

KOSMETIIKAN KEMIA KONTEKSTUAALISEN OPPIMISEN APUVÄLINEENÄ

Päivi Kousa
Pro gradu -tutkielma
22.4.2014
Kemian aineenopettajakoulutus
Kemian laitos
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
Ohjaajat: Maija Aksela ja Mikko Oivanen

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos/Institution – Department
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Kemian laitos
Tekijä/Författare – Author		
Päivi Kousa		
Työn nimi / Arbetets titel – Title		
Kosmetiikan kemia kontekstuaalisen oppimisen apuvälineenä		
Oppiaine / Läroämne – Subject		
Kemian aineenopettajakoulutus		
Työn laji/Arbetets art – Level	Aika/Datum – Month and year	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages
Pro gradu	22.4.2014	65
Tiivistelmä/Referat – Abstract Peruskoulun ja lukion opiskelijoiden kiinnostus tiedeaineita kohtaan on vähentynyt kouluissa ja tiedepainotteisia kursseja valitaan entistä vähemmän. Yhdeksi syyksi epäillään opetusta, joka ei kohtaa oppilaan arkielämää. Arkielämän kontekstit lisäävät motivaatiota ja kiinnostusta opetettavaan aiheeseen sekä auttavat teoreettisen tiedon ymmärtämisessä ja oppimisessa tuomalla opittaville asioille merkitystä ja sisältöä. Kontekstuaalinen oppiminen on ihmiselle luontaista ja johtuu aivojen kyvystä ja tarpeesta etsiä uusille asioille merkityksiä. Tämän kehittämistutkimuksen hypoteesina on käytetty tutkimustuloksia, joiden mukaan arkielämän kontekstien liittäminen teoriaan lisää kiinnostusta kemiaan. Arkielämän kontekstiksi on valittu kosmetiikan kemia, koska siihen liittyvää kontekstuaalista tietoa on hyvin vähän ja kosmetiikka on yleisesti arjessa käytettyä. Päättökysymykset ovat: 1. Minkälainen on peruskoulun ja lukion oppikirjojen sisältämä kosmetiikan kemian sisältö? 2. Miten usein arjesta tuttuja esimerkkejä käytetään kemian opetuksessa? Kehittämistutkimus suoritettiin neljässä vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen tarveanalyysi suoritettiin 13 peruskoulun ja 23 lukion kemian oppikirjojen kartoituksella kosmetiikan kemian osalta. Toisessa vaiheessa laadittiin tarveanalyysin perusteella tehty verkko-oppimateriaali kosmetiikan kemiasta peruskoulun, lukion sekä muiden koulujen opettajille ja oppilaille soveltuvin osin. Kolmannessa vaiheessa suoritettiin kyselytutkimus 12:lle satunnaisesti valitulle peruskoulun ja lukion opettajalle. Kyselyn perusteella sivut antoivat opettajille uutta tietoa kosmetiikan kemiasta, lisäsivät yhteyksiä teorian ja arjen välillä sekä toimivat hyödyllisenä lisämateriaalina kemian opetuksessa lisäten kiinnostusta kemiaan. Kehittämistutkimuksen neljännessä vaiheessa oppimateriaalia kehitettiin muun muassa sivuston rakenteellisia ominaisuuksia parantamalla. Oppimateriaalia ylläpidetään ja kehitetään myös tulevaisuudessa. Useiden maiden opetussuunnitelmien perusteissa määritellään yhdeksi tiedeopetuksen tavoitteeksi tarjota sellaista opetusta, joka antaa oppilaalle valmiudet toimia tulevaisuudessaan tiedostavana ja vastuullisena kansalaisena, joka ymmärtää lukemiaan tieteeseen, teknologiaan, yhteiskuntaan tai ympäristöön liittyviä asioita sekä osaa tehdä valintoja ja päätöksiä. Riittävä tieteellinen lukutaito on jokaisen kansalaisen perusoikeus, jota kemian opetuksessa tulisi huomioida muun muassa kontekstuaalista opetusta kehittämällä. Arjen kemiaan liittyvän opetuksen kehittäminen luo tarpeita ja mahdollisuuksia jatkotutkimuksille.		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
Kemian opetus, kosmetiikan kemia, kehittämistutkimus, oppimateriaali, kontekstuaalisuus		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Helsingin yliopisto, kemian laitos		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		
Ohjaajat: Maija Aksela ja Mikko Oivanen		

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. KOSMETIIKAN KEMIALLINEN LUOKITTELU	2
2.1 Kosmetiikan määritelmä ja pakkausmerkinnät	2
2.2 Kosmetiikkatuotteen rakenteeseen vaikuttavat tekijät	3
2.2.1 Reologia ja viskositeetti	3
2.2.2 Seokset	5
2.3 Kosmetiikan ainesosaryhmien jaottelu funktion perusteella	5
2.3.1 Emulgaattorit	8
2.3.1.1 Emulgaattorien toimintamekanismi ja teho	8
2.3.1.2 Emulgaattorityypit	9
2.3.2 Hajusteet	11
2.3.2.1 Hajusteiden valmistus	11
2.3.2.2 Hajusteiden kemiaa	14
2.3.2.3 Erilaiset tuoksut	16
2.3.3 Säilöntäaineet ja mikrobien kasvua ehkäisevät aineet	17
2.3.3.1 Säilöntäaineena käytettäviä yhdisteitä	18
2.3.3.2 Hapot ja esterit	19
2.3.3.3 Kvaternääriset ammoniumyhdisteet	19
2.3.3.4 Antioksidantit ja kompleksinmuodostajat	20
2.3.4 Tensidit	22
2.3.5 Väriaineet	24
3. KOSMETIIKKA KEMIAN OPETUKSESSA	28
3.1 Peruskoulun opetussuunnitelma kosmetiikan kemian opetuksessa	28
3.2 Lukion opetussuunnitelma kosmetiikan kemian opetuksessa	28
3.3 Kosmetiikan kemian sisällyttäminen peruskoulun ja lukion OPS:iin	29
4. KONTEKSTUAALISUUS KEMIAN OPETUKSESSA	31
4.1 Kiinnostus ja motivaatio kemian oppimisessa	31
4.2 Kontekstuaalinen oppiminen	32
4.3 STSE ja tieteellinen lukutaito	33
4.4 Opettajan rooli kontekstuaalisessa opetuksessa ja STSE –aiheissa	34
4.5 Kontestuaalista oppimista tukeva opetus	35
5. KEHITTÄMISTUTKIMUS	36
5.1 Tutkimuskysymykset ja hypoteesi	37
5.2 Tutkimuksen toteutus	37
5.2.1 Tarveanalyysi	37
5.2.2 Kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali	38
5.2.3 Oppimateriaalin arviointi	39
5.2.3.1 Kyselytutkimus	39
5.2.3.2 Lomakkeen laatiminen	39
5.2.3.3 Kyselyn tulokset	40

5.2.3.4 Kyselytutkimuksen luotettavuus ja pätevyys	43
6. TULOKSET	44
6.1 Kosmetiikan kemia peruskoulun ja lukion kemian oppikirjoissa	44
6.1.1 Kosmetiikan kemian esiintyminen peruskoulun oppikirjoissa	44
6.1.2 Kosmetiikan kemian esiintyminen lukion oppikirjoissa	45
6.1.3 Arjen toiminnot integroituna kosmetiikan kemiaan	46
6.1.4 Kosmetiikkaan liittyviä käsitteitä oppikirjoissa	47
6.2 Oppimateriaalin laatiminen	48
6.2.1 Materiaalin toteutus	49
6.2.2 Kosmetiikan kemiaa luokitteleva teoreettinen osio	49
6.2.3 Tehtävisivu	50
6.2.4 Kokeellinen osio	51
6.3 Kyselytutkimuksen oppimateriaali –osio	51
6.3.1 Oppimateriaalin kehittäminen	53
7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	54
LÄHTEET	
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Peruskoululaisten ja lukiolaisten kiinnostus tiedeaineita kohtaan on vähentynyt, koska oppilaat eivät koe koulussa saamaansa teoreettista tietoa merkitykselliseksi heidän arkielämänsä tai tulevaisuutensa kanssa. (Torres Gil, 2011; Aikenhead, 2006, 25; Marks & Eilks, 2008, 231) Tämän tutkimuksen hypoteesina on käytetty tutkimustuloksia, joiden mukaan arjen ilmiöiden liittäminen teoriaan lisää kiinnostusta kemiaan (Gilbert, 2006; Overton, Byers & Seery, 2009, s. 43-48; King & Ritchie, 2012, 72).

Kosmetiikan käyttäminen on kaikkien tuntema arjen ilmiö. Suomen kosmetiikka- ja pesuainealan elinkeinopoliittisen etujärjestön, Teknokemian yhdistyksen mukaan vuonna 2012 kosmetiikkaa käytettiin 431 miljoonan euron arvosta (summa ilman arvonlisäveroa). Kun vuonna 1995 kosmetiikkaa ostettiin keskimäärin 92 eurolla vuodessa, vuonna 2012 luku oli jo 171 euroa vuodessa henkilöä kohti (Teknokemian yhdistys, 2013). EU –alueen kosmetiikkamarkkinoiden arvo oli vuonna 2006 63,5 miljardia euroa ja kosmetiikan kulutus on jatkanut vahvaa kasvuaan. (A Study of European Cosmetics Industry, 2007)

Kosmetiikka on arkielämän konteksti, joka on vahvasti sidoksissa kemiaan. Vaikka tutkimukset osoittavat, että arjen ilmiöt lisäävät kiinnostusta kemiaan (Gilbert, 2006; Overton, Byers & Seery, 2009; King & Ritchie, 2012), ei kosmetiikan kontekstuaalista käyttöä kemian opetuksessa ei ole paljoakaan tutkittu. Tämä on asettanut tarpeen tutkimuksille, jotta saataisiin uutta tietoa asiasta. Tässä nelivaiheisessa, kvalitatiivisessa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2010, 136-138) kehittämistutkimuksessa (Aksela & Pernaa, 2013, 11), on tutkittu peruskoulun ja lukion oppikirjoja, tehty tarveanalyysin perusteella kosmetiikka-aiheinen lisäoppimateriaali verkkoon, kysytty opettajien mielipiteitä oppimateriaalista kyselytutkimuksella ja kehitetty materiaalia kyselytutkimuksesta saadun palautteen perusteella.

2. KOSMETIIKAN KEMIALLINEN LUOKITTELU

Tässä luvussa määritellään, mikä on kosmetiikan tehtävä ja mitkä tuotteet ovat kosmetiikkaa (luku 2.1, taulukko 2.1.). Kosmetiikan ainesosat jaotellaan niiden vaikutuksen eli funktion perusteella 66 ryhmään (luku 2.2, taulukko 2.2.). Taulukon 2.2. keskeisimpiä ainesosaryhmiä tarkastellaan luvussa 2.2.1. Luvussa 2.2 perehdytään kosmetiikan rakenteeseen vaikuttaviin ominaisuuksiin kuten reologiaan ja siihen liittyvään viskositeettiin sekä seoksien ominaisuuksiin. Keskeisimmät raaka-aineryhmät emulgaattorit, hajusteet, säilöntäaineet, tensidit ja väriaineet käsitellään luvussa 2.3.

2.1 Kosmetiikan määritelmä ja pakkausmerkinnät

Kosmeettinen valmiste on aine tai aineiden seos, jota käytetään ihon ulkoisiin osiin, kuten kasvojen ja vartalon iholle, suun limakalvoille, hiuksiin ja kynsiin. Kosmeettisen valmisteen tarkoitus on puhdistaa, suojata ja pitää hyvässä kunnossa ihon ulkoisia osia sekä muuttaa tai poistaa hajuja. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (2009) mukaan kosmetiikaksi voidaan määritellä tapauskohtaisesti seuraavanlaisia tuotteita (taulukko 2.1):

Taulukko 2.1. Kosmetiikaksi määritellyt tuotteet (Euroopan parlamentin ja Euroopan unionin neuvosto, 2009)

Tuoteryhmä	Tuotteet
Aurinkotuotteet	Auringonsuojavalmisteet, itseruskettavat valmisteet
Hajustetuotteet	Hajuvesi, eau de toilette ja eau de cologne
Hiusten käsittely-, hoito- ja puhdistustuotteet	Hiusväri, permanenttiaine, suoristusaine, kiinnitysaine, muotoiluvalmiste, puhdistusvalmiste (vesi, jauhe, shampoo), hoitoainevalmiste (vesi, voide, öljy), kampaussalmiste (neste, hiuskiinne, kiiltoaine),
Hygieniatuotteet	Saippua, deodoranttisaippua, kylpy- ja suihkuvalmiste (suola, vaahto, öljy, geeli), ihokarvojen poistovalmiste, deodorantti, antiperspirantti, parranajovalmiste (voide, vaahto, vesi) ja ulkoiseen intiimihygieniaan tarkoitettut valmisteet
Ihohoitotuotteet	Ihovoide, -emulsio, -vesi, -geeli, -öljy, kasvonaamio, kylpy- ja hoitotalkki, ihonvalkaisuvalmiste ja rypynynehkäisyvalmiste
Kynsienhoitotuotteet	Kynsienhoitovalmiste ja kynsilakka
Meikkituotteet	Väriallinen pohjustusvalmiste (neste, tahna, puuteri), meikkipuuteri, meikkaus- ja meikinpoistovalmiste
Suunhoitotuotteet	Huulille tarkoitettu valmiste, hampaiden ja suun hoitovalmiste

Kosmetiikaksi määritellyllä tuotteella tulee olla seuraavat, asianmukaiset merkinnät joko pakkauksessaan tai sen välittömässä läheisyydessä helposti luettavassa muodossa:

- Nimellissisältö ajankohtana, jolloin tuote on pakattu (paino tai tilavuus)
- Tuotteen tarkoitus, ellei tarkoitus ole itsestään selvä
- Säilyvyysmerkinnät
- Varoitukset
- Tuotteesta vastuussa olevan henkilön nimi ja osoite
- Tuotteen ainesosaluettelo, jonka alussa on oltava teksti *Ingredients* tai INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients). Ainesosaluettelossa aineet on merkitty tuotteeseen paljousjärjestyksessä siten, että viimeisenä ovat alle 1 % sisältävät aineet satunnaisessa järjestyksessä. (Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, 2009)

2.2 Kosmetiikkatuotteen rakenteeseen vaikuttavat tekijät

Kosmetiikaksi määriteltujen tuotteiden (taulukko 2.1.) rakenne vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi hammastahnan koostumuksen tulee olla sellainen, että tahna pysyy hammasharjassa ja levittyy hampaisiin harjan avulla.

2.2.1 Reologia ja viskositeetti

Kosmetiikkatuotteen rakenteeseen vaikuttavat tekijät liittyvät reologiaan. Reologia tarkoittaa aineen muodonmuutosta ja virtausta, kun aineeseen vaikuttaa ulkoisia voimia (Loden, 2006). Esimerkiksi nesteessä olevat osaset liikkuvat toisiinsa nähden ulkoisten voimien vaikutuksesta aiheuttaen virtauksen. Koska liikkuvat ainesosat vuorovaikuttavat toistensa kanssa, virtaus leviää nesteessä laajalle alueelle. Reologiaa voidaan soveltaa myös muiden aineiden, kuten emulsioiden tai jauheiden liikkuvuuteen. (Juslin, Marvola,, Paronen, Turakka, Urtti & Ilkka, 1995, 41-45)

Aineen taipumusta vastustaa virtausta sanotaan viskositeetiksi. Mitä suurempi voima tarvitaan aikaansaamaan virtaus, sitä suurempi on viskositeetti (Juslin *et al.*, 1995). Newtonin nesteeksi sanotaan ainetta, jonka viskositeettiin ei voi vaikuttaa ulkoisilla voimilla. Newtonin nesteitä ovat esimerkiksi vesi, glyseroli ja silikoniöljy. Newtonin lain mukaan aineeseen kohdistuva leikkausvoima τ (yksikkö N/m^2) on verrannollinen

leikkausnopeuteen γ (yksikkö 1/s). Viskositeetti on siis leikkausvoiman suhde leikkausnopeuteen $\eta = \tau / \gamma$. Viskositeetin yksikkö on Pascalsekunti (Pas). (Juslin *et al.*, 1995; Loden, 2006)

Ei-Newtonin nesteiksi kutsutaan aineita, joilla on niin sanottu rakenneviskoosi virtaustyyppi. Rakenneviskooseja virtaustyyppejä ovat: *plastinen*, *pseudoplastinen*, *dilatanntti ja tiksotrooppinen virtaus*. Jos aineen muoto muuttuu voiman vaikutuksesta pysyvästi, on kyseessä *plastinen muutos* eli virtaus. Plastisessa virtauksessa aineen verkkomainen molekyyli rakenne rikkoutuu, kun ulkoinen voima saavuttaa aineelle ominaisen valumisrajan. Plastisia aineita ovat esimerkiksi hammastahnat. (Juslin *et al.*, 1995)

Kun viskositeetti pienenee liukujännityksen kasvaessa, kyseessä on *pseudoplastinen virtaus*. Pseudoplastisen aineen satunnaisesti orientoitunut, pitkäketjuinen molekyyli rakenne muuttuu liikkeen suuntaiseksi liukujännityksen kasvaessa ja tällöin viskositeetti pienenee. (Juslin *et al.*, 1995) Esimerkiksi sampoot, emulsiot ja geelit ovat pseudoplastisia (Loden, 2006).

Kun viskositeetti kasvaa liukujännityksen kasvaessa, kyseessä on *dilatanntti virtaus*. Molekyylit muodostavat nesteessä paakkumaisen koostumuksen, jota molekyylejä ympäröivä neste voitelee. Tällöin viskositeetti on pienempi. Kun liukujännitys kasvaa, molekyylit pakkautuvat toistensa lomiin ja viskositeetti kasvaa. Dilatanntti virtaus on ominainen sellaisissa seoksissa, jossa nesteessä on paljon kiinteitä hiukkasia (esimerkiksi kermavaahto). (Juslin *et al.*, 1995)

Tiksotrooppisilla aineilla on lepotilassa suurempi viskositeetti kuin ulkoisen voiman vaikuttaessa aineeseen. Viskositeetti riippuu liukujännityksen lisäksi myös ajasta. Jos aineeseen vaikuttava liukujännitys on vakio, viskositeetti laskee ajan funktiona. Voiteet ovat usein tiksotrooppisia. (Juslin *et al.*, 1995) Jos aineen muoto palautuu ennalleen, muutos on *elastinen*. Esimerkiksi jousi tai vaahtokumi ovat elastisia (Loden, 2006).

2.2.2 Seokset

Kosmetiikkatuotteet ovat seoksia. Yksinkertaiset seokset ovat kahden tai useamman nestemäisen, puolikiinteän tai kiinteän aineen seoksia. Nesteen ja puolikiinteän aineen välinen raja voi olla vaikea määrittää. Seoksen muodostavat aineet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Positiivinen seos syntyy spontaanisti ilman ulkoista energiaa, eikä palaudu itsestään. Esimerkkinä toisiinsa sekoittuvat nesteet ja kaasuseokset.
- Negatiivinen seos tarvitsee energiaa sekä syntyyn että ylläpitoon. Esimerkkinä tuote, jossa on kaksi toisiinsa sekoittumatonta faasia.
- Neutraali seos tarvitsee energiaa syntyäkseen. Seoksen osat eivät erotu toisistaan lepotilassa, vaan jäävät paikalleen. Esimerkkinä emulsiovoiteet.

Sekoitettavien aineiden luonne tai aineiden sekoitustapa ei vaikuta siihen, mihin ryhmään aine kuuluu. Viskositeetti, aineiden keskinäinen suhde, hiukkaskoko ja homogeenisuus vaikuttavat seosten muodostumiseen. (Juslin *et al.*, 1995, 75)

2.3 Kosmetiikan ainesosaryhmien jaottelu funktion perusteella

Kosmetiikan ainesosat jaotellaan EU:n ylläpitämässä Cosing –tietokannassa 66 ryhmään funktion eli vaikutuksen perusteella (taulukko 2.2.).Yhdellä aineella voi olla useampi funktio kosmetiikkatuotteessa. Esimerkiksi silikonyhdiste dimethicone voi toimia vaahtoamisen estoaineena, pehmittävänä aineena, ihoa hoitavana aineena ja ihoa suojaavana aineena tuotteen käyttötarkoituksesta riippuen. (Cosing, 2014) Kaikki kosmetiikan ainesosaryhmät löytyvät taulukosta 2.2.

Taulukko 2.2. Kosmetiikan ainesosaryhmien jaottelu funktion perusteella (Cosing, 2014).

