.

Glyserolin ja rasvahappojen muodostamat esterit, joita kutsutaan glyserideiksi, luokitellaan mono-, di- ja triglyserideiksi sen mukaan, kuinka moni glyserolin kolmesta OH-ryhmästä on esteröitynyt (kuva 2).<sup>12, 13</sup> Ravintorasvat ovat pääosin triglyseridejä. Triglyseridit voidaan jakaa vielä joko yksinkertaisiksi (*simple*) tai sekoitetuiksi (*mixed*). Yksinkertaisessa triglyserideissä glyseroliin on liittynyt kolme identtistä rasvahappomolekyyliä ja sekoitetuissa vastaavasti kaksi tai kolme erilaista rasvahappoa.



Kuva 2. Periaatekaavio mono-, di- ja triglyseridien rakenteesta.<sup>12</sup>

### 2.3 Erilaisia rasvahappoja

Rasvahapot ovat rasvojen ja myös joidenkin muiden lipidien rakenneosasia, kuten edellisessä kappaleessa todettiin. Usein rasvahapot muodostavat rasvojen toiminnallisen osan, joten sen rakenteella on vaikutusta varsinaisen rasvan fysiologisiin ominaisuuksiin.<sup>14</sup> Rasvahapot esiintyvät harvoin sellaisenaan luonnossa, mutta luonnonrasvojen osana niitä on löydetty kaikkiaan yli 70 erilaista.<sup>9, 15</sup> Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin rasvahappojen kemiallisiin rakenteisiin, jotka muodostavat tämän tutkielman kokeellisessa osiossa kehitetyn opetuspaketin yhden keskeisimmän aihealueen.

### 2.3.1 Tyydyttyneet ja tyydyttymättömät rasvahapot

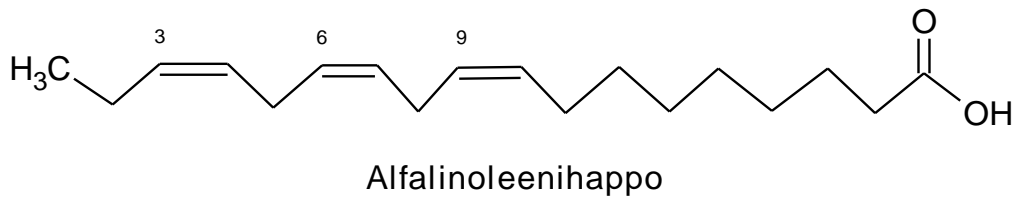
Rasvahapot ovat pitkäketjuisia monokarboxyylihappoja, jotka sisältävät yleensä parillisen määrän hiiliatomeja.<sup>8, 11</sup> Tavallisesti hiiliatomeja on 12 – 20 kappaletta, mutta myös joitakin lyhyempiä karboxyylihappoja luetaan kuuluvaksi rasvahappoihin, kuten esimerkiksi voi happo. Hiiliatomien välillä olevien kaksoissidosten perusteella rasvahapot jaetaan kolmeen ryhmään: tyydyttyneet (*saturated*), kertatyydyttymättömät (*monounsaturated*) ja monitydyttymättömät (*polyunsaturated*). Tyydyttyneissä rasvahapoissa hiiliatomien välillä on vain yksinkertaisia sidoksia, kertatyydyttymättömissä on yksi kaksoissidos ja monitydyttymättömissä on puolestaan kaksi tai useampia kaksoissidoksia. Seuraavassa taulukossa kuvataan yleisimpiä triglyserideissä esiintyviä rasvahappoja. Rasvahapoista käytetään yleisesti hyväksytyjä triviaalinimiä, jotka on myös esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yleisimpiä triglyserideissä esiintyviä rasvahappoja.

Nimi	Hiiliatomien lukumäärä	C=C lukumäärä	Rakennekaava
<b>Tyydyttyneet rasvahapot</b>			
lauriinihappo	12	0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH
myristiinihappo	14	0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH
palmitiinihappo	16	0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
steariinihappo	18	0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH
arakidiinihappo	20	0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH
<b>Tyydyttymättömät rasvahapot</b>			
palmitoleiinihappo	16	1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
oleiinihappo	18	1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
linolihappo	18	2	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub>
linoleeni happo	18	3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
arakidonihappo	20	4	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>

### 2.3.2 Omega-rasvahapot

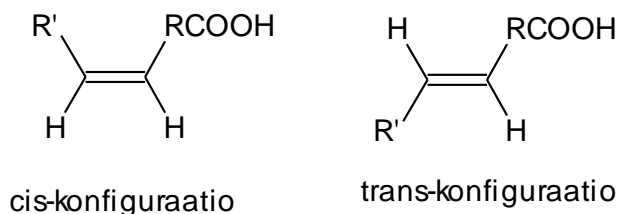
Monitydyttymättömät rasvahapot voidaan ryhmitellä vielä kaksoissidoksen sijainnin perusteella. Tätä ryhmittelyä kutsutaan omega-numeroinniksi.<sup>14, 16</sup> Numero kertoo sen, missä kohdassa loppupäästä lukien rasvahapon hiiliketjua ensimmäinen kaksoissidos sijaitsee. Yleisimmin käytettyjä nimityksiä ovat omega-3- ja omega-6-rasvahapot. Esimerkiksi omega-3-rasvahapoissa ensimmäinen hiiliatomien välinen kaksoissidos muodostuu kolmannelta hiiliatomista (kuva 3). Omega-3-rasvahappoihin kuuluvat alfa-linoleenihappo (ALA), dokosaheksaeenihappo (DHA) ja eikosapentaeenihappo (EPA). Omega-6-rasvahapoista yleisin on jo taulukossa 1 esitetty linolihappo. Omega-rasvahapoilla on merkittäviä terveysvaikutuksia ja osa omega-rasvahapoista kuuluu myös ihmiselle välttämättömiin rasvahappoihin.<sup>17</sup> Rasvahappojen terveysvaikutuksista kerrotaan lisää omassa luvussa.



Kuva 3. Esimerkki omega-3-rasvahapon rakenteesta.

### 2.3.3 Trans-rasvahapot

Tyydyttymättömät rasvahapot sisältävät siis ainakin yhden kaksoissidoksen hiiliketjussaan. Tämän takia tyydyttymättömillä rasvahapoilla esiintyykin alkeeneille tyypillistä cis-trans-isomeriaa.<sup>13</sup> Luonnon rasvahapoilla on yleensä kaikilla cis-konfiguraatio, mikä tarkoittaa, että sen hiili-hiili-kaksoissidoksissa kiinnittyneenä olevat muut atomit tai atomiryhmät kuin vety, ovat kaksoissidokseen nähden samalla puolella (kuva 4). Trans-rasvahapoissa muut atomiryhmät ovat eri puolella hiilten välistä kaksoissidosta. Trans-rasvahappoja voi syntyä tyydyttymättömistä rasvahapoista niiden kuumentamisen ja teollisen kovettamisen, hydrauksen yhteydessä. Lisäksi pieniä määriä trans-isomeereja syntyy märehitijöiden pötsissä bakteeritoiminnan vaikutuksesta.<sup>14</sup>



Kuva 4. Rasvahappojen stereokemiaa.

## 2.4 Rasvojen kemiallis-fysikaalisia ominaisuuksia

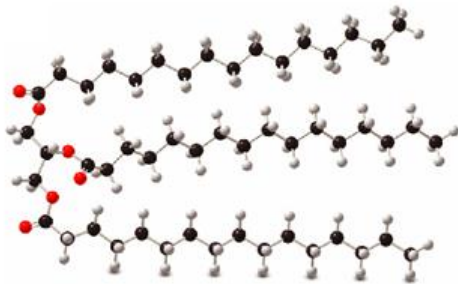
Rasvojen opetus keskittyy yläkoulussa ja lukiossa lähinnä niiden rakenteiden ja ominaisuuksien tarkasteluun.<sup>4, 5</sup> Jotta oppilaat pystyvät kriittisesti pohtimaan rasvojen terveysvaikutuksia, on oppilaille muodostuttava selkeä käsitys rasvojen kemiallis-fysikaalisista ominaisuuksista. Tässä luvussa tarkastellaan rasvojen tärkeimpiä ominaisuuksia.

Eräs rasvojen tärkeimmistä ominaisuuksista on niiden liukoisuus orgaanisiin liuottimiin, mutta liukenemattomuus veteen.<sup>8, 11</sup> Veteen liukenemattomuus perustuu rasvojen molekyyliarakenteeseen ja rasvojen sisältämien sidosten poolisuuteen. Rasvat ovat yhdisteitä, jotka sisältävät sekä poolisen että poolittoman osan. Rasvan pitkä hiiliketju on sen pooliton osa. Molekyylin poolista osaa kutsutaan myös sen hydrofiiliseksi eli vesiliukoiseksi osaksi ja vastaavasti poolitonta osaa sen hydrofobiseksi osaksi. Rasva ei kuitenkaan liukene veteen, koska sen pooliton hiiliketju on niin pitkä. Ison molekyylin on sisällettävä useita poolisia kovalenttisia sidoksia, jotta se olisi kokonaisuudessaan poolinen. Sen sijaan rasva liukenee poolittomiin orgaanisiin liuottimiin, kuten eetteriin ja bensiiniin. Yleinen sääntöhän on, että poolinen liuottaa poolista ja pooliton poolitonta.

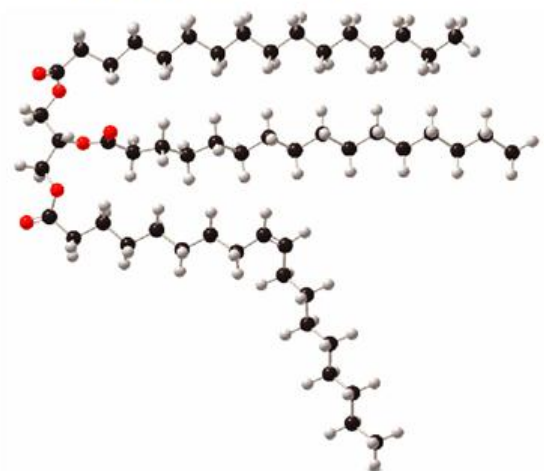
Rasvojen toinen tärkeä ominaisuus, varsinkin biologian kannalta, on eri rasvojen erilaiset sulamislämpötilat.<sup>8, 9, 13</sup> Tämän ominaisuuden perusteella rasvat usein eritellään rasvoihin ja öljyihin. Rasvoilla on korkeammat sulamispisteet ja ne ovat

huoneenlämmössä usein kiinteässä muodossa. Öljyillä on matalammat sulamispisteet ja ne ovatkin huoneenlämmössä nesteitä. Eroavaisuudet rasvojen sulamispisteissä riippuvat niiden tyydyttymättömyysasteista. Mitä enemmän rasvan hiiliketjussa on kaksoissidoksia, sitä alhaisempi on sen sulamispiste. Tyydyttyneissä rasvoissa, joissa hiiliketjuissa ei ole kaksoissidoksia, sijaitsee kolme sivuketjua toisiinsa nähden rinnakkain (kuva 5). Koska käsitteet tyydyttyneet ja tyydyttymättömät rasvat aiheuttavat helposti sekaannusta, on otettu myös käyttöön käsitteet kovat ja pehmeät rasvat. Kovat rasvat sisältävät paljon tyydyttyneitä ja pehmeät rasvat puolestaan paljon tyydyttymättömiä rasvahappoja. Tyydyttyneiden rasvojen rakenne tekee mahdolliseksi kyseisten molekyylien pakkautumisen tiiviiksi kiderakenteeksi, joka johtaa niiden korkeaan sulamispisteeseen. Vastaavasti tyydyttymättömissä cis-konfiguraatioisissa rasvoissa kaksoissidos saa molekyylin kiertymään, jolloin molekyyli ei ole enää niin kompakti (kuva 6). Nämä kierteet rasvojen rakenteissa tekevät rasvojen pakkautumisesta vaikeampaa ja johtavat alhaisempaan sulamispisteeseen. Koska rasvahapot ovat triglyseridien rakenneosasia, määräytyvät niiden rakenteen mukaan myös triglyseridien sulamispisteet. Esimerkkeinä voidaan mainita steariinihapon sulamispiste, joka on 70 °C ja linolihappo, jonka sulamispiste on – 5 °C.

Tyydyttynyt triglyseridi



Tyydyttymätön triglyseridi



Kuva 5. Triglyseridien kolmiulotteisia rakenteita.<sup>8</sup>

Rasvoilla on muutamia melko yllättäviä ominaisuuksia, jotka voivat herättää kummastusta myös oppilaiden keskuudessa. Toisin kuin voisi kuvitella, puhtaat rasvat ja öljyt ovat värittömiä, hajuttomia ja mauttomia.<sup>15</sup> Rasvoille tyypillisesti kuvitellut värit, hajut ja maut johtuvat niihin liuenneista muista aineista. Esimerkiksi voin keltainen väri johtuu siinä olevasta väriaineesta, karoteenista. Voin maun puolestaan aiheuttavat aromiaineet diasetyyli ja 3-hydroksi-2-butanoni, jotka syntyvät bakteeritoiminnan vaikutuksesta hapettumisen yhteydessä. Näiden jo mainittujen ominaisuuksien lisäksi rasvat ja öljyt ovat kevyempiä kuin vesi; niiden tiheydet ovat noin  $0,8 \text{ g/cm}^3$ . Rasvat ovat myös huonoja lämmön- ja sähkönjohteita ja sen vuoksi ne ovatkin hyviä ihmiskehon eristeitä hidastaen lämmön karkaamista ihon kautta.

## 2.5 Rasvojen kemiallisia reaktioita

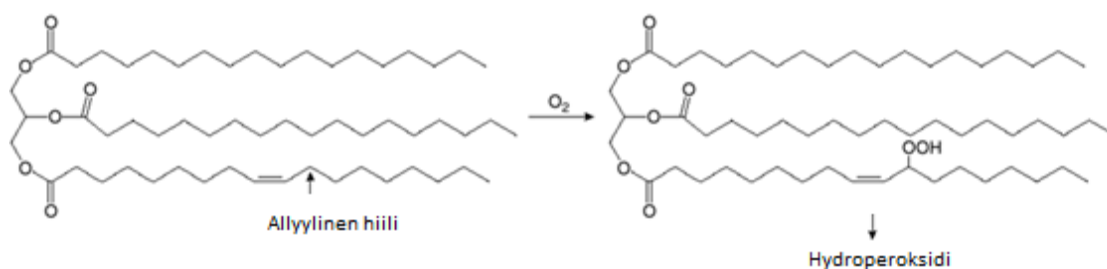
Rasvojen kemialliset reaktiot liittyvät suurimmalta osalta siihen, että ne ovat estereitä ja niiden rakenteessa on hiilten välisiä kaksoissidoksia. Tässä luvussa esitellään rasvojen merkittävimmät reaktiot, kuten hapettuminen, hydraus, hydrolyysi ja additioreaktio jodin kanssa. Nämä kyseiset rasvojen reaktiot ovat myös esillä kehittyssä opetuspaketissa, joten niiden tarkempi käsittely on tässä kohtaa tarpeen. Rasvojen kovettamisen eli hydrauksen ja jodin additioreaktion avulla voidaan hyvin havainnollistaa oppilaille rasvojen hiiliketjujen sisältämien kaksoissidosten määrää. Tässä tutkielmassa päädyttiin käsittelemään juuri näitä reaktioita, koska niillä kaikilla on yhteys rasvojen terveysvaikutuksiin ja erilaisten elintarvikkeiden terveellisyyden analysointiin.

### 2.5.1 Hapettuminen

Orgaanisissa yhdisteissä hapettuminen tarkoittaa yleensä niissä olevien vetyatomien vähenemistä tai hapen lisääntymistä.<sup>8, 11</sup> Rasvojen tapauksessa hapettuminen on tärkeää erityisesti niiden säilytyksen ja säilyvyyden kannalta, koska huoneenlämpötilassa rasvat hapettuvat ilman hapen vaikutuksesta. Hapettumisella on myös suuri rooli myös rasvojen metaboliassa ja energiantuotannossa.



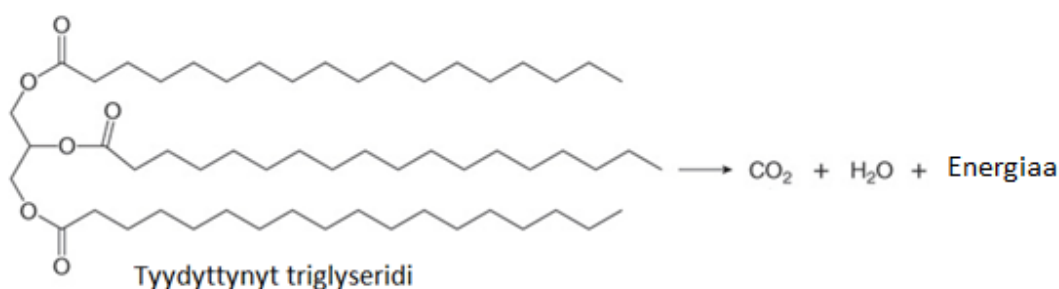
Tyydyttymättömät rasvat ovat alttiimpia hapettumaan, koska niiden hiiliketjuissa on kaksoissidoksia ja siten myös allyylisiä hiiliatomeja.<sup>8, 15</sup> Allyyliset hiiliatomit sijaitsevat kaksoissitoutuneiden hiiliatomien vieressä. Koska allyyliset hiili-vety sidokset ovat heikompia kuin muut hiili-vety sidokset, ovat ne alttiimpia hapettumiselle. Hapettumisessa muodostuu allyyliradikaali, joka reagoi uuden happimolekyylin kanssa. Hapettumisen seurauksena syntyy hydroperoksiedeja (kuva 6), jotka tosin ovat epästabiileja ja hajoavatkin aina muiksi tuotteiksi, esimerkiksi aldehydeiksi ja ketoneiksi. Nämä hapettumistuotteet ovat usein epämiellyttävän hajuisia ja makuisia. Tämän takia rasvojen hapettumista kutsutaankin usein pilaantumiseksi eli härskiintymiseksi. Tyydyttyneet rasvat, jotka eivät sisällä kaksoissidoksia, eivätkä siten allyylisiä hiiliatomeja, eivät hapetu niin helposti. Tämän takia rasvapitoiset tuotteet, jotka sisältävät runsaasti tyydyttyneitä rasvoja, säilyvät pidempään. Rasvojen härskiintymiseen vaikuttaa myös rasvojen hydrolyysireaktio, johon palataan jäljempänä.



Kuva 6. Tyydyttymättömien rasvojen hapettuminen.<sup>8</sup>

Rasvojen säilyvyyteen vaikuttavat tyydyttyneisyyden lisäksi myös tuotteiden sisältämät antioksidantit.<sup>8</sup> Antioksidantit ovat yhdisteitä, jotka pysäyttävät hapettumisen. E-vitamiini on esimerkki luonnossa esiintyvästä antioksidantista. BHT eli butyloitu hydroksitolueeni on puolestaan synteettisesti valmistettu antioksidantti, jota käytetään paljon elintarvikkeiden säilöntäaineena. Antioksidanttien vaikutus perustuu siihen, että ne sieppaavat rasvojen hapettumisen yhteydessä syntyvän allyyliradikaalin fenoliryhmiensä avulla ja estävät näin hapettumisreaktion etenemistä.

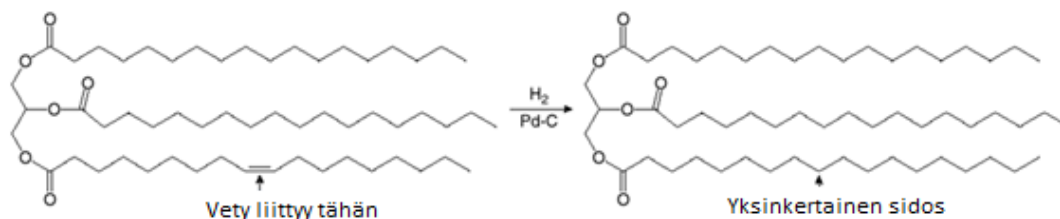
Soluissa rasvojen pääasiallisin tehtävä on toimia energiavarastoina.<sup>8, 14</sup> Täydellinen rasvojen metabolia tuottaa hiilidioksidia, vettä ja energiaa (kuva 7). Rasvojen metaboliaa elimistössä voi verrata vaikkapa alkaanien palamiseen. Rasvojen metabolia on ikään kuin rasvojen täydellistä palamista. Rasvojen täydellinen metabolia tapahtuu kuitenkin elimistössä useassa eri vaiheessa, joista ensimmäinen vaihe on hydrolyysi, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.5.4.



Kuva 7. Rasvan täydellinen metabolia.<sup>8</sup>

### 2.5.2 Hydraus

Hydraus eli vedyn liittäminen rasvoihin on toinen tärkeä rasvojen reaktio.<sup>8, 11</sup> Reaktiossa tyydyttymätön rasva reagoi vedyn kanssa, jonka seurauksena yksi tai useampi sen hiiliketjun kaksoissidoksista muuttuu yksinkertaisiksi sidoksiksi (kuva 8). Reaktiossa tarvitaan usein katalyyttiä reaktion käynnistämiseksi ja nopeuttamiseksi. Katalyytteinä voivat toimia esimerkiksi palladium, platina tai nikkeli. Hydrauksen yhteydessä rasvan tyydyttymättömyysaste pienenee, joten sen sulamispiste kohoaa ja rasva kovettuu. Tämän takia hydrausta sanotaan myös rasvojen kovettamiseksi. Vedyn liittäminen rasvojen kaksoissidoksiin vähentää myös allyylisten hiilten määrää, joten hydraus parantaa myös rasvojen säilyvyyttä eli hidastaa rasvan hapettumista. Rasvojen kovettamista käytetään teollisesti hyödyksi muun muassa margariinien valmistuksessa.



Kuva 8. Tyydyttymättömän triglyseridin hydraus.<sup>8</sup>

### 2.5.3 Jodin additio

Rasvojen tyydyttymättömyyden mittana käytetään jodilukua.<sup>11</sup> Jodiluku kertoo, kuinka monta grammaa jodia 100 g rasvaa kuluttaa. Jodiluvun määrittäminen perustuu jodin additioreaktioon, joka tehdään kloroformi- tai dikloorimetaaniliuoksessa. Jodin additioreaktiossa rasvojen hiiliketjujen kaksoissidokset purkautuvat ja jodi kiinnittyy purkautuneen sidoksen hiiliatomeihin.

### 2.5.4 Hydrolyysi

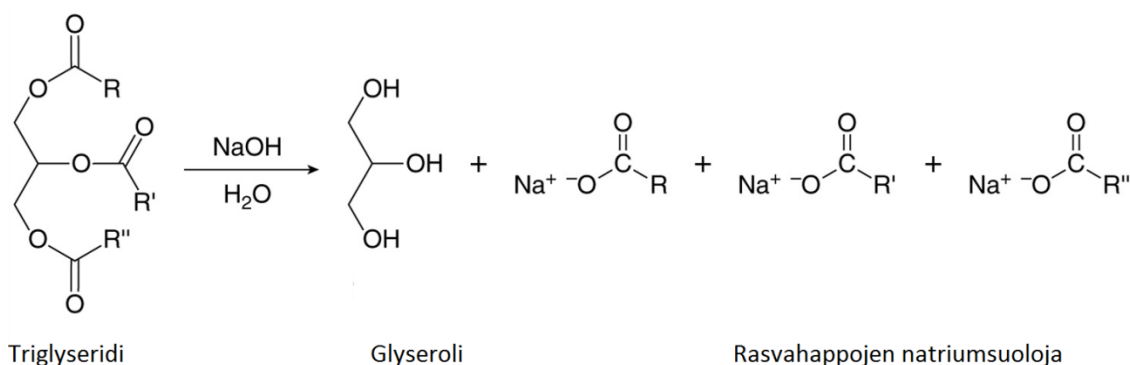
Hydrolyysireaktiossa rasva hajoaa takaisin lähtöaineikseen, glyseroliksi ja kolmeksi rasvahapoksi.<sup>8, 13</sup> Hydrolyysissä rasvaan liitetään vettä happamissa tai emäksisissä olosuhteissa. Soluissa vastaava reaktio tapahtuu lipaasi-nimisten entsyymien ansiosta. Hydrolyysi on rasvojen metabolian ensimmäinen vaihe, jonka jälkeen muodostuneet rasvahapot hapettuvat lopulta hiilidioksidiksi ja vedeksi tuottaen energiaa. Emäksistä hydrolyysia käytetään hyödyksi esimerkiksi saippuan valmistuksessa ja kosmetiikkateollisuudessa. Myös rasvojen härskiintyessä tapahtuu hapettumisen lisäksi hydrolyysireaktioita. Osa epämiellyttävistä hajuista johtuu vapautuneista rasvahapoista, esimerkiksi voin härskiintyessä syntyy voihappoa.

## 2.6 Rasvojen teollinen käyttö

Tässä tutkielmassa rasvojen opettamisen kontekstiksi on valittu ravitsemus- ja terveysteema. Rasvojen käsittelyyn kouluissa voidaan valita myös muita konteksteja. Rasvoja ja rasvahappoja käytetään elintarviketeollisuuden lisäksi hyödyksi myös muilla teollisuuden aloilla. Kosmetiikkateollisuus ja erityisesti saippuoiden valmistajat käyttävät rasvoja lähtöaineinaan.<sup>18</sup> Toinen merkittävä ja ajankohtainen käyttökohde rasvoilla on rasvojen ja erityisesti kasviöljyjen käyttö biopolttoaineina.<sup>19</sup> Muita rasvojen käyttökohteita ovat muuan muassa voitelu- ja lääkeaineteollisuus sekä muoviteollisuus, jossa rasvoja käytetään valmistusprosesseissa apuaineina. Riippuen oppilaiden mielenkiinnon kohteista voidaan rasvoja käsitellä myös lähtien liikkeelle joistakin edellä mainituista rasvojen teollisista käyttömahdollisuuksista. Tässä luvussa keskitytään saippuan ja biopolttoaineiden valmistuksen kemiaan hieman tarkemmin.

### 2.6.1 Saippuan valmistus ja käyttö

Saippuaa voidaan valmistaa rasvojen emäksistä hydrolyysireaktiota apuna käyttäen.<sup>8, 18</sup> Emäksenä käytetään usein natriumhydroksidia ja rasvoina käytetään eläinrasvoja, kasvirasvoja tai kasviöljyjä. Rasvan valinta vaikuttaa oleellisesti saippuan kovuuteen ja koostumukseen. Saippuan valmistuksessa triglyseridi eli rasva hajoaa ensin glyseroliksi ja rasvahapoiksi. Rasvahapot reagoivat emäksenä käytetyn natriumhydroksidin natriumin kanssa muodostaen rasvahappojen natriumsuolojen seoksen eli saippuan (kuva 10). Kiinteä saippua on rasvahappojen natriumsuoloja ja nestemäiset saippuat kaliumsuoloja. Kaliumsuoloja saa vastaavalla reaktiolla käyttäen emäksenä vain kaliumhydroksidia.<sup>11</sup>



Kuva 10. Triglyseridien saippuoitusreaktio.<sup>8</sup>

Saippuaa valmistetaan kolmella eri menetelmällä, joista kylmä- ja keittomenetelmässä valmistus perustuu edellä kuvattuun reaktioon.<sup>18</sup> Ennen saippuaa valmistettiin teollisestikin näillä menetelmillä, mutta nykyisin käytetään ns. jatkuvaa tuotantoprosessia. Siinä rasva hydrolysoidaan happamissa olosuhteissa ensin glyseroliksi ja rasvahapoiksi, jonka jälkeen rasvahapot neutraloidaan vielä natriumkarbonaatilla. Näin saadaan saippuamassaa, joka kuivataan ja puristetaan rakeiksi. Nämä saippuarakeet tai hiutaleet lähetään saippuatehtaille, jotka muokkaavat niistä erilaisia saippuota kuluttajien käyttöön.

Saippuan pesuteho perustuu siihen, että se on pinta-aktiivinen aine eli tensidi.<sup>8, 11</sup> Pinta-aktiivisiksi aineiksi luokitellaan aineet, jotka alentavat veden pintajännitystä. Saippua alentaa veden pintajännitystä, koska sen rakenteessa on sekä hydrofiilinen että lipofiilinen pää. Ioniosa on sen hydrofiilinen pää ja hiiliketju lipofiilinen pää. Lipofiilisella päällä tarkoitetaan molekyylin poolitonta osaa. Rakenteensa vuoksi saippuamolekyylit asettuu veden pinnalle niin, että sen ioniosa suuntautuu veteen ja hiilivetyosa ylöspäin. Kun tällaisia molekyyliä asettuu veden pinnalle riittävästi, veden pintajännitys alenee. Saippuamolekyylien ja rasvatahrin kohdatessa, saippuamolekyylit ympäröivät tahrin siten, että sen hiilivetyosat suuntautuvat rasvatahraan päin. Tällä tavalla muodostuneita kolloidipallosia kutsutaan miselleiksi. Näiden misellipallosten avulla veteen liukenematon rasvatahra emulgoituu pesuveteen ja pesu tuottaa halutun tuloksen.

### 2.6.2 Rasvojen käyttö biopolttoaineina

Biopolttoaineet ovat uusiutuvia energialähteitä, joiden valmistuksen raaka-aineina voidaan käyttää sokereita, kasviöljyjä, eläinrasvoja ja biokaasun tapauksessa orgaanisen aineen hajoamistuotteita.<sup>20</sup> Näistä valmistettuja polttoaineita ovat bioetanoli, biokaasu ja biodiesel. Biodieselin raaka-aineena käytetään nimenomaan kasviöljyjä ja eläinrasvoja.<sup>19</sup> Biodieseliä voidaan valmistaa yli 350 öljykasvin öljystä tai lähes mistä tahansa rasvasta. Maailmanlaajuisesti merkittävimpiä kasviöljyjä ovat soija-, auringonkukka- ja palmuöljy. Suomalaisittain tärkeimmät ovat rypsi- ja rapsiöljy.

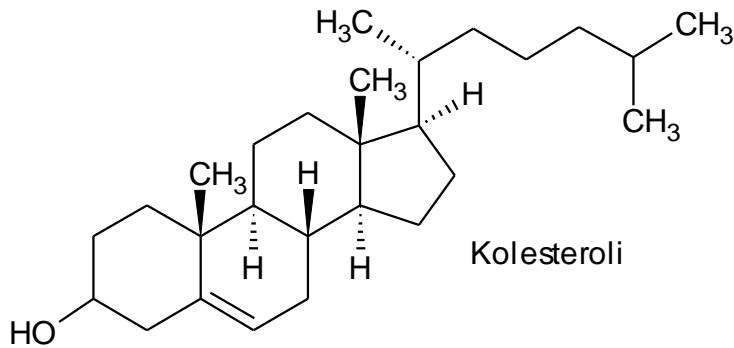
Biodieselillä tarkoitetaan kasviöljyistä valmistettavaa rasvahapon metyyli- tai etyyliesteriä.<sup>19</sup> Rasvahapon metyyliesteri valmistetaan rasvoista ns. vaihtoesteröinnillä. Vaihtoesteröinnissä rasva reagoi metanolin kanssa ja syntyy rasvahapon metyyliesteri ja vapautuu glyserolia. Reaktion nopeuttamiseksi käytetään usein myös emäs- tai happokatalyyttiä. Vaihtoesteröinnin tarkoituksena on alentaa polttoaineen viskositeettia, sillä isolla haaroittuneella rasvamolekyylillä se on huomattavasti suurempi kuin pienellä suoraketjuisella rasvahapon metyyliesterillä. Viskositeetti lisää polttoaineen syöttöominaisuuksia. Tulevaisuudessa juuri biodieselin käytön kasvu voisi olla ratkaisu fossiilisten polttoaineiden ehtymiselle.

## 2.7 Kolesterolin kemiaa

Tähän mennessä on käsitelty lähinnä triglyseridejä eli ns. varsinaisia rasvoja. Niin kuin luvussa 2.1 mainittiin, lipideihin kuuluu myös monia muita biomolekyylejä. Näistä molekyyleistä erityisesti kolesterolilla on terveyden näkökulmasta suuri merkitys. Luonnon rasvojen lisäksi myös kolesterolia on syytä ottaa esille rasvoja opetettaessa, sillä kolesterolia on avain luonnon rasvojen terveysvaikutusten arvioimiseen. Tämä luku keskittyy tarkemmin kolesterolin kemiaan.

Kolesterolia kuuluu lipidiryhmään nimeltä steroidit.<sup>16, 21</sup> Steroidit luokitellaan rasvan kaltaisiksi yhdisteiksi, sillä niiden rakenne on aivan erilainen triglyserideihin verrattuna.

Steroidit koostuvat kolmesta kuusihiilisestä renkaasta ja yhdestä viisihiilisestä renkaasta liittyneenä yhteen. Steroideja on monenlaisia, sillä edellä mainittuun runkoon voi liittyä monia erilaisia hiilivetyketjuja ja molekyyliiryhmiä. Kolesterolissa runkoon on liittynyt yksi hydroksyyliiryhmä, kaksi metyyliiryhmää ja yksi kahdeksan hiiltä sisältävä haaroittunut hiiliketju. Lisäksi kolesterolissa yhdessä kuusihiilisen renkaassa on hiili-hiili kaksoissidos (kuva 12). Muita steroideja ovat muun muassa eräät sukupuolihormonit ja dopingaineina tunnetut anaboliset steroidit.



Kuva 12. Kolesterolin rakennekaava.

Kolesteroli on elämän kannalta välttämätön aine, sillä se on solukalvojen tärkeä ainesosa ja lisäksi se toimii lähtöaineena muiden elimistölle tarpeellisten steroidien syntetisoinnissa.<sup>14</sup> Kolesterolissa on vain yksi poolinen hydroksyyliiryhmä isossa hiilirungossa, joten se on veteen liukenematon yhdiste.<sup>16</sup> Vaikka kolesteroli on ihmiselle välttämätön, liialla kolesterolilla on osoitettu olevan myös haitallisia terveysvaikutuksia ja yhteyksiä sepelvaltimotautiin. Terveysvaikutuksista kerrotaan lisää omassa luvussaan.

### 3 Ravintorasvat ja terveys

Ruoka sisältää paljon erilaisia rasvoja, joiden vaikutukset elimistössä ja elimistön toiminnassa eroavat toisistaan. Rasvojen terveysvaikutusten ymmärtäminen vaatii rasvojen rakenteellisten tietojen lisäksi rasvojen aineenvaihduntaan ja sen tehtäviin liittyvää tietoutta. Jotta rasvojen kemiaa pystytään sujuvasti opettamaan terveys- ja ravitsemuskontekstissa, on opettajan hyvä olla tietoinen myös siitä, miten rasvat imeytyvät elimistöön ja mitkä ovat rasvojen tärkeimpiä tehtäviä ihmisen elimistössä. Tämä luku painottuu juuri näiden edellä mainittujen asioiden tarkasteluun. Rasvojen terveysvaikutuksia käsitellään esittelemällä erilaisten rasvojen etuja ja haittoja. Lisäksi tässä luvussa esitellään ruokavaliomme yleisiä ravintorasvasuosituksia ja tutustutaan myös ajankohtaiseen rasvoja suosivaan VHH - ruokavaliioon eli karppaamiseen. Karppaaminen liitetään tutkielmaan, koska se esiintyy tällä hetkellä erittäin paljon mediassa, jonka johdosta se herättää varmasti oppilaiden keskuudessa kysymyksiä ja keskustelua.

