

Kehittämistutkimus: Verkkomateriaali suklaasta eheyttävään kemian opetukseen

Outi Haatainen

Pro gradu -tutkielma

Kemian Opettajankoulutusyksikkö

Kemian laitos

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

6.5.2014

Työn ohjaajat:

prof. Maija Aksela

prof. Anu Hopia

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI		
Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section		Laitos – Institution – Department
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Kemian laitos
Tekijä – Författare – Author		
Outi Haatainen		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Kehittämistutkimus: Verkkomateriaali suklaasta eheyttävään kemian opetukseen		
Oppiaine – Läroämne – Subject		
Kemia (kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto)		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
Pro gradu -tutkielma	5/2014	95+27
Tiivistelmä – Referat – Abstract		
Kouluopetusta on kritisoitu siitä, ettei koulussa opitaan irrallisia faktoja, joita ei osata hyödyntää koulun ulkopuolella. Vastatakseen paremmin nyky-yhteiskunnan haasteisiin on kouluopetusta kehitettävä oppilaslähtöisemmäksi ja monipuolisia oppimisympäristöjä hyödyntäväksi. On myös lisättävä oppiaineiden välistä yhteistyötä. Tähän tarpeeseen on tässä Pro gradu –tutkielmassa tartuttu. Tämä tutkimus on kehittämistutkimus, jossa on kehitetty suklaa-aiheinen verkkomateriaali eheyttävään kemian opetukseen. Suklaa on kaikille tuttu makeinen. Sen lisäksi suklaa on teollisesti valmistettu elintarvike, jonka tuotekehittelyn takana on kulttuuririkas historia. Kemiallisesti se on hyvin monimutkainen aine ja sitä on tutkittu paljon ja tutkitaan edelleen. Suklaan monien näkökulmien avulla voidaan luoda toimiva konteksti eheyttävään kemian opetukseen. Tutkimusta ohjaavia kysymyksiä ovat 1) Millaiselle suklaan kemiaa käsittelevälle materiaalille on tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta? 2) Millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva suklaa-aiheinen verkkomateriaali? 3) Miten suklaa-aiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävän kemian opetuksen tukemiseen? Tutkimuksen toteutus on tapahtunut kahdessa kehityssyklissä. Ensimmäinen sykli sisältää teoreettisen ongelma-analyysin, oppikirja-analyysin sekä kehittämistuotoksen ensimmäisen version laadinnan. Toinen sykli sisältää tuotoksen arvioinnin opettajille suunnatulla kyselyllä, tuotoksen jatkokehityksen sekä tutkimuksen raportoinnin. Kehitetyn verkkomateriaalin osoite: http://suklaankemiaa.wordpress.com/		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
kemian opetus, kehittämistutkimus, verkkomateriaali, suklaan kemia, eheyttävä opetus, ruoka-aineiden kemia		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Kemian laitos; Kumpulan kampuskirjasto		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		
Ohjaajat: Maija Aksela & Anu Hopia		

Alkusanat,

Aloitin työskentelyn suklaakaupan työntekijänä samaan aikaan kun aloitin kemian opintoni Helsingin yliopistolla. Suklaaseen perehtyminen ja kemian opinnot ovat siten alusta asti olleet vuorotellen mielenkiintoni kohteena. Niiden yhdistäminen ensin kandin aiheeksi ja tässä opetusnäkökulmasta gradututkielman aiheeksi oli siten hyvin luonnollinen ajatus.

Henkilökohtaisesti oma innostukseni kemiaan on kasvanut sitä mukaan mitä enemmän yhtymäkohtia arkeen ja elinympäristöön olen kemiasta löytänyt. Siten uskon arjen kemian tekävän koulun tiedetunneistakin mielenkiintoisempia. Itseasiassa suklaa on aiheena ollut niin innostava, että ensimmäistä kertaa myös kemiaa opiskelemattomat tuttavani ovat olleet opiskeluni sisällöistä kiinnostuneita.

Gradunteon olen kokenut kiinnostavana ja opettavaisena prosessina. Ei se olisikaan näin nopeasti valmistunut jos into ei olisi kantanut työskentelemään aamuyöhön asti ja jos tukenani ei olisi ollut joukko ihania ihmisiä, joille olen vähintään kiitoksen velkaa ja kenties muutaman suklaan.

Ensimmäiseksi lämmin kiitos ohjaajilleni Maija Akselalle sekä Anu Hopialle, jotka vastasivat viivyttelämästä viesteihini ja joiden osuvat kommentit ja kannustavat sanat auttoivat aina eteenpäin. Kiitos kannustuksesta ja tuesta kuuluu myös opiskelutovereilleni. Lisäksi kiitos kaikille kemian opettajille ja opiskelijoille, jotka osallistuivat tähän tutkimukseen arvioimalla kehittämäni suklaasivuston.

Kiitoksista suurin kuuluu rakkaimmilleni. Lapsilleni siitä, että heille on riittänyt äidin hali, vaikka ovat pyytäneet leikkimään. Lasteni isovanhemmille siitä, että pyytäessä ja pyytämättäkin ovat hoitaneet lapsia ja auttaneet meitä. Veljelleni ja hänen avovaimolleen siitä, että ovat ymmärtäneet ja tukeneet kun yhdessätyöskentelyn sijaan olen keskittynyt opintoihini. Ja erityisesti miehelleni, joka on kärsivällisesti kuunnellut, lukenut kirjoituksiani sekä ennenkaikkea hoitanut arjen rumbaa kun itse linnottauduin kirjojen ja tietokoneen ääreen saadakseni työn valmiiksi. Nyt viimein on leikin aika.

Järvenpäässä toukokuussa 2014.

Outi Haatainen

Lyhenneluettelo

NMR =	ydinmagneettinen resonanssi (lyhenne sanoista <i>nuclear magnetic resonance</i>)
LOPS =	lukion opetussuunnitelman perusteet
O =	oleiinihappo
P =	palmitiinihappo
St =	steariinihappo
D =	triglysedirien tuplapakkaantunut kiderakenne (lyhenne sanasta <i>double</i>)
Tr =	triglysedirien triplapakkantunut kiderakenne (lyhenne sanasta <i>triple</i>)
T =	tyydyttynyt rasvahappo
TOT =	triglyseridi, jossa glyserolin keskimäinen happiatomi on esteröitynyt oleiinihapon kanssa ja muut hapet tyydyttyneen rasvahapon kanssa
TTT =	kolmesta tyydyttyneestä rasvahaposta koostuva triglyseridi
TVT =	tieto- ja viestintätekniikka

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
2.	Kehittämistutkimus	3
2.1	Yleistä.....	3
2.2	Tutkimuskysymykset.....	4
2.3	Toteutusmalli.....	5
2.4	Luotettavuus	6
3.	Teoreettinen ongelma-analyysi	7
3.1	Suklaan kemiaa.....	7
3.1.1	Suklaan määritelmä	7
3.1.2	Suklaan pääraaka-aine: kaakao	8
3.1.3	Suklaan muut raaka-aineet	14
3.1.4	Suklaan koostumus.....	17
3.1.5	Suklaan valmistus.....	20
3.1.6	Suklaan kiteytyminen	24
3.1.7	Suklaan kemia ja kemian opetus	32
3.2	Eheyttävä kemian opetus	34
3.2.1	Kontekstuaalisuus ja kemian kiinnostavuuden lisääminen	35
3.2.2	Erilaisia kemian opetuksen eheyttämistapoja	38
3.2.3	Lukion opetussuunnitelma ja kemian eheyttävä opetus	39
3.3	Verkko-opetusmateriaali eheyttävän opetuksen tukena	40
3.4	Yhteenveto.....	42
4.	Empiirinen ongelma-analyysi 1.....	44
4.1	Oppikirja-analyysi	44
4.2	Tulokset	45
4.2	Oppikirja-analyysin yhteenveto	48

5.	Kehittämisprosessi.....	49
5.1	Kemian opetussisältö.....	49
5.2	Eheyttävän opetuksen tukeminen.....	50
5.3	Verkko-opetusmateriaali	50
5.4	Yhteenveto.....	52
6.	Kehittämistuotos.....	53
6.1	Suklaa-aiheinen verkkosivusto eheyttävään kemian opetukseen	53
6.1.1	Suklaa-aiheiset kokeelliset työt kemian opetukseen	57
6.1.2	Materiaalia opetuksen eheyttämiseen.....	58
6.2	Empiirinen ongelma-analyysi 2.....	61
6.2.1	Kyselylomakkeen laatiminen	62
6.2.2	Surveytutkimustulokset.....	63
6.2.3	Blogisivuston kommenttien sisällönanalyysi	75
6.2.4	Johtopäätökset	77
6.3	Tuotoksen jatkokehitys.....	80
7.	Johtopäätökset ja pohdinta	82
7.1	Tarve suklaa-aiheiselle verkkomateriaalille eheyttävään kemian opetukseen	82
7.2	Suklaa-aiheisen verkkomateriaalin laatiminen eheyttävän kemian opetukseen...	83
7.3	Suklaa-aiheisen verkkomateriaalin soveltuvuus eheyttävän kemian opetukseen	84
7.4	Tutkimuksen merkitys ja mahdollisuudet jatkossa	86

Lähteet

Liitteet

1. Johdanto

Opetuksen yhtenä perustarkoituksena on kehittää oppilaista toimintakykyisiä ja päätöksiin kykeneviä kansalaisia sekä opettaa yhteiskunnassa ja työelämässä tarvittavia tietoja ja taitoja. Nykyistä kouluopetusta on kritisoitu tähän liittyen siitä, että se tuottaa oppilaille irrallista tietoa, jota osataan käyttää vain koulutuskontekstissa vastaamalla kokeisiin, mutta jota ei osata hyödyntää todellisessa elämässä (Kurtakko, 1990; Tynjälä, 2000, 130-131). Monet nyky-yhteiskunnan ongelmat ovat laaja-alaisia, oppiaineiden rajat ylittäviä haasteita, kuten ilmastonmuutos tai tulevaisuuden energia- sekä ruokatarpeen tyydytys. Näitä ratkomaan tarvitaan päteviä luonnontieteiden osaajia. Lisähaaste erityisesti fysiikan ja kemian opetuksen kannalta on se, etteivät oppilaat koe näiden aineiden oppimista mielekkääksi eikä näitä aineita valita yhteiskunnan kannalta riittävästi jatko-opinnoissa. Myös kemian käsitteiden opetussuunnitelman mukainen oppiminen on haasteellista. (Aksela & Karjalainen, 2008; Kärnä, Hakonen & Kuusela, 2012)

Nykykäsityksen mukaisiin konstruktivistisiin oppimiskäsityksiin perustuen luonnontieteiden ja kemian opetukseen on ehdotettu kontekstuaalista opetusta, jonka on todettu lisäävän oppilaiden kiinnostusta (Gilbert, 2006). Kiinnostuksen lisääminen sekä kaikelle opetukselle yhteisten aihekokonaisuuksien huomiointi mainitaan vallitsevassa lukion opetussuunnitelmassa (LOPS 2003) opetuksen tavoitteina. Lisäksi Opetushallituksen Spektri-lehden (Ylilehto, 2013) artikkelin sekä Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmän (2010) mukaan nykyopetusta sekä peruskoulussa että lukiossa on tarve kehittää oppilaslähtöisemmäksi, oppiaineiden välistä yhteistyötä kehittävämmäksi ja monipuolisia oppimisympäristöjä tehokkaammin hyödyntäviksi vastatakseen paremmin nyky-yhteiskunnan haasteisiin. Tähän tarpeeseen on tässä Pro gradu –tutkielmassa tartuttu.

Tämä tutkimus on suoritettu kehittämistutkimuksena, jonka tuotoksena on blogisivusto suklaasta eheyttävän kemian opetuksen tukemiseen. Teoreettisena tavoitteena on selvittää millaiselle eheyttävälle kemian opetusmateriaalille suklaasta on tarvetta, millainen on suklaa-aiheinen verkkomateriaali eheyttävään kemian opetukseen ja miten se käytännössä soveltuu kemian opetukseen.

Eheyttävän opetuksen lähtökohtana on opetus oppiainerajat ylittävien kokonaisuuksien avulla ja oppilaslähtöisesti. Tavoitteena on eheän tietorakenteen ja persoonan kehittyminen. Eheyttävää opetusta käytetään opetuksen menetelmänä etenkin pienten lasten parissa, missä siitä on saatu oppimista edistäviä tuloksia. Lukio-opetuksen osalta ei eheyttävää opetusta ole hyödynnetty tai tutkittu vastaavasti. Tässä tutkimuksessa on opetusmateriaalia kehitetty lukio-opetukseen.

Eheyttävän opetuksen lähtökohta on arjessa ja opetus tulee linkittää oppilaalle tuttuun ja oppilaita kiinnostavaan aiheeseen. Suklaa on valittu aiheeksi, koska se on sekä arkinen herkkä että teollisuuden tuote, jota voidaan tarkastella monesta näkökulmasta ja josta löytyy paljon kirjoitettua ja puhuttua tietoa. Tässä tutkimuksessa on oletettu suklaan olevan oppilaille tuttu ja mahdollisesti kiinnostava opetuksen konteksti, sillä tutkimuksen kohde ei ole kiinnostavuuden tai oppimisen tutkimisessa. Tutkimuksen näkökulma on opetuksellinen ja kehitetyn materiaalin käyttökelpoisuutta arvioivat kemian opettajat.

Tutkielma koostuu seitsemästä luvusta. Luku kaksi esittelee tutkimuksen yleisen lähestymistavan, kehittämistutkimuksen pääpiirteitä. Kolmas luku koostuu teoreettisesta ongelma-analyysistä, jossa teoriaa käsitellään tutkimuksen keskeisten sisältöjen suklaan ja eheyttävän kemian opetuksen sekä verkkomateriaalin kehittämisen kannalta. Luvussa neljä käsiteltävä empiirinen ongelma-analyysi 1 sisältää lukion ensimmäisen kurssin oppikirjoista tehdyn sisällönanalyysin keskeisimmät tutkimustulokset.

Luku viisi sisältää kuvauksen tuotoksen kehittämisprosessista ja luku 6 tuotoksen kuvauksen, arvioinnin sekä jatkokehittämisen. Viimeinen tutkimuksen luku 7 on varattu johtopäätöksille sisältäen vastaukset tutkimuskysymyksiin.

2. Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimuksen tavoitteena on uuden tieteellisen teorian lisäksi kehittää jokin käyttökelpoinen tuote. Tämä lähestymistapa tutkimukseen syntyi juuri halusta vastata paremmin käytännön opetuksen sekä oppimisen tarpeisiin. (Edelson, 2002; Barab & Squire, 2004; Pernaa, 2013). Kehittämistutkimuksesta käytetään käsitettä tutkimusmenetelmä, mutta kehittämistutkimus on yksittäistä tutkimusmenetelmää laajempi ja usein monimenetelmällinen (Wang & Hannafin, 2005). Tästä syystä tässä kehittämistutkimuksesta kirjoitetaan tutkimuksen lähestymistapana.

Tässä luvussa käydään ensin läpi kehittämistutkimusta yleisellä tasolla ennen tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksien ja toteutusmallin esittämistä ja luotettavuuden arviointia.

2.1 Yleistä

Kehittämistutkimus on monimuotoinen ja nuori lähestymistapa tutkimukseen. Sen toteuttamiseen ei ole olemassa yhtä vakiintunutta menetelmää, vaan usein yhden tutkimuksen tekemiseen hyödynnetään useampia laadullisia tai määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Tavoitteena on mahdollisimman syvä ja kokonaisvaltainen ymmärrys tutkimuksen kohteena olevasta ilmiöstä. (Barab & Squire, 2004; Pernaa, 2013; Wang & Hannafin, 2005) Kaikille kehittämistutkimuksille yhteisiä ominaisuuksia ovat (Barab & Squire, 2004; Edelson, 2002; Wang & Hannafin, 2005):

- tutkimuksen taustalla ovat tieteelliset teoriat
- tutkimus sisältää tuotteen kehittämistä
- tutkimus tuottaa uutta teoriaa
- tutkimusprosessi on dokumentoitu, syklinen ja iteroituva
- tutkimus tapahtuu luonnollisessa kontekstissa

Tämän lähestymistavan ero perinteisiin tutkimuksen lähestymistapoihin on siinä, että tarkastelun kohteena olevaa ilmiötä tutkitaan mahdollisimman luonnollisessa kontekstissa sekä se, että tutkimukseen osallistuvat eivät ole vain tutkimuksenkohteita vaan vaikuttavat tuotoksen kehittämiseen (Edelson, 2002). Lisäksi kehittämisprosessin edetessä

tutkimussuunnitelmaa, tavoitteita ja tuotosta arvioidaan ja päivitetään jatkuvasti, mikä tekee tästä joustavan tutkimuksen lähestymistavan (Pernaa, 2013). Tutkimuksen tarkoitus ei ole vain testata hypoteesia vaan kehittää yleistettävissä olevaa teoriaa kehitetyn tuotoksen soveltuvuudesta käytäntöön. (Barab & Squire, 2004)

Edelsonin (2002) mukaan kaikissa kehittämistutkimuksissa, riippumatta toteutusmallista, tehdään päätöksiä, jotka voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen:

1. Ongelma-analyysi, jossa määritellään ne tarpeet joihin tutkimuksella vastataan sekä kartoitetaan tutkimuksen mahdollisuudet ja haasteet.
2. Kehitysprosessi, jossa määritellään kuinka kehitystutkimus etenee ja ketkä siihen osallistuvat.
3. Kehitystuotos, jossa kuvaillaan syntynyt tuotos ja arvioidaan se jollakin tutkijan sopivaksi katsomalla tutkimusmenetelmällä.

Käytännön tutkimustyössä osa-alueiden sisällöt tarkentuvat ja muuttuvat tutkimuksen alusta loppuun saakka. Hyvin toteutetun kehittämiskuvauksen edellytys on kuitenkin olla tietoinen osa-alueisiin liittyvistä päätöksistä ja tuottaa teoriaa kaikkiin näihin osa-alueisiin liittyen. (Edelson, 2002)

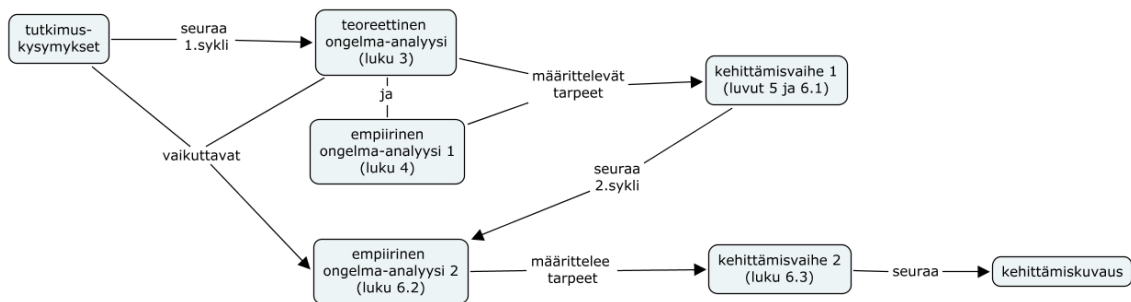
2.2 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kehittää verkko-opetusmateriaali suklaasta eheyttävään kemian opetukseen. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaiselle suklaan kemiaa käsittelevälle materiaalille on tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta?
2. Millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva suklaa-aiheinen verkkomateriaali?
3. Miten suklaa-aiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävään kemian opetukseen?

2.3 Toteutusmalli

Tämä kehittämistutkimus on toteutettu soveltamalla Akselan ja Pernaan (2013) Pro graduun ehdottamaa kaksisyklistä mallia. Mallin yksittäiset syklit koostuvat ongelma-analyysistä ja sitä seuraavasta kehittämisvaiheesta ja raportoinnista. Tämän mallin syklit vastaavat sisällöllisesti Edelsonin (2002) kehittämistutkimuksen kolmeen osa-alueeseen. Mallissa on ongelma-analyysi omana vaiheena ja kehittämisvaihe sisältää sekä kehittämisprosessin että prosessin tuloksena syntyneen tuotoksen. Kehittämistutkimuksen raporttia kutsutaan kehittämiskuvaukseksi. Sen tulee antaa yksityiskohtainen kuvaus koko tutkimusprosessista ja Aksela ja Pernaa (2013) suosittelevat kronologista järjestystä. Kuvassa 1 on esitetty käsitekarttana tämän tutkimuksen kehittämiskuvaus.



Kuva 1: Käsitekartta tutkimusprosessin etenemisestä

Kehittämistutkimus alkaa aina ongelma-analyysillä, koska kehittämistarpeen tulee nousta aidosta tarpeesta. Tässä tutkimuksessa teoreettisen ongelma-analyysin lisäksi on tehty tarve-analyysi kemian oppikirjoista. Näistä on muodostunut vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Kehittämisvaiheessa 1 vastataan toiseen tutkimuskysymykseen. Se sisältää tuotoksen ensimmäisen version kehittämisprosessin sekä tuotoksen kuvauksen. Tutkimuksen toinen sykli, joka koostuu kehittämistuotoksen empiirisestä ongelma-analyysistä sekä tuotoksen jatkokehitystarpeista, sisältää vastauksen viimeiseen tutkimuskysymykseen.

2.4 Luotettavuus

Kehittämistutkimusta on kritisoitu vakiintuneiden tutkimuskäytänteiden puutteesta. Tutkimuksesta syntyy usein paljon dataa, luonnollisessa tutkimuskontekstissa ja useista lähteistä mikä tekee rajauksen, objektiivisuuden, tulosten yleistettävyyden ja raportoinnin haasteelliseksi. Kritiikkiä on esitetty myös tulosten kvantitatiivisesti pienestä otoskoosta. (Edelson, 2002; Pernaa, 2013) Luotettavuuden varmentaminen tilastollisesti on hyvin hankala, mutta Edelson (2002) toteaa, ettei kehitystutkimusta tulisi arvioida perinteisen empiirisen tutkimuksen keinoin, sillä näillä lähestymistavoilla on erilainen tavoite ja niiden vahvuudet ovat eri asioissa. Laadullisen tieteellisen tutkimuksen mittareiksi sopii validiteettia ja reliabiliteettia paremmin uskottavuuden, siirrettävyyden, luotettavuuden sekä vahvistettavuuden käsitteet (Golafshari, 2003; Pernaa, 2013).

Tämän tutkimuksen luotettavuutta on pyritty parantamaan toteuttamalla tutkimus kehittämistutkimuksen keskeiset ominaisuudet huomioiden ja tutkimuksen käyttötarkoitukseen soveltuvan mallin (Aksela & Pernaa, 2013) mukaisesti. Lisäksi kehittämisprosessista on tutkimuksen edetessä pidetty kirjaa ja kehittämiskuvauksessa huomioitu Edelsonin (2002) kolme kehittämistutkimuksen osa-aluetta.

Monimenetelmäisyys on kehittämistutkimuksen vahvuus. Tässä tutkimuksessa suoritetaan kaksi erillistä empiiristä ongelma-analyysiä, joiden molempien kohdalla on hyödynnetty sekä määrällisiä että laadullisia menetelmiä. Suoritettujen analyysien luotettavuutta on arvioitu erikseen jokaisen analyysin yhteydessä. Triangulaation avulla tutkittavasta ilmiöstä saadaan kokonaisvaltaisempi kuva, mikä on tutkimuksen tavoitteena. Lisäksi tutkimuksen luotettavuus paranee jos eri lähteistä saatavat tulokset konvergoituvat.

Kehittämistutkimuksen arvoa mitataan etenkin sillä, miten hyvin se kykenee osoittamaan teorian pohjalta kehitetyn tuotoksen arvon käytännössä. (Barab & Squire, 2004; Edelson, 2002) Tässä tutkimuksessa tuotos on arvioitu kemian opettajien ja opettajaksi opiskelevien arviointeihin perustuen. Tuotosta ei ole tämän tutkimuksen puitteissa testattu aidossa opetuskäytössä ja näin ollen tutkimuksen luoma kuva tuotoksen käytettävyydestä on puutteellinen.

3. Teoreettinen ongelma-analyysi

3.1 Suklaan kemialla

Suklaan historia alkaa noin 3500 vuotta sitten Mesoamerikan alueelta Olmeekien parista, joiden uskotaan olleen ensimmäinen kaakaota viljellyt kansa. Runsaampia arkeologisia todisteita kaakaon käytöstä on maya- ja asteekkikulttuurien parista. Eurooppalaisten valloittajien saapuessa 1500-luvulla Uuteen Maailmaan paikalliset Mayat ja Asteekit käyttivät kaakaopapuja pääasiassa valuuttana ja rituaalimenoissa juomana eivätkä ravintoaineena. Eurooppaan tuotaessa kaakao levisi hovista toiseen ylellisenä sokerilla makeutettuna juomana. 1600- ja 1700-luvuilla kallis kaakao oli lähinnä ylhäisön herkku, johon liitettiin Uuden Maailman alkuperäiskansoilta opittuja mielikuvia kaakaosta esimerkiksi afrodisiakkina. Juomaan liitetyt mielikuvat herättivät paljon keskustelua ja tutkimusta kirkonmiesten ja lääkärin parissa. Nämä uskomukset elävät suklaassa yhä esimerkiksi sanonnassa suklaasta syntyisenä herkkuna ja piristeenä. Lisäksi suklaan tutkimus on edelleen ajankohtainen aihe. (Coe & Coe, 2005, 15-83)

Näkökulmia suklaan kemialla on monia. Voidaan tarkastella muun muassa suklaan rakennetta, koostumusta, sen sisältämiä kemiallisia yhdisteitä ja niiden terveysvaikutuksia tai suklaan valmistusprosessin eri vaiheissa tapahtuvia reaktioita. Tässä tuodaan esille pääkohdat siitä mitä suklaa on, mistä se koostuu ja kuinka sitä valmistetaan sekä miten suklaan kemialla liittyy kemian opetukseen.

3.1.1 Suklaan määritelmä

Suklaatuotteita on monenlaisia ja samoin suklaan määritelmiä. Niille kaikille yhteistä on suklaa seoksena, jonka pääraaka-aineita ovat kaakao ja sokeri. Kaikelle suklaa- ja kaakaotermien käytölle on asetettu valtioiden ja instituutioiden toimesta omia kriteerejä. Esimerkiksi Euroopan parlamentin ja neuvoston antaman direktiivin (Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2003) mukaan suklaa tai tumma suklaa ”on tuote, joka on valmistettu kaakaotuotteista ja sokerista ja jossa ... kaakaokuiva-aineen kokonaispitoisuus on vähintään 35 % ja jossa on vähintään 18 % kaakaovoita ja vähintään 14 % rasvatonta kaakaokuiva-ainetta”. Kaakaon ja sokerin lisäksi suklaa saa sisältää muita raaka-aineita muun muassa

makuaineita, jotka myös on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön (2003) asetuksessa. Toisenlainen määritelmä suklaatuotteille löytyy Yhdysvaltojen säädöksistä (FDA, 2013), joissa ei määritellä suklaata tummuuden perusteella vaan makeuden. Suklaa termiä vastaisi Yhdysvalloissa termi makea suklaa, joka valmistetaan suklaalikööristä ja yhdestä tai useammasta hiilihydraattipitoisesta makeutusaineesta sekä erikseen määritellyistä raaka-aineista, joita useimmiten ovat kaakaovoi, pähkinät, erilaiset makuaineet tai maitotuotteet.

Suklaatuotteiden laatuun viittaavien merkintöjen käytölle on omat asetuksensa, jotka myös ovat määrittelijästä riippuvaisia. Fine Chocolate Industry Associationin (FCIA, 2013) määritelmä tummalle suklaalle on, että sen valmistamiseen saa käyttää vain seuraavia tuotteita: kaakaolikööri, sokeri, kaakaovoi, lesitiini ja vanilja. Tämän määritelmän ulkopuolelle jäävät kaikki suklaat, joihin on lisätty vaniliinia, maitorasvaa sekä kasvirasvoja.

Suklaatuotteisiin on kirjattava suklaan kaakaopitoisuus. Se kertoo kuinka paljon tuotteen painosta on kaakaota sen eri muodoissa yhteensä. Kaakaota voi olla suklaassa kaakaomassana, -jauheena ja -voina.

3.1.2 Suklaan pääraaka-aine: kaakao

3.1.2.1 Yleistä kaakaopuusta

Kaakaopuu (*Theobroma cacao*) on 7-15 metriä korkea puu, joka kasvaa luontaisesti sademetsissä korkeampien puiden varjossa. Kaakaopuun kukintatapa poikkeaa eurooppalaisista hedelmää tuottavista puista, sillä sen kukinnot muodostuvat runkoa vasten eikä oksistoon. Kuvassa 2 on kaakaopuun runko, josta kasvaa lähes kypsiä hedelmiä sekä kukkia. Kaakaopuu kukkii ensimmäisen kerran 2-3 vuoden iässä, mutta vasta 6-7 vuotiaana puu tuottaa täyden sadon. Puun pienistä valkoisista kukista kasvaa vihreitä puutuneita hedelmiä, jotka kypsyvät noin kuuden kuukauden aikana keltaisen tai punaisen sävyisiksi lajikkeesta riippuen. Kypsän hedelmän koko vaihtelee. Se on 100 – 350mm pituinen, 75 – 100mm halkaisijaltaan ja paino voi vaihdella jopa 200 grammasta yhteen kilogrammaan asti. Jokaisen hedelmän sisällä on syötävän hedelmälihan joukossa pavun

koosta ja lajikkeesta riippuen noin 20-45 papua (kuva 3). (Beckett, 2009, 11-38; FAO, 1970; McGee, 2004, 696-712)



Kuva 2: Kypsyviä kaakaohedelmiä kaakaopuussa. Kuvanottaja: Peggy Greb (USDA, 2011)



Kuva 3: Kaakaopapuja. Etualalla halkaistu kaakaohedelmä, jonka sisällä valkoisen hedelmälihan seassa kaakaopapuja. Kuvanottaja Keith Weller (USDA, 2006)

3.1.2.2 Kaakaon viljely

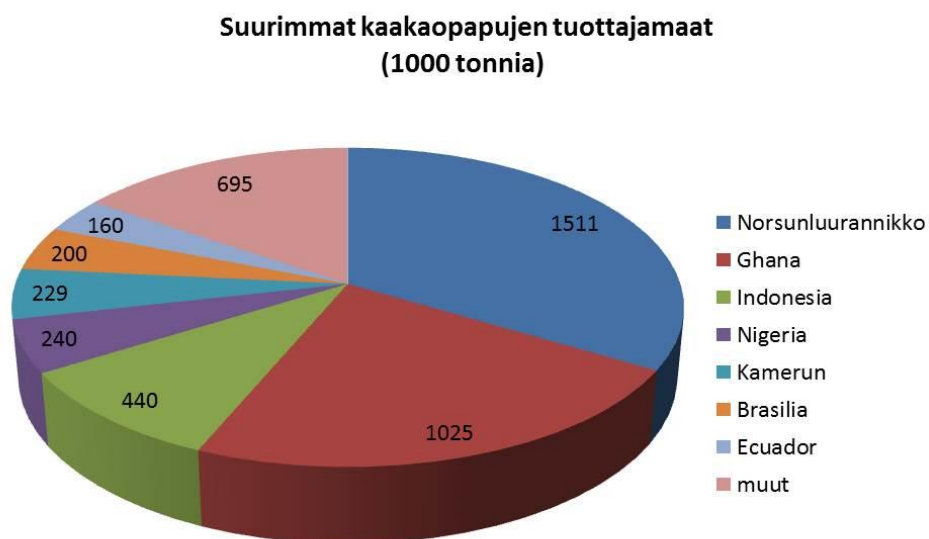
Kaakaon viljelyaluetta kutsutaan kaakaovyöksi ja se ulottuu enintään 20 astetta päiväntasaajan etelä- ja pohjoispuolelle. Tällä alueella on kaakaon viljelyn kannalta tarpeeksi korkea päivän keskilämpötila ympäri vuoden. Lisäksi kaakao tarvitsee paljon vettä, korkean ilmankosteuden ja mielellään suojaa kovilta tuulilta ja suoralta auringonpaisteelta. Maaperän tulee olla syvää, rikasta ja hyvin viemäroityä sekä yleensä korkeintaan 700 metriä merenpinnan yläpuolella, etteivät kovat tuulet pääse vahingoittamaan herkkää kaakaopuuta. (Beckett, 2009, 11-38; FAO, 1970)

Kaakaoviljelmät tehdään useimmiten metsään harventaen metsien aluskasvillisuutta, mutta jättäen suurimmat puut lehväkatokseksi antamaan suojaa erityisesti nuorille vastaistutetuille kaakaopuille. (Franzen & Borgerhoff Mulder, 2007; FAO, 1970) Kaakaopuu tuottaa hedelmää ympärivuoden, joten hedelmiä kerätään niiden kypsyttyä noin muutaman viikon välein ja useamman kuukauden aikana. (Beckett, 2009, 11-38).

Kaupallisesti viljellään kolmea *Theobroma cacao* lajiketta. Criollo-papuja pidetään laadukkaimpina ja maukkaimpina. Niissä on hienostunut, aromikas maku, mutta puut

antavat pienen sadon ja lajike on arka taudeille ja tuholaisille. Criolloa viljellään pääasiassa Amerikassa. Suurin osa viljelystä kaakaosta on Afrikassa menestyvää Forastero-lajiketta, jossa on voimakas, jopa savuinen, maku. Kolmas lajike Trinitario on näiden kahden edellisen hybridi, jota pidetään laadultaan hyvänä ja joka kestää tauteja Criolloa paremmin.(Afoakwa, Paterson & Fowler, 2007; FAO, 1970; McGee, 2004). Beckett (2009, 11-38) mainitsee neljännen vain Ecuadorissa viljeltävän lajikkeen Nacional, joka on luultavasti peräisin Amazonin sademetsistä ja jonka täyteläisessä maussa on kukkaisuuutta sekä tulusuutta.

FAO:n (2014) mukaan vuonna 2011 kaakaopapuja tuotettiin maailmanlaajuisesti yli 4,5 miljoonaa tonnia. Suurimman osan kaakaosta tuottavat pientilalliset Länsi-Afrikassa, Latinalaisessa Amerikassa ja Indonesiassa. ICCO:n (2012) mukaan 2010/2011 kasvukautena kaakaon suurimmat tuottajamaat olivat Norsunluurannikko, Ghana, Indonesia, Nigeria, Kamerun ja Brasilia (kuva 4).



Kuva 4: Kaakaopapujen tuottajamaat ja tuotannon määrä (per 1000kg) kasvukautena 2010/2011 (FAO, 2013; ICCO, 2012)

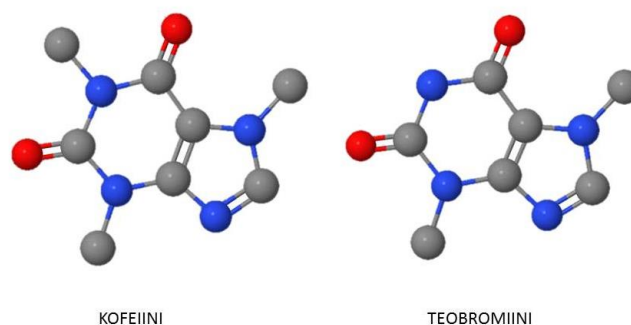
3.1.2.3 Kaakaon koostumus

Lajike, maaperä, satokausi ja käsittelytavat vaikuttavat yksittäisen pavun koostumukseen. Keskimäärin kuivatun pavun painosta 10 – 14% muodostuu kuoresta ja 86 – 90% ytimestä (Afoakwa, Paterson, Fowler & Ryan, 2008). Taulukkoon 1 on koottu kuivatun ei-fermentoidun kaakaopavun sisältämiä aineita.

Taulukko 1: kuivatun ja fermentoimattoman pavun keskimääräinen koostumus (Afoakwa et al., 2008; Jumnonpon et al., 2012)

<i>ainesosa</i>	<i>osuus painosta (%)</i>
rasva	53 – 55 %
polyfenolit ja alkaloidit	14 – 20 %
proteiinit	17 – 18 %
tärkkelys	6 %
vesi	4 %
kuitu	2 %
sokerit	2 – 3 %
tuhka	2 – 3 %

Kaakaopavusta yli puolet on kaakaovoita ja noin 18% proteiineja (Jumnonpon et al., 2012). Polyfenolit ja alkaloidit, joita on 14 – 20 % pavun painosta, vaikuttavat kaakaolle tyypilliseen karvaaseen ja pistävään makuun (Camu et al., 2008). Keskeisimpiä kaakaon alkaloidoja ovat piristävän vaikutuksen omaavat teobromiini sekä kofeiini (kuva 5). Teobromiinia on pavun painosta 2 – 3 % ja kofeiinia noin 0,09% (Afoakwa et al., 2008; Jumnonpon et al., 2012). Sokerit koostuvat pääosin sakkaroosista. Lisäksi pavut sisältävät ainakin etikkahappoa ja sitruunahappoa. (Afoakwa et al., 2008)

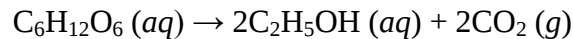


Kuva 5: Kaakaon piristäviä alkaloidoja. Vasemmalla kofeiini ja oikealla teobromiini

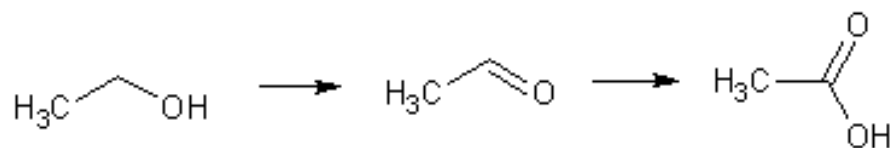
3.1.2.4 Kaakaopapujen käsittely

Sadonkorjuun jälkeen kerätyt hedelmät halkaistaan, tyhjennetään ja hedelmän sisällä olleet kaakaopavut fermentoidaan. Tasmällisemmin sanottuna itse papu, joka tässä prosessissa säilyy kokonaisena, ei fermentoidu sisältä vaan kaakaon hedelmäliha ja pavun kuori läpikäyvät käymisprosessin. Fermentoinnilla saadaan estettyä papujen itäminen ja mahdollistetaan kaakaolle ominaisten makuaromien kehitys. Fermentointi voidaan suorittaa eri tavoin. Perinteinen tapa on muodostaa maahan kasa pavuista hedelmälihan kanssa ja sitten peittää kasa banaaninlehdillä. Kasan annetaan fermentoitua noin 5-6 päivää. Tämä tapa on yleisesti käytössä erityisesti pienviljelijöiden parissa Länsi-Afrikassa. Tavasta riippumatta tärkeintä fermentaatiossa on ilmankierron rajoittaminen, jotta voidaan luoda mikrobien kasvulle suotuisa tila. (Beckett, 2009, 11-38)

Keskeisimpiä mikrobeja makuaineiden kehittymisen kannalta ovat hiiva sekä maitohappobakteerit ja etikkahappobakteerit (Camu et al., 2007). Hiiva katalysoi anaerobista käymisreaktiota, jossa hedelmälihan sokerista syntyy etanolia ja hiilidioksidia (Zumdahl & Zumdahl, 2003, 1059):



Tämä käymisreaktio etenee kunnes alkoholipitoisuus nousee kuolettavan korkeaksi (noin 13 %) reaktiota katalysoivan hiivan kannalta. Reaktion seurauksena lämpötila sekä pH-arvo nousevat, mitkä edistävät maitohappobakteerien ja etikkahappobakteerien toimintaa. Maitohappobakteerien katalysoimissa reaktioissa sokerista ja sitruunahaposta syntyy pääasiassa maitohappoa, mutta myös etikkahappoa sekä mannitolia. (Camu et al., 2008) Fermentaatioprosessin aikana kasassa oleva hedelmäliha nesteytyy ja valuu kaakaopapujen seasta pois. Tämä lisää vähitellen ilmanvirtausta kasassa. Lisääntyvä ilma edistää etikkahappobakteerien katalysoimia aerobisia reaktioita, joissa muun muassa etanoli hapettuu etikkahapoksi kuvan 6 mukaisesti. (Camu et al., 2007)



Kuva 6: Etanolin hapettuminen asetaldehydin kautta etikkahapoksi

Vaikka fermentaatioprosessi tapahtuu kaakaopapujen pinnalla, vaikuttaa se merkittävästi papujen biologiseen toimintakykyyn. (Beckett, 2009, 11-38) Tämä johtuu muun muassa pavun sisään kulkeutuneiden etanolin sekä happojen aiheuttamasta pH-arvon laskusta alkuperäisestä arvosta 6,5 arvoon 4,8 sekä lämpötilan noususta noin 50°C (Camu et al., 2008). Lisäksi nämä muutokset vapauttavat pavuissa entsyymejä, jotka katalysoivat pavun orgaanisten aineiden hajoamista muun muassa yksinkertaisiksi sokereiksi, peptideiksi ja aminohapoiksi, joista osaltaan kehittyy kaakaon makuaineet. Kaikkia kemiallisia prosesseja joita pavussa tapahtuu fermentaation yhteydessä ei tunneta. (Beckett, 2009, 11-38).