Ryhmä	Funktio	Lukumäärä	Esimerkki
Hankausaine (Abrasive)	Ihon tai hampaan pinta-aineksen irrottaminen	281	Kalsiumsulfaatti
Imevä aine (Absorbent)	Vesi- tai rasvaliukoisten aineiden absorptio	142	Bentoniitti
Paakkuuntumisen esto (Anticaking)	Kiinteiden partikkelien takertumisen estäminen	119	Kaoliini
Korroosion esto (Anticorrosive)	Pakkauksesta johtuvan korroosion estäminen	22	Nitrometaani
Hilseilyn esto (Antidandruff)	Hilseilyn kontrollointi	79	Klotrimatsoli
Vaahdotumisen esto (Antifoaming)	Vaahdonmuodostuksen ehkäisy tuotannossa ja tuotteessa	43	Heksyylialkoholi
Mikrobien kasvun esto (Antimicrobial)	Ihon mikrobikasvuston lisääntymisen ehkäiseminen	498	Boorihappo
Antioksidantti (Antioxidant)	Hapestä johtuvien reaktioiden kuten härskiintymisen estäminen	1180	Asetyylikysteiniini
Hikoilun esto (Antiperspirant)	Hikoilun vähentäminen	33	Alumiinikloori hydraatti
Plakin esto (Antiplaque)	Hammasplakin kontrollointi	34	Alumiinifluoridi
Talinmuodostuksen esto (Antiseborrheic)	Talintuotannon kontrollointi	74	Rikki
Sähkösäilytyksen esto (Antistatic)	Staatisten sähkövarauksen neutralointi pinnoilta	1046	Asparagiinihappo
Supistava (Astringent)	Ihon supistus tai kutistus	424	Rautakloridi
Sitova (Binding)	Ainesosien välisen koheesion lisääminen	363	Agar
Valkaiseva (Bleaching)	Ihon tai hiusten sävyn vaalentaminen	154	TAED
Puskuri (Buffering)	Tuotteen pH:n stabilointi	184	Ammoniakki
Rakenteeseen vaikuttava (Bulking)	Ominaistilavuuden pienennys	172	Bentsoehappo
Kelatoiva (Chelating)	Metalli-ionien kompleksimuodostus tuotteen stabiiliuden tai ulkonäön parantamiseksi	136	Dinatrium edetaatti
Puhdistava (Cleansing)	Ihon pinnan puhtaana pitäminen	1243	Natriumlauryyli sulfaatti
Väriaine (Colorant)	Kosmetiikan ja/ tai ihon värjääminen.	187	Sinkkioksidi
Denaturointiaine (Denaturant)	Etyylialkoholin nauttimiskelvottomaksi tekeminen	35	Dietyylifalaatti
Hajuja peittävä (Deodorant)	Ei-toivottujen hajujen vähentäminen tai peittäminen	147	Alumiinisitraatti
Karvanpoisto (Depilatory)	Ihokarvojen poistaminen	44	Ammoniumtio glykolaatti
Kammattavuutta helpottava (Detangling)	Hiusten takkuuntumisen estäminen ja kammattavuuden helpottaminen	6	Perfluoridekaliini
Pehmittävä (Emollient)	Ihon silottaminen ja pehmittäminen	2304	Butyylioleaatti
Emulgaattori (Emulsifying)	Toisiinsa liukenemattomien faasien yhdistäminen rajapintajännitystä pienentämällä	2430	Stearyylialkoholi
Emulsiota stabiloiva (Emulsion stabilising)	Emulsionmuodostumisen helpottaminen ja valmiin emulsion stabiilina pysyminen	463	Pektiini
Kalvonmuodostaja (Film forming)	Ihon, kynnen tai hiuksen pintaan levitetyn yhteneväisen kalvon muodostuminen	951	Butyyli metakrylaatti
Aromiaine (Flavouring)	Tuotteen maun muuttaminen	104	Aspartaami
Vaahdonparannusaine (Foam boosting)	Tilavuuden, rakenteen tai stabiiliuden muuttaminen ja vaahdon laadun parantaminen	370	Setyylialkoholi
Geelinmuodostaja (Gel forming)	Nestemäisen aineen rakenteen muuttaminen puolikiinteäksi ja geelimäiseksi	25	Steareth-

Taulukko 2.2. jatkuu

Hiuksia hoitava (Hair conditioning)	Hiusten kammattavuuden ja ulkonäön parantaminen	2422	Glysiini
Hiusväriaine (Hair dyeing)	Hiusten värjääminen	210	para-fenyleenidiamiini
Hiusten kiinnitys (Hair fixing)	Kampausta kestävästi kiinnittävä aine	188	Polyvinyylipyrrolidoni (PVP)
Hiuksia kihartava tai suoristava (Hair waving or straightening)	Hiuksen kemiallisen rakenteen haluttuun muotoon muokkaaminen	59	Ammoniumtio glykolaatti
Kosteuttava (Humectant)	Kosteuden säilyttäminen ja pitäminen	1003	3-heksenoli
Liukoisuuden parantaja (Hydrotrope)	Hydrofobisten ainesosien vesiliukoisuuden parantaminen	173	Tolueenisulfoni happo
Hilsettä kuoriva (Keratolytic)	Kuolleen ihosolukon poistaminen	21	Salisyylihappo
Peittävä (Masking)	Tuotteen hajun tai maun peittäminen	1049	4-terpineoli
Kosteuttava (Moisturising)	Ihon kosteuspitoisuuden lisääminen ja pehmeänä ja sileänä pitäminen	73	Hyaluronihappo
Kynsiä hoitava (Nail conditioning)	Kynsien ulkonäköä parantava aine	65	Asetaldehydi
Ei raportoitua funktiota (Not reported)		64	Bentsimidatsoli
Opasiteettia muuttava (Opacifying)	Läpinäkyvyyttä tai läpikuultavuutta vähentävä aine	191	Dolomiitti
Suunhoitoaine (Oral care)	Suuontelon hajun, puhtauden ja suojaamisen kontrollointi	139	Kalsiumfluoridi
Hapete (Oxidising)	Hapen lisääminen tai vedyn poistaminen ja toisen aineen ominaisuuksien muuttaminen	29	Natriumpersulfaatti
Helmiäinen (Pearlescent)	Helmiäisen kiillon lisääminen	3	Kalsiumsulfaatti
Hajuste (Perfuming)	Tuotteen hajustaminen	2747	Limoneeni
Muovaava (Plasticiser)	Aineen muokattavuuden parantaminen esim. pehmentämällä	134	Dekaani
Säilöntäaine (Preservative)	Tuotteessa olevien mikro-organismien kasvun estäminen	168	Metyyliparabeeni
Ponneaine (Propellant)	Aerosolipakkauksessa olevien ainesosien siirtyminen pakkauksen ulkopuolelle paineen avulla	20	Butaani
Pelkistävä (Reducing)	Hapen poistaminen tai vedyn lisääminen ja toisen aineen ominaisuuksien muuttaminen	61	Dihydroksiasetoni
Rasvoittava (Refatting)	Ihon tai hiusten rasvojen lisääminen	28	Steariinihappo
Raikastava (Refreshing)	Ihon raikastaminen	43	Mentoli
Ihohoitoaine (Skin conditioning)	Ihon kunnon ylläpitäminen	9018	Oktadekaani
Ihoa suojaava (Skin protecting)	Ihon ulkoisilta ärsykeiltä suojaaminen	1044	Polyuretaani
Silottava (Smoothing)	Ihon karheuden vähentäminen	40	Niasinamidi
Liuotin (Solvent)	Muiden aineiden liuottaminen	502	Hekseeni
Rauhoittava (Soothing)	Ihon epämiellyttävän tunteen vähentäminen	135	Atsuleeni
Stabiloiva (Stabilising)	Tuotteen stabiiliuden ja säilyvyysajan parantaminen	92	Fenasetiini
Pinta-aktiivinen (Surfactant)	Pintajännityksen vähentäminen ja levittyvyyden parantaminen	2564	Lauriinihappo
Itseruskettava (Tanning)	Ihon sävyn tummentaminen ilman UV- säteilyä	3	Dihydroksiasetoni (DHA)
Vahvistava (Tonic)	Hiusten tai ihon hyvinvoinnin parantaminen	316	Eugenoli
UV -säteitä imevä aine (UV absorber)	Tuotteen UV- säteiltä suojaaminen	159	Bentsofenoni
Viskositeetinsäätelijä (Viscosity controlling)	Viskositeetin kasvattaminen tai vähentäminen	1167	Kolesteroli

Kosmetiikassa käytetään noin 10 000 raaka-ainetta. Tässä työssä tarkastellaan lähemmin keskeisimpiä ainesosaryhmiä. Näitä ovat emulgaattorit (luku 2.3.1), hajusteet (luku 2.3.2), säilöntä- ja mikrobien kasvua ehkäisevät aineet (luku 2.3.3), tensidit (luku 2.3.4) ja väriaineet (luku 2.3.5).

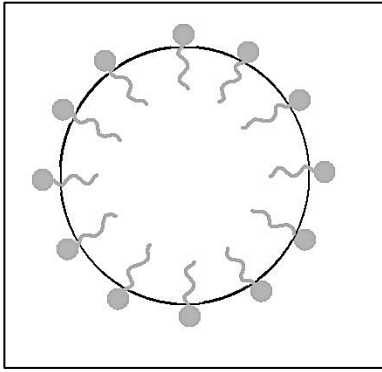
2.3.1 Emulgaattorit

Useimmat kosmetiikkatuotteet ovat rakenteeltaan nestemäisiä tai puolikiinteitä emulsioita. Kahden toisiinsa sekoittumattoman aineen muodostamassa emulsiossa sisäinen faasi on tasaisesti dispergoituneena ulkoiseen faasiin. Mikäli ulkoinen faasi on vesi ja sisäinen faasi öljy, nimitetään emulsiota öljy vedessä -emulsioksi (ö/v, engl. o/w) ja päinvastaisessa tapauksessa vesi öljyssä- emulsioksi (v/ö). Emulsion hajoamisen tuloksena voi syntyä myös ö/v/ö tai v/ö/v -emulsioita. Mikroemulsiot ovat valoa taittamattomia ja läpinäkyviä pienestä pisarakoosta johtuen (10-150 nm). Kun vettä, pinta-aktiivista ainetta ja öljyä sekoitetaan sopivassa suhteessa, saadaan stabiili emulsio. (Juslin *et al.*, 1995, 237-278)

2.3.1.1 Emulgaattorien toimintamekanismi ja teho

Kahden, toisiinsa liukenemattoman faasin sekoittaminen vaatii energiaa, jota voidaan saada erilaisia sekoituslaitteita käyttämällä (esimerkiksi mekaaninen sekoittaja, homogenisaattori tai ultraäänisekoittaja). Energiaa voidaan pienentää myös vähentämällä faasien välistä rajapintajännitystä emulgaattorien avulla.

Kun kaksi, toisiinsa liukenematonta faasia yhdistetään, systeemin vapaa energia riippuu faasien muodostaman rajapinnan pinta-alasta. Edullisinta systeemille on mahdollisimman pieni energia, johon se pyrkii rajapinnan pinta-alaa pienentämällä. Toisiinsa liukenemattomat, nestemäiset faasit pyrkivät erottumaan toisistaan muodostamalla pallon muotoisia pisaroita, jotka edelleen liittyvät toisiinsa. Emulsioon lisätty pinta-aktiivinen aine (emulgaattori) estää faasien erottumisen. Öljy vedessä -emulsiossa pinta-aktiivinen aine adsorboituu faasien rajapintaan hydrofiilinen pää vesifaasiin ja hydrofobinen pää poolittomaan nesteeseen sitoutuen (misellien muodostus, kuva 2.1.). Jokaiselle pinta-aktiiviselle aineelle on määritelty kriittisen misellikonsentraation lukuarvo, jonka ylittyessä misellinmuodostus alkaa. (Juslin *et al.*, 1995, 237-278)



Kuva 2.1. Pinta-aktiivinen aine adsorboituu faasien rajapintaan hydrofiilinen pää vesifaasiin ja hydrofobinen pää poolittomaan nesteeseen sitoutuen.

Pintajännitystä voidaan laskea myös muilla tavoin. Emulgaattori voi muodostaa filmin kahden faasin rajapintaan, jolloin faasien erottuminen estyy. Öljy muodostaa veden pinnalle yhden molekyylin paksuisen, monomolekulaarisen kalvon. Öljyn tavoin käyttäytyy myös veteen liukenematon, kiinteä aine, joka on lietetty ensin haihtuvaan veteen. Mitä tiiviimpi peittävä pinta on, sen alhaisemmaksi pintajännitys muodostuu. Osa pinta-aktiivisen aineen molekyyleistä voi myös adsorboitua nesteen pinnalle siirtyen nestefaasiin. Faasien rajapinnassa molekyylin hydrofobiset päät asettuvat samaan suuntaan nesteestä poispäin ja hydrofiiliset päät nesteeseen päin. (Juslin *et al.*, 1995, 237-278)

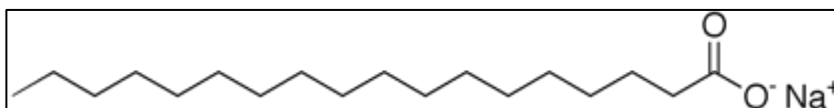
Emulsiossa tulee olla riittävästi emulgaattoreita, jotta tuotteen rakenne pysyy tasaisena säilytyksen ja käytön aikana. Emulgaattori valitaan HLB (Hydrophile-Lipophile Balance) –arvojen perusteella, joka kuvaa hydrofiilisen ja lipofiilisen osan suhdetta toisiinsa. Arvo voidaan määrittellä kokeellisesti tai laskemalla (Juslin *et al.*, 1995)

kaavasta: $HLB = \frac{\text{Hydrofiilisen osan molekyylipaino}}{\text{Kokonaismolekyylipaino}} \times 20$. HLB –arvot v/ö –emulsiolle ovat noin 3-6 ja noin 8-18 ö/v –emulsiolle (Loden, 2006).

2.3.1.2 Emulgaattorityypit

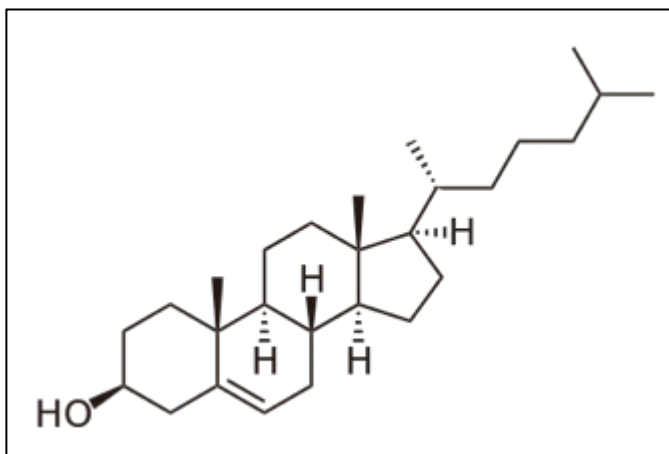
Emulgaattorit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: pinta-aktiiviset, luonnonmateriaalit ja hienojakoiset, kiinteät jauheet. Pinta-aktiiviset emulgaattorit ovat suurin ja tärkein ryhmä. Ryhmään kuuluvat anioniset, kationiset ja varauksesttomat emulgaattorit. Anionisia emulgaattoreita ovat saippuat ja niiden kaltaiset yhdisteet. *Natriumstearaatti* $C_{17}H_{35}COONa$ on tavallisin anioninen emulgaattori (kuva 2.2.). Kationisista emulgaattoreista useimmat ovat kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä tai amiineja,

esimerkkinä *setyyli- α -metyyliammoniumbromidi*, jossa kationi muodostaa molekyylin hydrofobisen pää. Ionittumattomat emulgaattorit ovat suurin pinta-aktiivisten emulgaattorien ryhmä. Sen toimintaan ei vaikuta pH tai emulsion muut ionit. Esterisidokset ovat tärkeimpiä ionittumattomia emulgaattoreita, esimerkkinä hydrofobinen *glycerylmonostearaatti*.



Kuva 2.2. *Natriumstearaatti on tavallisin, pinta-aktiivinen, anioninen emulgaattori.*

Yleensä apuemulgaattoreina käytettävien luonnonmateriaalien ominaisuudet vaihtelevat. Jotkut emulgaattoreista voivat vaikuttaa myös tuotteen muihin ominaisuuksiin, kuten viskositeettiin tai rakenteen ylläpitoon. Luonnonmateriaalit sietävät huonosti pH:n vaihteluja. Luonnonemulgaattoreita ovat muun muassa alifaattiset rasva-alkoholit, kuten lauryyli- ja setyylialkoholi, steroidit, lanoliini, vesiliukoiset kumit, selluloosajohdannaiset ja alginaatit eli leväjohdannaiset. Esimerkiksi kolesteroli on amfoteerinen ö/v – emulgaattori, jota saadaan lanoliinista (kuva 2.3.). (Juslin *et al.*, 1995, 237-278)



Kuva 2.3. *Emulgaattorina käytettävä kolesteroli toimii elimistössä ruoan rasvoja emulgoivana ja rasvojen imeytymistä parantavana aineena.*

Hienojakoisista, kiinteistä jauheista emulgaattoreina voidaan käyttää hiiltä, piitä, emäksisiä metallisuoloja ja erilaisia savilaatuja. Saatu emulsiotyyppi riippuu siitä, miten kiinteä aine kostuu vesi- tai rasvafaasilla. Parhain emulgointiteho saadaan, kun hienojakoinen ja

kiinteä jauhe-emulgaattori yhdistetään pinta-aktiivisten emulgaattoreiden tai hydrofiilisten kolloidien kanssa. (Juslin *et al.*, 1995, 237-278)

2.3.2 Hajusteet

Hajusteet ovat voimakkaan tuoksuisia, haihtuvia, orgaanisia yhdisteitä (Suburb & Panten, 2006, 9-123). Hajusteiden tarkoitus on peittää tai muuttaa kosmetiikkatuotteen käyttäjän tai tuotteessa käytettyjen raaka-aineiden hajua (Draelos, 1995, 245-249).

Hajusteeksi luokiteltuja aineita on 2747 (taulukko 2.2.). Osalla hajusteista on lainsäädännöllisiä rajoituksia. Rajoitukset koskevat yleensä pitoisuuksia, jotka ovat pienempiä iholle jätettävissä tuotteissa (voiteet) kuin poishuuhdeltavissa tuotteissa (sampoot). Hajusteet merkitään ainesosa- eli INCI –luetteloon nimellä *parfum* tai *aroma*. Mikäli tuotteessa on käytetty hajustetta, joka kuuluu 26 yleisimmin allergisoivan hajusteaineen ryhmään, tulee kyseinen aine nimetä ainesosaluetteloon erikseen nimen *parfum* tai *aroma* lisäksi. (Euroopan unioni ja Euroopan unionin neuvosto, 2009) Yhden tuotteen tuoksussa (*parfum*) voi olla yli 200 tuoksuainetta (Fortineau, 2004).

2.3.2.1 Hajusteiden valmistus

"One has to rely on chemists to find new aroma chemicals, creating new, original notes. In perfumery the future lies primarily in the hands of the chemists."

(Ernest Beaux, Chanel 5 –tuoksun kehittäjä)

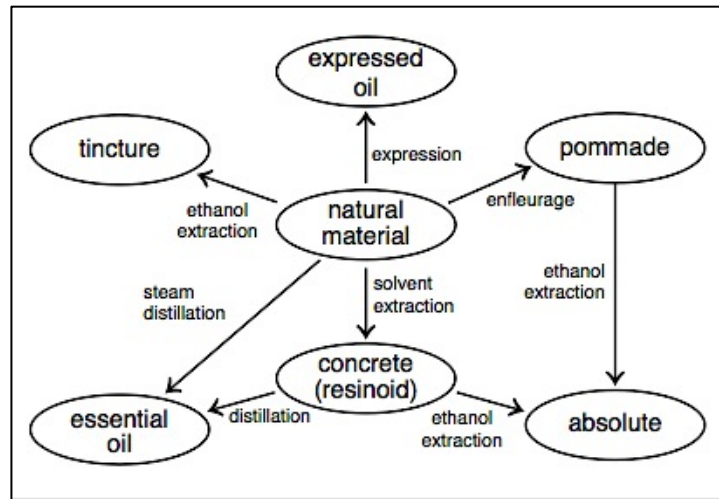
Hajusteita voidaan valmistaa synteettisesti tai kasvipööräisistä raaka-aineista (kuva 2.5.) uuttamalla, puristamalla tai höyrytislaamalla (Draelos, 1995). Puristusmenetelmä (expression) on kemiallisesti yksinkertaisin. Sen avulla valmistetaan yleensä tuoksuvat sitrusöljyt (Fráter, Bajgrowicz & Kraft, 1998, 7633-7703).