#### 3.1 Rasvojen imeytyminen ja kuljetus

Kuten jo aiemmin on tullut esille, rasvat eivät ole vesiliukoisia ja ennen kuin ne voivat imeytyä elimistöön, ne on saatava jollakin tavalla vesiliukoiseen muotoon. Imeytymisen ensimmäisessä vaiheessa rasvamolekyylit pilkkoutuvat vapaiksi rasvahapoiksi, monoglyserideiksi ja glyseroliksi.<sup>12, 17, 21</sup> Pilkkoutuminen tapahtuu haimaentsyymien eli lipaasin ja maksan tuottaman sapen avulla. Lipaasia erittyy jo syljestä, mutta se aktivoituu vasta tarpeeksi happamissa olosuhteissa eli mahalaukussa. Rasvat eivät kuitenkaan hajoa vielä mahalaukussa, vaan pääasiallisin hajotus tapahtuu ohutsuolen alkuosassa. Mahalaukun tehtävänä on estää rasvojen liian nopea siirtyminen ohutsuoleen, jotta ne ehtivät tehokkaasti pilkkoutua siellä. Ohutsuolessa suuret rasvapisarat pienenevät sappinesteiden vaikutuksesta, jolloin haimaentsyymien vaikutuspinta-ala suurenee. Tämän ansiosta rasvojen pilkkoutuminen nopeutuu. Sappinesteitä tarvitaan myös hajoamistuotteina syntyvien monoglyseridien ja pitkäketjuisten rasvahappojen muuttamisessa vesiliukoisiksi. Nämä rasvaliukoiset hajoamistuotteet muodostavat sappinesteiden kanssa molekyylिकासumia eli misellejä. Misellien avulla kyseiset hajoamistuotteet pystyvät imeytymään suolen seinämiin. Sen



sijaan lyhytketjuiset rasvahapot ja glyseroli imeytyvät vesiliukoisina suoraan, ilman misellien muodostumista, soluseinämiin.

Rasvahappojen ohutsuolen soluihin imeytymisen jälkeen niistä muodostuu uudelleen triglyseridejä.<sup>12</sup> Jotta rasvat pystyvät kulkemaan verenkierrossa, ne pakkautuvat proteiinikuljettajiin eli lipoproteiineihin. Lipoproteiineja ovat kylomikronit, VLDL- (*very low density lipoprotein*), LDL- (*low density lipoprotein*) ja HDL-lipoproteiinit (*high density lipoprotein*). Kylomikronit kuljettavat rasvat verenkiertoon, josta rasvat siirtyvät edelleen lihas- ja rasvakudoksiin tai maksaan. Maksassa muodostuneet rasvat ja kolesteroli puolestaan pakkautuvat VLDL-lipoproteiineihin, jotka kuljettavat ne maksan ulkopuolisiin kudoksiin. Maksassa olevat rasvat ja kolesteroli ovat muodostuneet lähinnä ylimääräisistä energialähteistä, kuten hiilihydraateista ja proteiineista. LDL-lipoproteiinit kuljettavat kolesterolia maksan ulkopuolisiin kudoksiin ja HDL-lipoproteiinit vastaavasti kuljettaa ylimääräisen kolesterolin maksaan päin eritettäväksi. Ruokavalion rasvat vaikuttavat LDL- ja HDL-lipoproteiinien määriin, joten niillä on suuri merkitys kolesterolin imeytymiseen ja sitä kautta ihmisen terveydelle. Terveysvaikutuksista kerrotaan lisää omassa kappaleessaan. Normaalisti ravinnon rasvoista imeytyy noin 95 %.

### 3.2 Rasvojen tehtävät

Rasvojen pääasiallisin tehtävä on toimia ihmisen energialähteenä ja energiavarastona.<sup>14</sup>  
<sup>17</sup> Rasvat sisältävät energiaa yli kaksinkertaisen määrän muihin ravintoaineisiin nähden. Grammasta rasvaa vapautuu 38 kJ energiaa. Ruuan ylimääräisestä energiasta suurin osa varastoituu rasvakudokseksi ns. energiavarastoksi. Rasvakudoksen tehtäviin puolestaan kuuluu toimia elimistön lämpöeristeenä ja sisäelinten suojakerroksena. Sopiva määrä rasvaa ihmisen kehossa on noin 15 - 20 % henkilön painosta. Ihmisen ravinnon rasvoilla on tärkeä merkitys myös rasvaliukoisten vitamiinien imeytymisessä sekä välttämättömien rasvahappojen lähteenä. Lisäksi ruoan rasvapitoisuus vaikuttaa osaltaan ruoan valmistukseen, sillä monet aromi- ja makuaineet ovat rasvaliukoisia.

### 3.3 Rasvojen terveysvaikutukset

Ravintorasvojen terveysvaikutukset perustuvat lähinnä niiden rasvahappokoostumukseen.<sup>14, 17</sup> Rasvojen rasvahappokoostumus vaikuttaa veren lipoproteiinien määrään ja laatuun, joilla on puolestaan vaikutusta ihmisen terveydelle. Lipoproteiineista LDL ja HDL ovat merkittävimmät terveyden kannalta. Suuri LDL-määrä verenkierrossa lisää verisuonten ahtautumista, koska LDL saattaa kasata kuljettamansa kolesterolin verisuonten seinämiin. Sen sijaan HDL vähentää verisuonten ahtautumista, koska se kuljettaa kolesterolia maksaan päin muuan muassa suonten seinämistä. Ruokavaliolla ja sen sisältämien rasvojen laadulla on suuri vaikutus juuri näiden kolesterolia kuljettavien lipoproteiinien määriin. Runsaan kolesterolin määrä verisuonissa on todettu lisäävän riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin. Kolesterolin määrään vaikuttaa rasvojen rasvahappokoostumuksen lisäksi ravinnossa itsessään oleva kolesteroli. Ihmisen elimistö valmistaa kolesterolia, joten sitä ei tarvitsisi saada lainkaan ravinnosta.

Runsaasti tyydyttyneitä rasvahappoja sisältävät rasvat lisäävät veren kolesterolipitoisuutta, koska ne kasvattavat LDL – kolesterolin määrää veressä.<sup>12, 14, 17</sup> Tällaisia kovia rasvoja on yleisesti eläinrasvoissa, jotka samalla sisältävät myös jonkin verran kolesterolia. Kerta- ja monityydyttymättömiä rasvahappoja sisältävät rasvat auttavat sen sijaan pienentämään veren kolesterolipitoisuutta, koska ne alentavat veren LDL – kolesterolia. Tosin eräät tyydyttymättömät rasvat alentavat valitettavasti samalla myös HDL – kolesterolin määrää ja näin niiden vaikutus veren kolesterolipitoisuuteen kumoutuu. Omega-3-rasvahapot ovat esimerkkejä sellaisista rasvahapoista, jotka nostavat HDL – kolesterolin määrää. Tämän ansiosta niiden saanti ravinnosta on erittäin suotavaa. Tyydyttymättömiä rasvoja saa runsaasti kasviöljyistä, kuten esimerkiksi rypsi- ja auringonkukkaöljystä. Kaikki tyydyttymättömät rasvahapot eivät kuitenkaan ole ns. hyviä rasvoja. Tyydyttymättömiä trans-rasvahappoja sisältävien rasvojen on todettu toimivan elimistössä samalla tavalla kuin tyydyttyneiden rasvojen eli lisäävän veren LDL – kolesterolin määrää. Trans-rasvoja syntyy esimerkiksi kasviöljyjen teollisen kovettamisen yhteydessä. Trans-rasvojen määrä suomalaisten ruokavaliolla on kuitenkin niin pieni, että sen merkitys sydänsairauksien riskitekijänä on vähäinen.

Tämän vuoksi on tärkeämpää vähentää kovaa rasvaa sisältävien ruokien syömistä ja lisätä pehmeän rasvan osuutta, kuin miettiä ruuan sisältämien trans-rasvojen määriä.

Omega-rasvahapot toimivat edellä mainittujen terveystuosten lisäksi ihmiselle välttämättömien rasvahappojen, kuten linolihappo ja linoleenihappo, lähteinä.<sup>14</sup> Niitä ihmisen on välttämättä saatava ravinnosta, koska elimistö ei pysty niitä itse valmistamaan. Omega-rasvahappoja ja erityisesti omega-3- ja omega-6-rasvahappoja tarvitaan ihmisen kasvuun sekä keskushermoston, silmän verkkokalvojen, verisuoniston kehittymiseen. Lisäksi välttämättömät rasvahapot ovat ihon tärkeimmät rasvahapot ja niiden puute näkyy ihon kuivumisena ja hilseilyinä. Omega-6- ja omega-3-rasvahappojen keskinäinen suhde ruokavaliossa on sydämen terveydelle merkityksellinen, sillä se vaikuttaa verihiihtaleiden tarttumiskykyyn ja siten veritulpan muodostumisriskiin. Suomalaisen ravitsemussuositusten<sup>22</sup> mukainen suhde on 6:1. Omega-rasvahappojen hyviä lähteitä ovat kasvi- ja kalaöljyt. Kalan syöminen on usein suositeltavampaa kuin markkinoilla olevien kalaöljykapseleiden käyttö, sillä kalan syöminen korvaa samalla kovaa rasvaa sisältävän liharuoan ruokapöydässä.

Liiallisella rasvojen käytöllä on myös ns. yleisiä haittavaikutuksia. Liian rasvainen ruoka usein yksipuolistaa ruokavaliota ja johtaa muiden ravintoaineiden niukkuuteen.<sup>12, 14, 17</sup> Liiallinen rasvan saanti altistaa aina myös lihomiselle, joka puolestaan vaikuttaa monien muiden sairauksien syntyyn ja niiden hoitoon. Ravinnon sisältämän runsaan rasvan on todettu myös olevan yhteydessä joidenkin syöpien esiintyvyyteen. Rasvojen liikkakäytöstä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä juuri ravinnon sisältämien kovien rasvojen määriä. Ravintosuosituksissa kovien rasvojen määrä ruokavaliossa tulisi olla alle 10 % päivittäisestä energiantarpeesta. Kovan rasvan vähentäminen ruokavaliossa ei itsessään riitä, vaan se on korvattava pehmeillä rasvoilla. Näin pehmeiden rasvojen ansiosta saadaan LDL – kolesterolipitoisuus laskuun. Tyydyttyneiden rasvahappojen korvaaminen tyydyttymättömillä parantaa myös elimistön insuliiniherkkyyttä, mikä puolestaan pienentää merkittävästi riskiä sairastua tyyppin 2 diabetekseen. Pehmeiden rasvojen käytöllä on suora yhteys myös verenpaineen alenemiseen. Liian vähäinen rasvojen saanti vaikuttaa rasvaliukoisten vitamiinien A, D, E ja K imeytymiseen ja sitä kautta esimerkiksi luuston vahvistumiseen, näköön ja veren hyytymisominaisuuksiin.

### 3.4 Vähähiilihydraattinen ruokavalio

Valtion ravitsemussuosituksukset suosittelevat vähärasvaista ruokavaliota, jossa rasvojen osuus kokonaisenergiasta tulisi olla korkeintaan 30 % ja tyydyttyneiden rasvojen osuus alle 10 %.<sup>22</sup> Suomalaisen ruokavalion rasvan määrä on vähentynyt viimeisten vuosikymmenien aikana suositusten mukaiselle tasolle, mutta kovia rasvoja suomalaiset saavat edelleen liian paljon. Kovia rasvoja saadaan eniten juustoista, jäätelöstä, jogurteista, liharuoista ja erilaisista rasvaveitteistä. Tämä rasvojen määrien vähentyminen suomalaisessa ruokavaliossa näyttää kuitenkin viime vuosina pysähtyneen.<sup>14</sup> Yhtenä syynä rasvojen käytön lisääntymiselle voi olla paljon mediassa esillä ollut ruokavaliomalli, jossa suositetaan rasvoja ja vältetään hiilihydraatteja. Tätä kutsutaan ns. vähähiilihydraattiseksi ruokavalioksi (VHH). Suomessa käytetään myös nimitystä karppaus tai karppaaminen.<sup>23</sup>

Vähähiilihydraattisessa ruokavaliossa ruokavalioon lisätään rasvoja ja proteiineja, mutta samalla vähennetään radikaalisti hiilihydraattipitoista ruokaa. Rasvojen käytön näkökulmasta VHH:ssa ei pyritä välttämään kovien rasvojen saantia, vaan päinvastoin. Ruotsalaisen lääkärin Annika Dahlqvistin<sup>23</sup> mukaan tyydyttyneiden rasvojen sijaan, useiden sydän- ja verisuonisairauksien syynä on tärkkelys, sokeri ja trans-rasvat. VHH:n periaatteiden mukaan rasvoista siis ainoastaan trans-rasvat koetaan terveydelle haitallisiksi. VHH:ta pidetään hyvänä ruokavaliona etenkin painonpudottajille ja esimerkiksi diabeteksestä kärsiville. Yksi tunnetuimmista VHH ruokavalioidista on ns. Atkinsin dieetti.

## 4 Nuorten ravitsemustottumukset

Kouluiässä omaksutut ravitsemustottumukset jatkuvat usein vielä aikuisiässäkin.<sup>1</sup> Tämän vuoksi opettajan tietämys nuorten ruokatottumuksista ja pyrkimys vaikuttaa niihin on ehdottoman tärkeää. Ruokatottumuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä nuorten tottumusta syödä juuri tiettyjä ruokia ja ruokalajeja. Nuorten ruokavalintoihin vaikuttavat biologisten tekijöiden lisäksi myös sosioekonomiset ja psykologiset tekijät, kuten asenteet ja ruoan saatavuus. Muita esimerkkejä nuorten ruokavalintoihin vaikuttavista seikoista ovat ruokamieltymykset, henkilökohtaiset kokemukset, perheen käytännöt, vertaisryhmät ja ravitsemustietous. Nykyisin myös media ja mainonta ovat nekin koululaisten ruokatottumuksiin vaikuttavia tiedonlähteitä. Esimerkiksi karppaaminen on ollut mediassa vahvasti esillä, eikä se ole voinut olla vaikuttamatta nuorten asenteisiin ja ruokamieltymyksiin. Koulu pystyy omalla toiminnallaan vaikuttamaan varsinkin nuorten ravitsemustietouteen. Seuraavissa kappaleissa esitellään tutkimustuloksia suomalaisten lasten ja nuorten ruokatottumuksista ja niissä tapahtuneista muutoksista viime vuosikymmenten aikana.

Nuorten ruokatottumuksia on Suomessa selvitetty pääosin osana laajempia kyselytutkimuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi tietyn väliajoin toteutettavat WHO:n Koululaistutkimukset sekä Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen (Stakesin) Kouluterveyskyselyt.<sup>1, 3, 24</sup> WHO:n koululaistutkimuksessa kohderyhmänä on 11-, 13- ja 15 vuotiaat nuoret ja tutkimus perustuu ruokafrekvenssikyselyyn, joka toteutetaan neljän vuoden välein.<sup>1</sup> Kouluterveyskyselyssä puolestaan kerätään tietoa 8- ja 9. luokkalaisten sekä lukion 1. ja 2. vuoden opiskelijoiden terveystottumuksista vuorovuosina eri puolella Suomea.<sup>3</sup>

WHO:n Koululaistutkimuksen mukaan vuosina 1986–2002 nuorten ravitsemustottumuksissa on tapahtunut ei-toivottuja muutoksia.<sup>1</sup> Merkittävin muutos nuorten ruokatottumuksissa oli vihannesten ja hedelmien päivittäisen syömisen väheneminen. Vuonna 2002 vain noin joka neljäs tyttö ja joka kuudes poika ilmoitti syövänsä vihanneksia päivittäin. Myös nuorten päivittäinen maidon juominen väheni vuosien 1986 – 2002 välisenä aikana. Hampurilaisten, hot dogien, pizzan ja

perunalastujen syöminen yleistyi nuorilla vuoden 1994 jälkeen ja vuonna 2002 noin joka kolmas poika ja joka viides tyttö ilmoitti syövänsä kyseisiä tuotteita vähintään kerran viikossa. Makeisia söi tutkimuksen mukaan vuonna 2002 päivittäin noin 10 prosenttia 13- ja 15-vuotiaista vastaajista. Näiden lisäksi WHO:n tutkimuksista selviää ruokailutottumuksiinkin liittyvä tulos, jonka mukaan nuorten lihavuus ja ylipaino ovat lisääntyneet viime vuosikymmeninä. Lihavien nuorten osuudessa on tapahtunut 5-9 % lisäys vuodesta 1984 vuoteen 2002. Lihavuus määritellään painoindeksin avulla. Siinä ihmisen paino suhteutetaan pituuteen ja se lasketaan jakamalla ihmisen paino pituuden neliöllä. Normaalipainoisen ihmisen painoindeksiväli on 18,5–25.

Stakesin tekemässä valtakunnallisessa Kouluterveyskyselyssä pyritään vuosittain saamaan tietoa nuorten elinoloista, terveydestä, terveystottumuksista, terveysosaamisesta ja oppilashuollosta.<sup>3</sup> Eri vuosina oppilaiden ruokailutottumuksia selvitetään hiukan eri tavalla painotetuilla kysymyksillä. Vuoden 2010 tutkimustulosten<sup>24</sup> mukaan noin 38 % oppilaista ei syö koululounasta päivittäin ja 46 % ei puolestaan syö aamupalaa joka arkiamu. Lisäksi peräti 68 % yläluokkalaisista jättää koululounaalla syömättä ainakin yhden neljästä aterianosasta. Koululounaan aterianosat ovat pääruoka, salaatti, leipä ja maito. Kouluruokailun sijaan oppilaat saattavat syödä epäterveellisiä välipaloja. Vuoden 2008/2009 kyselyn<sup>3</sup> mukaan noin 31 % oppilaista ilmoitti syövänsä epäterveellisiä välipaloja vähintään kaksi kertaa viikossa. Vaikka pääosin nuorten hyvinvoinnista on 2000-luvulla tapahtunut paljon myönteisiä muutoksia, myös kielteistä kehitystä on tapahtunut. Valitettavasti juuri lihavuus ja ravitsemustottumusten muuttuminen epäterveellisemmäksi ovat esimerkkejä tällaisista kielteisistä kehityssuunnista.

Minkälainen sitten on terveellinen ruokavalio nuoruusiässä? Kouluiässä nuoret tarvitsevat monipuolista ruokaa kasvun ja kehityksen tukemiseen. Monipuolinen ruoka täyttää energiatarpeen ja ravintoaineiden saantisuosituksen.<sup>22</sup> Ravitsemussuosituksen lähtökohdانا ovat monipuolisuuden lisäksi kohtuullisuus, tasapainoisuus, säännöllisyys ja nautittavuus. Hyvää ruokavaliota havainnollistetaan usein ruokakolmiolla tai ruokaympyrällä, jotka kuvaavat parhaiten ruokavalion kokonaisuutta (kuva 13).



Kuva 13. Ruokakolmio ja ruokaympyrä.<sup>22</sup>

Nuorten monipuolinen ruokavalio koostuu hyvästä aamupalasta, lounaasta, päivällisestä ja sopivasta määrästä terveellisiä välipaloja. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan antamien suositusten<sup>22</sup> mukaan päivässä on hyvä syödä runsaasti (400 g) kasviksia, marjoja ja hedelmiä. Muita päivittäiseen ruokavalioon kuuluvia tuotteita tulisi olla peruna ja täysjyväviljavalmistet. Vähärasvaisia maitovalmisteita puolestaan suositellaan juotavaksi puoli litraa päivässä. Kalaa nuorten tulisi syödä ainakin kaksi kertaa viikossa. Lisäksi liiallista sokerin ja suolan käyttöä olisi syytä välttää. Rasvojen saannissa erityisesti rasvojen laadulla on suuri merkitys. Rasvojen saantia nuorten kannattaa muutenkin tarkkailla rasvojen sisältämän suuren energiamäärän takia. Energiantarve 15-vuotiailla tytöillä on keskimäärin 9,6 MJ (2290 kcal) ja pojilla 11,3 MJ (2700 kcal) päivässä. Energiantarve riippuu tietysti nuorten kasvusta ja liikunnan määrästä. Oikein tasapainotettu ruoka auttaa nuoria jaksamaan niin koulussa kuin vapaa-ajallakin.

Nuorten ruokailutottumukset ovat siis muuttuneet hieman epäterveellisemmiksi ja myös nuorten lihavuus on kasvussa. Tämän vuoksi on tärkeää, että peruskoulun ja lukion opettajat, aineesta riippumatta, käsittelevät opetuksessaan terveellisen ravinnon merkitystä ja esittelevät yleisiä ravitsemussuosituksia. Kemian opetus terveellisen ravitsemuksen näkökulmasta ei näiden tutkimusten mukaan siis ole lainkaan turhaa.

Seuraavassa luvussa pohditaan, miksi kemian opetus terveystieteiden kontekstissa on myös kemian oppimisen kannalta hyödyllistä.

## **5 Ravintorasvat kemian opetuksessa**

Tässä luvussa tarkastellaan rasvoja kemian opetuksen näkökulmasta käsittelemällä ensin kemiallisen tiedon yleistä luonnetta ja rakentumista. Luvussa pohditaan myös kemian opetuksen haasteita sekä oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation merkitystä oppimisessa. Terveyskasvatus liitetään luvussa kemian opetukseen kontekstuaalisen oppimisen viitekehyksessä. Kontekstuaalinen oppiminen onkin tämän luvun keskeisimpiä asioita. Kontekstuaaliseen oppimiseen liittyen esitellään oppilaiden kiinnostusta tukevia työtapoja kemian opetuksessa sekä keskitytään tarkemmin yhteistoiminnallisiin työtapoihin ja lähinnä niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin perinteiseen ryhmätyöskentelyyn verrattuna. Luvun lopussa tarkastellaan rasvoja ja terveystieteiden kontekstissa kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa. Luvun yhtenä tarkoituksena on perustella, miksi rasvojen kemian opettaminen terveystieteiden kontekstissa edistää myös oppilaiden kemian oppimista. Terveystieteiden kasvatus vaatii opettajalta lisäksi hieman erilaisia työmenetelmiä ja valmiuksia kuin esimerkiksi kemian opettaminen. Tämän luvun viimeisessä alaluvussa tarkastellaankin terveystieteiden kasvatukseen liittyviä pedagogisia näkökulmia.

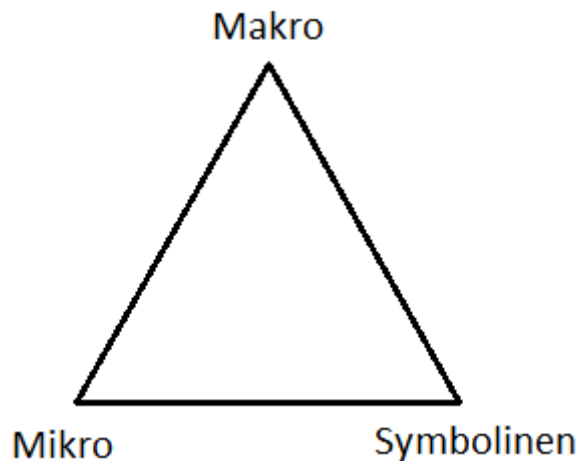
### **5.1 Kemiiallisen tiedon luonne ja sen rakentuminen**

Yksi kemian opetuksen keskeisimmistä tavoitteista on auttaa oppilaita ymmärtämään kemiiallisen tiedon luonnetta ja sen rakentumista.<sup>25</sup> Ymmärrys tiedon rakentumisesta auttaa oppilaita hahmottamaan kemian luonnetta tutkivana luonnontieteenä. Tutkivana luonnontieteenä kemian opetuksessa on tärkeää, että oppilaat todella ymmärtävät kemiallista tietoa ja osaavat käyttää niitä myöhemmin myös toisenlaisissa asiayhteyksissä. Tämän tavoitteen saavuttaminen on opettajalle haasteellista, sillä usein oppilaat opettelevat kemian ilmiöitä ja käsitteitä vain ulkoa. Ymmärrystä korostavaa oppimista kutsutaan syventäväksi, mielekkääksi oppimiseksi (*meaningful learning*).



Mielekkäässä oppimisessa oppilaat siirtyvät alemman tason ajattelutaidoista korkeamman tason ajattelutaitoihin.<sup>25</sup> Alemman tason ajattelutaitoihin kuuluvat muistaminen ja ymmärtäminen. Korkeamman tason ajattelutaitoja ovat puolestaan tiedon soveltaminen, analysoiminen, arvioiminen ja uusien päätelmien tekeminen. Tällaista osaamisen jaottelua kuuteen eri osaan kutsutaan Bloomin taksonomiaksi. Korkeamman tason ajattelutaitojen avulla oppilaat osaavat yhdistää kemian tietoja arkielämän tilanteisiin ja ymmärtävät kemian todellisen merkityksen. Oppilaan oppimisprosessissa tarvitaan kuitenkin aina molempia ajattelutaidon tasoja.

Korkeamman tason ajattelutaidot vaativat kemian käsitteiden ja ilmiöiden välisten suhteiden ymmärrystä.<sup>25, 26</sup> Käsitteiden abstraktius ja kemian tiedon kompleksisuus tekevät kemian opiskelusta ja korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymisestä haastavaa. Kemian tietorakenteen moniulotteisuuden takia oppilaille saattaa muodostua helposti vaihtoehtoisia käsityksiä (*misconceptions*), jotka vaikeuttavat uuden asian oppimista.<sup>27</sup> Moniulotteiseksi kemian tietorakenteen tekee esimerkiksi se, että kemian tieto voidaan esittää kolmella eri tiedon tasolla.<sup>27, 28</sup> Tällaista kemiallisen tiedon jaottelua kutsutaan Johnstonen kolmikannaksi tai kemiallisen tiedon monitasomalliksi. Siinä tieto jaetaan mikro-, makro ja symboliselle tasolle (kuva 13). Makrotasolla tarkoitetaan asioita ja ilmiöitä, joita voidaan silmin havaita ja käsin koskettaa. Mikrotaso käsittää makrotason ilmiöiden tieteellisen selittämisen. Siihen liittyy läheisesti aineiden perusosaset, kuten molekyylit, atomit ja elektronit. Yhteistä tälle tasolle on se, että sitä ei pystytä aistein havaitsemaan. Symbolinen taso pitää sisällään kaavat, reaktioyhtälöt ja kemialliset merkit. Symbolinen taso on näistä tiedon tasoista kaikkein abstraktein.



Kuva 13. Kemiällisen tiedon monitasomalli.<sup>28</sup>

Kaikki kolme tiedon tasoa ovat välttämättömiä, jotta oppilaat ymmärtäisivät syvällisemmin kemiaa.<sup>29</sup> Vaikeuksia oppilaille tuottaa kemiällisten ilmiöiden ja käsitteiden ymmärtäminen mikro- ja symbolisella tasolla. Gabelin<sup>27</sup> mukaan kemian opetus tapahtuu usein liikaa pelkällä symbolisella tasolla. Pelkällä symbolisella tasolla liikkuminen ohjaa oppilaita opettelemaan asioita ulkoa, mikä ei paranna korkeamman tason ajattelutaitoja. Makrotaso puolestaan on oppilaille helpoin ymmärtää, koska se voidaan silmin havaita. Opettajan tulisikin opetuksessaan lähteä mahdollisimman usein liikkeelle juuri tästä tasosta. Valitettavasti harvoja kemian ilmiöitä pystytään selittämään liikkumalla pelkästään tiedon makrotasolla. Oppimisen kannalta tehokkainta olisi, jos oppilaat tiedostaisivat kaikki tiedon tasot ja kykenisivät yhdistelemään tietoa tasolta toiselle. Tämän tekee hankalaksi se, että jokainen tiedon taso voidaan tulkita monella eri tavalla ja usein opettaja pomppii tiedostamattaan tasolta toiselle.<sup>28</sup> Jotta oppilaat omaksuisivat tiedon tasot ja ymmärtäisivät niiden väliset yhteydet, on opettajan käytettävä kaikkia tiedon tasoja tasapuolisesti ja selkeästi ilmaista, millä tasolla kulloinkin liikutaan. Mikrotason ymmärtämisessä opettajan tulisi käyttää apuna malleja ja analogeja, joiden kautta asia voidaan yhdistää makroskooppiseen tasoon tai erilaisiin symboleihin.<sup>27</sup> Mahdollisuuksia, joiden avulla opettaja voi helpottaa oppilaita liittämään tasot toisiinsa, ovat esimerkiksi kokeellinen työskentely ja arkielämästä tuttujen esimerkkien käyttäminen.

Oppiminen on laaja-alainen käsite ja siitä on olemassa monenlaisia teorioita ja malleja. Johnstonen<sup>28</sup> malli uuden tiedon prosessoinnista auttaa selittämään, miksi tiedon tasojen omaksuminen ja käsitteiden abstraktius vaikeuttaa kemian ymmärtämistä. Malli perustuu oppimisen konstruktivistiseen lähestymistapaan. Konstruktivistisen lähestymistavan mukaan oppilaan aiemmat tiedot, uskomukset, havainnot ja kiinnostus määrittelevät sen, miten oppilas valitsee ja käsittelee uutta tietoa.<sup>30</sup> Mielekästä oppimista ei synny vain siirtämällä haluttua tietoa oppilaalle, vaan oppilaan täytyy prosessoida tietoa ja aktiivisesti rakentaa omaa ymmärrystään.<sup>31</sup> Johnstonen<sup>28</sup> mukaan tiedon prosessoinnissa oppilaan hyväksymä uusi tieto tallentuu aluksi oppilaan lyhytkestoiseen muistiin ns. työmuistiin, josta tieto joko katoaa tai siirtyy pitkäkestoiseen muistiin. Työmuistin tila on rajoitettu, joten siellä ei saa olla liikaa tietoa samanaikaisesti, jotta tietoa siirtyisi myös pitkäkestoiseen muistiin. Tiedot, jotka pääsevät pitkäkestoiseen muistiin, vuorovaikuttavat siellä jo ennestään olevan tiedon kanssa. Jos uusi tieto pystyy linkittymään jo aiemmin opitun kanssa, myös uusi tieto varastoituu pitkäkestoiseen muistiin ja oppimista tapahtuu. Tämän takia opettajan tulee olla tietoinen oppilaiden pohjatiedoista ennen uuden asian opettamista ja liittää kemian ilmiö opetuksessa mahdollisesti tuttuihin arkielämän tilanteisiin eli makromaailmaan.

Nykyiset kemian opetuksen tavoitteet pohjautuvat oppimiskäsitykseen, jossa kemian oppiminen on seurausta oppilaan aktiivisesta toiminnasta vuorovaikutuksessa muiden oppilaiden, opettajan ja ympäristön kanssa.<sup>32</sup> Tällainen ajattelutapa perustuu oppimisteoriaan, jota kutsutaan sosiaalisesti konstruktivismiksi.<sup>31</sup> Sosiaalisessa konstruktivismissa uuden ymmärryksen rakentaminen on prosessi, joka perustuu ihmisten välisiin vuorovaikutuksiin. Oppilaan ymmärrys rakentuu samalla tavalla kuin konstruktivistisessä lähestymistavassa, mutta vasta sen jälkeen, kun oppilas on keskustellut ja verrannut omia käsityksiään jonkun toisen kanssa. Sosiaalinen kanssakäyminen on siis avain oppilailla olemassa olevien vaihtoehtoisten käsityksien muuttamiseen (*conceptual change*). Yhteistoiminnallinen oppiminen on yksi sellainen pedagoginen toimintamalli, jonka avulla opettaja mahdollistaa oppilaiden sosiaalisen vuorovaikutuksen oppimisen tukena.

Myös rasvoin liittyvän kemian opetuksen ja oppimisen tapauksessa on pohdittava tarkasti tässä luvussa mainittuja tiedon rakentumiseen ja luonteeseen liittyviä seikkoja.

Rasvojen kemiaa voidaan selittää kaikilla kolmella tiedon tasoilla. Rasvojen opetuksessa mikrotasolla liikutaan muuan muassa opetettaessa rasvojen reaktioiden mekanismeja, poolittomuutta, sitoutumista ja imeytymistä elimistöön. Symbolisella tasolla liikutaan, kun mikrotason asioita kuvataan erilaisin symbolein ja kaavoin. Rasvojen rakennekaavat ja reaktioyhtälöt kuuluvat tähän tiedon tasoon. Erilaisten mallien ja visualisoinnin avulla pystytään helpottamaan tasojen välisen riippuvuuden hahmottamista.<sup>27</sup> Oppilaiden näkökulmasta ymmärrettävin taso eli makrotaso on syytä yhdistää myös rasvojen kemian opetukseen, jotta oppilaat pystyvät helpommin luomaan yhteyksiä uuden tiedon ja aiempien havaintojen sekä kokemusten välille. Makrotasolla liikutaan, kun esimerkiksi tutkitaan erilaisten öljyjen ja rasvojen koostumusta, tehdään havaintoja rasvojen reaktioista (härskiintyminen), nähdään konkreettisia vaikutuksia rasvojen imeytymisestä elimistöön (kehon rasvaprosentti, lihavuus). Tällä tiedon tasolla on merkittävä rooli myös muiden tasojen tietojen omaksumisessa. Makrotaso pyrkii linkittämään kemian arkielämään ja oppilaille jo ennestään tuttuihin, ajankohtaisiin ja mahdollisesti kiinnostaviin asioihin.<sup>28</sup> Rasvojen tapauksessa tällainen konteksti on esimerkiksi ihmisen terveys. Terveysteen liittyvistä asioista oppilailla on varmasti paljon tietoa pitkäkestoissa muisteissaan, joten kemian liittäminen tähän helpottaa uuden kemiallisen tiedon prosessointia.

On olemassa monenlaisia opetusmenetelmiä, joiden avulla voidaan helpottaa esimerkiksi rasvojen kemian mielekästä oppimista.<sup>32</sup> Tässä tutkielmassa keskitytään tarkastelemaan opetusmenetelmistä kontekstuaalista oppimista, jossa merkittävässä asemassa ovat myös kiinnostusta ja motivaatiota tukevat työtavat, kuten yhteistoiminnallisuus ja kokeellisuus.