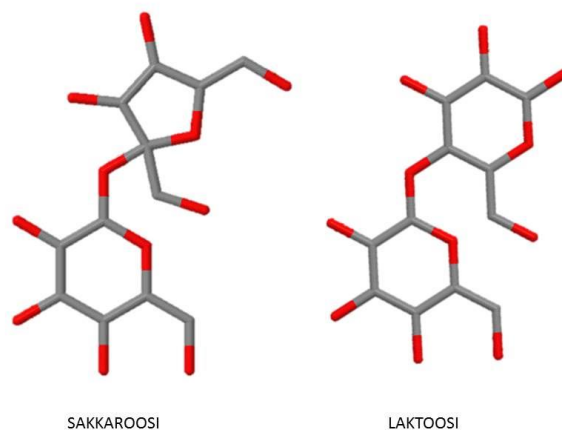
Lisäksi kaakaopavun koostumus muuttuu fermentaatioprosessin aikana merkittävästi. Muun muassa alkaloidien sekä polyfenolien määrät vähenevät selkeästi noin 20-30%, minkä seurauksena kaakaopapu maistuu vähemmän kitkerälle ja pistävälle. Kofeiinin määrä säilyy suurinpiirtein samana, kun taas theobromiinin määrä laskee. Sakkarosetit pilkkoutuvat glukooseiksi ja fruktooseiksi. Karboksyylihapoista maitohappo- ja etikkahappopitoisuudet säilyvät ennallaan, mutta sitruunahapon määrä laskee merkittävästi. Papujen alkoholipitoisuus, lähinnä etanolin määrä, kasvaa moninkertaiseksi, tosin etanoli haihtuu pavuista kuivauksen yhteydessä lähes täysin. (Camu et al., 2008; Camu et al., 2007; Rohan, 1964)

Fermentoidut pavut on kuivattava. Papujen kosteuspitoisuus on laskettava noin 7 – 8%, jotta estetään papujen pilaantuminen ja homekasvustojen synty kuljetuksen ja säilytyksen aikana. Kuivausprosessi kestää noin viikon ja se tehdään monin paikoin levittämällä pavut esimerkiksi isoille tasoille auringon kuivatettavaksi. Sateiden ja yön ajaksi tasot siirretään suojaan tai ne peitetään siirrettävällä katoksella. Ainoastaan jos erityisen kostea sää tuottaa ongelmia käytetään kuivaukseen koneita, tämä koskee lähinnä joitakin Aasian maita. Kuivauksen aikana on papuja käännettävä tasoilla, jotta kuivuminen on tasaista eikä hometta pääse syntymään. Kuivausprosessin aikana kosteuspitoisuutta on tarkkailtava. Mikäli papujen kosteuspitoisuus tippuu alle 6% tulee niistä hauraita ja hankalasti jatkokäsiteltäviä. Kuivauksen jälkeen papujen laatu arvioidaan, jonka jälkeen ne ovat valmiita kuljetettavaksi muun muassa suklaatehtaisiin. (Beckett, 2009, 11-38; McGee, 2004, 696-712)

3.1.3 Suklaan muut raaka-aineet

3.1.3.1. Sokeri

Sokeri ei sellaisenaan anna suklaalle makua vaan vaikuttaa vain suklaan makeuteen. Sokeri voi kuitenkin vaikuttaa suklaan makuun paahdon yhteydessä tapahtuvien Maillardin reaktioiden kautta (katso luku 3.1.5.2). Suklaan raaka-aineena käytetään useimmiten sakkaroosia, joka koostuu glukoosi- ja fruktoosimolekyylistä. Maitoa sisältävissä suklaissa on myös laktoosia, joka on glukoosista ja galaktoosista muodostuva disakkaridi. Kuvaan 7 on mallinnettu sekä sakkaroosi että laktoosi. Laktoosi on vähemmän makea kuin sakkaroosi ja toisinaan suklaanvalmistajat voivat korvata sakkaroosia laktoosilla saadakseen vähemmän makeaa suklaata. Suklaa voidaan makeuttaa myös muilla makeutusaineilla. Esimerkiksi diabeetikoille tarkoitetuissa suklaissa makeutusaineina käytetään joko fruktoosia tai sokerialkoholeja, esimerkiksi ksylitolia tai sorbitolia. (McGee, 2004, 653-663; Beckett, 2008, 11-38)



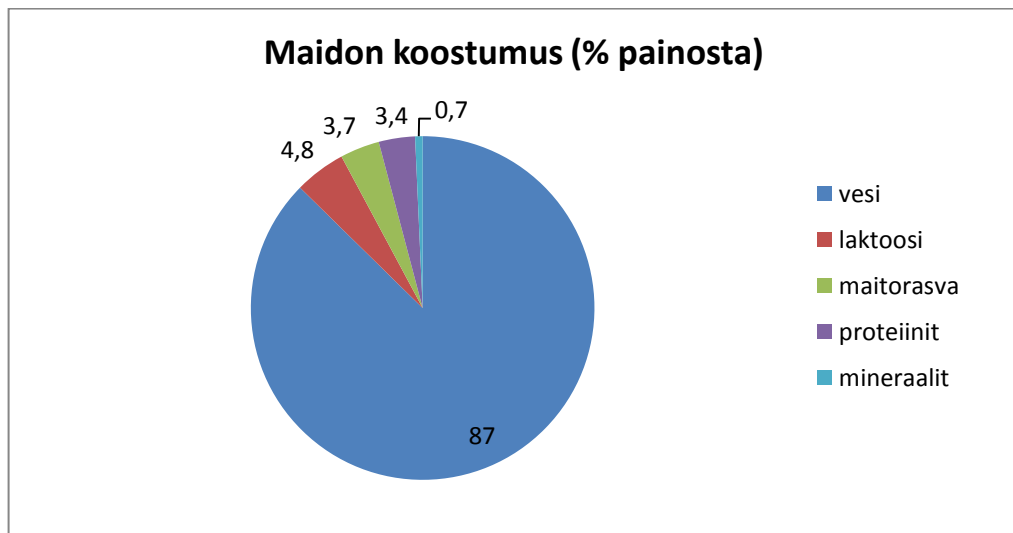
Kuva 7: Suklaan yleisimpien sokerien rakenne. Vasemmalla sakkaroosi ja oikealla maitosokeri laktoosi

Kristalloitunut, kiinteä sakkaroosi on hyvin puhdasta ainetta, jota saa eri raekoossa. Tavallinen hienosokeri on 0,6 – 1,0 mm raekokoa ja tomusokeri on 0,005–0,1 mm raekokoa. Raaka-aineiden raekoko vaikuttaa suklaan suutuntumaan. Monet suklaa valmistajat käyttävät tavallista hienoa sokeria, joka jauhetaan hienommaksi suklaanvalmistusprosessissa. Kiteistä sokeria jauhettaessa voi lämpötila nousta sen verran korkeaksi, että sokeri muuttuu rakenteeltaan amorfiseksi. Amorfinen sokeri on reaktiivisempaa ja imee itseensä herkästi ympäristöstä makuja. Tätä voidaan hyödyntää

jauhamalla sokeri yhdessä kaakaon kera, jolloin amorfinen sokeri sitoo itseensä kaakaosta haihtuvia yhdisteitä sen sijaan että ne haihtuisivat. Näin saadaan aikaan intensiivisemmän makuista suklaata.(Beckett, 2008, 11-38)

3.1.3.2. Maito

Maitosuklaa on rakenteeltaan pehmeämpää ja maultaan kermaisampaa kuin tumma suklaa. Nämä ominaisuudet johtuvat maidosta. Suklaissa käytetään lehmän maitoa, josta noin 87 % on vettä (McGee, 2004, 9-21). Liika kosteus suklaamassassa tekee siitä hyvin paksua ja sellaisenaan työstökelvotonta tahnaa, minkä takia maidosta käytetään suklaan valmistuksessa vain maidon kuiva-aineita. Näitä ovat laktoosi, maitorasva, proteiinit sekä mineraalit, joiden keskimääräiset pitoisuudet on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8: piirakkadiagrammi maidon koostumuksesta (%-osuus painosta). Suurin osa maidosta on vettä.

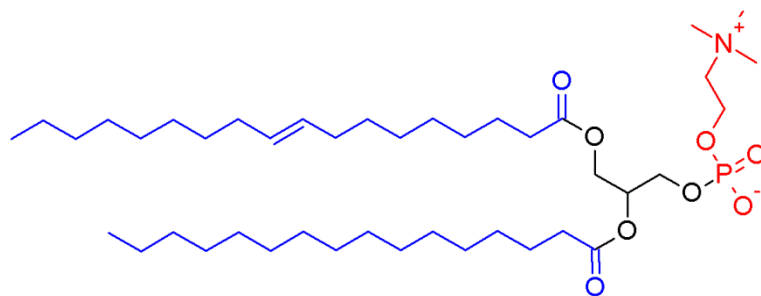
Maitorasva lisää kokonaisrasvan määrää suklaassa, mikä vaikuttaa suklaan virtausominaisuuksiin. Maitorasvan ja kaakaovoin seos on eutektinen seos, jonka sulamispiste on alhaisempi kuin mitä seoksen muodostaneiden rasvojen sulamispisteet. Tästä syystä maitosuklaat ovat rakenteeltaan pehmeämpiä kuin tummat suklaat. Maitosuklaiden säilymisaika on myös lyhempi, sillä maitorasvan rasvahappojen hajoamistuotteina syntyy epämiellyttävän makuisia yhdisteitä, joita ei synny kaakaovoin rasvahappojen hajotessa. (Beckett, 2009,30-32)

Maidon proteiinit ovat pääasiassa kaseiineja ja heraproteiineja. Kaseiinia on noin nelin- viisinkertainen määrä heraproteiiniin verrattuna. Kaseiinit ovat misellejä, jotka koostuvat tuhansista proteiinimolekyyleistä. Ne toimivat emulgointiaineina suklaan kiinteän aineksen ja rasvan välillä sekä kosteudensitojina. Heraproteiinit ovat pallomaisia ja vesiliukoisia proteiineja. Proteiinit pienentävät suklaan viskositeettia vettä sitoessaan ja niillä on myös vaikutusta suklaan makuun paahdossa tapahtuvien maillardin reaktioiden kautta (katso luku 3.1.5.2). (Beckett, 2009, 11-38; McGee, 2004, 32-33)

3.1.3.3. Lisäaineet

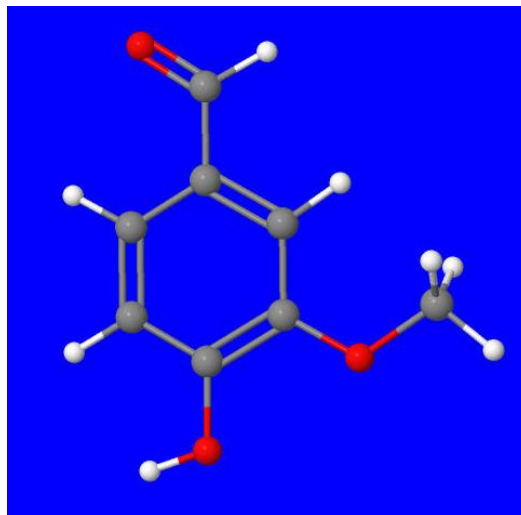
Elintarvikkeiden lisäaineet ovat tuotteen valmistuksessa käytettäviä luonnollisia tai keinotekoisia aineita, joiden tarkoituksena on parantaa tuotteen rakennetta, säilyvyyttä tai vaikuttaa tuotteen makuun, väriin tai tuoksuun. Valtaosaan suklaista lisätään kaakaon, sokerin ja mahdollisen maidon lisäksi emulgointiaineeksi lesitiiniä sekä makuaineeksi vaniljaa tai vanilliinia.

Lesitiiniä saadaan muun muassa soijasta tai auringonkukista. Se koostuu erilaisista luonnollisista fosfolipideista, joista esimerkkinä on kuvassa 9 esitetty fosfatidyylikoliini (Afoakwa et al., 2007). Suklaamassassa lesitiini muodostaa misellejä poolisten sokerien ympärille. Misellin ulkopinnan muodostavat lesitiinin lipofiiliset hännät, jotka reagoivat suklaan rasvan kanssa. Näin lesitiini edistää suspension muodostusta suklaassa. Lesitiinin tilalla voidaan käyttää myös vaihtoehtoisia emulgointiaineita esimerkiksi sitruunahapon estereitä. (Beckett, 2009, 94-98)



Kuva 9: Fosfatidyylikoliinin kemiallinen rakenne. Sinisellä värillä merkitty lipofiiliset rasvahapoista muodostuvat hännät ja punaisella hydrofiilinen fosfaatista ja koliinista muodostunut pää.
(PubChemCompound, 2005)

Vanilja on yksi maailman suosituimmista ja kalleimmista mausteista. Vanilja on Etelä- ja Keski-Amerikasta lähtöisin oleva kämmekkäkasvien heimoon kuuluva kasvi. Vanilja sukuun kuuluu noin sata lajia, mutta vaniljamaustetta saadaan pääasiassa yhden lajin (*Vanilla planifolia*) hedelmien siemenkodista. Sen runsaan maun takana on monimutkainen kemiallinen koostumus, josta on löydetty yli 200 erilaista kemiallista yhdistettä. Näistä keskeisin makuun vaikuttava yhdiste on vanilliini eli 4-hydroksi-3-metoksibentsaldehydi (kuva 10). Sitä löytyy luontaisesti myös paahdetuista kaakaopavuista ja siten suklaasta (Afoakwa et al., 2008). Vanilliinia valmistetaan muun muassa elintarvike- ja kosmetiikkateollisuuden tarpeisiin keinotekoisesti puuteollisuuden sivutuotteesta ligniinistä. (McGee, 2004, 391, 430-432)



Kuva 10: Vanilliini eli 4-hydroksi-3-metoksibentsaldehydi on luontaisen vaniljan makuun vaikuttavista kemiallisista yhdisteistä keskeisin. Synteettisesti valmistettua vanilliinia käytetään elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudessa vaniljan korvikkeena.

3.1.4 Suklaan koostumus

3.1.4.1 Tumma-, maito- ja valkosuklaa

Useimmissa tummasuklaissa on noin puolet sokeria ja puolet kaakaota. Jos tuotteessa olisi selkeästi tätä vähemmän kaakaota, olisi vastaavasti sokeria lisättävä niin paljon, että tuote maistuisi liian makealta ja rakenteesta saattaisi tulla epämiellyttävän karkea ja kova. Kaakaopitoisuuden lisääminen vastaavasti vähentää sokerin osuutta. Tummasuklaissa voi kaakaopitoisuus olla jopa 99%, jolloin tuote ei maistu makealle vaan kaakaon kitkerät ja voimakkaat makuyhdisteet ovat pääosassa. (McGee, 2004, 696-712)

Maitosuklaa on maailmanlaajuisesti suosituinta suklaata. Keskimäärin maitosuklaan painosta puolet on sokeria, 30-35% kaakaota ja loput maitoa. Valkosuklaa valmistetaan sokerista, maidosta sekä kaakaovoista, joiden keskimääräiset paino-osuudet ovat: sokeria noin puolet, 20-30% kaakaovoita ja loput maitoa. Valkosuklaan muista suklaista poikkeava väri johtuu siitä, ettei siinä ole ollenkaan kaakaokuiva-aineita. (McGee, 2004, 696-712)

3.1.4.2 Suklaan ravintosisältö

Suklaa on energiarikasta ruokaa. Sen painosta yli puolet on hiilihydraatteja, jotka ovat pääasiassa sokereita. Lisäksi se sisältää noin kolmasosan rasvaa, josta valtaosa on kaakaovoita. Näiden lisäksi suklaa sisältää proteiineja sekä joitakin vitamiineja, antioksidantteja ja mineraaleja, joista kalsium, magnesium ja rauta ovat tärkeimpiä. Taulukossa 2 on esitelty keskimääräinen ravintosisältö per 100 grammaa tummalle suklaalle. (Beckett, 2009, 196-208)

Taulukko 2: Keskimääräinen ravintosisältö per 100g tummaa suklaata

<i>ravintosisältö</i>	<i>tumma suklaa</i>
energia (kcal)	530
proteiini (g)	5
hiilihydraatti (g)	55
rasva (g)	32
kalsium (mg)	32
magnesium (mg)	90
rauta (mg)	3

Rasva on suklaan energiapitoisin raaka-aine, sillä sen energiasisältö on 9kcal g⁻¹ ja vastaavasti proteiinien ja hiilihydraattien energiasisältö on noin 5kcal g⁻¹. Tumman suklaan rasva koostuu kaakaovoista, jonka tyydyttyneiden rasvahappojen osuus on suuri, keskimäärin 60%. Tyydyttyneitä rasvahappoja pidetään yleisesti epäterveellisinä sillä niillä on taipumusta kohottaa veren kolesteroliarvoja. Joissakin tutkimuksissa raportoitu ettei tumman suklaan kohtuullisella syönnillä ole merkittävää vaikutusta veren kokonais-kolesterolipitoisuuteen tai sillä saattaa olla jopa terveyttä edistävä vaikutus veren kokonais-kolesterolipitoisuuteen. (Beckett, 2009, 196-208; Jia et al., 2010; Mursu et al, 2004). Yksi syy tähän on kaakaovoin korkea steariinihappopitoisuus, sillä ihmiskeho pystyy

muuttamaan sen kertatyydyttymättömäksi oleiinihapoksi. (Ding, Hutfless, Ding & Girotra, 2006)

3.1.4.3 Kemiallinen koostumus

Suklaa on monimutkainen seos eikä sen kemiallista koostumusta täysin tunneta.

Analyyttisten menetelmien kehittymisen myötä suklaasta tunnistettujen yhdisteiden määrä on kasvanut. Kaiken kaikkiaan suklaasta on tunnistettu yli 600 erilaista yhdistettä, joista suurin osa on erilaisia pyrasiineja, estereitä, amiineja (esimerkiksi pyridiinit ja pyrrolit) ja hiilivetyjä. Nämä ovat pääosin peräisin kaakaosta. (Afoakwa et al., 2008; McGee 2009, 696-712) Alla olevaan taulukkoon 3 on kirjattu 399 erilaista suklaasta tunnistettua yhdistettä yhdisteryhmiin jaoteltuna (Tannenbaum, 2004).

Taulukko 3: Suklaasta tunnistettuja yhdisteitä jaoteltuna yhdisteryhmiin (Tannenbaum, 2004)

<i>yhdiste</i>	<i>alifaattiset</i>	<i>aromaattiset</i>	<i>heterosykliset</i>	
hiilivedyt	15	32	pyrrolit	10
alkoholit	23	5	pyridiinit	8
aldehydit	18	6	kinoliini	1
ketonit	25	5	pyrasiinit	74
esterit	44	12	kinoksaliinit	3
eetterit	8	3	oksatsolit	4
typpiyhdisteet	9	4	furaanit	19
rikkiyhdisteet	12	2	pyronit	4
hapot	22	15	γ -laktonit	6
fenolit		7	tiatsolit	3
YHTEENSÄ	176	91	YHTEENSÄ	132

3.1.4.4 Suklaan rakenne ja viskositeetti

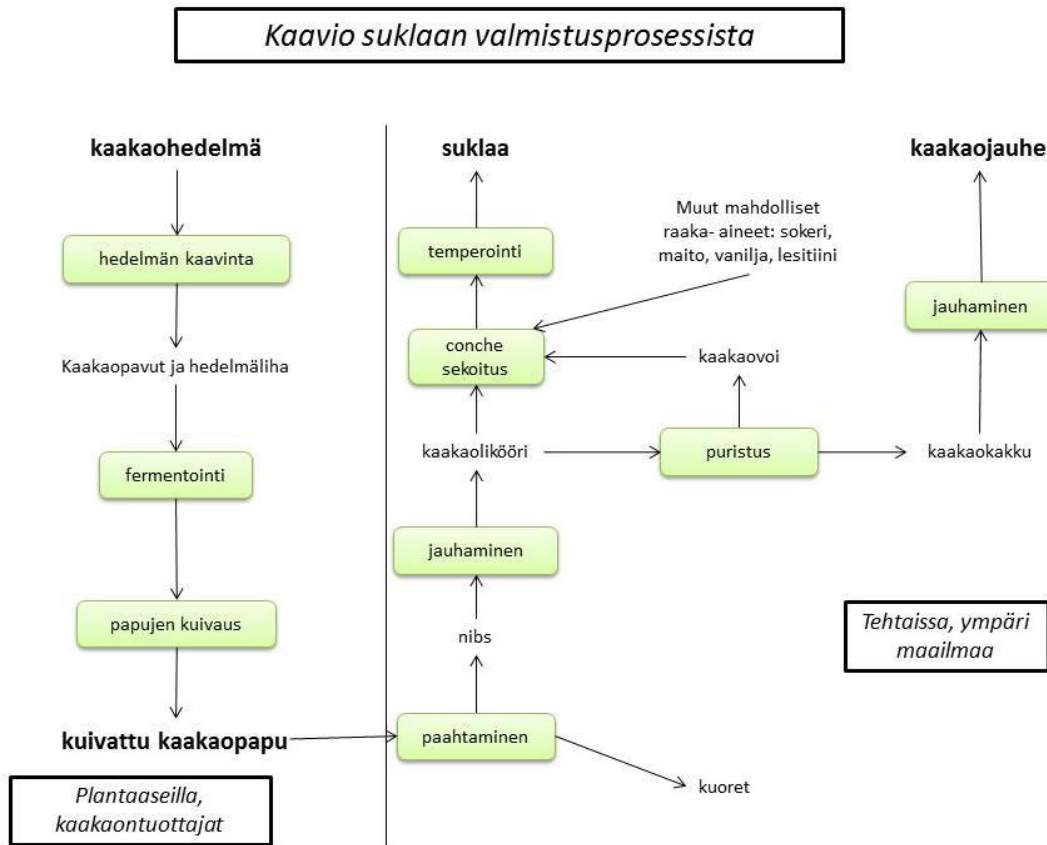
Suklaasta noin 70% on kiinteää ainesta, joka koostuu pääosin sokerista ja kaakaon kuiva-aineista. Loput 30% on kaakaovoita tai sen kaltaista kasvirasvaa. Suklaa on rakenteeltaan puolijähmeä kolloidi, jossa rasva on ainoa jatkuva faasi ja kiinteä aines on siihen dispergoitunut. (Afoakwa et al., 2007)

Suklaan kiinteiden hiukkasten koko vaikuttaa suklaan suutuntumaan, rakenteeseen sekä viskositeettiin. Hiukkasten on oltava kooltaan pienempiä kuin 30 µm, jotta suklaan rakenne ei tunnu rakeiselta suussa. Pienempien hiukkasten tuottama kermaisampi suutuntuma aistitaan myös kermaisampana makuna. (Beckett, 2009, 84-90) Toisaalta jos suklaan hiukkaset ovat hyvin hienojakoisia aiheuttaa suklaa suun kuivumista (Nguyen Phuc, 2013). Kuivumisen saa aikaan hydrofiilinen sokeri, joka hienojakoisena omaa suuren pinta-alan ja voi näin sitoa itseensä suuremman määrän kosteutta. (Beckett, 2009, 92-93)

Viskositeetti tarkoittaa nesteen tai kaasun sisäistä kitkaa, jolla aine vastustaa virtausta. Viskositeetti on suklaan suutuntuman kannalta tärkeä ominaisuus. Viskositeettiin vaikuttavat suklaan kiinteän aineen raekoko, suklaan rasvakoostumus, kosteudenmäärä sekä emulgointiaineet. Jos suklaan viskositeetti on liian pieni suklaa suussa sulettuaan virtaa nopeasti eikä maistu pitkään. Jos taas viskositeetti on liian suuri on sula suklaa niin jähmeää ettei se virtaa tasaisesti ympäri suuta oleville makureseptoreille. Näin suklaan maku jää vajaaksi. Suklaa on viskositeetiltaan lepojähmeä neste, mikä tarkoittaa sitä, että lepotilassa suklaalla on suuri viskositeetti. Jos taas suklaaseen kohdistuu energiaa esimerkiksi sekoittamalla viskositeetti pienenee ja suklaan virtausnopeus kasvaa. (Beckett, 2009, 80-101)

3.1.5 Suklaan valmistus

Suklaan valmistus on monivaiheinen teollinen prosessi, jota on hahmotettu kuvassa 11. Tässä luvussa keskitytään suklaatehtaissa tapahtuviin kemian kannalta keskeisiin suklaavalmistuksen prosesseihin: paahtaminen, kaakaovoin ja -jauheen valmistus, konssaus (*conching*) ja temperointi.



Kuva 11: suklaan valmistusprosessi voidaan jakaa kahteen tuotantovaiheeseen: 1. kaakaoviljelmillä tapahtuva kaakaon kasvatusta ja käsittely, 2. suklaatehtaissa tapahtuva suklaan ja muiden suklaatuotteiden valmistus. Kaavio muokattu McGee esityksestä (2004)

3.1.5.1 Paahtaminen

Paahdon aikana papuihin kehittyy suklaalle ominaisia makuaineita, joissa on löydettävissä paahdettuja, mausteisia, kinuskisia, pähkinäisiä, lihamaisia ja kukkaisia aromeja.

Paahdamattomien papujen maku on vielä hyvin karvas, epätasapainoinen ja sisältää hapanta etikkahappoa. Maun kehittymisen lisäksi paahdossa tapetaan pavuissa mahdollisesti yhä olevat mikrobit. Ensimmäiseksi ennen paahtamista fermentoidut ja kuivatut kaakaopavut on puhdistettava sillä papujen joukossa on paljon epäpuhtauksia, erityisesti jos kuivaus on tapahtunut perinteisesti ulkoilmassa auringon alla. Epäpuhtaudet voivat vahingoittaa koneistoa sekä jättää paahdon aikana palaessaan ikäviä sivumakuja lopulliseen suklaatuotteeseen. (Afoakwa et al., 2008; Beckett, 2009, 39-79, McGee, 2004, 777-779)

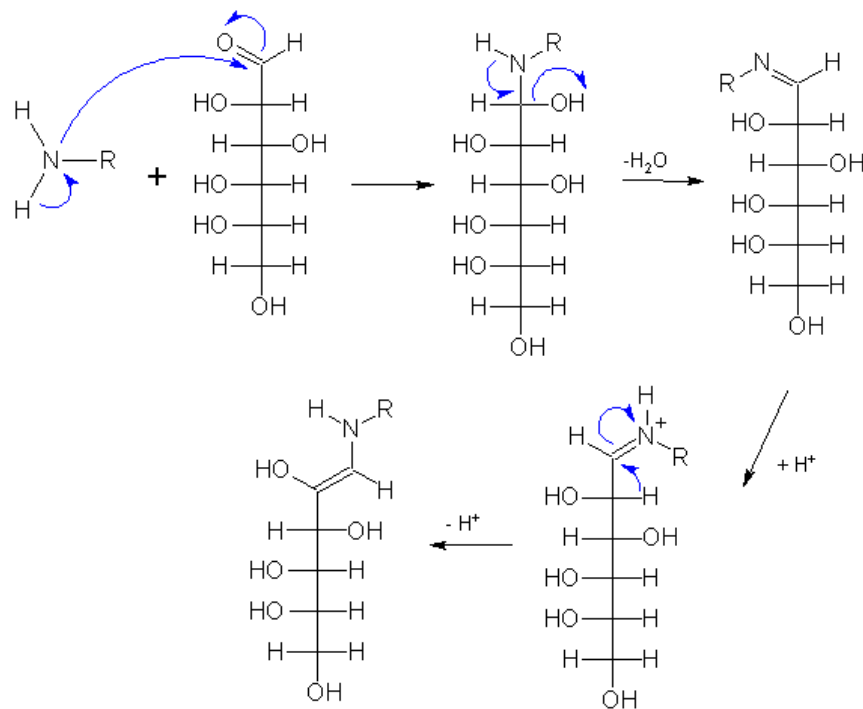
Paahdamistapoja on erilaisia. Esimerkiksi pavut voidaan paahtaa kokonaisina tai osina. (Beckett, 2009, 103-124) Myös paahtamislämpötila vaihtelee 90 – 170 C asteen välillä. Näiden lisäksi paahdettujen papujen koostumukseen vaikuttavat paahto aika sekä poistettun

kosteuden määrä.(Afoakwa et al., 2007) Paahdon aikana papujen kosteusprosentti tippuu alle 3% ja monet pavun hapoista ja muista haihtuvista yhdisteistä haihtuvat korkean lämpötilan ja kuivauksen seurauksena. Haihtumattomat hapot, kuten oksaalihappo ja maitohappo pysyvät paahdossa muuttumattomina. (Afoakwa et al., 2007, Beckett, 2009, 39-79)

3.1.5.2 Maillardin reaktio

Keskeisimpiä reaktioita suklaalle ominaisten makuaineiden ja ruskean värin kehittymisen kannalta ovat Maillardin reaktiot, joita tapahtuu pelkistävien sokerien ja aminohappojen välillä. Maillardin reaktio vaatii toimiakseen korkean lämpötilan sekä vettä.

Reaktiomekanismi on monimutkainen, sillä se koostuu sadoista yksittäisistä reaktioista eikä sen yksityiskohtia tunneta täysin. Maillardin reaktioita tapahtuu aina kun pH on yli 3. Reaktion alkuvaihe etenee siten, että sokerista ja amiinista muodostuu Schiffin emäksen kautta 1,2-enamitoli (kuva 12). Tämän jälkeen reaktio etenee vallitsevista olosuhteista riippuen. Happamissa olosuhteissa, kun pH on alle 5, syntyy pääasiassa makuun vaikuttavia yhdisteitä ja emäksisissä olosuhteissa, kun pH on yli 7, syntyy pääasiassa väriin vaikuttavia yhdisteitä. (Afoakwa et al., 2008, Beckett, 2009, 39-79)



Kuva 12: Maillardin reaktion etenemisestä. Glukoosin ja amiinin reagoisessa syntyy välivaiheiden kautta 1,2-enaminoli, josta reaktio etenee eri suuntiin riippuen olosuhteista. Kuva muokattu Afoakwa ryhmineen (2008) esittämästä.

3.1.5.3 Kaakaovoin ja –jauheen valmistus

On olemassa kaksi keskeistä syytä siihen, että paahdetut kaakaopavut jauhetaan hyvin hienoksi. Ensimmäinen on se, että kiinteän aineen raekoko vaikuttaa suklaan suutuntumaan. Toinen syy jauhamiseen on kaakaovoin erottaminen kaakaon kuiva-aineesta. Jauhamisen jälkeen kaakao on muuttunut tummaksi paksuksi nesteeksi, jota kutsutaan kaakaolikkööriksi. Tämä johtuu siitä, että hienoksi jauhettu kaakaopavun kiinteä aines, joka koostuu pääosin proteiinista ja kuidusta, on suspendoitunut kaakaovoihin, jota kuivatusta pavusta on yli puolet painosta.

Kaakaovoin erottaminen kaakaolikkööristä on ollut edellytys kiinteän suklaan tuotannolle. Teollisuuden kannalta tarpeeksi tehokkaan teknologian tähän patentoi hollantilainen Coenraad Van Houten vuonna 1828. Hänen erotusmenetelmä perustui kaakaovoin erottamiseen kaakaon kuiva-aineista hydraulisen puristimen avulla. Näin saadun kaakaojauheen rasvapitoisuus oli laskenut alkuperäisestä 53 – 55 prosentista 27 – 28 prosenttiin. (Coe & Coe, 2005, 189-204) Nykypäivänä suurin osa kaakaojauheesta sisältää edelleen noin 20% rasvaa, mutta myös vähärasvaisempia tai rasvatonta kaakaojauhetta on saatavilla. (Beckett, 2009, 39-79) Keskimäärin 100g kaakaopavusta saadaan 40g kaakaovoita, 40g kaakaojauhetta ja 20g jätettä, joka koostuu pääasiassa kuoresta, kosteudesta ja liasta (Gunstone & Harwood, 2007).

Kaakaovoin erottamisen jälkeen Van Houten käsitteli kaakaojauheen natriumkarbonaatilla tai muilla vastaavilla alkalisuoloilla, jotta jauheen veteen sekoittuvuus parantuisi. Kaakaojauheen alkalointia tehdään edelleen tätä päivänä. Alkalointi ei lisää kaakaojauheen liukoisuutta veteen, vaan vain sekoittuvuutta. Alkalointiprosessi, jota kutsutaan keksijänsä kotimaan mukaan myös englanninkielisellä nimellä *dutching*, voidaan suorittaa eri vaiheissa: ennen kaakaopavun palasten paahtoa, kaakaolikköörille tai kaakaojauheelle. Alkalointi vaikuttaa lisäksi kaakaon makuun ja väriin. (Coe & Coe, 2005, 189-204; Beckett, 2009, 39-79)

3.1.5.4 Suklaamassan valmistus

Kiinteän suklaan ja kermaisen suutuntuman kannalta toinen merkittävä keksintö luotiin vuonna 1879, jolloin sveitsiläinen Rudolphe Lindt keksi konssauksena (*conching*) tunnetun suklaamassan sekoitusmenetelmän. Lindtin Conche-laite koostui graniittialustasta, jossa on taivutetut reunat ja alustalla edestakaisin pyöriviä graniittiteloja. Kun telat puristivat suklaamassaa reunoja vasten syntyi seokseen kitkalämpöä. Edestakaista liikettä jatkettiin kunnes suklaamassaan oli muodostunut haluttu aromi ja rakenne. Ennen Lindtin keksintöä kiinteä suklaa oli koostumukseltaan karkeaa ja rakeista, mutta tällä uudella menetelmällä siitä saatiin kuohkeaa ja tasaista ja suussa sulavaa. Nykyiset laitteet toimivat samalla periaatteella, joskin ne ovat kehittyneet ja suoriutuvat sekoitusprosessista edeltäjiään nopeammin noin 4-36 tunnissa. (Afoakwa et al., 2007; Beckett, 2009, 39-79; Tannenbaum, 2004)

Konssauksen aikana laitetaan kaakaoliköörin joukkoon sokeri ja muut suklaan raaka-aineet. Sekoituksen aikana massa homogenisoidaan ja tuotetaan suspensio kuorruttamalla kaikki pieneksi jauhetut kiinteät hiukkaset rasvalla. Massan hankauksen ja sekoituksen suhde on tarkkaa, jotta saadaan mahdollisimman ohut rasvakuori hiukkasten pintaan. Tähän vaikuttaa osaltaan se järjestys missä aineita lisätään, rasvan ja kiinteän aineen suhde, kiinteiden hiukkasten koko sekä conche-laitteen sekoittimen teho. Prosessissa auttaa emulgointiaine, joka lisätään vasta sekoituksen loppupuolella massaan. (Afoakwa et al., 2007; Beckett, 2009, 39-79)

Valmis suklaamassa siirretään säilytystankkeihin odottamaan jatkokäsittelyä kiinteiksi suklaatuotteiksi. Massa säilytetään sulana noin 45 °C-asteessa ja sitä sekoitellaan säännöllisesti, jotta massa pysyy homogeenisena eikä rasva erotu massan pinnalle. (Beckett, 2009, 103-124)

3.1.6 Suklaan kiteytyminen

Suklaan rasvakoostumus määrittää pitkälti suklaan fysikaaliset ominaisuudet kuten sulamisen ja kiteytymisen sillä rasva on suklaan ainoa jatkuva faasi. Suklaan rasvapitoisuudesta korkeintaan 5% voi olla kaakaovoista poikkeavaa rasvaa (Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2013). Siten kaakaovoin ominaisuudet ja kiteytyminen vaikuttavat

suklaan kiteytymiseen. Kiteytymisprosessin hallinta, jotta suklaa kiteytyy haluttuun rakenteeseen kovaksi ja kiiltäväksi ja sellaiseksi että se sulaa vasta suussa eikä sormiin, on suklaan valmistuksessa keskeinen vaihe. Tätä prosessia kontrolloitua kiteytymisprosessia kutsutaan temperoinniksi.

3.1.6.1 Kaakaovoin ominaisuudet

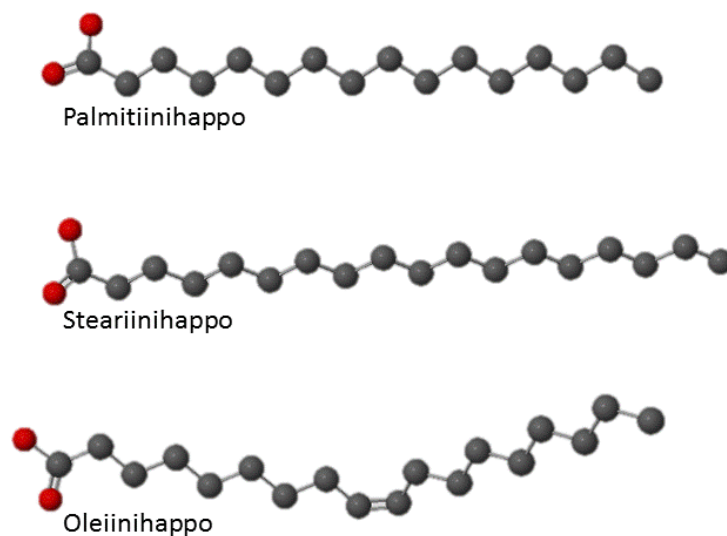
Kaakaovoi on triglyseridien seos. Triglyseridit koostuvat glyserolista ja siihen esteröityneistä kolmesta rasvahaposta. Kaakaovoin rasvahappokoostumus on yksinkertainen muihin kasvirasvoihin verrattuna, sillä sen rasvahapot koostuvat yli 95 prosenttisesti kolmesta rasvahaposta (Beckett, 2009, 103-124):

palmitiinihaposta $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$,

steariinihaposta $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ sekä

oleiinihaposta $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$.

Kuvassa 13 on esitetty näiden rasvahappojen molekyyliarakenteet. Muita kaakaovoin rasvahappoja ovat muun muassa monityydyttymätön linolihappo (18:2, n-6) ja tyydyttynyt arakidihappo (20:0) (Lipp & Anklam, 1998). Oleiinihappo on tyydyttymätön rasvahappo, jonka hiilivetyketjun yhdeksännen ja kymmenennen hiilen välillä on kaksoissidos.



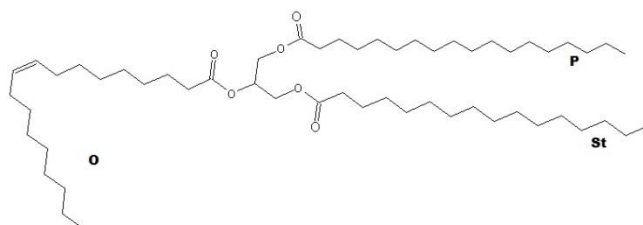
Kuva 13: Kaakaovoin yleisimmät rasvahapot

Rasvahappopitoisuudet vaihtelevat kasvuolosuhteiden ja kasvupaikan suhteen. Taulukkoon 4 on koottu kuudesta eri kaakaon kasvualueesta keskimääräinen kaakaovoin rasvahappokoostumus (Lipp & Anklam, 1998; Gunstone & Harwood, 2007). Tyydyttymättömien rasvahappojen suurempi osuus viittaa fysikaalisesti pehmeämpään kaakaovoisiin. Vähiten tyydyttymättömiä rasvahappoja sisältää ghanalainen kaakaovo ja eniten brasilialainen.

Taulukko 4: Kaakaovoin rasvahappokoostumus vaihtelee kasvualueen mukaan.
Esitetyt luvut ovat keskimääräisiä rasvahappojen pitoisuuksia prosentteina.
Taulukon arvot lähteistä (Lipp & Anklam, 1998; Gunstone & Harwood, 2007) tai näiden keskiarvona.

<i>rasvahappo</i>	<i>Ghana</i>	<i>Norsunluu-</i>	<i>Brasilia</i>	<i>Malesia</i>	<i>Ecuador</i>	<i>Java (%)</i>
	(%)	rannikko (%)	(%)	(%)	(%)	
palmitiini	25,0	25,6	24,4	24,9	25,6	24,1
steariini	37,4	36,0	33,1	37,3	36,0	37,3
oleiini	32,9	33,5	37,0	33,4	34,6	34,3
linoli	2,7	3,1	3,8	2,6	2,6	2,7
arakidi	1,2	1,1	1,1	1,2	1,0	1,2

Kaakaovoin ominaisuudet perustuvat sen triglyseridikoostumukseen. Kaakaovoin triglyseridien analyysissä on tunnistettu seitsemätoista erilaista triglyseridia. Triglyseridi syntyy, kun kaikki kolme glyserolin hydroksyyli ryhmää esteröityy rasvahappomolekyylien kanssa. Se missä järjestyksessä ja mitkä rasvahapot glyseroliin kiinnittyvät vaikuttaa syntyneen triglyseridin ominaisuuksiin. Suurin osa kaakaovoin triglyserideista on muodossa, jossa oleiinihappo (=O) on sitoutunut keskimmäiseen glyserolin happiatomeista ja laitimmaisiiin happiatomeihin on sitoutunut tyydyttyneet (=T) rasvahapot eli ne ovat TOT-muotoa: POST, StOST ja POP (Gunstone & Harwood, 2007). Näistä yleisin POST on kuvattu kuvassa 14 vallitsevassa tuolikonformaatioissa (Scrimgeour & Harwood, 2007).