Höyrytislausta (steam distillation) käytetään eteeristen öljyjen (essential oils) valmistuksessa. Eteerisiä öljyjä saadaan kuivatuista tai tuoreista puumateriaaleista, mausteista, kukista tai yrteistä johtamalla kuumaa höyryä kasviaineksen läpi. Kuumassa höyryssä kaasuuntuneet eteeriset öljyt johdetaan putkia pitkin keräysastioihin, joissa tisle viilennetään ja nesteytetään. (Fráter *et al.* 1998)



Kuva 2.4. *Happipitoisia terpeenijohdannaisia linaloolia, geraniolia ja sitronellolia on monien kasvien haihtuvissa öljyissä. Näitä ruusuntuoksuisia yhdisteitä käytetään runsaasti hajusteteollisuudessa joko sellaisenaan tai estereinä.*

Mikäli aromaattiset yhdisteet eivät pysy stabiilina höyrytislauksen kuumissa lämpötiloissa, hajusteen valmistusmenetelmänä voidaan käyttää uuttoa (extraction). Uuttomenetelmiä ovat kylmäuutto (enfleurage), kuumauutto (maceration) ja liuotinuutto (solvent extraction). Kylmäuutossa esimerkiksi jasmiinin terälehtiä imeytetään eläinrasvaan tai kasviöljyyn, kunnes saavutetaan haluttu tuoksu. Valmista, tuoksuva tuotetta sanotaan pomadaksi (pommade). Kuumauutossa kukkien terälehdet sekoitetaan noin 70 –asteiseen rasvaan tai öljyyn. (Draelos, 1995) Uuttomenetelmistä yleisin on liuotinuutto. Liuottimina voidaan käyttää esimerkiksi heksaania, eetteriä, asetonia tai etyyliasetaattia. (Fráter *et al.* 1998) Liuotinuuton seurauksena saadaan vahamaista, jähmeää uutetta (concrete). Kun vahaan sekoitetaan etanolia, muodostuu öljymäinen tiiviste (absolute). Etanoluuutosta syntynyt tuote on nimeltään tinktuura (tincture). (Draelos, 1995) Uusi menetelmä, hiilidioksidiuutto, tuottaa erittäin puhdasta ja laadukasta hajusteainetta. Hiilidioksidiuutto vaatii erityisen laitteiston ja on prosessina perinteisiä menetelmiä kalliimpi (Fráter *et al.* 1998).



Kuva 2.5. Kasviperäisten hajusteiden valmistusprosessit ja valmistuksen tuloksena syntyneet tuotteet (Fráter *et al.* 1998).

Hajusteiden synteettinen valmistus on yleistynyt viimeisten vuosikymmenten aikana huomattavasti. Yhä useampi hajusteaine voidaan valmistaa kopioimalla kasviperäisen hajusteaineen molekyylirakenne. Tällaisia hajusteaineita ovat esimerkiksi *linalooli* ja *sitraali*. Synteettisten hajusteaineiden valmistuksen suosion syitä ovat edullisempi hinta ja tasaisempi laatu. Kun 90 % synteettisistä hajusteaineista maksaa noin 7-70 €/kg vastaavat, luonnosta peräisin olevat hajusteaineet voivat maksaa esimerkiksi 2000 €/kg, kuten joidenkin ruusulajikkeiden öljyt. Niin sanotuissa funktionaalisissa, suurille käyttäjäryhmille valmistetuissa arkikäyttöön tarkoitetuissa kosmetiikka- ja hygieniatuotteissa käytettävät hajusteet ovat lähes aina synteettisiä. (Fráter *et al.* 1998)

Valmistuksessa hajusteilta toivotaan seuraavia ominaisuuksia:

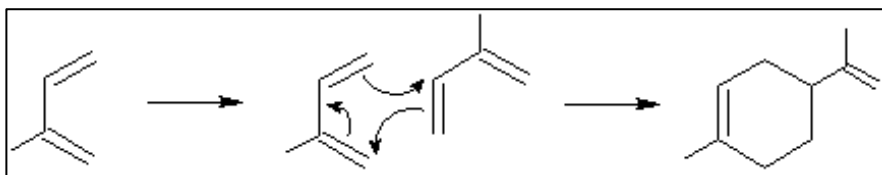
- stabiilius laajalla pH –alueella,
- myrkyttömyys,
- biohajoavuus,
- haluttu käyttäytyminen (haihtuvuus, levittyvyys ym.) iholla ja hiuksissa ja
- haluttu käyttäytyminen muiden, tuotteessa olevien aineiden kanssa.

Keskeisimpiä ominaisuuksia hajusteen ominaisuuksien tutkimiseksi on hajustearvo (odour value), joka on tutkittavan hajusteen höyrynpaineen suhde hajusteen määrään. Kaupallisille hajusteille hajustearvo on 10^{-10} höyrynpaineen ollessa 50 ng/l - 50mg/l ja hajusteen

määrän ollessa 2 pg/l - 2µg/l. Mitä korkeampi hajustearvo, sitä voimakkaammasta hajusteesta on kysymys. (Fráter *et al.* 1998)

2.3.2.2 Hajusteiden kemiaa

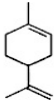
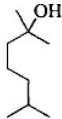
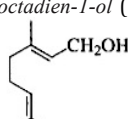
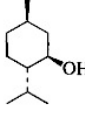
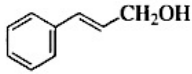
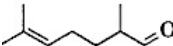
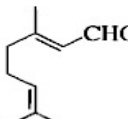
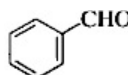
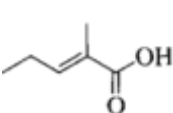
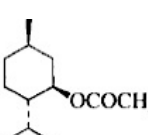
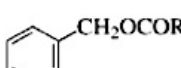
Monet, alun perin luonnosta peräisin olevat hajusteaineet ovat terpenoideja. Terpeneistä di- ja triterpeenit ovat tuoksuttomia, kun taas mono- ja seskviterpeenien tuoksu on miellyttävä. (Loden, 2006) Monoterpeenien rakennekaava on $C_{10}H_{16}$ ja se rakentuu kahdesta isopreenistä (kuva 2.6.). Sitruunan kuoressa ja männyn neulasissa esiintyvä hajusteaine *limoneeni* on monosyklinen terpeeni. Luonnon limoneeni on optisesti aktiivinen, kun taas synteettisesti valmistettu limoneeni-enantiomeeri *dipenteeni* on optisesti inaktiivinen. Limoneenia saadaan isopreenistä kuumentamalla (Diels-Alder – reaktio) (Mälkönen, 1992, 225-231):



Kuva 2.6. Isopreenistä muodostuu limoneenia kuumentamalla.

Hajusteet kuuluvat monenlaisiin kemiallisiin ryhmiin. Hajusteiden keskeisimmät, kemialliset ryhmät on esitetty taulukossa 2.3.

Taulukko 2.3. Hajusteiden keskeiset kemialliset ryhmät (Suburb & Panten, 2006, 9-123).

	Alifaattiset	Asykliset terpeenit	Sykliset terpeenit	Aromaattiset
Hiilivedyt	Vähän merkitystä teollisuudessa, voimakas vihreä tuoksu.	Vähän merkitystä teollisuudessa, aggressiivinen tuoksu.	Eteerisissä öljyissä, osana hajusteiden valmistuksessa. <i>1,8-p-menthadiene (Limonene)</i> 	Vähän merkitystä teollisuudessa, harvinaisia.
Alkoholit	Esiintyy runsaasti luonnossa, heikko, vihreä tuoksu. <i>2,6-Dimethyl-2-heptanol</i> 	Monissa eteerisissä öljyissä. Käytetyimpiä. <i>3,7-dimethyl-trans-2,6-octadien-1-ol (Geraniol)</i> 	Usein yhtenä hajustekomponenttina eteerisissä öljyissä. <i>p-menthan-3-ol</i>  <i>(-)-menthol</i>	Yksi tärkeimpiä ryhmiä. Tärkein kanelialkoholi. <i>3-phenyl-2-propen-1-ol (Cinnamic alcohol)</i> 
Aldehydit ja aetaalit	Rasva-aldehydit C ₈ -C ₁₃ tärkeimpiä hajusteyhdisteitä. <i>2,6,10-Trimethyl-5,9-Undecadienal</i> 	Terpenoidi-synteesissä tärkeitä aineita. <i>3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-al (Geranial)</i> 	Eteerisissä öljyissä pieninä pitoisuuksina, harvoin yksinään hajusteissa.	Useita tärkeitä yhdisteitä (kaneli- ja bentsaldehydi tärkeitä). <i>Benzaldehyde</i> 
Ketonit	Vähän merkitystä teollisuudessa. Laventelimaissa tuoksuisia.	Ei merkitystä teollisuudessa. Terpeenien hajoamisprosessit.	Muutamilla teollista merkitystä (karvoni, mentoni, kamferi).	Aryylimetyyliketonit keskeisimpiä.
Hapot ja esterit	Monissa eteerisissä öljyissä ja ruuassa. Pysyvät heikosti. <i>2-Methyl-2-pentenoic acid</i> 	Vähän käytettyjä. Tärkeimpiä terpeniesterit, kuten geranyyliasetaatit.	Esterit yleisiä hajusteissa ja makuaineissa. <i>(-)-p-menthan-3-yl acetate</i> 	Asetaatit yleisempiä, erityinen tuoksu. Bentsyylistereitä runsaasti luonnossa. 

2.3.2.3. Erilaiset tuoksut

Hajusteita kehittelevät parfymöörit, jotka luovat halutun tuoksukokonaisuuden yhdistelemällä erilaisia tislauksen, puristuksen tai uuttomenetelmissä syntyneitä hajustekonsentraatteja (kuva 2.5.). Yleisimpiä hajusteyhdisteitä ja niiden ominaistuoksua on esitelty taulukossa 2.4.

Taulukko 2.4. Yleisimmät hajusteyhdisteet ja niiden ominaistuoksut (Draelos, 1995).

Hajusteyhdiste	Ominaistuoksu
Bentsyyliasetaatti	Kevyt, kukkainen, hedelmäinen
Bensyyლისალისლაatti	Lämmin, balsamimainen
Isobornyyliasetaatti	Raikas, mäntyinen
Sitronellaali	Ruusuinen
Dihydromyrsenoli	Sitruksinen
Geranioli	Kukkainen, ruusuinen
Heliotropiini	Makea, kukkainen ja puuterimainen
Heksyylīkanelialdehydi	Kevyt, herkkä
Indoli	Kukkainen, eläimellinen
Gamma-metyyli-iononi	Puumainen, kukkainen
Fenyylietyylialkoholi	Kukkainen
Vanilliini	Makea, puuterimainen

Valmiissa tuotteessa tuoksut vapautuvat kolmessa vaiheessa. Ensimmäiseksi vapautuu latvatuoksu (head note), joka on koostumukseltaan haihtuvin. Kasviperäiset latvatuoksut saadaan tavallisimmin sitrushedelmistä ja yrteistä. Synteettiset latvatuoksut voivat olla alifaattisia aldehydejä tai monoterpeeniestereitä. Sydäntuoksut (heart notes) ovat aikaisemmin eristetty kukista, kuten ruusuista, liljoista ja orvokeista. Nykyään sydäntuoksut ovat useimmin synteettistä alkuperää, kuten *geranioli* ja *sitronelloli*. Nämä ovat kukista eristettyjä tuoksuaineita halvempia ja helpommin saatavilla. Yksi kilogramma orvokinkukista saatavaa tuoksuöljyä vaatii noin 33 000 kg terälehtiä. Pohjatuoksut (base notes) haihtuvat iholta viimeiseksi. Pohjatuoksut ovat yleensä puuta, ambraa tai myskiä muistuttavia. Puu- ja ambratuoksut ovat seskviterpeeneitä, joiden hajusteominaisuudet ja laatu määräytyvät molekyylin stereokemiallisten ominaisuuksien mukaan. Myskin ja

ambran tuoksut ovat alunperin eläinperäisiä (myskihärkä, sivettikissa). Nykyään eläinperäisiä tuoksuaineita on korvattu synteettisillä ja puolisynteettisillä aineilla. (Fráter *et al.* 1998)

Paljonko valmiissa tuotteessa on latva-, sydän- tai pohjatuoksua, riippuu tuotteesta. Poishuuhdeltavissa tuotteissa latvatuoksun osuus on suurempi kuin iholle jätettävissä tuotteissa. Esimerkiksi voiteissa pohjatuoksun osuus voi olla 50 %. Jotta tuoksu ei haihtuisi tuotteesta liian nopeasti, voidaan käyttää kiinnitysaineita. Näitä ovat esimerkiksi dipropyleeniglykoli tai dietylyliftalaatti. Hajusteen kokonaispitoisuus vaihtelee tuotteessa riippuen käyttötarkoituksesta (taulukko 2.5.). (Loden, 2006)

Taulukko 2.5. Kosmetiikkatuotteiden hajustepitoisuudet (Loden, 2006).

Tuote	Hajusteen määrä w%
Parfum	15-20
Eau de cologne	1-5
Kiinteä saippua	1-3
Sampoo tai nestesaippua	0,5-1
Emulsiot	0,2-0,5
Aerosolit	0,3-1

2.3.3 Säilöntäaineet ja mikrobien kasvua ehkäisevät aineet

Kosmetiikkatuotteet joutuvat ympäristössä olevien mikrobien kanssa tekemisiin jo tuotteen valmistusvaiheessa, ellei tuotetta ole valmistettu steriileissä olosuhteissa. Muissa paitsi silmän alueelle käytettävissä ja pikkulasten tuotteissa saa olla $\leq 10^3$ mikrobia yhdessä grammassa tai millilitrassa tuotetta. Mikrobimäärä kasvaa tuotteen käyttöiän myötä. Pakkauksella on tärkeä merkitys tuotteen säilyvyyden kannalta. Mitä vähemmän tuote joutuu ympäristön kanssa kontaktiin (esimerkiksi pienisuinen tuubi), sitä paremmin tuote säilyy. (Loden, 2006) Myös raaka-aineilla on merkitystä tuotteen säilyvyyden kannalta. Tietty raaka-aineet, kuten vesi, öljyt ja rasvat ovat erityisen otollisia mikrobien kasvuille (Fortineau, 2004). Säilöntäaineet estävät tuotteen pilaantumista ja siitä johtuvaa konsistenssin muutosta sekä pilaantuneesta tuotteesta aiheutuvia haittavaikutuksia, kuten tulehduksia (Haahtela, 1996, 222-225).

Hyvä säilöntäaine koostuu seuraavista ominaisuuksista (Haahtela, 1996):

- 1) Tehokas erilaisiin mikrobeihin laajalla pH –alueella.
- 2) Riittävän vesiliukoinen.
- 3) Ei reagoi muiden tuotteen ainesosien kanssa.
- 4) Pysyy stabiilina valmistusprosessissa.
- 5) Kestää lämpötilan vaihteluita.
- 6) Ei muuta tuotteen rakennetta, hajua tai väriä.
- 7) Ei reagoi pakkausmateriaalin kanssa.
- 8) Ei ole myrkyllinen tai allergisoiva.
- 9) Hyvä jakaantumiskerroin eri faasien välillä.

2.3.3.1 Säilöntäaineena käytettäviä yhdisteitä

Mikrobien kasvua estäviä aineita on 498 ja säilöntäaineiksi luokiteltuja 168 (taulukko 2.2.). Säilöntäaineista 58:lla on lainsäädännöllisiä rajoituksia. Rajoitus voi koskea esimerkiksi pitoisuutta, ihoaluetta tai käyttäjän ikää. (Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, 2009) Tässä luvussa säilöntäaineet jaotellaan kemiallisten ominaisuuksiensa mukaan yhdeksään ryhmään (taulukko 2.6.). Tarkemmin säilöntäaineryhmistä tarkastellaan happoja ja estereitä (luku 2.3.4.2) sekä kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä (luku 2.3.4.3) sekä antioksidantteja ja kompleksinmuodostajia (luku 2.3.4.4).

Taulukko 2.6. Kosmetiikan säilöntäaineet (Draelos, 1995).

Säilöntäaineryhmä	Esimerkkiaineet
Orgaaniset hapot	Bentsoehappo, sorbiinihappo, sitruunahappo
Parabeenit	Metyyli-, etyyli-, propyyli- ja butyyliparabeeni
Elohopeayhdisteet	Fenyylielohopea-asetatti
Eteeriset öljyt	Eucalyptusöljy, Timjamiöljy, Sitruunaruohoöljy
Aldehydit	Formaldehydi
Alkoholit	Etyylialkoholi, Isopropyylialkoholi
Fenolit	Fenoli, Diklorofeeni, Klooritymoli
Kvaternääriset ammoniumyhdisteet	Bentsalkoniumkloridi, Setyylipyridiini-kloridi
Sekalaiset	Imidazolidinyl urea, 2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol

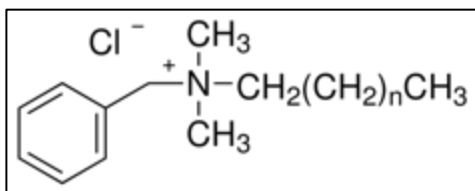
2.3.3.2 Hapot ja esterit

Heikot hapot esiintyvät vesiliuoksessa ionimuodossa (H^+ ja A^-) sekä ionisoitumattomassa muodossa (HA). Heikolla hapolla on antimikrobisia ominaisuuksia ainoastaan ionisoitumattomassa muodossa (HA). Heikkojen happojen säilöntäaineominaisuudet ovat parhaimmillaan hieman happamissa olosuhteissa. Esimerkiksi *bentsoehapon* C_6H_5COOH molekyyleistä puolet on ionimuodossa ja puolet ionisoitumattomassa muodossa, kun pH – arvo on 4,2. pH:n noustessa aktiivisen, ionisoitumattoman muodon määrä vähenee. Tämä vähentää bentsoehapon tehoa säilöntäaineena. (Haahtela, 1996, 222-225)

Bentsoehappoa heikompia happoja ovat *parabeenit*. Parabeenit ovat para-hydroksibentsoehapon ja alkoholin muodostamia estereitä ($HO-C_6H_4-COOR$). Heikompien happo-ominaisuuksiensa vuoksi parabeeneja voidaan käyttää emäksisemmissä olosuhteissa aina pH –arvoon 8 asti. Parabeeneja käytetään usein tuotteissa seoksina, joissa vesiliukoinen metyyliparabeeni ($R=CH_3$) suojaa vesifaasia ja pitkäketjuisempi sekä rasvaliukoisempi propyyliparabeeni ($R=C_3H_7$) rasvafaasia. Tehokkaimpia parabeenit ovat hiivoja, sieniä ja gram-positiivisia bakteereita vastaan. (Haahtela, 1996)

2.3.3.3 Kvaternääriset ammoniumyhdisteet

Kvaternäärisillä ammoniumyhdisteillä on neljä kovalenttisesti sitoutunutta hiiliryhmää ja pysyvä, positiivinen varaus (kuva 2.7.). Yhdisteen kationinen pää on hydrofiilinen. Hydrofobisen pään muodostaa 8-18 hiilen pituinen ketju. Parhaiten kvaternääriset ammoniumyhdisteet toimivat neutraalissa tai hieman emäksisessä pH:ssa gram-positiivisia bakteereita vastaan. Teho häviää, kun pH on alle 3,5. Kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä ovat muun muassa *bentsalkoniumkloridi* ja *setyyliipyridiini*kloridi. Säilöntäaineominaisuutensa lisäksi kvaternäärisillä ammoniumyhdisteillä on myös pintajännitystä vähentäviä ominaisuuksia ja ne voivat toimia tensideinä (luku 2.3.4). (Haahtela, 1996)



Kuva 2.7. Bentsalkoniumkloridi ($n = C_8H_{17} - C_{18}H_{37}$)

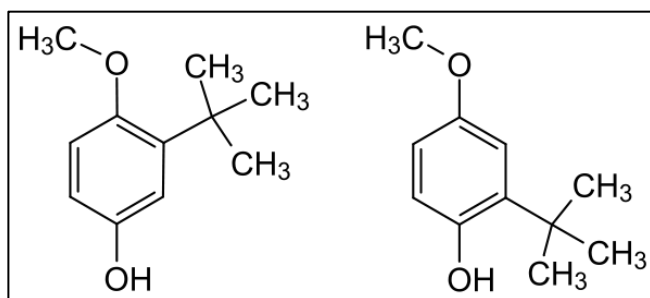
2.3.3.4 Antioksidantit ja kompleksinmuodostajat

Luonnosta peräisin olevat rasvat ja öljyt hapettuvat herkästi joutuessaan ilman hapen kanssa tekemisiin (auto-oksidatio). Hapettumista voidaan ehkäistä antioksidanteilla. Taulukossa 2.7. on esitelty kosmetiikassa käytettäviä yleisimpiä antioksidantteja.

Taulukko 2.7. Yleisiä antioksidantteja kosmetiikassa (Loden, 2006).

