



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TIIA VIRTANEN

MOOCIEN MAHDOLLISUUDET KEMIAN OPETUKSESSA

Diplomityö

Tarkastajat: yliopistonlehtori Riikka
Lahtinen ja yliopistonlehtori Jorma
Joutsenlahti

Tarkastajat ja aiheen on hyväksynyt
Teknis-luonnontieteellisen tiedekun-
nan dekaani 2. toukokuuta 2018

TIIVISTELMÄ

TIIA VIRTANEN: MOOCien mahdollisuudet kemian opetuksessa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 47 sivua, 10 liitesivua

Elokuu 2018

Teknis-luonnontieteellinen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Kemia

Tarkastajat: yliopistonlehtori Riikka Lahtinen ja yliopistonlehtori Jorma Joutsenlahti

Avainsanat: MOOC, sulautuva opetus, käänteinen opetus, verkkokurssi, kemian kolme tasoa

MOOCit ovat massiivisia avoimia verkkokursseja, joilla osallistujamäärää ei ole rajoitettu. MOOCit ovat yleistyneet vuoden 2012 jälkeen ja nykyään palveluntarjoajia löytyy ympäri maailmaa. MOOCit olivat alun perin lähinnä tietotekniikkaan suuntautuneita, mutta nykyään MOOCeja löytyy laajalti eri aihealueilta, kuten kemiasta.

MOOCeja voidaan käyttää sulautuvassa ja käänteisessä opetuksessa. Sulautuvan opetuksen periaatteena on yhdistää kaksi aiemmin erillään olevaa oppimisympäristöä: kontaktiopetus ja verkko-opetusympäristöt. Sulautuvassa opetuksessa voidaan käyttää erilaisia opetusmuotoja kuten ryhmätöitä, verkkoluentoja, laskuharjoituksia. Käänteisen opetuksen prosessi voidaan jakaa kahteen osioon: kotona tapahtuva teoriaan perehtyminen ja luokkahuoneessa tapahtuva teorian soveltaminen. Käänteinen opetusmenetelmä siirtää teoriaan tutustumisen opiskelijan tehtäväksi omalla ajallaan, jolloin luokkahuoneessa tapahtuva opetusajaksi jää teoriaan pohjautuvien harjoitusten tekemiseen.

Kemian opetuksen vaikeus on saada opiskelijat ymmärtämään kemian kolmen tason linkittyminen toisiinsa. Makroskooppinen käsin kosketeltava taso, submikroskooppinen atomi- ja molekyyli-taso sekä symbolinen reaktioyhtälöillä kuvattava taso kuvaavat kemian omista näkökulmistaan. Kemian ymmärtäminen vaatii kaikkien kolmen tason ymmärtämistä.

Diplomityössä tarkoituksena oli selvittää soveltuvatko MOOCit kemian opetukseen. Tutkimuksessa keskityttiin kemian opetusmenetelmien ja MOOCien teoriakatsauksen lisäksi case-tutkimukseen Organic and Hybrid Solar Cells -opintojakson osalta. Tutkimusta varten opintojakson loppupuolella teetettiin kysely ja MOOC-luentojen pohjalta tehtyjä oppimispäiväkirjoja analysoitiin sisällönanalyysia käyttäen.

Tutkimusten pohjalta pystytään sanomaan, että MOOCien käyttö osana opetusta toimii myös kemian opetuksessa. Vaikka osa opetusta onkin laboratoriotyöskentelyä, voidaan MOOCeja käyttää opintojaksojen osasuorituksena yliopistotasolla.

ABSTRACT

TIIA VIRTANEN: Possibilities of MOOCs in teaching chemistry

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 47 pages, 10 Appendix pages

August 2018

Master's Degree Programme in Science and engineering

Major: Chemistry

Examiners: university lecturer Riikka Lahtinen and university lecturer Jorma Joutsenlahti

Keywords: MOOC, blended learning, flipped classroom, online course, chemistry triplet

MOOCs are massive Internet courses with no limit on the number of participants. MOOCs have become more common since the year 2012 and today there are service providers around the world. The earliest MOOCs were on information technology or programming, but in these days there are MOOCs from many different areas.

MOOCs can be used on blended learning and flipped classroom techniques. Blended learning puts together two different learning environments: classroom teaching and online teaching. In blended learning teachers can use different teaching tools like group assignments, online lectures and calculating practice. In flipped classroom the teaching process can be divided in two parts: theory study at home and theory based practice in classroom. Flipped classroom transforms the learning process to depend on students own ability to learn on your own.

Probably the biggest difficult in teaching chemistry is to get students understand the relation between the chemistry triplet. Macroscopic level of feeling and seeing, submicroscopic level of atoms and molecules and symbolic level of reaction equations and symbols all describe the same process from different points of view. To understand chemistry, one must first understand the relation between chemistry triplet.

The aim of this master's thesis was to investigate if MOOCs can be used as a teaching method in chemistry. The study focuses on different teaching methods and on the nature of MOOCs. In the master's thesis, there was also a case study about Organic and Hybrid Solar Cells course. For the study there was a questionnaire about how suitable MOOCs are for teaching chemistry. There was also a content analysis based on the learning diaries from the courses MOOC lectures.

Based on the study and the analysis that was carried out, one can say that MOOCs can be used as a teaching method in chemistry class. Even though teaching chemistry requires laboratory work, teachers can use MOOCs as a part of the teaching process even at university level.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu Tampereen teknillisen yliopiston Kemian ja biotekniikan laitoksella. Työ on aloitettu aktiivisesti jo vuonna 2016, mutta kirjoitusprosessi aloitettiin vasta 2017 syksyllä. Työtä tehdessäni pääsin osallistumaan laitoksen järjestämälle opintojaksolle, jossa käytettiin MOOCeja yhtenä opintosuorituksena. Kyseiseltä opintojaksolta sain myös ainoat tutkimustulokset, joista haluankin kiittää kyselyyn osallistuneita.

Haluan kiittää Tampereen teknillistä yliopistoa ja erityisesti Kemian ja biotekniikan laitokselta Riikka Lahtista mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta aiheesta, erittäin asiantuntevasta ja rakentavasta palautteesta sekä varsinkin kärsivällisyydestä työn aikataulun venyessä. Haluan myös kiittää Jorma Joutsenlahtea työn ohjauksesta ja asiantuntevasta palautteesta pedagogiikan puolelta.

Jatkaakseni kiitoksia, haluan kiittää omaa perhettäni kannustuksista ja erittäin tärkeästä tuesta, jota he ovat antaneet läpi koko opiskelujen. Unohtamatta päivittäistä tukea, haluan kiittää opiskelutovereita, niin Hiukkaselta, kuin muualtakin. Kiitos teille, että jaksoitte kuunnella jatkuvaa valitusta diplomityön suhteen. Erityiskiitos muutamalla hyvälle ystävälle, jotka jaksoitte yön pimeinäkin tunteina kannustaa jatkamaan.

Kemian opiskelu on antanut minulle paljon ja haluan päättää nämä alkusanat oman lempinobelistin sanoihin:

Life is not easy for any of us. But what of that? We must have perseverance and above all confidence in ourselves. We must believe that we are gifted for something and that this thing must be attained.

- Marie Curie

Tampereella, 31.7.2018

Tiia Virtanen

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimusongelmat ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimusmenetelmät ja suoritusvaiheet	2
1.3	Työn rakenne	2
2.	TEOREETTINEN TAUSTA	4
2.1	Sulautuva opetus	4
2.1.1	Sulautuvan opetuksen erityispiirteet	4
2.1.2	Sulautuva opetus kemian opetuksessa	7
2.2	Käänteinen opetus	9
2.2.1	Käänteisen opetuksen erityispiirteet	9
2.2.2	Käänteinen opetus kemian opetuksessa	10
2.3	Yhteisöllinen oppiminen	11
2.4	Sisällönanalyysi	14
3.	MOOCIT OPETUKSESSA	15
3.1	Open Access ja verkkokurssit	15
3.2	MOOCien erityispiirteet	17
3.2.1	MOOCien päätyypit	18
3.2.2	Motivaatio osallistua MOOCille	18
3.3	Oppimisen itsesäätely	19
3.4	MOOCit osana opetusta	21
3.4.1	Luennot	21
3.4.2	Yksilö- ja ryhmätehtävät	22
3.5	Kemian MOOCit	22
3.6	MOOCit maailmalla	24
3.6.1	Yhdysvallat	24
3.6.2	Aasia	25
3.6.3	Eurooppa	26
3.6.4	Suomi	26
4.	TAPAUSTUTKIMUS	27
4.1	Organic and Hybrid Solar Cells -kysely	27
4.2	Oppimispäiväkirjat	29
4.2.1	Yleinen analysointi	30
4.2.2	Oppimistavoitteiden saavuttamisen analysointi	31
4.2.3	Epäselvien kysymysten analysointi	31
4.3	Casen analysointi	32
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET MOOCEISTA	34
5.1	MOOCien soveltuvuus yliopisto-opetukseen	34
5.2	MOOCien soveltuvuus kemian opetukseen TTY:llä	36
6.	YHTEENVETO JA POHDINTA	39
6.1	Tulosten arviointi	41