Kuva 14: POST triglyseridin rakenne.

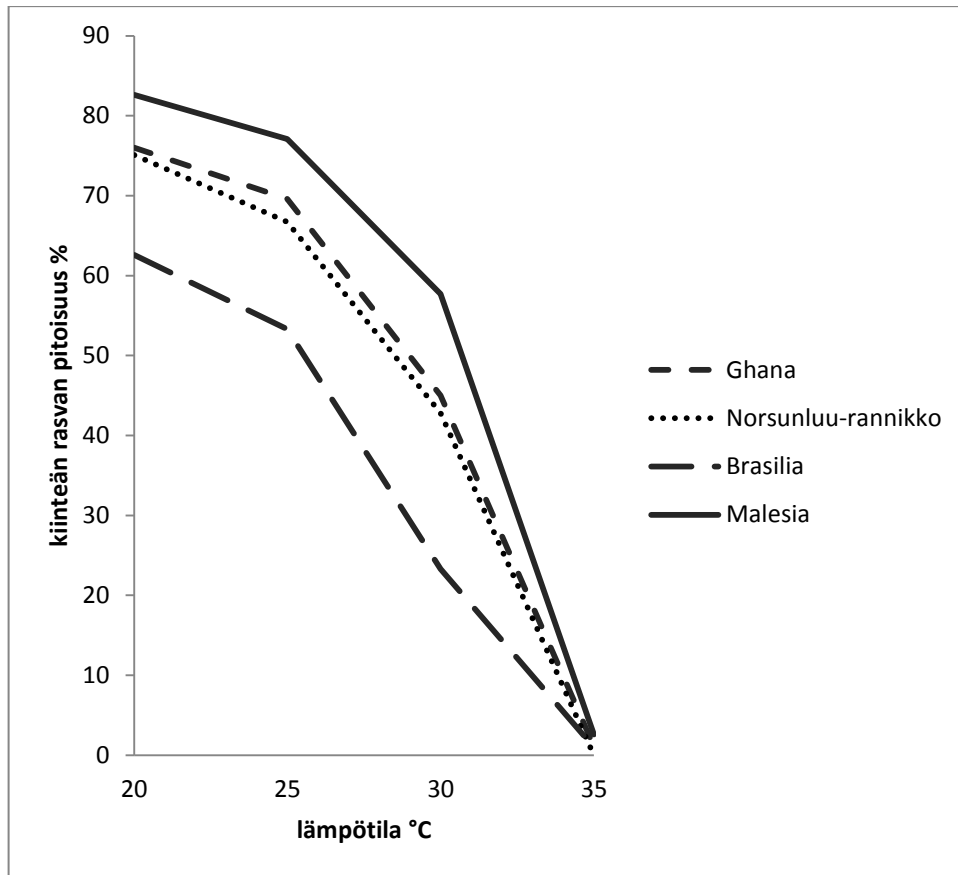
Eri kasvuympäristöstä peräisin olevien kaakaovoiden pienet erot triglyseridien koostumuksessa heijastuvat eroina kaakaovoiden sulamispisteissä. Taulukossa 5 on jaoteltuna Malesiassa, Brasiliassa, Norsunluurannikolla sekä Ghanassa tuotettujen kaakaovoiden triglyseridikoostumuksia.

Taulukko 5: Eri alueilla tuotettujen kaakaovoiden triglyseridienkoostumuksia (Gunstone & Harwood,2007).

	<i>Ghana</i>	<i>Norsunluu- rannikko</i>	<i>Brasilia</i>	<i>Malesia</i>
TTT	0,7	0,6	jäämiä	1,3
kertatydyttymätön	84,0	82,6	71,9	87,5
POP	15,3	15,2	13,6	15,1
POSt	40,1	39,0	33,7	40,4
StOSt	27,5	27,1	23,8	31,0
di-tydyttymätön	14,0	15,5	24,1	10,9
monitydyttymätön	1,3	1,3	4,0	0,3

Verrattaessa TOT-muotoisten kertatydyttymättömien triglyserolien (POP, POSt, StOSt) osuuksia kaikista kaakaovoin triglyserideistä saadaan seuraavat lukemat: Malesia 87% ja Brasilia 72% ja Länsi-Afrikan maat siinä välissä. Täysin tyydyttyneitä triglyserideja (TTT) on selkeästi eniten malesialaisessa kaakaovoissa ja vähiten brasilialaisessa (Gunstone & Harwood, 2007).

Kaakaovoin pehmeyttä kuvataan muun muassa NMR-mittauksiin perustuvalla kiinteän rasvan osuuden lämpötilojen suhteen esittävällä kuvaajalla (Beckett, 2009, 103-124). Kuvassa 15 on vastaava kuvaaja esitetty malesialaiselle, ghanalaiselle, brasilialaiselle sekä norsunluurannikkolaiselle kaakaovoille (Gunstone & Harwood, 2007). Kuvasta nähdään selkeästi, että huoneenlämpöinen malesialainen kaakaovoi on kovinta, sillä se sisältää eniten kiinteytynyttä kaakaovoita. Vastaavasti brasilialainen kaakaovoi on pehmeintä. Tulos on yhtenmukainen edellä esitetyn triglyseridikoostumuksen kanssa. Kaakaovoin kovuuteen vaikuttaa etenkin triglyseridikoostumuksien suhde TOT/TOO (Beckett, 2009, 103-124).



Kuva 15: Kaakaovoin kiinteän rasvan pitoisuus (%) lämpötilan suhteen. (Beckett, 2009; Gunstone & Harwood, 2007)

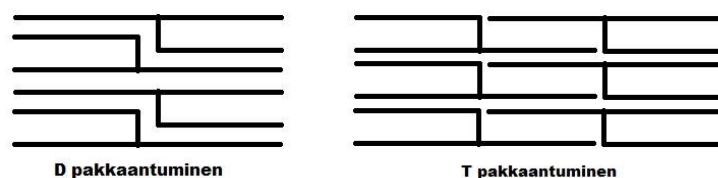
3.1.6.2 Kaakaovoin rakenne ja kiteytyminen

Kaakaovoi on polymorfinen aine, jolla on kuusi erilaista kiderakennetta. Kiderakenteet voidaan nimetä kahdella tavalla, joko roomalaisin kirjaimin I-VI tai röntgendiffraktioon perustuvaan luokitteluun γ, α, β' tai β . Tässä tutkielmassa käytetään jälkimmäisiä merkintöjä. Röntgendiffraktio antaa tietoa kiteisen aineen rakenteesta. Mikäli eri kiderakenteet tuottavat samanlaiset diffraktiokuviot, annetaan niille sama nimi. Samanlaisen diffraktiokuvion tuottavat rakenteet erotellaan toisistaan alaindeksinumeroin sulamispisteiden eron perusteella. Mitä alhaisempi sulamispiste, sitä epästabiilimpi on kiderakenne ja sitä suurempi on indeksi numero. Kaakaovoin kuusi kiderakennetta epästabiilimmasta rakenteesta pysyvimpään ovat: gamma (γ), alpha (α), beeta₂' (β_2'), beeta₁' (β_1'), beeta₂ (β_2), beeta₁ (β_1). Triglyseridit järjestyvät kiderakenteessa kahdella tavalla joko D- tai Tr- järjestykseksi. Taulukossa 6 on esitetty kiderakenteiden sulamispiste sekä triglyseridien pakkautuminen kiderakenteessa. (Gunstone & Harwood, 2007)

Taulukko 6: kaakaovoin kiderakenteiden sulamispisteet ja triglyseridien järjestäytymistapa kiderakenteessa (Gunstone & Harwood, 2007)

<i>kiderakenne</i>	<i>sulamispiste (°C)</i>	<i>D- / Tr.-järjestys</i>
I / gamma (γ)	17,3	D
II / alpha (α)	23,3	D
III / beeta ₂ ' (β_2')	25,5	D
IV / beeta ₁ ' (β_1')	27,3	D
V / beeta ₂ (β_2)	33,8	Tr
VI / beeta ₁ (β_1)	36,3	Tr

D-järjestyksessä triglyseridit pakkaantuvat kahden alkyyliketjun levyiseksi ketjuksi. Näin järjestäytyneitä ovat gamma, alpha ja beeta' kiderakenteet. Tr-järjestys on rakenteista tiiviimpi. Siinä triglyseridit pakkaantuvat kolmen alkyyliketjun levyiseksi. Tiiviimpi ja energialtaan alhaisempi kiderakenne on myös stabiilimpi ja sillä on korkeampi sulamispiste. Tr-järjestyksen mukaan ovat pakkautuneet beeta kiderakenteiden triglyseridit (Beckett, 2009, 103-124; Foubert, Dewettinck, Van de Walle, Dijkstra & Quinn, 2007). Kuvassa 16 on esitettyä malli D- ja Tr-järjestyksistä.



Kuva 16: kaakaovoin triglyseridien pakkaantuminen D- ja Tr-järjestyksiksi

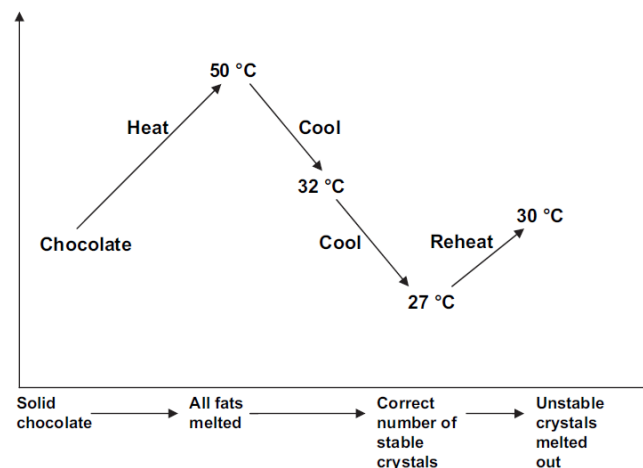
Kiteytyminen voidaan jakaa kahdeksi osittain päällekkäiseen vaiheeseen: nukleatioon ja kiteiden kasvuun. Nukleaatiossa sulaan kaakaovoihin muodostuu ensimmäiset kiteet. Näitä uusia kitealkioita voi syntyä niin kauan kuin kiteytymistä tapahtuu. Kiteytymisen toisessa vaiheessa nukleaatiossa syntyneiden kiteiden ympärille kiteytyy sulaa kaakaovoita saman kiderakenteen mukaisesti. Kiteytyminen epästabiileihin muotoihin tapahtuu nopeiten. Nämä muuttuvat kuitenkin pian kiteytymisprosessin aikana stabiilimmiksi beeta' kiderakenteiksi. (Foubert, Vanrolleghem, Thas & Dewettinck 2004; Beckett, 2009, 103-112) Foubert ryhmineen (2004) toteaa, että kiteytyminen tapahtuu aina epästabiilimman alpha kiderakenteen kautta beeta' - ja beeta-muotoihin. Beckett (2009) toteaa, ettei beeta₁-

kiteitä synnyy suoraan sulasta kaakaovoista, vaan vain muodon beeta₂ kautta. Tämä muutos on hidas ja voi viedä kuukausia, jopa vuosia.

3.1.6.3 Suklaan temperointi

Suklaan kiteytymistä voidaan hallita temperointiprosessilla. Sen avulla suklaan kaakaovoi saadaan lämpökäsittelyllä kiteytymään beeta₂-kiderakenteen mukaan, jolloin suklaan rakenteella on halutut ominaisuudet: kiiltävä, kova ja korkea sulamispiste 33,8 °C (Gunstone & Harwood, 2007).

Afoakwa ryhmineen (2007) jakaa temperointiprosessin 3 vaiheeseen (kuva 17) Ensimmäisessä vaiheessa suklaamassa sulatetaan lämmittämällä se noin 45 °C asteiseksi. Tässä lämpötilassa kaikki suklaamassan kiteet ovat sulaneet. Toiseksi massan annetaan jäähtyä, jolloin kiteytyminen alkaa. Tässä suklaamassan lämpötila pidetään 27 – 29 °C asteessa, mikä mahdollistaa beeta'₁ sekä beeta₂ kiteiden muodostumisen. Kyseistä lämpötilaa alemman sulamispisteen kidemuotoja ei synny. Suklaamassaa on sekoitettava koko prosessin ajan, jotta varmistetaan massan tasainen lämpötila ja kiteytyminen.



Kuva 17: Afoakwa ryhmineen (2007) luoma esitys suklaan temperoinnin vaiheista

Kolmas temperoinnin vaihe aloitetaan kun suklaamassan kiinteän aineen osuutta on saatu kasvatettua sopivasti, mikä havaitaan nesteen viskositeetin kasvumisena. Tässä vaiheessa suklaamassaa lämmitetään uudelleen 30 – 32 °C asteiseksi, jotta beeta'₁-kiteet sulavat ja jäljelle jää vain toivotut stabiilit beeta₂-kiteet. Nyt suklaamassa on valmis työstettäväksi

esimerkiksi suklaalevyksi tai konvehtien kuorrutteeksi, minkä jälkeen suklaamassan voi antaa kiteytyä kiinteäksi kovaksi ja kiiltäväksi suklaaksi. (Afoakwa et al., 2007; McGee, 2004, 696-712)

Temperoinnissa voi hyödyntää kiteytymisprosessin luonnetta: kun kiteen alkio on nukleaatiossa syntynyt, jatkuu kiteytyminen tämän kiteen pinnalle samassa kidemuodossa. Lisäämällä sulaan suklaamassaan oikeaan muotoon kiteytynyttä suklaata voidaan temperoinnissa hypätä oikeanlaisten kiteiden synnyttämisvaiheen yli. Jotta lopputulos on onnistunut tulee näiden lisättyjen suklaakiteiden olla oikean kokoisia ja hyvin jakautuneena suklaamassassa. (Afoakwa et al., 2007; Beckett, 2009, 103-124).

Ilman temperointia sula suklaamassa kiteytyy nopeammin ja useampaan epästabiilimpaan kiderakenteeseen. Suklaan alemman sulamispisteen kidemuodot ovat epästabiileja, joten ne muuttavat muotoaan stabiilimpiin kidemuotoihin. Beckettin (2009, 103-124) mukaan vallitsevana kidemuotona tulee temperoimattomassa kiinteässä suklaassa olemaan β_1 – kiteet, joista säilytysolosuhteista riippuen muodostuu päivissä mitattavan ajanjakson aikana β_2 –kiteitä. Myös temperoidun suklaan β_2 -kiteet muuttuvat β_1 –kiteiksi, jos suklaata säilytetään useita kuukausia tai jopa vuosia. Liian korkea säilytyslämpötila sekä lämpötilojen vaihtelu edesauttavat rakennemuutosten tapahtumista. Nämä rakennemuutokset aiheuttavat rasvan kukkimisilmiön (englanniksi *fat bloom*). Rasvan kukkimisessa epästabiileista kiteistä peräisin olevaa nestemäistä kaakaovoita kulkeutuu suklaan pinnalle, jossa se kiteytyy uudelleen pieniksi valkoisiksi rasvakiteiksi. (Afoakwa et al., 2007; Beckett, 2009, 125-152; Gunstone & Harwood, 2007; McGee, 2004, 696-712)

Suklaan kukkimista voidaan estää lisäämällä kaakaovoin joukkoon esimerkiksi hieman maitorasvaa tai synteettistä glyserolin esterä 2-oleo 1,3-dibeheniiniä (Gunstone & Harwood, 2007).

3.1.7 Suklaan kemia ja kemian opetus

Suklaan kemia voidaan linkittää ainakin seuraaviin lukion opetussuunnitelman perusteissa (2003) mainittuihin kemian opetussisältöihin ja tavoitteisiin:

- kemian yhteys jokapäiväiseen elämään ja terveyteen → suklaa ravintoaineena
- orgaaniset yhdisteet ja niiden rakenne → suklaa sisältää hiilivetyjä, alkoholeja, aldehydejä, ketoneja, estereitä, karboksyylihappoja sekä hiilihydraatteja, rasvoja ja proteiineja
- orgaanisten yhdisteiden reaktioita ja käyttö yhteiskunnassa → suklaan tuotannossa hyödynnetään monia kemiallisia reaktioita, muun muassa käyminen ja hapettuminen
- kemian peruskäsitteiden osaaminen, esimerkiksi:
 - erilaiset seokset → suklaa on kolloidinen seos ja aiheesta voi nostaa myös muita esimerkkejä, kuten kaakaojuoma heterogeenisenä seoksena.
 - pitoisuus ja liukoisuus → suklaan sisältämien aineiden, erityisesti kaakaon, pitoisuuksien ja liukoisuuden tutkiminen

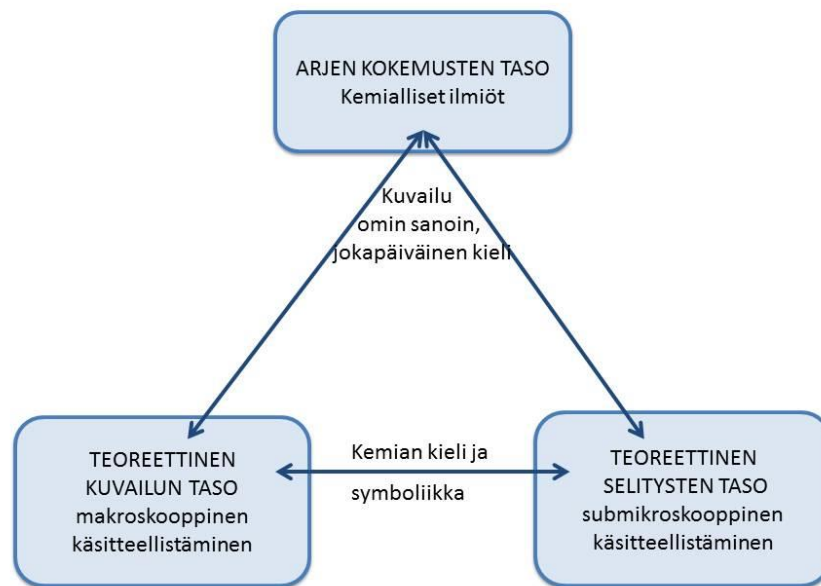
Näkemyksiin kemian opetuksesta on vaikuttanut paljon Johnstone (2000) malli kemiallisen tiedon kolmesta toisiinsa linkittyvästä tasosta (Taber, 2013). Nämä tasot ovat makro, submikro sekä symbolitaso. Makrotaso on silmin havaittavien ja käsin kosketeltavien asioiden taso, jossa elämme ja toimimme arjessa. Submikrotaso on atomien, molekyylien ja niiden välisten reaktioiden taso, jota kemiassa tutkitaan ja joiden käsitteleminen ja hahmottaminen vaatii kykyä abstraktiin ajatteluun. Symbolitaso on kemian merkkikieli ja tapa mallintaa tutkittuja aineita ja ilmiöitä. Esimerkiksi aineen kemiallinen kaava, reaktioyhtälöt, kuvaajat tai erilaiset molekyyli mallit ovat symbolitason esityksiä. (Johnstone, 2000)

Perinteinen kemian opetus, jossa on keskitytty kemian tietojen tieteelliseen tulkintaan submikro- ja symbolitasoilla, ei vastaa sosiaalisen konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaista opetusta (Johnstone, 2000). Tämän oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on oppilaan aktiivista tiedon rakentamista aiempien tietojen pohjalta vuorovaikutuksessa ympäristön ja muiden ihmisten kanssa (Tynjälä, 2000, 28-71) ja tähän pohjautuu myös lukion opetussuunnitelman perusteiden (2003) käsitys oppimisesta. Erityisesti kaksi ongelmaa on nostettu esiin, joihin hyvän kemian opetuksen tulisi vastata. Ensimmäiseksi

kemiallinen tieto on oppilaille uutta eikä se linkity heidän aiempiin tietoihin ja toiseksi uuden tiedon määrä on liian suuri käsiteltäväksi kerralla. Tämä johtaa kemiallisen tiedon irrallisuuteen ja oppilaiden kyvyttömyyteen yhdistää sitä käytäntöön ja ymmärtää kemiallisen tiedon merkitystä omassa elämässään tai yhteiskunnan kannalta. Lisäksi oppilaiden yrittäessä itsenäisesti yhdistää opetuksen submikro- sekä symbolitason tieto omaan makrotason tietorakennelmaansa. (Gilbert, 2006; Johnstone, 2000; Tabot, 2013; Tynjälä, 2000)

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan kemian opetuksen lähtökohtana tulee olla oppilaan aiemmat tiedot, jotka pääasiassa ovat makrotasolla (Gilbert, 2006; Johnstone, 2000; Tabot, 2013). Tämän tason kemian opetukseen kuuluvat esimerkiksi kokeelliset työt ja demonstraatiot, joissa tärkeää on havaintojen teko muun muassa aineen ominaisuuksista tai reaktioiden etenemisestä. (Johnstone, 2000) Kokemuksemme suklaasta ovat makrotasolla. Tiedämme esimerkiksi miltä suklaa näyttää, tuntuu, maistuu ja mitä sille tapahtuu auringonpaahteessa. Siten suklaan kemialla on hyvät lähtökohdat kemian opetukseen.

Johnstonen mallia on kritisoitu siitä, ettei symbolista tasoa voi erottaa submikro- tai makrotasosta vaan tiedon esitys tapahtuu aina käyttämällä kieltä, oli sitten kyse makro tai submikrotason asioista tai ilmiöistä (Tabot, 2013). Tämä kritiikki huomioden on Tabot (2013) kehittänyt Johnstonen mallia eteenpäin (kuva 18). Tässä mallissa opetuksen lähtökohta on arjen kokemusten taso, jossa havainnoidaan kemiallisia ilmiöitä ja kuvaillaan niitä omin sanoin jokapäiväistä kieltä käyttäen. Toisilla tasoilla kemian ilmiöitä käsitteellistetään kemian kielen ja symboliikan avulla. Nämä tasot ovat makroskooppisen tason käsitteellistäminen, jossa kemian ilmiöitä kuvaillaan sekä submikroskooppisen tason käsitteellistäminen, jossa ilmiöitä selitetään tieteellisesti. Kemian opiskelun ja opetuksen tulee sisältää kemian ilmiöiden toistuvaa uudelleen käsittelyä eri tasoilla ja niiden välillä, jotta käsiteltävästä ilmiöstä syntyy syvä ymmärrys. Tämä pätee myös opetettaessa kemian opetussisältöä suklaan kemian avulla.



Kuva 18: Kemian tiedon tasot, jotka on huomioitava kemian opetuksessa (Tabot, 2013)

3.2 Eheyttävä kemian opetus

Eheyttävällä opetuksella tarkoitetaan opetussisältöjen esittämistä kokonaisuuksina samalla linkittäen ne oppilaan elämään ja ympäröivään yhteiskuntaan. Opetuksen päämäärä on oppilaan oman elämän ja yhteiskunnan tarpeiden kannalta keskeisten tietojen ja taitojen opettaminen. Näin mahdollistetaan oppilaan kasvu eheäksi persoonaksi, joka omaa kyvyn toimia ja vaikuttaa omassa ympäristössään. (Atjonen, 1990; Kujamäki, 2009; Raatikainen, 1990)

Eheyttävän opetuksen juuret ovat pitkällä kasvatuksen historiassa, vaikka itse termi on noussut Suomessa opetuksen pyrkimykseksi vasta 1980 –luvulta alkaen ja enimmäkseen esikoulu- ja alakouluopetuksen parissa. Kyseessä on konstruktiviselle oppimisenäkemykselle perustuva ja kontekstuaalisuutta painottava opetuksen tapa. Sille läheisiä käsitteitä ovat kokonaisopetus, integroiva opetus sekä yhteisopetus, jota peräänkuulutettiin jo kansakouluainakoina Suomessa. (Raatikainen, 1990; Atjonen, 1990) Myös Patrick Dillonin (2006) kontekstilähtöinen ja usean oppiaineen yhteistyötä korostava yhteyksien pedagogiikka on lähtökohdiltaan eheyttävää opetusta.

Varsinaisena eheyttävän opetuksen kehittäjänä voidaan pitää John Deweytä (Kujamäki, 2009). Deweyn (1902, 1915) mukaan koulujen tulisi toimia pienoisyhteiskuntina, jossa oppilaat voivat oppia itselleen luonnollisen toiminnan kautta niitä tietoja ja taitoja, joilla on oppilaan elämän ja elinympäristön kannalta merkitystä.

Eheyttävä opetus on jatkuvasti opetustilanteiden ja oppilaiden mukana muuttuva prosessi. Sellaisena sitä on hankala tarkasti määritellä. Keskeisiä eheyttävän opetuksen piirteitä ovat muun muassa (Anon., 1989):

- Opetusvastuun jakautuminen opettajalta myös oppilaille itselleen, vanhemmille ja yhteiskunnalle
- Oppilaiden maailmankuvaa laajentavat ja mielekkäät opetussisällöt
- Monipuolisten ja etenkin viestintää ja ryhmätöitä painottavien työtapojen käyttäminen
- Oppilaslähtöistä, jossa tuetaan oppilaiden aktiivisuutta, omatoimisuutta ja muiden auttamista
- Arviointi on jatkuvaa ja pyrkii kannustamaan oppilaita ja edistämään oppimista

3.2.1 Kontekstuaalisuus ja kemian kiinnostavuuden lisääminen

Kiinnostuksen herättäminen kemian opiskelua kohtaan on keskeinen tavoite lukion opetussuunnitelmassa (LOPS, 2003). Oppilaiden asenteita luonnontieteiden opiskelua kohtaan on tutkittu muun muassa PISA 2006-arvioinnissa, jossa tutkittiin 9 –luokan oppilaita. Tulosten mukaan suomalaisten nuorten arvostus luonnontieteitä kohtaan on OECD-maiden keskitasoa ja kemiaan opiskeluun koki kiinnostusta vain 45% suomalaisista oppilaista, OECD-maiden keskiarvon ollessa 50%. (Tähkä, 2012) Fysiikan ja kemian kohdalla tyttöjen keskimääräiset asenteet ja osaamisen tunteet ovat merkittävästi heikommalla kuin pojoilla. Kemian opetussisällöistä keskimäärin tyttöjä kiinnostu ruuan kemiaan liittyvät sisällöt ja poikia räjähtävät kemikaalit (Lavonen, Juuti, Uitto, Meisalo & Byman, 2005; Kärnä et al., 2012, 73-75).

Oppilaiden vähäinen kiinnostus kemiaa ja muita luonnontieteitä kohtaan ja näiden opiskelualojen hakijoiden vähyys on maailmanlaajuinen huoli, johon omalta osaltaan on

kontekstisidonnaisella opetuksella pyritty vastaamaan. (Aksela & Karjalainen, 2008, 36-45 Gilbert, 2006) Kontekstisidonnaisen opetuksen on todettu lisäävän oppilaiden kiinnostusta kemiaan sekä auttavan oppilaita ymmärtämään kemian merkitys heidän oman elämänsä kannalta (Gilbert, 2006).

Kontekstin valinnassa tulee huomioida muun muassa seuraavia asioita (Gilbert, 2006):

- Kontekstin tulee yksinkertaistaa sekä vähentää kemiallisen opetussisällön kuormittavuutta oppilaille.
- Käytetyt kontekstit eivät saa jäädä irrallisiksi vaan niiden pitää yhdistyä oppilaan mielessä eheäksi tietorakenteeksi.
- Kemian käsitteiden opetus kontekstissa tulee tapahtua tavalla joka edistää oppilaiden ymmärrystä käsitteestä ja kykyä siirtää käsite myös muihin konteksteihin.
- Kontekstien täytyy tehdä kemiasta merkityksellisempää oppilaille sekä lisätä heidän käsityksiä omasta pätevyydestä kemiassa.
- Kontekstin tulee saada oppilaat osallistumaan opetukseen.

Kontekstin valinta voi olla sidottua tai vapaata. Sidotulla kontekstilla tarkoitetaan opettajan etukäteen valitsemaa opetuksen asiayhteyttä. Vapaa konteksti on oppilaiden itsensä valitsema mielivaltainen omiin mieltymyksiin perustuva asiayhteys. Useimmiten opetuksessa käytetyt kontekstit ovat sidottuja eli opettajan opetussuunnitelman perusteella valitsemia asiayhteyksiä. Myös sidotun kontekstin tulee olla oppilaslähtöinen eli suunniteltu oppilaan tasolle sekä oppilaita kiinnostavaksi ja oppimista tukevaksi. (Gilbert, 2006; Kujamäki, 2009; Raatikainen, 1990)

Kognitiivisen oppimisnäkemyksen mukaan oppimistuloksiin vaikuttavat oppilaiden motivaatio ja aktiivisuus opetettavaa ainetta kohtaan. Tähän viittavat myös tutkimustulokset, joissa luonnontieteiden osalta oppimistuloksiin on eniten vaikuttanut opiskeluun käytetty aika, esimerkiksi kotitehtävien tekemisen muodossa. Opiskeluun käytetty aika on taas riippuvainen oppilaan motivaatiosta ja positiivisesta asenteesta oppiainetta kohtaan. (Singh, Granville & Dika, 2002)

Systeemiteoreettisen motivaatiotutkimuksen mukaan oppilaan toiminta oppimistilanteissa määräytyy sen mukaan, miten oppilas tulkitsee annetun tehtävän vaatimukset, opetussisällön merkityksellisyyden sekä sosiaalisen tilanteen. Tämän kannalta oppimistehtävien tulisi olla monipuolisia, erilaisia ja oppilaille mielekkäitä. Lisäksi opettajan on tuettava oppilaan aktiivisuutta ja oma-aloitteisuutta, jotta oppilaan sisäinen motivaatio eli kiinnostus opetettavasta aiheesta voi kehittyä. (Tynjälä, 2000, 98-111)

Yksilön kiinnostus syntyy vuorovaikutuksessa muiden ihmisten ja ympäristön kanssa. Kiinnostus voi kemian opetuksessa kohdistua yksittäiseen tehtävään, kontekstiin tai itse opetettavaan asiaan. Useimmat kiinnostuksen tutkimukset erottavat toisistaan yksilön kiinnostuksen sekä tilannekohtaisen kiinnostuksen. Yksilön kiinnostuksella viitataan yksilön sisäiseen motivaatioon, joka on suhteellisen pysyvä taipumus työskennellä motivaation kohteena olevan aiheen parissa. Sisäiselle motivaatiolle ominaisia piirteitä ovat yksilön positiivinen asenne, osaamisen tunne, uteliaisuus ja tietämys kiinnostuksen kohteena olevasta asiasta. Tilannekohtaisella kiinnostuksella viitataan tähän hetkeen liittyvään tietyn toiminnan kiinnostavuuteen, jonka aiheuttaa yleensä ulkoinen tekijä. (Hidi & Renninger, 2006; Krapp & Prenzel, 2011).

Krabb & Prenzel (2011) jakavat yksilön kiinnostuksen kehittymisen kolmeen vaiheeseen, joita ovat (1) orastava tai syntyvä tilannekohtainen kiinnostus, (2) tasaantunut tai ylläpidetty tilannekohtainen kiinnostus ja (3) yksilön pysyvä kiinnostus. Hidi ja Renninger (2006) jakavat Krabb & Prenzelin mallin viimeisen vaiheen kahteen vaiheeseen, jotka ovat (3a) yksilön orastavan kiinnostuksen vaihe sekä (3b) yksilön hyvin kehittyneen kiinnostuksen vaihe. Molemmat esitetyt yksilön kiinnostuksen teoriat perustuvat sisällön kiinnostavuuteen ja positiivisten tunteiden herättämiseen jokaisessa vaiheessa. Pätevyyden tunne, itsenäisyys sekä sosiaaliseen kanssakäymiseen liittyvät tarpeet ovat keskeisiä kiinnostuksen kehityksen kannalta ja toisaalta kiinnostus vaikuttaa näihin tarpeisiin (Hidi & Renninger, 2006).

Hidin ja Renningerin (2006) mukaan opettajat voivat edistää oppilaiden tehtäviin sitoutumista, vaikka tehtävät koettaisiin vaikeiksi, kuten kemian monitasoiset opetussisällöt ja tehtävät yleensä koetaan. Sitouttaminen voi tapahtua tukemalla oppilaan tilannekohtaisen kiinnostuksen syntyä ja kehitystä. Esimerkiksi projektityöskentelyn, ryhmätyön ja tietokoneiden käytön on todettu herättävän ja ylläpitävän tilannekohtaista

kiinnostusta. Opettajan tuella on merkitystä myös yksilön kiinnostuksen vaiheissa. Toimiva ulkoinen tuki on sellainen, joka tarjoaa oppilaille haasteita ja mahdollisuuden syventää ymmärrystä kiinnostuksen kohteena olevasta asiasta, esimerkiksi toimimalla apuopettajana tai alan asiantuntijan kanssa keskustelemalla.

3.2.2 Erilaisia kemian opetuksen eheyttämistapoja

Eheyttämistavat voidaan jakaa vertikaalisiin sekä horisontaalisiin. Horisontaalisella eheyttämisellä tarkoitetaan oppiaineiden välistä yhteistyötä, joka voidaan toteuttaa poistamalla oppiainerajat, mihin kokonaisopetuksella on pyritty tai tekemällä oppiaineiden välistä yhteistyötä esimerkiksi projektityöskentelyllä. Vertikaalisella eheyttämisellä tarkoitetaan oppiaineen sisäistä eheyttä, mikä on kaiken eheyttävän opetuksen vaatimus. Kyse on opetusaineen opetuksesta kokonaisuutena oppilaan taso ja taidot huomioiden. (Kujamäki, 2009)

Eheyttävän opetuksen keskeisimpiin ajatuksiin sisältyy eheiden tietokokonaisuuksien luonti sekä opetettavan tiedon merkityksellisyys oppilaan elämän kannalta. Käsitteenmuodostusta hyvin tukevia työtapoja, jotka linkittävät tiedon oppilaan aiemmin opittuun ovat muun muassa oppimispäiväkirjat, käsitekartat sekä V-diagrammit (Tynjälä, 2000, 85-97; Åhlberg, 1998, 35-51). Työtapoja, jotka ovat merkityksellisiä oppilaan elämän ja tulevaisuuden työelämän kannalta ovat esimerkiksi tietotekniikkaa hyödyntävät opetustavat, ryhmä- ja projektityöt ja yhteistoiminnallinen oppiminen (Tynjälä, 2000, 148-168).

Kokeellisuus on keskeinen osa kemiaa tieteenä ja siten sen tulee olla osa kaikkea kemian opetusta. Lisäksi se tarjoaa makrotason lähtökohdan opetukselle, joka on eheyttävässä opetuksessa linkitettävä arkeen. Kouluopetuksessa kokeellisuus on kuitenkin jäänyt helposti passiiviseksi oppimiskokemukseksi, joka ei edistä kemian syvällisempää oppimista (Aksela, 2009). Luonnontieteellisen tiedon syvälinen ymmärtäminen, kyky hahmottaa kemian ilmiöitä kaikilla kemian tiedon tasoilla sekä kyky siirtää käsitteitä kontekstista toiseen vaatii korkeamman tason ajattelutaitojen kehittämistä. Näitä taitoja tukeva kokeellisuuden työtapana on esimerkiksi tutkimuksen teettäminen tutkivan oppimisen mallin mukaisesti (Hakkarainen, Lonka & Lipponen, 2004; Lavonen, Meisalo et al., 2014).

Eheyttävään opetukseen sisältyy perinteisestä kokeisiin perustuvasta ja oppilaat paremmuusjärjestykseen asettavasta arvioinnista poikkeava näkemys arvioinnin tarkoituksesta. Oppilaskeskeisissä menetelmissä keskeisintä on oppilaan oma panos, jota tulisi arvioida opettajan ja oppilaiden yhteisesti asettamien tavoitteiden mukaisesti. Arvioinnissa tulisi tuoda esille yksilön oppimisprosessi sekä oppimisen muutos eikä vain opittu lopputulos. Arvioinnin tulee olla oppimiseen kannustavaa korostamalla sitä missä on onnistuttu eikä keskittyä virheisiin. Lisäksi sen tulee edistää oppilaan oma-arviointitaitoja. Portfoliotyöskentely tukee tällaista arviointia. (Kärkkäinen Rätty-Sarho, 1990; Lavonen, Meisalo et al. 2014; Tynjälä, 2000, 171)

Portfoliossa toteutuu eheyttävän arvioinnin lisäksi myös muita keskeisiä eheyttävän opetuksen teemoja. Se on oppilaslähtöistä, ohjaa oppilasta oma-aloitteeseen aktiivisuuteen sekä tukee korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymistä. Portfoliotyöskentelyssä oppilas tekee erilaisia tehtäviä ja töitä kansioon, jonka palauttaa arvioitavaksi kurssin tai lukukauden päätteeksi. Tärkeä osa portfoliotyöskentelyä on oppilaan itsereflektoinnin harjoittaminen. Opettajan tukemana oppilaan tulee itse valita tekemistään töistä ne, jotka kuvaavat parhaiten omaa osaamistaan ja jotka palauttaa perustelujen kera arvioitavaksi. (Lavonen, Meisalo et al., 2014; Marttila & Rantanen, 2001; Tynjälä, 2000, 180)

3.2.3 Lukion opetussuunnitelma ja kemian eheyttävä opetus

Eheyttävä opetus tukee hyvin lukiolaissa (629/1998) säädettyjä lukio-opetuksen tavoitteita, joita ovat opiskelijoiden kasvaminen tasapainoisiksi, sivistyneiksi ihmisiksi ja yhteiskunnan jäseniksi sekä monipuolisten tietojen ja taitojen kehittäminen, jotka ovat tarpeen työelämän, jatko-opintojen, harrastusten ja persoonan kehityksen kannalta. Lisäksi lukion toimintakulttuurin tulisi olla avoin yhteistyölle sekä vuorovaikutukselle yhteiskunnan kanssa (LOPS, 2003).

LOPS (2003) määrittelee lukio-opetuksessa yhteiskunnallisesti merkittäviksi koettuja ja toiminnassa esille tuotavia oppiainerajan ylittäviä ja opetusta eheyttäviä aihekokonaisuuksia. Nämä on otettava huomioon kaikessa opetuksessa. Suklaa-aiheeseen soveltuvia aihekokonaisuuksia ovat:

- Hyvinvointi ja turvallisuus → Suklaa ravintoaineena ja suklaan sisältämien aineiden vaikutukset.
- Kulttuuri-identiteetti ja kulttuurien tuntemus → Monet suklaaseen yhdistetyt uskomukset ovat peräisin Mayoilta ja Atsteekeilta ja periytyneet meille Euroopan 1500- ja 1700 –lukujen ylhöisön jäsenten kautta.
- Teknologia ja yhteiskunta → Suklaateollisuus.

Nämä aihekokonaisuudet on rikkonaisina esillä eri oppiaineiden sisällä, missä niiden hyvät kasvatustavoitteet häviävät muun oppiainekohtaisen tiedon sekaan. Aihekokonaisuuksia tulisi hyödyntää eheämmin, mihin eheyttävä opetus antaa mahdollisuuden. (Kujamäki, 2009). Eheyttämistavoitteet nousevat esiin myös Opetus- ja kulttuuriministeriön (2010) lukiokoulutuksen kehittämisen toimenpide-ehdotuksia valmistelevan työryhmän muistiosta, jossa ehdotetaan integroivaa ja kokonaisuuksien hallintaa tukevaa opetusta sekä opiskelijoiden osallisuutta ja yhteisöllisyyttä tukevia työtapoja.

Eheyttävän opetuksen kannalta haasteellista on lukion kemian opetussisällön laajuus, oppiainerajat sekä opetuksen kurssimuotoisuus. Myös opetusmateriaalin puute on ongelma. (Atjonen, 1990)

3.3 Verkko-opetusmateriaali eheyttävän opetuksen tukena

Nyky-yhteiskunnassa tietoa tuotetaan ja käytetään verkossa. Tämän tulisi näkyä myös kouluopetuksen tavassa toimia, jotta opetus vastaisi paremmin yhteiskunnan tarpeisiin. Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa on oppilaita motivoivaa (Miettinen, 2000) ja lisäksi teknologia ja viestintä- ja mediaosaaminen sisältyvät lukio-opetuksen aihekokonaisuuksiin ja näihin luonnollisesti liittyy tietotekniikan käyttö. Myös kemian opetuksen tavoitteissa on erikseen mainittuna tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksiin perehtyminen. (LOPS, 2003)

Julkiset verkkopohjaiset opetusmateriaalit ovat helposti kaikkien saatavilla. Lisäksi niiden käyttö ei ole ajasta tai paikasta riippuvainen, kuten tuntiopetus koulussa. Tieto- ja viestintätekniikan käyttö ei itsessään tee opetuksesta laadukkaampaa, vaan ollakseen onnistunutta tulee verkko-opetuksen olla suunniteltua ja pedagogisten ratkaisujen on

tuettava oppimistavoitteiden saavuttamista. Lisäksi pelkkä tietojen välittäminen verkossa ei riitä, silloin se ei merkittävästi eroa oppikirjoista ja voi helposti johtaa pinnalliseen tietojen opiskeluun. (Lakkala & Lipponen, 2004; Löfström, Kanerva, Tuuttila, Lehtinen & Nevgi, 2010).