## 5.2 Oppilaiden kiinnostus ja motivaatio

Oppilaiden kiinnostuksen syntymiseen vaikuttavat monet erilaiset tekijät, minkä takia kiinnostus voidaan myös määritellä yhtä monella eri tavalla.<sup>33</sup> Usein kiinnostus kuitenkin määritellään ilmiöksi, joka tulee näkyviin yksilön vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Kiinnostus jaetaan usein kahteen eri lajiin: henkilökohtaiseen kiinnostukseen (*individual interest*) ja tilannekohtaiseen kiinnostukseen (*situational*

*interest*). Henkilökohtainen kiinnostus joihinkin aiheisiin syntyy vähitellen ja se vaikuttaa yksilön tietoihin ja arvoihin. Tällainen kiinnostuksen laji on luonteeltaan pysyvää ja siihen koulun on vaikea vaikuttaa. Tilannekohtainen kiinnostus on puolestaan luonteeltaan emotionaalista, spontaania ja mahdollisesti lyhytkestoista.<sup>34</sup> Tämänäyttöinen kiinnostus voi syntyä sopivassa tilanteessa hyvinkin nopeasti. Ajan kuluessa tilannekohtainen kiinnostus voi muuttua syvällisemmäksi ja pysyväksi henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi. Kiinnostuksen syntyyn vaikuttavat virikkeiden ja olosuhteiden lisäksi myös oppilaan persoonallisuus, asenteet ja yleinen suuntautuneisuus.<sup>33</sup> Tilannekohtainen kiinnostus ja sen vaikutukset oppimiseen ovat opetuksen tutkimuksessa keskeisessä asemassa, sillä tähän kiinnostuksen lajiin opettajalla on mahdollisuus vaikuttaa erilaisilla opetuksellisilla valinnoilla.

Oppilaan kiinnostus opittavaa asiaa kohtaan vaikuttaa merkittävästi oppilaan motivaatioon.<sup>35</sup> Motivaatiolla tarkoitetaan sellaisten psykologisten funktioiden kokonaisuutta, joka ohjailee oppilaan päämääräsuuntautunutta toimintaa.<sup>36</sup> Motivaatio määritellään lyhyemmin myös haluna oppia.<sup>33</sup> Motivaatio jaetaan usein sisäiseen (*intrinsic*) ja ulkoiseen (*extrinsic*) motivaatioon. Oppilas, joka opiskelee vain jonkun palkinnon eli ulkoisen motivaattorin toivossa, on ulkoisesti motivoitunut. Tällaisia ulkoisia motivaattoreita voivat olla esimerkiksi arvosanat tai kavereiden hyväksyntä. Sisäisesti motivoitunut oppilas opiskelee itse opiskelun tuottaman tyydytyksen voimalla, ilman, että jokin ulkoinen motivaattori ohjailisi hänen oppimistaan.<sup>36</sup> Oma kiinnostus opittavaa asiaa kohtaan voi johtaa juuri tällaiseen sisäiseen motivaatioon.<sup>33</sup> Sisäinen motivaatio on asioiden syvällisen oppimisen kannalta suotuisampaa kuin ulkoinen motivaatio. Joidenkin tutkijoiden mukaan motivaatio liittyy läheisesti myös oppilaan käsitykseen älykkyydestä.<sup>31</sup> Jos auttaa oppilaita ymmärtämään, että älykkyys ei ole muuttumaton ominaisuus, vaan kehittyvä taito, niin oppilaiden motivaatio suoriutua haasteellisistakin oppimistehtävistä kasvaa.

### 5.2.1 Kiinnostuksen ja motivaation merkitys kemian oppimisessa

Kiinnostus on tärkeä osa oppimisprosessia.<sup>37</sup> Kiinnostus määrittelee osaltaan sen, mitä oppilas haluaa oppia ja miten hyvin hän sen oppii. Kiinnostus voi johtaa oppilaiden

tunneperäiseen sitoutumiseen opittavaa aihetta kohtaan. Tunneperäinen sitoutuminen aiheeseen puolestaan auttaa oppilaita oppimaan kyseistä aihetta syvällisemmin ja sitä kautta parantaa oppilaiden korkeamman tason ajattelutaitoja. Opetuksen tulisikin herättää oppilaiden tilannekohtainen kiinnostus, joka muuttuessaan henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi johtaa syvälliseen oppimiseen.<sup>33</sup> Kiinnostuksella on todettu oleva positiivisia vaikutuksia oppilaan muistiin, tarkkaavaisuuteen, ymmärrykseen, sitoutumiseen, ajattelutaitoihin ja sitä kautta myös itse oppimisprosessiin.<sup>25</sup>

Oppilaiden kiinnostuksen herättämisellä on erittäin keskeinen asema myös oppimismotivaation kasvussa. Oppilaat jaksavat ja haluavat opiskella kemiaa paremmin, jos he yksinkertaisesti ovat kiinnostuneita siitä.<sup>33</sup> Kiinnostus toimii oppilaan sisäisenä motivaattorina opiskelua kohtaan. Lisäksi motivoitunut oppilas luottaa omiin kykyihinsä ja uskaltaa näin testata ja käyttää enemmän korkeamman tason ajattelutaitojaan.<sup>25</sup> Oppilaiden korkealla motivaatiolla on osoitettu olevan suora vaikutus hyvään koulumenestykseen ja myös toisin päin; hyvät arvosanat lisäävät oppilaan motivaatiota opiskella.

### *5.2.2 Oppilaiden asenteet ja kiinnostus kemiaa kohtaan*

Oppilaiden kiinnostuksen ja asenteiden tutkimus luonnontieteitä kohtaan on ollut keskeinen osa opetuksen tutkimusta jo 30- 40 vuoden ajan.<sup>38</sup> Luonnontieteiden opetuksen kehittäjät ja tutkijat ovat huolestuneita ennen kaikkea siitä, että kemia ei kiinnosta oppilaita. Tämä on johtanut siihen, että oppilaat eivät valitse riittävästi kemian kursseja tai hakeudu alan jatkokoulutukseen.<sup>38, 39</sup> Oppilaat kokevat kemian tylsäksi ja vaikeaksi oppiaineeksi.<sup>32</sup> Monet oppilaat ajattelevat kemian olevan vain joukko kaavoja ja merkkejä, joista ei ole mitään hyötyä normaalissa elämässä. Joidenkin oppilaiden mielestä kemian tiedoilla ja taidoilla sen sijaan on merkitystä ja hyötyä esimerkiksi työelämässä, mutta aineen vaikeus ei tee opiskelusta houkuttelevaa.<sup>38</sup> Vaikka kemian kiinnostamattomuuteen on monia syitä, niin yhtenä keskeisenä syynä pidetään itse oppiainetta, siinä käsiteltäviä asioita ja tapoja, joilla asioita käsitellään.<sup>39</sup> Oppilaiden kiinnostuksen herättäminen ja lisääminen kemiaa kohtaan onkin yksi suurimmasta

haasteista kemian opetuksen kehittämisessä.<sup>32</sup> Se on niin merkittävä huolenaihe, että se on asetettu opetussuunnitelmien perusteissa yhdeksi kemian opetuksen tavoitteeksi.<sup>4,5</sup>

Kiinnostus kemiaa kohtaan voidaan herättää käyttämällä opetuksen lähtökohtana oppilaille kiinnostavia ja tuttuja aiheita.<sup>33,36</sup> Tämän takia kemian opetuksen kannalta on tärkeää, mitkä kemian opetuksen osa-alueet kiinnostavat oppilaita ja mitkä asiasisällöt kannattaisi esittää jossakin muussa oppilaita kiinnostavassa kontekstissa.

Suomessa 9. luokkalaisten kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan on tutkittu isolla survey-tutkimuksella, jossa käytettiin samoja kysymyksiä kuin kansainvälisessä The Relevance of Science Education – tutkimuksessa (ROSE).<sup>39, 40</sup> Tutkimuksen mukaan oppilaita kiinnostavat eniten ei-luonnontieteelliset mystisen ilmiöt, kuten ufot, sekä ihmisen terveyteen liittyvät asiat, kuten terveellinen ruokavalio ja terveydelle haitalliset aineet. Kiinnostuksen kohteissa on tietysti sukupuolten välisiä eroja. Pojilla esimerkiksi selkeä kiinnostuksen kohde tutkimuksen mukaan on erilaiset räjähdyksiin ja aseisiin liittyvät ilmiöt. Yleisesti oppilaita kiinnostavia aiheita tutkimuksessa olivat konkreettiset aiheet, joita käsiteltiin ihmiskehon tai ympäristön kontekstissa. Osbornen ja Collinsin<sup>41</sup> tutkimuksessa kemian sisällöistä teki oppilaiden mielestä epäkiinnostavia niiden etäisyys arkielämästä. Lisäksi oppilaat kokivat, että he eivät pääse itse vaikuttamaan opiskeltaviin aiheisiin, mikä myös vähensi kiinnostusta kemiaa opiskelua kohtaan. Tutkimuksen mukaan yhtenä oppilaita kiinnostavana aiheena tuli esiin ihmiseen liittyvät aiheet. Eräässä suomalaisten peruskoulun kuudesluokkalaisten kiinnostuksen kohteita kartoittaneessa tutkimuksessa saatiin myös tulos, jonka mukaan oppilaiden mielestä kemiaa on kiinnostavinta opiskella ihmiseen liittyvissä kemian aiheissa.<sup>42</sup> Muita kiinnostavia aiheita oppilaiden mielestä olivat muuan muassa yhteiskunta ja oma elinympäristö.

Muuan muassa edellä mainittujen tutkimusten perusteella rasvojen kemian opetuksen liittäminen juuri ihmisen terveyteen ja ravitsemukseen voisi olla hyvä lähtökohta oppilaiden kiinnostuksen ja sitä kautta oppilaiden motivaation lisäämiseen kemian opiskelua kohtaan. Rasvojen ja myös muiden kemian aihealueiden liittäminen enemmän terveystekstiin tekisi kemian oppimisesta merkityksellistä ja oppilaat kokisivat

hyötyvänsä kemian tiedoista ja taidoista konkreettisesti.<sup>43</sup> Tällaisesta kontekstuaalisesta lähestymistavasta kemian opetukseen kerrotaan tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

### 5.3 Kontekstuaalinen oppiminen

Rasvojen kemiaan liittyvä opiskelu terveyden ja terveellisen ravitsemuksen näkökulmista on kontekstuaalista oppimista. Kontekstuaalinen oppiminen tarkoittaa sellaista kemian opetusta, jossa pyritään tarkastelemaan kemian ilmiöitä sellaisissa konteksteissa, joiden tiedetään kiinnostavan oppilaita.<sup>44</sup> Kontekstuaaliset lähestymistavat kemian opetukseen pyrkivät tuomaan tiedettä lähemmäksi oppilaiden arkielämää ja heidän omia kiinnostuksen kohteitaan.<sup>45</sup> Tavoitteena tällaisella lähestymistavalla on herättää oppilaiden kiinnostus myös varsinaista kemiaa kohtaan sekä parantaa oppilaiden ymmärrystä kemiasta ja sen merkityksestä yhteiskunnassa.<sup>43, 45</sup> Yksinkertaisimmillaan kontekstuaalinen oppiminen tarkoittaa sellaista kemian opetusta, jossa opettaja ottaa perinteisen opetuksen yhteydessä esille sovelluksia ja esimerkkejä muualta kuin kemian alalta.<sup>44</sup> Äärimmillään kontekstuaalisuus johtaa siihen, että kokonaisten kurssien tai jopa opetussuunnitelmien sisällöt määritellään erilaisten kontekstien pohjalta, perinteisten kemian aihealueiden sijaan.<sup>31</sup>

#### 5.3.1 Kontekstin valitseminen

Sopivia konteksteja eli asiayhteyksiä opettaa kemiaa on monia.<sup>46</sup> Yleisesti asiayhteydet määritellään tilanteiksi, joiden avulla oppilas ymmärtää kemian käsitteitä ja ilmiöitä paremmin. De Jong<sup>46</sup> määrittelee kemian opetuksen kontekstit tarkemmin neljään pääalueeseen: ihminen (*personal*), yhteiskunta (*social and society*), työelämä (*professional practise*) ja tiede ja teknologia (*scientific and technological*). Juuri näihin neljään alueeseen liittyvät asiayhteydet ovat tärkeitä, koska koulujen tehtävänä on kehittää oppilaita ihmisinä, valmistaa oppilaita vastuullisiksi kansalaisiksi ja työntekijöiksi sekä parantaa oppilaiden tieteellisiä ja teknologisia valmiuksia. Tiettyihin kemian aihealueisiin konteksti voidaan valita samanaikaisesti useammasta pääalueesta. Esimerkiksi tämän tutkielman aiheen eli rasvojen kemian kohdalla, kontekstissa voitaisiin yhdistää sekä ihmis- että yhteiskuntakonteksti.

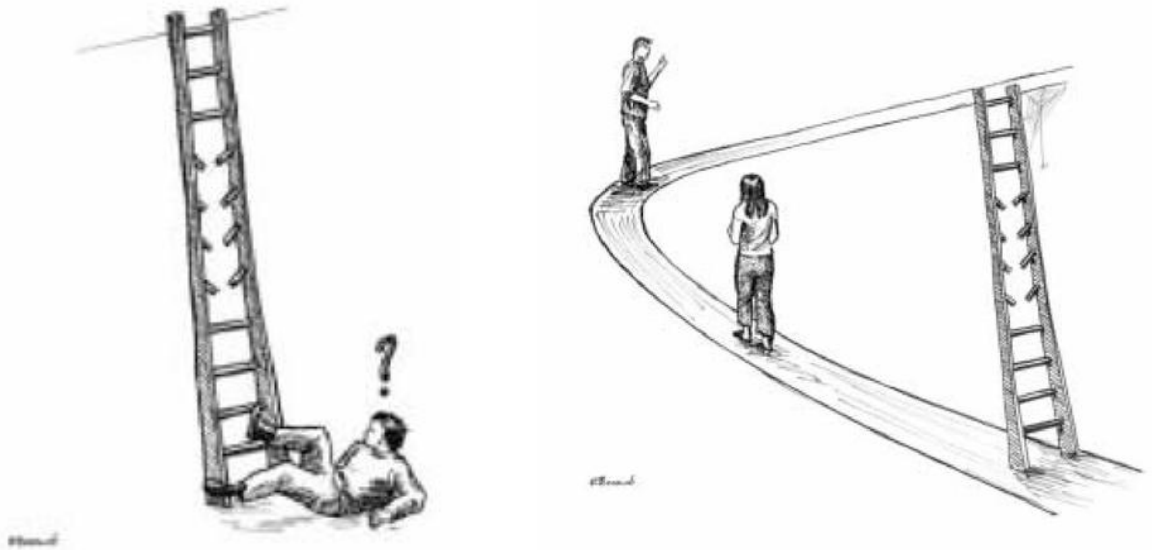


Kontekstin valitseminen kannattaa suunnitella huolellisesti, sillä huonosti valittu konteksti vain hämmentää oppilaita. Valitessaan konteksteja omaan opetukseensa, opettajan kannattaa miettiä seuraavia de Jongin<sup>46</sup> määrittelemiä kriteereitä hyvistä asiayhteyksistä:

- 1) Kontekstin tulee olla tunnettu ja kiinnostava aihe niin tytöille kuin pojillekin.
- 2) Konteksti ei saa viedä huomiota pois varsinaisesta kemian aiheesta.
- 3) Konteksti ei saa olla liian moniulotteinen.
- 4) Konteksti ei saa hämmentää oppilaiden ajatuksia.

### *5.3.2 Kontekstuaalisen opetuksen etuja*

Kemian opetus ja sen tutkimus on kohdannut monia ongelmia viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Yksi iso ongelma Gilbertin<sup>47</sup> mukaan on opetussuunnitelmien ylikuormitus. Oppilaiden tulisi osata suuri määrä erilaisia yksittäisiä käsitteitä ja faktoja sillä kustannuksella, että he eivät opi yhdistelemään niitä toisiinsa. Toisin sanoen opetussuunnitelmat sisältävät liikaa asiaa ja ovat myös liian sirpalemaisina. Näiden asioiden lisäksi merkittäviä ongelmia ovat oppilaiden tiedon soveltamistaitojen puute ja se, että oppilaat kokevat kemian tiedon merkityksettömäksi. Soveltamistaitojen puuttuminen näkyy siinä, että oppilaat eivät osaa käyttää opittua tietoa muissa tilanteissa kuin siinä, missä se opittiinkin. Kemian tiedon merkityksettömyys johtaa puolestaan siihen, että oppilaat eivät ymmärrä, miksi he ylipäänsä opiskelevat kemiaa. Kuvassa 14 näitä kemian opetuksen ongelmakohtia kuvataan vertauskuvallisesti tikapuilla, joissa on liian paljon portaita (opetussuunnitelman ylikuormitus).<sup>45</sup> Oppilas ei ymmärrä, miksi hän on kiipeämässä (merkityksettömyys) ja mihin portaat johtaa (miksi hyötyä kemiasta). Usein oppilaat hyppäävät tai putoavat tikkailta ennen kuin he saavuttavat portaiden huipun (syväoppiminen).



Kuva 14. Tikapuumalli kemian opetuksen ja oppimisen ongelmista.<sup>45</sup>

Kontekstuaalisen lähestymistavan hyödyntäminen niin opetussuunnitelmien, kurssien kuin yksittäisten tuntienkin suunnittelemisessa uskotaan olevan keino näiden ongelmien ratkaisemisessa. Siitä tarvitaan kuitenkin lisää tutkimustietoa, ennen kuin sen vaikutuksia pystytään laajemmin arvioimaan.<sup>6</sup>

Tähän mennessä saatua tutkimustietoa kontekstuaalisista lähestymistavoista ja niiden vaikutuksista oppimiseen on koonnut tutkimukseensa Bennett<sup>48</sup>. Hänen tutkimuksesta käy ilmi oppilaiden kiinnostuksen ja viihtyvyyden lisääntyneen luonnontieteiden oppitunneilla, joissa opetuksessa käytettiin kontekstuaalista opetusmateriaalia ja kontekstuaalisia lähestymistapoja. Tutkimuksen mukaan kiinnostuksen ja viihtyvyyden kasvun myötä kontekstuaalisuus on vaikuttanut myös oppilaiden motivaation kasvuun luonnontieteiden opiskelua kohtaan. Tunneilla käytetyt materiaalit helpottivat oppilaita näkemään ja arvostamaan yhteyksiä tieteen ja heidän arkielämänsä välillä. Lisäksi kontekstuaalista opetusta saaneet oppilaat oppivat tieteellisiä käsitteitä vähintäänkin yhtä hyvin kuin tavanomaiseen opetukseen osallistuneet oppilaat. Samanlaisiin tuloksiin on päätyneet myös King<sup>49</sup> ja Gilbert<sup>6</sup> omissa tutkimuksissaan. Hassard ja Dias esittelevät kirjassaan<sup>31</sup> Aikenheadin tutkimuksia, joiden mukaan kontekstisidonnaisen opetuksen

avulla oppilaat tulevat kriittisiksi ja luoviksi ajattelijoiksi, jotka pystyvät tekemään parempia valintoja arkielämän tieteellisissä valintatilanteissa. Vaikka tutkimustietoa kontekstuaalisten lähestymistapojen hyödyistä on jonkun verran tarjolla, tutkimusta tarvitaan vielä lisää, varsinkin kontekstuaalisen oppimisen vaikutuksista syväoppimiseen.<sup>46</sup>

Kontekstuaalisen oppimisen hyödyistä juuri rasvojen kemian ja terveystieteiden välillä ei löytynyt juurikaan tutkimustietoa. Marks ja *et al.*<sup>50</sup> kuitenkin sivuavat aihetta tutkimuksessaan, jossa tutkittiin oppilaiden tuntemuksia heille suunnitellun opetuskokonaisuuden jälkeen. Opetuskokonaisuuden tarkoituksena oli antaa oppilaiden tutkia vähähiilihydraattista ja vähärasvaisen ruokavaliota yhteiskuntakriittisestä näkökulmasta. Opetuskokonaisuudessa rasvojen ja hiilihydraattien käsittely linkitettiin terveyteen ja yhteiskuntaan muun muassa siten, että oppilaat tutkivat kokeellisesti sisältävätkö vähärasvaiset perunalastut todella tuoteselosteessa ilmoitetun 68 % vähemmän rasvaa kuin tavalliset perunalastut. Tutkimuksen tuloksena saatiin, että tällainen opetus, jossa kemia liitetään arkielämään ja yhteiskuntaan, on oppilaiden mielestä kiinnostavaa, motivoivaa ja keskustelua herättävää. Tutkimuksen mukaan oppilaiden korkeamman tason ajattelutaidot ja kriittinen ajattelu kehittyivät. Tosin tutkimus korosti, että kontekstit, joissa kemiaa kannattaisi opettaa, tulisi olla oppilaiden silmissä relevantteja ja autenttisia.

### 5.3.3 Kontekstuaalisen opetuksen haasteita

Kontekstuaalinen opettaminen tuo usein mukanaan myös haasteita ja se vaatii opettajalta melko paljon ylimääräistä työtä.<sup>44</sup> Opettajan on tiedostettava oppilaiden erilaisia kiinnostuksen kohteita, jotta hän onnistuisi valitsemaan sopivan kontekstin.<sup>46</sup> Kontekstin valitseminen pitää tehdä huolella, muuten kontekstuaalisuuden hyödyt valuvat hukkaan (ks. luku 4.3.1). Joihinkin oppilaiden mielestä kiinnostaviin teemoihin voi liittyä sellaista kemian teoriaa, joka voi olla oppilaille ja jossakin tapauksessa myös opettajalle liian haastavaa.<sup>44</sup> Tällöin opettaja joutuu etukäteen uhraamaan aikaa teorian opiskeluun ja usein oppilaidenkin kiinnostus aiheeseen lopahtaa, kun he huomaavat vaikean teorian sen taustalla. Yksi suuri haaste opettajalle on se, että opettajan

suunnittelemaan kontekstiin, opetusryhmän tason huomioiden, ei ole välttämättä olemassa valmiita opetusmateriaaleja. Materiaalien suunnittelu teettää opettajalle lisätöitä ja voi johtaa siihen, että opettaja tyytyy aiemmin käyttämiinsä opetusmenetelmiin. Kontekstuaalisen opetuksen opetusmateriaalien kehittämiseen liittyvää tutkimusta pitäisikin de Jongin<sup>46</sup> mukaan lisätä huomattavasti tulevaisuudessa. Tämän pro gradu- tutkielman tarkoituksena on luoda uutta opetusmateriaalia rasvojen kemian opettamiseen ihmis- ja terveystieteiden kontekstissa.

Muita haasteita kontekstuaaliselle opetukselle tuovat ennakkoluulot siitä, miten kemiaa tulisi opettaa.<sup>6, 47</sup> Uuden lähestymistavan tuominen kouluihin ei ole helppoa. Vanhat opettajat, oppilaat ja oppilaiden vanhemmat saattavat vastustaa uutta ja vierasta lähestymistapaa, vaikka itse opettaja olisikin valmis kokeilemaan kontekstuaalista opettamista. Lisäksi kontekstuaalisessa opetuksessa on vaarana, että opetussuunnitelmien perusteissa esitetyt asiasisällöt eivät tule esille tarkoituksenmukaisessa laajuudessaan ja sitä kautta jotkut asiat jäävät irrallisiksi. Tämä voi puolestaan johtaa siihen, että oppilaille ei muodostu kokonaiskuvaa opituista käsitteistä, ilmiöistä ja niiden välisistä yhteyksistä. Tällaiset ongelmat tulevat tosin yleensä esille vasta tilanteissa, joissa kokonainen kemian kurssi aiotaan viedä läpi kemian aihealueiden ulkopuolelta löytyvässä kontekstissa.

#### *5.3.4 Kontekstuaalista oppimista tukevat työtavat kemian opetuksessa*

Kemiaa voidaan opettaa monella eri tavalla. Työtapa määritellään synonyymiksi käsitteille opetus- ja opiskelumenetelmä, työmuoto tai oppilasaktiiviteetti, joiden tavoitteena on saada oppilas omaksumaan uusia käsitteitä, taitoja, arvoja tai ajattelutapoja.<sup>51</sup> Valtakunnallisissa opetussuunnitelmien perusteissa<sup>4</sup> työtapojen tehtäviksi määritellään oppimisen, ajattelun, ongelmanratkaisun ja sosiaalisten taitojen kehittäminen sekä oppilaiden aktiivisen osallistumisen lisääminen. Opettajan tehtävänä on valita työtavat ja siksi opettajan onkin syytä tiedostaa, minkälaiset työskentelymallit mahdollisesti lisäävät oppilaiden innostusta kemiaa kohtaan.

Tässä tutkielmassa työtavat tarkoittavat konkreettisia toimintamalleja, joita opettaja voi käyttää oppitunneilla kontekstuaalisen oppimisen tukena. Yksi tapa herättää oppilaiden kiinnostus kemiaa kohtaan, kontekstuaalisuuden ohella, on valita sen tueksi työtapoja, jotka jo itsessään motivoivat oppilaita.<sup>51</sup> Motivaatiota edistävien työtapojen lähtökohtana on luoda luokkaan positiivinen ilmapiiri, herättää oppilaiden uteliaisuus ja synnyttää oppilaille autonomian tunne. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppilaiden motivoitumista ja autonomian tunnetta lisäävät työtavat, joissa keskeisinä ajatuksina ovat oppilas- ja ongelmakeskeisyys, toiminnallisuus, aktiivisuus ja joustavuus.<sup>51, 52</sup> Oppilaskeskeisyyteen liittyy läheisesti myös oppilaiden mahdollisuudet vaikuttaa toimintatapoihin, joita luokassa käytetään. Sosiaalisen ympäristön on huomattu myös vaikuttavan oppilaiden kiinnostukseen ja monet tukijat ovatkin todenneet yhteistoiminnallisuuden ja luokkahuonekeskustelun tukevan oppilaiden sisäisen motivaation kasvua.<sup>53</sup>

Oppitunteja suunnitellessa opettajan on myös hyödyllistä tietää, mitkä työtavat ovat oppilaiden mielestä kiinnostavia.<sup>51</sup> Kuten on jo todettu, kemian aiheisällöt eivät välttämättä aina motivoi oppilaita, minkä takia oppilaita innostavalla työtavalla on suuri merkitys oppilaiden kiinnostuksen herättämiselle ja ylläpitämiselle. Opetusmetodien valinnassa pitäisi siis suosia oppilaiden toivomia työtapoja. ROSE-tutkimuksen<sup>39</sup> mukaan suomalaiset peruskoululaiset haluaisivat kemian opiskelun sisältävän enemmän keskustelua niin pienryhmissä kuin opettajankin kanssa. Lisäksi noin 40 % oppilaista haluaisi lisätä myös tehtävien ja tutkimusten tekemistä pienryhmissä. Kokeellinen työskentely kiinnosti myös oppilaita, mutta sen määrää pidettiin sopivana. Kaikkein eniten oppilaat toivoivat erilaisten vierailujen ja asiantuntijoiden käytön lisäämistä opetuksessa. Vierailuihin ja asiantuntijoiden käyttöön liittyvät toiveet kertovat oppilaiden olevan kiinnostuneita kemian soveltamiskohteista ja siitä, mihin kemian tietoa konkreettisesti tarvitaan.

Oppilaiden autonomian, korkeamman tason ajattelutaitojen ja sosiaalisten taitojen kehittymistä tukevia konkreettisia opetustapoja kemiassa ovat muuan muassa yhteistoiminnalliset työtavat, tutkimustyyppiset tehtävät ja ongelmanratkaisua vaativat tehtävät yhdistettynä kokeellisuuteen.<sup>25, 51</sup> Myös kyselyyn harjaannuttaminen, keskustelu ja käsitekartat ovat hyviä työkaluja opettajalle aktivoimaan oppilaita ja sitä

kautta parantamaan heidän motivaatiotaan. Edellä mainittuja opetustapoja on suositeltavaa käyttää kontekstuaalisen opetuksen rinnalla. Vaikka tässä luvussa on esitelty erilaisia työtapoja, mikään yksittäinen opetuksen työtapo ei kuitenkaan ole ratkaisu oppilaiden kiinnostuksen lisäämiseen. Vain työtapojen monipuolisella ja vaihtelevalla käytöllä voidaan motivoida oppilaita ja herättää heidän kiinnostus kemiaa kohtaan. Kemian opetus tänään – tutkimuksen<sup>32</sup> mukaan kemian opetuksen eräs ongelma on juuri opetuksessa käytettyjen työtapojen yksipuolisuus.

Pienryhmätyöskentely kontekstuaalisen opetuksen rinnalla oppilaiden motivaation ja kiinnostuksen lisäämisessä näyttäisi siis olevan perusteltua. Ryhmätyöt työtapoina tuovat usein vain mukanaan paljon ongelmia ja haasteita opettajalle. Yhteistoiminnallisten työtapojen avulla näitä ryhmätöihin liittyviä ongelmia voidaan välttää.<sup>54</sup> Myös kokeellisten töiden johdosta kemian tunnit pitävät sisällään paljon ryhmätyöskentelyä, joten on aiheellista tarkastella yhteistoiminnallisia työtapoja hieman tarkemmin seuraavassa luvussa.

#### **5.4 Yhteistoiminnalliset työtavat**

Yhteistoiminnallisella oppimisella (*cooperative learning*) tarkoitetaan oppimista, jossa oppilaat toimivat pienissä ryhmissä käyttäen hyväksi kaikkien ryhmäläisten tietämystä ja osaamista.<sup>7, 55</sup> Yhteistoiminnallisessa työskentelyssä oppilaat pyrkivät toimimaan itsensä että ryhmänsä hyväksi ja kantamaan oman vastuunsa yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tällöin jokainen ryhmän jäsen on vastuussa sekä omasta että muiden ryhmäläisten oppimisesta.

Yhteistoiminnalliset työtavat ovat herättäneet laajaa kiinnostusta opetusmuotoina ja niiden tutkimus onkin kasvanut räjähdysmäisesti viimeisten vuosikymmenien aikana.<sup>54</sup> Työtapoja on kiitelty erityisesti siitä, että niiden avulla opettaja pystyy yksilöllistämään opetusta, luomaan luokkaan positiivisen yhteenkuuluvuuden ilmapiirin, kehittämään oppilaiden sosiaalisia taitoja ja yksinkertaisesti tekemään oppimisesta hauskeempaa ja kiinnostavampaa. Sosiaaliset taidot kehittyvät monipuolisesti yhteistoiminnallisten

työtapojen avulla, sillä ne luovat oppilaille mahdollisuuden kommunikoida muiden kanssa, toimia johtajana, auttaa ryhmää päätöksen teossa, rakentaa luottamusta, korjaamaan väärinkäsityksiä, kuuntelemaan ja ymmärtämään toisten näkemyksiä.<sup>7</sup> Yhdessä toiminen ja samalla muista ryhmän jäsenistä huolehtiminen lisää myös oppilaiden itsetuntoa, itseluottamusta, itsenäisyyttä ja autonomiaa. Yhteistoiminnallinen oppiminen johtaa oppilaiden korkeamman tason ajattelutaitojen aktiivisempaan käyttöön, lisää oppilaiden käsitteellistä ymmärrystä ja parantaa heidän ongelmanratkaisukykyä. Lisäksi yhteistoiminnallisuuden on havaittu lisäävän oppilaiden motivaatiota opiskelua kohtaan.<sup>25, 53</sup>

Jotta edellä mainitut yhteistoiminnallisuuden tuomat hyödyt saavutettaisiin, tulisi opetuksen sisältää Johnsonin ja Johnsonin<sup>56</sup> määrittelemät viisi keskeisintä yhteistoiminnallisen opetuksen elementtiä. Nämä elementit ovat 1) positiivinen keskinäinen riippuvuus, 2) kasvokkain tapahtuva kannustava vuorovaikutus, 3) yksilöllinen vastuu, 4) sosiaaliset taidot ja 5) ryhmän suorittama prosessointi.

- 1) Positiivinen keskinäinen riippuvuus syntyy, kun oppilas ymmärtää, että hän ei voi onnistua elleivät muut ryhmäläisetkin onnistu (ja päinvastoin). Keinoja, joilla opettaja voi luoda positiivista riippuvuutta oppilaiden välille, ovat esimerkiksi yhteisten oppimistavoitteiden määrittelemine, ryhmälle yhteisten palkintojen jakaminen, ryhmän jäsenille erilaisten roolien (lukija, tarkistaja, rohkaisija, yhteenvetäjä) antaminen ja rooleihin sopivien tehtävien teettäminen.
- 2) Kun opettaja on saanut luotua positiivisen riippuvuuden oppilaiden välille, hänen on tarjottava oppilaille mahdollisuus avoimeen kasvokkain tapahtuvaan vuorovaikutukseen ryhmän sisällä. Näitä toimintoja voivat olla ongelman ratkaisun suullinen selittäminen, opittavien käsitteiden luonteesta keskusteleminen, oman tietämyksen opettaminen luokkakavereille ja uuden tiedon yhdistäminen aiemmin opittuun. Jotta kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus olisi tehokkainta, ryhmien koko tulisi olla 2-4 jäsentä.

- 3) Yksilöllinen vastuu on yhteistoiminnallisten työtapojen ehkäpä tärkein elementti. Se tarkoittaa käytännössä sitä, että jokainen ryhmän jäsen henkilökohtaisesti huolehtii siitä, että on oppinut sen, minkä muutkin ryhmän jäsenet ovat oppineet. Yksilöllinen vastuu ilmenee silloin, kun yksittäisen oppilaan suoritus arvioidaan ja tulokset palautetaan koko ryhmälle. Yksilöllisen vastuun korostaminen vähentää normaaleissa ryhmätöissä esiintyvää vapaamatkustajaongelmaa, jossa joku oppilas ratsastaa toisen ryhmäläisen työpanoksella. Tavallisesti yksilöllistä vastuuta luodaan esimerkiksi niin, että jokaiselle oppilaalle annetaan yksilöllinen koe, sattumanvaraisesti poimitun oppilaan tuotos valitaan edustamaan koko ryhmää tai jokaisen oppilaan on selitettävä luokkakaverilleen, mitä on oppinut.
- 4) Yhteistoiminnallisten työskentelymuotojen onnistuminen vaatii, että oppilaille on ensin opetettu vuorovaikutustaitoja, kuten kuunteleminen, aiheessa pysyminen, kysymysten tekeminen, muiden osallistumisen varmistaminen ja yksimielisyyden tavoittelu. Jos oppilaita sijoitetaan vain ryhmiin ja käsketään toimimaan yhteistyössä, ei toiminta ole välttämättä kovinkaan tehokasta. Edellä mainittuja sosiaalisia taitoja täytyy ensin harjoittaa oppilailla.
- 5) Viides yhteistoiminnallisen oppimisen keskeisistä elementeistä on ryhmän suorittama prosessointi ja reflektointi. Ryhmien jäsenten on työskentelyn jälkeen tai aikana keskusteltava siitä, kuinka hyvin he työskentelivät yhdessä, pääsivätkö he tavoitteeseen, mistä jäsenten toimista on ollut apua ja mistä ei. Tärkeää on myös se, että oppilaat miettivät, miten he voisivat kehittää ryhmätyöskentelyään jatkossa. Opettaja voi kontrolloida prosessointia keräämällä ryhmien keskustelujen tulokset paperille ja varmistaa sen hyödyt varaamalla riittävästi aikaa sen suorittamiseen.