LÄHTEET	43
LIITE 1: FutureLearnin ja edX:n kemian alan kurssit	
LIITE 2: Helsingin yliopiston MOOC-kurssit – nykyiset ja vanhat	
LIITE 3: OHSC-opintojakson kurssiesite	
LIITE 4: Kysely OHSC-opintojaksolle	
LIITE 5: OHSC-opintojakson palautekyselyn avoimien kysymysten vastaukset	

LYHENTEET JA MERKINNÄT

cMOOC	connectivist Massive Open Online Course. MOOC, joka pohjautuu pedagogisesti konnektivismiin ja yhteisölliseen oppimiseen. (Bartolomé & Steffens, 2015)
MOOC	Massive Open Online Course, Massiivinen kaikille avoin ja ilmainen Internet-kurssi, jolla osallistujamäärää ei ole rajoitettu (Clarke 2013).
xMOOC	MOOC, jossa tavoitteena on asiantuntijoiden luentojen pohjalta saada osallistujat suorittamaan itsenäisesti kurssin järjestäjien antamia tehtäviä (Bartolomé & Steffens, 2015)
OHSC	Organic and Hybrid Solar Cells, opintojakso, joka toteutettiin Tampereen teknillisen yliopiston Kemian ja biotekniikan laitoksella keväällä 2016.
OP[i]	Oppimispäiväkirja, OHSC-opintojaksolla luentojen pohjalta tehtyjä oppimispäiväkirjoja, jotka liittyvät case-tutkimukseen. [i] kuvaa oppimispäiväkirjan numeroa ([i] = 1-12)
SPOC	Small Private Online Course, osallistujamäärän ja taustan perusteella rajoitettu verkkokurssi (Bartolomé & Steffens, 2015)
SRL	Self-regulated learning, itsesäätöinen oppiminen tarkoittaa opiskelun omatoimista organisointia (Littlejohn, 2015).

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Vuorovaikutusympäristöjen integroituminen uudeksi oppimisympäristöksi</i>	5
Kuva 2.	<i>Asetyyllisalisyylihappon esiteltyä kolmella eri kemian tasolla. A) Makroskooppisella tasolla aspiriinitabletissa, B) Submikroskooppisen tason esitys asetyylisalisyylihappon molekyyli 3D-mallina ja C) symbolisen tason kuvaus asetyylisalisyylihaposta. (Kuvaa A mukailtu lähteestä: askelterveyteen.fi)</i>	7
Kuva 3.	<i>Käänteisen opetuksen prosessi</i>	9
Kuva 4.	<i>Yhteisöllisen oppimisen opiskelijoille tuomia etuja. (Kuvaa on mukailtu lähteistä Alias et al, 2017; Candelas et al, 2017 ja Munir et al, 2018)</i>	13
Kuva 5.	<i>MOOCien vaihtoehdot ja niihin liittyviä kysymyksiä (muokattu lähteestä: poetsandquants.com)</i>	17
Kuva 6.	<i>Oppimisen itsesätelyn strategiat (Lähde: Broadbent & Poon, 2015)</i>	20
Kuva 7.	<i>Yleisten kysymysten vastaukset. 2. Miksi osallistuit kurssille?(n=14), 3. Tiesitkö ennen kurssia, mitä MOOC tarkoittaa?(n=10), 4. Oletko joskus osallistunut MOOCille? (n=10)</i>	28
Kuva 8.	<i>Vastausjakaumat kysymyksiin liittyen OHSC-kurssia (n=10): 5. Kuinka suuren osan MOOC-luennoista katsoit?, 6. Kuinka suuren osan MOOCin testeistä teit?, 7. Kuinka suuren osan MOOCin oheismateriaalista luit?</i>	29

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1.	<i>Kemian MOOC-kurssien vertailua (Lähde: Coursera, edX, FutureLearn)</i>	23
Taulukko 2.	<i>Viisi suurinta MOOCien tarjoajaa ja niiden kotimaat vuonna 2017 (lähde: Class Central)</i>	24

1. JOHDANTO

Massiiviset avoimet verkkokurssit (*massive open online course, MOOC*) nousivat yleiseen tietoisuuteen vuonna 2008. Tällöin MOOCeille oli vain muutamia tarjoajia, mutta niiden tuomat pedagogiset mahdollisuudet ovat johtaneet useisiin tutkimuksiin suurissa yliopistoissa Yhdysvalloissa. MOOC on lyhenne, jota käytetään puhuttaessa verkkokurkseista, joissa ei ole osallistujamäärä- tai koulutustarajoitteita. MOOCien pääpiirteitä ovat kaikille avoimuus, rajaton osallistujamäärä, Internetin välityksellä tapahtuva opetus ja maksuttomuus. MOOCit ovat vielä uusi ja hieman tuntematon käsite, mutta se on yleistymässä maailmalla. (Clarke, 2013)

MOOCit ovat yleistyneet vasta vuonna 2012, joka julistettiin kyseisen vuoden loppupuolella MOOCien vuodeksi. (Pappano 2012) Muun muassa edX, joka on Harvardin ja Massachusettsin teknillisen korkeakoulun (Massachusetts Institute of Technology, MIT) perustama MOOCien tarjoaja, oli saanut vuoteen 2017 mennessä yli 10 miljoonaa rekisteröityä käyttäjää MOOCeilleen. edX:n lisäksi tammikuussa 2012 perustettu Coursera on saanut sivustolleen jo yli 25 miljoonaa käyttäjää. (Class Central, 2017)

Suomessa, kuten muuallakin maailmalla, MOOCit ovat tuore ilmiö ja MOOCien järjestämisen Suomessa aloitti Helsingin yliopisto. Vuonna 2012 tammikuussa Helsingin yliopistossa alkoi Suomen ensimmäinen ohjelmoinnin MOOC. Kurssin osallistujamäärä ylitti järjestäjät, sillä oletetun kolmenkymmenen osallistujan sijaan kurssille ilmoittautui yli 400 osallistujaa. Muutamassa vuodessa MOOCille osallistuneita oli jo yli 10 000. Kasvaneen suosion vuoksi MOOCien kurssitarjontaa alettiin lisätä, kuitenkin pitäen kiinni muutamista periaatteista. Näitä periaatteita ovat muun muassa se, että oppiminen perustuu opiskelijan aktiiviseen tekemiseen, kurssit ovat kaikille avoimia ja maksuttomia sekä kurssien järjestämien liittyä suoraan opetuksen kehittämiseen. (Mikä MOOC?, 2018)

1.1 Tutkimusongelmat ja tavoitteet

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten MOOCeja voitaisiin käyttää hyödyksi kemian opetuksessa. Työssä käytetään kirjallisuuslähteitä, kyselyä ja oppimispäiväkirjoja tutkittaessa MOOCien käyttömahdollisuuksia kemian opetuksessa.

Diplomityössä käsitellään sulautuvaa opetusta ja sitä, miten sitä voitaisiin käyttää kemian opetuksessa. Työssä nostetaan esille MOOCien hyötyjä ja haittoja sekä selvitetään, onko MOOCit sopiva tapa opettaa kemiaa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, sulautuvan opetuksen ja erityisesti MOOCien mahdollisuuksia ja haasteita kemian opetuksessa.

Diplomityön päätutkimuskysymyksinä ovat olleet:

Millä tavoilla sulautuvan opetuksen keinoja voidaan käyttää kemian opetuksessa?

Miten MOOCit soveltuvat kemian opetukseen?

Päätutkimuskysymysten tueksi on esitetty apukysymyksiä, joita ovat:

Millaisia erilaisia motivaatioita ihmisillä on osallistua MOOCeille?

Millaisia mahdollisuuksia yhteisöllinen oppiminen tuo opiskeluun?

1.2 Tutkimusmenetelmät ja suoritusvaiheet

Tutkimusta suoritettiin tutustumalla kirjallisuuteen liittyen sulautuvaan opetukseen ja MOOCeihin. Kirjallisuudesta etsittiin myös tietoa siitä, että minkälaisia ominaisuuksia MOOCeilla on ja miten ne saattaisivat olla hyödyksi tai haitaksi kemian opetuksessa.