Hyvässä verkko-opetuksessa hyödynnetään verkon ominaisuuksia opetettavan asian esittämisessä. Verkon tarkoitus on helpottaa oppimista eikä olla oppimisen kohde, joten helpokäyttöinen tekniikka on olennaista. Erilaisten tiedonesittämistapojen hyödyntäminen kuten videoiden, äänimateriaalin tai simulaatioiden hyödyntäminen tekstin ja kuvan ohella on todettu edistävän ymmärrystä ja voivat toimia hyvinä kiinnostuksen herättäjinä työskentelyn aloitusvaiheessa. Lisäksi tiedonetsintätaitoja ja kriittistä ajattelua voi edistää kirjaamalla ylös tiedon lähteet, esittämällä asiasta useita näkökulmia, mahdollistamalla yksilölliset oppimispolut linkittämällä sekä materiaalin sisältä että muualta verkosta löytyvää asiaa käsittelevää materiaalia. Linkityksiä luodessa on tärkeää, että linkitettävä sisältö on keskeistä opetettavan asian kannalta. Verkossa on paljon tietoa, jolloin voi olla hankala eritellä oleellista sekä epäoleellista sisältöä. Lisäksi vaarana on tiedonkäsittelyn ylikuormittuminen. (Ilomäki, 2012, 54-92; Lakkala & Lipponen, 2004; Löfström et al. 2010)

Verkko-opetuksessa haasteellista on vuorovaikutuksellisuus ja ohjauksen järjestäminen, joka on tärkeää oppimisen kannalta. Ohjaus voi tapahtua esimerkiksi ohjeistamalla verkkomateriaalin käytössä, ohjaamalla verkkokeskustelua tai henkilökohtaista palautetta antamalla. Termillä verkko-opetus tarkoitetaan usein sulautettua opetusta, jossa kasvokkain ja verkossa tapahtuva opetus ovat yhdistyneet. (Lakkala & Lipponen, 2004; Löfström et al., 2010).

Ehdyttävää kemian opetusta tukeakseen verkko-opetusmateriaalin tuottamisessa on huomioitava muun muassa (Anon.1989) :

- oppiaineiden välisen yhteistyön mahdollistaminen tarjoamalla useaan oppiaineeseen soveltuvaa sisältöä
- erilaisten opetusmenetelmien käytön mahdollistaminen
- oppilaiden aktiivisuutta edistäviä työskentelytapojen käyttö esimerkiksi kokeellisia työohjeita ja oppilastehtäviä

- linkitys oppilaan elämään ja oppilaan kehitystasolle muun muassa kontekstin avulla sekä mahdollistamalla yksilölliset oppimispolut
- kemian kaikkien tietotasojen huomiointi
- tiedonhankinnan menetelmien sekä oppimistaitojen kehitys

3.4 Yhteenveto

Suklaa on jokaiselle tuttu, arkipäiväinen elintarviketeollisuuden valmistama herkku, jonka ominaisuuksiin kemia liittyy ratkaisevalla tavalla. Suklaan kemian avulla voidaan luoda linkki oppilaan arjen ja kemian opetussisältöjen välille. Tämä on yksi keskeisistä eheyttävän opetuksen periaatteista ja mainittu myös lukio-opetuksen tavoitteissa. Lähtökohta opetuksessa tulee olla oppilaan tasolla ja arjesta tutussa suklaassa, josta syvennyttään suklaan kemiaan huomioiden kemian tiedon tasot. Opetuksen merkityksellisyyden on todettu lisäävän oppilaiden mielenkiintoa oppiainetta kohtaan.

Suklaa toimii hyvänä kontekstina erityisesti orgaanisen kemian opetussisältöjen käsittelyyn. Suklaa sisältää satoja kemiallisia yhdisteitä, joiden kautta voidaan tutustua erilaisiin orgaanisiin yhdistetyyppeihin ja näiden ominaisuuksiin. Myös orgaanisia reaktioita voidaan käsitellä suklaan valmistuksen kautta ja kemian peruskäsitteitä kuten erilaiset seostyyppit tai liukeneminen ja olomuodon muutokset.

Toinen eheyttävän opetuksen periaate on oppiaineiden välinen yhteistyö ja oppiaineiden rajat ylittävien kontekstien käsittely. Tämä tulee huomioida käytettäessä suklaata kontekstina. Suklaan kemian lisäksi on tarjottava materiaalia ja kytköskohtia muihin oppiaineisiin. Tällaisia aiheita ovat esimerkiksi suklaan historia, kaakaoviljelykasvina ja kaakaovyöhykkeen maantiede.

Opetuksen mielekkyys oppilaannäkökulmasta parantaa oppimistuloksia. Mielekäs opetus on kiinnostusta herättävää sekä oppilaan elämän kannalta merkityksellistä. Suklaan kemian kiinnostavuudesta ei ole näyttöä, mutta yleisesti ruokaan liittyvän kemian on todettu olevan keskimäärin tyttöjä eniten kiinnostava kemian opetussisältö. Siten suklaakonteksti saattaa lisätä kiinnostusta kemiaan. Opetuksen mielekkyyttä lisää monipuolinen materiaali sekä monipuolisten työtapojen käyttö opetuksessa, joiden avulla opetusta voi yksilöidä. Tieto- ja

viestintätekniikan käytön on todettu olevan kiinnostusta lisäävä ja eheyttävään opetukseen sopiva. Muita eheyttävään opetukseen sopivia työtapoja ovat muun muassa tutkimuksellinen kokeellisuus, erilaiset projektit, käsitekartat, ryhmätyöt, tuutorointi sekä portfolioit. Portfoliotyöskentely tukee myös eheyttävää ja konstruktivistista oppilaan arviointia, jossa keskitytään mittaamaan oppilaan kokonaisvaltaista asioiden ymmärtämistä sekä yhteyksien havainnointikykyä ja kannustamaan oppilasta oppimiseen

Verkko-opetusmateriaalia laatiessa tulee hyödyntää verkon mahdollisuuksia. Vain tietoa tarjoava verkko-opetusmateriaali ei tuo opetukseen lisähyötyä. Verkkomateriaalissa käsiteltävää asiaa tulee esittää monipuolisesti eri medioita hyödyntämällä ja linkittämällä materiaali muualla verkossa oleviin aiheen käsittelyn kannalta oleellisiin sisältöihin. Jotta vältetään tietoähky tulee linkittää vain oleellisia sisältöjä ja karsia ylimääräisten lisätietojen antaminen. Opettajan tehtävänä on tukea oppilaita verkko-opetusmateriaalin käytössä ja ohjata oppilaita arvioimaan ja käyttämään tietolähteitä monipuolisesti.

Verkko-opetus sisältyy myös lukion opetussuunnitelman tavoitteisiin. Lisäksi verkko on osa jokapäiväistä elämää ja sen sujuva ja monipuolinen käyttö osana opetusta linkittää opetuksen paremmin käytännön tarpeisiin. Verkko-opetusmateriaalin käytössä haasteellista on oppimisprosessin tukeminen, sillä käyttö ei rajoitu vain oppitunnille.

Eheyttävä opetus on noussut keskeiseksi opetustavaksi lähinnä pienten lapsien opetuksessa. Lukio-opetuksesta puuttuvat eheyttävän opetuksen käytänteet. Suurimpia haasteita eheyttävän opetuksen käytössä lukio-opetuksessa ovat opetuksen oppiaineiden ja kurssimuotoinen opetus sekä materiaalin puute.

4. Empiirinen ongelma-analyysi 1

Tarveanalyysi (Haatainen & Laamanen, 2013) suoritettiin kemian lukion ensimmäisen kurssin oppikirjoista. Tarkastelun kohteeksi valittiin oppikirjat siitä syystä, että ne ovat eniten hyödynnetty opetusmateriaali ja siten opetuksen keskiössä Suomessa (Uusikylä & Atjonen, 2000). Oppikirjat lukeutuvat tietokirjallisuuteen, jonka sisällön on laatinut asiantuntijat vallitsevan opetussuunnitelman pohjalta. Niiden tarkoitus on tuoda esille nykyisiin tieteellisiin teorioihin perustuvaa keskeistä tietoa oppilaiden tietotaso huomioiden (Ahtineva, 2000 s. 35). Rajaus lukion ensimmäisen kurssin oppikirjoihin tehtiin siksi, että se on ainoa kaikille lukiolaisille pakollinen kemian kurssi. Näin ollen kurssin sisältö koostuu niistä yleissivistävistä kaikille jokapäiväisen elämän ja tulevaisuuden kannalta tärkeiksi pidetyistä kemian tiedoista. Lisäksi kurssi keskittyy orgaaniseen kemiaan, johon suklaa kontekstina soveltuu parhaiten.

Alkuperäinen tutkimuksen lähtökohta oli tarkastella kuinka suklaa-aihetta hyödynnetään oppikirjoissa, mutta alustavan materiaalin tutkimisen yhteydessä kävi ilmi, ettei suklaa esiintynyt kirjoissa ollenkaan yhtä valokuvaa lukuunottamatta. Siten tarkastelu laajennettiin ruoka-aineisiin ja ruuanvalmistuksen kemian esiintymiseen oppikirjoissa. Ruoka-aineiden ja ruuanvalmistuksen kemia voisi toimia orgaanisen kemian opetussisältöjen laajempänä aihekokonaisuutena, johon kaikki käytetyt kontekstit, myös suklaa, linkittyisivät muodostaen laajan ja eheän tietoverkoston eheyttävän opetuksen mukaisesti. Ruoka-aineiden kemian on todettu Suomessa tehdyn tutkimuksen (Lavonen et al., 2005) mukaan olevan erityisesti tyttöjä kiinnostava kemian opetusaihe.

4.1 Oppikirja-analyysi

Oppikirja-analyysi suoritettiin Tuomen (2013) määrittelemän teoriaohjaavan sisällönanalyysin mukaisesti. Tavoitteena oli saada selville miten paljon, missä yhteyksissä ja millä tavalla ruoka-aineiden ja ruuanvalmistuksen kemiasta puhutaan. Lukion oppikirjoista on aiemmin tehty vastaavatyypinen sisällönanalyysi (Ahvenniemi, 2009), jossa tutkittiin kuinka paljon ja missä yhteyksissä ruuanvalmistuksen kemiasta puhutaan. Vertailtavuuden mahdollistamiseksi tämän analyysin luokittelussa käytettiin soveltuvin osin Ahvenniemen (2009) laatimaa luokittelua.

Analyysin kohteena ovat yleisimmin käytössä olevat lukion kemian 1. kurssin oppikirjat. Mikäli kirjasarjasta oli ilmestynyt uusimman opetussuunnitelman aikana uudistettu painos analysoitiin sekä vanha että uudistettu painos. Ensimmäisenä oppikirjat luettiin läpi, jonka jälkeen aineisto jaettiin mainintojen sijainnin perusteella Ahvenniemen luokittelun mukaisiin luokkiin: leipäteksti, kuva, kuvateksti, inforuutu, tehtävät ja laboratoriotyöt. Lisäksi määriteltiin missä asiayhteyksissä maininnat olivat. Nämä asiayhteydet, kuten aineiden luokittelu, ainemäärä sekä rasvat, nousivat maininnoista eikä niitä ollut etukäteen määritelty. Oppikirjoista laskettiin myös ruokakuvat.

Seuraavaksi mainintojen sisältöjä vertailtiin ja luokiteltiin eri tasoihin. Luokittelun pohjana on Johnstone (2000) kemian tiedon kolme tasoa. Nämä luokat ovat:

1. Maininta, joka liittyy ruokaan ja kemiaan
2. Maininta, joka edellisen lisäksi linkittää kemian tietotasoa toisiinsa
3. Kokonaisvaltainen selvitys, jossa kemian kolme tasoa on linkitetty

Lopuksi kasattua aineistosta analysoitiin sitä, onko kirjasarjojen välillä löydettävissä selkeitä eroja sekä sitä löytyykö yksittäisen kirjasarjan eri painosten välillä eroja. Koonti analysoiduista oppikirjoista (liite 1) sekä oppikirjoista löydettyistä maininnoista (liite 2) löytyvät tutkimuksen liitteistä.

4.2 Tulokset

Taulukossa 7 on ruoka-aine maininnat jaoteltuna sen mukaan, missä asiayhteydessä ne esiintyvät. Mainintoja oli yhteensä 83 kappaletta. Verrattaessa Ahvenniemen (2009) analyysiin löytyi tämän tutkimuksen yhteydessä selkeästi enemmän mainintoja kaikista kirjoista, joita molemmissa tutkimuksissa oli tutkittu. Suurin selittävä tekijä tälle erolle lienee ruoka-aineiden ja ruuanvalmistuksen kemian määritelmien raja. Ahvenniemi ei pyrkinyt määrittelemään, miten ruuasta puhutaan, mitä tässä työssä on tehty kemian tiedon tasoihin pohjaavan luokittelun avulla. Lisäksi Ahvenniemen mainintojen tuli käsitellä ruuanvalmistuksen kemian ja näin ollen analyysistä puuttuvat kauttaaltaan tämän tutkimuksen luokkien 1 ja 2 maininnat.

Selkeästi eniten mainintoja oli leipätekstissä 27/83, mikä ei ole yllättävää, sillä oppikirjojen sisällöstä leipätekstin osuus on suuri. Tämän jälkeen eniten mainintoja löytyy tehtävistä 21/83 ja kuvatekstistä 20/83. Jos yksittäiset maininnat sisältävät kategoriat jätetään huomiotta on vähiten mainintoja laboratoriotöhtävissä.

Taulukko 7: ruoka-aiheisten mainintojen esiintyminen oppikirjoittain

kirjat	Inforuutu	kuvateksti	Laboratorio -tehtävä	leipäteksti	Leipäteksti + kuvateksti	Taulukko	tehtävä	yht
A1	1	4	1	8			2	16
A2	1	5	1	7			2	16
B1	2	3		2			4	11
B2	1	3		2			5	11
C1	2	2	2	1	1	1	2	11
D1	1	3	1	7			6	18
yhteensä	8	20	5	27	1	1	21	83

Ruoka-aineiden kemiaa käsitellään yhteensä 15 eri kemian aihealueen yhteydessä hyvin hajanaisesti eri kirjoissa eikä kirjasarjojen eri painosten välillä ole löydettävissä merkittäviä eroja. Usein eri painoksissa on käytetty samoja esimerkkejä, mikä oli odotettavaa, sillä kyse on uudistetusta kirjanpainoksesta eikä täysin uudelleenkirjoitetusta kirjasta. Kaikki maininnat kemian käsitteiden yhteydessä on luokiteltu taulukkoon 8.

Taulukossa 9 on esitetty mainintojen jakautuminen eri kirjasarjojen välille luokittelutasojen mukaisesti. Maininnat jakautuivat epätasaisesti kirjasarjojen välillä. Kirjassa D1 on eniten mainintoja, yhteensä 18 kappaletta, lisäksi nämä ovat tasaisemmin jakautuneet eri tasojen välillä kuin muissa tutkituissa kirjoissa. Vähiten mainintoja on C1, B1 ja B2 -kirjoissa, kaikissa 11 kappaletta.

Taulukko 8: ruoka-aineiden kemiaan liittyvät maininnat kemian käsitteiden yhteydessä

kemian aihe	kirjat						
	A1	A2	B1	B2	C1	D1	yhteensä
aineiden luokittelu	6	4	1	2	2	7	22
ainemäärä			2	2			4
Erotusmenetelmät			2	1	1		4
hiilihydraatit					4		4
hiilivedyt		1			2		3
Kemiallinen reaktio.				2			2
kemialliset sidokset			2	1		1	4
mitä kemia on		1					1
olomuodon muutos						1	1
org.yhd reaktiot	1	2	4	1		5	13
orgaaniset happiyhdisteet	6	5				2	13
Orgaaniset typpiyhdisteet	2	2		1	1	1	7
Orgaanisten aineiden reaktioita.				1			1
rasvat	1	1				1	3
kokeellisuus					1		1
yhteensä	16	16	11	11	11	18	83

Taulukko 9: Ruoka-ainemaininnat luokittelutasojen mukaisesti

kirjat	1 luokka	2 luokka	3 luokka	yhteensä
A1	11	2	3	16
A2	11	2	3	16
B1	5	5	1	11
B2	6	4	1	11
C1	6	4	1	11
D1	9	6	3	18
yhteensä	48	23	12	83

Maininnat jakautuivat tasojen mukaan niin, että selkeästi eniten on 1. luokan mainintoja, joita on 48 kappaletta eli yli puolet kaikista maininnoista. Jokaisessa kirjasarjassa tämän luokan mainintoja on ainakin noin puolet maininnoista. Erityisesti A –kirjan molemmat

painokset (A1 ja A2) painottivat tämän tason mainintoja. Jokaisessa kirjassa on kaikkien luokkien mainintoja, mutta syvällisiä kemian tiedon tasoja ja ruuan ja ruuanlaiton kontekstia linkittäviä luokan 3 mainintoja on vain yksi tai korkeintaan kolme per kirja.

4.2 Oppikirja-analyysin yhteenveto

Yleisesti voidaan sanoa, että tutkituissa kirjoissa ruoka ja ruuanlaitto tuotiin esille monessa kohdin, tosin hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen yhteydessä yllättävän vähän. Toisaalta ruoka tuotiin eniten esille vain irrallisena lisänä, tuttuna esimerkkiaineena, johon käsiteltävä kemian käsite sopii. Linkitys kemian tiedon tasoihin puuttuu tai on hyvin vähäistä. Uudistettujen kirjojen ja vanhan painoksen välillä oli muutoksia, mutta mitään yhtenevää tai yleistettävissä olevaa tulosta muutoksista ei voida tämän tutkimuksen myötä muodostaa. Analyysin perusteella kirjasarjan eri painosten väliset erot olivat huomattavasti pienemmät kuin eri kirjasarjojen väliset erot. Erot kirjasarjojen välillä olivat niin suuret, ettei näitä tuloksia voida yleistää.

Ruoka-aineiden kemian mahdollisuuksia ei ole oppikirjoissa hyödynnetty eheinä opetuksen konteksteina tai kemian tiedon tasot huomioiden. Ruoka-aiheisia kuvia ja mainintoja oli monia, mutta irrallisina ja pinnallisina faktoina. Oppimateriaaleissa tulisi painottaa enemmän luokan 3 molekyyli gastronomian mainintoja tukeakseen oppimista paremmin. Lisäksi ruoka-aineisiin pohjaavien laboratoriotöiden lisääminen tukisi eheyttävään opetukseen soveltuvaa kokeellista kemian työskentelyä. Nämä tulokset vastaavat ruoka-aine mainintojen määrää lukuunottamatta hyvin Ahvenniemen (2009) tuloksiin, joissa todetaan että ruoka-aineita voisi tuoda esille enemmän erityisesti kokeellisina töinä.

Suklaata ei oppikirjoissa käsitelty, vaikka se teoreettisen ongelma-analyysin perusteella sopisi eheyttäväksi ja arkeen kytköksissä olevaksi kontekstiksi juuri lukion ensimmäisen kurssin orgaanisiin sisältöihin. Puhtaasti oppikirjoihin pohjautuva opetus ei tue eheyttävää opetusta, sillä tieto on kirjoissa käsitelty lähinnä kemian kieltä hyödyntäen tuomalla esiin keskeinen opetussisältö ja hyödyntäen arjen konteksteja vain osittain ja irrallisina asiayhteyksinä, jotka eivät keskenään luo yhtenäistä aihekokonaisuutta. Tätä taustaa vasten lukio-opetukseen suunnitellulla suklaa-aiheisella opetusmateriaalilla voidaan vastata eheyttävän kemian opetuksen tarpeisiin.

5. Kehittämisprosessi

Kehitetty suklaa-aiheinen verkko-opetussivusto eheyttävän kemian opetuksen tukemiseen luotiin teoreettisesta ja empiirisestä ongelma-analyysistä nousseiden tarpeiden pohjalta. Tässä luvussa esitellään sivuston suunnitteluvaiheessa asetetut tavoitteet sekä keskeisimmät päätökset näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Luvussa 5.1 kuvataan kehitysprosessia kemian opetussisällön kannalta. Luvussa 5.2 kehitysprosessi kuvataan eheyttävän opetuksen tukemisen kannalta ja luvussa 5.3 hyvän verkko-opetusmateriaalin luonnin kannalta.

5.1 Kemian opetussisältö

Kontekstuaalisen opetuksen mukaisesti kemian opetussisältöjä tuotiin esille arkeen kytköksissä olevissa suklaakonteksteissa, joiksi rajattiin luvussa 3.1 käsitellyt suklaan kemian sisällöt: suklaa aineena ja sen koostumus, suklaan raaka-aineet ja suklaan valmistus. Näin ollen materiaali rajautui orgaanisen kemian käsittelyyn. Jokaisen kemiaan liittyvän aiheen käsittelyssä pyrittiin huomioimaan Tabotin (2013) mukaiset kemian tiedon tasot laajentamalla arjen suklaakäsittettä kemian symboliikan ja kielen avulla esitetyille makro- ja submikrotasolle muun muassa suklaan sisältämiä molekyylejä mallintamalla ja suklaan valmistuksen yhteydessä tapahtuvia reaktioita kuvaamalla.

Konstruktivistiset näkökulmat opetukseen ja oppimiseen korostavat oppimisen sidonnaisuutta oppilaiden aktiivisuuteen. Täten yksittäisten opetusmateriaalien suunnittelussa haluttiin kehittää kemian opettajien käyttöön oppilaille suunnattuja aktiviteetteja. Empiirisen ongelma-analyysin perusteella etenkin laboratoriotöille on tarvetta, joten näihin keskityttiin. Kemian opetusta palvelee mahdollisimman monipuolinen materiaali, joten näiden koulussa tunnilla tehtävien laboratoriotöiden lisäksi materiaaliin päätettiin kehittää oppilaiden kemian osaamista mittaavia orgaanisen kemian tehtäviä sekä tutkimuksellisia kotitehtäviä.

Kokeellisten laboratoriotöiden valinnassa pyrittiin löytämään lukio-opetukseen niin teknisesti kuin sisällöllisesti soveltuvia töitä, joista laadittiin erikseen ohje oppilaalle sekä opettajalle. Oppilaan ohje sisältää varsinaisen työohjeen sekä työhön liittyviä kysymyksiä,

joilla työn voi linkittää osaksi laajempaa suklaakontekstia sekä syventää ymmärrystä käsiteltävästä kemian käsitteestä. Opettajan ohjeen tarkoitus on antaa opettajille lisämateriaalia oppilaiden työnteon ja oppimisen tukemiseen ja ohjaamiseen. Opettajan ohjeen lisämateriaalissa on työnaihetta linkitetty niin opetettavaan kemian käsitteeseen kuin suklaakontekstiin laajemmin.

5.2 Eheyttävän opetuksen tukeminen

Eheyttävän opetuksen ytimessä on opetusaiheen monipuolinen käsittely kontekstissa sekä linkitys oppilaan arkeen. Täten sivusto rakennettiin niin, että se sisältää varsinaisten kemian opetusmateriaalien sekä suklaan kemian lisäksi yleistä tietoa suklaasta muun muassa suklaasta ravintoaineena, kaakaon viljelystä, suklaan tuotannosta ja historiasta sekä suklaateollisuudesta. Kaikissa luoduissa opetusmateriaaleissa oli tavoitteena yhdistää näitä suklaaseen liittyviä eheyttäviä näkökulmia varsinaiseen kemian opetussisältöön.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksen mukaan kemian opettajista vajaa viidennes ei tee yhteistyötä muiden oppiaineiden kanssa ollenkaan. Lisäksi yhteistyötä tehdään enimmäkseen biologian kanssa ja 13-15 % opettajista myös fysiikan tai kotitalouden kanssa. Horisontaalisen eheyttämisen tukemiseen laadittiin opettajille esimerkki suklaa-aiheen käyttömahdollisuuksista portfoliotyöskeltely, joka mahdollistaa oppiaineiden välisen yhteistyön ja jonka arvionti on konstruktivistisen oppimisnäkökulman mukaista. Tällaisia arviointikäytänteitä tarvitaan teoreettisen ongelma-analyysin perusteella lisää kouluopetukseen. Lisäksi lukiolain mukaan (Lukiolaki 629/1998, 17§) oppilaan arvioinnilla pyritään kannustamaan opiskelua sekä kehittämään oppilaan itsearviointia. Portfoliotyöskentelyssä itsearviointi on keskeinen osa arviointia, sillä oppilas itse osallistuu omaan arviointiinsa muun muassa päättämällä mitä töitään antaa arvioitavaksi.

5.3 Verkko-opetusmateriaali

Verkkomateriaalin alustaa valittaessa kiinnitettiin huomiota sen muokattavuuteen, vuorovaikutuksellisuuteen ja helppokäyttöisyyteen. Alustan haluttiin olevan sellainen, että jokaisella opettajalla on mahdollisuus niin halutessaan luoda oma vastaava opetusmateriaalipohja, jolloin alustan tuli olla ilmainen ja julkisesti saatavilla verkossa.

Alustaksi valikoitui blogisivusto. Verkosta löytyy useita ilmaisia blogialustoja, kuten Wordpress, Blokker ja Vuodatus. Materiaali päätettiin julkaista Wordpress-blogina, jossa on suomenkielinen käyttöliittymä ja jonka käyttöön on saatavilla kattavasti ohjeistusta niin suomen- kuin englanninkielellä. Blogin ulkonäön voi valita useista kymmenistä pohjista, joita voi helposti muokata edelleen, mikä edesauttaa selkeän ja tarkoituksenmukaisen kokonaisuuden luomista. Huono puoli ilmaisblogeissa on niihin mahdollisesti ilmestyvät mainokset. Wordpress-blogissa nämä saa halutessaan pois vuotuisella maksulla. Vuosimaksu mahdollistaa myös laajemmat ulkoasun muokausvaihtoehdot. Lisäksi blogiin kirjoitettuja artikkeleita voi kommentoida ja blogiin on mahdollista lisätä oma sivu kysymyksille ja vastauksille. Näiden avulla mahdollistetaan interaktiivinen vuorovaikutus niin sivuston luojaan, materiaalin kuin sen käyttäjien välille. Tässä blogin käyttöönottovaiheessa ei koettu tarkoituksenmukaiseksi luoda erillistä sivua kysymyksille ja vastauksille.

Hyvä verkkosivusto on helppokäyttöinen, johon pyrittiin luomalla sivustolle selkeä rakenne. Wordpress alustaksi valittiin Suits-niminen teema, jonka esittelysivun toimivuutta tutkimuksen tekijä testasi tietokoneen näytön lisäksi yhden laitevalmistajan tabletissa ja älypuhelimessa. Sivuston rakennetta selkeytettiin jakamalla se viiteen eri osaan, joista ensimmäinen on sivuston etusivu ja kolme muuta sivua käsittelevät suklaata eri näkökulmista. Viimeinen osa on varsinainen blogi, johon opetusmateriaali kirjoitettiin blogiartikkeleina. Sivustolla liikkumista helpottamaan laadittiin sivuihin perustuva navigointivalikko sekä sivukartta.

Hyvän verkko-opetussivuston ei tule olla oppikirjan toisinto, vaan sille on tarkoituksenmukaista hyödyntää verkon ominaisuuksia ja mahdollistaa yksilölliset oppimispolut. Osa tätä on multimedian monipuolinen käyttö sekä linkitys muihin aiheita käsitteleviin sivustoihin. Tässä haasteena on verkossa esillä olevien kuvien, videoiden ja muiden materiaalien tekijänoikeudet. Suurimmaksi osaksi tutkimuksen tekijä hyödynsi itse ottamiaan kuvia tai loi molekyylimalleja Jmol ohjelmalla sekä Edumolin molekyylimallinnusohjelmalla. Mikäli päädyttiin käyttämään verkossa valmiiksi olevaa kuvamateriaalia varmistettiin materiaalin käyttöoikeudet. Verkosta etsittiin myös opetusmateriaaleihin sopivia lisämateriaaleja muun muassa Opetus.tv-sivustolta sekä Coloradon Boulder yliopiston ylläpitämältä PhET Interactive Simulation –sivustolta. Näihin ja muihin multimedia materiaaleihin tai yksittäistä kuvaa laajempiin

materiaalikonaisuuksiin luotiin linkitys siten, että linkin käyttäjä havaitsee siirtyvänsä toiselle verkkosivustolle. Linkin yhteyteen kirjoitettiin aina kuvaus siitä mitä linkin takaa löytyy ja kenen verkkosivustosta on kyse. Lisäksi linkit laitettiin aukenemaan erilliseen ikkunaan.

5.4 Yhteenveto

Taulukossa 10 on koottu yhteen kehittämisprosessin tavoitteet sekä keskeisimmät päätökset tavoitteiden saavuttamiseksi.

Taulukko 10: Kehittämistuotokselle asetetut tavoitteet ja tavoitteiden toteutustapa

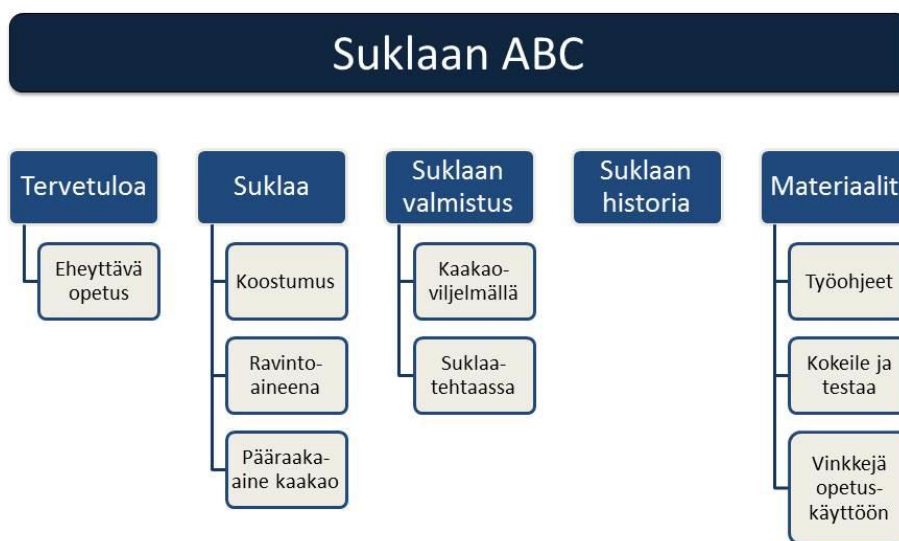
aihe	tavoite	toteutus
kemian opetussisältö	oppilaan aktivointi	laboratoriötöitä, kemian osaamista mittaavia tehtäviä ja kokeile kotona –tehtäviä
	makro-, submikro- ja symbolitasojen huomiointi	suklaan sisältämistä aineista tietoa makro ja submikrotasolla sekä arkikieltä että kemian kieltä ja symboliikkaa käyttäen
	oppilaan tason huomioiti	opetusmateriaalien suunnittelu lukion opetussuunnitelman perusteella
eheyttävän opetuksen tukeminen	vertikaalinen eheyty	suklaan kemian kontekstissa orgaanisen kemian opetusta
		huomioidaan kemian sisällön linkitys arkeen ja yhteiskuntaan
	horisontaalinen eheyty	mahdollistetaan monipuolisten työtapojen käyttö portfoliotyöskentely oppiaineiden välisenä yhteistyönä suklaasta tietoa monesta näkökulmasta: historia, koostumus, terveysvaikutukset, valmistus, teollisuus
verkko-opetusmateriaali	helppokäyttöinen ja muokattava alusta	Wordpress-blogisivusto, Suits-teema
	visuaalinen ja rakenteellinen selkeys	tieto-osiot omina sivuinaan ja jokainen opetusmateriaali omana artikkelinaan
		sivukartta
		navigointivalikko joka sivulle
	mahdollisuus edetä oman kiinnostuksen mukaisesti	linkitys eri osien välillä sekä muualta verkosta löytyvään aineistoon
	tekijän- ja käyttöoikeudet	tutkimuksen tekijän ottamia kuvia ja itse tekemiä molekyyli mallinnoksia
		muualta verkosta käytetty vain creative commons lisenssoituja materiaaleja tai vastaavilla lisensseillä käyttöön oikeutettuja materiaaleja
		linkityksissä selkeästi merkitty siirtyminen toiseen verkkosivustoon

6. Kehittämistuotos

Tässä luvussa käydään läpi kehitetty Suklaan ABC-niminen blogisivusto, joka on julkaistu osoitteessa <http://suklaankemiaa.wordpress.com/>. Luvussa 6.1 esitellään kehitetyn sivuston kaikki osiot lyhyesti ja tutkimuksen kannalta keskeisintä sisältöä opetusmateriaaleista. Luku 6.2 on varattu empiiriselle ongelma-analyysille sivustosta. Viimeiseksi luvussa 6.3 esitellään analyysin tulosten pohjalta sivuston jatkokehitystarpeet.

6.1 Suklaa-aiheinen verkkosivusto eheyttävään kemian opetukseen

Suklaan ABC-blogisivusto koostuu viidestä pääsivusta: Tervetuloa-etusivu, Suklaa, Suklaan valmistus, Suklaan historia sekä Materiaalit. Näiden pääsivujen alle on koottu aiheen mukaiset alasivut, jotka ovat nähtävissä kuvan 19 sivukartasta.



Kuva 19: Suklaan ABC-blogisivuston sivukartta

Sivuston etusivu on kuvassa 20. Etusivulla esitellään sivuston tarkoitus sekä opastetaan sivustolla liikkumiseen. Etusivun alle luotiin eheyttävää opetusta esittelevä alasivu, johon pääsee joko valikon kautta tai etusivun tekstin seassa olevan linkin kautta.



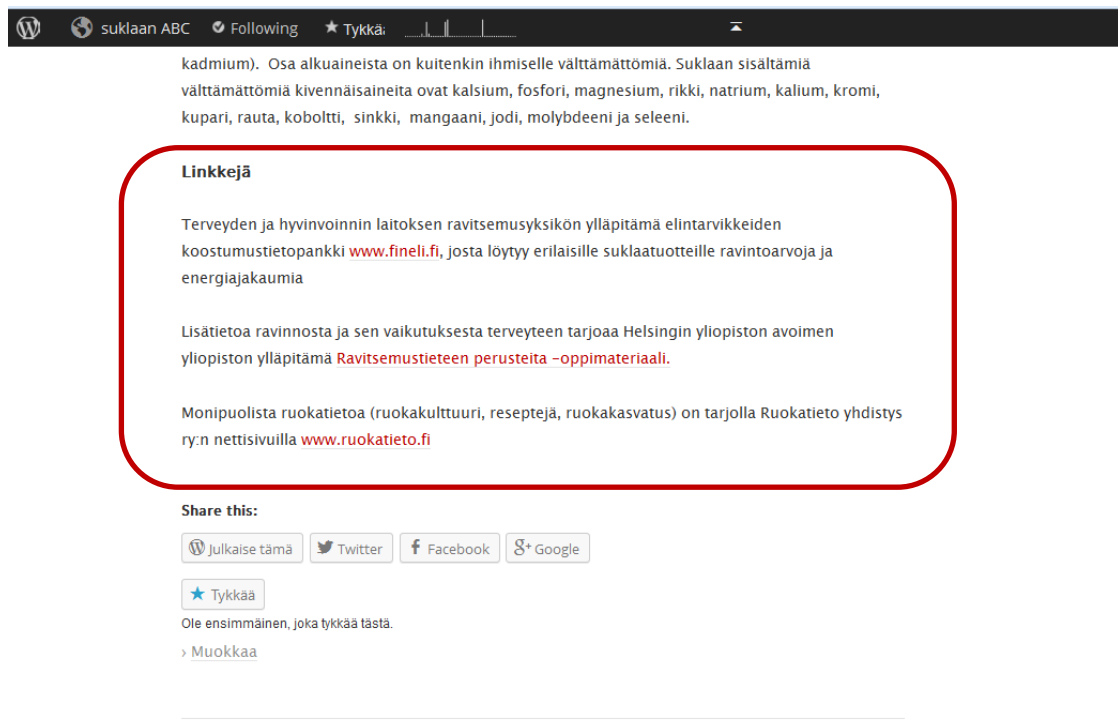
Kuva 20: Kuvakaappaus Suklaan ABC-blogisivuston etusivusta

Suklaatietoa on eheyttävän opetuksen mukaisesti käsitelty useasta näkökulmasta huomioiden mahdollisuus oppiaineiden väliseen yhteistyöhön ainakin historian, biologian ja maantiedon kanssa sekä linkittäen suklaan kemia arkeen ja yhteiskuntaan. Nämä suklaatiedot sijoitettiin kolmen erillisen pääsivun alle. Ensimmäinen pääsivu on Suklaa-sivu, jossa määritellään suklaa sekä tumma suklaa, maitosuklaa ja valkosuklaa. Sivun alalaitaan on koottu linkit kolmeen luotuun alasivuun:

- suklaan koostumus
- suklaa ravintoaineena
- suklaan pääraaka-aine kaakao

Suklaan koostumus sisältää tietoa suklaan rakenteesta, kemiallisesta koostumuksesta sekä tietoa suklaan sisältämistä kemiallisista yhdisteistä, joita on valittu tämän tutkimuksen lukujen 3.1.2, 3.1.3 ja 3.1.4 esittelemistä yhdisteistä. Suklaa ravintoaineena sisältää tietoa ravintoaineista sekä suklaan taulukon suklaan keskimääräisestä ravintosisällöstä per 100g suklaata. Ravintoainetieto pidettiin lyhyenä, koska ravintoaineista löytyy verkosta kattavia suomenkielisiä opetuskäyttöön soveltuvia sivustoja, joista oleellista sisältöä tämän sivun

kannalta sisältävät lisättiin linkeiksi Suklaa ravintoaineena -sivun alalaitaan (kuva 21). Linkitys tehtiin kaikkialla sivustolla vastaavasti sivujen alalaitaan. Linkityksiä Suklaan ABC-sivuston eri sivuille lisättiin myös tekstin sekaan sopivin kohdin, jotta mahdollistetaan yksilöllinen materiaalin käyttö oman kiinnostuksen mukaan. Esimerkiksi Suklaan pääraaka-aine kaakao -alasivulla käsitellään kaakaota kasvina sekä kaakaon koostumusta ja siten tekstin sekaan on lisätty aiheeseen liittyvä linkki muun muassa Kaakaoviljelmällä –sivulle.



Kuva 21: Kuvakaappaus Suklaan ABC-blogisivustolla käytetystä muun materiaalin linkitystavasta. Linkit sijaitsevat jokaisen sivun lopussa linkkiä selventävän tekstin kera.

Toinen suklaa-aihetta käsittelevä pääsivu on Suklaan valmistus, jossa on kaavio suklaanvalmistusprosessista (kts luku 3.1.3 kuva) sekä linkit alasivuille: Kaakaoviljelmällä ja Suklaatehtaassa. Alasivut käsittelevät suklaan valmistuksen kaakaon viljelystä valmiiseen suklaatuotteeseen asti luvuissa 3.1.2 ja 3.1.5 esitetyn mukaisesti. Kaakaoviljelmällä osiossa käsitellään kaakaon viljelyä, kaakaolajikkeita sekä kaakaopapujen tuotantoa. Lisäksi sivulla käsitellään kaakaopapujen fermentaatiota kemian kannalta tarkemmin. Lisämateriaaliksi lisättiin linkki FAO:n (1970) ohjekirjaan kaakaon viljelystä. Suklaatehtaassa alasivulla käsitellään kaakaopapujen prosessointi suklaamassaksi ja lopulta kiinteäksi suklaaksi. Kemian sisältöä on tuotu esille kertomalla maillardin reaktiosta, jossa syntyy suklaalle ominaiset maku- ja väriaineet.

Kolmas suklaata käsittelevä sivu esittelee lyhyesti suklaan historiaa ja sen kulttuurisia kytköksiä. Tämä lisättiin laajentamaan suklaanäkökulmaa eheyttävän opetuksen mukaisesti ja houkuttelemaan materiaalin pariin myös niitä oppilaita, joita kemia ei kiinnosta. Jos kiinnostus aiheesta syntyy voi oppilas kiinnostua myös lukemaan kemian sisältöjä.

Sivuston viimeinen pääsivu on blogi, johon varsinaiset kemian opetusmateriaalit on kirjoitettu yksittäisinä artikkeleina. Helpottamaan sopivien opetusmateriaalien löytämistä laadittiin opetusmateriaaleille oma valikko sivuston oikeaan reunaan (kuva 22).



Kuva 22: Kuvakaappaus Suklaan ABC-blogisivustolta. Korostettuna joka sivulla näkyvä oikeassa laidassa sijaitseva opetusmateriaalien valikko.