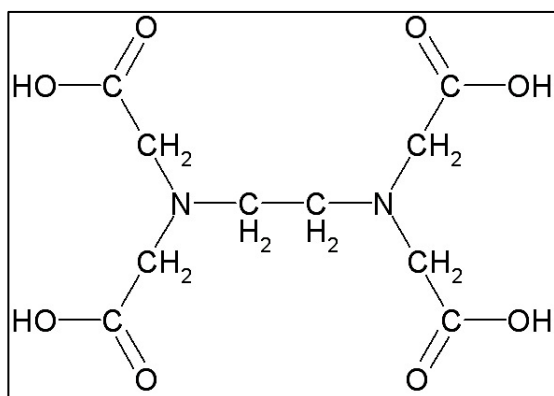
Nimi ainesosaluettelossa (INCI)	Nimi suomeksi
Ascorbic acid	C-vitamiini, askorbiinihappo
BHA	Butyloitu hydroksianisoli
BHT	Butyloitu hydroksitolueeni
Tocopherol	E-vitamiini, tokoferoli
Ubiquinone	Ubikinoni, koentsyymi Q10

Voiteissa voidaan käyttää kahta erilaista antioksidanttia voimistamaan toistensa vaikutusta. Tehokkaan antioksidantin tulee sopia yhteen muiden, tuotteessa olevien ainesosien kanssa ja liueta niihin hyvin. Yksi yleisimmistä, kosmetiikassa käytetyistä antioksidanteista on butyylihydroksianisoli (BHA), kuvassa 2.8. (Loden, 2006) Antioksidantit riittävät harvoin ainoaksi säilöntäaineeksi, mikäli tuotteessa on paljon muita, helposti pilaantuvia ainesosia, kuten vesi (Juslin *et al.*, 1995, 270).



Kuva 2.8. Butyloitu hydroksianisoli (BHA) estää luonnon rasvoja ja öljyjä hapettumasta toimien antioksidanttina.

Tuotteissa voi olla metalli-ioneja, kuten rautaa, nikkeliä ja kuparia jotka saattavat katalysoida hapetusreaktioita ja edesauttaa tuotteen pilaantumista. Kalsium- ja magnesiumionit puolestaan voivat heikentää muiden aineiden, kuten tensidien tehoa. Kompleksinmuodostajien avulla voidaan estää hapettumista ja siitä johtuvaa tuotteen pilaantumista. Tavallisin kompleksinmuodostaja on etyleenidiamiinitetraetikkahappo (EDTA) ja siitä johdetut suolat (kuva 2.9.). (Loden, 2006)



Kuva 2.9. EDTA –molekyylsi sitoo hapettumista katalysoivia metalleja, kuten rautaa ja kuparia muodostamalla komplekseja.

2.3.4 Tensidit

Tensidien tarkoitus on irrottaa likaa ja rasvaa eli puhdistaa. Puhdistustuotteiden tensidipitoisuus on noin 7-15 %. Puhdistusominaisuudet johtuvat tensidimolekyylin rakenteesta, jossa molekyylin toinen osa on rasva- ja toinen vesiliukoinen. Kun kullekin tensidimolekyylille ominainen, kriittisen misellikonsentraation lukuarvo ylittyy (luku 2.3.1.1), tensidimolekyylin hydrofiiliset osat orientoituvat ulkoiseen vesifaasiin ja

hydrofobiset osat rasvafaasiin muodostaen misellejä (kuva 2.1.). Valmiit misellit ovat pieniä, kapseloituneita rasvapartikkeleita, jotka siirtyvät esimerkiksi pesuveden mukana viemäriin. (Loden, 2006)

Tensideillä on myös vaahdonmuodostusominaisuuksia. Vaahtoutumisen seurauksena molekyyliden hydrofiiliset päät orientoituvat vesifaasiin ja hydrofobiset päät kaasufaasiin. Kestävin vaahdotus syntyy, jos tensidi muodostaa kalvon faasien rajapinnalle, eikä kaasukuplien ympärillä olevaan nesteeseen vaikuta liian suurilla, kaasukuplia hajottavilla hydrostaattisilla voimilla. Useimpien tensidien paras vaahdotusteho on lähellä kriittisen misellikonsentraation arvoa. (Loden, 2006)

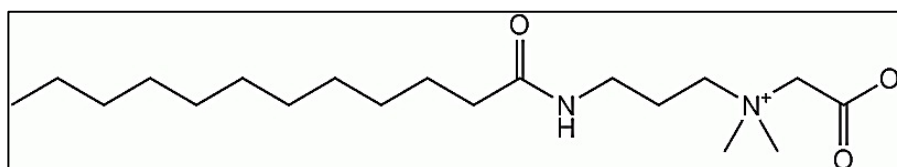
Tensidit jaotellaan neljään ryhmään: anionisiin, kationisiin, ionittomiin ja amfoteerisiin tensideihin. Muun muassa hyvien vaahdonmuodostusominaisuuksiensa vuoksi anioniset tensidit ovat eniten käytettyjä. Anionisten tensidimolekyylin vesiliukoinen pää on negatiivisesti varautunut. Negatiivisesti varautunut rasvahappomolekyyli korkeassa pH:ssa on klassisin esimerkki anionisesta tensidistä (saippua). Natriumhydroksidin avulla valmistettujen saippuoiden emäksisyys voidaan neutralisoida magnesium- tai kalsiumsuolojen avulla. Tuloksena on veteen liukenematon saippua, jota käytetään myös emulgaattorina v/o –voiteissa sekä pulverimaisissa tuotteissa. (Loden 2006)

Myös matalassa pH:ssa toimivia tensidejä ovat esimerkiksi lauryyli- tai laurylieetterisulfaatti. Niiden kanssa käytetään ammonium- tai natriumioneja magnesiumin ja kalsiumin sijaan. Natriumlauryylisulfaattia käytetään paitsi tensidinä, myös kokeellisessa dermatologiassa simuloimaan ihoärsytystä. Taulukossa 2.8. on esitetty anionisia tensidejä ja niiden ominaisuuksia.

Taulukko 2.8. Anionisia tensidejä ja niiden ominaisuuksia (Loden, 2006).

Ryhmä	Muut ryhmät	Ominaisuuksia
Karboksyylihapot ja niiden suolat	Alkaanihapot	Kiinteissä saippuoissa, rasvahapot kasviöljyistä, hyvä vaahtoavuus
	Esterikarboksyylihapot	Kiinteissä saippuoissa, käytetään myös emulgaattoreina
	Eetterikarboksyylihapot	Käytetään myös emulgaattoreina
Rikkihapon esterit	Alkyylietterisulfaatit	Hyvä vaahtoavuus, ei niin ärsyttävä kuin alkyyლისulfaatti
	Alkyyლისulfaatit	Hyvä vaahtoavuus. Voi ärsyttää ihoa. Käytetyimpiä tensidejä
Asyyliaminohapot ja niiden suolat	Asyyli-glutamaatit	Heikko vaahtoavuus. Mietoja
	Asyyli-peptidit	Käytetään eniten sampoissa
	Sarkosinaatit	Hyvä vaahtoavuus. Mietoja
Fosforihapon esterit ja niiden suolat		Huonoja vaahtoamaan. Eniten emulgaattoreina
	Asyyli-isetionaatit	Käytetään kiinteissä saippuoissa
	Alkyyliaryylisulfonaatit	Tehokkaita laajalla pH -alueella
	Alkyyლისulfonaatit	Hyvä vaahtoavuus
	Sulfosukkinaatit	Mietoja

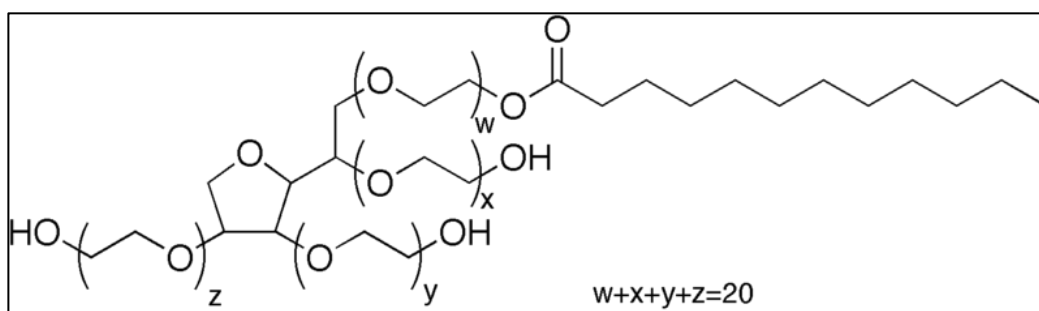
Kationiset tensidit tarttuvat positiivisen varauksensa ansiosta hyvin hiuksiin tai ihoon, joilla on negatiivinen varaus. Kationiset tensidit ovat usein ammoniumsuoloja (kvaternääriset ammoniumyhdisteet), jotka pysyvät stabiilina matalissakin pH -arvoissa. Alkyylibetaiinit ovat hieman perinteisiä ammoniumsuoloja miedompia tensidejä. Ne voivat toimia kahtaisioneina: $R-N^+(CH_3)_2-CH_2-COO^-$. Esimerkiksi kokamidopropylibetaiini on yleinen, kosmetiikassa ja kodin nestemäisissä pesutuotteissa käytetty tensidi (kuva 2.10.). (Loden, 2006)



Kuva 2.10. Kokamidopropylibetaiini on yleinen tensidi ja se voi toimia kahtaisionina.

Ionittomissa tensidimolekyyleissä on pooliton lipidiosa, johon on kiinnittyneinä polaarisia, varauksettomia ryhmiä, kuten hydroksyyli- tai etyleenioksidiryhmiä. Useita käytetään myös emulgaattoreina. Hyvistä puhdistusominaisuuksistaan huolimatta, ionittomat tensidit

vaahtoavat huonosti. Siksi niitä käytetäänkin usein muiden tensidien lisänä ja miedoissa, mahdollisimman vähän ihoa ärsyttävissä puhdistustuotteissa. Esimerkiksi lasten tuotteissakin käytetty polysorbaatti 20 on lauriinihapon ja sorbitolin esteri, jossa on 20 etyleenioksidiryhmää (kuva 2.11.). (Loden, 2006) Muita mietoja tensidejä ovat yhä suosittummat sokeritensidit, kuten alkyylipolyglykosidit, esimerkkinä lauryyliglykosidi. Sokeritensidien ongelmana on huono haponsietokyky. (Foley, Phimphachanh, Beach, Zimmerman & Anastas, 2011, 295-296)



Kuva 2.11. Polysorbaatti 20 on mieto, ioniton tensidi.

Amfoteeriset tensidit voivat olla positiivisesti tai negatiivisesti varautuneita ympäristön pH:sta riippuen. Matalassa pH:ssa amfoteerinen tensidi on positiivisesti varautunut, korkeassa negatiivisesti. Amfoteerisia tensidejä käytetään usein anionisten tensidien kanssa pienentämään niiden mahdollista ihoärsytystä. Kokoamfodiasetaatti on yleinen, amfoteerinen tensidi. (Loden 2006)

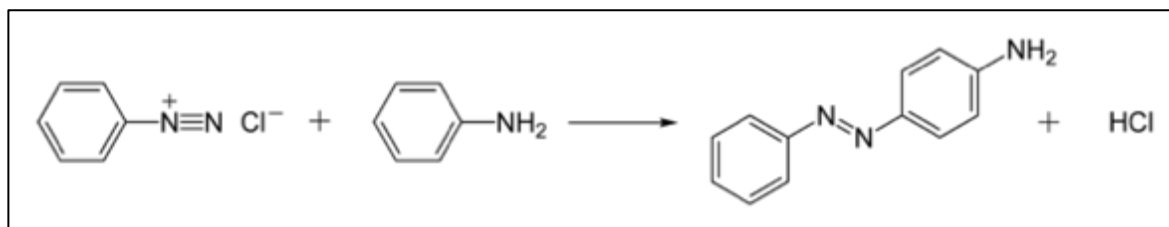
2.3.6 Väriaineet

Väreillä on suuri merkitys kosmetiikkateollisuudessa. Useat tuotteet hygieniatuotteista meikkituotteisiin sisältävät värejä. Kosmetiikassa käytettäviä, sallittuja väriaineita on 153 kappaletta. Värit merkitään ainesosa- eli INCI –luetteloon viisinumeroisella CI –koodilla (Colour Index). Ainesosaluettelossa voi olla merkintä "saattaa sisältää" (may contain), mikäli sarjassa on useita samoja, erivärisiä tuotteita. (Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, 2009; Cosing, 2014). Useat kosmetiikan väriaineet ovat käytössä elintarvikkeissa. Vastaavat väriaineet merkitään elintarvikkeisiin E –koodein (Loden, 2006).

Värit voidaan jaotella neljään ryhmään käyttöalueidensa perusteella Euroopan parlamentin ja Euroopan unionin neuvoston (2009) mukaan:

- 1) Sallittu kaikissa tuotteissa.
- 2) Ei sallittu tuotteissa, jotka voivat joutua tekemisiin silmien kanssa.
- 3) Ei sallittu tuotteissa, jotka voivat joutua tekemisiin limakalvojen kanssa.
- 4) Sallittu tuotteissa, jotka ovat ihokosketuksessa vain lyhyen ajan (rinse off -tuotteet).

Kosmetiikan värit jaotellaan orgaanisiin, epäorgaanisiin ja kasviväreihin (Loden, 2006). Orgaaniset värit voivat olla vesi- tai rasvaliukoisia tai täysin liukenemattomia. Substraattipigmentit ovat alun perin vesiliukoisia, orgaanisia väriaineita, joista on tehty veteen liukenemattomia metallisuolojen avulla (ns. Lake –värit). Suurin osa orgaanisista väriaineista valmistetaan synteettisesti. Suurin synteettisesti valmistettujen orgaanisten värien ryhmä on atsovärien ryhmä. Vain osaa atsoväreistä käytetään kosmetiikassa. (Dushkina & Lakhtakia, 2013, 295-296) Esimerkiksi para-aminoatsobentseenin eli aniliininkeltaisen (kuva 2.12.) käyttö on kielletty sen karsinogeenisyyden vuoksi (Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, 2009).



Kuva 2.12. Aniliinikeltaista valmistetaan bentseenidiatsoniumkloridista ja anilliinista.

Lähes kaikki, kosmetiikassa käytetyt väriaineet ovat veteen ja öljyyn liukenemattomia, epäorgaanisia pigmenttejä. Kun mikroskooppisen pienet väriainepartikkelit dispergoidaan kantajaliuokseensa, saadaan vaikutelma liuenneesta väriaineesta (Dushkina & Lakhtakia, 2013, 295-296). Luonnonväriaineita ovat esimerkiksi sokerin poltosta syntynyt karamelli (Caramel), kuvan 2.13. hyönteisestä saatava karmiini (CI 75470), punajuuri (Beetroot red), porkkanaöljy (*Daucus carota sativa* seed oil), henna (*Lawsonia inermis*) sekä hedelmä- ja marjamehut. (Cosing, 2014)



Kuva 2.13. Punaista karmiinia saadaan *Opuntia*-kaktuksella elävästä *Dactylopius coccus* –kivasta.

Valmiissa tuotteissa nähtävät värit ja kiilteet ovat erilaisten aineiden seoksia. Ruskea väri saadaan punaista, kultaa ja sinistä sekoittamalla (Loden, 2006). Värit voivat olla mattamaisia tai kiiltäviä. Kiiltäviä värejä saadaan, kun väripigmentit päällystetään titaanidioksidilla (CI 77891). Myös kiillettä (Mica) tai silakoiden suomuista saatavaa guaniinia (CI 75170) voidaan käyttää väriseoksissa. Vismuttioksidikloridi (CI 77163) saa aikaan huurremaisesta pinnan, jota käytetään huulipunissa. Värit vaihtelevat himmeästi kuultavista voimakkaasti kimalteleviin. Mitä suurempi partikkelikoko, sen voimakkaammin pinta kimaltelee. Partikkelikoko vaihtelee yleensä 15-150 µm:n välillä. Suurimmat partikkelit aggregoituvat helposti toisiinsa, joten huolellinen dispergointi tuotteeseen on tärkeää valmistusvaiheessa. Valmiissa tuotteessa, kuten luomiväriä, varsinaista väriainetta on tavallisesti alle 10 %. (Dushkina & Lakhtakia, 2013)

Taulukossa 2.9. on esitetty kosmetiikassa yleisesti käytettyjä väri- ja täyteaineita.

Taulukko 2.9. Yleisiä kosmetiikan väri- ja täyteaineita

(Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, 2009; Loden, 2006; Draelos, 1995).

Epäorgaaniset pigmentit	Ominaisuuksia
Titaanidioksidi CI 77891	- yleisin väriaine (valkoinen) - läpikuultava, matta tai kiiltävä partikkelikoosta riippuen - myös fysikaalinen UV -suoja
Vismuttioksidikloridi CI 77163	- ensimmäinen synteettisesti muokattu väriaine (hopean sävy) - partikkelikoko määrittelee kiiltoasteen - mm. kynsilakat, silmämeikit - myös täyteaineena
Raudan oksidit CI 77491 (punainen) CI 77492 (kulta) CI 77493 (musta)	- yleisimpiä värejä - kaikenlaisissa tuotteissa, usein seoksina
Sinkkioksidi CI 77497	- läpikuultava, kiiltävä - myös antibakteerinen - myös fysikaalinen UV -suoja
Karmiini CI 75470	- voimakkaan punainen - kaktuksella elävästä hyönteisestä saatu väriaine
Talkki	- hydrolysoitu magnesiumsilikaatti - sisältää myös muita mineraaleja - partikkelikoko alle 75 µm - usein täyteaineena - sellaisenaan käytössä rajoituksia
Kiille (Mica)	- puuterimaisissa tuotteissa täytteenä - väri vaihtelee

Väriainepitoisuus riippuu tuotteen halutusta ominaisuudesta, kuten peittävydestä, läpikuultavuudesta ja kiillosta. Väriainepitoisuus on vesiliukoisilla pigmenteillä noin 0,01%-0,05% ja veteen liukenemattomilla pigmenteillä noin 0,1%-0,5%. Mikäli tuotteessa on kaksi faasia, värjätään ulompi faasi (o/v –emulsiossa vesi ja v/o –emulsiossa öljy). Värit voivat sitoutua tuotteeseen kemiallisin sidoksin, adsorboitumalla tai kapseloitumalla. (Loden, 2006)

3. KOSMETIIKKA KEMIAN OPETUKSESSA

Tämän luvun tarkoituksena on tarkastella kosmetiikan kemian sisällyttämistä peruskoulun ja lukion kemian opetukseen. Luvussa 3.1 tarkastellaan peruskoulun opetussuunnitelmaa ja luvussa 3.2 lukion opetussuunnitelmaa. Luvussa 3.3 esitetään yhteenveto kosmetiikan kemian sisällyttämisestä peruskoulun ja lukion kemian opetussuunnitelmien mukaisiin keskeisiin aiheisiin (taulukko 3.3).

3.1 Peruskoulun opetussuunnitelma ja kosmetiikan kemia

Peruskoulun 5-6 –luokkalaisen kemian opetus keskittyy peruskäsitteisiin ja pyrkii innostamaan tulevaan luonnontieteiden opiskeluun. Oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset toimivat opetuksen perustana. (Opetushallitus, 2004) Oppilaan tietoa kemiasta laajennetaan seuraavilla vuosiluokilla 7-9. Opetussuunnitelman mukaisena tavoitteena on soveltaa tietoa jokapäiväiseen elämään ja toimia kuluttajana vastuullisia valintoja tehden. Keskeiset aihekokonaisuudet vuosiluokilla 7-9 ovat raaka-aineet ja tuotteet sekä elollinen luonto ja yhteiskunta. Kokonaisuudessa elollinen luonto ja yhteiskunta mainitaan kosmeettiset aineet viimeisenä kohtana yhdessä pesuaineiden ja tekstiilien kanssa. (Opetushallitus, 2004) Kosmetiikan kemian sisällyttämistä opetussuunnitelman mukaisiin aiheisiin esitellään taulukossa 3.3.

3.2 Lukion opetussuunnitelma ja kosmetiikan kemia

Perusopetuksen opetus- ja kasvatustehtävää jatketaan lukiossa tavoitteena olennaisen tiedon oppiminen. Lukion opetussuunnitelmassa painotetaan itsenäistä tiedonhankintaa, asioiden pohdintaa eri näkökulmista, valintoja ja niiden seurauksia sekä omaa roolia tulevaisuudessa. Pakollisia kursseja on yksi, jonka teemana on ihminen ja elinympäristö. Valinnaisia kursseja on 4 kappaletta. Kurssien aiheet ovat: kemian mikromaailma, reaktiot ja energia, metallit ja materiaalit sekä reaktiot ja tasapaino. Valinnaisten kurssien lisäksi voi olla myös muita kursseja esimerkiksi ylioppilaskirjoituksiin kertaamista varten. (Opetushallitus, 2003) Lukion opetussuunnitelmassa ei ole mainittu kosmetiikan kemiaa.