Tutkimukseen sisältyi kirjallisuusselvitysten lisäksi case-tutkimus TTY:n Kemian ja biotekniikan laitoksella toteutetulta Organic and Hybrid Solar Cells (OHSC) -opintojaksolla. Case-tutkimuksessa teetettiin kysely kurssille osallistuneille henkilöille ja analysoitiin MOOC-luentojen pohjalta tehtyjän oppimispäiväkirjoja. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, millaisena kurssille osallistuvat henkilöt kokivat MOOCien käytön kyseisen aineen opiskelussa ja sitä, miten he hyödynsivät MOOCin eri osa-alueita. Oppimispäiväkirjoja tutkittiin sisällönanalyysin avulla, keskittyen ryhmien oppimispäiväkirjojen välillä oleviin yhtäläisyyksiin ja eroavaisuuksiin. Tässä tutkimuksessa käytettiin aineistolähtöistä analyysia, jossa pyrittiin luomaan tutkimusaineistosta teoreettinen kokonaisuus ja saavuttamaan ennakkoon asetettu tavoite löytää erot ja yhtäläisyydet oppimispäiväkirjoissa. (Sarajärvi ja Tuomi, 2017)

Tutkimuskysymysten erilaisuuden vuoksi suurin osa tutkimustyöstä toteutetaan kirjallisuuden näkökulmasta. Kirjallisuudesta pyritään saamaan selville tietoa siitä, mitä tutkimuksen aiheesta jo tiedetään ja listata tulevaisuuden mahdollisuuksia.

Tutkimusten ensimmäinen vaihe, eli OHSC-opintojakson kysely toteutettiin keväällä 2016, jonka jälkeen vastauksista tehtiin kooste syksyllä 2016. Tutkimuksen toinen vaihe, eli opintojaksolla tehtyjen oppimispäiväkirjojen kooste ja analyysi tehtiin keväällä 2018.

1.3 Työn rakenne

Työn toisessa luvussa käsitellään sulautuvan ja käänteisen opetuksen periaatteita sekä yhteisöllistä oppimista. Tässä luvussa keskitytään myös siihen, että miten nämä toimivat pedagogisina menetelminä kemian opetuksessa. Luvussa käydään läpi kemian kolmea tasoa ja niiden linkittymistä kemian opetukseen. Luvun lopussa esitellään case-tutkimuksessa käytettyä sisällönanalyysia.

Kolmannessa luvussa käydään läpi OpenAccess -liikettä, verkkokursseja ja perehdytään enemmän MOOCeihin. Tässä luvussa käsitellään motivaatioita osallistua MOOCeille ja MOOCeja tarjoaviin organisaatioihin. Luvussa käsitellään myös kemian MOOCeja ja vertaillaan eri palveluntarjoajien MOOCeja toisiinsa.

Luvussa neljä keskitytään TTY:n Kemian ja biotekniikan laitoksen OHSC-opintojakson case-tutkimukseen. Luvussa esitellään ensin opintojaksolle osallistuneille teetetty kysely ja sitten pohditaan sitä, millaista tietoa kysely antaa meille tulevaisuutta ajatellen. Luvussa lisäksi analysoitiin kurssilla tehtyjä oppimispäiväkirja.

Luvussa 5 pohditaan, miten MOOCeja voisi hyödyntää yliopisto-opetuksessa yleisesti ja erityisesti kemian opetuksessa. Tässä luvussa käytetään tietopohjana aiemmissa luvuissa esiteltyä tietoa ja pohditaan aiempien tietojen pohjalta MOOCien käyttöä opetuksessa.

Luku 6 on yhteenveto koko diplomityöstä. Lopussa pohditaan vielä sitä, miten työhön liittyvät tutkimukset onnistuivat. Luvussa myös vastataan alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin teorian ja analyysien pohjalta.

2. TEOREETTINEN TAUSTA

Tässä luvussa käsitellään sulautuvan opetuksen (engl. *blended learning*) käsitettä ja erityispiirteitä. Sulautuvan opetuksen lisäksi luku keskittyy käänteisen opetuksen (engl. *flipped classroom*) erityispiirteisiin ja käyttöön opetuksessa. Lisäksi luvussa käydään läpi yhteisöllistä oppimista (engl. *cooperative learning*) ja käyttöä kemian opetuksessa. Luvun lopussa esitellään case-tutkimuksessa sisällönanalyysiä.

2.1 Sulautuva opetus

Sulautuva opetus on 2000-luvun aikana kehittynyt opetustapa, jossa yksinkertaisimmillaan yhdistetään lähiopetusta ja verkko-opetusta. Sulautuvaa opetusta voidaan toteuttaa reaaliaikaisesti ja jälkikäteen, esimerkiksi Internetissä keskustelupalstan avulla mahdollistettu opettajalta kyselyminen voi olla niin reaaliaikaista kuin ajasta riippumatonta. (Levonen et al., 2009; Joutsenvirta, 2009)

2.1.1 Sulautuvan opetuksen erityispiirteet

Sulautuva opetus on erilaisten opetus- ja opiskeluaktiviteettien yhdistelmä, jossa kontakti- ja verkko-opetustavat toimivat integroituina yhdessä. Tätä sulautumista on esitetty kuvassa 1. Sulautuva opetus ei välttämättä tarkoita, että opetus ja oppiminen tapahtuvat koululuokassa vaan, kuten muitakin opetusmuotoja, sitä voidaan käyttää muun muassa työpaikalla tapahtuvassa oppisopimuskoulutuksessa tai vertaisopetuksessa. (Levonen et al., 2009 s. 16)

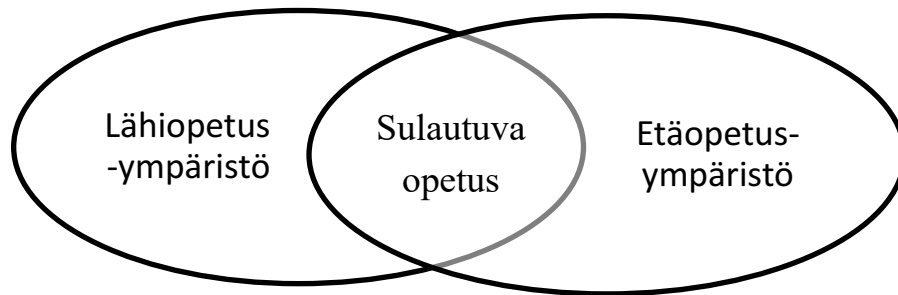
Uusia opetusmuotoja kehitellään jatkuvasti ja sulautuva opetus on yksi tavoista, joilla pyritään mahdollistamaan korkealuokkainen ja joustava opetus sekä oppiminen. Grahamin mukaan (Graham, 2006) sulautuvan opetuksen tavoitteina voidaan pitää seuraavia kolmea

1. Saavuttaa uusia opiskelijoita ja ylläpitää yhteyksiä
2. Opetuksen uudistaminen tieto- ja viestintäteknikan avulla
3. Opetuskäytänteiden muuttaminen

Nämä tavoitteet mielessä pyritään uudistamaan opetusta ottaen huomioon erilaiset oppimisympäristöt, kuten lähioppimisympäristö ja verkko-oppimisympäristö. (Levonen et al., 2009 s. 18)

Grahamin kolmen sulautuvan opetuksen tavoitteen (Graham 2006) voidaan nähdä toteutuvan kemian opetuksessa. Verkko-opetus mahdollistaa opiskelun ja yhteyksien ylläpidon pidempien etäisyyksien päähän, jolloin vierailevaksi luennoitsijaksi voidaan kutsua

esimerkiksi hybridiaurinkokennojen alan asiantuntija. Kun tiedon siirto tapahtuu verkossa tai tietotekniikan avulla, on opetuksen ja varsinkin opetusmateriaalien muokkaaminen helpompaa. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi silloin, kun kehitetään uusi tehokkaampi kemiallinen synteesi, jota yritetään opettaa. Verkko-oppimisympäristö mahdollistaa myös opetuskäytänteiden muuttamisen, sillä esimerkiksi videoilla pystytään näyttämään opiskelijoille vaarallisia kemiallisia reaktioita, joita ei perinteisessä opetuksessa voida demonstroida.