Opetusmateriaalit jaettiin blogin alle kolmeen osioon: Kokeelliset työt, Kokeile ja testaa sekä Vinkkejä opetuskäyttöön. Vinkkejä opetuskäyttöön sisältää opettajille laaditut ohjeistukset liittyen kokeellisiin töihin sekä materiaalin käyttämiseen eheyttävässä opetuksessa. Kokeelliset työt sisältävät ohjeet laboratoriotöihin, joita opettajat voivat hyödyntää tuntiopetuksessa. Kokeile ja testaa sisältää oppilaille suunnattuja tutkimuksellisia töitä ja tehtäviä orgaaniseen kemiaan.

6.1.1 Suklaa-aiheiset kokeelliset työt kemian opetukseen

6.1.1.1 Tutki kaakaojauheen liukoisuutta

Tässä kokeellisessa työssä tutkitaan kiinteän aineen liukoisuutta veteen suklaakontekstissa. Tarkoitus on saada oppilaat ymmärtämään paremmin liukoisuutta sekä siihen vaikuttavia tekijöitä ja pohtimaan arkista kaakaojuomaa kemiallisena liuoksena ja samalla havaitsemaan kemian kytkökset arkeen. Työohje on muokattu Ginger Tannenbaumin (2002) englanninkielisestä materiaalista. Oppilaan työohje on liitteenä (liite 3). Työn voi toteuttaa lukion 1. kemian kurssilla käsiteltäessä aineiden luokittelua sekä erotusmenetelmiä, 5. kemian kurssilla puhuttaessa liukoisuudesta tai kemian työkurssilla esimerkiksi osana laajempaa suklaa-aiheista tutkimusta.

Työssä oppilaat tutkivat pienryhmissä eri suolojen ja kaakaojauheen liukoisuutta sekä liuottimen lämpötilan vaikutusta liukoisuuteen. Työ koostuu useista vaiheista ja vaatii harjaantumista kokeelliseen työskentelyyn. Pienryhmien tulokset kerätään kokeen päätteeksi yhteiseen tulostaulukkoon, josta voidaan keskustella koko luokan kanssa ohjeeseen liitettyjen pohdintakysymysten avulla. Ohjeessa on tutkimussuoloina valittu ruokasuola (NaCl) sekä kaliumkloridi (KCl), jonka liukoisuus on selkeästi riippuvainen lämpötilasta, toisin kuin ruokasuolan. Kaakaojauhe on lähestulkoon veteen liukenematon, mikä Tannenbaumin (2002) on ristiriidassa oppilaiden arkikäsityksen mukaan.

Opettajan ohjeessa on kokeellisen työn lyhyen kuvauksen lisäksi tuotu esille soveltuvia opetusyhteyksiä, selitetty liukoisuuden kemiaa, annettu tietoa kaakaojauheen liukoisuuteen liittyen ja annettu aiheeseen soveltuvia linkkejä niin Suklaan ABC-sivuston sisältä, esimerkiksi kaakaojuoman resepti sekä sivuston ulkopuolelta, muun muassa Opetus.tv:n liukoisuutta käsittelevään videoon <http://opetus.tv/kemia/ke1/liukoisuus/> sekä opetuskäyttöön tarkoitettuun simulaatioon suolojen liukoisuudesta <https://phet.colorado.edu/fi/simulation/soluble-salts>.

6.1.1.2 Kaakaovoin sulamistutkimus

Tässä työssä tutkitaan polymorfisen kaakaovoin sulamista. Ohje on muokattu Ginger Tannenbaumin (2002) englanninkielisen materiaalin pohjalta. Oppilaan ohje on liitteenä

(liite 4). Työssä kontrolloidaan kaakaovoin sulamista ja uudelleenkiteytymistä kahden lämpötilaohjelman avulla ja tutkia missä lämpötilassa ja miten kaakaovo kiteytyy. Tuloksista laaditaan molemmille osille jäähtymiskuvaajat, joita vertaillaan keskenään. Vertailun vuoksi tutkimus suoritetaan myös steariinihapon kanssa, jonka sulamispisteen puhtaana aineena tulisi näkyä selkeänä tasona jäähtymiskuvaajassa. Tavoitteena on toisaalta havainnollistaa puhtaan aineen ja luonnollisen aineen välistä eroa ja toisaalta lisätä ymmärrystä rasvoista orgaanisina aineina ja harjaannuttaa kokeellisuuteen. Työ soveltuu lukion kemian 1. kurssille käsiteltäessä rasvoja sekä lukion työkurssille.

Opettajan ohjeissa tuodaan työn kuvauksen lisäksi esille työhön sopivat opetusyhteydet sekä kemiallista tietoa kaakaovoin koostumuksesta ja kiteytymisestä, luvun 3.1 sisällön mukaisesti. Opettajien ohjeissa on lisätty linkkejä aiheeseen sopivista suklaa sisällöistä Suklaan ABC-sivustolta, esimerkiksi suklaanvalmistus-sivu tai oppilaille kokeltavaksi tee itse suklaata ohje. Ulkoisista sivuista linkitettyä on Opetus.tv:n video rasvoista <http://opetus.tv/kemia/orgaaninen/rasvat/>

6.1.2 Materiaalia opetuksen eheyttämiseen

Verkkosivusto kokonaisuudessaan pyrittiin rakentamaan eheyttävää opetusta tukevaksi siten, että suklaatietoa annettiin sivuilla monesta näkökulmasta, arkeen ja yhteiskuntaan kytkien sekä useaan oppiaineeseen soveltuvasti. Tässä luvussa annetaan esimerkit siitä kuinka verkkosivuston materiaalia voi käyttää tukemaan sekä vertikaalista että horisontaalista eheyttävää opetusta.

6.1.2.1 Esimerkki vertikaalista eheyttämistä tukevasta kemian opetusmateriaalista

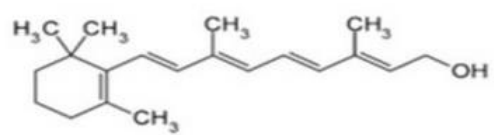
Orgaanisen kemian keskeistä sisältöä ovat erilaiset orgaaniset yhdisteet. Suklaa sisältää kaikkia orgaanisen kemian opetukseen kuuluvia orgaanisia yhdisteryhmiä. Eheyttävän opetuksen mukaisesti orgaanisia yhdisteitä opettaessa tulee lähteä oppilaille tutusta ja tämän suklaamateriaalin avulla se voisi tarkoittaa syventymistä suklaan koostumukseen. Oppilaat voivat aloittaa tutustumisen suklaan määritelmästä ja siitä, että suklaan pääraaka-aine on kaakao. Tämän materiaalin avulla he voivat tutustua aiheeseen omaa polkua pitkin linkkien avulla sekä itse määrättäen sekä tahdin että sen kuinka syvällisesti perehtyvät

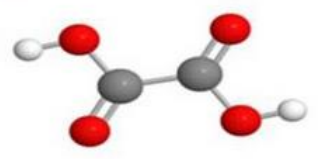
asiaan. Aiheesta voi edetä materiaalin parissa esimerkiksi suklaan valmistusprosessiin, jonka yhteydessä päästään käsiksi siihen miten suklaan maku kehittyy näiden orgaanisten yhdisteiden reaktioiden kautta ja miten tätä kemian tietoa hyödynnetään teollisessa suklaanvalmistusprosessissa.

Tuntiopetuksessa tulee käydä läpi orgaanisten yhdisteryhmien submikrotason rakenteet ja reaktiot kokonaisvaltaisemmin, sillä tämä suklaamateriaali ei kata orgaanisten yhdisteiden rakenteita ja reaktioita samalla laajuudella kuin kemian opetussisällöissä etenkin lukiossa vaaditaan. Osaamista kokoavana ja kertaavana tehtävänä voi hyödyntää Testaa ja kokeile – osioon luotuja (kuva 23 ja 24) tehtäviä orgaanisten yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen. Tehtävät on linkitetty muun muassa suklaan koostumuksesta kertovaan osioon, jonka alla on suklaan sisältämistä yhdisteistä tarkemmin kemiallista tietoa sekä tietoa niiden tehtävästä suklaassa sekä mahdollisista terveysvaikutuksista. Näin oppilaat voivat tehtäviä tehdessään hakea lisätietoa ja kerrata oppimaansa.

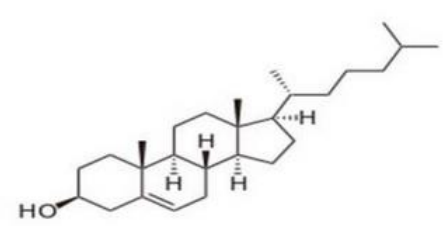
1. Yhdistä funktionaalinen yhdisteryhmä ja yhdisteen rakenne. HUOM! osan rakenteista voi liittää useampaan yhdisteryhmään.

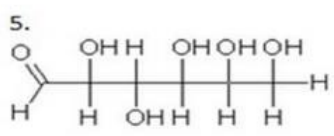
A. karboksyylihappo
B. ketoni tai aldehydi
C. alkoholi
D. amiini
E. aromaattinen

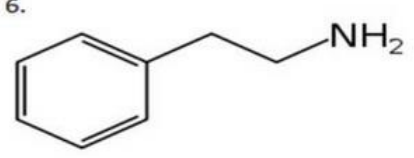
1. 

2. 

3. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$

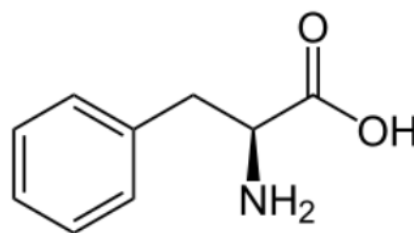
4. 

5. 

6. 

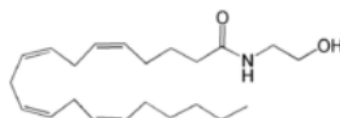
Kuva 23: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen, tehtävä 1

2. Mihin yhdisteryhmään alla oleva yhdiste kuuluu?



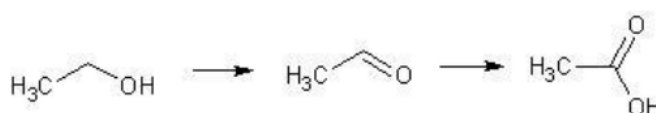
3. Suklaa sisältää anandamidi nimistä yhdistettä, joka on ihmisissä luonnollisesti aivoissa esiintyvä neurotransmittori eli hermosolujemme välittäjä-aine. Anandamidi on kannabinoidi, jolla on vaikutusta mielialaamme.

Mihin yhdisteryhmiin anandamidi voidaan rakenteensa puolesta luokitella?



4. Kaakaopapujen fermentoinnin yhteydessä tapahtuu alla oleva reaktiosarja.

1. Mikä reaktiotyyppi on kyseessä ja mitä se vaatii tapahtuakseen?
2. Nimeä aineet ja ilmoita niiden molekyylikaavat.



Kuva 24: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen, tehtävät 2-4

Lisäksi suklaa-aiheen voi linkittää rasvoja käsiteltäessä laboratoriotyöhön, jossa tutkitaan kaakaovoin sulamista sekä kotitehtäväksi oppilaille omatekoisen suklaan valmistus (liite 5), jossa suklaan rakennetta ja koostumusta pääsee itse säätämään.

6.1.2.2 Esimerkki horisontaalisesta eheyttämisestä

Portfolio työskentely ei ole uusi idea opetuksessa, mutta tässä portfolio ei toimi vain yhden oppiaineen osaamisen näyttönä vaan näyttönä siitä, kuinka kokonaisvaltainen on oppilaan ymmärrys käsiteltävästä ilmiöstä, joka tässä yhteydessä on suklaa. Portfolion sisältöä arvioitaisiin osana usean oppiaineen arvosanaa.

Koska kyseessä on usean oppiaineen yhteistyö on opettajien syytä yhdessä luoda raamit suklaaportfoliolle. Miten portfolio tehtävät pisteytetään ja arviointi toteutetaan ja millaisia näyttöjä opettajat oman aineensa kohdalla haluavat portfolion sisältävän. Oppilaan tulisi kuitenkin opettajien yhteistyössä luomien raamien sisällä saada valita itse omista lähtökohdistaan se, miten ja mistä suklaa-aiheesta haluaa tehdä töitä. Lisäksi oppilaan oman

valinnan pitäisi vaikuttaa myös siihen minkä oppiaineen osaamisnäytöksi työt haluaa esittää, sillä moni työ voi soveltua useampaan aineeseen. Esimerkiksi essee suklaan historiaan liittyvästä kemiasta voidaan arvioida historiallisen tai kemiallisen sisällön syvyyden perusteella. Opettajat voivat oppilaiden kanssa sopia myös näyttötöiden laajentamisesta, jolloin sama työ voi olla osa kahden aineen arviointia. Liitteessä 6 on oppiaineittain lajiteltu lista suklaaportfolioon soveltuvista esimerkkitehtävistä.

Kemian osalta portfolioon liitettävät työt voisivat olla esimerkiksi esseitä, videoituja esitelmiä, laskutehtäviä, käsitekarttoja, vastauksia ylioppilaskoe kysymyksiin, kokeellisia töitä tai jopa laajempia tutkimusprojekteja. Portfolion voi laatia myös verkkoportfoliona, josta opettajat voivat saada lisätietoa suklaaportfolio opetusvinkki artikkeliin lisätyn linkin kautta.

6.2 Empiirinen ongelma-analyysi 2

Kehittämistuotoksena tehdyn blogisivuston soveltuvuutta eheyttävän kemian opetuksen tukemiseen selvitettiin surveytutkimuksena. Tutkimusaineisto kerättiin kemian opettajille ja kemian opettajaksi opiskeleville suunnatulla e-lomakkeella. Tietoa on kerätty sekä avoimin kysymyksiin, joihin vastaaminen on ollut vapaaehtoista sekä strukturoitujen kysymysten avulla, joiden kohdalla on ollut pakko valita jokin annetuista vastausvaihtoehdoista. Tarkemmin lomakkeen laatiminen on kuvattu luvussa 6.2.1. Strukturoiduista kysymyksistä tulokseksi saatujen muuttujien arvot kuvattiin käyttämällä järjestysasteikolle soveltuvia tunnuslukuja moodi, mediaani sekä vaihteluväli (KvantiMOTV, 2010). Lisäksi laskettiin vastausten suhteellinen jakauma prosentteina. Avointen kysymysten vastauksille suoritettiin suppea sisällönanalyysi, jossa vastauksia luokiteltiin arvioinnin kohteena oleviin aihealueisiin. Keskeisimmät tulokset on kerätty lukuun 6.2.2.

Surveytutkimuksen lisäksi suoritettiin sisällönanalyysi blogisivustoon tulleille kommenteille. Osa kommenteista on tutkijan itsensä kirjottamia vastauksia toisten kommentteihin. Nämä tutkijan omat kommentit jätettiin analyysissä huomioimatta. Sisällönanalyysi suoritettiin luokittelemalla kommentit aihealueisiin vastaavasti kuin surveytutkimuksen avoimet kysymykset vertailtavuuden lisäämiseksi. Kommenttien

analyysia käsitellään luvussa 6.2.3. Empiirisen ongelma-analyysin johtopäätökset ovat luvussa 6.2.4.

6.2.1 Kyselylomakkeen laatiminen

Laadittu e-lomake on tämän tutkimuksen liitteenä (liite 7). Kyselylomakkeen laadinnassa huomioitiin yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston menetelmäopetuksen tietovaraston (KvantiMOTV,2010) mainitsemia hyvän kyselylomakkeen ominaisuuksia, joita ovat lomakkeen selkeys ja kohtuullinen pituus, helppotajuinen kysymyksenasettelu sekä rakenteen ja sisällön loogisuus. Näin ollen päädyttiin pääosin strukturoituun kyselyyn, jossa vastausvaihtoehdot ovat valmiiksi annettuna. Vastauksia selventämään ja syventämään laadittiin avoimia kysymyksiä, joihin vastaaminen oli kuitenkin vapaaehtoista.

Sisällöllisesti lomakkeen kysymykset jaettiin aihealueittain neljään osaan:

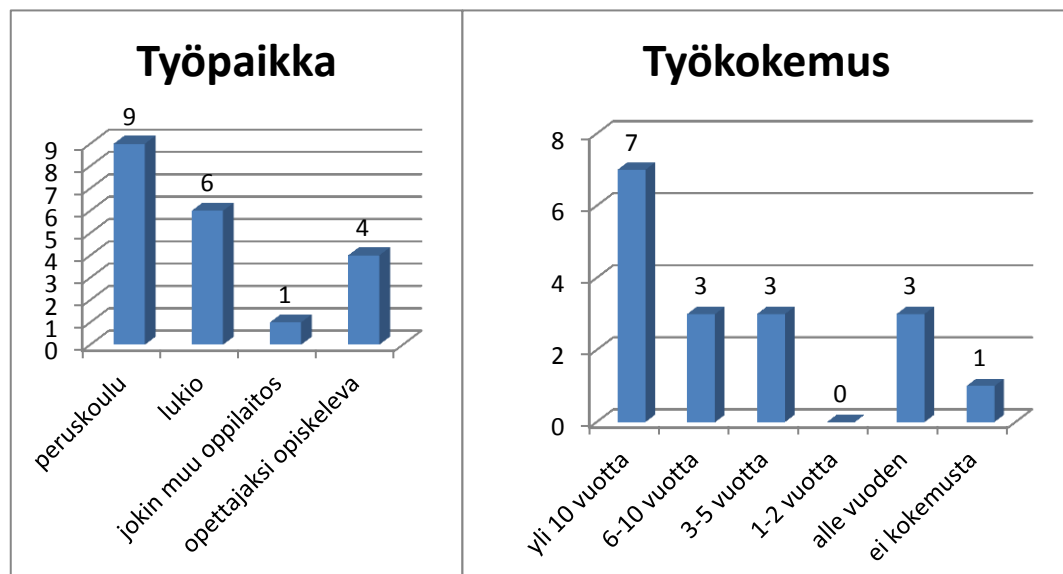
- I. Taustatiedot
- II. Verkkomateriaalin tekniset ja rakenteelliset ominaisuudet
- III. Suklaa-aihe eheyttävässä kemian opetuksessa
- IV. Suklaa-aiheinen verkkomateriaali eheyttävän kemian opetuksen tukena

Taustatiedoissa kysytään opettajien opetustaustaa sekä aiempaa suklaa-aiheen hyödyntämistä opetuksessa. Verkkomateriaalin tekniset ja rakenteelliset ominaisuudet – osassa arvioidaan verkkosivustoa tavoitteena olleiden (luku 5.3) hyvän verkkosivuston ominaisuuksien perusteella. Arvioitavia väitteitä olivat esimerkiksi ”löysin helposti etsimäni” sekä ”sivut ovat selkeitä ja helppolukuisia”. Arvio suoritettiin mittaamalla samanmielisyyttä Likert-asteikolla. Lomakkeen kolmas osa, Suklaa-aihe eheyttävässä kemian opetuksessa, mittaa järjestysasteikolla yksittäisten verkkosivuston sivujen ja opetusmateriaalien soveltuvuutta sekä eheyttävän opetuksen tukemiseen että kemian opetukseen. Viimeinen lomakkeen osio, Suklaa-aiheinen verkkomateriaali eheyttävän kemian opetuksen tukena, sisältää avoimet kysymykset verkkomateriaalin eduista ja puutteista, materiaalille soveltuvista opetusyhteyksistä sekä vapaan kommentointitilan.

Kyselyyn osallistumispyyntö lähetettiin 18.3.2014 Kemian opettajat –vertaisryhmä nimiselle facebook sivulle, joka on kemian opettajien ja opettajaksi valmistuvien suljettu 92-jäseninen ryhmä. Osallistumispyyntö kyselyyn sisälsi lyhyesti tietoa tutkimuksesta ja sen tarkoituksesta sekä linkit e-lomakkeeseen että arvioitavaan verkkosivustoon. Kyselyvastauksia tuli kaksi kappaletta reilun viikon sisällä pyynnön lähettämisestä. Uusi kyselyyn osallistumispyyntö lähetettiin 27.3.2014 sähköpostitse Helsingin yliopiston Kemian opetuksen keskuksen tiedotuslistalle sekä luma-aineenopettajien tiedotuslistalle. E-lomake oli vastattavissa 18.3.2014 – 7.4.2014 välisen ajan ja lopullinen vastausten määrä oli 17 kappaletta.

6.2.2 Surveytutkimustulokset

Kyselylomakkeeseen saatiin 17 vastausta kemian opettajalta tai opettajaksi opiskelevalta. Vastaajien sukupuolijakauma (n=17) on naisvaltainen: 14 naista ja 3 miestä. Vastaajista (n=20) 9 toimii opettajana peruskoulussa, 6 lukiossa, yksi ammatillisessa oppilaitoksessa ja 4 on opettajaksi opiskelevia. Kolme vastaajista toimii sekä peruskoulussa että lukiossa opettajana, mistä johtuu alkuperäisen näytteen koosta poikkeava vastausten määrä. Vastaajista noin 59 prosentilla on yli 5 vuoden työkokemus opettajana. Selkeästi eniten vastauksia (7/17) tuli yli 10 vuotta opettajana toimineilta opettajilta. Vastaajien työkokemusta ja työskentelypaikkaa on kuvattu pylväsdiagrammeihin kuvassa 25.



Kuva 25: Pylväsdiagrammiesitykset vastanneiden työpaikasta sekä työkokemuksesta opettajana

Suklaa-aihetta omassa opetuksessa oli kaikista vastanneista (n=18) hyödyntänyt neljä. Näistä kolme oli käyttänyt ainetta 1-2 kertaa ja yksi yli 5 kertaa. Yli 5 kertaa suklaa-aihetta käyttänyt opettaja työskenteli ammatillisessa oppilaitoksessa. Näytekoko tämän kysymyksen kohdalla on poikkeuksellinen siksi, että yhden opettajan vastauslomakkeessa oli valittuna sekä vaihtoehto ei kertaakaan että vaihtoehto 1-2 kertaa. Tämä poikkeava vastaus päätettiin luokitella molempiin luokkiin kuuluvaksi, sillä ei voida sanoa kumpaa opettaja on todella tarkoittanut. Opetusyhteydet, joissa suklaa-aihetta oli käsitelty olivat orgaaninen kemia, lukio kemian ensimmäisellä kurssilla rasvojen yhteydessä ja kemian tekniikan prosessinhallinnan yhteydessä.

6.2.2.1 Verkkomateriaalin tekniset ja rakenteelliset ominaisuudet –kvantitatiiviset tulokset

Verkkosivuston ominaisuuksia mitattiin Likert-asteikolla, jossa 1=täysin eri mieltä, 2= jokseenkin eri mieltä, 3= ei samaa eikä eri mieltä, 4= jokseenkin samaa mieltä ja 5= täysin samaa mieltä. Taulukkoon 11 on koottu kaikkien verkkosivuston ominaisuuksia arvioivien väitteiden osalta keskiluvut, vaihteluväli sekä vastauksien suhteelliset osuudet. Tulokset ovat kaikkien väitteiden osalta pitkälti samankaltaiset. Jokseekin samaa tai täysin samaa mieltä väitteen kanssa on vähintään 76% vastanneista. Tämä tulos pätee kaikille esitetyille väitteille. Yli 50% vastanneista on täysin samaa mieltä väitteiden ”verkkomateriaalin käyttö ei vaadi erityisosaamista” sekä ”löysin helposti etsimäni” kanssa. Täysin eri mieltä –vastauksia ei ollut. Jokseekin eri mieltä -vastauksia ilmeni vain kahden väittämän kohdalla: ”verkkomateriaalin käyttö ei vaadi erityisosaamista” (23,53% vastanneista) ja ”tämän tyyppinen blogisivusto soveltuu hyvin opetuskäyttöön” (5,88% vastanneista). Ensimmäisen väitteen kohdalla vastausten jakauma on mielenkiintoinen, sillä verrattaessa muihin väitteisiin sillä on suhteessa eniten sekä jokseekin eri mieltä että täysin samaa mieltä –vastauksia.

Verkkosivustoon liittyviä vapaita kommentteja tuli 7 kappaletta, mikä vastaa 41,18 prosenttia vastanneista. Kommenteista 4 käsitteli linkityksiä, joista useimmissa (n=3) esitettiin toive sivukartan linkityksestä. Toisaalta kommentit olivat osin ristiriitaisia:

” Linkitykset ovat epäjohdonmukaisia joissain osissa. Sivukartta ei toimi linkkinä ainakaan iPadillä”

”...Navigointi sivustolla on helppoa ja linkkejä on sopivasti...”

Toinen kommenteista esille noussut aihe oli kuvat (n=4), joita pidettiin selkeinä, havainnollisina ja asiayhteyteen sopivina (n=2). Toisaalta kommentoitiin molekyyli mallinnoskuvien osalta niiden näkymistä epätarkkoina (n=1) ja ehdotettiin lisäkuvia (n=1). Kolmas aihe koski liian pitkäksi koettuja tekstiosuuksia (n=2).

”...Jotkut kappaleet ovat tosin todella pitkiä (paloittelu pienemmiksi lukemisen helpottamiseksi?) Muutaman kappaleen kohdalla niitä voisi erotella toisistaan esimerkkikuvan avulla. Tällöin materiaali voisi soveltua myös oppilaan/opiskelijankin käyttöön.”

Taulukko 11: Suklaan ABC-verkkosivustoon liittyvien muuttujien keskiluvut, vaihteluväli sekä vastausten suhteellinen jakauma. Vastaukset asteikolla 1= täysin eri mieltä, 2= joihinkin eri mieltä, 3= ei samaa eikä eri mieltä, 4= joihinkin samaa mieltä, 5= täysin samaa mieltä.

verkkosivuston ominaisuudet	mod	med	W	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
verkkomateriaalin käyttö ei vaadi erityisosaamista	5	5	[2,5]	23,53		17,65	58,28
löysin helposti etsimäni	5	5	[3,5]		17,65	29,41	52,94
materiaali on monipuolista	4 ja 5	4	[3,5]		17,65	41,18	41,18
materiaali on jaettu osa-alueisiin selkeästi ja järkevästi	4 ja 5	4	[3,5]		5,88	47,06	47,06
sivut ovat selkeitä ja helppolukuisia	4	4	[3,5]		5,88	52,94	41,18
sivuston visuaalinen ilme soveltuu käyttötarkoitukseen	4 ja 5	4	[3,5]		5,88	47,06	47,06
tämän tyyppinen blogisivusto soveltuu hyvin opetuskäyttöön	4	4	[2,5]	5,88	5,88	52,94	35,29

6.2.2.2 Suklaa-aihe eheyttävässä kemian opetuksessa - kvantitatiiviset tulokset

Kysymyksissä kuinka materiaali tukee eheyttävää opetusta sekä kemian opetusta käytettiin mittauksessa asteikkoa: 1= ei ollenkaan, 2= välttävästi, 3= tyydyttävästi, 4=hyvin, 5=erinomaisesti. Taulukkoon 12 on koottu keskiluvut, vaihteluväli sekä vastausten suhteelliset osuudet liittyen materiaalien eheyttävän opetuksen tukemiseen. Arvioitavia sivuston sivuja tai opetusmateriaaleja on yhteensä 17 kappaletta. Kaikkien näiden kohdalla materiaali on neljä. Suurimmassa osassa myös moodi on neljä. Poikkeuksena suklaa-aiheista portfolioa koskeva materiaali, jossa moodi on viisi sekä orgaanisten yhdisteryhmien tunnistamiseen laaditut tehtävät, joille moodi on kolme. Suklaan historiaa ja kaakaojuoman laatimista koskevissa osissa moodi on sekä neljä että kolme. Tämän perusteella laadittujen

materiaalien voi sanoa tukevan eheyttävää opetusta hyvin, mikä on linjassa myös koko sivustoa koskevien arvioiden kanssa, jossa yli 70 % vastanneista on antanut arvion neljä tai viisi.

Taulukko 12: Suklaan ABC-sivuston eheyttä vään opetuksen tukemisen arviointi. Ilmoitettuna muuttujien keskiluvut, vaihteluväli sekä vastausten suhteellinen jakauma. Vastaukset asteikolla 1= ei ollenkaan, 2= välttävää, 3= tyydyttävästi, 4= hyvin, 5=erinomaisesti.

kuinka materiaali tukee eheyttävää opetusta	mod	med	W	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
sivuston materiaali kokonaisuutena	4	4	[3,5]			29,41	52,94	17,65
pääsivu: suklaa aineena	4	4	[3,5]			23,53	58,82	17,65
alasivu: suklaan koostumus	4	4	[2,5]		5,88	11,76	52,94	29,41
alasivu: suklaa ravintoaineena	4	4	[2,5]		5,88	17,65	52,94	23,53
alasivu: suklaan pääraaka-aine kaakao	4	4	[2,5]		5,88	11,76	47,06	35,29
pääsivu: suklaan historia	3 ja 4	4	[2,5]		5,88	35,29	35,29	23,53
pääsivu: suklaan valmistus	4	4	[3,5]			23,53	52,94	23,53
alasivu: kaakaoviljelmällä	4	4	[3,5]			17,65	64,71	17,65
alasivu: suklaatehtaassa	4	4	[3,5]			23,53	64,71	11,76
materiaali: portfolio suklaasta, idea eheyttävään opetukseen	5	4	[3,5]			29,41	23,53	47,06
materiaali: suklaa rasvojen opetuksessa	4	4	[3,5]			29,41	52,94	17,65
materiaali: liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa	4	4	[1,5]	5,88		29,41	41,18	23,53
kokeile ja testaa: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen	3	4	[3,5]			47,06	29,41	23,53
kokeile ja testaa: kaakaota barokkiajan ylhäisön tapaan	3 ja 4	4	[3,5]			35,29	35,29	29,41
kokeile ja testaa: tee itse suklaata	4	4	[3,5]			23,53	41,18	35,29
työohje: kaakaovoin sulamistutkimus	4	4	[1,5]	5,88		23,53	52,94	17,65
työohje: tutki kaakaojauheen liukoisuutta	4	4	[1,5]	5,88		35,29	41,18	17,65

Vähiten eheyttävää opetusta tukevat materiaalit ovat yhdisteryhmien tunnistamiseen laaditut tehtävät (53% vastauksista on arvoja neljä tai viisi), pääsivu: suklaan historia (59% vastauksista on arvoja neljä tai viisi) sekä työohje kaakaojauheen liukoisuuden tutkimiseen (59% vastauksista on arvoja neljä tai viisi). Eniten eheyttävää opetusta tukevat materiaalit ovat alasivu: suklaan koostumus (82% vastauksista on arvoja neljä tai viisi), alasivu: kaakaoviljelmällä (82% vastauksista on arvoja neljä tai viisi) ja alasivu: suklaan pääraaka-aine kaakao (82% vastauksista on arvoja neljä tai viisi).

Suurin osa materiaaleista (10/17) on arvioitu vaihteluvälillä [3,5]. Poikkeuksena alla luetellut materiaalit ja niille annettujen poikkeavien arvioiden lukumäärä:

- alasivu: suklaan koostumus → tukee välttävästi: 1 kappale
- alasivu: suklaa ravintoaineena → tukee välttävästi: 1 kappale
- alasivu: suklaan pääraaka-aine kaakao → tukee välttävästi: 1 kappale
- pääsivu: suklaan historia → tukee välttävästi: 1 kappale
- materiaali: liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa → ei tue ollenkaan: 1 kappale
- työohje: kaakaovoin sulamistutkimus → ei tue ollenkaan: 1 kappale
- työohje: tutki kaakaojauheen liukoisuutta → ei tue ollenkaan: 1 kappale

Mielenkiintoista näiden poikkeavien arvioiden kohdalla on se, että yhtä poikkeavaa arviota (pääsivu: suklaan historia) lukuunottamatta kaikki arviot on antanut sama vastaaja. Tämän vastaajan antamat arviot ovat poikkeavia myös tarkasteltaessa kuinka materiaalit tukevat kemian opetusta. Hän oli ainoa, joka arvioi ettei osa materiaaleista tue ollenkaan kemian opetusta. Nämä arvot saaneet materiaalit ovat:

- alasivu: kaakaoviljelmällä
- materiaali: liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa
- työohje: kaakaovoin sulamistutkimus
- työohje: tutki kaakaojauheen liukoisuutta

Kolme viimeiseksi mainittua materiaalia ovat samoja, joille kyseinen vastaaja antoi arvion yksi eheyttävän opetuksen tukemisen kannalta. Näiden kohdalla poikkeama muiden vastauksiin verrattuna on suuri sillä materiaalit on arvioitu kuuluvaksi eniten kemian opetusta tukevien materiaalien joukkoon (71% vastaajista on antanut arvot 4 tai 5). Poikkeama muiden vastauksiin ei ole niin merkittävä alasivu: kaakaoviljelmän osalta, sillä kaikkien vastaukset huomiodessa kyseinen materiaali on koettu yhdeksi heikoiten kemian opetusta tukevaksi. Kaakaoviljelmällä-sivulle 58 % vastaajista antoi arvot 2 tai 3 ja 35% arvot neljä tai viisi.

Materiaalien kemian opetuksen tukemisen kohdalla vaihteluvälit olivat suuremmat kuin eheyttävän opetuksen tukemisen yhteydessä. Sekä moodi että mediaani oli valtaosassa materiaaleja 3 tai 4 tai moodin kohdalla myös 3 ja 4. Taulukkoon 13 on koottu keskiluvut,

vaihteluväli sekä vastausten suhteelliset osuudet liittyen materiaalien kemian opetuksen tukemiseen.

Taulukko 13: Suklaan ABC-sivuston kemian opetuksen tukemisen arviointi. Ilmoitettuna muuttujien keskiluvut, vaihteluväli sekä vastausten suhteellinen jakauma. Vastaukset asteikolla 1= ei ollenkaan, 2= välttävästi, 3= tyydyttävästi, 4= hyvin, 5=erinomaisesti.

kuinka materiaali tukee kemian opetusta	mod	med	W	1	2	3	4	5
sivuston materiaali kokonaisuutena	4	4	[3,5]			29,41	58,82	11,76
pääsivu: suklaa aineena	4	4	[3,5]			29,41	64,71	5,88
alasivu: suklaan koostumus	4	4	[3,5]			35,29	52,94	11,76
alasivu: suklaa ravintoaineena	3	3	[2,4]		11,76	47,06	41,18	
alasivu: suklaan pääraaka-aine kaakao	3	3	[2,5]		5,88	58,82	29,41	5,88
pääsivu: suklaan historia	3	3	[2,4]		17,65	52,94	29,41	
pääsivu: suklaan valmistus	3 ja 4	4	[2,5]		5,88	41,18	41,18	11,76
alasivu: kaakaoviljelmällä	3	3	[1,5]	5,88	11,76	47,06	23,53	11,76
alasivu: suklaatehtaassa	3 ja 4	3	[2,5]		11,76	41,18	41,18	5,88
materiaali: portfolio suklaasta, idea eheyttävään opetukseen	4	4	[2,5]		5,88	29,41	35,29	29,41
materiaali: suklaa rasvojen opetuksessa	4 ja 5	4	[3,5]			29,41	35,29	35,29
materiaali: liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa	4 ja 5	4	[1,5]	5,88		23,53	35,29	35,29
kokeile ja testaa: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen	4	4	[2,5]		5,88	11,76	47,06	35,29
kokeile ja testaa: kaakaota barokkiajan ylhäisön tapaan	4	3	[2,5]		23,53	29,41	41,18	5,88
kokeile ja testaa: tee itse suklaata	4	4	[2,5]		17,65	17,65	41,18	23,53
työohje: kaakaovoin sulamistutkimus	4	4	[1,5]	5,88	5,88	17,65	41,18	29,41
työohje: tutki kaakaojauheen liukoisuutta	4	4	[1,5]	5,88	5,88	17,65	41,18	29,41

Materiaaleista eniten kemian opetusta tukeva on tehtävät yhdisteryhmien tunnistamiseen (82% vastauksista on joko arvo neljä tai viisi). Myös opettajan materiaalit niin rasvojen kuin liukoisuuden opetukseen sekä aiheisiin liittyvät työohjeet ja pääsivu: suklaa aineena on koettu hyvin kemian opetusta tukevaksi (70% vastauksista on joko neljä tai viisi). Vähiten opetusta tukeviksi arvioitiin aiemmin mainitun Kaakaoviljelmällä -sivun lisäksi suklaan historiaa käsittelevä sivu (71% vastauksista on joko kaksi tai kolme) sekä suklaan pääraaka-ainetta kaakaota käsittelevä sivu (65% vastauksista joko kaksi tai kolme).

Eniten sekä kemian opetusta että eheyttävää opetusta tukevat materiaalit ovat:

- pääsivu: suklaa aineena
- alasisivu: suklaan koostumus
- materiaali: portfolio suklaasta
- kokeile ja testaa: tee itse suklaata
- materiaali: suklaa rasvojen opetuksessa
- työohje: kaakaovoin sulamistutkimus

Näiden materiaalien kohdalla vastaajista vähintään 63% on arvioinut materiaalin tukevan joko hyvin tai erinomaisesti sekä eheyttävää opetusta että kemian opetusta. Heikoiten sekä kemian opetusta että eheyttävää opetusta tukee suklaan historiaa käsittelevä sivu, joka arvioitiin heikoimpien materiaalien joukkoon sekä kemian opetuksen että eheyttävän opetuksen kannalta.

Suklaa-aiheiset työohjeet ja niihin liittyvät opettajien materiaalit sekä orgaanisen kemian tehtävät suunniteltiin lukio-opetukseen. Verrattaessa lukio-opettajien ja muiden opettajien näkemyksiä näiden materiaalien soveltuvuudesta kemian opetukseen ei havaittu merkittäviä eroja. Muut opettajat olivat opettajaksi opiskelevia ja peruskoulun sekä ammattikoulun opettajia.

6.2.2.3 Avointen kysymysten sisällönanalyysi

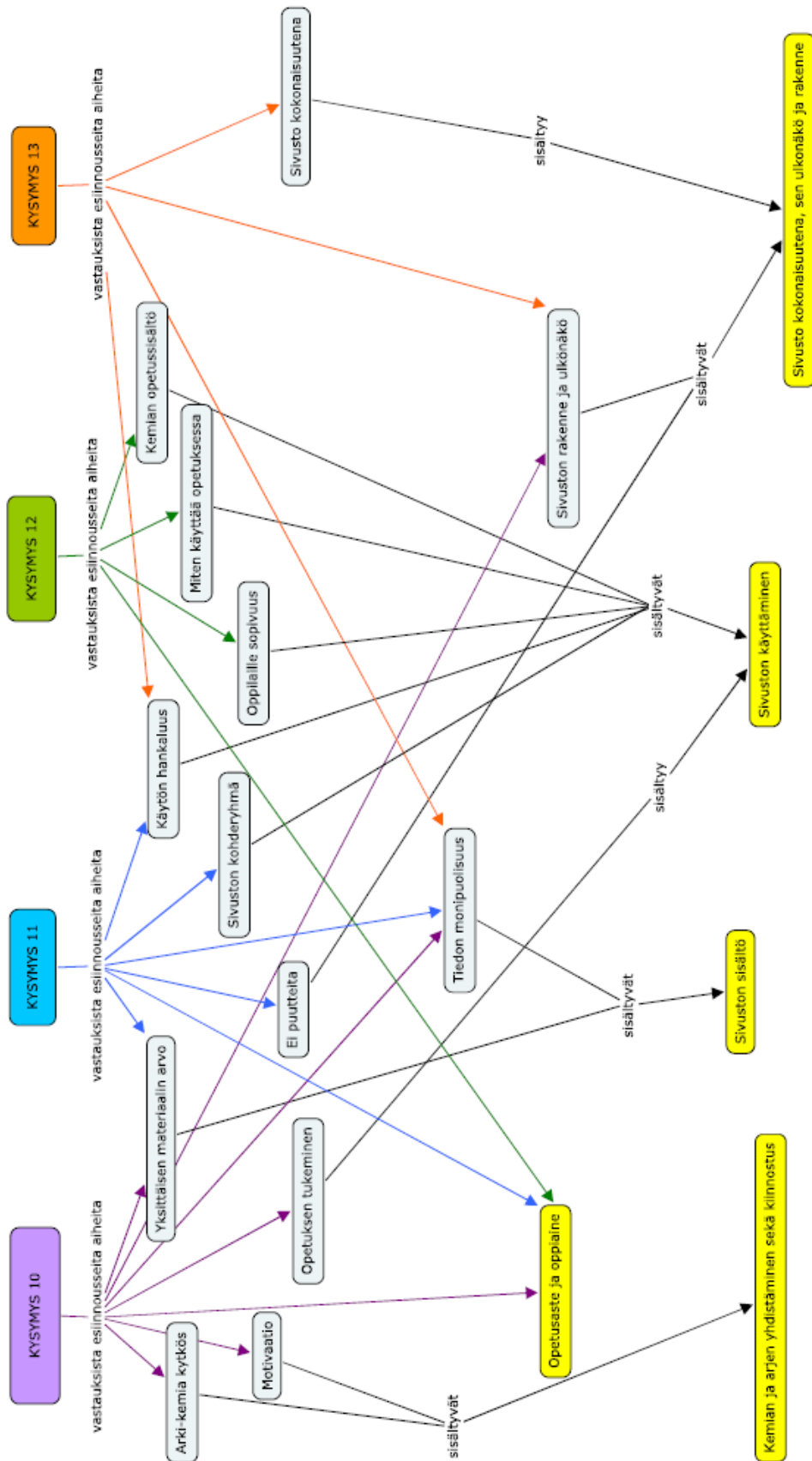
Suurin osa vastaajista vastasi avoimiin kysymyksiin, joissa kysyttiin materiaalin etuja, puutteita sekä sopivia opetusyhteyksiä. Myös vapaita kommentteja annettiin. Jokaiseen kysymykseen saatiin vähintään 10 vastausta ja yhteensä vastauksia oli 52 kappaletta. Analyysia hankaloitti se, että joidenkin vastausten kohdalla ei suoraan oltu vastattu kysymykseen. Lisäksi osin kysymysten vastaukset olivat sellaisia, että ne vastasivat useaan kysymykseen yhdellä vastauksella ja osin vastaajat toistivat samaa asiaa useamman kysymyksen kohdalla. Esimerkiksi yksi vastaaja totesi materiaalin sopivan lukioon ja soveltuvuusluokille sekä sopivaa opetuskäyttöä kysyttäessä että materiaalien etujen ja puutteiden kohdalla. Liite 8 sisältää taulukoituna kaikki avointen kysymysten vastaukset.