3.3 Kosmetiikan kemian sisällyttäminen peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmiin

Kosmetiikkatuotteet mainitaan peruskoulun 7-9 –luokan opetussuunnitelmassa yhdessä kohdassa elollinen luonto ja yhteiskunta (luku 3.1). Lukion opetussuunnitelmassa kosmetiikan kemiaa ei mainita lainkaan (luku 3.2). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen mukaan kosmetiikaksi määritellään kaikki iholle ja limakalvoille laitettavat tuotteet (luku 2.1), joita kuluttajat käyttävät jokapäiväisessä elämässä. Sekä peruskoulun että lukion opetussuunnitelmien mukaan yhtenä tavoitteena on kemiallisen tiedon sisällyttäminen ja soveltaminen jokapäiväiseen elämään (Opetushallitus 2003, 2004).

Taulukossa 3.3. esitetään eri luokka-asteille tai kursseille tarkoitetut kemian opetussuunnitelmien (OPS) keskeiset sisällöt. Kosmetiikkaan liittyvää kemiaa – sarakkeessa on esimerkkejä kemiallisen tiedon soveltamisesta opetussuunnitelmaan.

Taulukko 3.3. Kosmetiikan kemian sisällyttäminen peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmiin (Opetushallitus 2003, 2004).

Luokka tai kurssi	OPS:n mukainen sisältö	Kosmetiikkaan liittyvää kemiaa
5-6 luokat <i>Aineet ympärillämme</i>	Aineiden ja tuotteiden alkuperä, kierrätys ja turvallinen käyttö	- Kosmetiikkapakkausten tarkastelu ja havainnointi - Kosmetiikkatuotteiden elinkaari ja turvallinen käyttö
7-9 luokka <i>Raaka-aineet ja tuotteet</i>	Maankuoresta saatavat alkuaineet ja yhdisteet sekä niiden ominaisuudet, valmistus, käyttö, riittävyys ja kierrätettävyys.	- Aineen ominaisuudet (esim. liukoisuus, pH) - Seokset - Kosmetiikan (metallit) väripigmentit, valmistus ja käyttö
7-9 luokka <i>Elollinen luonto ja yhteiskunta</i>	Orgaaniset yhdisteet ja niiden reaktiotuotteet, hiilivedyt, hiilihydraatit, rasvat, teolliset raaka-aineet, pesuaineet, kosmetiikkatuotteet	- Hiilen kemia - Kosmetiikan hiilivedyt, alkoholit, karboksyylihapot, esterit, rasvat, hiilihydraatit, valkuaisaineet - Kosmetiikkatuotteen elinkaari ja vaikutukset ympäristöön

Taulukko 3.3. jatkuu

Lukio 1. kurssi <i>Ihminen ja elinympäristö</i>	Kuva kemiasta, orgaanisten yhdisteiden rakenne ja merkitys, seokset, liuokset, käsitteet, kokeellinen työskentely, kriittinen tiedonhankinta	- Kemia tieteenä ja ammattina - Kosmetiikan kemia osana arkea - Orgaaniset yhdisteet - kosmetiikassa: hiilivedyt, alkoholit, typpiyhdisteet, rasvat - Kemialliset reaktiot kuten hapettuminen ja pelkistuminen - Puhtaat aineet ja seokset - kosmetiikassa, liukoisuus - Ainemäärä ja konsentraatio
Lukio 2. kurssi <i>Kemian mikromaailma</i>	Orgaanisten yhdisteiden rakenteet, ominaisuudet ja niiden ymmärtäminen, kaavat	- Kosmetiikassa käytettävien orgaanisten yhdisteiden rakenne, molekyylin avaruudellinen muoto, funktionaaliset ryhmät, rakenne- ja molekyylikaavat
Lukio 3. kurssi <i>Reaktiot ja energia</i>	Epäorgaaniset ja orgaaniset reaktiot	- Kemialliset reaktiot teollisuudessa - Stoikiometriset laskut
Lukio 4. kurssi <i>Metallit ja materiaalit</i>	Raaka-aineiden merkitys teollisuudessa, hapettavat ja pelkistävät aineet, metallit, epämetallit, bio- ja synteettiset polymeerit ja komposiitit	- Kosmetiikan raaka-aineet teollisuudessa - Hapettavat ja pelkistävät aineet - Erilaiset kosmetiikan kulutustavarat/pakkausmateriaalit, niiden koostumus sekä vaikutus ympäristöön
Lukio 5. kurssi <i>Reaktiot ja tasapaino</i>	Happo-emästasapaino, puskuriliuokset ja niiden merkitys	- Heikot ja vahvat protolyytit - kosmetiikassa, puskuriliuokset

4. KONTEKSTUAALISUUS KEMIAN OPETUKSESSA

Tässä luvussa tarkastellaan oppilaiden kiinnostukseen vaikuttavia tekijöitä kemian oppimisessa (luku 4.1) sekä kontekstuaalista oppimista (luku 4.2), joka on tämän tutkimuksen teoreettinen viitekehys. Luvussa 4.3 kerrotaan tieteen, teknologian, yhteiskunnan ja ympäristön merkityksestä kemian opetuksessa sekä tieteellisestä lukutaidosta. Luvut 4.4 ja 4.5 käsittelevät opettajan roolia opetuksessa ja opetusta tukevia menetelmiä.

4.1 Kiinnostus ja motivaatio kemian oppimisessa

Kiinnostus tiedeaineita kohtaan on vähentynyt. Lisäksi tiedeaineita valitsevien oppilaiden määrä vähenee jatkuvasti. Syyksi epäillään teoreettiseen tietoon keskittyvää opetusta, joka ei kohtaa oppilaan arkielämää (Torres Gil, 2011; Aikenhead, 2006, 25; Marks & Eilks, 2008, 231) sekä opetuksen tiedekeskeistä ja akateemista imagoa (Torres Gil, 2011).

Ihminen hahmottaa arkielämän asiat tasolla, jonka voi tuntea ja nähdä. Tätä tasoa kutsutaan makrotasoksi. Oppimisen tasoja on kuitenkin erilaisia. Jotta kemiaa voisi ymmärtää ja oppia, tulisi kaikki oppimisen tasot huomioida. Makrotason lisäksi oppimiseen tarvitaan mikrotasoa ja symbolista eli esittävää tasoa. Kemia koetaan vaikeaksi, koska arkielämässä käytössä olevaa makrotasoa ei osata yhdistää mikro- ja symboliselle tasolle. (Overton *et al.* 2009, s. 43-48) Makrotason esimerkki tämän tutkimuksen aihepiirin mukaisesti voisi olla arjesta tuttu hammastahna. Mikrotasolla hammastahna koostuu erilaisista raaka-aineista, kuten natriumlauryylisulfaattista, joka aiheuttaa tuotteen pesevät ja vaahtoavat ominaisuudet. Symbolisella tasolla voidaan tarkastella natriumlauryylisulfaatin rakennekaavaa.

Yhä harvempi oppilas pitää tiedeaineita hyödyllisinä tai tärkeinä tulevaisuuden kannalta. Tämä saattaa olla uhka niille tulevaisuuden toimialoille, jotka tarvitsisivat luonnontieteellisen koulutuksen saaneita henkilöitä. (Aikenhead, 2006, 25) Kun tiedeaineita opetetaan, pitäisi paitsi liittää opetettava tieto oppilaan arkielämään, myös kertoa ammateista, jotka liittyvät opetettavaan aiheeseen sekä auttaa oppilaita ammatinvalinnassa tuomalla esille heitä kiinnostavia aiheita (Yörük, Morgil & Seçken,

2009 68-74).

Arkielämän kontekstit oppimisessa lisäävät motivaatiota ja innostusta sekä viihtyvyyttä oppitunnilla (King & Ritchie, 2012, 72). Lukuisat, teini-ikäisillä tehdyt tutkimukset osoittavat, että kontekstit motivoivat ja muodostavat positiivista asennetta tiedettä kohtaan. (Overton *et al.* 2009, s. 43-48)

4.2 Kontekstuaalinen oppiminen

Kontekstuaalinen oppiminen voi terminä johtaa harhaan, koska kaikilla asiolla on jonkinlainen konteksti eli asiayhteys (Overton *et al.* 2009, s. 43-48). Kontekstuaaliseen oppimiskäsityksen pääajatus on löytää opiskelusta sellaisia ilmiöitä, joita voidaan hyödyntää jokapäiväisessä elämässä. Oppiminen on sosiaalinen ilmiö, jossa uuden oppiminen edellyttää asioiden välisten yhteyksien ymmärtämistä. Oppilaan aiemmat tiedot asiasta ovat siis merkityksellisiä. (Jeronen, 2005, 52-53)

Kontekstuaalinen oppiminen on ihmiselle luontaista. Tarve yhdistää aiemmin opittua tietoa uuteen ja etsiä asioille merkityksiä johtuu aivojen rakenteesta. Kontekstuaalista oppimista esiintyy kaikkialla luonnossa. Mikäli aivot eivät löydä uudesta asiasta aikaisempaa tietoa, ne yrittävät etsiä aiemmista tiedoista jotain samankaltaista. Esimerkiksi henkilö, joka ei ole aikaisemmin lumilautaillut, mutta on harrastanut rullalautailua, oppii uuden taidon paremmin kuin henkilö, joka ei ole koskaan harrastanut kumpaakaan. Johnsonin (2002) mukaan kontekstuaalinen oppiminen ja ajattelu sisältää 8 osaa:

- merkityksellisten yhteyksien luominen,
- itseohjautuva oppiminen,
- merkityksellisten asioiden tekeminen,
- yhteistyö,
- kriittinen ja luova ajattelu,
- yksilöllisyys,
- tavoitteellisuus ja
- autenttisuus. (Johnson, 2002, 1-12)

Kun oppilas aloittaa tiedeaineiden opiskelun, hänellä on jo tietoa syvälle juurtuneita ennakkokäsityksiä luonnontieteellisistä asioista. (Duit & Treagust, 2003, 671-688).

Kontekstuaalisessa oppimisessa ja opetuksessa yhdistyvät oppilaan aikaisempi elämäkokemus, nykyiset tiedot ja taidot sekä tulevaisuus (Torres Gil, 2011).

4.3 STSE ja tieteellinen lukutaito

Kontekstuaalinen opetus ei tarkoita perinteistä, opettajakeskeistä ja "keittokirjamaista" opetustapaa. Kontekstuaalisessa tiedeopetuksessa yhdistyvät erilaiset strategiat ja välineet, jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään. (Glynn & Winter, 2004, 51-63) Tiedettä voidaan tarkastella erilaisissa konteksteissa riippuen siitä, kuka tarkastelua suorittaa. Tiede voi olla vuorovaikutuksessa teknologiaan, yhteiskuntaan tai ympäristöön tai nämä voivat olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Tätä tieteen, teknologian, yhteiskunnan ja ympäristön vuorovaikutusta määrittelevää opetuksen mallia kutsutaan STSE -opetuksiksi (STSE eli Science Technology, Society and Environment). (Gilbert, 2006)

STSE -opetus on opetussuunnitelman perustana monessa maassa (Hodson, 2003, 645-670). Siihen liittyy "tiedettä kaikille" -ajattelu (Aikenhead, 2006, 21). STSE -opetuksen päätavoitteena on tehdä oppilaista tulevaisuuden kansalaisia, joilla on sellainen luonnontieteellisten aineiden koulutus, että he voivat toimia vastuullisina kansalaisina ja aktiivisina päätöksentekijöinä. Tätä sanotaan tieteelliseksi lukutaidoksi (scientific literacy). (Marks & Eilks, 2008, 231-145)

Joidenkin mielestä tieteellinen lukutaito tarkoittaa tavallisen kansalaisen kykyä lukea sellaista tekstiä, jossa on tieteellisiä ja teknologisia asioita ainakin sellaisella tasolla, että ymmärtää, mistä tekstissä on kyse. Perinteisen käsityksen mukaan tieteellinen lukutaito tarkoittaa valmiuksia toimia tieteellisillä aloilla. STSE -mallin mukainen opetus on laajentanut tieteen käsitystä ja nykyään ymmärretään, että tieteeseen liittyy myös kulttuurillisia, yhteiskunnallisia, eettisiä poliittisia, ekonomisia, ja ekologisia merkityksiä. (Hodson, 2003, 645-670)

Tämän tutkimuksen aihepiirin mukaisesti STSE - mallin mukainen oppiminen ja tieteellinen lukutaito voisivat tarkoittaa esimerkiksi seuraavanlaista, keksittyä tapausta: Kuluttaja on nähnyt mainoksia sampoosta, joka lupaa tehdä hiuksista vahvemmat. Lisäksi mainoksessa luvataan, että sampoo on 100 % ympäristöystävällinen. Hän on kuitenkin koulussa kemian tunnilla oppinut, että sampoon pääasialliset raaka-aineet ovat vesi, jota

tarvitaan liuottimena sekä tensidit, jotka hoitavat pesutapahtuman sekä tuotteen rakenteeseen vaikuttavat aineet. Lisäksi kuluttaja on oppinut asioita kestävästä kehityksestä ja tuotteen elinkaaresta. Kuluttaja miettii, mitkä tahot ovat vaikuttaneet sampoon valmistukseen, markkinointiin ja myyntiin ja tekee aiempien tietojensa perusteella johtopäätöksiä ja valintoja, jotka voivat olla myönteisiä tai kriittisiä. Kuluttaja, joka ei ole saanut kontekstuaalista opetusta, joka tähtää tieteellisen lukutaidon kehittymiseen ja STSE –asioiden huomioimiseen, tekee ostopäätöksen erilaisin perustein. Toisin perustein tehdyt valinnat eivät ole välttämättä "vääriä" tai "huonompia", mutta saattavat johtaa esimerkiksi pettymyksiin ja tunteeseen huijatuksi tulemisesta (hiukset eivät vahvistuneetkaan).

4.4 Opettajan rooli kontekstuaalisessa opetuksessa ja STSE -aiheissa

STSE –opetusta on kritisoitu mm. siitä, ettei opettajilla ole aikaa ottaa sitä mukaan opetukseen (Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey & Jivraj, 2008, 941-960; Torres Gil, 2011). Lisäksi opettajat eivät koe tietävänsä tarpeeksi teknologisista, yhteiskunnallisista tai ympäristöasioista, jotta voisivat mielestään opettaa sitä. STSE –aiheista opetusta voidaan sisällyttää tavalliseen perinteiseen opetukseen ilman, että kumpikaan sulkee toisiaan pois. Tämä onnistuu, kun aiheet linkitetään oppilaan jokapäiväiseen elämään. (Pedretti *et al.* 2008, 941-960)

Kontekstuaalisen opetuksen haasteita kemian opetuksessa ovat Gilbertin (2006) mukaan:

- Opetussuunnitelmassa on liikaa sisältöä.
- Tieto on irrallista.
- Opittua tietoa ei osata siirtää arkielämään.
- Kemiaa ei valita oppiaineeksi, koska siitä ei katsota olevan hyötyä tulevaisuudessa.
- Kemian perinteinen opetusmalli ei tue tieteellisen lukutaidon kehittämistä, vaan tähtää kumulatiiviseen oppimiseen (Gilbert, 2006, 957-976).

Sisällön ylikuormittumista voidaan välttää valitsemalla käsiteltävät kontekstit huolellisesti esimerkiksi oppilaiden kiinnostuksen perusteella (Gilbert, Bulte & Pilot, 2011, 817-837). (Pedretti *et al.* 2008, 941-960)

Opettajan identiteetillä on suuri merkitys, siihen miten hän omaksuu STSE –opetuksen sisältöä (Yore & Treagust, 2006, 291-314). STSE – aiheisiin siirtyminen voi aiheuttaa opettajassa ristiriitaisia tunteita, mikäli aiheet ovat ristiriidassa opettajan identiteetin ja arvojen kanssa. Lisäksi opettaja voi kokea STSE –aiheet itselleen vieraiksi, mikäli hän on tottunut itselleen turvalliseen, perinteiseen, sisältölähtöiseen ja ulkoaopetteluun keskittyvään opetukseen, jossa esimerkiksi laboratoriotyöt tehdään perinteisesti reseptien mukaisesti. Lisäksi koulun perinteinen opetushenki voi olla esteenä STSE –opetusmallin omaksumiselle. (Steele, Brew & Beatty, 2012 118-133).

4.5 Kontekstuaalista oppimista tukeva opetus

Tieteellinen tieto on harvoin muutettavissa suoraan arkielämän kontekstiin (Aikenhead, 2006, 29). Oppilaalle tulee tarjota asioita, joista hänellä on ennakkotietoa ja jotka ovat hänelle merkityksellisiä. Kun oppilas saa merkityksen tiedolle, hän osaa hallita sitä paremmin. Merkityksen löytämistä voidaan tukea muun muassa seuraavilla asioilla:

- omaan elämään liittyvien asioiden huomioonottaminen,
- valintojen tekeminen,
- vastuun ottaminen,
- ongelmanratkaisutehtävät,
- tehtävien ja projektien omatoiminen suunnittelu ja toteutus,
- tiedon etsiminen,
- tiedon kyseenalaistaminen ja
- kriittisyys (Jeronen, E, 2005, 168-169).

Opettajia voidaan tukea STSE –opetukseen muun muassa koulutuksen ja erilaisten tukipalvelujen avulla sekä harjoittelemalla autenttisia tehtäviä, joissa opetellaan argumentointia, debatteja STSE aiheista sekä näiden pedagogisia merkityksiä (Yore & Treagust, 2006, 291-314). Suunnitellun oppitunnin on oltava mahdollisimman autenttinen ja käsiteltävien ongelmien sellaisia, joita myös normaalissa elämässä ja yhteiskunnassa käsitellään. Erilaiset, autenttiset tietolähteet auttavat oppilasta ymmärtämään asioita eri näkökulmista (esimerkiksi poliitikot, osakkeenomistajat, tiedemiehet, tavalliset kansalaiset, media jne.). Oppilaille täytyy antaa mahdollisuus päättää itse ja kertoa mielipiteistään muille ilman, että he tulevat kritisoiduiksi muiden oppilaiden tai opettajan taholta (Marks & Eilks, 2009, 130).

Tutkimuksen mukaan arjen esimerkit eivät välttämättä yksin riitä, vaan tarvitaan myös tieteellisiä opetusmetodeja. Näitä ovat esimerkiksi tietokoneiden käyttö opetuksessa, molekyyli mallit sekä erilaiset internetissä olevat materiaalit, kuten blogit, uutiset ja erilaiset audiovisuaaliset tietolähteet, joissa selvitetään arjen ilmiöitä ja niiden kemiaa. Internetmateriaalin avulla voidaan visualisoida kemiallisia ilmiöitä ja kontekstualisoida sekä päivittää oppikirjojen tietoa. Internetmateriaaleja ylläpitävät usein yksittäiset opettajat tai opettajaryhmät. (Torres Gil, 2011) Erilaisista oppimateriaaleista huolimatta opettajilla on merkittävä rooli oppilaan kiinnostuksen lisäämisessä tiedeaineita kohtaan myös tulevaisuudessa. (Torres Gil, 2011)

5. KEHITTÄMISTUTKIMUS

Kehittämistutkimus on syntynyt opetuksessa yleisesti ilmenneistä kehittämistarpeista (Aksela & Pernaa, 2013, 11). Tämän kehittämistutkimuksen tavoitteena on kehittää tarveanalyysin perusteella syntynyt, arjen kemiaan liittyvä, kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali. Menetelmänä on käytetty kvalitatiivista, kartoittavaa tutkimusmenetelmää. Kartoittavan tutkimuksen avulla voidaan tutkia vähemmän tunnettuja ilmiöitä ja etsiä uusia näkökulmia asioihin. (Hirsjärvi *et al.*, 2010, 136-138)

Kehittämistutkimus toteutetaan kahdessa syklisessä vaiheessa (Aksela & Pernaa, 2013, 17, 186). Ensimmäinen sykli koostuu kehittämistutkimuksen teoreettisesta taustasta (luvut 2, 3 ja 4), tarveanalyysistä (luku 5.2.1) ja oppimateriaalin laatimisesta tarveanalyysin perusteella (luku 5.2.2). Toinen sykli koostuu oppimateriaalin testaamisesta opettajilla, oppimateriaalin kehittämisestä palautteen perusteella sekä tulosten esittämisestä ja johtopäätöksistä (luvut 6. ja 7.).

5.1 Tutkimuskysymykset ja hypoteesi

Tämän tutkimuksen hypoteesina on käytetty tutkimustuloksia, joiden mukaan arjen ilmiöiden liittäminen teoriaan lisää kiinnostusta kemiaan (Gilbert, 2006; Overton *et al.* 2009, s. 43-48; King & Ritchie, 2012, 72;) Tässä kehittämistutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Minkälainen on peruskoulun ja lukion oppikirjojen sisältämän kosmetiikan kemian määrä ja sisältö?
 - 1.1 Kuinka paljon kosmetiikan kemiaa esiintyy peruskoulun ja lukion oppikirjoissa?
 - 1.2 Missä yhteyksissä kosmetiikan kemiaa esiintyy oppikirjoissa?
2. Miten usein arjesta tuttuja esimerkkejä käytetään kemian opetuksessa?
 - 2.1 Auttavatko arjesta tutut esimerkit kemian oppimisessa?
 - 2.2 Onko kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali mielekäs kemian opetuksessa?