Kuva 1. Vuorovaikutusympäristöjen integroituminen uudeksi oppimisympäristöksi

Sulautuvassa opetuksessa pyritään yhdistämään kaksi perinteisesti erillään olevaa oppimisympäristöä, etäopetusympäristö ja lähiopetuksen ympäristö, kuten kuvassa 1 nähdään. Nämä kaksi oppimisympäristöä tai vuorovaikutusympäristöä integroidaan sulautuvassa opetuksessa kokonaisuudeksi, joka palvelee erilaisia oppijoita paremmin kuin kumpikaan perinteisistä ympäristöistä. Perinteisesti etäopetusympäristössä vuorovaikutus on tapahtunut opiskelijan ja oppimateriaalin välillä ja lähiopetuksessa ihmisten välillä. Sulautuvan opetuksen vuorovaikutusympäristössä opettaja ja opiskelija voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään niin kasvokkain kuin verkossakin. Kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus on lähiopetuksen toimintatapaa, jolloin opiskelija ja opettaja pystyvät käyttämään nopeaa viestintää. Luokkahuone antaa mahdollisuuden sosiaaliseen ja yhdessä tapahtuvaan oppimistilaisuuteen. Verkossa tapahtuva vuorovaikuttaminen puolestaan hyödyntää mahdollisuutta toteuttaa vuorovaikutus ajasta ja paikasta riippumatta. Verkkovuorovaikutus mahdollistaa ideoiden ja tuotosten jakamisen välittömästi, jolloin esimerkiksi opiskelijoiden kesken voidaan jakaa yhteisen ryhmätyön osuudet tai tehdä työ samanaikaisesti samassa dokumentissa. (Joutsenvirta, 2009)

Sulautuvassa opetuksessa pitää huomioida myös se, että vaikka verkko- ja kontaktiopetuksella on paljon hyviä piirteitä ja niiden yhdistämisestä voidaan saada paljon erilaisia hyötyjä, opetusympäristöjä pitää osata käyttää hyödyksi. Hyvien piirteiden hyödyntämisen sijaan on mahdollista, että käytössä ovat vuorovaikutusympäristöjen huonot puolet. Verkkoympäristössä toimiminen mahdollistaa joustavan työskentelyn, mutta toisaalta silloin opiskelijan omalla vastuulla on toiminnan seuraaminen. Verkon välityksellä opiskelu vaatii opiskelijalta niin oman työskentelyn seurantaakin kuin ryhmätyötilanteissa muiden

työn seuraamista. Kasvokkain tapahtuva työskentely mahdollistaa sen, että säännöllisesti tulee seurattua sitä, mitä kukin on tehnyt. Verkkoympäristössä myös sosiaalinen kanssakäyminen jää usein vähemmälle, jolloin muiden henkilöiden kanssa vuorovaikutustaitojen ylläpitämistä ja kehittämistä ei tapahdu säännöllisesti. Vaikka verkkovuorovaikutuksella on kääntöpuolensa, myös kontaktiopetuksesta löytyy huonoja puolia. Koska luokahuoneessa tapahtuva perinteinen opetus on useita erilaisia opiskelijoita yhdistävää, jää usein joku ryhmä luokasta huomioimatta. Tällöin esimerkiksi lahjakkaammat opiskelijat jäävät vähemmälle kontaktiopetukselle, kun opettajan työaika kuluu heikompien opiskelijoiden auttamiseen. Kontaktiopetuksessakin on mahdollista, että opiskelija joutuu itse huolehtimaan omasta oppimisesta. Työskentely-ympäristö toisaalta mahdollistaa sen, että henkilökohtaista apua on saatavilla, vaikka se ei ole koko ajan käytettävissä. (Joutsenvirta, 2009)

Sulautuvaa opetusta voidaan jakaa useilla tavoilla erilaisiin osa-alueisiin. Joutsenvirran analyysit, jotka pohjautuvat Grahamin oppeihin (Graham, 2006), jakavat opetuksen tavoitteet kolmeen kategoriaan:

- Mahdollistava sulauttaminen
- Tehostava sulauttaminen
- Muuntava sulauttaminen

Mahdollistavassa sulauttamisessa tavoitteena on toteuttaa opetusta siten, että se voisi säästää uusia opiskelijoita tai vaihtoehtoisesti huolehtia yhteyksistä verkkoympäristöjen avulla. Tällä sulautuksen metodilla mahdollistetaan se, että verkkoympäristöön voi liittyä oman aikataulun mukaisesti, sen käytettävyys taataan paikasta riippumatta ja vuorovaikutaminen tässä oppimisympäristössä on mahdollista ajasta ja paikasta riippumatta. (Joutsenvirta, 2009)

Tehostavan sulauttamisen tarkoituksena on, että opettaja voi muuttaa opetusmenetelmää, mutta ei radikaalisti muuta opetuksen muotoa. Tämän metodin pohjimmaisena tavoitteena on tehostaa opetusta siten, että verkkoympäristön yhdistäminen opetukseen kehittää opetustasoa muun muassa vuorovaikutuksen tai ryhmätyöskentelyn avulla. Tässä sulauttamisen muodossa tehostetaan oppimista verkkoympäristön avulla vaikuttamatta opettamiseen ja mahdollistetaan aiemmin tavoittamattomissa olevan materiaalin jakaminen verkossa. Tällöin opiskelijoiden yhteisöllisyys kasvaa, kun opiskelua tehdään isommassa ryhmässä ja opettajan rooli muuttuu lähemmäksi ohjaajan roolia. (Joutsenvirta, 2009)

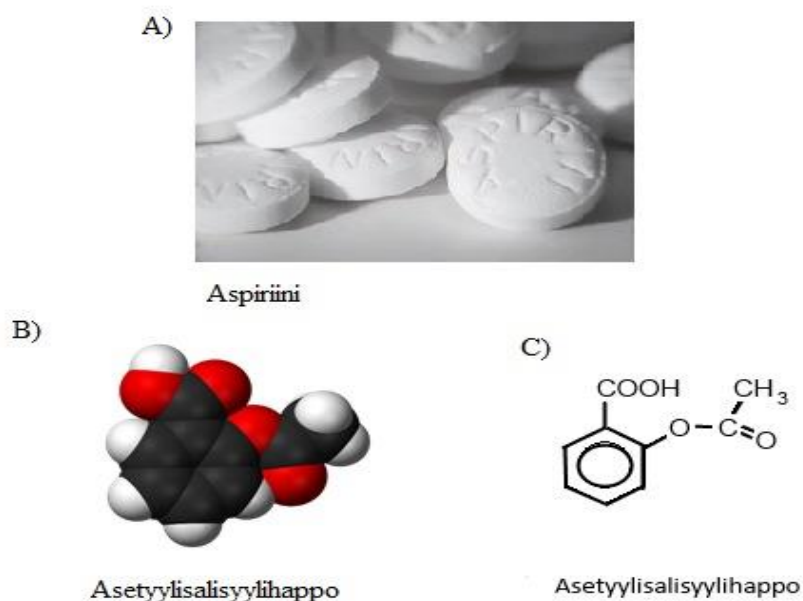
Muuntava sulauttaminen on erilainen kahteen aiempaan verrattuna siten, että tämän metodin pedagogisen muutoksen mahdollistaa verkkoympäristö. Koska suurin osa vuorovaikutuksesta toteutetaan verkkoympäristössä, opiskelijoiden vertaisvuorovaikutus ja yhdessä toimiminen korostuu. Aiemmin opetuksessa tapahtunut luennointi voidaan hoitaa esimerkiksi videoimalla tai verkkotekstillä. Myös opettajan aktiivinen rooli keskustelun ohjaajana siirtyy opiskelijoiden vastuulle. Opiskelijoiden tulee itse ylläpitää keskustelua ja vuorovaikutusta oppimisympäristössä. Tällä metodilla verkkoympäristö vaikuttaa niin

opetukseen kuin oppimiseenkin. Koska verkkoa hyödynnetään niin paljon, on mahdollista toteuttaa erilaista opetusta kuin perinteisessä opetuksessa. (Joutsenvirta, 2009)

2.1.2 Sulautuva opetus kemian opetuksessa

Sulautuvaa opetusta käytetään kasvavassa määrin kaikenlaisessa opetuksessa ja se on myös tulossa suosituimmaksi kemian opetuksessa. Kemian oppiminen tapahtuu kolmella tasolla, jota myös kutsutaan Johnstonen malliksi (Taber, 2013; Milenkovic et al, 2016). Kemian oppimisen kolme eri tasoa ovat 1) makroskooppinen; 2) submikroskooppinen ja 3) symbolinen taso. (Milenkovic et al, 2016) Näitä kolmea tasoa kuvataan kuvassa 2 asetyylisalisyylihapolla, eli kaupalliselta nimeltään aspiriinina.

Makroskooppinen taso käsittää näkemällä, koskettamalla ja haistamalla tapahtuvaa oppimista, submikroskooppinen taso sisältää atomeihin, molekyyliin ja rakenteisiin pohjautuvan oppimisen ja symbolisella tasolla kuvataan kemiaa symboleilla, kaavoilla ja yhtälöillä. Nämä kolme tasoa ovat kemian oppimisen kannalta yhtä tärkeitä ja niiden tarkoituksena on täydentää toisiaan. Kemian oppimisessa suurin ongelma opiskelijoiden joukossa on se, että he eivät erota toisistaan submikroskooppisen ja makroskooppisen tason selitystä. (Stojanovska et al., 2014).