Kysymysten sisällönanalyysi suoritettiin luokittelemalla kaikki vastaukset samoihin luokkiin. Luokittelulla haluttiin nostaa esille aiheet, joita on eniten kommentoitu ja se miten ristiriitaisia tai yhteneviä ovat näihin aiheeseen liittyvät kommentit. Esimerkiksi puhutaanko etujen ja puutteiden yhteydessä samoista asioista. Luokkakajo tehtiin aineistolähtöisesti. Ensin etsittiin kysymyskohtaisesti vastauksissa toistuvia aiheita, jotka voisivat toimia luokkina. Jokaisessa muodostetussa luokassa piti olla vähintään kaksi mainintaa. Kun kaikki kysymykset oli käyty yksitellen läpi aloitettiin kysymyskohtaisten luokkien yhdistäminen kaikkien kysymysten aiheet kattavaksi luokitteluksi. Kuvassa 26 on esitetty käsitekartta luokittelun muodostamisen vaiheista.

Luokittelua hankaloitti se, että monet vastausten esiin tuomat asiat olivat vain yksittäismainintoja, jotka eivät sellaisenaan toistuneet toisissa vastauksissa. Siten jaotteluun käytetyistä luokista tuli jo kysymystasolla laajoja. Osa kysymyskohtaisista luokista löytyi lähes kaikista kysymyksistä ja hyväksyttiin sellaisenaan yhteiseen luokitteluun, esimerkiksi opetusastetta tai -kurssia koskeva luokka. Loput luokat muodostettiin yhdistämällä yksittäisten kysymysten luokkia laajemman luokkakäsitteen alle.

Yleisen luokittelun luonnin jälkeen käytiin kaikki vastaukset läpi uudelleen ja sijoitettiin sopiviin luokkiin. Yhdessä vastauksessa on voitu käsitellä useampaa luokkaa, jolloin vastauksen sisältö on jaettu näiden luokkien kesken ja näkyy mainintana molempien luokkien kohdalla. Lopuksi luokitteluun lisättiin myös luokka Muut niille yksittäisille vastauksille, jotka eivät sijoittuneet muihin luokkiin. Tällainen vastaus oli esimerkiksi sivuston tekstien kirjoitusvirheitä esille tuonut vapaa kommentti. Luokat, joihin vastaukset lopuksi jaettiin ovat:

- I. Sivusto kokonaisuutena, sen ulkonäkö ja rakenne
- II. Sivuston sisältö
- III. Opetusaste tai kurssi
- IV. Sivuston käyttäminen
- V. Kemian ja arjen yhdistäminen sekä kiinnostus
- VI. Muut



Kuva 26: Käsitekartta surveytutkimuksen avointen kysymysten vastausten luokittelusta

Taulukossa 14 on esitetty luokittain kuinka paljon niihin sijoittuvia mainintoja on löytynyt vastauksissa kysymyskohtaisesti. Eniten vastauksissa puhuttiin sivuston käyttämiseen liittyvistä asioista, joita kommentoitiin kaikkien kysymysten kohdalla.

Taulukko 14: Avointen kysymysten vastausten sisältöjen sijoittuminen analyysissä käytettyihin luokkiin.

kysymys	luokka I	luokkaa II	luokka III	luokka IV	luokka V	luokka VI
10	6	6	2	4	6	1
11	1	5	3	5	0	0
12	0	0	8	13	1	0
13	6	2	0	4	0	3
yhteensä	13	13	13	26	7	4

Sivustoa kokonaisuutena sekä sen ulkonäköä ja rakennetta kuvailevia vastausten osia ovat esimerkiksi:

”Mainio sivusto. Ulkoasu on erittäin miellyttävä ja sivuston käyttö helppoa.”

”Teit mukavan blogin...”

”Monipuolinen ja tasapainoinen sivusto...”

”Joku on kerännyt valmiiksi paljon hyvää tietoa. Asian eri puole hyvin esillä.”

Kysymykseen sivuston puutteista on ainoa tähän luokkaan liittyvä vastaus ”En toistaiseksi löytänyt suuria puutteita”. Etuina on mainittu esimerkiksi yksinkertainen selaaminen sekä se, että materiaali on kaikkien saatavilla. Toistuvia teemoja vastauksissa olivat hyväksi koettu sivusto (n=5) ja ulkonäkö (n=2), joiden kuvailussa käytettiin muun muassa sanoja hieno, herkullinen, mainio ja miellyttävä. Myös sivuston monipuolisuus mainittiin useammassa (n=2) vastauksessa eduksi.

Sivuston sisältöön liittyviä kommentteja on useampia sekä sivuston eduista että puutteista puhuttaessa. Yhtenäistä linjaa ei kommenteissa ole vaan pitkälti kyse on yksittäisistä maininnoista. Osin kommentit olivat keskenään ristiriitaisia, esimerkiksi näkemys kemian kokeellisista töistä:

”...Selvänä lisäarvona kokeelliset työt ja testaus-osio, ei taida vastaavia esimerkiksi oppikirjoista löytyä”

”Työohjeet ovat heikot ja kemiaan heikosti sopivia.”

Materiaalien sisältöön liittyvinä etuina on mainittu vinkkejä opettajalle osio, käytännön esimerkkien riittävyys, materiaalin monipuolisuus sekä suklaatietouden riittävä laajuus, joka ainoana oli mainittu kahteen kertaan. Puutteissa kommentoitiin terveystiedon puuttumista ja kehoitettiin lisäämään aiheeseen sopivia kemian perusasioita.

Kemian osuuden yleinen heikkous oli mainittu puutteeksi kahdesti, mutta molemmat maininnat ovat samalta vastaajalta eri kysymysten yhteydessä. Analyysissä päädyttiin käsittelemään tällaisia saman vastaajan useamman kysymyksen kohdalla toistamia samansisältöisiä kommentteja vain yhtenä kommenttina. Esimerkiksi eräs vastaajista vastasi kolmeen eri kysymykseen materiaalin sopivan lukioon tai soveltuvuusluokille. Nämä kirjattiin yhdeksi vastaukseksi.

Materiaalille soveltuvaa käyttöyhteyttä kysyttiin omana kysymyksenä (kysymys 12), jonka vastauksista löydettiin luokka-astetta, opetusainetta tai kurssia koskevia mainintoja eniten. Muutamia tähän luokkaan kuuluvia mainintoja esiintyi myös etuja ja puutteita koskeneiden kysymysten kohdalla. Materiaalille soveltuvina opetusyhteyksinä mainittiin lukio (n= 5), työkurssi (n=2) ja lukion KE1 -kurssi (n=2). Yksittäisiä mainintoja ovat saaneet luonnontiede- tai soveltuvuusluokat, 9-luokka sekä perusopetuksen lyhytkurssi, johon on valikoitunut kemiasta kiinnostunut oppilasaines. Yhdessä vastauksessa mainittiin, että materiaalia voisi käyttää myös lukion terveystiedon sekä historian kursseilla.

Kolmessa vastauksessa on tuotu esille luokka-aste, johon materiaali ei sovi tai sen käyttö on haasteellista. Peruskoulu on mainittu kahdessa vastauksessa ja lukio yhdessä. Esimerkiksi:

”...Yleisopetukseen peruskoulussa ei sovi - suurin osa ei jaksaisi keskittyä ja tehdä omatoimisesti / portfoliotyöskentelyä tai kiinnostuisi töistä, joissa vaan lämmitetään ja "mitään ei tapahdu" - ai se sulii? mitä sitten?”

Sivuston käyttäminen sisältää kaikki maininnat, joissa on jollakin tavalla käsitelty miten materiaalia voi tai ei voi käyttää, kuka materiaalia käyttäisi (oppilaat vai opettaja), mihin kemian opetusyhteyteen sekä mitä tulee ottaa huomioon sivustoa käyttäessä. Tähän luokkaan sijoittui hyvin monenlaisia mainintoja:

”...Valmiit vinkit ja niihin liittyvät materiaalit tarjoavat hyvän ja valmiin lähtökohdan eheyttävään opetukseen madaltaen kynnystä toteuttaa sitä.”

”Kursseilla on aina aikapula. Sitli on hyvä, että on vaihtelevaa materiaalia paljon, jokainen voi valita sopivaa ja mieleistä.”

”Tietokoneet tulisi olla luokassa useampi käytössä, ainakin 1/ryhmä”

”Käyttäisin lukion kemian opetuksessa orgaanista kemiaa opiskeltaessa - funktionaaliset ryhmät.”

Maininnoista nousi esille joitakin toistuvia aiheita. Ensimmäinen näistä on materiaalin eheyttävän opetuksen tukeminen (n=3), johon löytyi myös päinvastainen maininta:

”oppiainerajat ylittävä projekti sopii (varsinkin lukio-opetukseen) huonosti, kun opiskelija saa kurssisuorituksen vain jostakin oppiaineesta ja kurssit joihin materiaali eri oppiaineessa liittyy eivät välttämättä ole opetuksessa yhtäaikaan.”

Toinen toistunut aihe koski epäselväksi jäänyttä sivuston kohderyhmää (n=2). Kysyttiin oliko sivusto tarkoitettu opettajalle vai oppilaille käytettäväksi. Tähän liittyvää kommentointia oli useissa vastauksissa toteamalla materiaalin soveltuvan oppilaille (n=6) tai sitten olevan opettajalle lisämateriaali tai opetuksen tuki (n=5). Vain yhdessä vastauksessa oli todettu ettei jakaisi materiaalia oppilaille.

Kolmas useamman maininnan saanut aihe on kokeelliset työt ja tehtävät, jotka koettiin omaan opetukseen sopiviksi (n=4). Muuten maininnat siitä miten ja missä yhteydessä tätä materiaalia itse käyttäisi tai yleisemmin voisi käyttää ovat pääasiassa yksittäisiä. Kaksi mainintaa saivat esitelmät ja tutkielmat sekä liukoisuuden yhteydessä ja havainnollistamaan kemiallisten yhdisteiden esiintymistä. Yksittäismainittuja ovat muun muassa tiedonhaun apu, päättötyön aihe, orgaanisen kemian,, rasvojen ja funktionaalisten ryhmien yhteydessä tai seoksia käsiteltäessä. Portfolio työskentelystä esiintyi ristiriitaisia mainintoja. Yksi vastaaja totesi, että materiaalia tulisi käyttää juuri portfoliotyöskentelynä ja kahden mielestä taas sen toteuttaminen ei toimisi, joista toisen vastaus on tässä:

”Vaikka tietokoneiden tehtävä onkin helpottaa elämää, ei tietokoneet ole ratkaisu kaikkeen. Netti pursuaa tietoa ja tehdään erilaisia portfolioita yms. Oppilaalla pitää olla opiskelutekniikka kunnossa, motivaatio kohdallaan, jotta pystyisi tällaiseen opiskelumuotoon. Näinhän ei suurimmalla osalla ole edes lukiossa.”

Yllä esitetty vastaus kritisoi tietokoneiden ja internetin käyttöä opetuksessa. Tämän mielipiteen tietokoneiden osalta jakaa myös toinen vastaaja, lähinnä resurssiongelman näkökulmasta, sillä tämän materiaalin käyttö vaatisi hänen mielestä useamman tietokoneen luokkaan ja oppilaiden käyttöön.

Viidenteen luokittelussa käytettyyn luokkaan on kasattu arjen ja kemian yhdistämiseen sekä oppilaiden motivointiin liittyviä mainintoja. Näitä löytyi koko materiaalista vähiten (n=7), jos ei huomioida viimeistä ”Muut” –luokkaa. Esimerkkejä tähän luokkaan laitetuista kommentteista ovat

”Materiaali esittelee hyvän kontekstin kemian opetukselle....”

”...kemiallinen kokeellisuus yhdistyy suklaatehtailijan työhön.

Oppilas/opiskelija ei välttämättä heti hahmota suklaan eri ominaisuuksien olevankin kemiallisia/fysikaalisia (materiaalin avulla voidaan nostaa enemmän esille kemiapuolta). ”

”Etuja: tällä tavalla kemia tulee lähelle opiskelijan omaa elämää - kaikkihan tuntevat suklaan ja tietävät, miltä se maistuu. Lähes kaikki rakastavat suklaata, joten edellytykset oppia myös kemiaa siinä yhteydessä...”

Kaikissa näissä maininnoissa linkki arkeen ja oppilaiden motivointi on tuotu esille sivuston etuna tai tapana käyttää sivustoa. Yhtään tähän luokkaan liittyvää puutetta ei ole mainittu.

Luokassa muut on neljä mainintaa, joista yhdessä kommentoidaan käytettyä e-lomaketta liika kysymyksiä sisältäväksi, toinen tuo esille kirjoitusvirheitä, kolmas toteaa että alakouluissa eheyttävää opetusta tehdään kokoajan ja viimeinen kommentti materiaalin antavan lisäarvoa ja tukea siihen mitä on jo toteuttanut.

6.2.3 Blogisivuston kommenttien sisällönanalyysi

Blogisivuston analyysiin huomioitiin sivultolle 18.4.2014 ilmestyneet kommentit. Tosin tutkijan omat vastaukset muiden kommentteihin jätettiin huomioimatta. Analyysi sisältää yhteensä 8 kommenttia kahdelta vastaajalta (kommentit liitteenä 9). Koska blogikommentteja on tullut vain vähän ja vain kahdelta henkilöltä ei näiden perusteella voi tehdä yleistyksiä. On hyvin mahdollista, että blogisivuille kommentoineet henkilöt ovat

vastanneet myös e-lomakkeeseen, sillä blogikommenteista paljastuu, että kirjoittajat ovat kemian opettajia ja kommentit on myös kirjoitettu samaan aikaan kun e-lomake on ollut vastattavana. Näistä syistä blogikommentteja on käsitelty perustuen surveytutkimuksen luokitteluun ja vertaamalla sitä kautta saatuihin avoimiin kommentteihin.

Blogikommenteissa otettiin pääsääntöisesti kantaa sivujen sisältöön (luokka II) toisin kuin kyselylomakkeen avoimissa kommentteissa, joissa käsiteltiin eniten sivuston käyttämiseen liittyviä asioita (luokka IV). Lisäksi blogikommentit sisälsivät enemmän luokkaan muut kuuluvia kommentteja. Vähiten on kommentoitu linkitystä arkeen sekä kiinnostusta sekä sivuston ulkonäköön liittyviä asioita. Blogikommenttien sisältämien mainintojen jakautuminen luokkiin on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15: Blogikommenttien sisältämien mainintojen jakautuminen analyysiluokkiin

luokat:	I	II	III	IV	V	VI
blogi-kommentit	1	6	4	4	1	3

Sisällöllisesti blogikommentit olivat hyvin erilaisia ja ottivat kantaa eri asioihin. Neljässä kommentissa koettiin kommentoitu sivu hyväksi sisällöllisesti, mutta kaikki kommentit koskivat eri sivuja. Näistä kahden perusteluissa mainittiin sivun olevan hyvä eheyttävän ja ilmiölähtöisen opetuksen materiaalina.

Muutama blogikommentti sisälsi sellaisia mielipiteitä mitä ei esiintynyt surveytutkimuksen yhteydessä, esimerkiksi maininta sivuston hyvästä soveltuvuudesta ammatilliseen opetukseen:

” Hei, tosi hienoa materiaalia. Olen ammatillisen puolen opettaja ja meillä koulutetaan prosessinhoitajia ja laborantteja. Sopii kummankin ryhmän opetukseen erinomaisesti, mutta tästä saa etenkin prosessinhoitajien koulutukseen erinomaista materiaalia, sillä tässä lähetään raaka-aineista ja saadaan lopulta tuote aikaiseksi. Ja tuotetta pystytään analysoimaan.”

Toinen uusi sisältö koski koko sivuston lähestymistapaa, jota kommentoitiin vääräksi kemian opetukseen siksi että sivustolla arjesta syvennyttiin kemian sisältöihin eikä toisinpäin. Tämän vastauksen voi nähdä vahvistuksena sivuston eheyttävän opetuksen

mukaisesta lähestymisestä kemian opetukseen, vaikka samalla vastaaja ei selkeästi koe tätä materiaalia omaa kemian opetustaan tukevaksi.

Kaiken kaikkiaan blogikommentit olivat kriittisempiä kuin kyselylomakkeen avoimet vastaukset ja sisälsivät suoria parannusehdotuksia (n=2) sivun sisältöön. Esimerkiksi kaakaojauheen liukoisuuteen liittyvän työohjeen kohdalla todettiin:

” Muuten hyvän sivuston heikoimmat linkit ovat ehdottomasti nämä työohjeet! Liukoisuus sinäänsä olisi hyvä tutkittava asia, mutta suolojen liukoisuus kvalitatiivisena ja vain kylläisen liuoksen käsitteen esittelynä ei sovi tähän yhteyteen mitenkään. Sen sijaan tutkisin, MIHIN kaakao liukenee. Vaihtaisin liuottimia, jolloin opetettava aines olisikin ”samanlainen liuottaa samanlaista”. Työohje on myös hyvin sekavasti laadittu. Tekniikat opetetaan erikseen eikä niitä koskaan liitetä osaksi työohjetta! Työturvallisuus on myös oma osansa. Ohje on aivan liian ”kädestä pitäen” toteutettava. Oppilas lukee ohjetta ja yrittää kirjaimellisesti noudattaa sitä rivi riviltä. Tärkein: havainnot ja oivallus jäävät tässä varmasti saavuttamatta. Mieti tutkimuksellisuutta!”

Kommenttiin on saattanut vaikuttaa kyselylomakkeen yhteydessä esiin tullut sivuston kohdistusongelma siitä onko materiaali tarkoitettu oppilaille vai opettajille.

6.2.4 Johtopäätökset

Surveytutkimuksen kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten tuloksien perusteella opettajat kokivat blogisivuston teknisesti hyvin toteutetuksi. Verkkomateriaali koettiin rakenteeltaan selkeäksi, visuaaliselta ilmeeltään käyttötarkoitukseen soveltuvaksi ja sivut helppolukuisiksi. Ainoastaan verkkomateriaalin opetuskäytöstä esiintyi jokseenkin eri mieltä olevia tuloksia. Reilu viidesosa vastaajista koki, että verkkomateriaalin käyttö vaatii jonkintasoista erityisosaamista. Verkkomateriaalin käytön haasteet nousivat myös avointen kysymysten kohdalla esiin toteamuksena sen vaativan koululta resursseja sekä oppilaiden opiskelutekniikoiden kehitystä. Toisaalta taas yli puolet opettajista olivat sitä mieltä ettei materiaalin käyttö vaadi erityisosaamista. Tätä ristiriitaisuutta saattaa osittain selittää sivustolla avoimien vastausten analyysissä ilmennyt kohdennusongelma siitä, onko materiaalia ajateltu opettajille vai myös oppilaiden käyttöön.

Mielipiteet eheyttävän opetuksen tukemisesta olivat kvantitatiivisen analyysin osalta hyvin yhteneviä. Kaikkien materiaalien kohdalla yli puolet opettajista koki materiaaliin tukevan vähintään hyvin eheyttävää opetusta. Yli 70% opettajista kokivat että sivusto kokonaisuutena tuki vähintään hyvin eheyttävää opetusta. Kvalitatiivinen vastausten analyysi on linjassa näiden määrällisten tulosten kanssa. Materiaalin etuina on pidetty materiaalin monipuolisuutta ja laajaa suklaa-aiheen käsittelyä sekä käytännön esimerkkien riittävyttä, mitkä kaikki ovat eheyttävää opetusta tukevia ominaisuuksia. Myös blogikommenteissa nousi esille kahden sivun kohdalla maininta niiden soveltuvuudesta ilmiölähtöiseen tai eheyttävään opetukseen.

Kemian opetuksen tukemisen kohdalla opettajien arvioissa esiintyi enemmän vaihtelua sekä kvalitatiivisissa että kvantitatiivisissa tuloksissa. Osin oli odotettavissa, että osa sivuista koettaisiin vähemmän kemian opetusta tukeviksi, sillä sivustolla käsitellään suklaata monesta näkökulmasta ei vain suklaan kemian sisältöä. Vähiten kemian opetusta tukevat sivut ovat suklaan historiaa ja kaakaota sekä sen viljelyä käsittelevät sivut. Tämä on odotusten mukainen tulos. Kemiaa eniten tukeviksi arvioitiin kemian opetusmateriaaleja: tehtävät orgaaniseen kemiaan ja kokeelliset työohjeet ja niihin liittyvät opettajan materiaalit. Näiden kohdalla vähintään 70% vastaajista koki materiaalin tukevan hyvin tai erinomaisesti kemian opetusta. Mikä myös vastaa odotuksia.

Verkkomateriaali on suunniteltu lukion kemian opetukseen, joten analyysissä vertailtiin lukio-opettajien arviointoja muiden opettajien arviointoihin. Kvantitatiivisen analyysin osalta ei esiinny merkittäviä tai systemaattisia eroja opettajien välillä. Tähän tuloksettomuuteen lukio ja muiden oppilaitosten opettajien välillä saattaa vaikuttaa se, että puolet vastanneista lukio-opettajista toimi myös peruskoulussa ja heidän vastauksensa sisällytettiin molempiin ryhmiin. Kvalitatiivisten tulosten perusteella on lukiota kuitenkin pidetty selvästi sopivampana materiaalin opetusasteena kuin peruskoulua. Yksittäisessä blogikommentissa korostettiin myös materiaalin soveltuvuutta ammattikouluun. Kemian opetusyhteydestä nousi esille orgaaninen kemia, lukion ensimmäinen kurssi sekä erilaiset kemian työkurssit.

Kemian opetussisältöjen osalta esitettiin sekä avoimissa vastauksissa, että blogikommenteissa kritiikkiä. Materiaalin puutteissa kommentoitiin kemian perusasioiden puuttumista sekä terveystietämyksen puuttumista. Blogikommenteissa esitettiin myös

kritiikki eheyttävän opetuksen soveltuvuudelle kemian opetukseen, sillä vastaajan mielestä kemian opetuksen lähtökohdan ei pitäisi olla arjessa vaan kemiassa. Yksi keskiarvosta poikkeava, materiaalia muita negatiivisemmin arvioinut vastaaja esiintyi kvantitatiivisien ja kvalitatiivisien tuloksien yhteydessä niin eheyttävää opetusta kuin kemian opetusta koskevilla tuloksilla. Tämän vastaajan kritiikki koski ylläesitetyn blogikommentin mukaisesti kehitettyjen kemian materiaalien soveltuvuutta nykyiseen kemian opetukseen. Kyseinen vastaaja koki materiaalit täysin opetusta tukemattomiksi tai vain välttävästi tukeviksi.

Parhaiten eheyttävää kemian opetusta tukevia materiaaleja olivat idea suklaaportfoliosta, suklaa aineena ja suklaan koostumus sekä kaakaovoin sulamistutkimukseen liittyvä työohje, opettajan materiaali sekä tutkimuksellinen kotitehtävä. Opetustavoista esille nousi kokeellisuus ja esitystenteko materiaalin avulla. Vähiten eheyttävää kemian opetusta tukeva materiaalin on suklaan historiasta kertova sivu. Sivun sisältö on suppea, eikä siihen ole linkitetty kemia tai historian lisäksi muita oppiaineita selkeästi.

Avointen kysymysten kohdalla portfolioon suhtauduttiin ristiriitaisesti, mikä ei käynyt ilmi kvantitatiivisien vastauksien kohdalla. Porfolion käyttämahdollisuutta oppiaineiden yhteistyönä epäiltiin juuri lukion kurssimuotoisuuden ja oppilaiden puutteellisten opiskelutekniikoiden takia. Lisäksi kiire koettiin materiaalin käyttöä hankaloittavaksi tekijäksi.

Tämän surveytutkimuksen otoskoko ($n=17$) on hyvin pieni määrälliseksi tutkimukseksi eikä sen voida olettaa edustavan perusjoukkoa, joka koostuu kaikista kemian opettajista ja opettajaksi opiskelevista. Ensinnäkin vastaajien sukupuolijakauma ei vastaa opettajien sukupuolijakaumaa oppilaitoksissa. Tämän kyselyyn vastaajista 82,35% oli naisia, kun Suomen virallisen tilaston (SVT, 2004) mukaan naisopettajia lukiossa vuonna 2004 on ollut 66% ja peruskoulussa 72% ja ammatillisella puolella 56%. Toiseksi survey suoritettiin e-lomakkeella ja tutkimukseen osallistumispyyntä lähetettiin internetin kautta rajatuille foorumeille, joiden jäsenet eivät välttämättä edusta kemian opettajien normaalijakaumaa. Hyvin mahdollista on, että verkon kautta on tavoitettu uutta opetustietoa ja opetustapoja aktiivisemmin etsiviä, kokeilunhaluisia sekä uudelle avoimempia opettajia.

Toisaalta surveytutkimuksen avoimiin kysymyksiin vastattiin hyvin ja niistä laadittu sisällönanalyysi sekä blogisivuston kommenteista laadittu sisällönanalyysi lisäävät tutkimuksen tulosten luotettavuutta sillä ne vertautuvat hyvin kvantitatiiviseen aineistoon ja osin selittävät sen vastausten ristiriitaisuuksia tai poikkeamia. Blogikommentit, vaikkakin niitä oli vain muutama toivat esille uusia näkemyksiä materiaalista ja osin tukivat surveytutkimuksen tuloksia. Tämä edisti syvemmän ymmärryksen luomista materiaalin mahdollisuuksista ja heikkouksista.

Kaikki kyselyyn vastanneet ovat kemian opetuksen ammattilaisia. Lisäksi suurimmalla osalla heistä on yli kymmenen vuoden opetuskokemus ja siten vankka käytännön asiantuntemus alasta. Täten annettuja arvioita materiaalin mahdollisuuksista kemian opetuksen kannalta voidaan pitää suuntaa-antavina, mutta tuloksien laajempi yleistäminen vaatisi käytännön opetuksessa testausta, jota tämän tutkimuksen puitteissa ei ole tehty.

6.3 Tuotoksen jatkokehitys

Analyysin perusteella nousi esille muutamia selkeitä jatkokehityskohteita, jotka huomioimalla voi sivuston käyttökelpoisuutta eheyttävän kemian opetuksen kannalta parantaa. Näitä ovat:

- Sivuston muokkaus niin, että sivuston on selkeämmin suunnattu myös oppilaiden käyttöön . Esimerkiksi työohjeissa on selkeämmin huomioitava oppilaiden näkökulma ja muokattava niistä paremmin oppimista tukevia
- Opettajalle tarkoitetut materiaalit selkeästi muusta materiaalista erikseen, esimerkiksi Vinkkejä opetukseen –osion alle.
- Terveysnäkökulma on lisättävä omana sivunaan ja kehitettävä aiheesta lisää materiaalia
- Kemian peruskäsitteitä enemmän esille ja niihin liittyviä töitä myös peruskoulutasolle on kehitettävä, esimerkiksi erilaisiin seoksiin liittyen tai pH-käsitteestä
- Opetusmateriaalia myös muihin oppiaineisiin liittyen kuin kemiaan, jolloin tuettaisiin paremmin horisontaalista eheyttävää opetusta.

- sivukartan muokkaus linkkikartaksi sekä epäselvien kuvien muokkaus tarkemmiksi

Näiden tulevaisuuden kehitystavoitteiden lisäksi sivustoon tehtiin nyt muutama muokkaus kommenttien pohjalta. Ensinnäkin muokattiin sivuston olemassa olevaa materiaalia selkeämmäksi pitkiä tekstejä sisältävien sivujen osalta. Tämä tehtiin pilkkomalla tekstiä alaotsikoiden alle tai jakamalla sivun sisältö kahdeksi sivuksi. Esimerkiksi Suklaan koostumus sivun alle luotiin Suklaan sisältämiä kemiallisia yhdisteitä sivu. Toiseksi Suklaan historia sivu koettiin heikosti kemian opetukseen soveltuvaksi, joten sen alle luotiin alasivu Kemistejä suklaan historiassa, jossa keskitytään kertomaan näiden kemistien keksinnöstä, jolla on ollut ratkaiseva vaikutus suklaan tuotantoon.

7. Johtopäätökset ja pohdinta

7.1 Tarve suklaa-aiheiselle verkkomateriaalille eheyttävään kemian opetukseen

Opetushallituksen (Ylilehto, 2013) sekä Opetus- ja kulttuuriministeriön (2010) työryhmän mukaan nykyistä kouluopetusta niin peruskoulussa kuin lukiossa on tarve kehittää eheyttävämmäksi. Taustalla on halu vastata paremmin nyky-yhteiskunnan haasteisiin sekä tehdä opetussisällöistä mielekkäämpiä oppilaan kannalta. Eheyttävän opetuksen toteutuksessa haasteellista etenkin lukio-opetuksessa ovat kurssimuotoisuus, oppiainerajat, kemian opetussisältöjen runsaus sekä eheyttävän opetusmateriaalin puute. Näin ollen eheyttävän opetusmateriaalin kehittämiseksi on perusteet.

Eheyttävä opetuksen kannalta keskeistä on kontekstuaalisuus ja kontekstin linkitys oppilaan arkeen sekä ympäröivään yhteiskuntaan. Lisäksi kontekstin tulee olla oppilaita aktivoiva, kiinnostava ja heidän tieto- ja taitotasonsa huomioiva. Tällaisena kontekstina orgaanisen kemian opetussisältöjen osalta voisi toimia suklaan kemia. Suklaata voi hyödyntää opetuksessa usean oppiaineen näkökulmasta ja se tarjoaa linkin arkeen sekä yhteiskuntaan.

Suklaakonteksti toimii teoreettisesti eheyttävänä opetuksen kontekstina, mutta sen käytöstä opetuksessa ei ole tutkimustietoa. Suklaaseen liittyvä, mutta sitä laajempi aihekokonaisuus, josta on tutkimustietoa ovat ruoka-aineet. Ruoka-aineiden kemia on kemian opetussisällöistä tyttöjä eniten kiinnostava ja sitä voisi hyödyntää orgaanisessa kemiassa eheyttävänä koko kurssin sisällön kattavana aihekokonaisuutena, johon kaikki käytetyt kontekstit linkittyisivät. Tämän lisäksi lukion ensimmäisen kurssin kirjojen analyysin perusteella kontekstuaaliselle ja kokeelliselle ruoka-aineiden kemialle hyödyntäville opetusmateriaalille on tarvetta. Täten kokeellisten opetusmateriaalien kehittäminen ruoka-aineista, kuten suklaa on perusteltua.

Verkkomateriaalin kehitys tukee lukion opetussuunnitelman TVT -tavoitteita, monipuolistaa opetusta, palvelee yhteiskunnassa tarvittavien taitojen kehittämistä ja sen on todettu olevan oppilaiden kiinnostusta lisäävää.

7.2 Suklaa-aiheisen verkkomateriaalin laatiminen eheyttävän kemian opetukseen

Toiseen tutkimuskysymykseen *Millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva suklaa-aiheinen verkkomateriaali?* nousee vastaus kehittämisprosessin sekä kehittämistuotoksen pohjalta. Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella nousseisiin haasteisiin, mahdollisuuksiin ja tarpeisiin lähdettiin etsimään vastausta opetusmateriaaliin ratkaisua verkkosovelluksista. Hyvä verkko-opetusmateriaali on helppokäyttöinen, muokattavissa ja kaikkien saatavilla, näistä syistä päädyttiin ilmaisen *wordpress.com*-blogisivuston rakentamiseen. Opetuskäyttöön tarkoitetun sivuston tulee olla rakenteeltaan selkeä ja mahdollistaa yksilölliset oppimispolut. Tämä toteutettiin jakamalla sivusto viiteen osaan, joista yksi esittelee sivuston tarkoituksen, kolme käsittelee suklaata ja viimeinen on varsinainen blogi, johon kaikki opetusmateriaali sijoitettiin. Sivustolla navigointia helpotettiin valikoiden avulla sekä lisäämällä sivujen alalaitaan sekä tekstiin sopiviin kohtiin linkkejä muille sivuston sivuille.

Hyvän verkko-opetusmateriaalin tulee vastata opetuksen tavoitteita ja hyödyntää verkon ominaisuuksia. Ollakseen eheyttävää kemian opetusta tukevaa tulee opetusmateriaalin sisältää monipuolista kemian opetussisällön esittämistä oppilaille mielekkäässä kontekstissa sekä Johnstone (2000) tai Tabotin (2013) kemian tiedon tasot huomioiden. *Suklaan ABC*-sivustolla on keskitytty niihin orgaanisen kemian opetussisältöihin, jotka kytkeytyvät luvussa 3.1 käsiteltyihin suklaan kemian sisältöihin. Lähtökohta on eheyttävän opetuksen mukaisesti arkeen kytkeytyvässä suklaatiedossa, josta syvennyttään suklaan kemiaan ja kemian opetussisältöihin. Verkon ominaisuuksia on hyödynnetty linkittämällä sivuille ja artikkeleihin muualta verkosta löytyvää aiheen käsittelyn kannalta oleellista ja ymmärrystä lisäävää materiaalia. Esimerkiksi opetusvideoita sekä simulaatioita, jotka monipuolistavat asian esittämistapoja ja joiden on tutkimuksissa todettu lisäävän oppilaiden kiinnostusta opetettavaan asiaan.

Eheyttävän opetuksen tulee olla oppilaslähtöistä. Tämä tarkoittaa kiinnostavan ja relevantin opetuskontekstin lisäksi erilaisia työtapoja, jotka aktivoivat oppilasta. Kokeellisuus on keskeistä kemian opetuksessa, siten suklaa-aiheesta laadittiin kaksi kokeellista työohjetta. Lisäksi työohjeisiin liittyen laadittiin opettajille tukimateriaali, jossa kerrotaan työohjeen sisällöstä, tarkoituksesta ja työhön liittyvästä kemiasta ja suklaatiedoista laajemmin. Työohjeet linkitettiin myös oppilaille suunnattuihin tutkimuksellisiin ja arkeen kytköksissä oleviin kotona tehtäviin töihin suklaasta.

Horisontaalista eheyttämistä eli oppiaineiden välistä yhteistyötä tukee kontekstina olevan asian tarkastelu useasta näkökulmasta ja mahdollistaen monipuoliset työtavat. Suklaa on kaakaosta teollisesti valmistettu elintarvike, jolla on tapahtumarikas ja kulttuurisidonnainen historia. Näiden näkökulmien tuominen suklaan kemian rinnalle sivustolla ja linkittämällä muualta verkosta löytyvää materiaalia mahdollistaa oppiaineiden välisen yhteistyön. Kemian opettajat tekevät vähän oppiaineiden välistä yhteistyötä ja siten tätä on hyvä tukea tarjoamalla esimerkkejä materiaalin käytöstä oppiaineiden välisessä yhteistyössä. *Suklaan ABC* –sivustolla on tällainen tukimateriaali luotu portfoliotyöskentelyyn, joka tukee myös eheyttävän opetuksen mukaista konstruktivistista oppilaan arviointia.

7.3 Suklaa-aiheisen verkkomateriaalin soveltuvuus eheyttävän kemian opetukseen

Kehitetyn *Suklaan ABC*-blogisivuston tarkoituksena on tarjota opettajille materiaalia ja tukea eheyttävään kemian opetuksen toteuttamiseen. Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella suklaakonteksti soveltuu hyvin eheyttävän opetuksen kontekstiksi. Luvussa 6.2 esitellyn empiirisen analyysin perusteella *Suklaan ABC* –sivustolla käsitellyt suklaa-aiheet ovat eheyttävää opetusta hyvin tukevia. Suklaa-aihetta on käsitelty tarpeeksi monipuolisesti, käytännönläheisesti ja arkeen hyvin linkittäen. Lisäksi valittu blogisivusto on tämän tutkimuksen valossa toimiva eheyttävän opetusmateriaalin rakentamiselle.

Opettajien arviot ja lukion opetussuunnitelman kemian opetussisällöt huomioiden on suklaan kemia parhaiten linkitettävissä lukion ensimmäisen kurssin orgaanisen kemian

opetussisältöihin. Myös kemian työkurssit nousivat opettajien arvioissa esille soveltuvina opetusyhteyksinä. Materiaalia tulee käyttää tuntiopetuksen lisänä, sillä se ei ole kattava kemian opetussisältöjä ajatellen. Sivuston käytettävyyttä lisäisi materiaalin lisääminen kemian peruskäsitteistä.

Sivusto on suunniteltu opettajien käytettäväksi ja suurin osa opettajista koki voivansa hyödyntää materiaaleja. Kaiken kaikkiaan siinä mitä materiaaleja opettajat hyödyntäisivät ja miten esiintyi ristiriitoja. Kokeellisten materiaalien ja portfolion käyttöä kannatti useampi opettaja. Tällaisen materiaalin eduksi nostettiin esimerkiksi uusien oppikirjoista poikkeavien materiaalien tarjoaminen, jolloin opettajalla on mahdollisuus monipuolistaa opetustaan. Monen opettajan mielestä sivusto soveltuu myös oppilaiden käytettäväksi. Esimerkiksi esitelmän teon tai päättötyön lähdemateriaalina sekä oppilaille suunnattujen tehtävien osalta. Sivustoa ei alunperin suunniteltu oppilaita silmällä pitäen ja se näkyy materiaalien esitystavassa. Sivuston muokkaus paremmin oppilaiden käyttöön soveltuvaksi ja lisäämällä oppilaille suunnattuja aktiviteetteja muun muassa tutkimuksellisempia kokeellisia töitä edistetään sivuston soveltuvuutta opetukseen.

Opettajat kokivat materiaalin käyttöönotossa olevan myös käytännön haasteita. Horisontaalista eheyttämistä tukemaan tarvittaisiin suklaa-aiheista valmista opetusmateriaalia myös muihin oppiaineisiin. Lisäksi lukion kurssimuotoisuus, oppilaiden kehittymättömät oppimistekniikat, tietokoneiden tarve ja kiire opetettavien asioiden käsittelyssä heikentävät mahdollisuuksia oppiaineiden väliseen yhteistyöhön sekä tämän materiaalin hyödyntämiseen. Nämä haasteet ovat linjassa teoreettisessa analyysissä nousseiden eheyttävän verkko-opetusmateriaalin käytön haasteisiin.

7.4 Tutkimuksen merkitys ja mahdollisuudet jatkossa

Tällä tutkimuksella on käytännön opetuksen kannalta merkitystä, sillä tutkimuksessa luotiin eheyttävään kemian opetukseen soveltuvaa uutta ja aiemmasta poikkeavaa opetusmateriaalia lähinnä lukio-opetukseen. Myös suklaa eheyttävän opetuksen kontekstina on hyvin vähän käytetty ja valtaosalle opettajista uusi.

Eheyttävä opetus on nousemassa sekä peruskoulussa että lukiossa aiempaa keskeisemmäksi osaksi opetusta. Siten materiaalin tarjoaminen eheyttävään opetukseen sekä eheyttävän opetuksen tutkiminen on ajankohtaista.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Yleistäminen vaatisi tämän materiaalin käytön tutkimista aidossa opetustilanteessa. Ainakin seuraavia jatkotutkimusaiheeksi soveltuvaa kysymystä nousee tämän tutkimuksen pohjalta:

1. Miten opettajat toteuttavat käytännössä eheyttävää kemian opetusta tämän materiaalin avulla?
2. Miten oppilaat hyödyntävät tätä materiaalia?
3. Miten suklaakontekstia hyödynnetään opetuksessa?
4. Onko suklaa oppilaista mielekäs kemian opetuksen konteksti?
5. Millaisia oppimistuloksia voidaan materiaalin käytöllä saavuttaa?