Yhteistoiminnallisen oppimisen käyttöön ei ole olemassa mitään yhtä ainoaa tapaa.<sup>7, 56</sup> Johnson ja Johnsonin mukaan yhteistoiminnallisen oppimisen hyödyntäminen koulussa voi tapahtua neljällä eri tavalla. Tällaisia tapoja ovat muodollinen yhteistoiminnallinen oppiminen, vapaamuotoinen yhteistoiminnallinen oppiminen, yhteistoiminnalliset perusryhmät ja yhteistoiminnalliset rakenteet. Muodollisessa yhteistoiminnallisessa oppimisessa oppilaat työskentelevät yhdessä yhdestä oppitunnista viikkoihin



saavuttaakseen ryhmälle asetetut tavoitteet. Tavoitteita voivat olla esimerkiksi raportin kirjoittaminen tai tutkimuksen tekeminen. Vapaamuotoisessa yhteistoiminnallisessa oppimisessa oppilaat työskentelevät puolestaan yhdessä kutakin tehtävää varten väliaikaisesti kootuissa ryhmissä. Samat ryhmät ovat koossa vain minuuteista yhteen oppituntiin. Yleisiä menetelmiä vapaamuotoisessa yhteistoiminnallisessa oppimisessa ovat lyhyet pari- tai ryhmäkeskustelut. Yhteistoiminnalliset perusr ryhmät tarkoittavat sellaisia oppimisryhmiä, jotka ovat pitkäaikaisia, usein koko vuoden tai lukukauden ajan samassa koostumuksessa pysyviä. Niiden tarkoituksena on antaa oppilaille vertaistukea ja rohkaisua, jotta oppilaat edistyisivät koulutyössä. Esimerkiksi, jos joku ryhmän jäsenistä ei pääse tunnille, on muiden ryhmän jäsenien tehtävä huolehtia siitä, että poissa ollut jäsen saa tiedon tunnilla käsitellyistä asioista.

Yhteistoiminnalliset perusrakenteet sen sijaan tarkoittavat sellaisia yhteistoiminnallisuutta hyödyntäviä menettelytapoja, joita käytetään tiettyjen rutiinien hoitamisessa.<sup>56</sup> Tällaisia rutiineja voivat olla esimerkiksi kotitehtävien tarkastaminen ja kokeeseen kertaaminen. Perusrakenteita ovat muuan muassa Kaganin ja Kaganin<sup>56</sup> määrittelemät ajattele-pari-kerro- ja parit tarkastavat -rakenteet. Ajattele-pari-kerro menetelmässä oppilaat miettivät itsekseen opettajan määrittelemää aihetta, jonka jälkeen he keskustelevat siitä pareittain. Lopuksi parit kertovat ajatuksensa koko luokalle. Parit tarkastavat -rakenteessa työskennellään neljän hengen ryhmissä, joissa pareittain ratkaistaan opettajan antamaa tehtävää. Toinen pareista ratkaisee tehtävää, toinen valmentaa. Lopuksi vastauksia vertaillaan ryhmän toisen parin kanssa. Tällaisia rakenteita on myös paljon muita ja opettaja pystyy myös muuntelemaan ja kehittämään uusia yhteistoiminnallisia perusrakenteita omien tavoitteidensa mukaisesti. Lavosen<sup>56</sup> mukaan luonnontieteisiin sopivia yhteistoiminnallisia opetustekniikoita ovat esimerkiksi yhteistoiminnallinen keskustelu, väitekortit, palapelimenetelmä, työpistetyöskentely ja ryhmätutkimus.

Palapelimenetelmä (*jigsaw*) on käytetyimpiä yhteistoiminnallisia työtapoja, sillä siinä korostuu voimakkaasti ryhmän positiivinen keskinäinen riippuvuus.<sup>54, 55</sup> Palapelimenetelmä toimii siten, että ensin jaetaan oppilaat sopivan kokosiin (riippuen aiheesta) pienryhmiin, nimetään ryhmän puheenjohtaja ja numeroidaan ryhmän jäsenet numerosta yksi alkaen. Opettaja on jakanut oppitunnin aiheen yhtä moneen osaan kuin

ryhmissä on jäseniä ja seuraavaksi kaikki luokan samat numerot kokoontuvat perehtymään yhteen osaan aiheesta. Tätä ryhmää kutsutaan usein asiantuntijaryhmäksi. Lopuksi alkuperäinen ryhmä eli kotiryhmä kokoontuu ja jokainen numero esittää oman osuutensa muille ryhmäläisille. Opettaja voi järjestää opetustuokion lopuksi testin, jossa testataan oppilaiden tietämystä koko aineistosta. Luonnontieteissä palapelimenetelmä on käyttökelpoinen tekniikka esimerkiksi yhdistettynä kokeelliseen työpistetyöskentelyyn. Rasvojen kemian tapauksessa palapelimenetelmää voisi käyttää esimerkiksi siten, että asiantuntijaryhmät tutkisivat kaikki eri rasvatuotteita, jonka jälkeen kotiryhmissä vertailtaisiin saatuja tuloksia ja tehtäisiin yhdessä johtopäätökset. Tällöin palapelimenetelmään voitaisiin helposti yhdistää myös kokeellinen pistetyöskentely.

Yhteistoiminnallisten työtapojen käyttö vaatii opettajalta ennakkosuunnittelua, varsinkin sopivien ryhmien muodostamiseen ja materiaalien hankkimiseen.<sup>56</sup> Lisäksi työtapojen käyttö edellyttää, että opettaja kehittää jatkuvasti käyttämiään menetelmiä ja hankkii tarvittaessa lisätietoa erilaisista uusista yhteistoiminnallisista tekniikoista. Opettajan kehittyminen vaatii, että opettaja analysoi kriittisesti omaa toimintaa ja käyttämiään yhteistoiminnallisia menetelmiä. Opettajan rooli on muutenkin hieman erilainen yhteistoiminnallisessa opetuksessa verrattuna normaaliin ryhmätyöskentelyyn.<sup>55</sup> Opettajan työ on pääasiassa tuntien ennakkosuunnittelussa, tuntien aikana opettajan rooli on toimia ohjaajana ja tukea oppilaiden itseohjautuvuutta. Ennakkosuunnittelussa tärkeimpiä asioita, joita opettajan tulee tarkasti miettiä, ovat ryhmäjako, työnjako ja ajankäyttö. Koska yhteistoiminnallisuus on oppilaskeskeistä työskentelyä, on opettajan laadittava tarkat ja selkeät kirjalliset ohjeet töiden ja tehtävien suorittamiseen.

### **5.5 Rasvat ja terveystieteiden valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa**

Valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa<sup>4, 5</sup> määritetään yleisesti opetukseen liittyviä tavoitteita, sisältöjä ja muita opetuksen järjestämiseen liittyviä asioita. Sen pohjalta jokainen kunta tai koulu laatii yhteistyössä oppilaiden huoltajien, sosiaaliviranomaisten ja mahdollisesti myös oppilaiden kanssa paikallisen

opetussuunnitelman. Opettajan tulee parhaansa mukaan noudattaa laadittua opetussuunnitelmaa opetuksessaan. Tässä kappaleessa tarkastellaan rasvojen ja terveysteeman esiintymistä osana vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita sekä vuoden 2003 lukion opetussuunnitelman perusteita. Tarkastelussa keskitytään vain opetussuunnitelmien perusteiden määrittelemiin opetuksen ja kasvatuksen yleisiin aihekokonaisuuksiin sekä kemian ainekohtaisiin sisältöihin.

### *5.5.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden yleisissä opetuksen ja kasvatuksen aihekokonaisuuksissa terveystieteiden näkyminen useassa eri kohdassa.<sup>4</sup> Selvimmin se tulee esille aihekokonaisuuksissa *Ihmisenä kasvaminen, Vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta* sekä *Turvallisuus ja liikenne*. Näiden edellä mainittujen keskeisten kasvatuksen painotusalueiden tavoitteissa ja sisällöissä mainitaan muuan muassa seuraavia tiiviisti terveystieteiden liittyviä seikkoja:

*”Oppilas oppii ymmärtämään omaa fyysistä, psyykkistä ja sosiaalista kasvuaan.”*

*”Opetuksen päämääränä on lisätä oppilaan valmiuksia ja motivaatiota toimia ympäristön ja ihmisen hyvinvoinnin puolesta.”*

*”Oppilas oppii tunnistamaan turvallisuus- ja terveysriskejä, ennakoimaan ja välttämään vaaratilanteita sekä toimimaan terveyttä ja turvallisuutta edistävasti.”*

Lisäksi aihekokonaisuudessa *Viestintä ja mediataito* korostuvat tavoitteet, joissa oppilas oppii suhtautumaan kriittisesti median välittämiin sisältöihin. Tämä liittyy keskeisesti myös nykyaikaiseen terveystieteiden opetukseen, sillä mediasta nuoret saavat vääristyneitä käsityksiä esimerkiksi ihmisen ihanteellisesta ulkonäöstä, ruumiinrakenteesta ja ravitsemuksesta. Liiallisella ihannoinnilla voi olla negatiivisia vaikutuksia nuorten hyvinvointiin ja terveyteen.

Opetussuunnitelman perusteiden kemian ainekohtaisessa osuudessa nuorten terveystieteiden näkyminen tulee myös merkittävällä tavalla esille. Vuosiluokilla 5-6 terveystieto jopa integroidaan suoraan kuulumaan fysiikan ja kemian opetukseen ja omaksi

opetettavaksi aineekseen terveystieto tulee vasta yläasteella. 5-6 luokilla fysiikan ja kemian opetuksessa tulisi opetussuunnitelman perusteiden mukaan pyrkiä tarkastelemaan oppilaiden toimintaa turvallisuuden ja terveyden näkökulmista eli terveystieteiden asettamaan ikään kuin opetuksen tukipilariksi. Vastaavasti vuosiluokilla 7-9 terveystieteiden opetuksen voi helposti yhdistää kuuluvaksi seuraaviin opetussuunnitelman perusteiden asettamiin kemian opetuksen tavoitteisiin:

*”Oppilas oppii soveltamaan tietojaan käytännön tilanteissa ja valinnoissa.”*

*”Oppilas oppii tuntemaan kemian ilmiöiden ja sovellusten merkityksen sekä ihmiselle että yhteiskunnalle.”*

Nuorten ravitsemukseen liittyvät käytännön valintatilanteet ovat esimerkkejä tilanteista, joissa oppilaat joutuvat soveltamaan kemian tietämystään ja ymmärtämään kemian todellisen merkityksen ihmiselle. Terveystietoa otetaan esille melko laajasti kemian opetussuunnitelman perusteissa, joten sen integrointi kemian opetukseen on siis tämänkin puolesta perusteltua.

Varsinaisissa kemian opetussuunnitelman perusteiden keskeisissä ainekohtaisissa sisällöissä rasvat esiintyvät 5-6 luokilla kokonaisuudessa *Aineet ympärillämme* ja tarkemmin kohdassa *Elinympäristöön kuuluvien aineiden ja tuotteiden alkuperä, käyttö, kierrätys sekä niiden turvallinen käyttö*. Vuosiluokilla 7-9 yhtenä keskeisenä sisältönä on kokonaisuus *Elollinen luonto ja yhteiskunta*, johon erityisesti mainitaan kuuluvaksi *Rasvat, niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineena*. Rasvat voidaan myös liittää muihin opetussuunnitelman perusteiden määrittelemiin kemian keskeisimpiin sisältöihin, vaikka rasvoja ei niissä erikseen mainitakaan. Esimerkiksi rasvojen kemiaa voidaan yhdistää veden ominaisuuksien tutkimiseen, kemiallisten sidoksien opetukseen ja reaktioyhtälöiden tasapainottamisen harjoitteluun.

### *5.5.2 Lukion opetussuunnitelman perusteet*

Lukion valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa on kemian opetukselle määritetty yleisten tavoitteiden lisäksi jokaista viittä kemian kurssia koskevat keskeiset sisällöt ja tavoitteet.<sup>5</sup> Yleissivistävänä koulutuksena lukio-opintoihin sisältyy

terveyskasvatusta monessakin eri oppiaineessa. Kemian puolella terveyskasvatus piiloutuu hyvin yleisiin mutta tärkeisiin opetuksen tavoitteisiin, joissa mainitaan esimerkiksi:

*”Opiskelija tietää kemian yhteyksiä jokapäiväiseen elämän ilmiöihin sekä ihmisen ja luonnon hyvinvointiin.”*

*”Opiskelija osaa käyttää kemiallista tietoa kuluttajana terveyden edistämässä.”*

Rasvojen kemiaa käsitellään lukion kemiassa useammassakin eri kurssissa. Varsinaisesti rasvoja ei sellaisenaan mainita opetussuunnitelman perusteissa, vaan puhutaan yleisesti orgaanisista yhdisteistä. Lukion kemian ainoassa pakollisessa kemian kurssissa *Ihmisen ja elinympäristön kemia* (KE1) eräänä tavoitteena on, että *”opiskelija osaa orgaanisten yhdisteiden rakenteita, niiden ominaisuuksia ja reaktioita sekä ymmärtää niiden merkityksen ihmiselle ja elinympäristölle”*. Kurssilla rasvat ja niihin läheisesti liittyvät rasvahapot kuuluvat olennaisesti karboksyylihappojen, estereiden, lipidien ja saippuoitumisen käsittelyn yhteyteen.

Lukion kemian ensimmäisellä syventävällä kurssilla *Kemian mikromaailma* (KE2) pääpaino on aineiden kemiallisen rakenteen tuntemuksessa ja kemiallisessa sitoutumisessa. Yhtenä tutustumisen kohteena kurssilla ovat jälleen orgaaniset yhdisteet ja niiden yhteydessä myös rasvat. Kolmas kemian kurssi on nimeltään *Reaktiot ja energia* (KE3), jonka keskeisiin sisältöihin kuuluu muuan muassa *orgaanisten yhdisteiden reaktiotyyppejä, mekanismeja sekä sovelluksia*. Tällä kurssilla voidaan käsitellä vielä tarkemmin rasvoihin liittyvien reaktioiden mekanismeja ja reaktionopeuksia. Tällaisia reaktioita voisivat olla happokatalysoitu esteröitymisreaktio, hydrogenointi, halogeenien additioreaktio ja hydrolyysi. Lisäksi kurssilla on mahdollisuus käsitellä rasvojen teollisia käyttömahdollisuuksia, kuten bioetanolin valmistusprosessia tai elintarvike- ja kosmetiikkateollisuuden tuotteita. Lukion kahdesta viimeisestä syventävästä kurssista *Metallit ja materiaalit* (KE4) ja *Reaktiot ja tasapaino* (KE5) ei ainakaan opetussuunnitelman perusteissa selkeästi ilmene tavoitteita tai keskeisiä sisältöjä, joihin rasvat voisi yhdistää.

## 5.6 Terveyskasvatuksen pedagogisia näkökulmia

Kemian opetussuunnitelman perusteet pitävät sisällään, varsinkin ala- ja yläasteella, paljon terveystiedon kappaleesta 4.5. käy hyvin ilmi. Aina näin ei ole ollut, sillä Kannaksen<sup>57</sup> mukaan terveydelle ei ole aiemmin juurikaan annettu painoarvoa edes koko yleissivistävän koulun opetussuunnitelmissa. Miksi sitten terveystiedon opetus on tärkeää? Kannaksen mukaan jokaisella lapsella ja nuorella on oikeus tietää terveydestä, niihin vaikuttavista asioista sekä terveyden edistämisen keinoista. Terveystiedon merkityksen tärkeimpiä perusteluja ovat olleet yleissivistykseen liittyvät perustelut, terveys voimavarana näkökulma, nuorten kehittyminen, nuorten terveystietämisen ehkäisy ja terveystiedon yhteiskunnallinen vaikutus. Heikkinen määrittelee artikkelissaan<sup>58</sup> terveystiedon päämääräksi hyvän elämän. Jos terveystiedon päämääränä on nuorten hyvä elämä, niin terveystiedon opettajan työtä voidaan perustellusti pitää melko haastavana. Terveystiedon opettamisen haasteellisuuden opettajan näkökulmasta palataan vielä myöhemmin tässä luvussa.

Jotta voidaan pohtia terveystiedon pedagogista luonnetta ja opettajalta vaadittavia erityispiirteitä, on syytä tietää terveystiedon perustehtävät.<sup>57</sup> Niitä ovat sivistävät, virittävät ja mielenterveystehtävät sekä muutosta avustavat tehtävät. Sivistävillä tehtävillä tarkoitetaan tietojen ja terveystaitojen opettamista yleissivistävässä hengessä. Näihin tehtäviin voidaan laskea kuuluvaksi myös arvokasvatusta. Virittävissä tehtävissä tavoitellaan nuorten ajattelemisen auttamista ja tiedostamisen virittämistä. Sen tavoitteena ei ole suostutella tai ohjata nuoria käyttäytymään suoraan terveyttä edistävästi, vaan saada nuoret ajattelemaan. Tällainen virittävä tehtävä liittyy läheisesti kognitiiviseen oppimiskäsitykseen, jossa oppija oppii, kun hän kokee aikaisemmat tietonsa riittämättömiksi ja tarvitsee selviytyäkseen tietoa. Mielenterveystehtävä puolestaan pitää sisällään nuorten mielenterveyden edistämiseen liittyviä tehtäviä. Kouluopetuksessa tällaisia ovat muuan muassa oppilaiden psyykkisten voimavarojen vahvistaminen ja pelon, ahdistuksen vähentäminen. Mielenterveystehtävissä luokan ilmapiirin merkitys korostuu. Vastaavasti muutosta avustavalla tehtävällä tarkoitetaan nuorten terveystietämisen sekä erilaisten terveystaitojen- ja valmiuksien mahdollista muuttamista. Tärkeänä muutosta avustavana tehtävänä on tukea nuorten selviytymistä kasvun ja kehityksen tuomiin muutoksiin.

Terveysopetuksen didaktiikalla tarkoitetaan sellaista tieteellistä tutkimusta, jossa pyritään selvittämään, miksi terveyttä opetetaan ja minkälaisia menetelmiä tai metodeja käytetään tavoitteisiin pääsemiseksi.<sup>59</sup> <sup>60</sup> Edellisissä kappaleissa on mainittu joitakin terveysopetuksen tavoitteita ja tehtäviä. Hyvää terveysopetusta, joka johtaa näiden tavoitteiden saavuttamiseen, voidaan kuvata esimerkiksi kolmen eri didaktisen lähtökohdan avulla. Nämä opetuksen lähtökohdat ovat faktatieto, sosiaalipsykologiset metodit ja toimintasuuntauneisuus. Faktatieto muokkaa oppilaiden asenteita terveyden kannalta suotuisimmiksi. Faktatiedolla ei ole kuitenkaan helppo vaikuttaa oppilaiden asenteisiin, joten opetuksessa tarvitaan sosiaalipsykologisia metodeja. Kolmantena lähtökohtana on se, että opetus tulisi olla toimintasuuntautunutta eli oppilas oppisi tutkimaan omia asenteitaan, ottamaan kantaa niihin ja lopulta tekemään valintoja oman arvopohjan mukaisesti. Hyvä terveysopetus saavutetaan, kun opetuksessa otetaan huomioon kaikki edellä mainitut lähtökohdat.

Terveystieto on monitieteinen oppiaine, mikä tarkoittaa, että sen opetussisältöjä voidaan lähestyä monen eri tieteen alan näkökulmasta.<sup>60</sup> Terveysteemaa on muun muassa mahdollista lähestyä lääketieteen, yhteiskuntatieteen, taloustieteen ja filosofian näkökulmista. Lisäksi terveystieto on eettisesti sensitiivinen oppiaine, joten sen opetussisällöt ovat herkällä tavalla kosketuksissa opettajan ja oppilaiden elämäkokemuksiin, arjen iloihin ja suruihin. Nämä seikat tekevät terveystieteen haastavan ja monella tavalla erityisen niin opettajille kuin oppilaillekin. Opettaja voi kuitenkin omilla valmiuksillaan ja toimintatavoillaan edistää terveystieteen tavoitteiden saavuttamista.

Kannas kuvailee artikkelissaan<sup>60</sup> Terveystieto-oppiaineen olemusta etsimässä terveystieteen ohjaajalta vaadittavia ammatillisia ja kasvatuksellisia erityispiirteitä. Näitä ovat eettinen osaaminen, sisällöllinen aineenhallinta, oppilaan ja itsensä tuntemus, pedagoginen osaaminen ja toimintaympäristön tuntemus. Lisäksi opettajalta vaaditaan oman opettajuuden kehittämiseen liittyvää tutkivaa otetta.

Eettisen osaamisen ja oppilaan tuntemuksen suuri merkitys ovat terveystieteen opetuksen selkein eroavaisuus muihin oppiaineisiin. Oppitunneilla käsitellään paljon terveyteen liittyviä eettisiä kysymyksiä, joten opettajan pitäisi kyetä tunnistamaan niihin

liittyviä arvolähtökohtia ja hallita niiden eettistä argumentointipohjaa.<sup>60</sup> Tähän liittyen opettajan tulisi myös itse pysähtyä aika ajoin miettimään omaa suhdetta terveyteen ja sairauksiin. Koska terveystiedossa käsitellään myös aihealueita, joissa liittyvät läheisesti oppilaiden emotionaalisiin kipupisteisiin, vaaditaan opettajalta herkkää oppilaiden lukutaitoa ja heidän elämäntilanteensa huomioimista. Jotta opettaja voi näihin vaatimuksiin vastata, hänen tulee tuntea oppilaiden lisäksi myös nuorisokulttuurillisia arvoja ja asenteita. Tämän takia terveystiedon oppitunneilla onkin paljon tarvetta keskusteluille, tarinoille ja sitä kautta jaetuille kokemuksille. Aineen herkkyyden vuoksi opettajalta vaaditaan myös erityisen hyviä vuorovaikutustaitoja, jotka korostuvat varsinkin, kun opiskellaan sosioemotionaalisia taitoja.

Terveyskasvatuksen sisällöllinen aineenhallinta puolestaan pitää sisällään terveystiedon perustiedot, mutta myös lisäksi tiedot siitä, mihin terveystottumusten terveysvaikutukset ihmiseen perustuvat.<sup>60</sup> Nämä tiedot vaativat usein biokemian osaamista ja esimerkiksi kemian opettajalla voisi olla enemmänkin tämän alan tietämystä. Tämän vuoksi koulujen terveyskasvatuksessa on tärkeää, että eri oppiaineet tekevät yhteistyötä ja jakavat terveyskasvatuksen vastuuta pienemmille sektoreille.

Rasvoihin ja ravitsemukseen liittyvässä terveyskasvatuksessa tulee myös esille terveyskasvatuksen eettisesti sensitiivinen luonne. Käsiteltäessä aiheita, kuten lihavuus ja ruokailutottumukset, on opettajan syytä muistaa, että jollekin oppilaalle kyseiset aiheet saattavat olla erittäin arkoja. Luokassa saattaa olla ylipainoisia oppilaita, jolloin lihavuudesta mainittaessa opettajan pitää valita sanansa tarkasti, jottei syyllisty ylipainoisen oppilaan syyttelyyn tai turhaan esille nostamiseen. Ruokailutottumuksista puhuttaessa opettajan pitää ottaa huomioon oppilaiden erilaiset sosioekonomiset taustat, koska ne vaikuttavat perheiden ruokakulttuureihin merkittävästi, eivätkä oppilaat pysty niihin silloin itse kovinkaan paljon vaikuttamaan. Terveellisen ravitsemuksen opettamisen perustehtävä on virittää oppilaat ajattelemaan sekä tiedostamaan omaa ruokavaliotaan ja siihen liittyviä terveydellisiä seikkoja, eikä ohjata heitä suoraan noudattamaan jotakin tiettyä ruokavaliomallia. Ravitsemukseen liittyvässä terveyskasvatuksessa siis korostuu, että opettaja saa oppilaat ajattelemaan, mikä on heidän terveyden kannalta parasta ja miksi. Näihin kysymyksiin kemian tietämys antaa oivan apuvälineen.



## 6 Kehittämistutkimus

Tässä kehittämistutkimuksessa on tarkoitus kartoittaa terveystasvatuksen suhdetta kemian opetukseen sekä lopuksi kehittää opetusmateriaalia yläkouluun ja lukioon. Opetusmateriaalin lähtökohtana on luoda oppilaita kiinnostavia ja motivoivia kemian opetustuokioita ja oppimistehtäviä, joissa terveystasvatus yhdistetään rasvojen kemian oppimiseen. Opetusmateriaalissa pyritään ottamaan vahvasti huomioon myös yhteistoiminnalliset työtavat.

### 6.1 Tutkimuskysymykset

Tämä kehittämistutkimus tarveanalyysiin pyrkii vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten terveystasvatus on integroitu kemian opetukseen perusopetuksen ja lukion valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa?
2. Millaisia mielikuvia ja asenteita kemian aineenopettajilla on kontekstuaalisesta kemian opetuksesta erityisesti terveystasvatuskontekstissa?
  - 2.1 Onko terveystasvatus käsitteleviä kemian opetusmateriaaleja riittävästi tarjolla?
  - 2.2 Missä aihealueissa terveystasvatus ja kemian integroiminen olisi hyödyllistä?
3. Miten kontekstuaalista oppimista ja yhteistoiminnallisia työtapoja voidaan hyödyntää rasvojen kemian suunnatussa opetusmateriaalissa?

### 6.2 Kehittämistutkimuksen toteutus

Tutkimusmenetelmänä kehittämistutkimus (*design research*) on melko monimuotoinen ja sen yksinkertainen kuvailu voi olla hankalaa.<sup>61</sup> Kehittämistutkimuksessa yhdistyvät usein sekä laadulliset että määrälliset tutkimusmenetelmät, joten sen

toteuttamiseen ei ole olemassa mitään yleismallia. Edelsonin<sup>61</sup> mukaan kehittämistutkimuksesta voidaan kuitenkin poimia kolme tärkeää päävaihetta. Ne ovat kehittämisprosessi, ongelma-analyysi ja varsinainen kehittämistuotos. Kehittämisprosessissa tehdään suunnitelma tutkimukseen tarvittavista resursseista ja toteutuksesta. Ongelma-analyysi on kenties tutkimuksen tärkein vaihe. Siinä määritellään kehittämistutkimuksen tarpeet ja perustelut. Ongelma-analyysi koostuu usein tarveanalyysistä, testauksesta tai arvioinnista. Kehittämistuotos on tutkijan luoma ratkaisumalli ongelma-analyysissä esiin tulleisiin haasteisiin.

Tämä kehittämistutkimus koostuu kahdesta vaiheesta:

1. Tarveanalyysi
2. Opetusmateriaalin kehittäminen

Tarveanalyysi tehtiin loppukeväästä 2011 ja opetusmateriaali kehitettiin keväällä 2012.

### *6.2.1 Tarveanalyysi*

Tässä tutkimuksessa tarveanalyysi toteutettiin kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa tarkasteltiin terveystiedon ja rasvojen esiintyvyyttä kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla.<sup>62</sup> Tarveanalyysin toisessa osassa kemian ja terveystiedon oppiainerajat ylittävän opetuksen tilannetta kartoitettiin kemian opettajille suunnatulla kyselyllä.

Tarveanalyysin ensimmäisessä osassa pyrittiin selvittämään, kuinka paljon opetussuunnitelmissa näkyy terveystiedon ja missä yhteyksissä se niissä esiintyy. Tarveanalyysissä analysoitiin sekä perusopetuksen että lukio-opetuksen valtakunnallisia opetussuunnitelman perusteita. Analyysissä keskityttiin kuitenkin vain kasvatuksen yleisiin aihekokonaisuuksiin ja kemian ainekohtaisiin sisältöihin. Tämän osan avulla pyrittiin vastaamaan tutkimuskysymykseen 1.

Tarveanalyysin kyselyosion tarkoituksena oli selvittää kemian opettajien mielikuvia ja asenteita oppiainerajat ylittävästä kemian opetuksesta ja erityisesti terveystiedon yhdistämisestä kemian opetukseen. Kyselyssä pyrittiin myös kartoittamaan kemian opettajien käsityksiä siitä, mitkä aihealueet sopivat kemian ja terveystiedon integroinnin toteuttamiseen. Lisäksi oltiin kiinnostuneita kemian opettajien käyttämistä opetusmenetelmistä kemian ja terveystiedon yhdistämisessä sekä nykyisten saatavilla olevien terveystiedon tukevien opetusmateriaalien riittävydestä. Yhtenä merkittävänä tavoitteena kyselylle oli yksinkertaisesti saada selkeitä perusteita ja vinkkejä kehittämistutkimuksen toiseen vaiheeseen eli opetusmateriaalin luomiseen. Tämä osio pyrkii vastaamaan tutkimuskysymykseen 2.

Tarveanalyysistä saatuja tietoja käytettiin hyväksi koko tutkielman aiheen ja kehitettävän opetusmateriaalin sisältöjen valinnassa. Tarveanalyysin perusteella tarkennettiin myös tutkimuskysymyksiä.

### *6.2.2 Opetusmateriaalin kehittäminen*

Opetusmateriaalin kehittelyn lähtökohtana oli tuottaa kemian opettajille opetusmateriaalia ja ideoita sellaisten kemian tuntien suunnitteluun, joissa kemiaa opetettaisiin yhteistoiminnallisia työtapoja hyödyntäen ihmis- ja terveystiedon kontekstissa. Opetusmateriaalia kehitettiin tarveanalyysin ja aiemman tutkimustiedon pohjalta sekä yläasteelle että lukioon. Aiemmat tutkimustiedot koskivat tässä tapauksessa lähinnä kontekstuaalista oppimista, kemiallisen tiedon luonnetta ja rakentumista ja yhteistoiminnallisuutta. Lisäksi terveystiedon erikoisluonnetta koskevaa tutkimustietoa hyödynnettiin myös opetusmateriaalien kehittämisessä. Opetusmateriaalin ideoinnissa käytettiin lähteinä myös useita kemian oppikirjoja, terveystiedon oppikirjoja ja muita kemian opetukseen liittyviä aiempia opetusmateriaaleja.

Kontekstuaalisessa oppimisessa on tärkeää, että kemia liitetään oppilaita kiinnostaviin tilanteisiin ja ilmiöihin.<sup>6</sup> Tällöin kemia liittyy konkreettisesti johonkin arkielämän tilanteeseen, jolloin tieteen ja todellisuuden välimatka oppilaan silmissä lyhenee.

Terveysteema ei ole siis pääasia tässä opetuspaketissa, vaan sen tarkoitus on vain herättää oppilaiden mielenkiinto kemiaa kohtaan. Yhtä hyvin konteksti voisi olla joku muu oppilaita kiinnostava aihe. Kontekstilla on kuitenkin olemassa peruskriteerit, joiden avulla se kannattaa valita (ks. luku 5.3.1). Kontekstuaalista oppimista tukevia työtapoja ovat esimerkiksi yhteistoiminnalliset ja tutkimukselliset työtavat yhdistettynä kokeellisuuteen. Yhteistoiminnalliset työtavat tukevat hyvin sosiaalista konstruktivismia eli oppimisteoriaa, jossa oppiminen on seurausta oppilaan aktiivisesta toiminnasta vuorovaikutuksessa muiden oppilaiden, opettajan ja ympäristön kanssa.<sup>31</sup> Yhteistoiminnallisuudella, yhdistettynä siihen vielä tutkiva kokeellisuus, saavutetaan kemialle sopiva ja mielekäs tapa oppia uutta tietoa ja samalla kehittämään oppilaiden korkeamman tason ajattelutaitoja. Näiden oppimiseen liittyvien seikkojen huomioiminen olikin lähtökohtana uuden opetusmateriaalin kehittämisessä. Kehitetyn opetusmateriaalin avulla pyrittiin vastaamaan tutkimuskysymykseen 3.

## **7 Tutkimuksen tulokset ja tulosten analysointi**

Tässä luvussa esitellään tutkimustulokset lähtien liikkeelle tarveanalyysin tuloksista ja päättyen kehitetyn opetusmateriaalin tarkasteluun. Luvun tarkoituksena on vastata tutkimuskysymyksiin siten, että luvuissa 7.1 ja 7.2 vastataan kysymyksiin 1-2 ja luvussa 7.3 vastataan kysymykseen 3.

### **7.1 Rasvat ja terveystieteiden kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa**

Terveystieteiden esiintyminen opetussuunnitelmissa useissa eri kohdissa niin perusopetuksessa kuin lukio-opetuksessakin. Perusopetuksen yleisissä tavoitteissa korostetaan muuan muassa oppilaiden valmiuksia toimia ihmisen hyvinvoinnin puolesta, tunnistaa terveystieteiden riskejä ja toimia omaa terveyttä edistävänä.<sup>4</sup> Perusopetuksen kemian ainekohtaisissa sisällöissä tulee puolestaan esille tavoite oppilaiden soveltamistaitojen kehittämisestä. Oppilaiden tulisi oppia soveltamaan kemian tietoutta

käytännön valintatilanteissa ja ymmärtämään kemia ilmiöiden merkitystä ihmiselle. Rasvat tulevat selvimmän esille opetuskokonaisuudessa *Elollinen luonto ja yhteiskunta*.

Lukio-opetuksessa terveystieteiden merkitys näkyy eniten opetukselle asetetuissa tavoitteissa, joissa opiskelijan tulisi oppia kemian yhteyksiä ihmisen hyvinvointiin ja käyttämään kemiallista tietoa kuluttajana terveyden edistämiseksi.<sup>5</sup> Lukion kemian kursseista rasvojen kemia tulee esille kolmessa ensimmäisessä kurssissa, selvimmän kuitenkin ensimmäisessä kurssissa *Ihmisen ja elinympäristön kemia* (KE1). Tulokset on esitetty tarkemmin jo tutkielman luvussa 5.5.

## 7.2 Kemian opettajien näkemyksiä

Kyselytutkimus toteutettiin sähköpostikyselynä loppukeväästä 2011, jossa aineiston hankintaan käytettiin verkkopohjaista kyselylomaketta. Kysely lähetettiin MAOL Keski-Suomi ry:n, MAOL Pohjois-Karjala ry:n, MAOL Päijät-Häme ry:n sekä Keski-Pohjanmaan TUKEMIA projektin sähköpostilistoille.

Tutkimus toteutettiin siis kyselylomaketutkimuksena. Kyselylomake koostui neljästä osasta. Ensimmäisessä osassa kartoitettiin opettajien taustatietoja monivalintakysymyksillä, toinen ja kolmas osa koostui Likert – asteikkoon perustuvista väittämistä.<sup>63</sup> Kyselyn viimeinen osa puolestaan sisälsi avoimia kysymyksiä. Kyselylomakkeen väittämät laadittiin aikaisempaa tutkimustietoa hyödyntäen. Kyselyn avoimien kysymysten vastauksia analysoitiin sisällönanalyysin menetelmillä.<sup>62</sup> Opettajille lähetetty kyselylomake on kokonaisuudessaan liitteenä 1.

### 7.2.1 Kohderyhmä

Kyselyyn vastasi 33 opettajaa, joista miehiä oli viisi ja naisia 26. Loput kaksi eivät paljastaneet sukupuoltaan. Pääosin kyselyyn vastanneet ovat jo pitkään alalla toimineita yläasteen sekä lukion opettajia. Suurin osa vastaajista opettaa kemian lisäksi

matematiikka ja fysiikkaa. Yli puolet vastanneista opettajista on suorittanut kemian opintoja laudaturin oppimäärän. Kyselyyn vastanneiden opettajien taustatietojen jakaumat on esitetty alla olevassa taulukossa 2.

Taulukko 2. Kyselyyn vastanneiden opettajien taustatiedot (N=33).