Kuva 2. Asetyylisalisyylihappo esiteltynä kolmella eri kemian tasolla. A) Makroskooppisella tasolla aspiriinitabletissa, B) Submikroskooppisen tason esitys asetyylisalisyylihapon molekyyli 3D-mallina ja C) symbolisen tason kuvaus asetyylisalisyylihaposta. (Kuvaa A mukailtu lähteestä: askelterveyteen.fi)

Puhuttaessa kemian sulautuvasta opetuksesta makroskooppisella tasolla, verkko-opetus ei välttämättä aina sovi oppimisympäristöksi. Videoilla pystytään näyttämään reaktioita ja muuta kemiaan liittyvää materiaalia. Tällä tasolla opiskelijoiden tarkoituksena on oppia

näkemällä, koskemalla ja haistamalla, joten oppiminen vaatii myös lähiopetusta. Kontaktiopetuksessa, esimerkiksi kuvassa 2 olevan aspiriinin tapauksessa, videoilta pystytään näyttämään, miten tabletit valmistetaan ja miten reaktio tapahtuu. Koskettamalla tablettia ja tarkastelemalla sitä konkreettisesti pystyy muun muassa tuntemaan aineen huokoisuuden ja haistamaan tabletin ominaishajun. Lähiopetuksessa opiskelija pystyy muun muassa kokemaan reaktiossa tapahtuvan fyysisen muutoksen niin kuullen, nähden kuin haistaen. Lähiopetuksen etuja kemian opetuksessa ovat myös demonstraatiot luennoilla, nopeat vastaukset ongelmatilanteissa ja teorian kokeellinen havainnollistaminen laboratoriossa. (Stojanovska et al., 2014)

Submikroskooppinen taso on usein kemian opetuksessa käytetty. Atomien ja molekyylien avulla mallinnetaan aineita ja niiden avulla myös selitetään kemiallisia reaktioita. Submikroskooppisella tasolla pystytään selittämään myös aineiden käyttäytymistä, mutta reaktiot on usein helpompi ymmärtää, kun niitä näkee makroskooppisella tasolla. Submikroskooppinen taso on myös verkkoympäristön kannalta oleellinen opetuksen taso. Tietokoneiden avulla pystytään mallintamaan aineiden rakenteita kuvin ja videoin, niin kaksiulotteisesti kuin kolmeulotteisesti, kuten kuvasta 2 nähdään aspiriinin vaikuttava aine, asetyylisalisyylihappo. Koska atomien ja molekyylien näkeminen ei ole mahdollista muun muassa opetustilanteissa, on käytännöllisempää havainnollistaa kemiallisia ilmiöitä, reaktioita ja aineita symbolisella tasolla. (Stojanovska et al., 2014)

Kemian opetuksessa käytettävässä symbolinen taso kuvaa atomien ja reaktioiden kuvaamista symbolein, kaavoin ja yhtälöin. Symbolinen taso on käytössä kemian opetuksessa kaikilla koulutusasteilla johtuen mahdollisesti siitä, että reaktioiden kirjoittaminen symboleilla (kuva 2) kustantaa vähemmän kuin niiden demonstroiminen käytännössä. Symbolinen taso helpottaa myös opetusta ja oppimisen arviointia, sillä kemian osaamisen selvittäminen kokeissa ja tenteissä on helpompaa kirjallisilla tehtävillä, kuin kokeellisella osaamisen todistamisella. (Stojanovska et al, 2014)

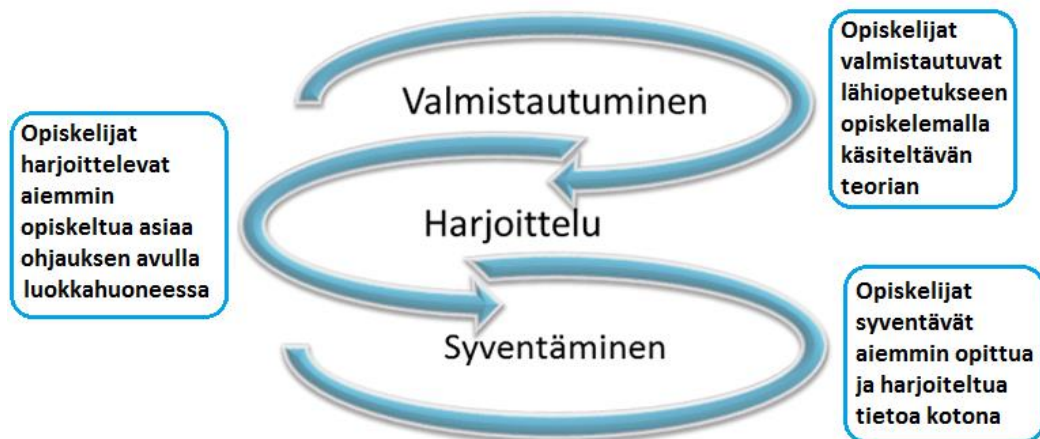
Erilaisten tutkimusten perusteella on todettu, että puolet kemian opetukseen käytetystä ajasta kuluu makroskooppisen tason selittämiseen ja submikroskooppinen sekä symbolinen taso tuodaan opetuksen tueksi vähitellen opetuksen edetessä. Tämä tarkoittaa sitä, että ensimmäiset kontaktit koulussa opiskelijoilla ovat yleensä makroskooppisella tasolla, nähden, haistaen ja tuntien. Opetuksen lisääntyessä tuodaan mukaan kahta muuta tasoa, jolloin pyritään mahdollistamaan kokonaisvaltainen oppiminen. (Milenkovic et al, 2016) Tutkimusten mukaan kolmen tason yhdistäminen toisiinsa lisää käsitteellistä ymmärtämistä, mutta silti näiden kolmen tason keskinäistä linkittymistä ei ole täysin selitetty. (Irby et al, 2018)

2.2 Käänteinen opetus

Käänteisen opetuksen pääperiaate on, että opetusmateriaali käydään läpi luokkahuoneen ulkopuolella itsenäisesti ja sitten oppitunneilla käydään läpi harjoitustehtäviä ja käydään läpi aikaisemmin opiskeltuja asioita. (Bergmann & Sams, 2013)

2.2.1 Käänteisen opetuksen erityispiirteet

Käänteisen opetuksen pedagoginen toimintatapa voidaan jakaa kahteen osaan: kotona tapahtuva teoriaan perehtyminen ja luokkahuoneessa tapahtuva teorian soveltaminen. Perinteisessä opetuksessa oppituntien rakenteeseen kuuluu, että opettaja opettaa asiat opiskelijoille ja opetustapahtuman ulkopuolella opiskelijat perehtyvät asiaan ja kertaavat teoriaa esimerkiksi tehtävien avulla. Käänteisessä opetuksessa opiskelijat opiskelevat teorian kirjallisesta materiaalista tai katsomalla videoita luentoja tai videolta löytyvää opetusmateriaalia luokkahuoneen ulkopuolella. Luokkahuoneessa ryhmässä tapahtuva oppiminen tapahtuu tehtävien tai muun aktiviteetin avulla. Tämän jälkeen tapahtuu mahdollisesti vielä kotona tiedon syventämistä. (Bergmann & Sams, 2013) Käänteisen opetuksen prosessi on kuvattu kuvassa 3.