Lähteet

- Anon. (1989). Kouluhallituksen muistio eheyttämisestä. Teoksessa Reijo Laukkanen, Esko Piippo ja Alina Salonen (toim.), *Ehyesti elävä koulu*. (s. 172-207) Helsinki: VAPK-kustannus.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A. ja Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate - a review, *Trends in Food Science & Technology*, 18, 290-298
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M. & Ryan A. (2008). Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840-857, DOI:10.1080/10408390701719272
- Ahtineva, A. (2000) *Oppikirja – tiedon välittäjä ja opintojen innoittaja?* Turun yliopisto
- Ahvenniemi, R. (2009). *Molekyyli gastronomia opetuksessa: Kemian ymmärtämisen ja ajattelun tukeminen kokeellisuuden avulla*. Pro Gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto. Haettu internetistä: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/ahvenniemi-r-2009.pdf>
- Aksela, M (2009). Kokeellisuus kemian oppimisen tukena –teoriaa ja käytäntöä. M. Aksela & J. Pernaa (toim.) *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin. IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät*. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy
- Aksela, M & Karjalainen, V. (2008) *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy
- Aksela, M. & Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu –tutkielman tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.), *Kehittämistutkimus opetusallalla*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Atjonen, P. (1990) Kunnan opetussuunnitelma opetuksen eheyttämisessä. Teoksessa Reijo Laukkanen, Esko Piippo ja Alina Salonen (toim.), *Ehyesti elävä koulu*. (s. 77-88) Helsinki: VAPK-kustannus.

- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. doi: 10.1207/s15327809jls1301_1
- Beckett, S.T. (2009). *The Science of Chocolate*, Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Camu, N., De Winter, T., Addo, S.K., Takrama, J.S., Bernaert, H. ja De Vuyst, L. (2008) Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. *Journal of the Science of Food Agriculture* 88, 2288–2297. DOI: 10.1002/jsfa.3349
- Camu, N., De Winter, T., Verbrugghe, K., Cleenwerck, I., Vandamme, P., Takrama, J.S., Vancanneyt, C. ja De Vuyst, L. (2007). Dynamics and Biodiversity of Populations of Lactic Acid Bacteria and Acetic Acid Bacteria Involved in Spontaneous Heap Fermentation of Cocoa Beans in Ghana. *Applies and Environmental Microbiology*. 73(6), 1809–1824. DOI: 10.1128/AEM.02189-06
- Coe, S.D. & Coe, M.D. (2005). *Suklaan historia* (suom. Paajanen, A.), Kerava: Sitruuna Kustannus
- Dewey, J. (1902). *The Child and the Curriculum*. Chicago: University of Chicago Press.
Haettu 20.4.2014 internetistä: <https://archive.org/details/childandcurricul00deweuoft>
- Dewey, J. (1915) *The School and Society*. (2.painos). Chicago: University of Chicago Press. Haettu 20.4.2014 internetistä: https://openlibrary.org/books/OL13524022M/The_school_and_society
- Dillon, P (2006). A Pedagogy of connection and education for sustainability. Teoksessa A.-L. Rauma, S. Pöllänen & P. Seitamaa-Hakkarainen. *Human Perspectives on Sustainable Future* (s.261-276). Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Ding, E.L., Hutfless, S.M., Ding, X. ja Girotra, S. (2006) Chocolate and Prevention of Cardiovascular Disease: A Systematic Review, *Nutrition & Metabolism* 3(2)
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. DOI: 10.1207/S15327809JLS1101_4

FAO (1970) *Better farming series. Cocoa*. Haettu 23.4.2014 sivustolta FAO corporate document repository internetistä:

<http://www.fao.org/docrep/006/ad220e/AD220E00.htm#TOC>

FAO (2014) *FAOStat*. Luettu 5.2.2014 internetissä: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>

FCIA (2013). *Fine Chocolate. Chocolate Glossary*. Haettu 20.4.2014 internetistä: <http://www.finechocolateindustry.org/chocolate-glossary.php>

FDA (2013). *Code of Federal Regulations Title 21, part 163*, 2013. Haettu 20.4.2014 internetistä: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=163.123>

Foubert, I., Dewettinck, K., Van de Walle, D., Dijkstra, A.J. ja Quinn P.J. (2007). Physical properties: Structural and Physical Characteristics. Teoksessa F.D. Gunstone, J.L Harwood, & A.J. Dijkstra. (toim.) *The Lipid Handbook*. (3.painos) USA:CRCPress

Foubert, I., Vanrolleghem, P.A., Thas, O. ja Dewettinck, K. (2004) Influence of Chemical Composition on the Isothermal Cocoa Butter Crystallization. *Journal of Food Science*, 69 (9)

Franzen, M. & Borgerhoff Mulder, M.(2007). Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide, *Biodiversity and Conservation*, 16, 3835–3849, DOI: 10.1007/s10531-007-9183-5

Golafshani, N. (2003) Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4), December 2003, 597-607. Haettu internetistä: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR8-4/golafshani.pdf>

Gunstone, F. D. & Harwood, J. L, (2007). Luku 2. Occurrence and characterisation of oils and fats. Teoksessa F.D. Gunstone, J.L Harwood, & A.J. Dijkstra. (toim.) *The Lipid Handbook*. (3.painos) USA:CRCPress

Gilbert, J., (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International journal of science education*, 28, 957-976.

- Haatainen, O. & Laamanen, J. (2013) Molekyyliastronomian esiintyminen lukion KE1-kurssin oppikirjoissa. Opettaja työnsä tutkijana seminaarityö. Helsingin yliopisto [julkaisematon]
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. (2004) *Tutkiva oppiminen. Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä*. WSOY
- Hannola-Teitto, M.; Jokela, R.; Leskelä, M.; Näsäkkälä, E.; Pohjakallio, M. & Rassi, M. (2004). *Neon 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Edita.
- Hidi, S. & Renninger, K.A., (2006) The Four-Phase Model of Interest Development *Educational Psychologist* 41(2), 111-127
- Ilomäki, L.(toim) (2012) *Laatua e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa*. Tampere: Opetushallitus. Suomen yliopistopaino Oy
- ICCO (2012) *ICCO Annual Report 2010/2011*. Haettu 28.11.2013 internetistä: http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/1-annual-report.html
- Jia, L., Liu, X., Yi Bai, Y., Hua Li, S., Sun, K., He, C. ja Hui, R. (2010) Short-term effect of cocoa product consumption on lipid profile: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92, s. 218-225, DOI: 10.3945/ajcn.2009.28202
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry- logical or psychological? *Chemistry education: research and practice in Europe*, 1(1), 9-15. Internetistä: http://www.uoi.gr/cerp/2000_January/pdf/056johnstonef.pdf
- Jumnongpon, R., Chaiseri, S., Hongprabhas, P., Healy, J.P., Meade, S.J. ja Gerrard, J.A. (2012). Cocoa protein crosslinking using Maillard chemistry, *Food Chemistry* 134, 375–380. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.189
- Kaila, L.; Meriläinen, P.; Pihko, P. & Ojala, P. (2007). *Reaktio 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Sanoma Pro.
- Kaila, L.; Meriläinen, P.; Pihko, P. & Ojala, P. (2012). *Reaktio 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Sanoma Pro.

- Kauppa- ja teollisuusministeriö (2003). *Asetus kaakao ja suklaatuotteista (451/2003)*.
Haettu 20.4.2014 internetistä: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030451>
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011) Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings, *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50,
DOI: 10.1080/09500693.2010.518645
- Kurtakko, K. (1990) Lapsen integraatio lähikulttuuriin. Teoksessa Reijo Laukkanen, Esko Piippo ja Alina Salonen (toim.), *Ehyesti elävä koulu*. (s. 77-88) Helsinki: VAPK-kustannus.
- Kujamäki, P. (2009). Opetussuunnitelman aihekokonaisuudet ja opetuksen eheyttäminen. Teoksessa O.-P. Moisio & J. Suoranta (toim.), *Kriittisen pedagogiikan kysymyksiä 3*. Tampere: Tampereen yliopiston kasvatustieteiden laitos.
- Kärnä, P., Hakonen, R. & Kuusela, J. (2012) *Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011. Koulutuksen seurantaraportit 2012:2*. Opetushallitus, Tampereen yliopistopaino Oy
- Kärkkäinen, K, Rätty-Sarho, P. (1990). Opettajien ja oppilaiden jatkuvaan vuorovaikutukseen perustuvan työtavan kehittelyä Pukinmäen ala-asteella lukuvuosina 1987-1990. Teoksessa Reijo Laukkanen, Esko Piippo ja Alina Salonen (toim.), *Ehyesti elävä koulu*. (s. 141-153) Helsinki: VAPK-kustannus.
- KvantiMOTV (2010) Kyselylomakkeen laatiminen [verkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Luettu 8.4.2014 internetissä <http://www.fsd.uta.fi/metelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html/>
- Lakkala, M. & Lipponen, L. (2004). Oppimisen infrastruktuurit verkko-opinimisen tukena. Teoksessa V. Korhonen (toim.), *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka* (s. 113-134). Tampere: Tampere University Press.
- Lampiselkä, J.; Aroluoma, I.; Kanerva, K.; Karkela, L.; Mäkelä, R.; Sorjonen, T. & Vakkilainen, K.-M. (2007). *Kemisti 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: WSOY.
- Lavonen, J., Juuti, K., Uitto, A., Meisalo V. & Byman, R. (2005). Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School. Teoksessa *Research*

- Findings on Young People's Perceptions of Technology and Science Education*
Turku: Technology Industries of Finland. Haettu 4.5.2014 internetistä
<http://roseproject.no/network/countries/finland/fin-lavonen-2005.pdf>
- Lavonen, J., Meisalo, V. & al. (2014) *Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden
työtapaopas* [verkkojulkaisu] Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
Luettu 29.4.2014 internetissä <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/tyotapa/>
- Lehtiniemi, K. & Turpeenoja, L. (2005). *Mooli 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*.
Keuruu: Otava.
- Lehtiniemi, K. & Turpeenoja, L. (2010). *Mooli 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*.
Helsinki: Otava.
- Lipp, M., & Anklam, E. (1998) Review of cocoa butter and alternative fats for use in
chocolate-Part A. Compositional data, *Food Chemistry* 62(1) s. 73-97
- LOPS (2003) Lukion opetussuunnitelman perusteet. Vammala: Opetushallitus.
- Lukiolaki (629/1998) [verkkojulkaisu] Haettu 10.4.2014 sivustolta Finlex internetistä
[http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980629?search\[type\]=pika&search\[pika\]=lukiolaki](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980629?search[type]=pika&search[pika]=lukiolaki)
- Löfström, E., Kanerva, K., Tuuttila, L., Lehtinen, A. & Nevgi, A. (2010) Laadukkaasti
verkossa: Verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajalle. Helsingin yliopisto.
Haettu internetistä http://www.helsinki.fi/julkaisut/aineisto/hallinnon_julkaisuja_71_2010.pdf
- Marttila, H. & Rantanen, T. (2001). Digitaaliset verkkoportfoliot oppimisen tukena.
[verkkojulkaisu] Luettu 4.5.2014 internetissä <http://www.cs.uta.fi/ipopp/www/ipopp2001/mara/etusivu2.html>
- McGee, H. (2004) *On Food and Cooking. The Science and Lore of the Kitchen*, New York:
Scribner
- Miettinen, R. (2000) Konstruktivistinen oppimisenäkemys ja esineellinen toiminta.
Aikuiskasvatus 4/2000. 276-292
- Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T. H., Virtanen, J., K., Kaikkonen, J.,
Nyyssönen, K. ja Salonen, J. T (2004). Dark Chocolate Consumption Increases HDL

- Cholesterol Concentration and Chocolate Fatty Acids May Inhibit Lipid Peroxidation in Healthy Humans. *Free Radical Biology & Medicine*, 37(9), 1351–1359
- Nguyen Phuc, C.-H. (2013). *Quality of Vietnamese cocoa liquor and butter*. Masterproef. Levensmiddelenwetenschappen en voeding, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent. Haettu internetistä: http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/063/615/RUG01-002063615_2013_0001_AC.pdf
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2010). *Lukiokoulutuksen kehittämisen toimenpitehdotuksia valmistelevan työryhmän muistio. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2010:14*. Haettu 26.3.2014 verkosta <http://www.minedu.fi/OPM/julkaisut>
- Pernaa, J. (2013) Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla*. Jyväskylä: PS-kustannus
- Raatikainen, T. (1990) Eheyttämisen historiaa. Teoksessa Reijo Laukkanen, Esko Piippo ja Alina Salonen (toim.), *Ehyesti elävä koulu*. (s.15-26) Helsinki: VAPK-kustannus.
- Rohan, T.A.(1964). The Precursors of Chocolate Aroma: A Comparative Study of Fermented and Unfermented Cocoa Beans, *Journal of Food Science* 29(4), 456-459
- Scrimgeour, C.M. ja Harwood, J.L (2007) Fatty acid and lipid structure. Teoksessa. F.D. Gunstone, J.L Harwood, & A.J. Dijkstra. (toim.) *The Lipid Handbook*. (3.painos) USA:CRCPress.
- Singh, K., Granville, M. & Dika, S. (2002). Mathematics and Science Achievement: Effects of Motivation, Interest, and Academic Engagement. *The Journal of Educational Research* 95(6), 323-332
- Suomen virallinen tilasto (SVT, 2004). Opettajat ja muu henkilökunta [verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus Haettu 14.4.2014 internetistä: http://www.stat.fi/til/ope/2004/ope_2004_2006-06-30_tie_001.html
- Taber, K.S (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education, *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 156. DOI: 10.1039/c3rp00012e
- Tannenbaum, G. (2002). *Lessons in Chocolate*.Batavia, IL: Flinn Scientific inc.

- Tannenbaum, G. (2004). Chocolate: A Marvelous Natural Product of Chemistry, *Journal of Chemical Education* 81, 1131-1135
- Tuomi, J., Sarajärvi, A. (2013). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. (10.painos). Vantaa: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Tynjälä, P. (2000). *Oppiminen tiedon rakentamisena*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi
- Tähkä, T. (2012) Asennetta kemian opiskeluun. Teoksessa P. Kärnä, L. Houtsonen & T. Tähkä. *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012. Koulutuksen seurantaraportti 2012:10* (s. 159-171) Tampere: Opetushallitus, Suomen yliopistopaino Oy.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. (2000). *Didaktiikan perusteet*. Juva: WS Bookwell Oy.
- Wang, F. & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. DOI: 10.1007/BF02504682
- Ylilehto, H. (2013) Opetussuunnitelmien perustetyö etenee suunnitellusti. *Spektri-lehti*. 18.6.2013. Opetushallitus. Haettu osoitteesta http://www.oph.fi/ajankohtaista/spektri-lehti/102/0/opetussuunnitelmien_perustetyo_etenee_suunnitellusti.
- Zumdahl, S.S. ja Zumdahl, S.A.(2003) *Chemistry*, (6th edition). Boston MA: Houghton Mifflin Company.
- Åhlberg, M. (1998) *Ecopedagogy and Ecodidactics: Education for Sustainable Development, Good Environment and Good Life*. Joensuu: Joensuun yliopistopaino

Kuvien lähteet

KUVA 2: USDA (2011) Image Gallery. Image Number D2282-1. Kypsyviä kaakaohedelmiä kaakaopuussa. Kuvanottaja Peggy Greb. Haettu 31.1.2014 internetistä: <http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/sep11/d2282-1.htm>

KUVA 3: USDA (2006) Image Gallery. Image Number K4636-14. Kaakaopapuja. Etualalla halkaistu kaakaohedelmä, jonka sisällä valkoisen hedelmälihan seassa kaakaopapuja. Kuvanottaja Keith Weller. Haettu 31.1.2014 internetistä: <http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/feb02/K4636-14.htm>

KUVA 9: PubChemCompound (2005), *1-palmitoyl-2-oleoylphosphatidylcholine*. Fosfatidyylikoliinin kemiallinen rakenne. Haettu 5.2.2014 internetistä: http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=5497103&loc=ec_rcs

Liitteet

LIITE 1: Oppikirja-analyysi - kooste tutkituista oppikirjoista

koodi	kirja
A1	Mooli 1 (2005)
A2	Mooli 1 (2010)
B1	Reaktio 1 (2007)
B2	Reaktio 1 (2012)
C1	Neon 1 (2004)
D1	Kemisti 1 (2007)

LIITE 2: Oppikirja-analyysi - kooste oppikirjoista löydetystä maininnoista

Lähde	Maininta	Esiintymis-yhteys	Kemian käsite	Luokka
A1	Ruokasuolan vesiliuos on homogeeninen. Seoksessa on vain yksi faasi...Perunajauho ja vesi muodostavat heterogeenisen seoksen. Seoksessa on kaksi faasia... Vesi ja ruokaöljy eivät liukene toisiinsa. Muodostuu heterogeeninen seos, jossa on kaksi nestefaasia (s.32)	kuvateksti	aineiden luokittelu	1
A1	Valitse luettelosta alkuaineet, yhdisteet, homogeeniset seokset ja heterogeeniset seokset. a) rasvaton maito b)kivennäisvesi e) sokeripala i) öljyä ja etikkaa sisältävä salaattikastike j) perunajauho (s.42)	tehtävä	aineiden luokittelu	1
A1	Mitä faaseja on d) salaattikastikepulloissa, jossa on vettä,öljyä ja viinietikkaa?	tehtävä	aineiden luokittelu	1
A1	Myös viiniä valmistetaan useissa lämpimissä maissa perinteisen tavan mukaan rypäleistä käyttämällä. Luonnossakin tapahtuu alkoholikäymistä, esimerkiksi marjoissa, joiden sisältämä fruktoosi alkaa ennen pitkää käydä etanoliksi ja hiilidioksidiksi. (s.97)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
A1	Kun syömme happaman makuista ruokaa, se todennäköisesti sisältää yhtä tai useampaa karboksyylihappoa. Sitruunan hapan maku on peräisin sen sisältämästä sitruunahaposta, ja raparperissa puolestaan on oksaalihappoa. Karboksyylihappojen nimi tulee karboksyyliyhmästä -COOH,... (s.110)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
A1	hapatetuissa maitotuotteissa on runsaasti maitohappoa, jota syntyy maitohappobakteerien aineenvaihdunnan lopputuotteena. Myös hapankaali tehdään maitohappokäymisen avulla. (s.110)	kuvateksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
A1	Ruokaetikan ja viinietikan valmistus etanolista hapettamalla tunnettu jo pitkään. Tavallinen ruokaetikka sisältää 10 massaprosenttia etikkahappoa ja erilaiset viinietikat 3-4 massaprosenttia. (s.115)	leipäteksti	org.yhd reaktiot	1

A1	...oliiviöljyn rasvoissa on 43 prosenttia 83 prosenttia öljyhappoa ja palmuöljyn rasvoissa 43 prosenttia palmitiinihappoa ja vain 43 prosenttia öljyhappoa. Voissa sen sijaan on 14 erilaista rasvahappoa, joista noin 9 prosenttiasisältää vähemmän kuin 10 hiiliatomia. Yksi voin rasvoissa esiintyvistä rasvahapoista on butaani- eli voi happo. Kun voin rasvat hajoavat, vapautuva voi happo antaa voille epämiellyttävän hajun. Koska rasvat ovat erilaisten rasvahappojen estereitä, niillä ei ole tarkkaa sulamispistettä. Ne sulavat ja pehmenevät vähitellen. Mitä enemmän rasvamolekyylillä sisältää tyydyttymättömiä rasvahappoja ja siten kaksoissidoksia, sitä alhaisempi on sen sulamispiste. Kasviöljyt ovatkin tämän vuoksi huoneenlämmössä nesteitä. Eläinrasvat puolestaan sisältävät paljon tyydyttyneitä rasvahappoja, joten ne ovat huoneenlämmössä kiinteitä. (s.121)	leipäteksti	rasvat	1
A1	Kun kalaa käsitellään sitruunalla tai etikalla, amiinit neutraloituvat ja niistä muodostuu sitruunahapon tai etikkahapon suoloja (sitraatteja tai asetaatteja). (s.135)	kuvateksti	Orgaaniset tyyppiyhdisteet	1
A1	valkoviinitutkimus: happopitoisuuksien ja sokeripitoisuuksien vertailu (kerrotaan että vaikuttaa tuoksuun ja makuun) s.165	Laboratoriotehtävä	orgaaniset happiyhdisteet	1
A1	Mineraalisuola ja leivinjauhe ovat seoksia, mutta laboratoriossa käytettävä natriumkloridi ja natriumvetykarbonaatti ovat puhtaita aineita... Mineraalisuola sisältää natriumkloridin lisäksi monia muitakin suoloja. Leivinjauheen toiminta perustuu sen sisältämään natriumvetykarbonaattiin. Lisäksi leivinjauheessa on monia lisäaineita. (s.31)	kuvateksti	aineiden luokittelu	1
A1	Tavallinen homogeeninen seos on esimerkiksi aineen vesiliuos. Lisättäessä ruokaan suolaa muodostuu suolan ja veden välinen homogeeninen seos, jossa on vain yksi faasi. Samoin käy, kun sokeri liukenee kuumaan kahviin. Heterogeeninen seos puolestaan saadaan, kun yritetään liuottaa vehnä- tai perunajauhoa kylmään veteen. Seoksessa näkyy selvästi vesi- ja jauhokerros eli nestefaasi ja kiinteä faasi (s.32)	leipäteksti	aineiden luokittelu	2
A1	Seos voidaan saada homogeenisemmaksi joko voimakkaan mekaanisen käsittelyn avulla (maidon homogenointi, salaattikastikkeen voimakas sekoitus) tai lisäämällä seokseen emulgointiaineita...Esimerkiksi kun sitä lisätään jäätelöön, rasva ei pääse erottumaan nesteestä ja jäätelö pysyy homogeenisena. (s.32)	leipäteksti	aineiden luokittelu	2

A1	Bentsoehappo C_6H_5COOH on yksinkertainen aromaattinen karboksyylihapo...Luonnossa bentsoehappoa esiintyy runsaasti karpaloissa, puolukoissa ja lakoissa. Näistä marjoista tehty hillo säilyy pitkiäkin aikoja ilman lisäaineita, kunhan marjat murskataan, jolloin mehussa oleva bentsoehappo suojaa hilloa homentumiselta. (s. 115)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	3
A1	viininvalmistus on biotekniikkaa... (s.129)	Inforuutu	orgaaniset happiyhdisteet	3
A1	...Yksinkertainen keino poistaa haihtuvien amiinien haju kalasta on lisätä kalaruokiin sitruunaa. Tällöin amiinit neutraloituvat sitruunahapolla ja niiden epämiellyttävä haju häviää. Neutraloituminen tapahtuu myös kun valmistetaan etikkasäilöttyjä kaloja. (lisäksi reaktioyhtälö etyyliamiinin neutraloituminen suolahapolla) (s. 135)	leipäteksti	Orgaaniset tyyppiyhdisteet	3
A2	Ruokasuolan vesiliuos on homogeeninen. Seoksessa on vain yksi faasi...Perunajauho ja vesi muodostavat heterogeenisen seoksen. Seoksessa on kaksi faasia... Vesi ja ruokaöljy eivät liukene toisiinsa. Muodostuu heterogeeninen seos, jossa on kaksi nestefaasia (s.41)	kuvateksti	aineiden luokittelu	1
A2	Kuinka monta faasia ja mitä faaseja on d) salaattikastikepulloissa, jossa on vettä,öljyä ja viinietikkaa? (s.51)	tehtävä	aineiden luokittelu	1
A2	Kun syömme happaman makuista ruokaa, se todennäköisesti sisältää yhtä tai useampaa karboksyylihapo. Sitruunan hapan maku on peräisin sen sisältämästä sitruunahaposta, ja raparperissä puolestaan on oksaalihappoa. Karboksyylihappojen nimi tulee karboksyyli ryhmästä $-COOH$,... (s.97)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
A2	hapatetuissa maitotuotteissa on runsaasti maitohappoa, jota syntyy maitohappobakteerien aineenvaihdunnan lopputuotteena. Myös hapankaali tehdään maitohappokäymisen avulla. (s.97)	kuvateksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
A2	Ruokaetikan ja viinietikan valmistus etanolista hapettamalla tunnettu jo pitkään. Tavallinen ruokaetikka sisältää 10 massaprosenttia etikkahappoa ja erilaiset viinietikat 3-4 massaprosenttia. (s.100)	leipäteksti	org.yhd reaktiot	1
A2	valkoviinitutkimus: happopitoisuuksien ja sokeripitoisuuksien vertailu (kerrotaan että vaikuttaa tuoksuun ja makuun) s.112	Laboratoriotehtävä	orgaaniset happiyhdisteet	1
A2	Kun kalaa käsitellään sitruunalla tai etikalla, amiinit neutraloituvat ja niistä muodostuu sitruunahapon tai etikkahapon suoloja (sitraatteja tai asetaatteja). (s.122)	kuvateksti	Orgaaniset tyyppiyhdisteet	1

A2	yhdistä toisiinsa seuraavat sovellukset ja reaktiot. Sovellukset: hapankaalin valmistus, viinietikan valmistus, etikkasäilykkeiden happamuus	tehtävä	org.yhd reaktiot	1
A2	...oliiviöljyn rasvoissa on 43 prosenttia 83 prosenttia öljyhappoa ja palmuöljyn rasvoissa 43 prosenttia palmitiinihappoa ja vain 43 prosenttia öljyhappoa. Voissa sen sijaan on 14 erilaista rasvahappoa, joista noin 9 prosenttiasisältää vähemmän kuin 10 hiiliatomia. Yksi voin rasvoissa esiintyvistä rasvahapoista on butaani- eli voi happo. Kun voin rasvat hajoavat, vapautuva voi happo antaa voille epämiellyttävän hajun. Koska rasvat ovat erilaisten rasvahappojen estereitä, niillä ei ole tarkkaa sulamispistettä. Ne sulavat ja pehmenevät vähitellen, eli ne ovat amorfisia aineita. Mitä enemmän rasvamolekyyli sisältää tyydyttymättömiä rasvahappoja ja siten kaksoissidoksia, sitä alhaisempi on sen sulamispiste. Kasviöljyt ovatkin tämän vuoksi huoneenlämmössä nesteitä. Eläinrasvat puolestaan sisältävät paljon tyydyttyneitä rasvahappoja, joten ne ovat huoneenlämmössä kiinteitä. (s.143)	leipäteksti	rasvat	1
A2	Leivonnaisten kohoaminen uunissa perustuu kemialliseen reaktioon (s.8)	kuvateksti	mitä kemia on	1
A2	PAH-yhdisteet löydettiin, kun huomattiin, että nuohoojilla esiintyi runsaasti keuhkosityöpää. PAH-yhdisteitä voi muodostua myös ruokaan, kun sitä savustetaan tai grillataan. (s.87)	kuvateksti	hiilivedyt	1
A2	Tavallinen homogeeninen seos on esimerkiksi aineen vesiliuos. Lisättäessä ruokaan suolaa muodostuu suolan ja veden välinen homogeeninen seos, jossa on vain yksi faasi. Samoin käy, kun sokeri liukenee kuumaan kahviin. Heterogeeninen seos puolestaan saadaan, kun yritetään liuottaa vehnä- tai perunajauhoa kylmään veteen. Seoksessa näkyy selvästi vesi- ja jauhokerros eli nestefaasi ja kiinteä faasi (s.41)	leipäteksti	aineiden luokittelu	2
A2	Seos voidaan saada homogeenisemmaksi joko voimakkaan mekaanisen käsittelyn avulla (maidon homogenointi, salaattikastikkeen voimakas sekoitus) tai lisäämällä seokseen emulgointiaineita...Esimerkiksi kun sitä lisätään jäätelöön, rasva ei pääse erottumaan nesteestä ja jäätelö pysyy homogeenisena. (s.41-42)	leipäteksti	aineiden luokittelu	2
A2	Bentsoehappo C_6H_5COOH on yksinkertaisin aromaattinen karboksyylihappo...Luonnossa bentsoehappoa esiintyy runsaasti karpaloissa, puolukoissa ja lakoissa. Näistä marjoista tehty hillo säilyy pitkiäkin aikoja ilman lisäaineita, kunhan marjat murskataan, jolloin mehussa oleva bentsoehappo suojaa hilloa homeutumiselta. (s. 101)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	3

A2	viininvalmistus on biotekniikkaa –inforuutu (s.113)	Inforuutu	orgaaniset happiyhdisteet	3
A2	Yksinkertainen keino poistaa haihtuvien amiinien haju kalasta on lisätä kalaruokiin sitruunaa. Tällöin amiinit neutraloituvat sitruunahapolla ja niiden epämiellyttävä haju häviää. Neutraloituminen tapahtuu myös kun valmistetaan etikkasäilöttyjä kaloja. (lisäksi reaktioyhtälö etyyliamiinin neutraloituminen suolahapolla)(s. 122)	leipäteksti	Orgaaniset tyyppiyhdisteet	3
B1	Teenlehtien hauduttaminen on uuttamista. (s.89)	kuvateksti	Erotusmenetelmät	1
B1	Luokittele seuraavat aineet sivun 17 taulukon avulla. A) kaurapuuro f) vesijohtovesi h) hedelmäsokeri i) virvoitusjuoma (s.27)	tehtävä	aineiden luokittelu	1
B1	a) Kolmeen kiloon sieniä lisättiin säilöntäaineksi 310 g ruokasuolaa NaCl. Mikä oli käytetyn ruokasuolan ainemäärä? (s.40)	tehtävä	ainemäärä	1
B1	Teepussista siirtyy kuumaan veteen vesiliukoisia poolisia molekyylejä ja ioniyhdisteitä, mutta teenlehtien suurimolekyylisiä yhdisteitä jää liukenematta. Tällaista aineiden erilaiseen liukoisuuteen perustuv erotusmenetelmää kutsutaan uutoksi. (s.89)	leipäteksti	Erotusmenetelmät	1
B1	Selitä miksi kalan haju lähtee käsistä, kun niihin hieroo sirtuunamehua. (s.137)	tehtävä	org.yhd reaktiot	1
B1	Kun taikina sisältää piimää, hapanta kermaa, kermaviiliä tai siirappia leivonnassa käytetään kohotusaineena ruokasoodaa. Ruokasooda on natriumvetykarbonaattia NaHCO ₃ . Annostus on 1tl/3dl jauhoja. Teelusikallinen ruokasoodaa painaa noin 2,1g. Kakkuun lisätään 6dl jauhoja. Kuinka monta grammaa kakussa on natriumioneja? (Ohje: Natrium vetykarbonaatti on ioni yhdiste joka rakentuu Na ⁺ ja HCO ₃ ⁻ -ioneista.) (s.40)	Tehtävä	Ainemäärä	2
B1	Kun sokeria kuumennetaan katkeavat ensin sokerimolekyylien väliset heikot sidokset, jolloin sokerin olomuoto muuttuu kiinteästä nesteeksi. Sokeri sulaa, mutta sokerimolekyylit säilyvät muuttumattomina. Jos kuumentamista jatketaan riittävästi, sokerimolekyylien atomeja yhdistävät vahvat sidokset alkavat järjestäytyä uudelleen ja sokeri muuttuu uudeksi yhdisteeksi. Tämä havaitaan sokerin maun ja värin muuttumisena. (s.46)	Leipäteksti	kemialliset sidokset	2

B1	Ruuan valmistuksessa sakeuttamiseen käytetään tärkkelystä, eläinten sidekudoksesta valmistettavaa liivatetta (gelatiinia) ja raakojen marjojen ja hedelmien sisältämää pektiiniä (E 440). Ne kaikki ovat suurimolekyyllisiä, poolisia aineita, jotka pystyvät verkkomaisia rakenteita muodostamalla sitomaan painonsa nähden jopa satakertaisen määrän vettä. (s.86)	Inforuutu	kemialliset sidokset	2
B1	Hedelmien ja juuresten leikkauspinnan tummuminen johtuu entsyymien katalysoimista hapettumisreaktioista. Hapettavana aineena on ilman happi. Tummumista ei tapahdu, jos estetään ilman hapen pääsy leikkauspintaan, tehdään entsyymi toimintakyvyttömäksi tai jos läsnä on antioksidanttia. Siksi esimerkiksi juurekset säilytetään vedessä, omenalohkoille puristetaan sitruunamehua ja hedelmäsäilykkeille lisätään antioksidanttia. (s.124)	kuvateksti	org.yhd reaktiot	2
B1	Kalasta haihtuvien di- ja trimetyyliamiinien haju häviää, kun raakaa kalaa käsitellään sitruunahapolla tai se säilötään etikkahappoliemeen. Tällöin amiinit neutraloituvat ja niistä syntyy sitruunahapon tai etikkahapon suoloja, sitraatteja ja asetaatteja. (s.132)	kuvateksti	org.yhd reaktiot	2
B1	Alkoholijuomien valmistus. (s.99-100)	inforuutu	org.yhd reaktiot	3
B2	Luokittele seuraavat aineet sivun 15 taulukon avulla. A) kaurapuuro h)hedelmäsokeri i)ruokasuolaliuos	tehtävä	aineiden luokittelu	1
B2	a) Kolmeen kiloon sieniä lisättiin säilöntäaineksi 310 g ruokasuolaa NaCl. Mikä oli käytetyn ruokasuolan ainemäärä? (s.72)	tehtävä	Ainemäärä	1
B2	Teepussista siirtyy kuumaan veteen vesiliukoisia poolisia molekyylejä ja ioniyhdisteitä, mutta teenlehtien suurimolekyyllisiä yhdisteitä jää liukenematta. Tällaista aineiden erilaiseen liukoisuuteen perustuv erotusmenetelmää kutsutaan uutoksi. (s.87)	leipäteksti	Erotusmenetelmät	1
B2	Kalan haju johtuu suureksi osaksi di- ja trimetyyliamiineista.	kuvateksti	Orgaaniset typpiyhdisteet	1
B2	Selitä miksi kalan haju lähtee käsistä, kun niihin hieroo sirtuunamehua. (s.135)	tehtävä	org.yhd reaktiot	1
B2	Ovatko seuraavat homo- vai heterogeenisiä seoksia? A) appelsiini c)sokeriliuos d)kermavaahto e) rypsiöljy (s.25)	tehtävä	aineiden luokittelu	1

B2	Kun sokeria kuumennetaan katkeavat ensin sokerimolekyylien väliset heikot sidokset, jolloin sokerin olomuoto muuttuu kiinteästä nesteeksi. Sokeri sulaa, mutta sokerimolekyylit säilyvät muuttumattomina. Jos kuumentamista jatketaan riittävästi, sokerimolekyylien atomeja yhdistävät vahvat sidokset alkavat järjestäytyä uudelleen ja sokeri muuttuu uudeksi yhdisteeksi. Tämä havaitaan sokerin maun ja värin muuttumisena. (s.28)	leipäteksti	kemialliset sidokset	2
B2	Kun taikina sisältää piimää, hapanta kermaa, kermaviiliä tai siirappia leivonnassa käytetään kohotusaineena ruokasoodaa. Ruokasooda on natriumvetykarbonaattia NaHCO_3 . Annostus on 1tl/3dl jauhoja. Teelusikallinen ruokasoodaa painaa noin 2,1g. Kakkuun lisätään 6dl jauhoja. Kuinka monta grammaa kakussa on natriumioneja? (Ohje: Natrium vetykarbonaatti on ioni yhdiste joka rakentuu Na^+ ja HCO_3^- -ioneista.) (s.73)	tehtävä	Ainemäärä	2
B2	Hedelmien ja juuresten leikkauspinnan tummuminen johtuu entsyymien katalysoimista hapettumisreaktioista. Hapettavana aineena on ilman happi. Tummumista ei tapahdu, jos estetään ilman hapen pääsy leikkauspintaan, tehdään entsyymi toimintakyvyttömäksi tai jos läsnä on antioksidantteja. Siksi esimerkiksi juurekset säilytetään vedessä, omenalohkoille puristetaan sitruunamehua ja hedelmäsäilykkeille lisätään antioksidantteja. (s.122)	kuvateksti	Kemiallinen reaktio.	2
B2	Kalasta haihtuvien di- ja trimetyyliamiinien haju häviää, kun raakaa kalaa käsitellään sitruunahapolla tai se säilötään etikkahappoliemeen. Tällöin amiinit neutraloituvat ja niistä syntyy sitruunahapon tai etikkahapon suoloja, sitraatteja ja asetaatteja. (s.130)	kuvateksti	Kemiallinen reaktio.	2
B2	Alkoholijuomien valmistus. (s.97-98)	Inforuutu	Orgaanisten aineiden reaktioita.	3
C1	Majoneesin teko-ohje. (s.27)	Inforuutu	aineiden luokittelu	1
C1	Uutto: kahvin valmistus kahvin keittimessä. (.28)	Taulukko.	Erotusmenetelmät	1
C1	Savustamisessa ja grillaamisessa ruuan pinnalle voi syntyä pieniä määriä PAH-yhdisteitä, jotka voivat lisätä syöpäriskiä. (s.69)	kuvateksti	Hiilivedyt	1
C1	Kun viinipullo jää auki, jäljelle jäänyt viini muuttuu hitaasti happamaksi. Tämä johtuu viinin hapettumisesta. Kirjoita rakennekaavat viinin hapettumistuotteille. Miten viinin pH muuttuu hapettumisen edistyessä? Perustele vastauksesi. (s.115)	Tehtävä	Hiilivedyt	1

C1	Tehtävä 128, a,b (s.145) ?	tehtävä	hiilihydraatit	1
C1	Labratöitä 159-160 + 162-163.	Laboratoriotehtävä	kokeellisuus	1
C1	Pullataikinan teko. (s.135)	Laboratoriotehtävä	Hiilihydraatit	2
C1	Taikinassa jauhojen tärkkelys pilkkoutuu lyhyemmiksi ketjuiksi ja hiivan entsyymit muuttavat sen käymisreaktioissa uusiksi yhdisteiksi sekä hiilidioksidiksi, joka vapautuessaan kohottaa taikinan. (s.142)	Kuvateksti	Hiilihydraatit	2
C1	Kasviruoan kemialla. (s.144)	Inforuutu	Hiilihydraatit	2
C1	Monien ruokien ja elintarvikkeiden valmistus kotona ja teollisuudessa perustuu erilaisten seosten valmistamiseen. Tyypillinen esimerkki on majoneesi, jota tehdessä ruokaöljy sekoitetaan vesipitoiseen seokseen. Jos seos onnistuu, ruokaöljy hajoaa majoneesiseokseen niin pieniksi pisaroiksi, että silmämääräisesti seos vaikuttaa tasa-aineiselta, vaikka kyseessä on emulsio. (s.25)	Leipäteksti	aineiden luokittelu	2
C1	Pienimolekyylisimmät amiinit ovat huoneen lämmössä kaasuja. Di- ja trimetyyliamiinille on ominaista raa'an kalan haju... Amiinit reagoivat happojen kanssa ja muodostavat suoloja neutraloitumisreaktiossa: -- Amiinien suolat ovat valkoisia kiteisiäyhdisteitä ja hajuttomia, toisin kuin amiinit. Kalan hajun voi tehdä hajuttomiksi amiinisuoloiksi viinietikalla tai sitruunalla. Kalan hajun aiheuttamat amiinit, dimetyyliamiini ja trimetyyliamiini, neutraloituvat hajuttomiksi asetaattisuoloiksi etikalla ja sitraattisuoloiksi sitruunalla. (s.119-120)	Leipäteksti + kuvateksti	Orgaaniset typpi yhdisteet	3
D1	kemialliset sidokset pitävät kermavaahdon koossa. Valkuaisainemolekyylit sitoutuvat toisiinsa muodostaen kalvon, jonka sisälle ilmakuplat jäävät. Rasvamolekyylit puolestaan liittyvät kuplat toisiinsa. (s.60)	kuvateksti	kemialliset sidokset	1
D1	...sokeria kuumennetaan tarpeeksi se sulaa ensin, mutta alkaa sitten tummua ja kärytä. Sokerille tapahtuu olomuodon muutoksen lisäksi kemiallinen reaktio (s.65)	leipäteksti	org.yhd reaktiot	1
D1	korvapuusin kaunis väri on hapettumisen seuraus (s. 71)	kuvateksti	org.yhd reaktiot	1
D1	katkaravuista käsiin tarttuneen epämiellyttävän amiinien hajun saa pois, kun huuhtelee kädet sitruunavedellä. Veteen liuennut sitruunahappo neutraloi amiinit. S.80	kuvateksti	Orgaaniset typpi yhdisteet	1
D1	d) millä leipomisessa neutraloidaan esimerkiksi piimän ja hapankerman happamuus? e) jos ruokaan on lisätty liikaa suolaa, voidaanko suolan vaikutus kumota sokerilla? f) s 84	tehtävä	org.yhd reaktiot	1

D1	...Jos marjakiisseli tarjoillaan kerman kera, vaahto tuntuu nautittavammalta kuin vatskaamaton kerma. Tämä johtuu siitä, että vaahtossa olevat ilmakuplat luovat pehmeiden tunteen hajotessaan suun lämmössä. s.85	leipäteksti	aineiden luokittelu	1
D1	esimerkiksi ruokaöljyn molekyylit ovat poolittomia ja molekyylien väliset voimat heikkoja dispersiovoimia. Vesi sen sijaan on poolinen aine, ja vesimolekyylien välillä on vahvoja vetysidoksia. Öljymolekyylien väliset vuorovaikutukset ovat eri suuruisia kun vesimolekyylien väliset vuorovaikutukset, joten öljy ei liukene veteen, vaan ikään kuin puristuu ulos vedestä. (s.90)	leipäteksti	aineiden luokittelu	1
D1	aineiden ominaisuuksien tutkiminen (ruokaöljy, sokeri, etikka, perunajauho, tutkitaan liukeneminen veteen, kuumennus ja ulkonäkö) s.123	Laboratoriotehtävä	aineiden luokittelu	1
D1	Etanolia valmistetaan yleensä alkoholikäymisellä, mutta näin valmistetun etanolin pitoisuus voi olla korkeintaan noin 16 tilavuusprosenttia. Käymisreantioon tarvittava hiiva kuolee tätä suuremmassa alkoholipitoisuudessa. Käymisessä syntyy suuri määrä erilaisia yhdisteitä, jotka antavat tuotteelle värin sekä aromin eli maun ja hajun. s. 46	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	1
D1	...Raparperi, suolaheinä ja ketunleipä sisältävät oksaalihappoa (COOH) ₂Oksaalihappo saostuu kalsiumionien kanssa niukkaliukoiseksi kalsiumoksaaliksi, joka saattaa kerääntyä munuaisiin ja muodostaa munuaiskiviä. Raparperiruokien kanssa kehoitetaan nauttimaan maitotuotteita, jotta oksaalihappo saostuisi jo maidon kalsiumin kanssa eikä kuluttaisi elimistön kalsiumioneja (s. 49)	leipäteksti	orgaaniset happiyhdisteet	2
D1	kokeile kotona... Ja mieti miten selittäisit ilmiöt: a) miten siirapin rakenne muuttuu, kun sitä lämmitetään hiukan mikroaaltouunissa? B) miten kylmäpuristettu ja tavallinen ruokaöljy eroavat toisistaan huoneen lämpötilassa ja jääkaapissa säilytettyinä? c) miten yrttitee tuoksuu kun tee on kuivaa kylmään veteen sekoitettua tai kuumaan veteen sekoitettua? d) vertaa eri ravintorasvoja jääkaappikylmänä, huoneenlämmössä ja paistinpannalla kuumennettaessa. Selitä tuoteselosteiden avulla mistä erot voisivat johtua (s. 64)	tehtävä	olomuodon muutos	2
D1	a) mieti käytännön tilanteita, joissa elintarvikkeita pilaantuu. B) missä niistä tapahtuu hapettumista? C) miten hapettumisen voi estää kotikonstein? (s. 76)	tehtävä	org.yhd reaktiot	2

D1	Mitä suurempi molekyyli on sitä hitaammin se liikkuu ja liukenee. Siksi esimerkiksi perunajauhon suurikokoiset tärkkelysmolekyylit liukenevat huonosti veteen, vaikka ne sisältävätkin runsaasti poolisia kohtia. Veden lämmittäminen kuitenkin edistää vetysidosten muodostumista veden ja tärkkelysmolekyylien poolisten ryhmien välille. Kuumassa vedessä vesi- ja tärkkelysmolekyylit muodostavat hyytelömäisen saostuman eli geelin. Tätä ilmiötä hyödynnetään tavallisesti kiisseliä valmistettaessa. (s.91)	leipäteksti	aineiden luokittelu	2
D1	tutki seuraavien seosten rakennetta esimerkiksi suurennuslasilla. Onko kyse liuksesta, karkeajakoisesta seoksesta vai kolloidista? Mikä on kolloidin tyyppi? A) talousetikka... B) salaatinkastike...c)vatkattu kerma d) jälkiruokahyytelö... E) persikkanektari...f) maito... (s.96)	tehtävä	aineiden luokittelu	2
D1	tehtävä 96 (s.96)	tehtävä	aineiden luokittelu	2
D1	rasvat muodostuvat glyserolista ja rasvahapoista lisätieto ruudusta...(s.52-54)	Inforuutu	rasvat	3
D1	Jos viinipullo jätetään avonaisena pöydälle, viinin sisältämä etanoli voi hapettua ilman hapen vaikutuksesta etanaaliksi. Muutaman päivän päästä viini alkaa haista etikalle, koska etanaali on hapettunut edelleen etaani- eli etikkahapoksi (sis rak.kaavoin esitetyt reaktiot) s.72	leipäteksti	org.yhd reaktiot	3
D1	95. Ohessa on hiilihydraattien rakenteita (tärkkelys, selluloosa ja ruokosokeri). Käytä niitä apuna etsiessäsi vastauksia seuraaviin käytännön ilmiöihin. C) perunajauhoista, joka on tärkkelystä, syntyy keitettäessä kiisseli (s.96)	tehtävä	aineiden luokittelu	3
A1	mooli1 2005			
A2	mooli1 2010			
B1	Reaktio1 2007			
B2	Reaktio1 2012			
C1	Neon1 2004			
D1	Kemisti1 2007			

LIITE 3: Työohje: Tutki kaakaojauheen liukoisuutta

Aineen liukoisuuteen vaikuttaa sekä liuottimen että liuotettavan aineen ominaisuudet. Liukoisuuteen vaikuttaa lisäksi lämpötila sekä liuotettavan aineen raekokoa ja liuoksen sekoittaminen.