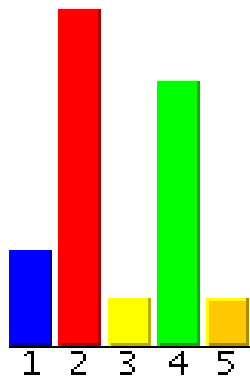
<b>Opetuskokemus vuosina</b>	alle 1	1-5	6-10	11–20	yli 20
	1	6	6	6	14
<b>Opetusaste</b>	Yläaste	Lukio	Yläaste ja Lukio	Muu	
	17	8	3	5	
<b>Kemian opinnot</b>	Approbatur	Cum laude	Laudatur	Muu	
	3	10	18	2	
<b>Muut opetettavat aineet</b>	Matematiikka	Fysiikka	Tietotekniikka	Muu	
	27	25	2	2	

### 7.2.2 Kyselytutkimuksen väittämät -osien tulokset

Kemian opettajien asenteita muiden oppiaineiden, erityisesti terveystiedon, integroinnista kemiaan kartoitettiin erilaisten väittämien avulla. Väittämien avulla pyrittiin myös saamaan tietoa siitä, tuleeko terveysteema opettajien mielestä riittävästi esille kemiaan saatavilla olevista opetusmateriaaleista. Väittämässä käytettiin viisiportaista Likert – asteikkoa, jossa vaihtoehdot olivat ”täysin eri mieltä”, ”osittain eri mieltä”, ”en osaa sanoa”, ”osittain samaa mieltä” ja ”täysin samaa mieltä”. Kaikki väittämät on nähtävissä liitteessä 1.

Kemian opettajien suhtautuminen oppiainerajat ylittävään kemian opetukseen oli erittäin myönteinen ja suurin osa opettajista oli samaa mieltä sen kanssa, että muiden aineiden, muuan muassa terveystiedon, integrointi kemian opetukseen on hyödyllistä. Terveystiedon yhdistäminen kemiaan oli opettajien mielestä oppilaita motivoivaa, heidän kiinnostusta ja innostusta lisäävää. Kyselyn mukaan 61 % opettajista oli täysin samaa mieltä siitä, että oppilaiden kemian ymmärrys paranee, kun opetukseen yhdistetään myös tietoja muista oppiaineista. Opettajat olivat myös yhtä mieltä siitä, että

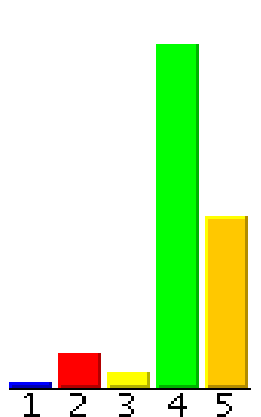
kemian opetus on yleissivistävää koulutusta ja sen tarkoituksena on antaa muutakin kuin pelkästään kemian tietämystä. Merkittävänä tuloksena opettajien vastauksista nousi esille se, että vaikka muiden oppiaineiden, kuten terveystiedon, integrointi kemiaan miellettiin hyödylliseksi, niin lähes 40 % opettajista koki kuitenkin kemian opettamisen erilaisissa konteksteissa vievän liikaa opettajan aikaa ja vaivaa (kuva 15). Opettajien näkemykset oppiaineiden integroinnin hyödyistä ja haitoista ovat siis melko samankaltaisia kuin kontekstuaalisesta oppimisesta tehtyjen tutkimusten tulokset (ks. luku 5.3).



<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	4	12
	2	Osittain eri mieltä	14	42
	3	En osaa sanoa	2	6
	4	Osittain samaa mieltä	11	33
	5	Täysin samaa mieltä	2	6

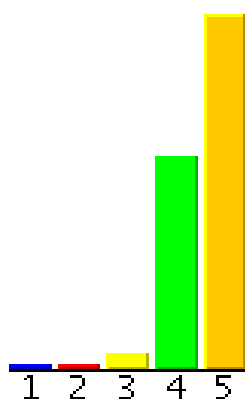
Kuva 15. Väite: Kemian opettaminen erilaisissa konteksteissa vie liikaa opettajan aikaa ja vaivaa.

Vastauksien perusteella opettajien käsitykset terveystieteiden kiinnostavuudesta nuorien keskuudessa olivat selkeät. Yli 90 % opettajista piti terveystieteitä oppilaita kiinnostavana aiheena ja terveystieteiden tärkeyttä sekä ajankohtaisuutta yläaste- ja lukiokäisillä nuorilla (kuvat 16 ja 17). Ihmisen terveyteen liittyvät aiheet ovat siis sekä opettajien mielestä että koululaisten kiinnostuksen kohteita kartoittaneiden tutkimusten mukaan nuoria erityisesti kiinnostava aihealue (ks. luku 5.2.2). Tämän tutkimuksen tulos siis tukee aiempia tutkimustuloksia terveystieteiden kiinnostavuudesta.



<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	0	0
	2	Osittain eri mieltä	2	6
	3	En osaa sanoa	1	3
	4	Osittain samaa mieltä	20	61
	5	Täysin samaa mieltä	10	30

Kuva 16. Väite: Terveysteema on yleisesti kiinnostava aihe oppilaille.



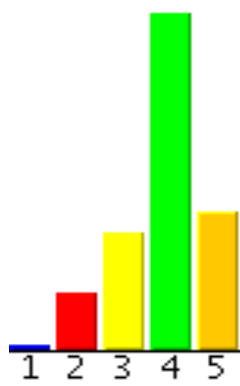
<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	0	0
	2	Osittain eri mieltä	0	0
	3	En osaa sanoa	1	3
	4	Osittain samaa mieltä	12	36
	5	Täysin samaa mieltä	20	61

Kuva 17. Väite: Koen, että terveystkasvatus on ehdottoman tärkeää ja ajankohtaista nuorille.

Yhtenä kyselyn tavoitteena oli saada selville, tukevatko opetusmateriaalit riittävästi terveystkasvatuksen opettamista kemian yhteydessä. Yli 70 % kyselyyn vastanneista kemian opettajista oli sitä mieltä, että kemian oppikirjoissa esiintyy terveystkasvatusta melko vähän ja vastaavasti 66 % toivoisi oppikirjoissa olevan enemmän terveysteemaan liittyviä tietoja (kuvat 18 ja 19). Vastauksien mukaan myös lähes 70 % opettajista oli ainakin osittain eri mieltä siitä, että kemiaan saatavilla olevat opetusmateriaalit tukevat riittävästi oppiaineiden integroimista (kuva 20). Lisäksi 81 % opettajista olisi kiinnostuneita käyttämään opetuksessaan harjoitustehtäviä, joissa yhdistyy



terveyskasvatus ja rasvojen kemia, jos niitä olisi enemmän tarjolla. Huomioitavaa näiden väittämien vastauksissa oli myös prosentuaalisesti suhteellisen suuri ”en osaa sanoa” – vastauksien määrä. Nämä saadut tulokset kontekstisidonnaisten opetusmateriaalien puutteesta tukevat hyvin aiempia tutkimustuloksia kontekstuaalisen oppimisen haasteista (ks. luku 5.3.3) Eräänä haasteena oli de Jongin mukaan juuri kontekstuaalista oppimista tukevien opetusmateriaalien vähyys.<sup>46</sup>



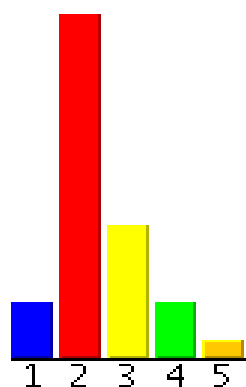
<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	0	0
	2	Osittain eri mieltä	3	9
	3	En osaa sanoa	6	18
	4	Osittain samaa mieltä	17	52
	5	Täysin samaa mieltä	7	21

Kuva 18. Väite: Kemian oppikirjoissa terveyskasvatusta ilmenee melko vähän.



<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	0	0
	2	Osittain eri mieltä	4	12
	3	En osaa sanoa	7	21
	4	Osittain samaa mieltä	13	39
	5	Täysin samaa mieltä	9	27

Kuva 19. Väite: Kemian oppikirjoissa saisi olla enemmän terveysteemaan liittyviä tietoiskuja.



<b><u>Frekvenssitaulukko</u></b>				
		<b>Vaihtoehto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	1	Täysin eri mieltä	3	9
	2	Osittain eri mieltä	18	56
	3	En osaa sanoa	7	22
	4	Osittain samaa mieltä	3	9
	5	Täysin samaa mieltä	1	3

Kuva 20. Väite: Kemiaan saatavilla olevat opetusmateriaalit tukevat riittävästi oppiaineiden integroimista.

### 7.2.3 Kyselytutkimuksen avoimien kysymysten tulokset

Avoimilla kysymyksillä haluttiin saada selville kemian opettajien ajatuksia siitä, minkälaisesta kemian tietämyksestä olisi hyötyä terveystiedossa ja päinvastoin. Tarkoituksena oli siis kartoittaa niitä kemian aihealueita, joissa opettajat voisivat ottaa terveystiedosta esille. Vastaavasti pyrittiin myös selvittämään, mitä ne esille otettavat terveysteemat voisivat olla. Opettajille esitetyt avoimet kysymykset ovat liitteessä 1. Avoimien kysymysten vastauksia analysoitiin luokittelemalla saatuja vastauksia ensin erilaisiin aihealuekategorioihin, jonka jälkeen saatu aineisto kvantifioitiin.<sup>62</sup> Tässä tapauksessa kvantifioinnilla tarkoitetaan sitä, että saadusta aineistosta eli vastauksista lasketaan, kuinka monta kertaa samaan kategoriaan kuuluva aihealue niissä mainitaan. Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty käytetty luokittelu ja kvantifioinnin tulokset.

Taulukko 3. Kemian aihealueet

<b>Aihealuekategoriat</b>	<b>Maininnat</b>
Ravintoaineiden kemia	10
Metabolian kemian	7
Aineiden rakenne	7
Aineiden kemialliset ominaisuudet	6
Alkoholien kemian	5
Kemialliset reaktiot	4
Hapot ja emäkset	2
Aineiden käyttöturvallisuus	3
Laskutekniikka	1

Taulukko 4. Terveystiedon aihealueet

<b>Aihealuekategoriat</b>	<b>Maininnat</b>
Ravitseminen	30
Alkoholi ja terveys	9
Tupakka, huumeet ja lääkkeet	7
Sairaudet	5
Hygienia	3
Hormonit	2
Ihmisen kehitys	2

Kemian aihealueissa nostettiin erilliseksi kategoriaksi ravintoaineet ja alkoholit, koska niitä mainittiin erikseen useissa vastauksissa. Metabolian kemian kategoriaan kuuluivat kaikki elimistöön, aineenvaihduntaan ja ruuansulatukseen liittyvät vastaukset. Vastauksissa useimmiten maininnat kemiallisten reaktioiden, ominaisuuksien ja aineiden rakenteiden tuntemuksesta viittasivat orgaanisen kemian puolelle. Kaikkien vastauksien läpikäynnin jälkeen eniten mainintoja saatiin siis ravintoaineiden, metabolian kemiaan sekä aineiden rakenteen tuntemukseen. Näiden kemian

aihealueiden tietämyksestä olisi kemian opettajien mielestä eniten hyötyä terveystiedon yhteydessä. Ravitsemus tulee esille useimmin terveystiedon aihealueista. Opettajien mielestä siis ravitsemukseen liittyvät terveysasiat ovat sellaisia, joita voisi hyvin ottaa kemian tunnillakin esille. Ravitsemuskategoriaan kuuluivat muuan muassa vastauksien maininnat terveellisestä ruokavaliosta, dieeteistä, erityisruokavaliosta, vitamiineista, kolesterolista, ravintoaineiden energiasisällöistä, kivennäisaineista ja yleisesti ravintoaineiden terveysvaikutuksista. Vaikka opettajien vastauksissa mainitut sairaudet, kuten sydän- ja verisuonisairaudet, diabetes ja keliakia, liittyvät myös läheisesti ravitsemukseen, muodostettiin niistä kuitenkin oma kategoriansa.

Viimeisessä avoimessa kysymyksessä oli tarkoitus kartoittaa, mitä opetusmenetelmiä opettajat käyttävät tai käyttäisivät yhdistäessään terveystiedon kemian opetukseen. Kysymys oli ilmeisesti muotoiltu hiukan huonosti, sillä vastauksissa toisteltiin edellisissä kysymyksissä jo esille tulleita aihealueita, varsinaisten opetusmenetelmien sijaan. Muutamista vastauksista kuitenkin ilmeni, että esimerkiksi keskustelun, kokeellisuuden, ryhmätöiden, projektien, tutkimustyyppisten tehtävien ja arkielämän esimerkkien esille ottamisen avulla opettajat olivat tuoneet terveystiedon esille kemian tunneilla. Alla on esimerkkejä opettajien vastauksista:

*”Ryhmytyöt voisivat olla hyviä vaihtoehtoja - aiheet saisivat olla normaalia kemian aihetta kattavampia eli pitää sisällään myös terveyteen liittyviä seikkoja.”*

*”Ja aina jos tulee aiheesta jotain mieleen, niin lähes joka tunti otan esimerkkejä elävästä elämästä.”*

*”Kemian tehtävissä onkin terveyteen liittyviä tehtäviä tai laskuja esim. kolesteroli.”*

*”Olen tuonut terveystiedon aina sopivissa yhteyksissä esiin. Ollaan laboratoriossa esimerkiksi kuivatislattu tupakkaa ja tehty erilaisia alkoholitutkimuksia.”*

*”Kemian töissä olemme tutkineet sisältääkö näyte valkuaisaineita, rasvoja, hiilihydraatteja ja niiden ominaisuuksia on myös tutkittu.”*

*”Orgaanisen kemian puolella alkoholien kohdalla käytän aikaa alkoholivalistukseen. Keskustelu aiheesta on yleensä vilkasta ja antoisaa.”*

*”Esimerkiksi projektina.”*

Kyselyyn tulleista vastauksista ilmeni myös, että jotkut kemian opettajista eivät yhdistäisi terveystiedon ja kemian opetukseen.

*”En ole varma yhdistäisinkö ensinkään. Joitain ihan lyhyitä täsmätietoiskuja voisi tietenkin ottaa suht irrallisena muusta asiasta.”*

### **7.3 Yhteenveto tarveanalyysistä**

Tarveanalyysin ensimmäisen osion perusteella kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa terveystiedon tulee esille useassa eri kohtaa. Terveystiedon merkitystä korostetaan sekä perusopetuksen että lukio-opetuksen yleisissä tavoitteissa erittäin paljon. Kemian ainekohtaisissa sisällöissä terveystiedon kehittäminen näkyy tavoitteissa, joissa oppilaiden pitäisi oppia soveltamaan kemian tietoja ja ymmärtämään kemian ilmiöiden merkityksiä ihmiselle ja yhteiskunnalle.

Kemian opettajille suunnatun kyselyn perusteella opettajilla on erittäin myönteinen asenne terveystiedon ja kemian integrointia sekä sen avulla saavutettavia hyötyjä kohtaan. Heidän mielestään opettaminen eri konteksteissa vie kuitenkin liikaa aikaa ja vaivaa, koska tarvittavia valmiita opetusmateriaaleja ei ole riittävästi tarjolla. Käyttökelpoisimpina aihealueina kemian ja terveystiedon yhdistämiseen kemian opettajat pitivät ravintoaineiden kemian yhdistettynä ravitsemusoppiin. Terveystiedon aihealueista ravitsemus sai peräti 30 mainintaa. Opetusmenetelmiä, joiden avulla integrointi olisi mielekästä toteuttaa, olivat muuan muassa ryhmätyöt, kokeellisuus ja keskustelut.

## 7.4 Kehitetty opetusmateriaali

Tässä tutkimuksessa kehitetyn opetusmateriaalin aiheeksi valikoitui tarveanalyysin perusteella yhden tärkeimmän ravintoaineen eli rasvan kemia. Tarkoituksena materiaalissa on lisätä kiinnostusta rasvojen kemiaan kohtaan käsittelemällä ne terveystieteiden ja lähinnä terveellisen ruokavalion näkökulmasta. Tarveanalyysissa selvisi, että terveystieteiden opetus kuuluu isona osana opetussuunnitelmissa määrättyjä kemian opetuksen tavoitteita, joten sen esille ottaminen opetuksessa on perusteltua. Päädyttiin kehittämään juuri kontekstuaalisuutta tukevaa opetusmateriaalia, koska opettajien mielestä sitä on liian vähän tarjolla, mikä johtaakin usein siihen, että tyydytään vanhoihin opetusmenetelmiin.

Tutkimuksessa kehitettiin opetuspaketti, jossa hyödynnettiin kontekstuaalisuuden lisäksi yhteistoiminnallisuutta, tutkivaa kokeellisuutta ja myös hieman molekyylimallinnusta (liitteenä 2.). Pääpaino oli kuitenkin yhteistoiminnallisissa työtavoissa. Opetuspaketti koostuu neljästä erilaisesta kokonaisuudesta, joista kaksi on suunnattu yläkouluun ja kaksi lukioon. Toinen lukiomateriaaleista koostuu vain terveysaiheisista rasvoihin liittyvistä kemian tehtävistä. Kehitetty opetuspaketti on tarkoitettu opettajien käyttöön, sillä paketti sisältää myös vastaukset oppilaille esitettäviin kysymyksiin, joitakin lisätietoja tehtävien aihepiireistä ja vinkkejä töiden suorittamiseen. Opetuspaketin liitteinä on sen sijaan myös oppilaille jaettavia materiaaleja. Kaikki opetuskokonaisuudet on suunniteltu varsinaisen rasvojen kemian opetuksen tueksi havainnollistamaan opittua teoriaa, herättämään oppilaiden kiinnostusta sekä edistämään oppilaiden luovaa ja kriittistä ajattelua. Toiveena olisi, että opetuspaketista olisi hyötyä rasvojen kemian käsittelevien tuntien suunnittelussa. Toivottavasti se samalla innostaisi opettajia ottamaan terveystieteiden näkökulmaa sekä muita konteksteja enemmän esille opetuksessaan.

Opetusmateriaalissa esiintyviä työtapoja ovat erilaiset yhteistoiminnalliset työtavat, kuten kokeellinen pienryhmätyöskentely, ryhmäkeskustelu, parikeskustelu, paritarkastus, väitekortit ja vertaisopettaminen.<sup>56</sup> Yhteistoiminnallisen oppimisen tavoitteena on, että oppilaat kehittävät aktiivisesti korkeamman tason ajattelutaitoja,

joka puolestaan lisää oppilaiden käsitteellistä ymmärrystä ja parantaa heidän ongelmanratkaisukykyään.<sup>7</sup>

Yläasteelle suunnatuissa opetusmateriaaleissa keskitytään aihealueista pääasiassa rasvojen kemialliseen rakenteeseen ja ominaisuuksiin. Erilaisten rasvojen terveysvaikutuksia käsitellään pohdintakysymysten, tuoteselosteiden muokkaamisen, väitekorttien ja molekyyli gastronomiaa sivuavan reseptin muokkauksen avulla. Lukiolaisille suunnatussa opetusmateriaalissa perehdytään kolesterolin kemiaan ja sen vaikutuksiin ihmisen terveydelle sekä lisäksi käsitellään lihavuuden riskejä. Opiskelijoiden tulee muun muassa toimia suunnitellun opetustuokion aikana ravitsemusneuvojina. Viimeinen opetusmateriaali koostuu 13 lukiolaiselle suunnatusta tehtävästä, joissa yhdistyy terveys ja rasvojen kemia melko monipuolisesti. Kontekstuaalisuus näkyy tässä osiossa tehtävien aihepiirien valinnassa.

Seuraavissa alaluvuissa kerrotaan hieman tarkemmin opetuspaketin eri osioista. Ennen kaikkea pyritään käsittelemään sitä, miten yhteistoiminnalliset työtavat ja terveyskonteksti on otettu niissä huomioon. Luvuissa esitellään myös eri osioiden oppimistavoitteet. Opetuspaketti on kokonaisuudessaan esitetty liitteenä 2.

#### *7.4.1 Opetusmateriaali I. Rasvaratsia*

Tämä opetusmateriaali koostuu tuntisuunnitelmaehdotelmasta, jossa oppilaat muodostavat aluksi 4 hengen tutkimusryhmiä. Tutkimusryhmille annetaan kuvitteellinen kuluttajasuojalautakunnan määrittelemä toimeksianto, joka koostuu kokeellisesta vaiheesta ja luovasta vaiheesta. Kokeellisessa vaiheessa tutkimusryhmien tarkoituksena on tutkia eräiden paljon ostettujen elintarvikkeiden tuoteselosteissa ilmoitettujen rasvamäärien todenperäisyyttä. Ryhmät vertaavat tuoteselosteesta löytyvää rasvamäärää kokeellisesti määritettyyn rasvamäärään. Luovassa vaiheessa ryhmien tulee kirjoittaa lyhyt teksti, jossa he kertovat tuotteen terveysvaikutuksista ja suositeltavista käyttömääristä. Tämä opetusmateriaali on suunnattu yläkouluun ja se on kokonaisuudessaan noin kahden oppitunnin mittainen.

Opetuskokonaisuuden tavoitteena on, että oppilaat tiedostavat rasvojen energiasisältöjä ja oppivat muutamien tuttujen tuotteiden rasvakoostumuksia. Kemian oppimistavoitteet liittyvät tyydyttyneiden ja tyydyttymättömien rasvojen rakenteisiin ja ominaisuuksiin. Myös aineiden liukoisuuteen vaikuttavien tekijöiden ymmärrys on yksi kemian oppimistavoite. Terveyskonteksti liitetään opetusmateriaalissa kemiaan siten, että oppilaat joutuvat miettimään erilaisten rasvojen terveysvaikutuksia, rasvojen suositeltuja määriä ruokavaliossa ja liiallisen rasvan käytön haittoja.

Yhteistoiminnallisuus toteutetaan materiaalissa siten, että oppilaat työskentelevät pienissä 4-5 hengen tutkimusryhmissä. Jokainen ryhmän jäsen eli rasva-agentti saa oman roolinsa ryhmässä. Roolit ovat johtaja, raportoiija, välinehoitaja ja arvioija. Roolien avulla varmistetaan, että jokaisella ryhmän jäsenellä on myös henkilökohtainen vastuualue, eikä vapaamatkustajaongelmaa synny. Ryhmässä vallitsee näin sisäinen keskinäinen riippuvuus, jolloin työn onnistumiseen tarvitaan kaikkien ryhmäläisten panosta.<sup>7</sup> Luovassa vaiheessa ryhmät keskustelevat aivoriihiperiaatteella siitä, mitä tuoteselosteeseen liitettävään varoitustekstiin tulisi kirjoittaa. Tässä vaiheessa oppilaat oppivat argumentoimaan omia ehdotuksiaan, kuuntelemaan muita ja toimimaan yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Keskustelun helpottamiseksi opettajan on hyvä antaa ryhmille apukysymyksiä. Lopuksi ryhmät esittelevät tuloksensa muille, jolloin harjoitetaan tärkeitä esiintymistaitoja.

Tutkimuksellisuus tulee materiaalissa esille kokeellisessa osiossa, jossa ryhmät tutkivat, pitävätkö tuoteselosteessa ilmoitetut rasvamäärät paikkaansa ja sisältävätkö tuotteet tyydyttymättömiä vai tyydyttyneitä rasvoja. Oppilaat voivat tehdä arvauksia mahdollisista tuloksista, jolloin he samalla myös sitoutuvat paremmin työn tekemiseen. Työssä saaduista tuloksista oppilaiden pitää pohtia, mistä mahdolliset eroavaisuudet johtuvat. Tämä johtaa siihen, että oppilaat joutuvat suhtautumaan kriittisesti saamiinsa tuloksiin. Tutkimuksellisuutta on pyritty materiaalissa tukemaan myös esittämällä oppilaille tutkimuksellisuutta edistäviä kysymyksiä. Tällaisissa kysymyksissä on tärkeää, että niihin ei ole välttämättä olemassa yhtä oikeaa vastausta.<sup>31 25</sup> Tutkimuksellisuuden tavoite on, että oppilaat joutuvat ikään kuin itse keksimään opittavan teorian ilman, että opettaja antaa valmiita faktoja.<sup>25</sup> Materiaalissa siis



käsitellään rasvojen kemiaa terveystieteiden kontekstissa hyödyntäen yhteistoiminnallisten työtapojen lisäksi opetuksen tutkimuksellisuutta.

#### *7.4.2 Opetusmateriaali II. Terveellinen resepti?*

Tässä opetusmateriaalissa on kolme vaihetta. Aluksi oppilaiden olisi tarkoitus tutkia kokeellisesti erilaisten rasvojen tyydyttyneisyysastetta, jonka jälkeen liittyy terveystieteiden rasvoihin väitekorttien avulla. Lopuksi oppilaat soveltavat opittuja tietoja reseptin muokkaustehtävässä. Oppimistavoitteet liittyvät rasvahappoihin ja niiden rakenteisiin. Tämä opetusmateriaali on suunnattu yläkouluun ja sen pystyy viemään läpi kahdessa tunnissa. Viimeisen reseptin muokkaustehtävän voi tarvittaessa jättää myös kotitehtäväksi.

Materiaalin yhtenä tavoitteena on myös se, että oppilaat oppivat pehmeiden ja kovien rasvojen lähteitä sekä ymmärtävät rasvojen laatuun liittyviä terveystieteiden vaikutuksia. Näiden tavoitteiden avulla terveystieteiden konteksti liitetään mukaan opetusmateriaaliin. Terveystieteiden otetaan esiin lähinnä väitekorttien ja reseptin muokkaustehtävän yhteydessä. Väitekorttien avulla saadaan aikaan myös keskustelua rasvojen terveystieteiden vaikutuksiin liittyvistä kysymyksistä ja samalla opettaja saa kuvan siitä, mitä oppilaat tietävät ja mikä heitä askarruttaa terveystieteiden asioissa. Reseptin muokkaustehtävä tuo kemian hyvin lähelle arkipäivää ja siinä on tarkoitus, että oppilaat joutuvat soveltamaan juuri opittua kemian tietoa käytännössä. Näin opetuksesta tehdään merkityksellisempää ja sitä kautta oppilaita kiinnostavampaa. Tässäkin on tärkeää, että reseptin muokkauksessa ei ole yhtä ja ainoaa oikeaa vastausta, vaan oppilaat omia tietoja ja näkemyksiään soveltaen muokkaavat reseptin haluamallaan tavalla. Erilaiset reseptit herättävät luonnollisesti keskustelua luokassa, mikä johtaa oppilaiden omien ajatusten reflektointiin ja mahdollisesti syväoppimiseen.

Opetusmateriaalin eri vaiheissa oppilaat työskentelevät pareittain ja neljän hengen ryhmissä. Näin materiaalissa hyödynnetään yhteistoiminnallista oppimista. Väitekorttien kohdalla oppilaat muodostavat neljän hengen ryhmät. Jokaisen väitteen

kohdalla oppilaat henkilökohtaisesti valitsevat, ovatko he väitteen kanssa samaa mieltä, eri mieltä vai jotain siltä väliltä. Lopuksi jokainen perustelee oman mielipiteensä. Tässä vaiheessa oppilaat joutuvat käyttämään vuorovaikutustaitoja, tekemään itsenäisiä päätöksiä ja perustelemaan tekemiään valintoja. Vaihe tehdään pienissä ryhmissä, koska koko luokan kuulleen kynnys esittää omat mielipiteensä voi nousta oppilaille liian suureksi. Myös pareittain tehtävässä reseptin muokkauksessa oppilaiden sosiaaliset taidot kehittyvät monipuolisesti, sillä siinä oppilaalla on mahdollisuus toimia parin johtajana, auttaa paria päätöksen teossa, rakentaa luottamusta, korjata väärinkäsityksiä sekä kuunnella ja ymmärtää myös toisen näkemyksiä. Yhteistoiminnallisten työtapojen tuntomerkkeinä voidaan pitää oppilaskeskeisyyttä ja opettajan roolin muuttumista sivusta tarkkailevaksi oppimisen ohjaajaksi.<sup>55</sup> Näin tapahtuu myös tämän opetusmateriaalin toteutuksessa.

#### *7.4.3 Opetusmateriaali III. Dieetit vaihtoon!*

Tässä kemian opetuksen oheismateriaalissa lukiolaiset opiskelevat kolesterolin kemian liittämällä kolesteroli lihavuuteen ja terveelliseen ruokavalioon opiskelijoita aktivoivalla tehtävällä. Aktivoiva tehtävässä opiskelijat lukevat henkilökuvauksia lihavuudesta kärsivistä ihmisistä, jonka jälkeen heidän tulee miettiä, mikä lihavuutta on kyseisissä tapauksissa aiheuttanut ja lopulta luoda kuvauksien henkilöille hoitosuunnitelma. Aktivoivan tehtävän tarkoituksena on johdatella opiskelijat kohti kolesterolin kemian käsittelyä. Kolesterolia käsitellään materiaalissa tekstin ymmärryksen, keskustelun ja molekyylihallinnuksen avulla. Kemian oppimistavoitteet liittyvät kolesterolin rakenteen ja funktionaalisten ryhmien tunnistamiseen sekä niiden merkitykseen kolesterolin ominaisuuksia tarkasteltaessa. Opetusmateriaalissa ehdotettujen vaiheiden toteuttamiseen kuluu noin kaksi tuntia aikaa.

Kolesterolin kemian opettamiseen liitetään myös tässä opetusmateriaalissa terveysteksti. Opiskelijoita johdatellaan aiheeseen lähtien liikkeelle lihavuuden ja ruokavalion rasvojen merkityksestä veren eri kolesterolipitoisuuksiin. Lisäksi materiaalissa opiskelijat joutuvat keskustelemaan veren kolesterolin ja sydän- ja verisuonisairauksien välisestä yhteydestä. Terveystekstin tarkoituksena on tässäkin

opetusmateriaalissa herättää oppilaiden kiinnostus myös varsinaista kolesterolin kemiaa kohtaan. Terveiden avulla opiskelijat saavat ajatuksissaan konkreettisen yhteyden kemiallisen tiedon mikro- ja makrotason välille. Tasojen hallittu yhdisteleminen tuottaa puolestaan tutkitusti parempia oppimistuloksia.<sup>27</sup>

Aktivoiva tehtävä toteutetaan sovelletulla palapelimenetelmällä (ks. luku 5.4). Luokka jaetaan ensin kolmen hengen ryhmiin, jonka jälkeen ryhmän jäsenet numeroidaan 1-3. Jokainen jäsen saa numeroaan vastaavan henkilökuvauksen luettavakseen. Sen jälkeen opiskelijat kokoontuvat siten, että samat numerot kokoontuvat keskenään. Näissä ryhmissä keskustellaan, ideoidaan ja lopuksi tehdään hoitosuunnitelma kyseiselle henkilölle. Hoitosuunnitelman tekoa opettaja ohjaa määräämällä sanoja, joita suunnitelmassa tulee esiintyä. Tämän jälkeen opiskelijat palaavat alkuperäisiin ryhmiinsä, jossa jokainen numero esittelee oman henkilönsä ja suunnittelemansa hoitosuunnitelman muille ryhmän jäsenille. Tällaisessa opetustavassa korostuu yhteistoiminnallisen oppimisen peruselementit, kuten positiivinen keskinäinen riippuvuus, kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus, yksilöllinen vastuu ja sosiaaliset taidot.

Opetusmateriaali päättyy kolesterolia käsittelevään vaiheeseen. Tässä vaiheessa opiskelijat jatkavat töitä kolmen hengen ryhmissä. Yksilöllistä vastuuta opettaja voi lisätä pitämällä työn loputtua testin, jossa testaa käsiteltyjä asioita. Testin arviointi tapahtuu siten, että kaikki ryhmän jäsenet saavat saman arvosanan. Tällöin ryhmän jäsenten on huolehdittava siitä, että kaikki pysyvät mukana ja todella ymmärtävät käytyjä asioita. Tässä materiaalin osiossa opiskelijat hyödyntävät myös tietokoneavusteista molekyylihallinnusta. Molekyylihallinnuksen avulla voidaan havainnollistaa kolesterolin kolmiulotteista rakennetta, funktionaalisia ryhmiä ja laskea erilaisia sidoskulmia ja pituuksia.<sup>64</sup> Mallinnuksen käyttö opetuksen tukena mahdollistaa opiskelijoiden omakohtaisen tekemisen ja se antaa myös kuvaa luonnontieteiden nykyaikaisesta tutkimuksesta. Opiskelijoiden kiinnostuksen kemiaa kohtaan on myös havaittu lisääntyvän molekyylihallinnuksen avulla.

#### 7.4.4 Opetusmateriaali IV. Rasvakemian tehtäväpaketti

Kuten opetusmateriaalin nimestä voi päätellä, tämä kokonaisuus pitää sisällään rasvakemiaan liittyviä laskutehtäviä sekä muita oppimistehtäviä. Tehtävien pääpaino on orgaanisten yhdisteiden ja erityisesti rasvojen rakenteiden ja ominaisuuksien tuntemuksessa. Kemian oppimistavoitteet liittyvät rasvojen stoikiometriaan, yhdisteiden nimeämiseen ja isomeriaan. Tehtäviä on 13 kappaletta, joista useimmissa on monta eri alakohtaa. Tehtävät on suunnattu lukiolaisille.

Kontekstuaalisuus on otettu huomioon tehtävien aiheiden valinnassa. Kaikki tehtävät on liitetty koskemaan jollakin tapaa ihmisen terveyttä, eikä pelkästään vain testaamaan kemian tietoutta. Laskut ovat usein tylsiä ja puuduttavia, mutta tehtävien aihepiireillä voidaan herättää opiskelijoiden kiinnostus tehtäviä kohtaan. Lisäksi tehtävien aihepiirien valinnalla voidaan herättää keskustelua ja sitä kautta saada oppilaita ajattelemaan syvällisemmin. Juuri tästä on kontekstuaalisessa oppimisessa vähimmillään kysymys.<sup>44</sup>

Laskuja voidaan tehdä myös monella muulla tavalla kuin itsenäisenä työskentelynä. Näin saadaan tähänkin opetusmateriaalin mukaan yhteistoiminnallinen työskentely. Tässä opetusmateriaalissa esiintyvät tehtävät ovat erinomaisia tehtäviä toteuttaa parityöskentelynä. Parityöskentely voidaan toteuttaa esimerkiksi rakenteella, jossa parin jäsenet tekevät eri tehtävät, jonka jälkeen oma tehtävä opetetaan toiselle. Tällä tavalla toteutetussa työskentelyssä oppilaat joutuvat puhumaan luonnontiedettä, joka pakottaa oppilaat ymmärtämään puhumansa ja jäsentämään omaa tietämystään.<sup>31</sup> Opettaja voi varmistaa, että molemmat parit todella tekevät tehtäviä, tarkistuttamalla tehtävät valitsemalla satunnaisesti jommankumman pareista esittelemään tehtävän. Näin parien tulee varmistaa, että molemmat todella osaavat ratkaista tehtävän.

Kemian tehtäviä voidaan tehdä kiinnostavammiksi ja merkityksellisimmiksi myös esimerkiksi havainnollistamalla tehtävän aihetta demonstraatiolla. Tässä

opetusmateriaalissa rasvojen kovettamiseen liittyvien tehtävien yhteydessä esitellään kyseisestä reaktiosta hyvin havainnollistava demonstraatio.