5.2 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa esitetään kehittämistutkimuksen kolme vaihetta: tarveanalyysi (luku 5.2.1), kosmetiikka-aiheisen oppimateriaalin laatiminen (luku 5.2.2) ja tutkimuksen suoritus eli oppimateriaalin arviointi kyselytutkimuksen avulla (luku 5.2.3). Kehittämistutkimuksen neljäs vaihe; tulokset ja materiaalin jatkokehittely esitetään luvuissa 6 ja 7. Tarveanalyysi suoritettiin syksyllä 2012 ja oppimateriaalin kehittäminen keväällä 2014.

5.2.1 Tarveanalyysi

Opettajat käyttävät opetuksessaan eniten kirjallista materiaalia (Uusikylä & Atjonen, 2010, 166, Aikenhead, 2006, 54). Kirjallisuusanalyysin, tässä tutkimuksessa tarveanalyysin kohteeksi valittiin tästä syystä 13 peruskoulun ja 23 lukion oppikirjaa. Peruskoulun oppikirjasarjat A-F ja lukion oppikirjasarjat A-E löytyvät liitteestä 1.

Opetussuunnitelmien mukaisista ja oppikirjoissa esiintyvistä kemian perusasioista, kuten esimerkiksi atomimalleista, sähkökemiasta, ainemäärästä, jaksollisesta järjestelmästä, osmoottisesta paineesta, lämmöstä, lämpötilasta, kineettisestä kaasuteoriasta, kovalenttisesta sidoksesta, kvanttimekaniikasta ja suhteellisuusteoriasta on tehty lukuisia kirjallisuusanalyysyjä (Niaz & Maza, 2011, 2-3). Kemian perusasioiden lisäksi voidaan tutkia myös niihin liittyviä konteksteja. Kosmetiikan kemiasta ei löytynyt aiemmin tehtyjä oppikirja-analyysyjä. Tarveanalyysin tavoitteena oli selvittää kosmetiikan kemian esiintyvyys peruskoulun ja lukion oppikirjoissa ja vastata tutkimuskysymykseen 1. Tarveanalyysi tehtiin sisällönanalyysinä (Järvinen & Järvinen, 2011, 64; Bell, 2010, 132-134).

Tarveanalyysin perusteella luotiin kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali, jonka tavoitteena on tukea kemian opetusta arkeen liittyvien esimerkkien avulla ja lisätä oppilaiden kiinnostusta kemiaan.

5.2.2 Kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali

Uusikylän ja Atjosen (2007, 164) mukaan oppimateriaalilla tarkoitetaan seuraavaa asiaa: "Oppimateriaalilla tarkoitetaan johonkin aineeseen, materiaan kytkettyä oppiainesta, jonka tulee välittyä oppilaille ja saada heissä aikaan sellaisia elämyksiä ja oppimiskokemuksia, joista syntyy tavoitteiden mukaisia, pysyviä tietojen ja taitojen muutoksia ja affektiivisia vaikutuksia."

Oppimateriaaleissa käytetään kontekstuaalisia, arkielämään liittyviä asioita koska niiden on todettu motivoivan oppilaita. (Torres Gil, 2011) Kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali suunniteltiin ja tehtiin tarveanalyysin perusteella lisämateriaaliksi kemian opetukseen, jotta oppilaat saisivat edellä mainitun kaltaisia tietojen ja taitojen muutoksia sekä motivoituisivat kemian opiskeluun. Jotta materiaalia voisi hyödyntää eri-ikäisille oppijoille, se laadittiin kosmetiikan perusasioista. Syvällisempään kemialliseen tietoon ei aiheen laajuuden ja työn rajaamisen takia tässä tutkimuksessa menty. Työohjeet ja tehtävät laadittiin yksinkertaisiksi ja turvallisiksi, jotta niiden avulla kosmetiikka-aiheeseen on helppo tutustua. Oppimateriaalin tarkoituksena on lisätä tietoa kosmetiikan kemiasta ja yhteydestä arkeen, tuoda kemian perusopetukseen vaihtelua ja lisätä oppilaiden kiinnostusta kemiaan.

5.2.3 Oppimateriaalin arviointi

5.2.3.1 Kyselytutkimus

Näitä ovat avoimet kysymykset, joissa tutkittavien henkilöiden näkökulmat voivat vaikuttaa ja tuoda tutkimuksesta esiin odottamattomia seikkoja. (Hirsjärvi *et al.*, 2010, 136,164)

Kyselytutkimuksella (survey) saadaan tietoa tutkittavasta aiheesta. Aihe voi liittyä tosiasioiden, asenteisiin, käyttäytymiseen, tietoihin, arvoihin tai ennakkokäsityksiin. Kyselytutkimuksen avulla voidaan saada tietoa tarkoin tai satunnaisesti valitulta kohderyhmältä. Kysymykset voivat olla avoimia tai strukturoituja. (Hirsjärvi *et al.*, 2010, 196-197) Kysymyksiin vastaamisen ja tulosten analysoinnin kannalta on mielekkäintä, jos kysymykset ovat lyhyitä, selkeitä ja niiden lukumäärä on mahdollisimman vähäinen (Järvinen & Järvinen, 2011, 147-149).

Kyselytutkimukseen tarvittava aineisto voidaan kerätä posti- tai verkkolomakkeiden avulla. Tässä tutkimuksessa lisäopetusmateriaalin arviointi toteutettiin verkkokyselynä. Verkkokyselyn kohteena oli satunnaisesti valittu otos (Järvinen & Järvinen, 2011) peruskoulun ja lukion kemiaa opettavista henkilöistä ympäri Suomea.

5.2.3.2 Lomakkeen laatiminen

Verkkokyselylomake (liite 2) sisälsi monivalintakysymyksiä ja avoimia kysymyksiä. Valmiit vastausvaihtoehdot sisältäneet monivalintakysymykset valittiin Likert –tyyppisen skaaloihin perustuvan asteikon sijaan, koska kyselystä haluttiin saada selkeää ja täsmällistä tietoa. Joidenkin monivalintakysymysten vastausten jälkeen pyydettiin perustelua avoimella kysymyksellä. Avoimen kysymyksen tarkoituksena oli saada lisätietoa mm. vastaajan ennakkotiedoista ja asenteista sekä auttaa monivalintatehtävien tulkinnassa. (Hirsjärvi *et al.*, 2010)

Lomake sisälsi 12 kysymystä, jotka perustuivat tutkimuskysymykseen 2 (luku 5.1). Monivalintakysymykset arvioitiin laskemalla vastausten lukumäärät ja prosentuaaliset osuudet ja avoimet kysymykset arvioitiin sisällönanalyysillä (Bell, 2010, 132-134).

Vastausten analysoinnissa ei käytetty tilastotieteellisiä menetelmiä vastausten vähäisen lukumäärän takia.

5.2.3.3 Kyselyn tulokset

Tässä luvussa esitetään arjen kemiaan liittyvien kysymyksien 1-6 tulokset.

Verkkokyselylomake (liite 2) lähetettiin sähköpostilla 284:lle satunnaisesti valitulle lukion ja peruskoulun kemian opettajalle Suomessa. Vastaajia oli yhteensä 12 henkilöä: 5 yläasteelta, 5 lukiosta ja 2 jostain muusta koulusta. Muuta koulua ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Tässä tutkimuksessa ei myöskään selvitetty vastaajan ikää, sukupuolta tai asuinpaikkaa, koska tutkimuksen tarkoituksena oli tarveanalyysin perusteella ja yleisellä tasolla selvittää kosmetiikka-aiheisen materiaalin tarpeellisuus ja hyöty kemian opetuksessa.

Verkko-oppimateriaalia varten haluttiin tietää, mistä opettajat löytävät eniten arjesta tuttuja esimerkkejä opetukseensa (kysymys 2, liite 2). Opettajista 42 % löysi arjesta tuttuja esimerkkejä eniten internetistä (n=5) ja 42 % käytti eniten itsetehtyä opetusmateriaalia (n=5). Yksi henkilö löysi arjesta tuttuja esimerkkejä eniten oppikirjasta ja yksi henkilö ei löytänyt arjesta tuttuja esimerkkejä mistään.

Kaikki opettajat (n=12) vastasivat käyttävänsä arjen esimerkkejä kemian opetuksessa 1-2 kertaa kuukaudessa. Kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä ei käyttänyt kukaan opettajista kuukausittain, mutta 1-2 kertaa lukukaudessa kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä vastasi käyttävänsä 42 % opettajista (n=5). Harvemmin eli 1-2 kertaa vuodessa kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä käytti opetuksessaan 33 % (n=4) ja 25 % vastaajista (n=3) ei käyttänyt kosmetiikkaa esimerkkinä koskaan. Taulukossa 5.1 on esitetty arjesta tuttujen esimerkkien käyttöä opetuksessa.

Taulukko 5.1. Arjesta tuttujen esimerkkien käyttö opetuksessa, % (n=12).

Kysymys	En koskaan	1-2 kertaa vuodessa	1-2 kertaa lukukaudessa	1-2 kertaa kuukaudessa
1. Käytän arjesta tuttuja esimerkkejä kemian opetuksessa.	0	0	0	100
3. Olen käyttänyt kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä kemian tunnilla.	25	33	42	0

1-2 kertaa lukukaudessa kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä opetuksessaan käyttävien perustelut kysymykselle 3 olivat seuraavat:

- *"Kosmetiikka kiinnostaa oppilaita!"*
- *"Käytän niitä silloin, kun ne kuuluvat opetettavan aiheen opetussuunnitelman mukaiseen sisältöön."*
- *"Luokassa paljon tyttöjä."*
- *"Tytöt saa kuuntelemaan ja kiinnostumaan."*

Ei koskaan tai 1-2 kertaa vuodessa kosmetiikka-aiheisia esimerkkejä käyttäneet perustelivat kysymystä 3 seuraavasti:

- *"En ole tiennyt kosmetiikasta tätä ennen kovinkaan paljoa."*
- *"Ei ole ajatellut ja/tai tiennyt kosmetiikan kemian yhteyksiä eri kemian osa-alueisiin."*

Arjesta tutut esimerkit auttoivat opettajien mielestä oppilaat ymmärtämään teoriaa paremmin 92% opettajien mielestä (n=11). Perustelut, miksi esimerkit auttavat oppilasta ymmärtämään teoriaa, ovat seuraavia:

- *"Vastaa oppilaiden kysymykseen mihin tätä tietoa oikein tarvitsee?"*
- *"Riippuu varmaankin siitä, miten esimerkkiä käyttää. Ei välttämättä riitä, että asian mainitsee. Esimerkin ja kemian teorian väliseen yhteyteen pitää paneutua."*
- *"Jos niiden avulla herää kiinnostus, se helpottaa oppimista."*

92 % opettajista vastasi arjen esimerkkien lisäävän kiinnostusta kemian teoriaan (n=11) ja yksi henkilö ei osannut sanoa, lisäävätkö esimerkit kiinnostusta. Perustelut, miksi esimerkit lisäävät kiinnostusta teoriaan ovat seuraavia:

- *"Arjesta tuttu esimerkki voi auttaa heitä ymmärtämään kemian teoriaa, kun se siirtyykin abstraktista asiasta heille itselleen merkityksellisen asian yhteyteen."*

- *"Esimerkit motivoivat oppilaita. Niiden avulla kemian teoria ei välttämättä olekaan vain turhaa, vaan sen avulla ymmärretään jotain."*
- *"Koulutyö kiinnittyy "oikeaan elämään."*

Kosmetiikka-aiheiset esimerkit lisäävät kiinnostusta kemiaan 92 % mielestä opettajista (n=11). Yksi ei osannut sanoa, lisääntyykö kiinnostus. Hän kertoi syyksi seuraavaa:
"Ainakin tyttöjen osalta luulisi kiinnostuksen kasvavan, mutta entäs poikien osalta."

Muut perustelut kosmetiikka-aiheisten esimerkkien käytölle olivat:

- *"Yksi tärkeä konteksti, jossa näkyy, mihin kemiaa tarvitaan."*
- *"Jokapäiväinen asia nykytytöille ja -pojille."*
- *"Koska kosmetiikkatuotteet ovat kemiallisia seoksia, joita käytämme jokapäiväisessä elämässämme, tulee niitä käyttää esimerkkeinä OPS:n mukaisesti."*
- *"Tietyllä tavalla kyllä. Oppilaat ymmärtävät paremmin teorian ja käytännön yhteyden."*

Taulukossa 5.2. on esitetty arjesta tuttujen esimerkkien vaikutusta kemian teorian ymmärtämiseen ja kiinnostukseen %, (n=12).

Taulukko 5.2. Kemian teorian kiinnostavuus ja ymmärrettävyys arjesta tuttujen esimerkkien avulla, % (n=12).

Väite	Kyllä	Ei	En osaa sanoa
4. Arjesta tutut esimerkit auttavat mielestäni oppilaita ymmärtämään kemian teoriaa paremmin.	92	0	8
5. Oppilaat kokevat kemian teorian mielestäni kiinnostavammaksi arjesta tuttujen esimerkkien avulla.	92	0	8
6. Kosmetiikka-aiheiset esimerkit lisäävät mielestäni kiinnostusta kemiaan.	92	0	8

Kyselylomakkeen (liite 2) kysymykset 7., 8. ja 9. käsittelevät valmiin oppimateriaalin antamaa tietoa ja hyötyä ja kysymykset 10 ja 11 materiaalin soveltuvuutta ja kehittämisehdotuksia. Niitä käsitellään luvussa 6.3.

5.2.3.4 Kyselytutkimuksen luotettavuus ja pätevyys

Kyselytutkimuksen luotettavuuteen ja pätevyyteen vaikuttavat monenlaiset seikat. Tietyillä asioilla voi olla negatiivinen vaikutus kyselytutkimuksen luotettavuuteen. Esimerkiksi seuraavat asiat ovat voineet vaikuttaa myös tämän tutkimuksen luotettavuuteen negatiivisesti:

- vastaajan ennakotiedot,
- huolellisuus kysymysten lukemisessa ja vastaamisessa,
- kysymysten laatimisessa onnistuminen ja
- vähäinen vastaajamäärä (Hirsjärvi *et al.*, 2010, 195).

Reliaabelius eli toistettavuus lisää luotettavuutta ja se voidaan todeta monella tavalla. Reliaabelius voi tarkoittaa esimerkiksi kahden arvioijan päättymistä samanlaiseen lopputulokseen. Tässä tutkimuksessa luotettavuutta lisää satunnaisotoksella otettujen vastaajien samoihin kysymyksiin annetut, samantyyppiset vastaukset.

Tutkimuksen validius eli pätevyys tarkoittaa, että tutkimuskysymyksissä on mitattu oikeaa asiaa. Tutkija ja kyselyyn vastaava henkilö eivät välttämättä käsitä kysymystä samalla tavalla. Tässä tutkimuksessa validiutta pyrittiin lisäämään tutkimusvaiheiden mahdollisimman tarkalla ja todenperäisellä kuvaamisella (Hirsjärvi *et al.*, 2010, 231-232) sekä yksinkertaisilla ja selkeillä kysymyksillä. Validiutta lisäsivät vastaajien antama vapaa palaute sekä palaute, joka saatiin kyselyn ulkopuolelta.

Vähäisestä vastaajajoukosta huolimatta (n=12) kyselytutkimuksen tuloksia voidaan pitää tarpeeksi realiaabeleina ja valideina, jotta saadaan vastaus tutkimuskysymykseen 2 (luku 5.2.3.3) ja voidaan kehittää opetusmateriaalia annettujen palautteiden perusteella.

6. TULOKSET

Luvussa 6.1 esitetään tarveanalyysin tulokset ja luvussa 6.2 tarveanalyysin perusteella tehty verkko-oppimateriaali. Luvussa 6.3 käsitellään verkko-oppimateriaalin arvioinnin tuloksia.

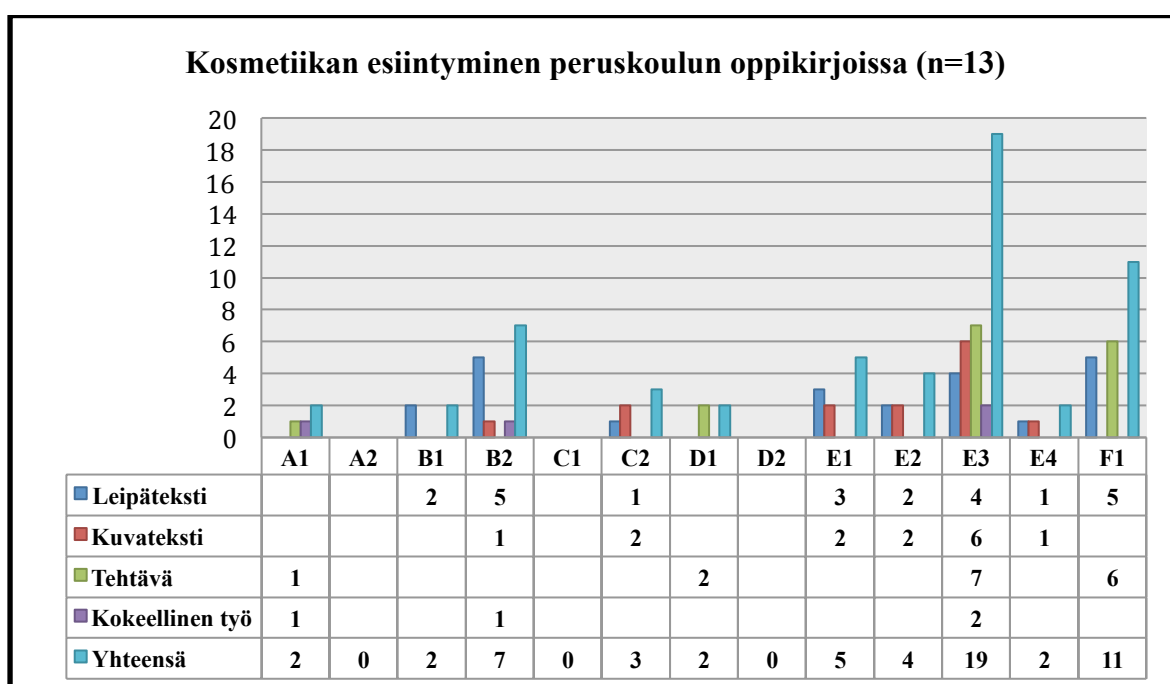
6.1. Kosmetiikan kemia peruskoulun ja lukion kemian oppikirjoissa

Tutkimuksessa analysoitiin 13 peruskoulun ja 23 lukion oppikirjaa (Taulukot 6.1. ja 6.2.). Peruskoulun oppikirjasarjat A-F ja lukion oppikirjasarjat A-E liitteestä 1. Kosmetiikan kemiaa esiintyi kaikissa kirjasarjoissa, mutta ei kaikissa oppikirjoissa. Mainintojen määrässä eri kirjojen ja kirjasarjojen välillä oli eroja. Mainintoja kosmetiikan kemiasta oli suhteellisesti vähän (peruskoulun oppikirjat yhteensä 57 mainintaa ja lukion oppikirjat yhteensä 74 mainintaa). Mainintoja oli eniten kahdessa oppikirjassa (peruskoulun oppikirja E3 ja lukion oppikirja A1).

6.1.1 Kosmetiikan kemian esiintyminen peruskoulun oppikirjoissa

Peruskoulun oppikirjoista kirjasarjat A-D ovat ala-asteen 5. ja 6. luokan oppikirjoja ja E-F yläasteen oppikirjoja (liite 1). Eniten kosmetiikan kemiasta oli mainintoja peruskoulun yläasteen oppikirjassa E3 (taulukko 6.1.), yhteensä 19 kappaletta. Yhdestä oppikirjasta (E3) kosmetiikasta löytyi mainintoja kaikilta analysoiduilta osa-alueilta (leipäteksti, kuvateksti, tehtävä ja kokeellinen työ). Kaikista peruskoulun oppikirjoista eniten mainintoja löytyi leipä- ja kuvatekstien ja vähiten kokeellisten töiden yhteydestä. Seitsemässä peruskoulun oppikirjassa 13:sta oli 0-2 mainintaa kosmetiikan kemiasta.