Tässä työssä saat tutkia kaakaojauheen sekä suolojen liukoisuutta eri lämpöisiin vesiin. Omat ja muiden koetulokset kirjataan tutkimuspöytäkirjaan ja niiden avulla piirretään kaakaojauheen sekä suolojen liukoisuuksista kuvaajat

Muista suojavaatteet ja työturvallisuus.

Työvälineet

- n. 0,50g kaakaojauhetta
- n. 5 g tutkittavaa suolaa
- vettä
- mittalasi
- lämpömittari
- haihdutusmaljoja 2 kpl
- kellolaseja 2kpl
- koeputkia 2 kpl
- 400 ml keitinlasi 1kpl
- kaasupoltin
- keraaminen verkko
- kolmijalka
- suppilo
- suodatinpaperi 2kpl
- statiiivi
- suodatinrengas
- kaksoispuristin



Työvaiheet

1. Pyydä opettajalta tutkittavien aineiden nimet sekä tutkimuslämpötila ja kirjaa tiedot tutkimuspöytäkirjaan.
2. Rakenna kuumennuslaitteisto ja laita keitinlasi, jossa on n. 2/3 vettä, lämpiämään tutkimuslämpötilaan.
3. Valmista tutkimusliuokset koeputkiin. Tutkittavan aineen lisäksi mittaa koeputkeen noin 10ml vettä.
4. Hauduta tutkimusliuoksia vesihauteessa noin 10min ja aluksi hieman sekoittaen. Älä kuitenkaan sekoita näytettä viimeisen 5min aikana. Riippuen

tutkimuslämpötilasta voit joutua säätämään liekkiä tai jopa sammuttamaan sen hetkeksi, ettei vesihauteen lämpötila nouse liiaksi.

5. Näytteen hautuessa rakenna suodatuslaitteisto ja kirjaa haihdutusmaljan sekä kellolasin painot pöytäkirjaan gramman sadasosan tarkkuudella.
6. Poista koeputki vesihauteesta varovasti, ettei koeputken pohjalla oleva sakka sekoitu liuokseen liikaa ja suodata liuos kaatamalla se suppiloon.
7. Kun suodatus on tehty kirjaa haihdutusmaljan, kantena toimivan kellolasin sekä nesteen yhteispaino.
8. Haihduta neste kuumentamalla. Kun nestettä on vähän jäljellä, ole kuumennuksen kanssa varovainen, sillä liian nopeasti kiteytyvä aine saattaa räiskähdellä yli haihdutusmaljan laitojen. Tämän estämiseksi voit haihdutuksen loppuvaiheessa laittaa kellolasin haihdutusmaljan kanneksi ja jatkaa haihdutusta pienemmällä lämmöllä.
9. Anna haihdutusastian, aineen ja kellolasin jäähtyä täysin ennen niiden yhteismassan mittaamista. Uudelleenlämmitä, jäähdytä ja mittaa uudelleen, kunnes näytteen massa on vakio.

Työstä syntyvät kiinteät jätteet voi heittää roskeen ja liuokset viemäriin.

Tutkimuspöytäkirja

Kirjaa ja mittaa nämä:

- Tutkittavat aineet
- Tutkimuslämpötila
- haihdutusmaljan ja kellolasin massa
- haihdutusmaljan, liuoksen ja kellolasin massa
- haihdutusmaljan, kuivan aineen ja kellolasin massa

Laske nämä:

- Liuoksen massa
- kuivan aineen massa
- veden massa liuoksesta
- aineen liukoisuus (/100g vettä)

Täytä alla oleva taulukko ja piirrä sen perusteella kuvaajat aineiden liukoisuudesta lämpötilan suhteen

lämpötila °C	liuenneen aineen massa per 100 g vettä			
	kaakaojauhe	NaCl	KCl	

Pohdinta

1. Mieti miksi näytettä piti pitää vesihauteessa pitkään välillä sekoittaen.
2. Vertaile kaakaojauheen ja suolojen liukoisuuksia.
3. Miksi aineiden liukoisuudet ovat erilaisia?
4. Miten lämpötila vaikuttaa tutkimuksen mukaan kiinteiden aineiden liukoisuuteen?
5. Jos haluat tehdä kotona kaakaota kaakaojauheesta ja maidosta, niin miten se kannattaa valmistaa? Millainen seos on kyseessä?

Työohje muokattu Ginger Tannenbaumin *Lessons in Chocolate* kirjan kokeesta

LIITE 4: Työohje: Kaakaovoin sulamistutkimus

Kaakaovoi on polymorfinen aine, eli se omaa useamman kuin yhden kiinteän kiderakenteen. Jokaisella kiderakenteella on oma sulamispisteensä. Tässä työssä pyritään havainnollistamaan kaakaovoin polymorfista luonnetta.

Tässä työssä tutkitaan siis polymorfisen kaakaovoin sulamista. Tarkoituksena on kontrolloida kaakaovoin lämmitystä ja jäähtymistä kahdella tavalla (osa A ja osa B) ja tutkia missä lämpötilassa ja miten kaakaovoi kiteytyy. Tuloksista laaditaan jäähtymiskuvaajat, joita vertaillaan.

Vertailun vuoksi tutkimus suoritetaan myös steariinihapon kanssa. Steariinihappo on puhdas aine. Puhtaan aineen sulamispiste havaitaan tasona jäähtymiskuvaajalla. Aineen lämpötila ei muutu, ennenkuin se on kokonaan kiteytynyt. Puhtaan aineen sulamispiste ei ole riippuvainen siitä, mihin lämpötilaan näytettä on lämmitetty tai miten sitä jäähdytetään.

Aineet:

- kaakaovoi
- steariinihappo (vertailuaine)

Työvälineet:

- koeputki
- 3 lämpömittaria
- statiiivi ja koura
- lasisauva sekoittamiseen
- 2 isoa astiaa (esim kattila tai väh 400ml keitinlasi)
- keittolevy
- sekuntikello

Työohje:

Osa A: Kaakaovoin sulaminen

1. Valmista kaksi vesihaudetta: Täytä toinen astioista vedellä ja lämmitä vesi 35 celsiusasteen lämpötilaan. Toiseen astiaan laitetaan 17 celsiusasteista vettä. Seuraa hauteiden lämpötilaa lämpömittareilla ja ylläpidä niitä halutussa lämpötilassa.
2. Punnitse koeputkeen 10 grammaa kaakaovoita ja aseta se statiiivin ja kouran avulla vesihauteeseen. Laita kolmas lämpömittari koeputkeen ja seuraa sillä kaakaovoin lämpötilaa.
3. Sulata kaakaovoi ja sekoita sitä huolellisesti lasisauvan avulla, kunnes kaakaovoi saavuttaa 33 celsiusasteen lämpötilan.
4. Siirrä koeputki toiseen vesihauteeseen (17 °C) jäähtymään.
5. Kirjaa jäähtyvän kaakaovoin lämpötilat ylös 30 sekunnin välein ja sekoita kaakaovoita 15 sekunnin välein siihen asti kunnes kaakaovoi saavuttaa vesihautteen lämpötilan.

Osa B: Kaakaovoin sulaminen

Toimi kuten osassa A, ainoana erona: lämmitä kaakaovoi 50-55 celsiusasteen lämpötilaan ja pidä se tässä lämpötilassa 15 minuutin ajan ennen jäähtytystä.

Osa C: Steariinihapon sulaminen (vertailu)

1. Punnitse 10g steariinihappoa koeputkeen.
2. Lämmitä steariinihappo 80 celsiusasteen lämpötilaan ja aseta koeputki huoneenlämpöisenä pidettyyn vesihauteeseen jäähtymään.
3. Kirjaa lämpötilat ylös 30 sekunnin välein ja sekoita 15 sekunnin välein. Jatka tätä kunnes steariinihappo saavuttaa vesihauteen lämpötilan.

Tuloksien käsittely

Piirrä jäähtymiskuvaajat osista A, B ja C. Aseta aika x-akselille ja lämpötila y-akselille. Vertaile osien A, B ja C kuvaajia toisiinsa.

Mistä erot voisivat johtua?

Työohje muokattu Ginger Tannenbaumin *Lessons in Chocolate* kirjan kokeesta

LIITE 5: Kokeile ja testaa työohje suklaan tekoon

TEE ITSE SUKLAATA

Teollinen suklaanvalmistusprosessi on monivaiheinen ja sisältää paljon tietettä ja teknologiaa. Siksi onkin ehkä yllättävää kuinka helppoa suklaan tekeminen kotona on, kunhan vain muistaa, että rakenteellisesti kotitekoinen suklaa ei välttämättä vastaa kaupasta saatavaa vastinettaan. Maku sen sijaan saattaa sopia omaan suuhun paremmin, kun kotitekoisen suklaan makuvaihtoehtojen rajana ei ole kuin oma mielikuvitus.



Tee-se-itse-suklaaseen ei periaatteessa tarvita muuta kuin kaakaovoita, kaakaojauhetta ja makeutusainetta. Makeutukseen voi käyttää tomusokeria, hunajaa, glukoosisiirappia, steviaa tai mitä tahansa makeuttajaa. Kannattaa kuitenkin huomioda, että iso raekoko vaikuttaa lopputuotteen karkeuteen, siten esimerkiksi tavallisen sokerin sijaan kannattaa miettiä hienojakoisempia vaihtoehtoja. Lisäksi makeutusaineiden makeus vaihtelee, joten niitä tarvitaan eri määrä. Lisää makeutusainetta pienissä erissä ja maistele suklaamassaa lisäysten välissä, niin osaat arvioida milloin suklaa on sopivan makeaa.



Kuvassa: Suklaan raaka-aineita vas. pikkukupeissa alhaalta ylös: kookosöljy, hieno kidesokeri, kaakaovoi, kaakaojauhe. Lisäksi hunaja, mantelirouhe, rusinoita sekä gojimarjoja

Niin ja lisäksi voi laittaa niitä oman mielen mukaisia makuaineita, joita voi olla esimerkiksi pähkinät, kuivatut hedelmät ja marjat tai erilaiset mausteet. Osan kaakaovoistakin voi korvata kookosöljyllä.

Anna mielikuvitukselle ja kokeiluille tilaa ja luo mitä ihmeellisempiä makunautintoja juuri oman maun mukaan.

Jos ei heti idea omaan suklaaseen löydy kannattaa netistä selata raakasuklaa reseptejä. Valtaosa kotitekoisista suklaaresepteistä on nimetty raakasuklaa resepteiksi. Raakasuklaa on suklaata, joka valmistetaan mahdollisimman prosessoimattomista raaka-ainesta siten, ettei suklaamassaa kuumenneta yli 42-45 celsiusasteen missään valmistuksen vaiheessa. Raakasuklaan ideana on mahdollisimman terveellinen suklaaherkku, jossa raaka-aineiden ravintoarvot ovat säilyneet. Monet kaakaon sisältämistä hyvistä terveysvaikuttavista ravintoaineista tuhoutuu teollisessa valmistuksessa pitkän prosessoinnin ja kuumennuksen johdosta.

Tumma suklaa resepti

Tässä on hyvin kaakaopitoinen ja vain vähän makeutusainetta sisältävä resepti tummasuklaan ystäville. Jos rasvapitoisuutta haluaa pienemmäksi voi lisätä enemmän kaakaojauhetta, mutta mitä enemmän kaakaojauhetta sen enemmän kaakaon karvaita ja pistäviä makuja suklaa tulee sisältämään. Reseptiä voi muokata vähemmän kaakaoiseksi ja makeammaksi korvaamalla osan kaakaojauheesta vaikka tomusokerilla.

Raaka-aineet

- 2dl kaakaovoita
- 2rkl hunajaa
- (1tl vaniljauutetta)
- 1,5 - 2dl kaakaojauhetta

Pilko kaakaovoi pieniksi paloiksi tai raasta. Sulata kaakaovoi sen jälkeen kuumavesihauteessa. Massaa ei saa kuumentaa liiaksi, riittää että kaakaovoi sulaa. Lisää hunaja ja vaniljauute sulaan rasvaan ja sekoita huolella tasaiseksi. Lisää tämän jälkeen kaakaojauhe siivilän lävitse ja sekoita massa tasaiseksi.

Muottina voi käyttää erilaisia silikonisia jääpalamuotteja tai mitä tahansa laakeaa astiaa, jonka pohjalle massan voi kaataa ohueksi kerrokseksi. Laita vuoka joko jääkaappiin tai pakastimeen kiteytymään. Pakastimessa suklaa on valmista syötäväksi noin puolen tunnin päästä. Jääkaapissa kiteytyminen kestää luonnollisesti pitempään, noin muutaman tunnin.

Maitosuklaa resepti

- 2dl kaakaovoita
- (1tl vaniljauutetta)
- 1,5dl tomusokeria
- 0,75dl kaakaojauhetta
- 0,50dl maitojauhetta
- (hyppysellinen suolaa)

Suklaamassa valmistetaan vastaavasti kuin tummasuklaa. Ensin sulatetaan rasva, johon lisätään vaniljauute ja tämän jälkeen kuivat aineet siivilän läpi.

Maustamisesta ja muita huomioita

- Mikäli haluat maustaa suklaamassaasi, niin lisää makuaineet muuten valmiiseen suklaamassaan, ennen suklaamassan kaatamista muotteihin. Tai vaihtoehtoisesti voit myös ripoitella pähkinät paloina tai kuivatut hedelmät muottiin kaadetun suklaan päälle.
- Varo ettei vettä pääse massan sekaan, sillä se tekee massasta käyttökelvottoman.
- Mikäli haluat haastetta ja mahdollisimman kauniin ja kiiltävän lopputuloksen voi suklaamassan temperoida ennen muotteihin kaatamista (Temperointiohje).
- Ihanteellinen kiteytymispaikka suklaalle olisi viileä noin 15 celsiusasteinen ja kuiva paikka. Liian nopea kiteytyminen ja kosteus (siis jääkaappi ja pakastin) voivat helposti harmaannuttaa suklaanpinnan.

Pohdittavaksi suklaata syödessä

1. Miksi kotitekoinen suklaa on karkeampaa kuin monet kaupan suklaat?
2. Miksi kotitekoinen suklaa on pehmeämpää eikä kiillä kuten kaupan suklaat?
3. Miksi raakasuklaa on terveellisempää kuin teollisesti valmistettu suklaa?

LIITE 6: Oppiaineittain suklaaportfolioon soveltuvia tehtäviä.

Kemia ja fysiikka:

- Suklaa ABC-blogin kokeellisia töitä: kaakaojauheen liukoisuustutkimus, kaakaovoin sulamistutkimus
- Suklaan valmistukseen liittyvään tieteseen tutustuminen
- Suklaan historiaan liittyvään tiedemieheen ja hänen keksintöön tutustuminen
- Tutkivaa kokeilua kotona Suklaa ABC-blogin ohjeiden mukaan ja työhön liittyvän kemian analysointia
- Suklaatutkimukseen (tutkimusartikkeliin) tutustuminen

Maantieto ja biologia:

- Tutustuminen kaakaovyöksi kutsuttuun alueeseen
- Tutustuminen yhteen maailman suurimmasta kaakaota tuottavasta maista
- Tutustuminen kaakaon kasvina ja sen viljelyyn

Historia:

- Tutustuminen suklaateollisuuden kehitykseen
- Tutustuminen kaakaon hovin ylellisenä juomana 1500- ja 1600-luvulla
- Tutustuminen maya tai asteekkikulttuureihin ja heidän kaakaon käyttöön
- Tutustuminen siihen kuinka kaakao löysi tiensä eurooppaan

Äidinkieli:

- Muihin oppiaineisiin mahdollisesti tehtyjen esseitä tai raportteja kielen arviointi
- Mielipidekirjoitus suklaan eettisyydestä
- Esitelmä suklaateollisuudesta Suomessa

Kuvaamataito:

- Valokuvanäyttely suklaasta
- Mayakauden inspiroima kuvataidetyö suklaasta

Englanti:

- Englanninkielisen suklaauutisen/lehtiartikkelin tai vastaavan suomentaminen
- Muihin oppiaineisiin palautettavien raporttien tai esseiden kirjoitus englanniksi, jolloin sen voisi arvioida myös osana englannin opetusta

Muita mahdollisia tutustumisaiheita suklaasta:

- Suklaan eettisyys ja reilun kaupan suklaa
- Suklaateollisuus Suomessa
- Suklaan terveysvaikutukset
- Suklaaseen liitetty mielikuvat (mm syntinen herkku)

LIITE 7: e-lomake kehittämistuotoksen arviointiin



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Verkko-opetusmateriaali suklaasta eheyttävään kemian opetukseen

Lomake on ajastettu: julkisuus alkaa 18.3.2014 11.00 ja päättyy 7.4.2014 22.00

Hyvä kemian opettaja tai opettajaksi opiskeleva,

Pyydän sinulta opetuksen asiantuntijana arviota kehittämästäni blogipohjaisesta suklaa-aiheisesta verkko-opetusmateriaalista. Kyselyn avulla pyrin kartoittamaan sitä, kuinka hyvin tämä Suklaan ABC -blogi tukee eheyttävää kemian opetusta sekä rakenteen että sisällön puolesta.

Materiaalin osoite: <http://suklaankemiaa.wordpress.com/>

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja vain osana Pro gradu -tutkielmaani. Tulosten perusteella jatkokehitetään blogin materiaalia.

Kiitos!

I.TAUSTATIEDOT

1. Olen

☐ mies ☐ nainen

2. Olen

☐ opettajana peruskoulussa ☐ opettajana jossain muualla
☐ opettajana lukiossa ☐ opettajaksi opiskeleva

3. kokemus opettajantyöstä

☐ yli 10 vuotta ☐ 1-2 vuotta
☐ 6-10 vuotta ☐ alle vuoden
☐ 3-5 vuotta ☐ ei kokemusta

4. Olen hyödyntänyt suklaa-aihetta kemian opetuksessa

☐ en koskaan ☐ alle 5 kertaa
☐ 1-2 kertaa ☐ yli 5 kertaa

5. Suklaa-aihetta olen käsitellyt näiden kemian sisältöjen ja työtapojen yhteydessä ?

II. VERKKOMATERIAALIN TEKNISET JA RAKENTEELLISET OMINAISUUDET

6. arvioi seuraavat väitteet asteikolla 1-5, jossa 1=täysin eri mieltä, 2= joihinkin eri mieltä, 3= en samaa enkä eri mieltä, 4= joihinkin samaa mieltä 5= täysin samaa mieltä

	1	2	3	4	5
* verkkomateriaalin käyttö ei vaadi erikoisosaamista	☐	☐	☐	☐	☐
* Löysin helposti etsimäni	☐	☐	☐	☐	☐
* materiaali on monipuolista	☐	☐	☐	☐	☐
* materiaali on jaettu osa-alueisiin selkeästi ja järkevästi	☐	☐	☐	☐	☐
* Sivut ovat selkeitä ja helppolukuisia	☐	☐	☐	☐	☐
* sivuston visuaalinen ilme soveltuu käyttötarkoitukseen	☐	☐	☐	☐	☐
* tämän tyyppinen blogisivusto soveltuu hyvin opetuskäyttöön	☐	☐	☐	☐	☐

7. kommentteja sivuston teknisiin ja rakenteellisiin ominaisuuksiin liittyen

III. SUKLAA-AIHE EHEYTTÄVÄSSÄ KEMIAN OPETUKSESSA

8. Arvioi, kuinka opetusmateriaali tukee eheyttävää opetusta asteikolla 1= ei ollenkaan, 2= valttävästi 3=tydyttävästi, 4=hyvin, 5=erinomaisesti

	1	2	3	4	5
* Sivuston materiaali kokonaisuutena	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaa aineena	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaan koostumus	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaa ravintoaineena	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaan pääraaka-aine kaakao	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaan historia	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaan valmistus	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Kaakaoviljelmällä	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaatehtaassa	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaali: Portfolio suklaasta, idea eheyttävään opetukseen	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaalit: Suklaa rasvojen opetuksessa	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaalit: Liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: Kaakaota barokkiajan yhäisön tapaan	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: tee itse suklaata	☐	☐	☐	☐	☐
* Työohje: Kaakaovoin sulamistutkimus	☐	☐	☐	☐	☐
* Työohje: Tutki kaakaojauheen liukoisuutta	☐	☐	☐	☐	☐

9. Arvioi, kuinka opetusmateriaali tukee kemian opetusta asteikolla 1= ei ollenkaan, 2= välttävästi 3=tydyttävästi, 4=hyvin, 5=erinomaisesti

	1	2	3	4	5
* Sivuston materiaali kokonaisuutena	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaa aineena	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaan koostumus	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaa ravintoaineena	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaan pääraaka-aine kaakao	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaan historia	☐	☐	☐	☐	☐
* Pääsivu: Suklaan valmistus	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Kaakaoviljelmällä	☐	☐	☐	☐	☐
* Alasivu: Suklaatehtaassa	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaali: Portfolio suklaasta, idea eheyttävään opetukseen	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaalit: Suklaa rasvojen opetuksessa	☐	☐	☐	☐	☐
* Materiaalit: Liukoisuuden opetusta suklaa kontekstissa	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: tehtäviä yhdisteryhmien tunnistamiseen ja nimeämiseen	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: Kaakaota barokkiajan yhäisön tapaan	☐	☐	☐	☐	☐
* Kokeile ja testaa: tee itse suklaata	☐	☐	☐	☐	☐
* Työohje: Kaakaovoin sulamistutkimus	☐	☐	☐	☐	☐
* Työohje: Tutki kaakaojauheen liukoisuutta	☐	☐	☐	☐	☐

IV: SUKLAA-AIHEINEN VERKKOMATERIAALI EHEYTTÄVÄN KEMIAN OPETUKSEN TUkena

10. Mitkä ovat tämän verkko-opetusmateriaalin edut ja mitä lisäarvoa se tuo kemian eheyttävään opetukseen?

11. Mitkä ovat tämän verkko-opetusmateriaalin puutteet ja kehityskohteet kemian eheyttävän opetuksen kannalta?

12. Miten itse käyttäisit tätä materiaalia omassa opetuksessa?

13. muita kommentteja

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Suurkiitos osallistumisesta ja ajankäytöstäsi!

LIITE 8: Surveytutkimuksen tulokset, avoimet kysymykset

I= sivuston ulkonäkö ja rakenne, II= sivuston sisältö, III= opetusaste tai kurssi, IV= sivuston käyttäminen, V= kemian ja arjen linkittäminen sekä kiinnostavuus, VI=muut

ID	kysym	vastaus	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2	10	Sivusto on selkeä ja melko kattava kokonaisuus.	I					
3	10	Verkkomateriaalin etuna ovat yksinkertainen selaaminen (oppilas/opiskelija voi kotonakin selata sitä). Lisäksi käytännön esimerkkejä on riittävästi ja kemiallinen kokeellisuus yhdistyy suklaatehtailijan työhön. Oppilas/opiskelija ei välttämättä heti hahmota suklaan eri ominaisuuksien olevankin kemiallisia/fysikaalisia (materiaalin avulla voidaan nostaa enemmän esille kemiapuolta).	I	II			V	
4	10							
5	10	Saa paljon tietoa mielenkiintoisesta aiheesta. Materiaali esittelee hyvän kontekstin kemian opetukselle (rasvojen ja liukoisuuden opetus). Selvänä lisäarvona kokeelliset työt ja testaus-osio, ei taida vastaavia esimerkiksi oppikirjoista löytyä		II			V	
6	10	Joku on kerännyt valmiiksi paljon hyvää tietoa. Asian eri puole hyvin esillä.	I					
7	10	Edut: Materiaali tarjoaa valmiin kontekstin ja materiaaleja opetuksen tueksi. Valmiit vinkit ja niihin liittyvät materiaalit tarjoavat hyvän ja valmiin lähtökohdan eheyttävään opetukseen madaltaen kynnystä toteuttaa sitä.				IV	V	
8	10							
9	10	Vinkkejä opetukseen osio todella hyvä!		II				
10	10	Kaikki muut osiot ovat hyviä. Heikointa tässä on kemia		II				
11	10	materiaalia oppilaille tehdä monipuolinen esitelmä suklaasta.				IV		
12	10	suklaa aiheena on kiinnostava, ja herättää todennäköisesti kiinnostusta opiskelijoissa					V	
13	10							
14	10	sopii lukiotasolla tai luonnontiedeluokilla. Yleisopetukseen peruskoulussa ei sovi - suurin osa ei jaksaisi keskittyä ja tehdä omatoimisesti / portfoliotyöskentelyä tai kiinnostuisi töistä, joissa vaan lämmitetään ja "mitään ei tapahdu" - ai se sulii? mitä sitten?			III	IV		
15	10	Monipuolinen ja tasapainoinen sivusto, josta löytyvät kompaktisti mutta tarpeeksi laajasti tieto mitä tarvitaan suklaan kemian opettamiseen. Suklaa on aihe josta oppilaat pitävät, tämän avulla voi opettaa useita eri osa-alueita.	I	II			V	
16	10	Etuja: tällä tavalla kemia tulee lähelle opiskelijan omaa elämää - kaikkihan tuntevat suklaan ja tietävät, miltä se maistuu. Lähes kaikki rakastavat suklaata, joten edellytykset oppia myös kemiaa siinä yhteydessä. Etuina ehdottomasti se, että materiaalia voi hyödyntää kemian lisäksi lukion terveystiedon kursseilla ja pienimuotoisena episodina jopa historian kurssilla.			III	I V	V	
17	10	Valmiita ideoita laajasti mietittynä. Kaikkien tasavertaisesti saatavilla, kehityskelpoinen aihio	I	II				
18	10	Antoi lisäarvoa ja tukea siihen, mitä olen jo toteuttanut						VII
2	11	En toistaiseksi löytänyt suuria puutteita.	I					

ID	kysym	vastaus	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
3	11	En näe mitään puutteita materiaalin osalta.		II				
4	11							
5	11	Kohdentaminen. Onko tarkoitettu pelkästään opettajille vai sekä oppilaille? Sanasto pääosin sellaista, että lukiolainenkin voisi ymmärtää paljon. Kuitenkin etusivulta tuli se käsitys, että olisi vain opettajille. Jotkin osiot olivat lyhyehköjä, niihin tulossa lisää materiaalia?	II	III		I	V	
6	11							
7	11							
8	11							
9	11			II				
10	11	Työohjeet ovat heikot ja kemiaan heikosti sopivia.		II				
11	11	voisi sisältää lisää kemian perusasioita, mitä tämän aihepiirin osalta voisi kemiassa olla.		II				
12	11	oppiainerajat ylittävä projekti sopii (varsinkin lukio-opetukseen) huonosti, kun opiskelija saa kurssisuorituksen vain jostakin oppiaineesta ja kurssit joihin materiaali eri oppiaineessa liittyy eivät välttämättä ole opetuksessa yhtäaika.			III		I	V
13	11	Tietokoneet tulisi olla luokassa useampi käytössä, ainakin 1/ryhmä					I	V
14	11	- (sopii lukioon / soveltuvuusluokille)			III			
15	11							
16	11	Minulle jäi epävarmaksi, ketä varten aineisto oli suunniteltu. (Ehkä luin liian hätäisesti materiaalia!) Siitä syystä myös puutteita on hieman vaikea argumentoida.					I	V
17	11	Innostaako se yhtä lailla muiden aineiden opeja, kun heille ei ole valmiimpaa ainesta					I	V
18	11							
2	12	Olen teettänyt 9-luokan lopussa oppilailla päättötoita vapaavalintaisesta kemian aiheesta. Tämä materiaali tukee hyvin päättötyön tekemistä.			III		I	V
3	12	Seosten opettaminen, kemiallisten yhdisteiden vaikutukset aineen rakenteeseen, liukoisuus. Kemia arkielämässä.					I	V
4	12	Perusopetuksessa voisin käyttää lyhytkurssilla, jolla valikoitunut, kemiasta kiinnostunut oppilasaine.			III			
5	12	Oppilaille tiedonhakutehtäviä tms, kokeelliset työt ja testaukset helposti otettavissa omaan opetukseen. Saa päivitystä omiin tietoihinsa.					I	V
6	12	Tutkielma-aiheena, kem. yhdisteiden käytön havainnollistamiseen, työkurssilla yhtenä työaiheena.			III		I	V
7	12	Käyttäisin juuri portfolio näkökulmasta, jolloin käyttäisin myös suklaaseen liittyviä kokeellisia töitä opetuksessa.					I	V
8	12							
9	12							
10	12	Opettajan lisämateriaalin pohjana. En jakaisi oppilaille.					I	V
11	12	oppilaille lähdemateriaalina tutkielmalle/esitelmälle aineesta&aineen kemiasta.					I	V
12	12	Työkurssin osana, ehkä jotakin yksittäistä tehtävää KE1 kurssilla			III		I	V
13	12	Tämä on aika haasteellinen peruskoulun kemiaan, mutta jotain osiota esim. liukenemista voisi koettaa.			III		I	V

ID	kysym	vastaus	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
14	12	- lukiossa / soveltuvuusluokilla			III			
15	12	Käyttäisin pakettia KE1 kurssilla rasvojen opetuksen kohdalla.			III	I	V	
16	12	Käyttäisin lukion kemian opetuksessa orgaanista kemiaa opiskeltaessa - funktionaaliset ryhmät.			III	I	V	
17	12	Ehkä pienimuotoisemmin kahden-kolmen aineen eheyttämiseen.				I	V	
18	12	Käytän jo heti ensi vuonna on parempi kuin omani				I	V	
2	13	Mainio sivusto. Ulkoasu on erittäin miellyttävä ja sivuston käyttö helppoa.	I					
3	13							
4	13							
5	13	Herkullinen ulkoasu!	I					
6	13	Kursseilla on aina aikapula. Sitli on hyvä, että on vaihtelevaa materiaalia paljon, jokainen voi valita sopivaa ja mieleistä.				I	V	
7	13	Hienoa, että tällainen materiaali on kehitetty. En vielä tiedä tai ole sisäistänyt kaikkea suklaasta, mutta nyt tiedän mistä etsiä vinkkejä makoisaan kemian opetukseen. :D				I	V	
8	13							
9	13	Kirjoitusvirhe :) www.fineli.fi eikä fineLLi.fi. Joisakkin kohtaa epäjohtonmukaisuuksia ison ja pienen kirjaimen käytön kanssa (esim Suklaa-välilehden aihealueet).						VII
10	13	Ajatus on hyvä, mutta kemian osalta ei täyty yliopistotasaisen työn kriteereitä.	II					
11	13							
12	13	Oliko tässä terveystiedon näkökulmaa?		II				
13	13	Upea kokonaisuus!	I					
14	13	Vaikka tietokoneiden tehtävä onkin helpottaa elämää, ei tietokoneet ole ratkaisu kaikkeen. Netti pursuaa tietoa ja tehdään erilaisia portfolioita yms. Oppilaalla pitää olla opiskelutekniikka kunnossa, motivaatio kohdallaan, jotta pystyisi tällaiseen opiskelumuotoon. Näinhän ei suurimmalla osa ole edes lukiossa.				I	V	
15	13	Hieno paketti!	I					
16	13	Mukava lisä opetukseen. Tällä tavoin voi eriyttää opetusta. Kokonaisuus on riittävän suppea ja tämän blogin kautta voi houkutella opiskelijoita tekemään myös itse blogeja! Teit mukavan blogin - ajattelin seurata!	I			I	V	
17	13	Alakoulussa me teemme tätä kaiken aikaa! Keskusaihe vain vaihtelee vuoden mittaan.						VII
18	13	likaa kysymyksiä						VII

LIITE 9: Blogikommentit

I= sivuston ulkonäkö ja rakenne, II= sivuston sisältö, III= opetusaste tai kurssi, IV= sivuston käyttäminen, V= kemian ja arjen linkittäminen sekä kiinnostavuus, VI=muut

ID	missä	blogikommentti	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2'	etusivu	Sivukartasta ei aukea linkkejä ainakaan iPadilla.	I					
3'	etusivu	Hei, tosi hienoa materiaalia. Olen ammattillisen puolen opettaja ja meillä koulutetaan prosessinhoitajia ja laborantteja. Sopii kummankin ryhmän opetukseen erinomaisesti, mutta tästä saa etenkin prosessinhoitajien koulutukseen erinomaista materiaalia, sillä tässä lähetään raaka-aineista ja saadaan lopulta tuote aikaiseksi. Ja tuotetta pystytään analysoimaan.		II	III	IV		
2'	suklaan koostumus	Kuvaillet suklaan koostumuksen (= raaka-aineiden lista ja summittainen resepti) alussa. Hyvä näin! Seuraavassa kappaleessa, kemiallinen koostumus kuvaillet itseasiassa kaakaon kemiallisen koostumuksen et suklaan. Korjaa tämä ehdottomasti! Miksi et ole etsinyt kaakaon aromiaineita ja joitain esimerkkejä niiden rakenteesta? Perusopetuksen yläkoulun kemian 3. ja lukion pakolliseen KE1 kursseihin sisältyy esimerkiksi estereiden rakenteet, lähteet ja aromit. KE1 on esimerkiksi aromaattiset aldehydit. En aloittaisi lesitiinillä, koska se on yleinen emulgointiaine eikä erityisesti suklaan. Laittaisin sen viimeiseksi. Nostaisin kofeiinin ja teobromidin kemialliseen koostumukseen ennen rasvoja. Olisi johdonmukaisempi. Vaihda kofeiinin ja teobromiinin kaavojen järjestys vastaamaan tekstin järjestystä. Tarkista kieliasu. Muuttaisin lähestymistapaasi: tuo arkea kemiaa ei toisin päin! Kemianopetuksessa kemia on pääasia (ops:n oppisisällöt), et ole kotitalousopettaja etkä pidä ruokablogia.		II	III		V	VII
2'	työohje: kaakaovoin sulamistutkimus	Olitko ajatellut tämän fysiikan työksi? Polymorfismi ei oikein istu kemian ops:aan. Sulaminen on kuitenkin ennen kaikkea fysikaalinen muutos!			III	IV		

ID	missä	blogikommentti	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2'	työohje: tutki kaakaojauheen liukoisuutta	Muuten hyvän sivuston heikoimmat linkit ovat ehdottomasti nämä työohjeet! Liukoisuus sinänsä olisi hyvä tutkittava asia, mutta suolojen liukoisuus kvalitatiivisena ja vain kylläisen liuoksen käsitteen esittelynä ei sovi tähän yhteyteen mitenkään. Sen sijaan tutkisin, MIHIN kaakao liukenee. Vaihtaisin liuottimia, jolloin opetettava aines olisikin ”samanlainen liuottaa samanlaista”. Työohje on myös hyvin sekavasti laadittu. Tekniikat opetetaan erikseen eikä niitä koskaan liitetä osaksi työohjetta! Työturvallisuus on myös oma osansa. Ohje on aivan liian ”kädestä pitäen” toteutettava. Oppilas lukee ohjetta ja yrittää kirjaimellisesti noudattaa sitä rivi riviltä. Tärkein: havainnot ja oivallus jäävät tässä varmasti saavuttamatta. Mieti tutkimuksellisuutta!	II			VI		VII
2'	tee itse suklaata	Hyvä osio! Vaikka lukiossa ei kotitaloutta olekaan, olisi tämä hieno ja kokeilemisen arvoinen asia vaikka kurssikokonaisuuden loppuun.	II		III	IV		
2'	Suklaan historia	Tämäkin osio on hyvä ilmiöpohjaiseksi tai eheyttäväksi materiaaliksi.	II					
2'	Kaakao- viljelmällä	Hyvä kokonaisuus vaikka ilmiöpohjaisen opetuksen materiaaliksi. Onko kuvamateriaalin käytölle lupa? Missä ovat viitteet alkuperäiskirjallisuuteet?	II					VII