## **8 Johtopäätökset ja pohdinta**

Tämän tutkielman tarkoituksena oli aluksi tutkia terveystieteiden esiintyvyyttä kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa sekä kartoittaa kemian opettajien asenteita ja mielikuvia terveystieteiden integroinnista osaksi kemian opetusta. Tarveanalyysin tulosten ja aiempien tutkimustulosten pohjalta päädyttiin kehittämään uutta opetusmateriaalia rasvojen kemian opetuksen tueksi. Opetusmateriaalin näkökulmana oli kontekstuaalisuus ja tarkemmin terveys- ja ravitsemuskonteksti. Opetusmateriaalissa korostuu kontekstuaalisuuden lisäksi yhteistoiminnallinen oppiminen. Kehitetyn opetusmateriaalin tavoitteiksi asetettiin oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation lisääminen kemiaa kohtaan ja sitä kautta ymmärrystä korostava kemian oppiminen.

Tutkimuksen tarveanalyysi koostui siis kahdesta osasta; opetussuunnitelmien analyysistä (ks. luku 5.5) ja kemian opettajille suunnatusta kyselystä (ks. luku 7.2). Ensimmäisen tutkimuskysymyksen avulla oli tarkoitus selvittää, miten terveystieteiden näkyvyys kemian opetussuunnitelman perusteissa. Kemian valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa terveystieteiden esiintyminen useissa kemian opetukseen asetetuissa tavoitteissa niin perusopetuksessa kuin lukiossakin.<sup>4, 5</sup> Vuosiluokilla 5-6 terveystieto jopa integroidaan suoraan kuuluvaksi osaksi kemian ja fysiikan opiskelua. Yläasteella kemian opetuksen eräinä tavoitteina ovat, että oppilaat oppivat soveltamaan kemian tietoja käytännön valinnoissa ja ymmärtämään kemian merkityksen ihmiselle. Lukiossa terveystieteiden korostuu erityisesti opetussuunnitelman määrittelemässä tavoitteessa, jossa kemian opetuksen avulla opiskelijoiden tulisi osata käyttää kemiallista tietoa kuluttajana terveyden edistämiseksi. Koska opetussuunnitelman perusteiden tulisi toimia opettajien ohjenuorana ja terveystieteiden painotetaan niissä melko paljon, voidaan rasvojen kemian opettamista terveystieteiden kontekstissa pitää perusteltuna.

Kemian opettajille suunnatulla kyselyllä pyrittiin vastaamaan toiseen tutkimuskysymykseen. Toisen tutkimuskysymyksen tarkoituksena oli kartoittaa kemian opettajien asenteita kontekstuaalista kemian oppimista kohtaan. Kyselyn tuloksina havaittiin, että opettajilla on erittäin positiivinen asenne sellaista kemian opetusta kohtaan, jossa kemiaan yhdistetään muita oppiaineita erityisesti terveystietoa. Terveysteemaa pidettiin opettajien keskuudessa nuoria kiinnostavana ja innostavana aiheena. Vaikka opettajat olivatkin yhtä mieltä kontekstuaalisen kemian opetuksen hyödyistä, vie sen toteuttaminen heidän mielestään kuitenkin liian paljon aikaa ja vaivaa. Eräänä syynä tähän voidaan pitää sitä, että kyselyn mukaan esimerkiksi terveyskasvatusta esiintyy opettajien mielestä kemian oppikirjoissa liian vähän. Lisäksi kyselyn mukaan kontekstuaalista kemian opetusta tukevia opetusmateriaaleja ei ole riittävästi tarjolla. Tässä on selkeä ristiriita, jota tällä kehittämistutkimuksella korjattiin luomalla opettajien käyttöön uutta opetusmateriaalia. Kehitetystä materiaalista opettajat saavat vinkkejä ja materiaalia sellaisten kemian tuntien toteuttamiseen, jossa terveysteksti liitetään rasvojen opetukseen.

Myös nuorten kiinnostuksen kohteita kartoittaneiden tutkimusten mukaan ihmiseen ja ihmisen terveyteen liittyvät kontekstit kiinnostavat nuoria.<sup>39, 41</sup> Terveysteeman kiinnostavuudessa ei tutkimuksissa havaittu olevan suuremmin sukupuolten välisiä eroavaisuuksia. Rasvojen kemian tapauksessa terveysteema voidaan liittää helposti aiheeseen erilaisten rasvojen terveystekstien, rasvojen energiasisältöjen ja rasvoja sisältävien tuotteiden käsittelyn avulla, niin kuin kehitetyssä opetusmateriaalissa on tehty. Rasvojen kemian tapauksessa terveysteksti täyttää näin de Jongin<sup>46</sup> määrittelemät hyvän asiayhteyden kriteerit. Kriteerien mukaan konteksti ei saa olla liian monimutkainen, eikä saa viedä huomiota pois opiskeltavasta kemian asiasta. Valitun kontekstin tulee olla myös kiinnostava aihe niin tytöille kuin pojillekin. Kun lisäksi ravinnon rasvat ovat olleet lähiaikoina vilkkaan keskustelun kohteena erilaisissa medioissa, niin senkin puolesta terveysteksti on erittäin ajankohtainen, tuttu ja jopa hieman hämmentävä aihe nuorille. Näiden tutkimustulosten ja tarveanalyysistä saatujen samankaltaisten tulosten perusteella tähän tutkielmaan valittu terveysteksti on siis ilmeisen relevantti asiayhteys rasvojen kemian käsittelyyn.

Terveyskasvatus sisältyy moneen eri oppiaineeseen koulussa. Terveystietoon, kotitalouteen ja biologiaan nuorten terveyskasvatus kuuluu oleellisena osana. Terveyskasvatuksen liittäminen myös kemian opetukseen tuo kuitenkin uuden näkökulman lähestyä terveystiedon aihealueita. Kemian opettajille suunnatun kyselyn mukaan nuorten ravitsemus on aihe, johon kemian tunneilla on hyödyllistä liittää terveyskasvatusta. WHO:n Koululaistutkimusten<sup>2</sup> ja Stakesin Kouluterveyskyselyiden<sup>3</sup>,<sup>24</sup> perusteella nuorten ravitsemuksessa on tapahtunut ei-toivottuja muutoksia viimeisten vuosikymmenten aikana. Nuorten vihannesten syönti on vähentynyt, epäterveelliset välipalat ja prosessoidun ruuan nauttiminen puolestaan on lisääntynyt. Tutkimusten mukaan myös nuorten lihavuus on kasvussa. Näiden tutkimustulosten valossa terveyskasvatusta ei voi kouluissa olla ainakaan liikaa, joten kemian opetuksen tuomaa uutta näkökulmaa terveyskasvatukseen ja tarkemmin juuri ravitsemuskasvatukseen voidaan pitää tässäkin suhteessa perusteltuna.

Kolmannen tutkimuskysymyksen avulla pohdittiin, miten kontekstuaalisuutta ja yhteistoiminnallisuutta voitaisiin hyödyntää rasvojen kemian opetuksessa. Tutkimuksen päätuloksena saatiin uutta opetusmateriaalia, jonka kehittelyyn vaikuttivat sekä tarveanalyysin tulokset sekä aikaisemmat tutkimukset kontekstuaalisesta oppimisesta, yhteistoiminnallisesta oppimisesta ja muista oppimiseen vaikuttavista tekijöistä. Kehitetystä materiaalista rasvojen kemian opetukseen liitettiin lähinnä ravitsemuskasvatusta. Tarveanalyysin perusteella tällaiselle materiaalille oli kysyntää ja myös de Jongin<sup>46</sup> mukaan kontekstuaalisuutta tukeville opetusmateriaaleille on paljon tarvetta.

Tällä kehittämistutkimuksella haluttiin tukea oppilaiden syvällistä oppimista ja korkeamman tason ajattelutaitojen kehittämistä. Yhteistoiminnallisten työtapojen käytöllä kontekstuaalisen oppimisen tukena pyrittiin opetusmateriaalissa saavuttamaan kyseisiä tavoitteita. Syvälinen oppiminen selittyy usein oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation kautta. Yksinkertaisesti oppilas oppii, mikäli hän on halukas oppimaan. Kiinnostuksella ja korkealla motivaatiolla on siis osoitettu olevan suoria vaikutuksia oppimistuloksiin.<sup>33</sup>

Terveyskasvatuksen liittäminen jollain tavalla kemian opetuksen tueksi on kontekstuaalista oppimista. Kontekstuaalisessa lähestymistavassa pyritään tarkastelemaan kemian ilmiöitä sellaisissa konteksteissa, jotka tiedetään kiinnostavan oppilaita.<sup>43</sup> Kontekstuaalisen oppimisen tavoitteena on, että oppilaat kiinnostuvat käsiteltävän asiayhteyden avulla myös varsinaisista kemian ilmiöistä. Gilbertin<sup>6</sup> mukaan kemian opetuksessa on monia ongelmia, kuten opetussuunnitelmien ylikuormitus ja käsiteltävien asioiden irrallisuus. Myös se, että oppilaat kokevat kemian merkityksettömäksi ja tulevaisuuden kannalta hyödyttömäksi, on oppilaiden syväoppimisen kannalta vakava ongelma.<sup>25</sup> Kontekstuaalinen oppiminen pyrkii auttamaan näiden ongelmien ratkaisemisessa kytkemällä kemian lähemmin oppilaiden arkielämään. Aiempien kontekstuaalista oppimista käsittelevien tutkimusten mukaan tällainen lähestymistapa todella herättää oppilaiden mielenkiinnon ja lisää heidän innostustaan kemiaa kohtaan.<sup>6, 48, 49</sup> Lisäksi kontekstuaalisuutta tukevien opetusmateriaalien käyttö tunnilla on tutkitusti auttanut oppilaita näkemään ja arvostamaan tieteen ja arkielämän välisiä yhteyksiä.

Kontekstuaalinen oppiminen huomioitiin opetusmateriaalissa liittämällä rasvojen kemia ihmis- ja terveystekstiin. Rasvojen kemian opettaminen ihmis- ja terveystekstissä lisäisi oppilaiden kiinnostusta ja motivaatiota kemian opiskelua kohtaan, koska oppilaat ymmärtäisivät paremmin kemian ja arkielämän välisen yhteyden. Linkittämällä rasvoihin liittyvä kemia oppilaille tuttuihin arkielämän ilmiöihin, kuten esimerkiksi kehitetyssä opetusmateriaalissa elintarvikkeisiin, ravitsemukseen ja lihavuuteen, saadaan oppilaat vertaamaan uutta kemiallista tietoa aiempien havaintojensa, kokemustensa ja uskomustensa kanssa. Tällöin oppilas aktiivisesti rakentaa omaa ymmärrystään käyttäen korkeamman tason ajattelutaitoja ja syväoppimista on mahdollista tapahtua. Liittämällä rasvojen kemia terveysteemaan oppilaat ikään kuin pakotetaan käyttämään korkeamman tason ajattelutaitoja samalla, kun he miettivät rasvoihin liittyvän kemian ja arkielämän yhteyksiä. Korkeamman tason ajattelutaitoja ovat tiedon soveltaminen, analysointi, arvioiminen ja uusien päätelmien tekeminen.<sup>25</sup> Ilman niiden käyttöä oppilaat opettelisivat asioita vain ulkoa, eikä syvällistä oppimista tapahtuisi. Rasvojen kemian abstraktius ja moniulotteisuus monine käsitteineen tekee sen oppimisesta haastavaa, jota kontekstuaalisuutta tukevalla opetuksella ja opetusmateriaalilla pyritään tämän tutkimuksen avulla helpottamaan.



Kehitetyssä opetusmateriaalissa korostuvat myös yhteistoiminnalliset työtavat. Yhteistoiminnallisuudella tarkoitetaan sellaista toimintaa, jossa oppilaat työskentelevät pienryhmissä käyttäen hyväksi jokaisen ryhmäläisen osaamista.<sup>7</sup> Yhteistoiminnallisuuden tärkein ero perinteiseen ryhmätyöskentelyyn verrattuna on se, että oppilas on vastuussa sekä omasta että muiden ryhmäläisten oppimisesta. Yhteistoiminnalliset työtavat perustuvat oppimiskäsitykseen, jossa oppiminen on seurausta oppilaan aktiivisesta vuorovaikutuksesta muiden oppilaiden ja opettajan kanssa.<sup>31</sup> Tällaisen sosiaalis-konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan on tärkeää, että oppilas reflektoi omia käsityksiään muiden oppilaiden kanssa ja kommunikoinnin avulla vahvistaa tai muokkaa niitä. Sosiaalinen vuorovaikutus ehkäisee oppilaiden vaihtoehtoisten virheellisten käsitysten syntyä. Kehitetyssä opetusmateriaalissa erilaisia oppimistehtäviä kannustetaan toteuttamaan käyttäen työtapoja, kuten kokeellinen pienryhmätyöskentely, väitekortit, ryhmäkeskustelu, parikeskustelu ja palapelimenetelmä. Yhteistoiminnallisuudella luodaan luokkaan positiivista yhteenkuuluvuuden ilmapiiriä, kehitetään oppilaiden vuorovaikutustaitoja ja mikä tärkeintä, tehdään kemian opiskelusta entistä mielekkäämpää.<sup>7</sup> Yhteistoiminnallisuuden hyödyntämisellä kemian opetuksessa saavutetaan lisäksi oppilaille tulevaisuuden kannalta tärkeiden työelämään liittyvien ominaisuuksien kehittymistä. Esimerkiksi neuvottelutaidot, argumentointi, yhteistyökyky ja päätöksen teko ovat taitoja, joita työelämässä nykypäivänä arvostetaan.

Tässä tutkimuksessa oli selkeitä parannuskohteita, erityisesti tarveanalyysinä tehdyn kyselyn toteuttamisessa. Kyselyssä käyttämät väittämät olivat aivan liian selkeitä ja ne ohjasivat vastaajia vastaamaan liikaa tutkijan haluamalla tavalla. Vaikka väittämissä vastausvaihtoehdot olivat liian kaukana toisistaan, niin väittämien tulokset kuvasivat kuitenkin opettajien asenneilmastoa melko hyvin. Tutkimuksen ohessa olisi lisäksi voitu toteuttaa oppikirja-analyysi, jolloin olisi saatu varmuutta terveystiedon esiintyvyydestä kemian oppikirjoissa. Nyt terveysteeman puuttuminen kemian oppikirjoista perustui vain opettajien mielipiteisiin, jotka eivät lomakekyselyssä välttämättä anna kovin luotettavaa tietoa.

Tälle kehittämistutkimukselle sopivana jatkona olisi hyvä tutkia laaditun opetusmateriaalin todellisia vaikutuksia oppilaiden kiinnostukseen ja syväoppimiseen,

koska silloin vasta voitaisiin olla varmoja opetusmateriaalin kehittelyn onnistumisesta. Jatkotutkimus voitaisiin toteuttaa esimerkiksi rinnakkaiskokeilulla, jossa toiselle luokalla rasvoja opetettaisiin tämän tutkimuksen materiaalin mukaisesti ja toiselle luokalle perinteistä, pelkkään kemiaan keskittyvää opettajajohtoista opetusta mukaillen. Tämän jälkeen voitaisiin testata oppilaiden tietämystä, kysellä mielipiteitä käytetyistä työskentelytavoista ja haastatella oppilaita opetuksen herättämistä ajatuksista. Muita lisätutkimusehdotuksia ovat vastaavanlaisten kontekstuaalista oppimista tukevien opetusmateriaalien kehittäminen muihin kemian aiheisiin, koska niiden avulla voitaisiin helpottaa opettajan kontekstuaalisen opetuksen valmistelua ja siten madaltaa opettajien kynnystä kokeilla uutta lähestymistapaa kemian opetukseen.

Tutkimuksen merkitys on tarveanalyysin puutteista huolimatta merkittävä. Tutkimuksella on merkitystä erityisesti kemian opetuksen kehittämisessä oppilaskeskeisemmäksi, kiinnostavammaksi ja ymmärrystä korostavaksi. Vaikka kehitetty opetusmateriaali käsittelee vain rasvojen kemiaa terveystieteiden kontekstissa, se antaa opettajille suuntaviivoja hyödyntää kontekstuaalisuutta ja sitä tukevia työtapoja myös muissa aiheissa ja asiayhteyksissä. Tutkimuksen tuloksena syntynyt opetuspaketti helpottaa ja nopeuttaa rasvojen kemian kontekstuaalisen opetuksen suunnittelua, sillä opettajat voivat hyödyntää suoraan opetuspaketin materiaaleja ja suunnitelmia. Kontekstuaalista opetusta tukevia materiaaleja kemiaan ei ole paljoakaan tarjolla, joten senkin puolesta uusien ideoiden ja uuden materiaalin kehittäminen oli merkityksellistä.

## 9 Kirjallisuus

1. K. Ojala, Nuorten ruokatottumusten muutoksia 1986–2002. Kirjassa: L. Kannas (toim.), *Koululaisten terveys ja terveystäytyminen muutoksessa: WHO-koululaistutkimus 20 vuotta*, Terveiden edistämisen tutkimuskeskus, Jyväskylän yliopisto, 2004, ss. 79–111.
2. R. Välimaa, K. Ojala, Nuorten paino, laihduttaminen ja painon kokeminen 1984–2002. Kirjassa: L. Kannas (toim.), *Koululaisten terveys ja terveystäytyminen muutoksessa: WHO-koululaistutkimus 20 vuotta*, Terveiden edistämisen tutkimuskeskus, Jyväskylän yliopisto, 2004, ss. 55–78.
3. P. Luopa, A. Lommi, T. Kinnunen ja J. Jokela, *Nuorten hyvinvointi Suomessa 2000-luvulla: kouluterveyskysely 2000-2009*, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki, 2010.
4. Opetushallitus, *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*, Opetushallitus, Helsinki, 2004.
5. Opetushallitus, *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*, Opetushallitus, Helsinki, 2003.
6. J. K. Gilbert, On the nature of “context” in chemical education, *International Journal of Science Education*, **2006**, 28, 957-976.
7. D.W. Johnson, Making cooperative learning work, *Theory into practice*, **1999**, 38, 67-73.
8. J. Gorzynski Smith, *Organic chemistry*, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, Boston, 2007, ss. 148, 354-356, 418-419, 465-466, 806-808, 942-969.
9. M.K. Campbell ja S.O. Farrell, *Biochemistry*, 5<sup>th</sup> ed., International student edition, Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA, 2006, ss.184-212, 568-601.
10. S. Arffman, *Ravitsemus hoitotyössä*, Edita, Helsinki, 2009.
11. P. Napari, *Orgaaninen kemia*, 2. korjattu painos, Painatuskeskus, Helsinki, 1995, ss. 255–267.

12. Ravitsemustieteen perusteita,  
[http://www.avoin.helsinki.fi/oppimateriaalit/ravitsemustieteen\\_perusteet/04\\_etus.shtml](http://www.avoin.helsinki.fi/oppimateriaalit/ravitsemustieteen_perusteet/04_etus.shtml), (30.3.2012).
13. T. P. Coultate, *Food: the chemistry of its components*, 5. ed., Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2009, ss. 97-157.
14. B. Haglund, T. Huupponen, A. Ventola ja P. Hakala-Lahtinen, *Ihmisen ravitsemus*, 10. uud. painos, WSOY pro, Helsinki, 2010.
15. D.W. Ball, J.W. Hill, ja R.J. Scott, The Basics of General, Organic and Biological Chemistry, Chapter 17: Lipids,  
<http://www.flatworldknowledge.com/pub/basics-general-organic-and-bio/421591#web-421735>, (30.3.2012).
16. C.C. Akoh ja D.B. Min, *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker, New York, USA, 2002.
17. L. Peltosaari, H. Raukola ja R. Partanen, *Ravitsemustieto*, Uud. laitoksen 1.painos, Otava, Helsinki, 2002, ss. 62–74.
18. Saippuan kemiaa,  
[http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/saippua/saippuan\\_kemiaa.htm](http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/saippua/saippuan_kemiaa.htm), (30.3.2012).
19. A. Demirbas, Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey, *Energy Conversion and Management*, **2003**, *44*, 2093-2109.
20. Liikenteen biopolttoaineet,  
[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/liikenteen\\_biopolttoaineet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/liikenteen_biopolttoaineet), (29.2.2012).
21. J.G. Bjålie, E. Haug, O. Sand, V. Sjaastad ja K.C. Toverud, *Ihminen: fysiologia ja anatomia*, 1.-7. painos, WSOY, Helsinki, 2010, ss. 352-354, 455-456.
22. R. Kara, *Suomalaiset ravitsemussuositukset: ravinto ja liikunta tasapainoon*, Edita, Helsinki, 2005.

23. A. Dahlqvist ja S. Welling, *Karpin tapaan: tohtori Dahlqvistin opas parempaan terveyteen ja painonhallintaan*, Readme.fi, Helsinki, 2010.
24. Terveyden- ja hyvinvoinnin laitos, Kouluterveyskyselyn tulokset 2000–2011, <http://info.stakes.fi/kouluterveyskysely/FI/tulokset/index.htm>, (22.3.2012).
25. M. Aksela, *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: a design research approach*, Helsingin yliopisto, Kemian opetuksen keskus, Helsinki, 2005.
26. M.B. Nakhleh, Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions, *J. Chem. Educ.* **1992**, *69*, 191-196.
27. D. Gabell, Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future, *J. Chem. Educ.* **1999**, *76*, 548-553.
28. A.H. Johnstone, You Can't Get There from Here, *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87*, 22-29.
29. V. Talanquer, Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet", *International Journal of Science Education*, **2011**, *33*, 179-195.
30. M. Cakir, Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review, *International Journal of Environmental and Science Education*, **2010**, *3*, 193-206.
31. J. Hassard ja M. Dias, *The art of teaching science: inquiry and innovation in middle school and high school*, 2nd ed., Routledge, New York, 2009, ss. 107–113, 220–255, 268–278, 313, 444–461.
32. M. Aksela ja V. Karjalainen, *Kemian opetus tänään: nykytila ja haasteet Suomessa*, Helsingin yliopisto, kemian opetuksen keskus, Helsinki, 2008.
33. A. Krapp, Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings, *International Journal of Science Education*, **2011**, *33*, 27-50.
34. S. Hidi, Interest: A unique motivational variable, *Educational Research Review*, **2006**, *1*, 69-82.

35. U. Schiefele, Interest, Learning, and Motivation, *Educational Psychologist*, **1991**, 26, 299-323.
36. J. Lavonen ja V. Meisalo, Kiinnostus ja motivaatio, [http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka\\_ja\\_kemia/kiinnostus\\_fysiikkaa\\_ja\\_kemiaa\\_kohtaan/kiinnostus\\_ja\\_motivaatio](http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka_ja_kemia/kiinnostus_fysiikkaa_ja_kemiaa_kohtaan/kiinnostus_ja_motivaatio), (30.3.2012).
37. G. Schraw, Situational Interest: A Review of the Literature and Directions for Future Research, *Educational Psychology Review*, **2001**, 13, 23-52.
38. J. Osborne, Attitudes towards science: a review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, **2003**, 25, 1049-1079.
39. J. Lavonen, K. Juuti, V. Meisalo, A. Uitto ja R. Byman, *Tutkimustuloksia nuorten näkemyksistä teknologia-alasta ja luonnontieteiden opetuksesta*, Teknologiateollisuus ry, Helsinki, 2005, ss. 5-30.
40. J. Lavonen, R. Byman, A. Uitto, K. Juuti ja V. Meisalo, Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a ROSE-survey in Finland, *Themes in Science and Technology Education*, **2008**, 1, 7-36.
41. J. Osborne, Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study, *International Journal of Science Education*, **2001**, 23, 441-467.
42. J. Leppänen, *Peruskoulun ja kuudesluokkalaisten käsityksiä kemiasta ja sen kiinnostavuudesta*, Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, kemian laitos, Helsinki, 2008.
43. J. Bennett, Context-based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry: Comparing teachers' views, *International Journal of Science Education*, **2005**, 27, 1521-1547.
44. J. Lavonen ja V. Meisalo, Kontekstuaaliset lähestymistavat, [http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka\\_ja\\_kemia/kiinnostus\\_fysiikkaa\\_ja\\_kemiaa\\_kohtaan/kontekstuaaliset\\_lahestymistavat](http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka_ja_kemia/kiinnostus_fysiikkaa_ja_kemiaa_kohtaan/kontekstuaaliset_lahestymistavat), (30.3.2012).

45. A. Pilot ja A.M.W. Bulte, Why Do You “Need to Know”? Context-based education, *International Journal of Science Education*, **2006**, 28, 953-956.
46. O. de Jong, Context-based chemical education: how to improve it? *Chemical Education International*, **2008**, 8, 1-7.
47. J.K. Gilbert, A.M.W. Bulte ja A. Pilot, Concept development and transfer in context-based science education, *International Journal of Science Education*, **2011**, 33, 817-837.
48. J. Bennett, Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching, *Science Education*, **2007**, 91, 347-370.
49. D. King, Making connections: Learning and teaching chemistry in context, *Research in Science Education*, **2008**, 38, 365-384.
50. R. Marks, Learning chemistry and beyond with a lesson plan on potato crisps, which follows a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry lessons—a case study, *Chemistry Education Research and Practice*, **2010**, 9, 267-276.
51. J. Lavonen ja V. Meisalo, Luonnontieteiden opetuksen työtavat, [http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka\\_ja\\_kemia/luonnontieteiden\\_opetuksen\\_tyotavat](http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka_ja_kemia/luonnontieteiden_opetuksen_tyotavat), (30.3.2012).
52. E.W. Hootstein, Enhancing student motivation: make learning interesting and relevant, *Education*, **1994**, 114, 475–479.
53. J.D. Herron, *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*, American Chemical Society, Washington, DC, 1996.
54. T. Saloviita, *Yhteistoiminnallinen oppiminen ja osallistava kasvatus*, PS-kustannus, Jyväskylä, 2006.
55. J. Lavonen ja V. Meisalo, Yhteistoiminnalliset työtavat, <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/yto/yto/index.htm>, (22.3.2012).

56. P. Sahlberg ja S. Sharan, *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*, WSOY, Helsinki, 2002, ss. 101-118, 221-244.
57. L. Kannas, Terveystieto-oppiaineen pedagogisia lähtökohtia. Kirjassa: H. Peltonen ja L. Kannas (toim.), *Terveystieto tutuksi: ensiapua terveystiedon opettamiseen*, Opetushallitus, Helsinki, 2005, ss. 9-36.
58. H.L.T. Heikkinen, Terveys, identiteetti ja hyvä elämä. Kirjassa: L. Kannas ja H. Tyrväinen (toim.), *Virikkeitä terveystiedon opetukseen*, Terveiden edistämisen tutkimuskeskus, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, 2005, ss.19–36.
59. J. Svedbom, Kohti ongelmaperustaista oppimista - esimerkkejä terveystiedon didaktiikasta. Kirjassa: H. Peltonen ja L. Kannas (toim.), *Terveystieto tutuksi: ensiapua terveystiedon opettamiseen*, Opetushallitus, Helsinki, 2005, ss. 65–87.
60. L. Kannas, Terveystieto-oppiaineen olemusta etsimässä. Kirjassa: L. Kannas ja H. Tyrväinen, *Virikkeitä terveystiedon opetukseen*, Terveiden edistämisen tutkimuskeskus, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, 2005, ss. 9-18.
61. D. Edelson, Design Research: What we learn when we engage in design, *Journal of the Learning Sciences*, **2002**, *11*, 105-121.
62. J. Tuomi ja A. Sarajärvi, *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*, 5.uud. laitos, Tammi, Helsinki, 2009, ss. 91–123.
63. S. Hirsjärvi, P. Remes ja P. Sajavaara, *Tutki ja kirjoita*, 13. osin uudistettu painos, Otava, Keuruu, 2007.
64. M. Aksela ja J. Lundell, Kemian opettajien kokemuksia molekyylimallinnuksesta. Julkaisussa: Opetushallitus, *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*, Helsinki, 2007.



# Kyselylomake kemian opettajille

## Hyvä Vastaaja!

Tämä lomake on osa Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella tehtävää pro gradu - tutkielmaani. Vastauksesi ovat ensiarvoisen tärkeitä tutkimuksen onnistumisen kannalta. Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa kemian opettajien asenteita terveystiedon ja muiden aineiden integroimisesta kemian opetukseen. Kysely koostuu neljästä osasta, joista viimeinen sisältää avoimia kysymyksiä. Kyselyyn vastaaminen kestää noin 5-10 minuuttia. Tutkimuksen ohjaajana toimii professori Jan Lundell.

### OSA 1. Taustatiedot

Olen  Nainen  Mies

Olen toiminut opettajana

alle vuoden   
1-5 vuotta   
6-10 vuotta   
11- 20 vuotta   
yli 20 vuotta

Toimin opettajana

yläkoulussa   
lukiossa   
Muu, mikä? \_\_\_\_\_

Kemian lisäksi opetan

matematiikkaa   
fysiikkaa   
biologiaa   
tietotekniikkaa   
Muu, mikä? \_\_\_\_\_

Olen opiskellut kemiaa

approbaturin   
cumlauden   
laudaturin   
Muu, mikä? \_\_\_\_\_

## OSA 2. Väittämät 1

	täysin eri mieltä	osittain eri mieltä	en osaa sanoa	osittain samaa mieltä	täysin samaa mieltä
1. Muiden oppiaineiden integrointi kemiaan auttaa oppilaita ymmärtämään paremmin kemiaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Muista oppiaineista on vaikea löytää mitään hyödyllistä kemian opetuksen tueksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Kemian opetuksen tarkoitus on antaa oppilaille vain kemian tietoutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Kemian opetus on yleissivistävää koulutusta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Koen, että esim. terveystiedon liittäminen kemiaan on uhka kemian oppimiselle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Oppilaiden innostus kasvaa, kun kemia yhdistellään erilaisiin konteksteihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Kemian sekoittaminen eri aihepiireihin sekoittaa myös oppilaiden loogiset ajatukset	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kemiassa käytettyjen tehtävien aihepiireillä ei ole merkitystä oppilaiden mielenkiinnon lisäämisessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kemian liittäminen muiden oppiaineiden ja arkielämän ilmiöihin motivoi oppilaita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Opettajan ei ole syytä integroida kemian opetukseen muita oppiaineita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Kemian opettaminen erilaisissa konteksteissa vie liikaa opettajan aikaa ja vaivaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Oppilaat kiinnostuvat usein kemian aiheista, jotka ovat heille ennestään tuttuja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Oppilaat turhautuvat, jos kemian tunneilla puhutaan muusta kuin varsinaisesta kemiasta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Kemian opetuksen yksi merkittävimmistä tavoitteista on se, että oppilaat oppivat käyttämään tietämystään käytännön tilanteissa ja valinnoissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Kemian linkittäminen ihmisen hyvinvointiin ja oman terveyden edistämiseen pitää olla yksi kemian opetuksen tavoite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Kemiaan saatavilla olevat opetusmateriaalit tukevat riittävästi oppiaineiden integroimista

### OSA 3. Väittämät 2

	täysin eri mieltä	osittain eri mieltä	en osaa sanoa	osittain samaa mieltä	täysin samaa mieltä
1. Terveystiedon integrointi kemiaan on turhaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Terveysteema on yleisesti kiinnostava aihe oppilaille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Koen, että terveystiedon opetus on ehdottoman tärkeää ja ajankohtaista nuorille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ravintoaineiden kemian käsitteleminen terveystiedon kontekstissa lisää oppilaiden motivaatiota	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Mielestäni koulussa käsitellään riittävästi terveystiedon opetusta, joten siihen ei kemiassa ole järkevää tuhlata aikaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Kemiaa voi integroida matematiikan ja historian kanssa, mutta ei missään nimessä terveystiedon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Mielestäni terveystiedon opetusta käsitellään koulussa liian sekavasti eri oppiaineissa ja se pitäisikin keskittää pelkästään terveystiedon tunneille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Mielestäni arkielämän terveydellisissä valintatilanteissa myös oppilaan kemian tietämyksellä on merkitystä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Rasvojen merkityksen ravintoaineena selittäminen on terveystiedon opettajan tehtävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Kemian oppikirjoissa terveystiedon opetusta ilmenee melko vähän	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Kemian oppikirjoissa saisi olla enemmän terveysteemaan liittyviä "tietoiskuja"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Jos olisi saatavilla hyviä harjoitustehtäviä, jotka integroivat terveystiedon opetusta esim. rasvojen kemiaan, olisin kiinnostunut käyttämään niitä opetuksessani	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**OSA 4. Avoimet kysymykset. Perustele vastauksesi.**

Minkälaisesta kemian tietämyksestä olisi mielestäsi hyötyä terveystiedossa?

---

---

---

---

---

Mitkä terveystietoon liittyvät aiheet sopisi mielestäsi ottaa esiin myös kemian tunneilla?

---

---

---

---

---

Miten yhdistät/yhdistäisit terveysteeman kemian opetukseen? Kerro esimerkkejä.

---

---

---

---

---

Palautetta kyselystä ja muita huomioita

---

---

---

---

---

Kiitos vastauksistasi!

LIITE 2

OPETTAJA

# Opetuspaketti rasvojen kemiaan



1.2.2012

Jyväskylän yliopisto

Reijo Ojanen

## Sisällysluettelo

Sisällysluettelo .....	1
Esipuhe .....	2
Opetusmateriaali I. Rasvaratsia .....	3
Opetusmateriaali II. Terveellinen resepti? .....	8
Opetusmateriaali III. Dieetit vaihtoon! .....	13
Opetusmateriaali IV. Rasvakemian tehtäväpaketti .....	17
Lähteet .....	29
Liitteet .....	31

## Esipuhe

Tämä opetuspaketti on tehty osana Jyväskylän yliopiston kemian laitokselle tekemääni pro gradu-tutkielmaa. Se on suunnattu kemian aineenopettajille yläkouluun ja lukioon antamaan vinkkejä ja ideoita rasvojen kemian opetuksen tueksi. Opetuspaketti koostuu neljästä erilaisesta kokonaisuudesta, joissa kaikissa rasvojen kemiaa lähestytään terveystieteiden näkökulmasta. Kontekstuaalisuuden lisäksi opetusmateriaaleissa on pyritty ottamaan huomioon kokeellisen työskentelyn, tutkivan otteen ja erityisesti yhteistoiminnallisuuden merkitys kemian oppimisessa. Tarkemmin kehittämistutkimuksen taustoista on kerrottu varsinaisessa tutkielmassani *Kontekstuaalisen oppimisen hyödyntäminen rasvojen kemian opetuksessa: Lähtökohtana nuorten ravitsemuskasvatus*. Tutkielma on nähtävissä Jyväskylän yliopiston JYX-palvelussa.