Taulukko 6.1. Kosmetiikan esiintyminen peruskoulun oppikirjoissa (n = 13)

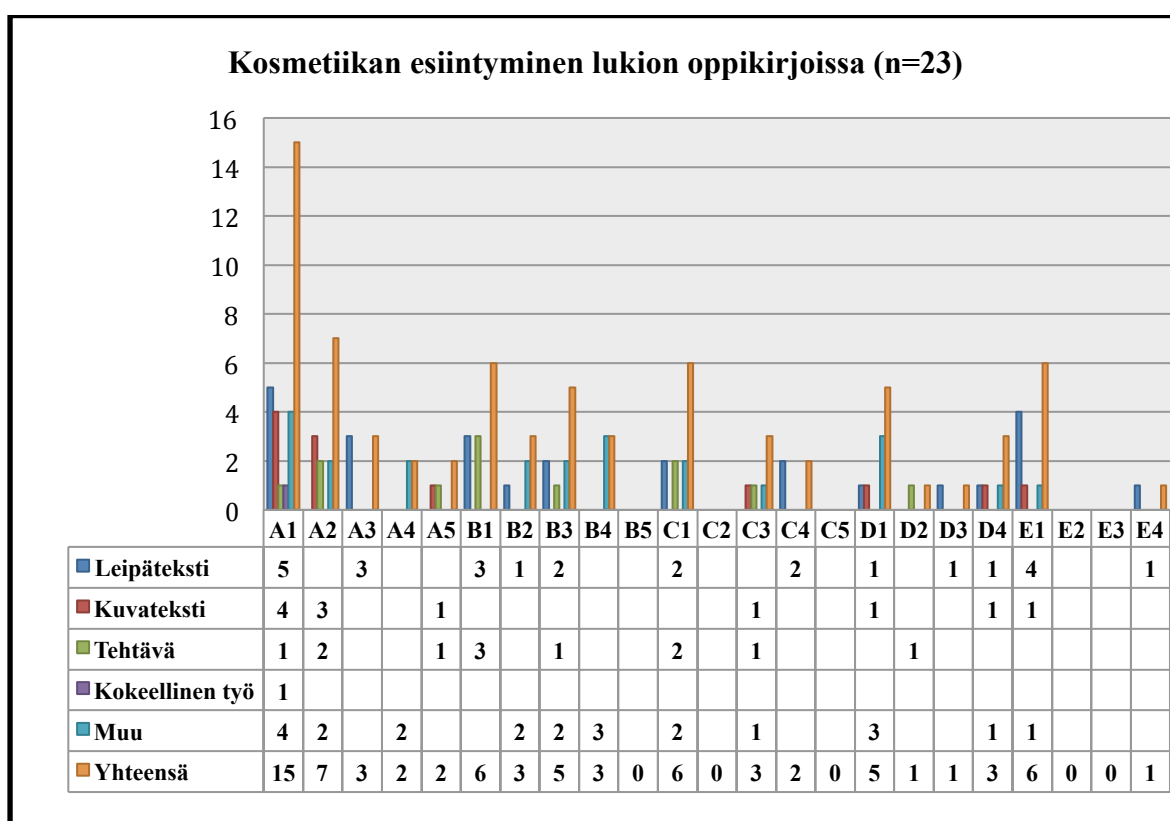


6.1.2 Kosmetiikan kemian esiintyminen lukion oppikirjoissa

Lukion oppikirjasarjat A-E (liite 1) käsittivät 23 oppikirjaa. Eniten kosmetiikan kemiaa oli oppikirjassa A1 (15 mainintaa). Yhdestä oppikirjasta (A1) kosmetiikan kemiaa löytyi kaikilta analysoiduilta osa-alueilta (leipäteksti, kuvateksti, tehtävä, kokeellinen työ ja muu). Kohdalla muu tarkoitetaan kosmetiikan esiintymistä muissa yhteyksissä kuin taulukossa mainituissa. Näitä voivat olla esimerkiksi taulukot, joissa kosmetiikka on mainittu yhtenä kohtana. Eniten mainintoja kosmetiikasta on lukion oppikirjasarjassa A, yhteensä 29 mainintaa (taulukko 6.2.).

Kaikista peruskoulun oppikirjoista eniten mainintoja löytyi leipäteksteistä ja vähiten kokeellisista töistä, joita löytyi yksi kappale yhdestä kirjasta (A1). Yhdessätoista lukion oppikirjassa 23:sta oli 0-2 mainintaa kosmetiikan kemiasta.

Taulukko 6.2. Kosmetiikan esiintyminen lukion oppikirjoissa (n = 23)



6.1.3 Arjen toiminnot integroituna kosmetiikan kemiaan

Taulukossa 6.1.3. on lueteltuna oppikirjoissa useimmin (enemmän kuin kerran) mainitut, kosmetiikan kemiaan integroidut arjen toiminnot. Yleisimpiä oppikirjoissa mainittuja arjen toimintoja olivat aurinkovoiteen käyttö ja permanentti. Seuraavaksi eniten mainintoja oli hiusten värjäyksestä ja vaalennuksesta, hampaiden harjauksesta ja ihovoiteen käytöstä. Kosmetiikkaan integroidut arjen toiminnot ovat esiintyneet joko leipä- tai kuvatekstissä, tehtävissä tai kokeellisissa töissä (Taulukot 6.1. ja 6.2.). Arjen toimintoihin ei ole laskettu tekstittömiä kuvia, joissa on voinut olla kuva esimerkiksi hampaita harjaavasta lapsesta.

Taulukon 6.3. perusteella yleisimpiä toimintoja on ollut enemmän ja monipuolisemmin peruskoulun oppikirjoissa ja kaikissa kirjasarjoissa A-F. Lukion oppikirjoista yleisimpiä arjen toimintoja integroituna kosmetiikan kemiaan löytyi runsaimmin kirjasarjasta A.

Taulukko 6.3. Arjen toiminnot integroituna kosmetiikan kemiaan

Toiminto	Peruskoulun oppikirja (n=13)	Lukion oppikirja (n=23)	Yhteensä
Hiusten värjäys	B2	A2, A3	3
Hiusten vaalennus	B2, E1	C4	3
Permanentti	B2, E1	A2, C4	4
Hampaiden harjaus	E1, E2	D3	3
Deodorantin käyttö	A1, C2		2
Kynsilakan poisto	C2, E3		2
Ihovoiteen käyttö	B2, E3, F1		3
Aurinkovoiteen käyttö	C2, E3	A2, A3, A5, E4	6
Yhteensä	16	10	

6.1.4 Kosmetiikkaan liittyviä käsitteitä oppikirjoissa

Yleisimmin mainittuja kosmetiikan ainesosia olivat hajusteet ja glyseroli. Peruskoulun oppikirjoissa hajusteet oli mainittu kahdessa oppikirjassa (A1 ja F1) ja glyseroli kahdessa oppikirjassa (E3 ja F1). Lukion oppikirjoissa hajusteet oli mainittu kuudessa oppikirjassa (A1, A3, B1, B2, B3 ja D1) ja glyseroli kolmessa oppikirjassa (A1, C1 ja D1). Hajusteista oli voitu puhua yleisellä tasolla tai niistä oli voitu mainita yksittäinen hajuste, kuten esimerkiksi tymoli tai esittää jonkun hajusteen rakennekaava. Glyserolista oli kerrottu muun muassa alkoholiin yhteydessä tai esitetty se ihovoiteen kosteuttavana ainesosana. Muita oppikirjoissa esiintyviä kosmetiikan ainesosia olivat esimerkiksi kynsilakanpoistoaineessa käytettävä aseton, hiusten vaalennuksessa käytettävä vetyperoksidi ja meikkien pigmenttinä sekä aurinkovoiteissa käytettävä titaanidioksidi.

Käsitteinä kosmetiikan kemiaa mainittiin eniten seosten ja pH:n yhteyksissä. Emulsioista tai emulgaattoreista kosmetiikassa oli peruskoulun oppikirjoissa mainittu kolme kertaa (B2, E1 ja F1) ja lukion oppikirjoissa 3 kertaa (A1, C1 ja E1). Tavallisimmin emulsioita oli kuvattu ihovoiteiden yhteydessä (veden ja rasvan muodostamat emulsiot). pH oli mainittu peruskoulun oppikirjoissa kerran (B2) ja lukion oppikirjoissa kaksi kertaa (A5 ja C1).

Kosmetiikan valmistuksesta, vaikutuksesta tai historiasta kerrottaessa käsiteltiin eniten saippuaa. Se oli aiheena myös lukion oppikirjoissa esiintyneessä ainoassa kokeellisessa

työssä saippuan valmistus (A1). Saippua oli mainittu peruskoulun oppikirjoissa neljä kertaa (B2, E2, E3 ja F1) ja lukion oppikirjoissa 5 kertaa (A1, B3, C3, D3 ja E1).

Kosmetiikan vaikutusta ympäristöön käsiteltiin yhdessä peruskoulun oppikirjassa (B1, s.37): *" Myös vesistöjä pitää suojella saastumiselta. Likaista vettä ei saa päästää suoraan vesistöön. Kun peset hiuksia järvivedellä, muista huolehtia siitä, ettei sampoopölyä joudu järveen. Kaada se mieluummin viemäriin tai maahan".*

Kosmetiikkaa ei ollut määritelty sen virallisen määritelmään perustuen ainoassakaan peruskoulun tai lukion oppikirjassa (luvut 2.1 ja 2.2).

6.2 Oppimateriaalin laatiminen

Verkko-oppimateriaali www.kosmetiikankemiaa.com (kuva 6.1.) laadittiin tarveanalyysin perusteella. Koska tarveanalyysin perusteella kosmetiikka-aiheinen sisältö oppikirjoissa oli vähäistä tai puutteellista, päädyttiin tekemään kosmetiikkaa luokitteleva, mahdollisimman monipuoliset kemialliset perustiedot sisältävä verkkosivusto. Toinen vaihtoehto olisi ollut keskittyä johonkin tiettyyn kosmetiikan raaka-aineryhmään kuten hajusteisiin ja tehdä ryhmästä syvälinen, kemiallinen analyysi. Tutkimus ei olisi tällöin vastannut monipuolisesti tarveanalyysin perusteella ilmenneisiin puutteisiin kosmetiikan kemiaan liittyen, vaan ainoastaan yhteen niistä. Sisällöstä pyrittiin tekemään mahdollisimman laajalle ikäryhmälle sopiva. Sopivaa kohderyhmää pyrittiin selvittämään verkkokyselyn avulla.



Kuva 6.1. *Kosmetiikan kemiaa –verkkomateriaalin etusivu.*

6.2.1 Materiaalin toteutus

Verkkosivu toteutettiin siten, että tutkimuksen tekijän kirjoittamat materiaalit siirrettiin valmiina kotimaiseen Kotisivukone –nimiseen verkkopalveluun www.kotisivukone.fi. Kotisivukone valittiin selkeytensä ja helppoutensa vuoksi, koska kyseessä on koululaisille tarkoitettu oppimateriaali. Oppimateriaalia voidaan lisätä ja muokata helposti tarpeen mukaan.

6.2.2 Kosmetiikan kemiaa luokitteleva teoreettinen osio

Sivuston (kuva 6.1.) teoreettinen osio on yhtenevä tässä tutkimuksessa esitetyn teoreettisen osion kanssa (luku 2.) sisältäen seuraavat aihepiirit:

- kosmetiikan määritelmä ja pakkausmerkinnät,
- kosmetiikkatuotteen rakenne,
- hajusteet,
- säilöntäaineet,
- tensidit,
- emulgaattorit ja
- väriaineet.

Verkkomateriaalissa on lisäksi esitelty tavallisimmat kosmetiikkatuotteet:

- antiperspirantit ja deodorantit,
- hammastahnat,
- hiusten muotoilutuotteet,
- meikit,
- sampoot ja hoitoaineet ja
- voiteet.

Tuotteista kerrotaan niiden yleinen, kemiallinen rakenne. Jokaiselle tuotteelle on laadittu esimerkkinä ainesosa- eli INCI –luettelo, jonka raaka-aineiden funktiot on selvitetty.

Tuotteet löytyvät osoitteesta:

<http://www.kosmetiikankemiaa.com/mitakosmetiikkaon/tuotteet>.

"Kosmetiikka kemian opetuksessa" –sivu pyrkii selvittämään kemian opettajalle, miksi kosmetiikka-aiheinen oppimateriaali voisi lisätä kiinnostusta kemiaan. Lisäksi on annettu esimerkkejä, mihin opetussuunnitelman mukaisiin aihealueisiin voisi liittää kosmetiikka-aiheita. Kosmetiikka kemian opetuksessa –materiaali löytyy myös luvusta 3 ja osoitteesta:

<http://www.kosmetiikankemiaa.com/kosmetiikkakemianopetuksessa>.

Lisäksi kosmetiikan teoriaosuudessa kerrotaan kestävästä kehityksestä ja esitetään seitsemän, sivuja varten laadittua neuvoa kestäväen kehityksen mukaiseen kosmetiikan käyttöön. Lisäksi kerrotaan vihreästä kemiasta sekä määritellään vihreän kemian 12 pääsääntöä kosmetiikan osalta. Kestävä kehitys –aiheinen materiaali löytyy osoitteesta:

<http://www.kosmetiikankemiaa.com/mitakosmetiikkaon/22>.

6.2.3 Tehtävä sivu

"Pohdi" –niminen tehtävä sivu alkaa oppilaalle soveltuvalla tekstillä, jossa kerrotaan kosmetiikasta yleisesti ja helppotajuisesti. Tekstin tarkoitus on valmistella tuleviin tehtäviin, jotka on laadittu työkirjamaiseen muotoon. Tehtävät liittyvät kosmetiikan perusasioihin ja kestävään kehitykseen. Tehtävien määrää on tarkoitus kasvattaa myöhemmin. Opettaja voi laatia oppijoille myös omia tehtäviä esimerkiksi tekstin perusteella. Tehtävä sivu löytyy osoitteesta: <http://www.kosmetiikankemiaa.com/pohdi>.

6.2.4 Kokeellinen osio

"Tee itse" –sivut sisältävät kolme kokeellista työtä, jotka on laadittu helpoiksi ja turvallisiksi tehdä opettajan valvonnassa jopa tavallisessa luokkahuoneessa, mikäli laboratoriota ei ole käytettävissä. Materiaalit ovat oppilaalle kotoa tuttuja, eivätkä ole myrkyllisiä, yleisesti allergisoivia tai saastuta luontoa. Mikäli jokin ainesosa saattaisi allergisoida (esim. maidon proteiineja sisältävä raaka-aine), siitä on erillinen maininta ohjeessa.

Tarkoitus on tutustuttaa oppilaita kosmetiikan raaka-aineisiin ja helppoihin valmistusmenetelmiin, ei luoda uusia, monimutkaisia ja tieteellisiä menetelmiä, jotka sisältävät arjesta tuntemattomia raaka-aineita. Lisäksi töissä on otettu huomioon taloudellinen näkökulma: töihin käytettäviksi raaka-aineiksi on valittu mahdollisimman edullisia vaihtoehtoja. Sellaisissa kokeellisissa töissä, joissa tutkitaan valmiita tuotteita, oppilas voi tuoda tuotteen kotoa, mikäli koululla ei ole mahdollisuutta ostaa tuotteita testattaviksi. Jokaisessa työssä on kemiallinen näkökulma, jota opettaja voi tarpeen vaatiessa syventää luokka-asteesta riippuen. Kokeellinen osio löytyy osoitteesta: <http://www.kosmetiikankemiaa.com/teeitse>.

6.3 Kyselytutkimuksen oppimateriaali -osio

Tässä luvussa käsitellään oppimateriaalin arviointia ja kyselylomakkeen kysymyksiä 7-12. Kysymykset 1-6 on käsitelty luvussa 5.2.3.3.

Uutta tietoa kosmetiikka-aiheisesta verkkomateriaalista sai 92 % opettajista (n=11). Yksi opettaja ei saanut mielestään uutta tietoa. Hyödyllisinä materiaalia piti 83 % opettajista (n=10). Kaksi henkilöä ei osannut sanoa, onko materiaali hyödyllinen. 92% käyttäisi materiaalia opetuksessaan. Yksi henkilö ei osannut sanoa käyttäisikö hän materiaalia opetuksessaan. Taulukossa 5.3. on esitetty verkkomateriaaliin liittyvät kysymykset.

Taulukko 5.3. Verkkomateriaalin antama tieto ja hyödyllisyys, % (n=12).

Väite	Kyllä	Ei	En osaa sanoa
4. Verkkomateriaali antoi minulle uutta tietoa kosmetiikasta.	92	0	8
5. Verkkomateriaali on mielestäni hyödyllinen.	83	0	17
6. Voisin käyttää materiaalia opetuksessani.	92	0	8

Verkkomateriaalin antamasta tiedosta, hyödystä ja materiaalin käytettävyydestä annettiin seuraavat mielipiteet:

- *"Tosi hyvä ja monipuolinen materiaali! Valmiit työt ja muutama tehtävä olivat huippuja."*
- *"Materiaalissa on hyviä aineksia, mutta rakenteeltaan se ei ole täysin onnistunut. Teksti ei ole opetustekstiä parhaimmillaan. Se on liian blogimaista. Jos on tarkoitus opettaa peruskoulun yläluokkalaista, on tekstin sanaston oltava yksinkertaisempaa. Työohjeet olivat itse asiassa huonot. Ohjeessa ei saa olla sekaisin teoriaa, turvallisuutta ja työn teon ohjeita. Kun nämä erotetaan omiksi osioikseen, saat hyvät ohjeet. Kaipasin myös tutkivampaa otetta. Näin käytännönläheisessä aiheessa oppilaan omalle tutkivalle otteelle on oiva tilaisuus."*
- *"Erityisesti työohjeet hyviä. Niitä saisi olla lisääkin."*
- *"Siinä oli paljon uutta tietoa minulle. Saa ideoita opetukseen Tee itse osion avulla."*
- *"Visuaalisesti ja sisällöllisesti loistava ja selkeä paketti, jossa on helppo liikkua. Mahtavaa, että yhden aihealueen arkielämän sovellukset ja niiden kemia on yhteen paikkaan koottuna. Tämä helpottaa."*
- *"Työt vaikuttaisivat vähän lapsellisilta lukio-opetukseen (tai sitten se johtui vain kuvista) ja sivuston materiaali oli aika suppea."*
- *"Osittain hyödyllinen. Jotain tehtäviä voisi lisätä oppilaille."*

Sopivimmaksi aineisto katsottiin lukiolaisille (n=7), yläasteen oppilaille (n=5) ja ammattikouluun (n=1). Vain yksi opettaja oli valinnut useamman kuin yhden vaihtoehdon. Yksi opettaja olisi suullisen palautteensa mukaan valinnut kaikki kouluasteet sopiviksi, mutta ei osannut valita kuin yhden vaihtoehdon.

Materiaalin kehittämis ehdotukset liittyivät työohjeiden ja tehtävien lisäämiseen sekä navigoinnin ja asioiden löydettävyyden parantamiseen seuraavasti:

- *"Mitä enemmän valmiita työohjeita ja tehtäviä sitä parempi. Harva kemian opettaja tietää juuri mitään kosmetiikan kemiasta. Itse ainakin haluan oppia lisää, koska tiedän se kiinnostavan myös oppilaita."*
- *"Tarkistaisin asioiden liittymisen OPS:n oppisisältöihin tarkemmin. Kaiken materiaalin tulee olla sidottua ensimmäisellä ja toisella asteella OPS:aan. Korkeakoulutasolle tämä ei missään nimessä kuulu!"*
- *"Työohjeita ja tehtäviä lisää."*
- *"Materiaali on monipuolinen, mutta sisältää välillä aika haasteellista sanastoa (esim. dispergoituminen). Pohdin, että pysyisikö lukiolainen esimerkiksi kärryillä koko ajan tekstiä lukiessaan. Navigointi blogissa oli hieman hankalaa, luulin jo lukeneeni kaiken, mutta siellähän olikin vielä valtavasti tietoa. Olisi kiva, että sivupalkissa tai sen päälle hiiri vietäessä näkyisi kaikki mahdolliset eri alaotsikot."*
- *"Lisää tee-se-itse-kosmetiikkaa, ohjeita siihen, miten aineita voi tavallinenkin ihminen hankkia."*
- *"Sivusto on mukavan selkeä, eikä välilehtiä ole liikaa. Yhden lisäisin eli tehtäviä oppilaille esim. monivalintoja tms. tietovisan."*

6.3.1 Oppimateriaalin kehittäminen

Verkkokyselyn perusteella oppimateriaalia kehitettiin parantamalla navigointia ja tiedon löytymistä. Tätä tutkimusta varten laadittu verkko-oppimateriaali rajattiin sisältämään pelkästään kosmetiikkaan liittyviä perusasioita. Vastaajien toivomaa sisältöä kokeellisista töistä ja tehtävistä lisätään myöhemmin. Myös teoreettista sisältöä lisätään. Lisäksi sivuilla on blogi, johon tulee ajankohtaista tietoa kosmetiikasta. Materiaalin soveltuvuutta tietylle luokka-asteelle ei korosteta, vaan opettajan toivotaan käyttävän materiaalia normaalin kemianopetuksen lisänä soveltuvien osien. Materiaali löytyy sivulta www.kosmetiikankemiaa.com.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tutkimustulokset antoivat uutta tietoa peruskoulun ja lukion oppikirjojen kosmetiikka-aiheisesta sisällöstä ja antoivat vastauksen tutkimuskysymykseen 1. Uutta tietoa saatiin myös kosmetiikka-aiheisten arjen esimerkkien käytöstä kemian opetuksessa. Kosmetiikan kemiaa käsittelevä lisäoppimateriaali oli suurimman osan mielestä hyvä ja hyödyllinen sekä antoi uutta tietoa kosmetiikan kemiasta. Näin myös tutkimuskysymykseen 2 saatiin vastaus.