Kuva 3. Käänteisen opetuksen prosessi

Käänteisen opetuksen tarkoituksena on, että opiskelijat tutustuvat materiaaleihin etukäteen, jolloin oppitunnit muuttuvat etukäteen opitun materiaalin tiedon syventämiseen ja ongelmien ratkaisemiseen. Perinteisesti opiskelijat ovat opettajajohtoisesti opiskelleet luokkahuoneessa aiheita teoreettisesti ja luokkahuoneen ulkopuolella kotitehtävinä suorittaneet tehtäviä, jotka usein ovat todella hankalia osalle. Koska kotitehtävien tekeminen perinteisessä opetuksessa on yksilön aktiivista toimintaa, se ei tue oppimista parhaalla mahdollisella tavalla, varsinkaan silloin kun tehtävät ovat vaikeusasteeltaan hankalia. Käänteisen opetuksen etuna onkin, että yksin tehtävä aktiivinen opiskelu vaihdetaan teh-

tävien tekemisestä teorian opiskeluksi ja sitten ryhmässä tapahtuva aktiivinen aika käytetään tehtävien tekemiseen ja muuten teorian syvällisempään ymmärtämiseen. (Seery, 2015)

Käänteisen opetuksen yleistyessä on tehty tutkimuksia kognitiivisesta kuormitusteoriasta. Kognitiivisen kuormitusteorian mukaan opiskelijalla on rajallinen työmuistin määrä ja rajallinen kykeneväisyys prosessoida tietoa opetuksen aikana. Tästä syystä osa opetuksesta saattaa jäädä ymmärtämättä, mikä vaikeuttaa jatkossa asioiden ymmärtämistä. Teoria tukee käänteisen opetuksen konseptia, sillä kun vähennetään kognitiivista kuormittavuutta, opiskelijan on helpompi järjestellä ja käyttää työmuistiaan juuri siihen, mihin sitä sillä hetkellä eniten tarvitaan. Kun opiskelijalla on mahdollisuus tutustua luentojen tai oppitunnin materiaaleihin etukäteen ja luokkahuoneessa tapahtuva oppiminen käsittelee aiemmin läpikäytyä materiaalia, on opiskelijan helpompi oppia. Tällainen työskentelytapa myös palvelee yksilöllisiä oppijoita hyvin, sillä kun opiskelijat käyvät itsenäisesti läpi oppimateriaaleja, he pystyvät tekemään sen juuri itselle parhaiten sopivalla tahdilla ja tavalla. Käänteinen opetus siis vähentää kognitiivista kuormittavuutta ja auttaa opiskelussa. (Seery, 2015)

Kognitiivisen kuormitusteorian lisäksi käänteisen opetuksen toisena kehyksenä voidaan pitää sosiaalista konstruktivismia. Tämän kehyksen pääpiirteinä ovat, että opiskelijat oppivat asiat yksilöllisten ja sosiaalisten prosessien avulla. Tässä teoriassa opiskelijoiden sosiaaliset kontaktit vaikuttavat oppimiseen. Esimerkiksi ryhmätyöpohjaiset keskustelut ja työt kuuluvat opetukseen. Lev Vygotskyn opiskelijakeskeisen oppimisen teorian mukaan opiskelijoiden sosiaalinen kanssakäyminen vaikuttaa oppimiseen siten, että enemmän osaavat opettavat heitä, jotka eivät osaa niin hyvin. Tällöin sosiaalinen kanssakäyminen luokassa lisääntyy ja opiskelijat pääsevät parantamaan omaa sosiaalista toimintaansa ja itseopitun kertaamista. Kun opiskelija ensin itse opiskelee jonkin asian ja sitten myöhemmin opettaa sitä vielä toiselle opiskelijalle, hänen oma kertaamisensa vahvistaa itseopittua tietämystä. (Mooring et al., 2016)

2.2.2 Käänteinen opetus kemian opetuksessa

Käänteistä opetusta kemiassa tulee myös käsitellä kemian kolmen tason kautta. Makroskooppisen tason oppiminen tapahtuu näkemällä ja koskettamalla, joita pystytään toteuttamaan käänteisen opetuksen lähiopetusvaiheessa. Kun opiskelijat ensin tutustuvat teoreettiseen materiaaliin ja sitten tämän jälkeen pääsevät tutustumaan konkreettisesti kyseiseen asiaan, pystytään kokeellisen puolen avulla parantamaan opiskelijoiden entuudestaan saamaa teoreettista osaamista. Makroskooppinen taso on käänteisessä opetuksessa helppo toteuttaa, sillä opiskelijat opiskelevat ensin teoreettisen puolen tulevista kokeellisista järjestelyistä. Tällöin heidän ei tarvitse yrittää keksiä, miksi koejärjestelyssä tapahtuu kyseinen reaktio, vaan he osaavat käyttää opittua teoriaa selittääkseen sen. (Stojanovska et al., 2014)

Submikroskooppinen taso, eli atomien ja molekyylien tasolla tapahtuva kemia on haasteellista osoittaa lähiopetuksessa. Tämä pystytään osoittamaan ball and stick -mallilla, jossa eri atomit kuvataan erivärisillä palloilla ja atomit yhdistetään toisiinsa tikuilla, jotka kuvaavat atomien välisiä sidoksia. Submikroskooppisen tason haasteina on se, että vaikka opiskelijat opiskelevat asiat kotona etukäteen, he eivät välttämättä pysty kehittämään lähiopetuksen avulla riittävää osaamista siitä, miten atomien ja molekyylien avulla pystytään selittämään kemiallisia ilmiöitä. Koska tällä tasolla liikutaan niin pienissä osissa kemiallista koostumusta, teorian näyttäminen konkreettisesti on haastavaa. Opettaja pystyy näyttämään erilaisten opetusvälineiden avulla, mitä ilmiössä tapahtuu, mutta lähinnä opiskelijoiden tietämystä pyritään syventämään opettajan oman osaamisen kautta. (Stojanovska et al, 2014)

Symbolisella tasolla ei ilmene samanlaisia ongelmia kuin submikroskooppisella tasolla. Symbolisen tason tarkoituksena on saada opiskelijat ymmärtämään kemiaa reaktioyhtälöiden, symbolien ja kaavojen muodossa. Koska opiskelijat pystyvät opiskelemaan näitä etukäteen, voidaan lähiopetusaika käyttää reaktioiden demonstroimiseen. Tällöin opiskelijoilla on mahdollista syventää teoreettista osaamista konkreettisesti kuten makroskooppisella tasolla. Kun ohjaaja voi vastata opiskelijoiden kysymyksiin ja lisätä teoreettista osaamista ja lisäksi kokeellisesti osoittaa teorian tapahtuvan käytännössäkin, on opiskelijoiden helpompi sisäistää tietoa. (Milenkovic et al, 2016 ja Irby et al, 2018)

Käänteisen opetuksen paras puoli kemian opetuksessa on se, että opiskelijat opiskelevat teorian omalla ajallaan, jolloin lähiopetusaika voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen. Tilanteen seurauksena on se, että opiskelijoille jää paremmin aikaa ymmärtää opiskeltava asia kemian kolmella eri tasolla. Koska makroskooppinen, submikroskooppinen ja symbolinen taso ovat aina yhteydessä toisiinsa, on opetuksessakin huomioitava, että opiskelijat ymmärtävät näiden tasojen merkityksen ja yhteyden toisiinsa. Jotta asian voisi ymmärtää, on pystyttävä näkemään reaktioyhtälö niin konkreettisenä tapahtumana, paperilla esitettynä reaktioyhtälönä ja esimerkiksi pallotikku -mallilla esitettynä. (Stojanovska et al, 2014 ja Mooring et al, 2016) Tutkimusten mukaan, kun opiskelija ymmärtää kolmen tason yhteyden, hän pystyy paremmin yhdistämään tietoa kokonaisuuteen. (Milenkovic et al, 2016)

2.3 Yhteisöllinen oppiminen

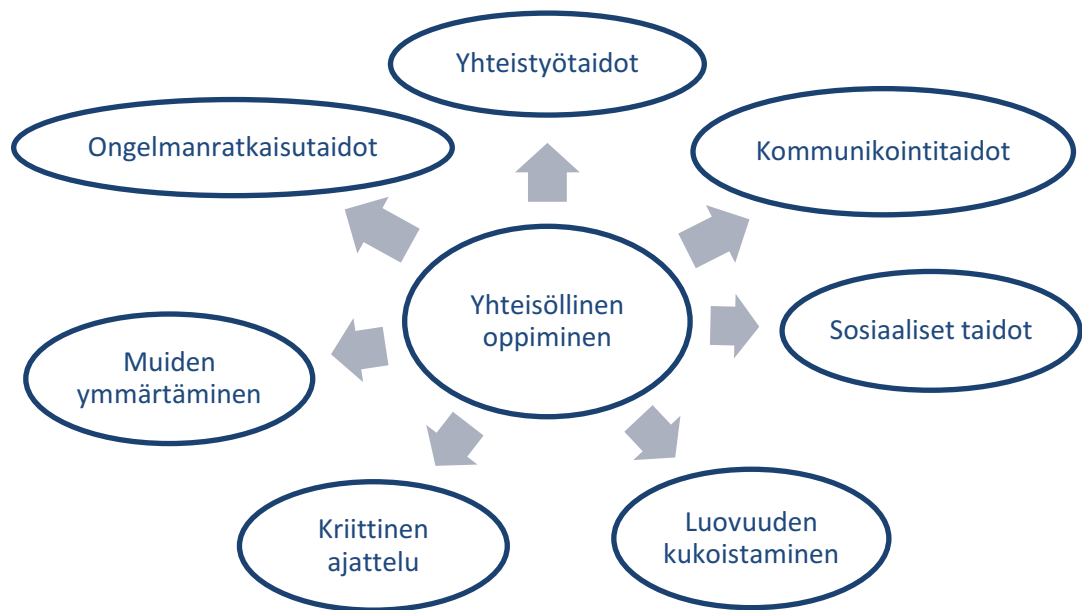
Perinteistä opetustapaa kutsutaan opettajakeskeiseksi lähestymistavaksi. Nimitys kuvaa suoraan sitä, kuinka opettaja tekee suurimman osan työstä luennoilla ja oppitunneilla. Tällöin opiskelijoiden tavoitteena on kontaktiopetuksen aikana oppia mahdollisimman hyvin käsiteltävä asia ja sitten muulla ajalla tutustua aiheeseen esimerkiksi annettujen tehtävien avulla. Koska opetusaika käytetään asioiden opetteluun, opiskelijat eivät joudu esittämään omaa tietämystään käsiteltävästä aiheesta, jolloin he usein osallistuvat kontaktiopetukseen valmistautumatta aiheeseen. Opettajakeskeisen opetuksen yhtenä ongel-