Tässä opetuspaketissa esiteltävät kokonaisuudet ovat kestoaltaan noin 1-2 oppitunnin mittaisia. Opetusmateriaalit on jaettu siten, että kaksi ensimmäistä kokonaisuutta on suunnattu yläastetasolle ja kaksi jälkimmäistä lukioon. Viimeinen materiaali koostuu terveysaiheisista rasvoihin liittyvistä kemian tehtävistä. Tämä paketti on tarkoitettu opettajien käyttöön, sillä paketti sisältää muuan muassa vastaukset oppilaille esitettäviin kysymyksiin, joitakin lisätietoja tehtävien aihepiireistä ja vinkkejä töiden suorittamiseen. Opetuspaketin liitteinä on sen sijaan myös oppilaille jaettavia töihin ja tehtäviin liittyviä monisteita. Kaikki opetusmateriaalit on suunniteltu varsinaisen kemian opetuksen tueksi havainnollistamaan opittua teoriaa, herättämään oppilaiden kiinnostusta kemiaa kohtaan sekä edistämään oppilaiden luovaa ja kriittistä ajattelua.

Toivon, että tästä tehtäväpaketista olisi opettajille hyötyä rasvojen kemiaa käsittelevien tuntien suunnittelussa. Toivottavasti se samalla innostaisi kemian opettajia ottamaan terveystieteiden näkökulmaa sekä muita konteksteja enemmän esille opetuksessaan.

## Opetusmateriaali I. Rasvaratsia

### Tarkoitus ja tavoitteet

Työssä on tarkoitus tutkia muutamien rasvaisten elintarvikkeiden sisältämää rasvan määrää ja tyydyttyneisyyttä ensin elintarvikepakkausten tuoteselosteista ja sen jälkeen kokeellisesti. Opetuskokonaisuuden toisessa osiossa oppilaat luovat tutkimansa tuotteen tuoteselosteeseen liitettävän lyhyen tekstin, jossa oppilaat pohtivat terveyteen liittyviä huomioita kyseisen tuotteen käytössä. Tutkimuksen tavoitteena on, että oppilaat tiedostavat rasvojen energiasisältöä ja eräiden tuttujen elintarvikkeiden rasvakoostumuksia. Oppimistavoitteet liittyvät hyvien ja pahojen rasvojen rakenteisiin, ominaisuuksiin ja terveysvaikutuksiin. Tutkimuksessa oppilaat myös harjoittavat laboratoriotaitojaan ja erityisesti vaa'an käyttöä. Kemian aihealueista myös aineiden liukoisuuteen vaikuttavien tekijöiden ymmärtäminen on tärkeää tämän materiaalin kokeellisessa osuudessa.

### Järjestelyt

Opettaja muodostaa oppilaista 4-5 tutkimusryhmää. Jokaiseen ryhmään kuuluu noin neljä rasva-agenttia eli oppilasta. Ryhmän sisällä oppilaat jakavat seuraavat roolit; johtaja, raportoiija, välinehoitaja ja arvioija. Johtajan tehtävä on valvoa, että tutkimus suoritetaan turvallisesti ohjeiden mukaan ja että jokainen ryhmän jäsen osallistuu tutkimuksen suorittamiseen. Raportoiija ja arvioija vastaavat tutkimuksen tulosten kirjaamisesta ja kriittisestä arvioinnista. Välinehoitaja noutaa tarvittavat välineet ja aineet.

### Tutkimusryhmille annettava toimeksianto

Kuluttajasuojalautakunta on pyytännyt tutkimaan eräiden paljon ostettujen elintarvikkeiden tuoteselosteissa ilmoitettujen rasvamäärien todenperäisyyttä. Lisäksi he haluavat rasva-agenttien kirjoittavan asiakkaiden toivomuksesta pakkauksiin tekstin, joka sisältää tietoa tuotteen



terveysvaikutuksista. Jokainen tutkimusryhmä saa analysoitavakseen yhden alla näkyvistä tuotteista.



### Työn ensimmäinen vaihe

1. Ryhmät tutkivat oman tuotteen tuoteselosteesta sen sisältämä energian ja rasvan määrän sekä tyydyttyneiden rasvojen osuuden kokonaisrasvamäärästä.
2. Oppilaat laskevat tuotteen rasva- %. ( $\text{rasvan määrä} / \text{koko massa} = \text{rasva- \%}$ )
3. Tulokset merkitään tulostaulukkoon 1. Tulostaulukko on esitetty liitteessä 1.

### Työn kokeellinen vaihe

Kokeellisessa vaiheessa oppilaiden on tarkoitus uutata omasta tuotteestaan rasva asetonin avulla. Uutetun rasvan määrä punnitaan ja tuloksesta lasketaan tuotteelle rasvaprosentti. Lisäksi erotetusta rasvasta tehtyjen havaintojen avulla oppilaiden tulisi pohtia tuotteen sisältämien rasvojen laatuja. Alla on esitetty kokeellisen osuuden työvaiheet.

1. Punnitaan n. 5 g omaa tuotetta.
2. Murskataan näyte kelmujen välissä pieniksi muruiksi.
3. Merkitään keitinlasiin ryhmän ja tuotteen nimi.
4. Punnitaan tyhjä keitinlasi. Kirjoitetaan tulos taulukkoon.
5. Laitetaan murskattu näyte keitinlasiin ja punnitaan.  
Kirjataan tulos.
6. Lisätään 10 ml asetonia.

### Tarvikkeet:

- vaaka
- 250 ml keitinlasi
- 10 ml mittalasi
- lasisauva
- petrimalja
- pala kelmua
- asetoni

*"Asetoni ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Pitää huolehtia hyvästä ilman vaihdosta. Asetoni on lisäksi helposti syttyvää. Älä käytä muovista pipettiä, sillä asetoni syövyttää muovia!"*

7. Sekoitetaan lasisauvalla.
8. Dekantoidaan neste petrimaljalle. Merkitään petrimaljaan ryhmän ja tuotteen nimi.
9. Toistetaan kohdat 6,7 ja 8 keitinlasiin jääneelle kiinteälle tuotteelle.
10. Jätetään kaikkien ryhmien petrimaljat ja keitinlasit vetokaappiin yön yli. **HUOM!** Tarkista, että kaikki astiat on nimetty!
11. Seuraavana päivänä keitinlasit punnitaan ja lasketaan punnitustuloksista tuotteen rasvaprosentti alla olevien laskuvaiheiden kautta. Merkitään tulokset taulukkoon 2. Taulukko on esitetty liitteessä 1.

$(\text{keitinlasin} + \text{näytteen massa}) - (\text{keitinlasin massa}) = \text{näytteen massa}$

$(\text{keitinlasin} + \text{näytteen massa}) - (\text{keitinlasin} + \text{kuivatun näytteen massa}) = \text{erotetun rasvan massa}$

$\frac{\text{erotetun rasvan massa}}{\text{näytteen massa}} \cdot 100\% = \text{tuotteen rasvaprosentti}$

12. Oppilaat tekevät vielä havaintoja petrimaljalle erotetusta rasvasta seuraavien kysymysten avulla.

- Minkä väristä rasva on?

*Rasva on puhtaana väritöntä, mutta tässä työssä rasvan seassa saattaa olla esim. rasvaliukoisia lisä- ja aromiaineita, jotka antavat sille väriä.*

- Miltä se tuoksuu?

*Puhdas rasva on hajutonta, mutta samoin perustein kuin edellisessä kysymyksessä, tässä työssä se saattaa tuoksahtaa varsin erikoiselta riippuen tuotteesta.*

- Minkälainen ulkoinen koostumus erotetulla rasvalla on?

*Rasva voi olla nestemäistä tai hieman kiinteämpää. Nestemäisissä rasvoissa voi olla eroavaisuuksia niiden viskositeetissa.*

- Miten voit rasvan koostumuksesta päätellä, sisältääkö rasva tyydyttyneitä vai tyydyttymättömiä rasvahappoja?

*Mitä juoksevampaa rasva on, sitä enemmän siinä on tyydyttymättömiä rasvahappoja.*

- Mihin työssä käytettiin asetonia? Miksi käytettiin juuri asetonia?

*Asetonia käytettiin työssä liuottamaan näytteen sisältämä rasva. Asetoni on ketoniyhdisteenä rasvaliukoinen. Asetoni on helposti haihtuva, joten se ehtii haihtua yön aikana ja jäljelle jää pelkkä rasva.*

13. Lopuksi oppilaat täydentävät tuloksensa vielä kuluttajasuojalautakunnan tulostaulukkoon ja vertaavat kokeellisesti saatua rasvaprosenttia tuoteselosteesta laskettuun arvoon.

- Mitkä seikat vaikuttavat siihen, että tulokset eivät välttämättä täsmää?

*Laboratoriotyö on vain suuntaa antava tutkimus, eikä mikään spesifinen tarkka rasvaprosentin määrittäminen. Erotetussa rasvassa voi olla paljon epäpuhtauksia tai sitten kaikki rasva ei liuennutkaan näytteestä asetoniin. Lisäksi kouluväät ovat epätarkkoja ja inhimillisten mittausvirheiden määrä voi myös vaikuttaa lopputulokseen.*

### Työn viimeinen vaihe

1. Ryhmät keskustelevat ensin aivorihiperiaatteella siitä, mitä asioita oman tuotteen pakkaukseen lisättävässä tekstissä tulisi ottaa esille.

Apukysymyksiä:

- Paljonko rasvat sisältävät energiaa?
  - Miten rasvojen tyydyttyneisyys vaikuttaa niiden terveellisyyteen?
  - Mitä liiallinen rasvojen käyttö aiheuttaa?
2. Tämän jälkeen he kirjoittavat lyhyen (50–100 sanaa) tekstin muotoiluineen valkoiselle A4-paperille.
  3. Lopuksi ryhmät esittelevät työn kaikkien vaiheiden tulokset muille ryhmille. Muut ryhmät kirjaavat omiin tulostaulukoihinsa myös muiden tuotteiden tulokset. Ryhmän johtaja päättää esityksen lopputulokseen, joka lähetetään kuvitteellisesti kuluttajasuojalautakunnalle.

## Opetusmateriaali II. Terveellinen resepti?

### Tarkoitus ja tavoitteet

Tämän työn tarkoitus on tutkia kokeellisesti erilaisten rasvojen tyydyttyneisyysasteita sekä liittää niihin terveysteema väitekorttien avulla. Lopuksi oppilaat pääsevät soveltamaan opittuja tietoja ja taitoja reseptin muokkaustehtävässä. Tyydyttyneisyysasteen määrittämisen yhteydessä oppilaat oppivat rasvojen ja rasvahappojen rakenteita. Materiaalin eri vaiheilla pyritään myös siihen, että oppilaat oppivat pehmeiden ja kovien rasvojen lähteitä sekä ymmärtävät, miksi niiden käyttöön tulee kiinnittää huomiota. Tässä opetuskokonaisuudessa oppilaat joutuvat käyttämään paljon sosiaalisia taitoja, tekemää itsenäisiä päätöksiä sekä perustelemaan tekemiään valintoja. Kokeellisessa osuudessa oppilailta vaaditaan tarkkaa mittatyöskentelyä. Työ on tarkoitettu tehtäväksi teoriaosuuden jälkeen, jolloin oppilailla on jo mielikuvia rasvojen rakenteista.

### Järjestelyt

Kokeellinen osuus tehdään parityöskentelynä. Väitekorttien kohdalla parit kääntyvät siten, että he muodostavat neljän hengen ryhmiä. Kokeellisessa työssä tarvittava jodiliuos olisi hyvä olla valmiina pienissä tippapulloissa.

### Kokeellinen vaihe

1. Ennen työn suorittamista oppilaat voivat tehdä veikkauksen rasvojen tyydyttyneisyysjärjestyksestä.
2. Oppilaat hakevat näytteet opettajan pöydältä yksi näyte kerrallaan. Kiinteät näytteet sulatetaan näytteenottoaikalla.
3. Mitataan 5 ml sulatettua rasvaa koeputkeen.
4. Lisätään koeputkeen vielä tarkasti kolme pisaraa 2- % jodiliuosta.

#### **Tarvikkeet:**

- pipetti
- 250 ml keitinlasi
- 4 koeputkea
- sekuntikello
- valkoinen paperi
- 10 ml mittalasi
- 2- % jodiliuos
- voi
- kookosrasva
- margariini
- rypsiöljy

*(HUOM! Jodiliuos on tahraava, joten huolehdi, että oppilailla on tarvittavat suojavaatteet.)*

5. Tasoitetaan seoksen väri heiluttelemalla koeputkea varovasti.
  6. Asetetaan koeputki kuumalla vedellä (hanasta) täytettyyn keitinlasiin.
  7. Mitataan sekuntikellolla, kuinka kauan värin häviäminen kestää.
  8. Kirjataan tulokset taulukkoon. Taulukko on esitetty liitteessä 2.
  9. Toistetaan samat vaiheet jokaiselle tutkittavalle rasvalla.
10. Seuraavaksi oppilaat lukevat tekstin ”Rasvat järjestykseen!”, jonka perusteella heidän pitäisi pystyä analysoimaan saadut tulokset ja pistämään rasvat oikeaan tyydyttyneisyysjärjestykseen (1=tyydyttynein jne..). Teksti löytyy liitteestä 2.
11. Opettaja voi näyttää Fineli - elintarvikkeiden koostumustietopankista tutkittujen tuotteiden oikeat koostumukset. Oppilaat voivat näin tarkistaa oikean tyydyttyneisyysjärjestyksen rasvoille ja vertailla sitä omiin tuloksiin.

### Väitekortit

Tässä osiossa oppilaat saavat ryhmissä pohtia erilaisten rasvojen rakenteita ja terveysvaikutuksia niihin liittyvien väitteiden avulla. Jokainen oppilas ryhmässä valitsee itselleen sopivan pelimerkin (esim. kynä tai kumi). Opettaja heijastaa luokan edessä taululle erilaisia väitteitä. Oppilaiden tulee miettiä, onko väite väärin, oikein vai siltä väliltä. Tämän jälkeen jokainen oppilas asettaa pelimerkinsä pöydälle siten, että samaa mieltä väitteen kanssa olevat laittavat pelimerkinsä pöydän oikeaan reunaan ja eri mieltä olevat vastaavasti vasempaan reunaan. Oikea ja vasen määräytyvät opettajan näkökulmasta katsottuna. Jos oppilas on sitä mieltä, että väite on jotakin oikean ja väärän välissä, hän asettavat merkinsä sopivalla etäisyydelle pöydän reunoista. Jokaisen väitteen jälkeen oppilaat esittävät perustelunsa muille ryhmäläisille oman pelimerkinsä paikasta. Hankalien väitteiden kohdalla opettaja osallistuu keskusteluun ja perusteluiden esittämiseen. Väitekorttien yksi tavoite onkin herättää keskustelua.

Väitteet voivat olla esimerkiksi seuraavanlaiset: (Pelkät väitteet on esitetty liitteessä 3)

1. Rasvahapoissa on usein yli 12 hiiliatomia.

OIKEIN! *Perustelu: Rasvahapot ovat pitkäketjuisia karboksyylihappoja, joissa on usein parillinen määrä hiiliatomeja ja usein niitä on yli 12. Muutamia poikkeuksia on esim. voihamppu, joka luetaan rasvahappoihin, vaikka siinä on vain neljä hiiliatomia.*

2. Tyydyttyneet rasvahapot sisältävät vain yksinkertaisia sidoksia.

OIKEIN! *Perustelu: Tyydyttyneet rasvahapot ovat karboksyylihappoja, jotka koostuvat pitkistä suorista hiiliketjuista, joissa on vain yksinkertaisia sidoksia. Esimerkiksi steariinihappo.*

3. Mitä juoksevampaa rasva on huoneenlämmössä, sitä terveellisempää se on.

OIKEIN! *Perustelu: Tyydyttymättömät eli pehmeät rasvat ovat terveellisempiä kuin kovat rasvat, koska ne alentavat kolesterolipitoisuutta veressä. Pehmeiden rasvojen sulamispisteet ovat matalammat kuin kovien rasvojen. Kovat rasvat sisältävät pitkiä suorita hiiliketjuja ilman kaksoissidoksia, joten ne pystyvät pakkautumaan tiiviimmiksi kideranteiksi.*

4. Kalan rasva on erityisen epäterveellistä.

VÄÄRIN! *Perustelu: Kalan rasva sisältää paljon monitydyttymättömiä omega-rasvahappoja, joten se on terveellistä. Osa omega-rasvahapoista on ihmiselle jopa välttämättömiä, koska elimistö ei pysty niitä itse valmistamaan.*

5. Eläinkunnan rasvat ovat yleensä terveellisiä.

VÄÄRIN! *Perustelu: Eläinkunnan rasvat sisältävät usein kovia rasvoja, jotka nostavat veren kolesterolipitoisuutta. Kalan rasva on kuitenkin poikkeus.*

6. Rasvat ovat glyserolin ja kolmen rasvahapon estereitä.

OIKEIN! *Perustelu: Glyseroliin liittyneet rasvahapot voivat tosin olla erilaisia. Rasvoja sanotaan myös triglyserideiksi.*

7. Kaikki rasva on terveydelle haitallista.

VÄÄRIN! *Perustelu: Rasvan liiallinen käyttö on terveydelle haitallista. Rasva on niin energiapitoista, että jos ei kuluta tarpeeksi, se varastoituu soluihin. Tämä johtaa lihomiseen. Rasvat toimivat elimistössä myös solukalvojen rakennusaineena, joten niiden saanti ravinnosta on tärkeää.*

8. Omega-rasvahapot ovat myrkyllisiä.

VÄÄRIN! *Perustelu: Omega-rasvahapot ovat monityydyttymättömiä rasvahappoja ja osa niistä kuuluu ihmiselle välttämättömiin rasvahappoihin.*

9. Kovien rasvojen runsas käyttö lisää riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin.

OIKEIN! *Perustelu: Ne lisäävät elimistössä ns. pahan kolesterolin määrää, jonka johdosta verisuonet voivat ahtautua.*

10. Rasvoja kovetettaessa niiden hiili-hiili-kaksoissidosten määrä vähenee.

OIKEIN! *Perustelu: Rasvojen kovettaminen eli hydraus tarkoittaa, että rasvoihin liitetään vetyä. Vedyn liittäminen tapahtuu rasvahappojen hiili-hiili-kaksoissidoksiin, jolloin ne purkautuvat yksinkertaisiksi sidoksiksi.*



## Reseptin muokkaus

Edellisten vaiheiden tietojen perusteella oppilaiden tulisi muuttaa Open omenapiirakka - resepti terveellisemmäksi. Erityisesti oppilaiden tulisi kiinnittää huomiota reseptissä käytettävien tuotteiden sisältämien rasvojen laatuun ja miettiä mahdollisia korvaavia tuotteita. Reseptissä ilmoitettujen aineiden määriin voi myös halutessaan ottaa kantaa. Tämä tehtävä voisi hyvin olla myös kotitehtävä, jolloin oppilaat voisivat käyttää hyödyksi Finelin internetsivuja tutkiessaan reseptissä käytettyjen elintarvikkeiden rasvasisältöjä. Lopuksi oppilaat esittelevät perusteluineen tuotoksensa pareilleen. Ohessa on esitetty alkuperäinen resepti ja yksi ehdotus korjatusta mallireseptistä. Alkuperäinen resepti on esitetty suurennettuna myös liitteessä 4.

### ALKUPERÄINEN

#### **Open omenapiirakka**

2 kananmunaa  
1,5 dl sokeria  
1 dl kuohukermaa  
75 g voita  
1 tl vanilliinisokeri  
1,5 tl leivinjauhe  
2,5 dl vehnäjauhoja

täyte:

omenaviipaleet voissa paistettuna  
pähkinärouhetta  
suklaalastuja

### KORJausehdotus

#### **Open omenapiirakka**

2 kananmunaa  
1 dl sokeria  
1 dl vähärasvaista kermaa  
75 g Becel-margariinia  
1 tl vanilliinisokeri  
1,5 tl leivinjauhe  
2,5 dl grahamjauhoja

täyte:

tuoreet omenaviipaleet  
kanelia

*”Korjattavia kohtia reseptissä voisi olla kerman ja voin vaihtaminen pehmeitä rasvoja sisältäviin vaihtoehtoisiin tuotteisiin. Lisäksi täyteen kohdalla kannattaa pohtia voissa paistamisen tarpeellisuutta. Pähkinät ja suklaa sisältävät paljon rasvaa, joten myös pähkinärouhe ja suklaalastut kannattaisi vaihtaa, vaikkapa kaneliin ja sokeriin.”*

## Opetusmateriaali III. Dieetit vaihtoon!

### Tarkoitus ja tavoitteet

Tämän kemian opetuksen oheismateriaalin tarkoituksena on johdatella opiskelijat kolesterolin kemiaan lähtien liikkeelle lihavuuteen ja terveelliseen ruokavalioon liittyvällä opiskelijoita aktivoivalla tehtävällä. Tehtävän tarkoituksena on kartoittaa hieman opiskelijoiden tietotasoa ravitsemusasioissa ja saada oppilaat pohtimaan, mikä lihavuutta aiheuttaa ja mitä lihavuus puolestaan aiheuttaa. Kemian oppimistavoitteet liittyvät kolesterolin rakenteeseen, funktionaalisten ryhmien tunnistamiseen ja kemian laskutekniikkaan. Lisäksi oppilaat oppivat rasvojen laadun merkityksen veren kolesterolipitoisuuteen sekä kolesterolin tehtäviä elimistössä. Kolesterolin rakenteen hahmottamisessa opiskelijat harjoittelevat käyttämään molekyylimallinnusohjelmaa tai molekyylimallisarjoja.

### Järjestelyt

Luokka jaetaan kolmen hengen ryhmiin. Ryhmän jäsenet numeroidaan 1-3. Tämän oheismateriaalin toisessa osiossa tarvitaan tietokoneita ja molekyylimallinnusohjelmaa.

### Aktivoiva tehtävä

1. Opettaja heijastaa taululle kolmesta henkilöstä pienen kuvauksen. Henkilökuvaukset voidaan myös numeroida 1-3, jolloin ryhmän jäsen numero yksi saa vastuulleen henkilökuvauksen numero yksi jne. Henkilöiden kuvaukset ovat esitetty liitteessä 5.
2. Jokainen opiskelija lukee oman henkilönsä kuvaelman.
3. Opiskelija laskee oman henkilönsä painoindeksin.

*Painoindeksi (Body Mass Index, BMI) luku, jolla paino arvioidaan pituuden ja painon suhteena. Painoindeksi lasketaan jakamalla paino (kg) pituuden neliöllä (m).*

4. Painoindeksiä verrataan seuraavan taulukkoon ja määritetään, mihin luokkaa henkilö kuuluu.

*Painoindeksiluokat aikuisilla (DUODECIM):*

<b>Normaali alhaisempi paino</b>	18,4 tai alle
<b>Normaalipaino</b>	18,5–24,9
<b>Lievä lihavuus</b>	25,0–29,9
<b>Merkittävä lihavuus</b>	30,0–34,9
<b>Vaikea lihavuus</b>	35,0–39,9
<b>Sairaalloinen lihavuus</b>	40,0 tai yli

5. Opiskelijat keskustelevat ryhmissä seuraavista kysymyksistä:
- Miksi henkilöt tulivat lihaviksi?
  - Olisivatko he pystyneet vaikuttamaan siihen? Miten?
6. Jokainen ryhmän jäsen tekee omalle henkilölleen hoitosuunnitelman ranskalasilla viivoilla. Hoitosuunnitelman alussa kerrotaan lyhyesti oman henkilön ongelmista, ilmoitetaan painoindeksi ja painoindeksiluokka. Hoitosuunnitelman tulee paneutua erityisesti ruokavalioon ja sen rasvoihin liittyviin valintoihin.
- ”Esimerkkejä sanoista, joita hoitosuunnitelmassa tulee esiintyä: kova rasva, pehmeä rasva, kolesteroli. Näin saadaan johdateltua aihetta kohti kolesterolia.”*
7. Ryhmäläiset esittelevät toisilleen tuotoksensa perustellen valintojaan.
8. Opettaja voi lopuksi koota numeroittain tärkeimpiä seikkoja opiskelijoiden hoitosuunnitelmista taululle.

## Kolesteroli

Johdattelukysymyksiä: (Opiskelijat keskustelevat ryhmissä)

1. Miksi lihavuus lisää riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin?

*”Lihavalla ihmisellä on ruokavaliossa usein paljon rasvoja ja erityisesti kovia rasvoja. Nämä lisäävät pahan **kolesterolin** määrää verisuonissa, jolloin suonet ahtautuvat. Jos veren kolesterolimäärä nousee liian korkeaksi, suoniin voi tulla tukos. Tämä puolestaan johtaa riskiin sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin, kuten sepelvaltimotautiin.”*

2. Mitä on läski? Miten sitä syntyy?

*”Jos ihminen kuluttaa vähemmän energiaa, kun hän saa ravinnostaan, alkaa hän vähitellen lihoa. Ylijäänyt energia varastoituu elimistön rasvakudokseen, joka aiheuttaa lihomista. Läski on siis elimistön rasvakudosta.”*

Opettaja jakaa ryhmille kolesterolin rakennekaavan ja lyhyen tietoiskun kolesterolista. Kyseiset materiaalit ovat esitetty liitteessä 6.

Opiskelijat tekevät seuraavat tehtävät samoissa kolmen hengen ryhmissä, joissa edellinen osio tehtiin. Tehtävissä hyödynnetään saatuja tietoja kolesterolista.

1. Opiskelijat harjoittelevat molekyylihallinnusohjelman käyttöä piirtämällä kolesterolimolekyylin rakennekaavan avulla.
2. Opiskelijat miettivät ryhmissä vastauksia seuraaviin kysymyksiin:
  - Mitä funktionaalisia ryhmiä löydät kolesterolimolekyylistä?  
*Hydroksyyli-ryhmä, hiili-hiili-kaksoissidos. Kolesteroli voidaan näin luokitella alkoholiksi ja sykloalkeeniksi.*
  - Monta kiraalista hiiliatomia kolesterolissa on? Missä ne sijaitsevat?  
*8 kiraalista hiiliatomia eli hiiltä, josta lähtee neljä eri atomia tai atomiryhmää.*

- Ympyröi kolesterolista sen pooliset osat.  
*OH-ryhmä*
  - Liukeneeko kolesteroli veteen? Perustele.  
*Ei, koska sen pooliton osa on niin iso verrattuna pooliseen hydroksyyliinryhmään.*
3. Kolesterolin kertymiseen verisuoniin vaikuttaa tyydyttyneet ja tyydyttymättömät rasvat. Selitä, mitä rasvojen tyydyttyneisyydellä tarkoitetaan.  
*Rasvojen rasvahappo-osien kaksoissidosten määrää. Jos rasvahapoissa ei ole hiili-hiili-kaksoissidosta, ovat rasvat tyydyttyneitä.*
4. Tekstin ymmärrys: Mitä ovat hyvä ja paha kolesteroli? Miten ravinnon rasvat liittyvät niihin?  
*(kts. teksti liitteessä 6)*
5. Edellisessä osiossa esiintyneillä henkilöillä on kaikilla liian korkea kokonaiskolesterolipitoisuus veressä. Helenalla se on 6 mmol/l, Markolla 6,7 mmol/l ja Marjalla peräti 7,5 mmol/l. Suositus olisi, että ihmiset pyrkisivät alle 5 mmol/l pitoisuuksiin. Ryhmässä jokainen laskee oman henkilönsä kohdalta seuraavan laskun:
- Kuinka monta grammaa kolesterolia omalla henkilöllä on 3 dl:ssa verta?  
*Helena: 0,7 g                      Marko: 0,8 g                      Marja: 0,9 g*
6. Opiskelijat vertailevat laskujaan ja tuloksiaan ryhmässä. Jos joku ryhmän jäsen ei osaa laskea, muut opettavat häntä tarvittaessa. Ryhmä huolehtii siitä, että jokainen ryhmässä osaa laskun laskea.
7. Tulokset käydään läpi siten, että opettaja pyytää ryhmä kerrallaan kertomaan yhteen kysymykseen vastauksen.

## Opetusmateriaali IV. Rasvakemian tehtäväpaketti

### Tarkoitus ja tavoitteet

Tämä opetusmateriaali koostuu lukioon suunnatuilla kemian tehtävillä ja laskuilla, joissa rasvojen kemiaa pyritään käsittelemään terveysteknologiaan. Tehtävät on koottu kemian oppikirjoista, ylioppilaskokeista ja osa tehtävistä on kehitelty tai ainakin osin muokattu itse. Tehtävien tarkoituksena on lisätä opiskelijoiden kiinnostusta ja innostusta tehtävien tekemistä kohtaan liittämällä tehtävien aihealueet koskemaan ihmisten terveyttä. Tehtävien pääpaino on orgaanisten yhdisteiden ja erityisesti rasvojen rakenteiden, ominaisuuksien tuntemuksessa. Lisäksi reaktioyhtälöt, stoikiometria, yhdisteiden nimeäminen ja isomeria ovat tehtävissä esiintyviä kemian aihealueita. Materiaali on tarkoitettu opettajan avuksi orgaanisen kemian opetukseen lisäämään opetuksen mielekkyyttä.

### Järjestelyt

Laskujahan voidaan laskea monella muullakin tavalla kuin itsenäisenä työskentelynä. Näiden tehtävien tekemisessä voidaan hyvin käyttää esimerkiksi parityöskentelyä ja paritarkastusta. Parityöskentely voidaan toteuttaa muuan muassa jakamalla parin toiselle jäsenelle eri tehtävät kuin toiselle, jolloin tehtävien tekemisen jälkeen opiskelijat voivat opettaa tekemänsä tehtävän toisilleen. Molemmat parit voivat myös tehdä samoja tehtäviä, jolloin he voivat keskustella keskenään tehtäviä tehdessään. Parityöskentelyllä tehdyt tehtävät voidaan lopuksi tarkistaa valitsemalla satunnaisesti tehtävän tehneen parin toinen opiskelija esittämään vastaukset taululle. Näin ollen parien tulee varmistaa, että molemmat opiskelijat ovat ymmärtäneet tehtävän.

Rasvojen kovettamiseen liittyvien tehtävien yhteydessä esitellään myös demonstraatio, jonka opettaja voi tehdä havainnollistaakseen kyseisten tehtävien aihetta. Demonstraatio tehdään vetokaapissa ja hyvin pienillä määrillä natriumia.

## Tehtävät

1. Rasva sisältää ravintoaineista eniten energiaa eli 38 kJ/g. Ihminen varastoi ylimääräisen ravinnosta saamansa energian rasvakudokseensa. Tätä rasvaa elimistö polttaa, jos ravinnosta saatu energiamäärä ei ole riittävä. Täydellisessä rasvojen metaboliassa eli aineenvaihdunnassa rasva reagoi hapen kanssa tuottaen hiilidioksidia ja vettä. Reaktiota kutsutaan rasvojen hitaaksi palamiseksi.
  - a) Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö, jos oletetaan, että ihmisen rasvakudoksessa oleva rasva olisi tristeariinia  $C_{57}H_{110}O_6$ .
  - b) Laske metabolian tuottaman veden massa, kun ihminen kuluttaa 1,0 kg:n tristeriinia.
2. Ravinnon molekyyleihin varastoitunutta kemiallista energiaa ihminen käyttää solujensa energialähteenä. Energian yksikkönä käytetään usein *kaloreita* (cal). Yksi kalori vastaa 4,184 *joulea* (J). Ruoka-aineissa kalorilla tarkoitetaan usein 1000 *kaloria* eli yhtä *kilokaloria* (kcal). Rasvoista ihminen saa enemmän energiaa kuin hiilihydraateista, koska hiilihydraattien hiiliatomit ovat jo osittain valmiiksi hapettuneita. Yleisesti rasvat sisältävät energiaa 9 kcal/g, hiilihydraatit 4 kcal/g ja proteiinit 4 kcal/g.
  - a) Eräät perunalastut sisältävät tuoteselosteen mukaan 543 kcal/100g energiaa. Lisäksi tuoteselosteessa sanotaan, että 100 g tuotetta sisältää 33 g rasvaa, 53 g hiilihydraatteja ja 5,3 g proteiineja. Laske tuotteen energiaprosenttijakauma.
  - b) Ihmisen päivittäinen energiantarve voidaan arvioida kertomalla oma paino 35–45:llä. Energiantarve riippuu fyysisestä aktiivisuudesta. Käytä kerrointa 35, jos aineenvaihduntasi on hidas ja kerrointa 45, jos se on nopeaa. Kuinka monta prosenttia päivittäisestä energiantarpeesta saat 250 g:sta perunalastuja?
3. Ravinnon rasvat ovat glyserolin (1,2,3 – propanitrioli) ja rasvahappojen mono-, di- ja triestereitä, joista käytetään myös nimeä mono-, di- ja triglyseridit.

- a) Kirjoita sellaisen diesterin viivakaava, jossa glyserolin primäärinen OH-ryhmä on esteröitynyt palmitiinihapolla ja sekundäärinen OH-ryhmä linolihapolla. (kts. rasvahappojen rakenteita alla olevasta taulukosta.)
- b) Kirjoita rakennekaavojen avulla esteröitymistä kuvaava reaktioyhtälö, jossa glyseroli reagoi lauriinihappomolekyylien kanssa muodostaen triglyseridin. Jos glyserolia on käytössä 1 mooli, kuinka monta moolia lauriinihappoa tarvitaan?
- c) Linolihappo on ihmiselle välttämätön rasvahappo, jota ihmisen on saatava ravinnosta, sillä elimistö ei pysty sitä itse valmistamaan. Se kuuluu ns. omega-6-rasvahappoihin. Selitä linolihapon rakenteen perusteella, miksi se kuuluu omega-6-rasvahappoihin.
- d) Nimeä tehtävässä käytetty palmitiinihappo systemaattisesti.

Nimi	Hiiliatomien lukumäärä	C=C lukumäärä	Rakennekaava
lauriinihappo	12	0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
myristiinihappo	14	0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
palmitiinihappo	16	0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
steariinihappo	18	0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
oleiinihappo	18	1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
linolihappo	18	2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COO}$
linoleenihihappo	18	3	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
arakidonihappo	20	4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_4(\text{CH}_2)_2\text{COO}$

4. Yllä olevassa taulukossa on esitetty yleisimpien ravintorasvojen sisältämiä rasvahappoja ja niiden molekyylikaavoja. Mitkä rasvahapoista ovat
- tyyydyttyneitä
  - monotyydyttymättömiä
  - polytyydyttymättömiä
  - usein kovissa eläinrasvoissa esiintyviä
  - omega-3-rasvahappoja
  - tärkeitä pitää osana omaa ruokavaliota? Miksi?

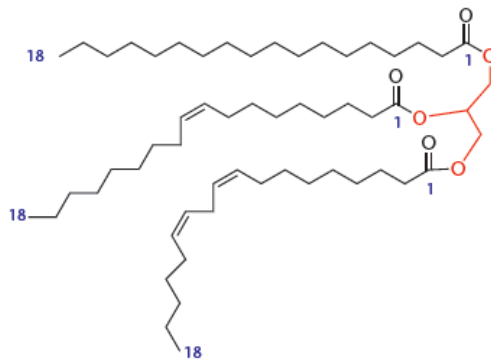


5. Selitä rakenteisiin ja molekyylien vuorovaikutuksiin nojautuen, miksi tyydyttymättömät rasvat ovat usein huoneenlämmössä nesteitä ja tyydyttyneet kiinteitä. Perustelee, miksi juoksevampi rasva on terveellisempää kuin kiinteä rasva.