Tarveanalyysin avulla selvitettiin kosmetiikkaan liittyvien aiheiden käyttö. Analyysin perusteella kosmetiikan kemiaa on oppikirjoissa vähän tai kosmetiikka-aihetta on käsitelty ylimalkaisesti (luku 6.1.). Tässä tutkimuksessa vain yksi vastaaja löysi arjen esimerkkejä enimmäkseen oppikirjoista. Suurin osa vastaajista (92 %) löysi arjen esimerkkejä kemian opetukseen enemmän muualta kuin oppikirjoista. (luku 5.2.3.3.) Kuitenkin opettajat pitävät oppikirjoja keskeisimpänä opetusmateriaalinaan (Uusikylä & Atjonen, 2010, 166; Aikenhead, 2006, 54).

Sytä, miksi opettajat eivät tutkimuksen mukaan löytäneet arjen esimerkkejä oppikirjoista, voivat olla esimerkiksi sellaisten kirjojen tai kirjasarjojen käyttö, joissa arjen esimerkkejä on vähemmän. Toisaalta oppikirjoissa voi olla arjen esimerkkejä, mutta ne eivät aina linkity suoranaisesti käsiteltävään teoriaan. Esimerkiksi kosmetiikka-aiheinen kuva ei yksin välttämättä riitä teorian tiedon ymmärtämiseen tai herätä kiinnostusta. Opettaja ei välttämättä osaa yhdistää arkitietoa teoreettiseen tietoon (Aikenhead, 2006, 55). Kosmetiikka-aiheiden vähäisyys tai tiedon puutteellisuus oppikirjoissa voi johtua myös siitä, ettei oppikirjan tekijöillä ole riittäviä perustietoja kosmetiikan kemiasta.

Oppikirjojen tärkein tehtävä on tarjota opetussuunnitelman mukaista, monipuolista tietoa, jolloin oppikirjan tekijä voi joutua priorisoimaan käsiteltäviä aiheita. Kosmetiikka saatetaan mieltää vain tyttöjä kiinnostavaksi aiheeksi, jolloin sitä ei oteta oppimateriaaliin tai otetaan vain vähän. Tyttöjen kiinnostuksen lisääminen mainittiin syyksi opettaa kosmetiikan kemiaa myös tässä tutkimuksessa (luku 5.2.3.3.). Tutkimustulosten perusteella lisäoppimateriaali lisäisi tarjontaa kosmetiikan aihepiiristä ainakin niille opettajille, jotka löytävät arjen esimerkit opetukseensa muualta kuin oppikirjoista. Materiaalia voisi käyttää myös niiden oppilaiden motivointiin, jotka eivät muuten pidä kemiasta. Lisäksi materiaalia

voisi käyttää itseopiskeluun, projektitöihin ja muihin tehtäviin eri kouluasteille soveltuvien osien.

Tämän kosmetiikka-aiheisen tutkimuksen tekemiseen vaikuttivat monet syyt. Suurin syy oli tutkimuksen tekijän aikaisemmassa asiantuntijatyössä havaitsema, tieteelliseen tutkimukseen perustuvan kosmetiikka-aiheisen tieteellisen lukutaidon (luku 4.3) puutteellisuus ja tarve niin kuluttajien, kosmetiikka-alan opiskelijoiden ja ammattilaisten kuin viranomaisienkin taholta. Lisäksi kuluttajat ovat entistä tietoisempia kosmetiikassa käytettyjen raaka-aineiden mahdollisista riskeistä, kuten terveys ja ympäristövaikutuksista (A Study of European Cosmetics Industry, 2007).

Peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien mukaan koulun tulisi valmistaa oppilasta toimimaan tulevaisuuden roolissaan vastuullisia valintoja tekevänä kuluttajana, joka osaa pohtia asioita eri näkökulmista ja löytää yhteyksiä arkielämän ja kemiallisen tiedon välillä (Opetushallitus 2003, 2004). Lisäoppimateriaali kosmetiikan kemiasta lisää tämän tutkimuksen mukaan yhteyksiä arkielämän ja kemiallisen tiedon välillä ja antaa opettajalle ja oppilaalle tietoa jokapäiväisessä elämässä käytettyjen kulutushyödykkeiden eli kosmetiikkatuotteiden sisällöistä ja yhteyksistä kemiaan sekä lisää tieteellistä lukutaitoa.

Tutkijan objektiivisuus on tärkeä asia tutkimuskysymysten laatimisessa ja tutkimuksen tekemisessä. Objektiivisuus ei ole kuitenkaan yksiselitteinen käsite, vaan tutkija tuo tutkimukseen aina myös omaa, subjektiivista näkökulmaansa. (Hirsjärvi et al., 2010, 309-310) Tämän tutkimuksen ja valmiin oppimateriaalin objektiivisuutta lisää se, ettei tutkimuksen tekijä edusta tai ole aikaisemmin edustanut kosmetiikan maahantuoja, valmistajaa tai edunvalvojaa. Objektiivisuutta on pyritty lisäämään myös tutkimusongelman ja kysymysten huolellisella laatimisella ja tutkittavan ryhmän satunnaisotoksella sekä mahdollisimman riippumattomien lähteiden käytöllä. Kuka tahansa voi myöhemmin toteuttaa tutkimuksen samanlaisena ja käyttää samanlaisia tutkimusongelmia.

Tämä tutkimus vahvisti tutkimushypoteesia ja antoi vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen myötä ilmeni myös lukuisia lisäkysymyksiä, kuten esimerkiksi mitä opettajat tietävät kosmetiikan kemiasta entuudestaan (ennakkokäsitykset, asenteet ja mielipiteet) ja onko sukupuolella tai iällä merkitystä edellä mainittuihin asioihin. Tutkimuksesta ei

myöskään selvinnyt, mitä opettajan pitäisi kosmetiikasta tietää, jotta aihetta voisi luontevasti yhdistää kemialliseen tietoon.

Lisäksi tutkimuksen tekijää kiinnostaa, miten paljon oppilaan sukupuoli tai ikä vaikuttaa kosmetiikka-aiheen kiinnostavuuteen. Sekä tutkituissa oppimateriaaleissa että joissain opettajien vastauksissa tuli esille oletus tyttöjen automaattisesti suuremmasta kiinnostuneisuudesta kosmetiikkaan. Tutkimuksen tekijä kuitenkin epäilee, ettei tyttöjen ja poikien kiinnostuksen välinen ero ole niin suuri, jos kosmetiikka-aihe määritellään ja esitetään puolueettomasti ilman stereotypioita.

Tietoa opettajille mielekkäästä lisämateriaalista saatiin jonkin verran. Minkälaista materiaalia ja arjesta tuttuja asioita sekä tilanteita eri-ikäiset oppilaat pitäisivät mielekkäänä, jäi vielä selvittämättä. Monenlaiselle jatkotutkimukselle olisi aihetta, koska tieteellistä ja objektiivista, kemian opetukseen ja oppimiseen liittyvää kosmetiikka-aiheista tietoa on tarjolla vain vähän.

LÄHTEET

Aikenhead, G. *Science education for everyday life – evidence-based practice*. TC Press, USA, 2006, s. 21-55.

Aksela, M. & Pernaa, J. *Kehittämistutkimus opetuslalla*, toim. Pernaa, J. Bookwell Oy, Juva, 2013, luku 9, s.186.

Bell, J. *Doing your research project*, 5. p., McGraw Hill, USA, 2010, s. 132-134.

Duit, R. & Teagust, D. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science and Education* **25** (2003) 671-688

Draelos, Z. *Cosmetics in dermatology*, 2. p., Churchill Livingstone Inc., 1995, USA, s. 245-249.

Dushkina, N. & Lakhtakia, A. Structural Colors. *Engineered Biomimicry*. Elsevier Inc, 2013, s.295-296. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-415995-2.00011-8>, luettu 25.2.2014

Euroopan kosmetiikkateollisuuden etujärjestön kosmetiikkamarkkinatutkimus Euroopan Komissiolle: http://edz.bib.uni-mannheim.de/daten/edz-h/gdb/07/study_eu_cosmetics_industry.pdf. luettu 7.4.2014

Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto (2009). Euroopan parlamentin ja Euroopan unionin neuvosto (2009). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EY) n:o1223/2009, kosmeettisista valmisteista, Euroopan unionin virallinen lehti (L342), s. 59-209.

European commission health and consumers. Cosing. List of functions. http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/index.cfm?fuseaction=ref_data.functions, luettu 15.2.2014.

Foley, P., Phimpachanh, A., Beach, E., Zimmerman J.B & Anastas, P. Linear and cyclic C-glycosides as surfactants. *Green Chemistry* **13** (2011) 321-325.

Fortineau, A-D. Chemistry perfumes your daily life. *Journal of Chemical Education* **81** (2004) 45-50.

Fráter, G., Bajgrowicz, J & Kraft, P. Fragrance chemistry. *Tetrahedron* **54** (1998) 7633-7703.

Gilbert, J., Bulte, A. & Pilot, A. Concept Development and Transfer in Context-Based Science education. *International Journal of Science Education* **33** (2011) 817-837.

Gilbert, J. On the nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education* **28** (2006) 957-976.

Glynn, S. & Winter, L. Contextual Teaching and Learning of Science in Elementary Schools. *Journal of Elementary Science Education* **16** (2004) 51-63.

Haahtela, K. teoksessa *Farmaseuttinen mikrobiologia*, toim. Vuorela, P. Hakapaino Oy, Helsinki, 1996, s. 222-225.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. *Tutki ja kirjoita*, 15.-16. p., Tammi, Hämeenlinna, 2010, s. 193-200 ja 231-233.

Hodson, D. Time for action: science education for alternative future. *International Journal of Science education* **25** (2003) 645-670.

Jeronen, E. teoksessa *Biologia eläväksi*, toim. Palmberg, I., Otavan kirjapaino Oy, Keuruu, 2005, luku 2, 52-53 ja luku 4, 168-169.

Johnson, E. *Contextual Teaching and Learning: What It Is and Why It's Here to Stay*, Corwin Press Inc., USA, 2002, 1-12.

Juslin, M., Marvola, M., Paronen, P., Turakka, L., Urtti, A. & Ilkka, J. *Farmasian teknologia* J. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä, 1995, luku 5, s. 41-45.

Järvinen, P. & Järvinen, A. *Tutkimustyön metodeista*, Opinpajan kirja, Tampere, 2011, s. 147-149.

King, D. & Ritchie S., *Second International Handbook of Science education*, toim. Fraser, B., Tobin, K. ja McRobbie, C., Springer, USA, 2012, osa 1, kpl 6, s. 72.

Loden, M. *Ren, mjuk och vacker - kemi och funktion hos kosmetika*, Printografien AB, Halmstad, 2006, s. 5-99.

Marks, R. & Eilks, I. Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concepts, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*, **4** (2008), 231-145.

Marks, R. & Eilks, I. Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice* **11** (2009) 120-141.

Mälkönen, P. *Orgaaninen kemia*, 8. p., Otava, 1992, s. 225-231.

Niaz, M. & Maza, A. *Nature of Science in General Chemistry Textbooks*, Springer, USA, 2011, 2-4.

Opetushallitus, 2003. *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Helsinki. Opetushallitus, s. 12, 24, 152-157.

Opetushallitus, 2004. *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet* 2004. Helsinki. Opetushallitus, s. 195-197.

Overton, T., Byers, B. & Seery, M. teoksessa *Innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education*, toim. Eilks, I. ja Byers, B. RSC Publishing, Cambridge, 2009, s. 43-48.

Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. & Jivraj, A. Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science and Education* **17** (2008) 941-960.

Steele, A., Brew, C. & Beatty, B. The Tower Builders: A Consideration of STEM, STSE and Ethics in Science Education. *Australian Journal of Teacher Education* **37** (2012) 118-133.

Suburb, H. & Panten, J. *Common fragrance and flavor materials-Preparation. Properties and Uses*, 5. p., Wiley-WCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006, s. 9-123.

Teknokemian yhdistyksen internetsivut:
http://www.teknokemia.fi/fin/teknokemian_yhdistys/ajankohtaista/?2013-02-15-Kosmetiikka-ja-pesuainemarkkinat-jatkavat-tasaista-kasvuaan&nid=1. luettu 7.4.2014

Torres Gil, A. *Teaching chemistry with a new cooperative model in the classroom*,
http://chemistrynetwork.pixel-online.org/files/SUE_papers/ES/ES_Success_ENG.pdf.
luettu 7.4.2014

Uusikylä, K. & Atjonen, P. *Didaktiikan perusteet*, 3.-4. p., WSOY, 2007, s. 163-168.

Yore, L. & Treagust, D. Current Realities and Future Possibilities: Language and scientific literacy-empowering research and informing instruction. *International Journal of Science and Education* **28** (2006) 291-314.

Yörük, N., Morgil, İ. & Seçken, N. The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning. *US-China Education Review* **6** (2009) 68-74.

KUVAT

- 2.1. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Micelle.adsorption.jpg>, luettu 25.1.2014
- 2.2. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_stearate.png, luettu 25.2.2014
- 2.3. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cholesterol.svg>, luettu 25.2.2014
- 2.4. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosa_'Portland_Rose'.jpg, luettu 23.2.2013
- 2.6. <http://chemcool.tumblr.com/post/23781424867>, luettu 18.2.2014
- 2.7. <http://www.mpbio.com/product.php?pid=02150431&country=72>, luettu 17.2.2014.
- 2.8. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BHA2.svg>, luettu 27.2.2014
- 2.9. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EDTA_gestreckt_-_EDTA_stretched.png, luettu 27.2.2014
- 2.10. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cocamidopropyl_betaine2.png, luettu 27.2.2014
- 2.11. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polysorbate_20.png, luettu 27.2.2014
- 2.12. http://en.wikipedia.org/wiki/Azo_coupling, luettu 25.2.2014
- 2.13. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dactylopius_coccus_on_Opuntia_ficus-indica_\(005\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dactylopius_coccus_on_Opuntia_ficus-indica_(005).jpg), luettu 23.2.2014

LIITTEET

Liite 1: Tutkitut oppikirjat

PERUSKOULUN ALA-ASTE

- A1: Arjanne, S., Heinonen, M., Palosaari, M. 2007. *Koulun fysiikka ja kemia 5*. Helsinki: Otava.
- A2: Arjanne, S., Heinonen, M., Palosaari, M. 2008. *Koulun fysiikka ja kemia 6*. Helsinki: Otava.
- B1: Paso, S., Pudas, M., Lindgren, A., Marttinen, S. 2007. *Jäljillä 5, Fysiikka Kemia*. Helsinki: Tammi.
- B2: Paso, S., Peltonen, S., Pudas, M. 2008. *Jäljillä 6, Fysiikka Kemia*. Helsinki: Tammi.
- C1: Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., Saari, H. 2007. *Pisara 5 Fysiikka ja Kemia*. Helsinki: WSOY.
- C2: Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., Saari, H. 2008. *Pisara 5 Fysiikka ja Kemia*. Helsinki: WSOY.
- D1: Agge, K., Ahonen, T., Heiskanen S., Juuti, K., Kesler, M., Purme, J., Uitto, A. *Fysiikan ja Kemian Polku 5*. 2008. Helsinki: Edita Prima Oy.
- D2: Agge, K., Ahonen, T., Heiskanen S., Juuti, K., Kesler, M., Purme, J., Uitto, A. *Fysiikan ja Kemian Polku 6*. 2009. Helsinki: Edita Prima Oy.

PERUSKOULUN YLÄASTE

- E1: Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2008. *Avain 1: Kemia*. Helsinki: Otava.
- E2: Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2009. *Avain 2: Kemia*. Helsinki: Otava.
- E3: Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2008. *Avain 3: Kemia*. Helsinki: Otava.
- E4: Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2008. *Avain 4: Fysiikka ja Kemia*. Helsinki: Otava.
- F1: Aspholm, S., Hirvonen, H., Hongisto, J., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2003. *Aine ja energia, kemian tietokirja*. Helsinki: WSOY.

LUKIO

- A1: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi, M. 2004. *Neon 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Edita Prima Oy.
- A2: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi, M. 2005. *Neon 2: Kemian mikromaailma*. Helsinki: Edita Prima Oy.
- A3: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi, M. 2006. *Neon 3: Reaktiot ja energia*. Helsinki: Edita Prima Oy.

- A4: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi, M. 2006. *Neon 4: Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Edita Prima Oy.
- A5: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi, M. 2007. *Neon 5: Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Edita Prima Oy.
- B1: Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2009. *Reaktio 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Tammi.
- B2: Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2005. *Reaktio 2: Kemian mikromaailma*. Helsinki: Tammi.
- B3: Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2006. *Reaktio 3: Reaktiot ja energia*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.
- B4: Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2006. *Reaktio 4: metallit ja materiaalit*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.
- B5: Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2008. *Reaktio 5: reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.
- C1: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Mäkelä, R. 2004. *Kemisti 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: WS Bookwell Oy.
- C2: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Mäkelä, R. 2005. *Kemisti 2: Kemian mikromaailma*. Helsinki: WS Bookwell Oy.
- C3: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Mäkelä, R. 2005. *Kemisti 3: Reaktiot ja energia*. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.
- C4: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Mäkelä, R. 2006. *Kemisti 4: Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.
- C5: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Mäkelä, R. 2007. *Kemisti 5: Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.
- D1: Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2009. *Mooli 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- D2: Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2006. *Mooli 2: Kemian mikromaailma*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- D3: Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2010. *Mooli 3: Reaktiot ja energia*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- D4: Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2009. *Mooli 4: Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- E1: Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2008. *Kide 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- E2: Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2005. *Kide 2: Kemian mikromaailma*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- E3: Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2005. *Kide 3: Reaktiot ja energia*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.
- E4: Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2006. *Kide 4: Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.

Liite 2: Kyselylomake

Kemian opetus ja arjesta tutut esimerkit

Vastaa oheisiin kysymyksiin tutustumasi nettimateriaalin perusteella. Aikaa vastaamiseen kuluu noin 10 minuuttia. Kiitos vaivannäöstäsi!

TAUSTATIEDOT

	Yläaste	Lukio	Muu koulu
Toimin opettajana	☐	☐	☐

1. KÄYTÄN ARJESTA TUTTUJA ESIMERKKEJÄ KEMIAN OPETUKSESSA

- ☐ En koskaan
- ☐ 1-2 kertaa vuodessa
- ☐ 1-2 kertaa lukukaudessa
- ☐ 1-2 kertaa kuukaudessa

2. LÖYDÄN ARJESTA TUTTUJA ESIMERKKEJÄ OPETUKSEENI ENITEN

- ☐ En mistään
- ☐ Oppikirjasta
- ☐ Internetistä
- ☐ Teen lisämateriaalin itse

3. OLEN KÄYTTÄNYT KOSMETIIKKA-AIHEISIA ESIMERKKEJÄ KEMIAN TUNNILLA

- ☐ En koskaan
- ☐ 1-2 kertaa vuodessa
- ☐ 1-2 kertaa lukukaudessa
- ☐ 1-2 kertaa kuukaudessa

Miksi käytän/en käytä kosmetiikka-aiheisia

esimerkkejä?

4. ARJESTA TUTUT ESIMERKIT AUTTAVAT MIELESTÄNI OPPILAITA YMMÄRTÄMÄÄN KEMIAN TEORIAA PAREMMIN

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En osaa sanoa

Miksi?

5. OPPILAAT KOKEVAT KEMIAN TEORIAN MIELESTÄNI KIINNOSTAVAMMAKSI ARJESTA TUTTUJEN ESIMERKKIEN AVULLA

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ En osaa sanoa

Miksi?

6. KOSMETIIKKA-AIHEISET ESIMERKIT LISÄÄVÄT MIELESTÄNI KIINNOSTUSTA KEMIAAN

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ En osaa sanoa

Miksi?

7. VERKKOMATERIAALI ANTOI MINULLE UUTTA TIETOA KOSMETIIKASTA

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ En osaa sanoa

8. VERKKOMATERIAALI ON MIELESTÄNI HYÖDYLLINEN

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ En osaa sanoa

Miksi?

9. VOISIN KÄYTTÄÄ MATERIAALIA OPETUKSESSANI

- ☐ Kyllä
☐ Ei

☐ En osaa sanoa

10. MATERIAALI SOVELTUU MIELESTÄNI PARHAITEN (VOIT VALITA USEAMPIA)

- ☐ Yläaste
☐ Lukio
☐ Ammattikoulu
☐ Korkeakoulu
☐ Materiaali ei sovi mielestäni opetuksen tueksi

11. NÄIN KEHITTÄISIN MATERIAALIA:

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Kiitos arvokkaasta palautteestasi!

Päivi Kousa

Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö

paivi.kousa@helsinki.fi