mana on se, että opettajien taidot vaihtelevat huomattavasti ja tämä myös suoraan vaikuttaa opiskelijoiden mahdollisuuksiin oppia aihetta. (Munir, et al., 2018) Koska opettajat ovat yksilöitä, on tärkeää huomioida opettajan kyvyt opettaa asioita erilaisilla opetusmenetelmillä. (Alias et al., 2018)

Opettajakeskeisen lähtökohdan lisäksi opetusta toteutetaan myös oppilaskeskeisellä lähestymistavalla. Oppilaskeskeistä lähestymistapaa käytetään muun muassa käänteisessä opetuksessa ja yhteisöllisessä oppimisessa. Oppilaskeskeisen lähestymistavan tarkoituksena on, että opiskelijat työskentelevät joko yksilöinä tai ryhminä saavuttaakseen oppimistavoitteet. Kun opiskelijat työskentelevät ryhmässä, puhutaan yhteisöllisestä oppimisesta. Yhteisöllistä oppimista voi toteuttaa oppituntien aikana tai niiden ulkopuolella, mutta sen pääpiirteenä on, että opiskelijat jakavat tietojaan toisilleen järjestelmällisessä ympäristössä. Yhteisöllisen oppimisen aikana opettajan rooli eroaa perinteisestä opetustyylistä. Opiskelijoiden toimiessa ryhmänä opetustavoitteiden saavuttamiseksi, opettajan tehtävänä on stimuloida ja rohkaista opiskelijoita oikeaan suuntaan ja olla tarvittaessa tukena. (Munir et al., 2018) Tämä voi tarkoittaa sitä, että opettaja on etukäteen antanut opiskelijoille itsenäisesti ryhmässä suoritettavan tehtävän, jonka tarkoituksena on valmistaa opiskelijat ratkaisemaan aina vain vaativampia tehtäviä. Yhteisöllisen oppimisen pienryhmätyöskentelyn avulla pystytään kehittämään interaktiivista ongelmanratkaisukykyä (Canelas, et al., 2017), sosiaalisia taitoja, kuten itsevarmuutta kasvokkain tapahtuvassa kanssakäymisessä ja muiden mielipiteiden hyväksymisessä (Alias et al., 2017), kriittistä ajattelua ja kommunikaatiotaitoja (Munir et al., 2018). Yhteisöllisen oppimisen metodi mahdollistaa opiskelijoiden luovuuden kukoistamista ja heidän omien ideoidensa tuomista keskusteluun, jolloin he myös oppivat paremmin ymmärtämään muita opiskelijoita. (Alias et al., 2017) Kun opiskelijat toimivat itsenäisenä ryhmänä, opettajalle jää enemmän aikaa oppilaiden kehittymisen seuraamiseen ja käytettäessä vertaisarviointia, opettajan oma työtaakka arviointien osalta pienenee. (Munir et al., 2018)

Yhteisöllistä oppimista on tutkittu jo vuodesta 1995, jolloin selvitettiin sitä, kuinka yhteisöllinen oppiminen parantaa insinööriopiskelijoiden ryhmätyöskentelytaitoja. Erilaisissa tutkimuksissa yhteisöllisestä oppimisesta on havaittu, että opiskelijat työskentelevät enemmän, kun kyseessä on ryhmätyö, joka vaikuttaa myös muiden menestykseen. On myös havaittu, että naispuoliset opiskelijat hyötyvät yhteisöllisestä opiskelusta enemmän kuin miespuoliset opiskelijat. Tämän vuoksi on ehdotettu, että yhteisöllistä oppimista pitäisi käyttää enemmän insinööriopiskeluissa, sillä ala ollut aina miesvaltaista ja tämä oppimistapa voisi parantaa naispuolisten opiskelijoiden itseluottamusta. (Munir et al., 2018) Kuvassa 4 on esitetty yhteisöllisen oppimisen opiskelijoille tuomia etuja. Metodien tutkimuksia on tehty myös opettajien näkökulmasta ja Alias et al., julkaisivat tuloksia opettajille kohdistetusta kyselystään vuonna 2017. Näiden tulosten mukaan opettajat ovat havainneet, että yhteisöllinen oppiminen lisää heikoilla opiskelijoilla oppimisen tasoa ja toimii tehokkaana oppimisstrategiana luokkahuoneessa. Yhteisöllisen oppimisen avulla op-

piminen ei riipu pelkästään opettajasta vaan opiskelijoille annetaan juuri sopivasti vastuuta omasta oppimisesta, jolloin he myös työskentelevät sen eteen. Vaikka opettajien mielestä menetelmä vaatii enemmän kontrollia kuin perinteinen opetus, he kokevat olevansa itsevarmoja käyttääkseen menetelmää omassa opetuksessaan. Menetelmän ongelmina tutkimuksessa nousi ilmi muun muassa opetussuunnitelman aikarajoitukset ja koulujen materiaali puutteet. Vaikka monet opettajat haluaisivat toteuttaa menetelmää opetuksessaan, koulun rajalliset resurssit esimerkiksi audiolaitteiden suhteen vaikeuttavat opetusta. Opettajat kokivat menetelmän kuitenkin positiivisena, vaikka se vaatii enemmän sitoutumista. Kyselyyn vastanneiden opettajien mielestä he haluaisivat käyttää yhteisöllistä oppimista myös siksi, että se parantaa opiskelijoiden saavutuksia ja auttaa heitä tulemaan paremmiksi ihmisiksi. (Alias et al., 2017)



Kuva 4. Yhteisöllisen oppimisen opiskelijoille tuomia etuja. (Kuvaa on mukailtu lähteistä Alias et al, 2017; Candelas et al, 2017 ja Munir et al, 2018)

Yhteisöllisen oppimisen erilaisia etuja voidaan pitää merkittävänä yleisesti opetuksessa, mutta yhteisöllistä oppimista voidaan hyödyntää myös kemian opetuksessa. Kemian opetuksessa voidaan käyttää useita erilaisia opetusmuotoja, kuten ryhmätyöskentelyä. Ryhmätyöskentely kemian opiskelussa voi käsittää niin teoriaopiskelua kuin laboratoriotyöskentelyä. Työskenneltäessä ryhmässä opiskelijat usein kokevat tietynlaista ryhmäpaineita, jonka ansiosta opiskelijat tekevät enemmän töitä yhteisen hyvän saavuttamiseksi. Ryhmätyöskentelyn suurimpana etuna on, että pystytään hyödyntämään eri opiskelijoiden erityisosaamiset. (Candelas et al, 2017)

Vaikka yhteisöllisen oppimisen eduista kemian opiskelussa on tehty vain hieman tutkimusta, on havaittu, että yhteisöllisellä oppimisella on vaikutusta myös kemian opiskelussa. Warfa havaitsi tutkimuksissaan, että yhteisöllinen oppiminen antaa parempia tu-

loksia kemian opiskelusta. Tutkimuksessa huomattiin myös, kuinka maantieteellisellä sijainnilla oli vaikutusta oppimistuloksiin. Warfan mukaan turkkilaisilla yhteisöllinen oppiminen tuotti parempia tuloksia kuin yhdysvaltalaisilla. Maantieteellisen sijainnin vaikutuksen syistä ei kuitenkaan vielä ole saatu selvyyttä. (Warfa, 2016)

2.4 Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi on tutkimusmenetelmä, jonka tarkoituksena on tuottaa uusittavissa olevia ja valideja päätelmiä tekstistä tai käsiteltävästä materiaalista. Tekniikkana sisällönanalyysi on opittavissa oleva ja eroteltavissa tutkijan henkilökohtaisesta mielipiteestä. Sisällön analyysi ei ole tieteellinen tutkimusmenetelmä, mutta se pystyy antamaan uusia näkemyksiä ja lisäämään tutkijan ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä. (Krippendorff, 2004)