Laita vielä lopuksi seuraavat triglyseridit sulamispisteiden mukaiseen suuruusjärjestykseen aloittaen matalimmasta sulamispisteestä. (kts. rasvahappotaulukko)

- a) tristeariini      b) trilinoleeni      c) trioletiini      d) trimyristiini

6. Ohessa on esitetty erään triglyseridin rakennekaava.



- a) Minkä nimisillä rasvahapoilla glyserolin OH-ryhmät ovat esteröityneet?
- b) Margariinia valmistettaessa rasvasta tehdään kovempaa vedyttämällä eli hydraamalla osa rasvahappoketjujen hiili-hiili-kaksoissidoksista Ni-katalyytin läsnä ollessa. Kirjoita kovetun rasvan viivakaava, kun monityyydyttymättömän rasvahappoketjun molemmat hiili-hiili-kaksoissidokset pelkistyvät.
- c) Mikä tulos siis saavutetaan, jos kasviöljyä hydrataan? Kumpi olisi terveellisempää käyttää ruuanlaitossa ja leivonnassa, margariini vai rypsiöljy?
7. Linoleenihappoa hydrataan tyydyttyneeksi steariinihapoksi. Kuinka paljon tarvitaan vetyä, kun 1,0 kg linoleenihappoa hydrataan? Ilmoita vedyn määrä kuutiometreinä (NTP).

8. Tyydyttymättömillä rasvahapoilla esiintyy *cis-trans*-isomeriaa. Luonnon kasviöljyissä rasvahapot ovat tyydyttymättömiä ja yleensä *cis*-muodossa. *Trans*-muotoja voi syntyä öljyn kuumennuksen ja hydrauksen yhteydessä. Tutkimusten mukaan *trans*-rasvahapot ovat terveydelle jopa haitallisempia kuin tyydyttyneet rasvahapot. *Trans*-rasvat sekä laskevat veren hyvän kolesterolin määrää että nostavat pahan kolesterolin pitoisuutta. Oleiini- eli öljyhappo ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ) on monotyydyttymätön rasvahappo, jota esiintyy runsaasti muuan muassa rypsi- ja oliiviöljyissä.

- a) Öljyhappoa hydratessa tapahtuu sivureaktio, jossa sen ainoa hiili-hiili-kaksoissidos muuttuu (isomeroituu) *trans*-muotoon. Kirjoita sekä *cis*-muodon että isomeroituneen rasvahapon rakennekaavat.
- b) Tutki internetistä, mitkä elintarvikkeet sisältävät *trans*-rasvoja.

#### 9. **DEMONSTRAATIO** rasvojen kovettamisesta

Välineet:

- 500 ml keitinlasi

Reagenssit:

- vesi
- ruokaöljy
- natriumia

*"Natrium reagoi kiivaasti veden, vesihöyryn ja ilman kanssa muodostaen herkästi syttyvää vetyä sekä syövyttävää emäksistä natriumhydroksidia. Tämän vuoksi työssä käytetään hyvin pieniä paloja natriumia ja työ suoritetaan vetokaapissa."*

Työvaiheet:

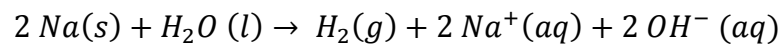
1. Laitetaan keitinlasiin vettä ja sen päälle ohut kerros ruokaöljyä.
2. Viedään pieni Na-pala veden ja öljyn rajapintaan. Veden ja öljyn rajapinnassa syntyvä vety kovettaa rasvan.

3. Toistetaan tämä useita kertoja, kunnes rasva muuttuu paksummaksi ja vaaleammaksi.

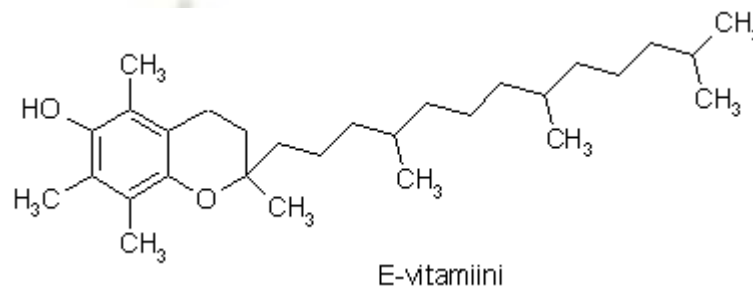
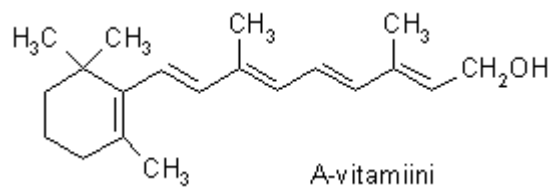
Kysymys:

1. Millainen reaktio syntyy veden ja natriumin välille? Kirjoita reaktioyhtälö.

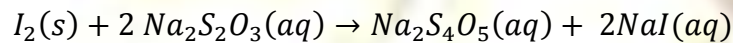
*Reaktio on eksoterminen hapettumis-pelkistymisreaktio, jossa natrium hapettuu ja veden vety pelkistyy. Reaktiossa muodostuu lämpöä ja vetykaasua, jotka osallistuvat rasvan kovettamiseen. Reaktioyhtälö on seuraavanlainen:*



10. Vitamiineista A, D, E ja K ovat rasvaliukoisia. Jos ihminen ei saa ravinnostaan tarpeeksi rasvaa, myöskään kyseiset vitamiinit eivät imeydy elimistöön. Rasvaliukoisten vitamiinien ja välttämättömien rasvahappojen saannin turvaamiseksi ns. *fat free* – ruokavalio ei ole suositeltavaa. Oheissa on esitetty A- ja E-vitamiinien rakennekaavat. Perustele vitamiinien rakenteiden avulla, miksi ne ovat rasvaliukoisia.

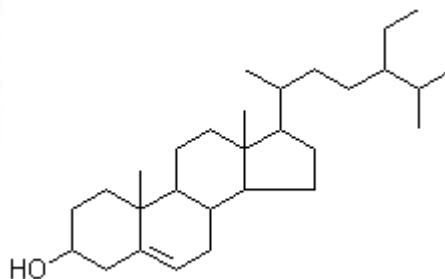


11. Ravintorasvojen tyydyttymättömyysastetta kuvataan jodiluvulla, jolla tarkoitetaan jodin määrää grammoina 100:aa rasvagrammaa kohti. Se määritetään antamalla rasvahapon kaksoissidosten reagoida jodin kanssa. Koe aloitetaan lisäämällä ylimäärin jodia rasvaan ja antamalla reaktion mennä loppuun. Reagoimattoman jodin määrä saadaan selville titraamalla natriumtiosulfaattilla:



- Maissiöljyn jodiluvun määrittämisessä lähtöaineina käytettiin 43,8 g jodia ja 35,3 g öljyä. Laske jodiluku, kun reagoimattoman jodin titraukseen kului 20,6 ml 0,142 M natriumtiosulfaattiliuosta. [YO K06]
- Kookosrasvan jodiluku on 6-11 välillä. Mitä voit sanoa jodiluvun perusteella kookosrasvan sisältämien rasvahappojen rakenteista?
- Seurue saapuu ravintolaan ja pyytää kokkia valmistamaan heille terveellisen lounaan. Kokki aikookin käyttää kasvirasvaa kovan eläinrasvan sijaan ja käyttää ruuanlaitossa kookosrasvaa. Tekeekö kokki tämän tehtävän tietojen perusteella oikean ratkaisun päätyessään kookosrasvaan? Perustele.

12. Benecol<sup>®</sup>-margariini kuuluu funktionaalisiin elintarvikkeisiin, sillä sen sisältämän sitostanoliesterin on todettu alentavan kolesterolitasoa. Sitostanoliesteriä valmistetaan  $\beta$ -sitosterolista (kuva) hydraamalla yhdiste ja antamalla sen reagoida rasvahappojen kanssa.



- a) Laadi sitostanoliesterin rakennekaava, kun esteröimiseen käytetään öljyhappoa  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ .
- b) Saatua esteri sisältää useita asymmetrisiä hiiliatomeja. Mitä asymmetrisellä hiiliatomilla tarkoitetaan, ja mitä ominaisuuksia sen läsnäolosta yhdisteelle seuraa? Merkitse yksi asymmetrisistä hiiliatomeista piirtämääsi rakennekaavaan tähdellä. [YO S98]

13. Yhteenvetotehtävä: Miten seuraavat käsitteet liittyvät rasvoihin ja rasvojen terveysvaikutuksiin?

- a) *Cis-trans*-isomeria
- b) Hydraus
- c) Omega
- d) Glyseroli
- e) Polytyydyttymätön
- f) Poolisuus
- g) Energia



## Tehtävien ratkaisut

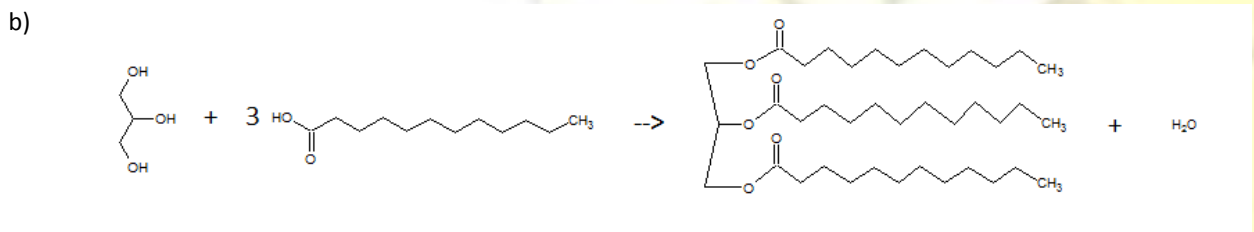
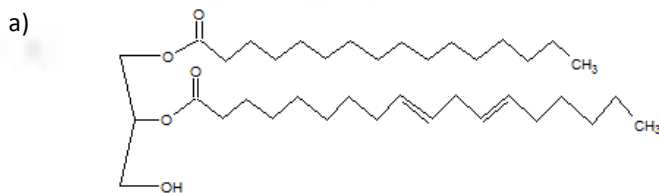
1.

- a)  $2 C_{57}H_{110}O_6 + 163 O_2 \rightarrow 114 CO_2 + 110 H_2O$   
b) 1,1 kg

2.

- a) rasvaa 55 E %, hiilihydraatit 39 E %, proteiinit 3,9 E %  
b) riippuen painosta ja aktiivisuusluokasta 35–60 %

3.



- c) Häntäpästä lukien rasvahapon kuudennesta hiiliatomista alkaa kaksoissidos. Omega-rasvahapot ovat siis tyydyttymättömiä rasvahappoja  
d) 1-pentadekaanikarboksyylihappo

4.

- a) lauriinihappo, myristiinihappo, palmitiinihappo, steariinihappo  
b) oleiinihappo  
c) linolihappo, linoleenihappo, arakidonihappo  
d) kts. a-kohta  
e) linoleenihappo  
f) Tyydyttymättömät rasvahapot ja erityisesti välttämättömät rasvahapot, kuten omega-6-rasvahapot. Ne lisäävät hyvän kolesterolin määrää verisuonissa ja samalla paha kolesterolipitoisuus veressä alenee. Lisäksi elimistö ei itse pysty valmistamaan välttämättömiä rasvahappoja, joita se kuitenkin tarvitsee esim. solujen rakennusaineiksi.

5. Tyydyttymättömien rasvojen sulamispisteet ovat matalammat kuin tyydyttyneiden rasvojen. Tämä johtuu siitä, että tyydyttyneet rasvat eivät sisällä hiilien välisiä kaksoissidoksia ja näin ollen niiden rakenne ei kierry. Tämän ansiosta tyydyttyneet rasvamolekyylit kykenevät pakkaantumaan tiiviimmin ja kyseisen pakkautumisen hajottamiseen tarvitaan enemmän energiaa.

Järjestys: d-a-c-b

6.

- a) steariinihappo, oleiinihappo, linolihappo

b)

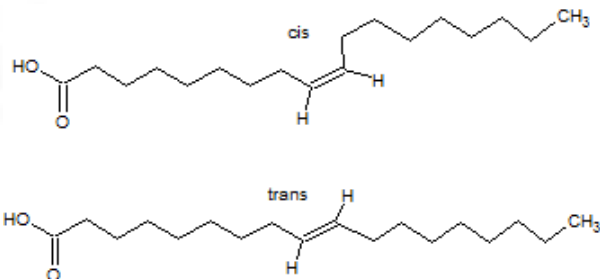


- c) Kasviöljyt muuttuvat hydrauksen johdosta kiinteiksi rasvoiksi. Kasviöljyt ovat terveellisempiä, koska ne sisältävät enemmän monityyydyttymättömiä rasvahappoja.

7. 0,24 m<sup>3</sup>

8.

a)



- b) Joidenkin pikaruokien, leivonnaisten, makeisten valmistuksessa käytetään trans-rasvoja. Lisäksi kovettujen kasvirasvavalmisteissa ja voissa on jonkun verran trans-rasvoja

9. Demonstraatio

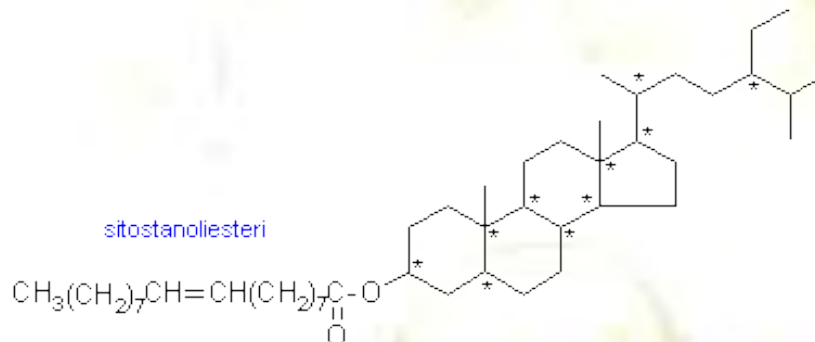
10. Rasvat ovat poolittomia yhdisteitä. Yleinen sääntöhän on, että samanlainen liuottaa samanlaista. A- ja E-vitamiinit ovat myös poolittomia, vaikka niissä molemmissa on poolinen hydroksyyliiryhmä. Ison molekyylin on sisällettävä useita poolisia kovalenttisia sidoksia ollakseen kokonaisuudessaan poolinen. Vitamiineissa on molemmissa iso pooliton hiilivetyrunko, joka kumoaa hydroksyyliiryhmän poolisen vaikutuksen.

11.

- 123g/100g tai yksinkertaisesti 123
- Kookosrasva ei sisällä paljoakaan sellaisia rasvahappo-osia, joissa on hiilien välisiä kaksoissidoksia.
- Ei. Kookosrasva on kasvirasvoista poikkeus ja sisältää lähes kokonaan tyydyttyneitä rasvahappoja. Näin ollen kokonaisuudessaan tulee rasvojen suhteen olemaan melkoisen epäterveellinen, sillä kovat rasvat lisäävät veren pahan kolesterolin määrää rasvoista eniten.

12.

a)



- Asymmetriseen hiiliatomiin on sitoutunut neljä erilaista atomia tai atomiryhmää. Tällaisen C-atomin (tai -atomeja) sisältävä yhdiste on optisesti aktiivinen eli se kääntää tasopolaroidun valon värähtelytasoa. Asymmetrinen hiiliatomi tekee molekyylistä kiraalisen. Jokaista asymmetristä hiiliatomiä kohti on kaksi optista isomeeriä, D- ja L-isomeerit (R ja S), jotka kääntävät valon värähtelytasoa päinvastaisiin suuntiin ja ovat toistensa peilikuvia. Entsyymien katalysoimissa reaktioissa tavallisesti vain toinen isomeeri pystyy reagoimaan.

13.

- Esimerkiksi rasvoja kovetettaessa voi syntyä sivutuotteena ns. trans-rasvoja, joissa rasvojen sisältämiin hiilien välisiin kaksoissidoksiin liittyneet vetyatomit ovat joutuneet eri asemaan toisiinsa nähden. Kun cis-muodossa vedyt olivat samalla puolella, niin trans-konfiguraatiossa ne ovat eri puolilla. Trans-rasvat ovat erittäin epäterveellisiä, koska ne sekä alentavat veren hyvän kolesterolin määrää ja lisäävät samalla pahan kolesterolin määrää.
- Rasvojen hydraus, vedyttäminen ja kovettaminen tarkoittavat kaikki samaa asiaa. Rasvojen sisältämiin hiilten välisiin kaksoissidoksiin liitetään vetyä, jolloin ne purkautuvat yksöissidoksiksi. Rasvojen tyydyttymättömyysaste pienenee hydrauksen yhteydessä ja silloin kyseinen rasva ei ole enää niin terveellinen kuin aiemmin.
- Rasvojen Omega-numeroinnissa rasvat luokitellaan niiden sisältämien kaksoissidosten paikkojen mukaan. Esim. omega-3- ja omega-6-rasvahapoissa ensimmäinen kaksoissidos alkaa lopusta päin



luettuna hiiliketjun 3 ja 6 hiiliatomista. Omega-rasvahapot ovat ihmisen terveyden ja hyvinvoinnin kannalta erittäin tärkeitä. Ne ovat solujen rakennusaineita, alentavat pahan kolesterolin määrää verisuonissa ja ylläpitävät ihmisen vireystilaa.

- d) Rasvat koostuvat glyserolista ja kolmesta rasvahaposta. Rasvat ovat glyserolin triestereitä.
- e) Rasvahapot, jotka sisältävät enemmän kuin yhden kaksoissidoksen hiiliketjussaan.
- f) Rasvat ovat poolisia molekyyliä. Ravinnon tulee sisältää tietty määrä rasvaa, jotta rasvaliukoiset ADEK-vitamiinit imeytyvät elimistön käyttöön.
- g) Rasvat sisältävät ravintoaineista eniten energiaa. Tämän vuoksi rasvankulutusta kannattaa tarkkailla, jotta kuluttaa saman verran energiaa kuin saa ravinnosta. Jos kulutus on saantia pienempi, varastoituu ylimääräinen energia ihmisen rasvakudokseen.

## Lähteet

Opetusmateriaalien ideoinnissa on käytetty seuraavia lähteitä:

Food Chemistry Experiments, <http://www.accessexcellence.org/pizza/pdf/fcbook.pdf>, (15.2.2012).

The Royal Society Chemistry, Teachers Resources,  
<http://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/Contemporary/teach/teacher1.html#>,  
(15.2.2012).

Elintarvikkeiden koostumustietopankki, <http://www.finel.fi/>, (15.2.2012).

Painoindeksi (BMI), DUODECIM Terveyskirjasto,  
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti>, (15.2.2012).

Leena Kaila, Pekka Meriläinen, Päivi Ojala and Petri Pihko, *Reaktio: Kertauskirja*, Tammi, Helsinki, 2007.

Anja Haavisto, Jorma Nikkola and Lauri Viljanmaa, *Kemia. 2, Elämän kemia*, Uud. laitos. Painos, Tammi, Helsinki, 1995.

Kalle Lehtiniemi, Leena Turpeenoja and Juhani Vaskuri, *Mooli : lukion kemia. 2, Kemian mikromaailma*, Otava, Helsingissä, 2005.

Heikki Vuorimies, *Orgaanisen kemian opetuksessa käytettäviä oppilastöitä ja demonstraatioita*, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, 1985.

Marja Montonen, *Kemian ylioppilastehtävät ratkaisuihin 2001-2010*, MFKA-kustannus, Helsinki, 2010.

Leena Kaila, *Reaktio: lukion kemia. 3, Reaktiot ja energia*, Tammi, Helsinki, 2006.

Ismo Lehtinen, Tiina Lehtinen and Tero Lukkari, *Opettajan syke. 7*, Edita, Helsinki, 2004.

Kalle Lehtiniemi, Leena Turpeenoja and Juhani Vaskuri, *Mooli : lukion kemia. 1, Ihmisen ja elinympäristön kemia*, Otava, Helsingissä, 2005.

Charles E. Mortimer and Marjatta Hakkarainen, *Kemia*, Opetushallitus, Helsinki, 1997.

Pirjo Orkovaara, *Opettajan Dynamo*, Tammi, Helsinki, 2004.

Heikki Saarinen, *Kemian ylioppilastehtävät ratkaisuiheen 1992-2001*, MFKA-Kustannus, Helsinki, 2001.

## Liitteet

LIITE 1. Oppilaan materiaali: Rasvaratsia

LIITE 2. Oppilaan materiaali: Rasvat järjestykseen!

LIITE 3. Väitekortit

LIITE 4. Open omenapiirakka

LIITE 5. Henkilökuvaukset

LIITE 6. Kolesterolit

## LIITE 1. Oppilaan materiaali: Rasvaratsia

### Rasvaratsia

#### Toimeksianto

Kuluttajasuojalautakunta on pyytänyt tutkimaan eräiden paljon ostettujen elintarvikkeiden tuoteselosteissa ilmoitettujen rasvamäärien todenperäisyyttä. Lisäksi he haluavat rasva-agenttien kirjoittavan asiakkaiden toivomuksesta pakkauksiin tekstin, joka sisältää tietoa tuotteen terveysvaikutuksista. Ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus tutkia tuoteselosteita ja kokeellisessa vaiheessa uuttaa oman tuotteen sisältämän rasva asetonilla.

#### Työn ensimmäinen vaihe

1. Tutkikaa oman tuotteenne tuoteselosteesta sen sisältämä energia, rasvamäärä ja tyydyttyneiden rasvojen osuus kokonaisrasvamäärästä. Merkitkää tulokset tulostaulukkoon.
2. Laskekaa tuotteen rasvaprosentti. Merkitkää tulos taulukkoon.

---

---

Taulukko 1. Tulostaulukko

Tuotteen nimi	Energia	Rasva	Tyydyttyneet rasvat	Rasva - %	Oma tulos
Perunalastut					
Maapähkinät					
Seesamin siemenet					
Suklaasnacksit					

Taulukko 2. Punnitustulokset ja rasvaprosentti

Tuote	Keitinlasi	Keitinlasi + näyte	Näyte	Keitinlasi + kuivattu näyte	Erotettu rasva	Rasva - %

## Kokeellinen vaihe

1. Punnitkaa noin 5 g omaa tuotetta.
2. Murskatkaa näyte kelmujen välissä pieniksi muruiksi.
3. Merkitkää keitinlasiin ryhmän ja tuotteen nimi.
4. Punnitkaa tyhjä keitinlasi. Kirjoittakaa tulos taulukkoon 2.
5. Laittakaa murskattu näyte keitinlasiin ja punnitkaa. Kirjatkaa tulos.
6. Lisätkää 10 ml asetonia keitinlasiin.
7. Sekoittakaa lasisauvalla.
8. Dekantoikaa neste petrimaljalle. Merkitkää petrimaljaan ryhmän ja tuotteen nimi.
9. Toistakaa kohdat 6,7 ja 8 keitinlasiin jääneelle kiinteälle tuotteelle.
10. Jättäkää petrimaljat ja keitinlasit vetokaappiin yön yli.
11. Punnitkaa seuraavana päivänä keitinlasi ja laskekaa punnitustuloksista tuotteen rasvaprosentti. Merkitkää tulos taulukkoon 2

### Tarvikkeet

- vaaka
- 250 ml keitinlasi
- 10 ml mittalasi
- lasisauva
- petrimalja
- pala kelmua
- asetoni
  
- suojatakki
- suojalasit

$(\text{keitinlasin} + \text{näytteen massa}) - (\text{keitinlasin massa}) = \text{näytteen massa}$

$(\text{keitinlasin} + \text{näytteen massa}) - (\text{keitinlasin} + \text{kuivatun näytteen massa}) = \text{erotetun rasvan massa}$

$\frac{\text{erotetun rasvan massa}}{\text{näytteen massa}} \cdot 100\% = \text{tuotteen rasvaprosentti}$

12. Tehkää havaintoja petrimaljalle erotetusta rasvasta vastaamalla seuraaviin kysymyksiin:

a) Minkä väristä rasva on?

---

---

b) Miltä se tuoksuu?

---

---

c) Kuvaile rasvan koostumusta

---

---

d) Miten voit rasvan koostumuksesta päätellä, sisältääkö rasva tyydyttyneitä vai tyydyttymättömiä rasvahappoja?

---

---

---

e) Mihin työssä käytettiin asetonia? Miksi asetonia?

---

---

---

13. Verratkaa kokeellisesti määritettyä rasvaprosenttia tuoteselostuksesta laskettuun rasvaprosenttiin. Mitä havaitsette?

---

---

---

## LIITE 2. Oppilaan materiaali: Rasvat järjestykseen!

### Terveellinen resepti?

#### Kokeellinen osuus

Työssä mitataan kokeellisesti neljän eri rasvan tyydyttyneisyyttä vertailemalla niiden reaktioita jodin kanssa. Rasvat ovat margariini, voi, kookosrasva ja rypsiöljy. Työ tehdään pareittain.

#### Työturvallisuus

Käytä suojatakia ja suojalaseja! Jodiliuos on tahrivaa, joten vältä sen joutumista iholle tai vaatteille.

#### Työvaiheet

1. Veikatkaa rasvojen tyydyttyneisyysjärjestys ja merkitkää veikkaukset taulukkoon. (1=tyydyttynein jne.)
2. Mitatkaa 5 ml rasvaa koeputkeen. Kiinteät rasvat sulatetaan näytteenottoaikalla.
3. Lisätkää koeputkeen tarkasti kolme pisaraa 2- % jodiliuosta.
4. Heilutelkaa varovasti koeputkea niin, että väri leviää koko koeputkeen.
5. Laittakaa koeputki mahdollisimman kuumalla hanavedellä täytettyyn keitinlasiin.
6. Mitatkaa sekuntikellolla, kuinka kauan värin häviäminen kestää. Kirjatkaa tulos taulukkoon.
7. Toistakaa kohdat 2-6 jokaiselle tutkittavalle rasvalle.

#### Tarvikkeet:

- pipetti
- 250 ml keitinlasi
- 4 koeputkea
- sekuntikello
- valkoinen paperi
- 10 ml mittalasi
- 2- % jodiliuos
  
- voi
- kookosrasva
- margariini
- rypsiöljy

Rasva	Aika (s)	Tyydyttyneisyysjärjestys	Oma veikkaus
Voi			
Kookosrasva			
Margariini			
Rypsiöljy			



8. Lukekaa alla oleva teksti "Rasvat järjestykseen".

### Rasvat järjestykseen!

Rasvat ovat triglyseridejä eli glyserolin ja rasvahappojen estereitä. Koska glyseroli on kolmearvoinen alkoholi, siihen voi esteröityä kolme rasvahappomolekyyliä. Näiden kolmen rasvahappomolekyylin ei kuitenkaan tarvitse olla samoja. Jodiliuoksen lisääminen auttaa kemistejä määrittämään, minkälaisia rasvahappoja rasvat sisältävät. Sellaiset rasvat, jotka sisältävät paljon tyydyttymättömiä rasvahappoja reagoivat nopeasti jodin kanssa. Tällöin jodille ominainen tumma väri häviää. Jodi reagoi tyydyttymättömien rasvahappojen kanssa liittymällä niiden hiilihiili-kaksoissidoksiin. Rasvat ja öljyt, joissa on paljon tyydyttyneitä rasvahappoja, reagoivat hitaammin tai eivät reagoi ollenkaan jodin kanssa. Tämä johtuu siitä, että tyydyttyneiden rasvahappojen hiiliketjuissa on ainoastaan yksinkertaisia sidoksia. Näin ollen jodilla ei ole sopivaa paikkaa liittyä rasvamolekyyliin.

9. Laittakaa tekstin ja mittaustulosten perusteella tutkimanne rasvat tyydyttyneisyysjärjestykseen (1 = tyydyttynin jne.). Merkitkää järjestys taulukkoon.

10. Vastatkaa vielä seuraaviin kysymyksiin:

a) Miksi kookosrasva reagoi hitaasti jodin kanssa?

---

---

b) Mistä rasvamolekyyli koostuu?

---

---

Rasvahapoissa on usein yli 12 hiiliatomia	Eläinkunnan rasvat ovat yleensä terveellisiä
Tyydyttyneet rasvahapot sisältävät vain yksöissidoksia	Rasvat ovat glyserolin ja kolmen rasvahapon estereitä
Mitä juoksevampaa rasva on huoneenlämmössä, sitä terveellisempää se on	Kovien rasvojen runsas käyttö lisää riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin
Kalan rasva on erityisen epäterveellistä	Omega-rasvahapot ovat myrkyllisiä
Rasvoja kovetettaessa niiden hiili-hiilikaksoissidosten määrä vähenee	Kaikki rasva on terveydelle haitallista

### ***Open omenapiirakka***

*2 kananmunaa*

*1,5 dl sokeria*

*1 dl kuohukermaa*

*75 g voita*

*1 tl vanilliinisokeri*

*1,5 tl leivinjauhe*

*2,5 dl vehnäjauhoja*

*täyte:*

*omenaviipaleet voissa*

*paistettuna*

*pähkinärouhetta*

*suklaalastuja*



HELENA

Helena on 30-vuotias ja hänellä on 2 alle neljävuotiasta lasta. Helena on 168 cm pitkä ja hänen painonsa on 86kg. Kouluikäisenä hän harrasti paljon liikuntaa ja noudatti kasvisruokavaliota. Odottaessaan toista lastaan hänellä todettiin diabetes. Muutaman seuraavan vuoden aikana hän lihoi nykyiseen painoonsa. Kuntoiluunkaan hänellä ei enää jää riittävästi aikaa, sillä pienten lapsien hoitaminen pitää hänet kiireisenä. Lääkärin mukaan Helenan diabetes saadaan kuriin ruokavaliohoidolla ja kuntoilulla. Helena haluaisikin ottaa nyt itseään niskasta kiinni ja hoitaa diabeteksensa kuntoon.



## MARKO

Marko on 32-vuotias kouluikäisen lapsen isä. Hän on 175 cm pitkä ja painaa 95 kg. Marko on aina ollut vähän tukeva, mutta jalkapalloharrastus ja alkoholin vähäinen käyttö saivat painon kuitenkin pysymään kurissa. Kolme vuotta sitten hän menetti auto-onnettomuudessa toisen jalkansa. Onnettomuuden jälkeen kaikenlainen kuntoilu on tuntunut Markolle liian vaikealta ja hän on tuntenut itsensä todella masentuneeksi. Masennuksen vuoksi Marko on alkanut syömään kaikkea mahdollista, joka on johtanut painon jatkuvaan kasvuun. Markon isä kuoli 47-vuotiaana ylipainon aiheuttamaan sydänkohtaukseen. Nyt Marko pelkää, että saavan itsekin sydänkohtauksen ja toivoo, että pääsisi samanlaiseen kuntoon kuin oli ennen onnettomuutta.

## MARJA

Marja 27-vuotias, eikä hänellä ole lapsia. Hän on 155 cm pitkä ja hänen painonsa on 80 kg. Marjaa kiusattiin lihavuudesta jo kouluaikoina. Nykyään hän kulkee autolla paikkaan kuin paikkaan, eikä harrasta minkäänlaista liikuntaa. Marja syö paljon prosessoitua ruoka, kuten hampurilaisia, pizzaa, jäätelöä ja sipsejä. Hänen mielestään ruuanlaittaminen kotona on kalliimpaa ja ennen kaikkea liian työlästä. Marja tunnustaa, että hän tuntee itsensä jatkuvasti väsyneeksi. Lisäksi hän hengästyy todella helposti. Lääkäri on määrännyt Marjan pudottamaan painoaan, koska hänellä korkea verenpaine, kuukautiset eivät ole säännöllisiä ja kymmenien metrien kävelykin tuottaa ongelmia. Marja haluaisi jonain päivänä saada lapsia ja hänen suurin haaveensa olisi käyttää bikinejä kesäisin.

Johdattelukysymyksiä

1. Mitä on läski? Miten sitä syntyy ihmisen kehoon?
2. Miksi lihavuus lisää riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin?

Ryhmätehtävä

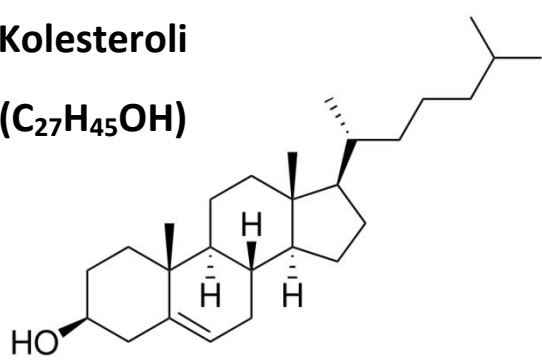
Ohessa on esitetty lyhyt tietoisku kolesterolista.

## **KOLESTEROLI**

**Kolesteroli on rasvayhdiste, jota on kaikkien eläinkunnan solujen rakenteissa. Aivot, hermosolut ja kaikki aktiiviset kudokset tarvitsevat kolesterolia. Se on myös eräiden hormonien rakennusaine. Kolesterolia saadaan rasvaisista eläinkunnan ruoka-aineista, ja elimistö valmistaa sitä myös itse. Kolesteroliaineenvaihdunnan keskus on maksa. Veri kuljettaa kolesterolia kudoksiin ja pois. ”Huono” (LDL) kolesteroli kulkee kudoksiin ja ”hyvä” (HDL) maksaan. Osa kolesterolista erittyy maksasta suolistoon ja poistuu ulosteen mukana.**

**Veren kolesterolimäärä voi nousta liian suureksi. Silloin kolesterolia kertyy valtimoiden seinämiin ja niihin voi tulla tukos. Veren kolesterolipitoisuuteen vaikuttavat sekä perintötekijät että ravinto. Runsas eläinkunnan tuotteiden syöminen ja kovan, tyydyttyneen rasvan käyttö lisäävät veren kolesterolimäärää. Pehmeät kasvirasvat, öljyt, rasiamargariini ja kalojen rasva pienentävät veren kolesterolimäärää. (Terveystiedon Syke)**

**Kolesteroli**



1. Piirtäkää molekyyli mallinnusohjelmalla kolesterolin molekyylikaava.

2. Kysymyksiä:

a) Mitä funktionaalisia ryhmiä löydät kolesterolin molekyylistä?

---

b) Monta kiraalista hiiliatomia kolesterolissa on? Merkitse ne tähdellä yllä olevaan kuvaan.

---

c) Ympyröi kolesterolista sen pooliset osat.

d) Liukeneeko kolesterolin veteen? Perustelee.

---

---

---

3. Kolesterolin kertymiseen verisuoniin vaikuttaa tyydyttyneet ja tyydyttymättömät rasvat. Selitä, mitä rasvojen tyydyttyneisyydellä tarkoitetaan.

---

---

---

---

---

4. Mitä ovat hyvä ja paha kolesterolin?

---

---

---

---

5. Edellisen tehtävän henkilöillä on kaikilla liian korkea kokonaiskolesterolipitoisuus veressä. Helenalla se on 6 mmol/l, Markolla 6,7 mmol/l ja Marjalla peräti 7,5 mmol/l. Suositusten mukaan alle 5 mmol/l pitoisuudet olisivat ihmiselle normaalit. Laske oman henkilön kohdalta, kuinka monta grammaa kolesterolia henkilöllä on 3 dl:ssa verta?



---

---

---

---

---

---