Sisällönanalyysiä voidaan käyttää laadullisessa ja määrällisessä tutkimuksessa. Laadullisessa tutkimuksessa se toimii analysointimenetelmänä ja määrällisessä tutkimuksessa avointen vastausten analysoinnin työkaluna. Yleisesti sisällönanalyysi soveltuu dokumenttien analysointiin, kun vaaditaan tutkijan objektiivisuutta. Sisällönanalyysiä voidaan käyttää induktiivisesti tai deduktiivisesti. Induktiivisesti analysoitaessa tutkija etenee aineiston mukana ja deduktiivisessa analyysissä aineistosta etsitään sopivia asioita ennakkoon kerätyn tiedon perusteella. (Kyngäs et al., 2011) Induktiivista sisällönanalysointia käytetään yleensä silloin, kun tutkittavasta ilmiöstä ei ole juurikaan aikaisempaa informaatiota, ja deduktiivista sisällönanalyysiä käytetään teorioiden testaukseen ja pyrittäessä saamaan tuloksia teoreettista tietoa pohjustamaan. (Elo & Kyngäs, 2008)

Sisällönanalyysin potentiaali laadullisen tutkimuksen analysointimenetelmänä on lisääntynyt menetelmän yleistyessä. Menetelmä määrittellään sisällön subjektiivisena tutkimusmenetelmänä, jolla voidaan järjestelmällisesti tulkita tekstidataa ja tunnistaa erilaisia malleja ja teemoja. Sisällönanalyysi kuvataan tekniikkana, jonka painotus on siinä, mitä teksti pyrkii viestimään. (Rossi et al, 2014) Menetelmän tavoitteena on muodostaa laaja ja tiivistetty kuvaus tutkittavasta ilmiöstä sekä selittää analysoitavaa aineistoa tämän kuvauksen avulla (Elo & Kyngäs, 2008).

3. MOOCIT OPETUKSESSA

Koulutuksen taso on ollut tutkimusten aiheena jo useita vuosikymmeniä ympäri maailman. Koska alun perin vain osalla väestöstä oli mahdollista kouluttautua yliopistotasolla, Open Access -aate on yleistynyt monissa paikoissa muutaman viime vuosikymmenen aikana. Open Accessin periaatteena on mahdollistaa tutkimustiedon jakaminen kaikille. Open Access ja avoimen yliopiston periaatteet ovat mahdollistaneet myös MOOCien käytön opetuksessa. (Hiidenmaa, 2013)

MOOCien käyttäminen alkoi vuonna 2008, jolloin niitä järjestivät muutamat vanhat suuret yliopistot. Ensimmäiset MOOCit olivat tietotekniikkaan liittyviä kursseja. Kurssien tarkoituksena oli antaa kaikille tietotekniikasta kiinnostuneille mahdollisuus opiskella yliopistotasolla opiskelutaustasta riippumatta. MOOCit nousivat suureen suosioon siitä syystä, että ne tarjoavat paikasta ja ajasta riippumatta kaikille samat mahdollisuudet opiskella ja kehittää itseään. (Clarke, 2013)

3.1 Open Access ja verkkokurssit

Verkkokurssien ja avoimien massakurssien pohjana voidaan pitää Open Movementia. Jo 1990-luvulta lähtien Open Access -liikehdintä on mahdollistanut tutkimusjulkaisujen avoimen jakamisen. Kyseinen ilmiö vakiinnutti asemansa vuoden 2003 Berliinin julkilausuman (*Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*) jälkeen. (Hiidenmaa, 2013) Monet organisaatiot ovat allekirjoittaneet julkilausuman ja siten luvanneet mahdollistaa tieteellisten julkaisujen avoimen saatavuuden organisaationsa osalta. Muun muassa Suomen yliopistojen rehtorien neuvosto on allekirjoittanut julkilausuman. (Holopainen et al., 2014)

Open Access-julkaistu teksti on vapaasti kaikkien luettavissa, kopioitavissa ja linkitettävissä kokotekstimuodossa. Avoimesti saatavilla oleva teksti mahdollistaa tekstin ja sen sisältämän tutkimustiedon saatavuuden suuremmalle yleisölle ilmaiseksi. Open Access -tekstit voidaan jakaa erilaisiin kategorioihin. Yleisimmät ovat vihreä ja kultainen kategoria. Vihreän kategorian julkaisut ovat rinnakkaistallennettuja artikkeleita, jotka on tallennettu esimerkiksi yliopiston omaan tietokantaan tarkistuksen jälkeen. Kultaisen kategorian julkaisut ovat Internetissä tieteenalakohtaisissa arkistoissa julkaistuja artikkeleita. (Hiidenmaa, 2013)

Open Access -aatteen ja avoimesti julkaistavien tekstien myötä akateemisissa piireissä haluttiin toteuttaa avointa opetusta. Avoimen opetuksen rajoitukset, kuten maksullisuus, osaamisvaatimukset ja sijainti, aiheuttavat rajoitteita osallistumiselle, mikä on avoimen opetuksen periaatteita vastaan. Useissa maissa on pyritty mahdollistamaan opetusta ja koulutusta koko kansalle ja muun muassa Pohjoismaissa ja Suomessa maksuton koulutus

mahdollistaa tasa-arvoisen koulutuksen yhteiskuntaluokasta riippumatta. Kapkaupungissa, Etelä-Afrikassa, laadittu Kapkaupungin julkilausuma (engl. *Cape Town Declaration*), on vaatimus siitä, että organisaation pitää mahdollistaa tasa-arvoinen pääsy koulutukseen. (Hiidenmaa, 2013) Tämän lausunnon on allekirjoittanut jo yli 2600 henkilöä ja 297 organisaatiota, mukaan lukien SPARC (*the Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition*) Europe, jonka tavoitteena on tuoda Open Accessia tunnetummaksi ja mahdollistaa kaikille tasa-arvoiset mahdollisuudet tutustua tutkimusmateriaaleihin. (SPARC Europe, 2018) Avoimen yliopiston tarjoaman opetuksen avulla kuka tahansa pystyy kurssimaksuja vastaan suorittamaan korkeakoulutason kursseja. Yliopistojen tutkimuksen, taiteen ja opetuksen vapauden mukaan yliopistot voivat tarjota avointa yliopisto-opetusta muun perusopetuksensa lisäksi. (Finlex, 2009)

Open Access, tutkimustulosten avoin jakaminen ja tiedon digitalisoiminen ovat mahdollistaneet koulutuksen toteuttamisen Internetin välityksellä. Tietoverkkojen kehittyminen ja jatkuvasti kehittyvä opetustarjonta mahdollistavat opiskelun yli valtioiden rajojen (Hiidenmaa, 2013). Verkkokurssien sisällöt ja niiden käyttö on lisääntynyt 2000-luvun aikana, mutta edelleen opiskelu näillä kursseilla koetaan vaikeaksi. Koska verkkokurssien tarkoituksena on toteuttaa aiemmin luokkahuoneessa tapahtuva opetus Internetin välityksellä, voi henkilökohtaisen ohjauksen saaminen olla haaste. Kun opettaja tai tuutori ohjaa kursseille osallistujia vain verkossa, on ongelmatilanteiden ratkaiseminen osittain kömpelöä ja vaatii useita viestejä henkilöiden välillä. Verkkokurssien käyttöönotossa tärkeää on käyttöjärjestelmä ja se, että opiskeluun tarkoitettu materiaali pystytään toteuttamaan muodossa, jossa se saavuttaa opiskelijat. Verkkokursseilla sosiaalinen kanssakäyminen muiden opiskelijoiden välillä on myös haasteellista, sillä keskustelut verkon välityksellä eivät toimi yhtä hyvin kuin kasvotusten. (Brahimi & Sariete, 2015)

Vuorovaikutus on verkkokursseilla eniten ongelmia tuova ominaisuus. Koska verkossa tapahtuvassa opetuksessa opettajan rooli voi olla häilyvä, vaaditaan niin kurssin osallistujilta kuin opettajalta jatkuvaa yhteistyötä ja vuorovaikutusta monella eri tasolla. Perinteinen opetus mahdollistaa jatkuvan kasvokkain tapahtuvan kanssakäymisen, mutta verkko-opetuksessa opiskelijat eivät tapaa toisiaan tai opettajaa säännöllisesti. Tällöin heidän on huolehdittava tiedonkulusta enemmän kuin perinteisessä opetuksessa. Verkko-ohjauksessa opettajalla on neljä erilaista roolia, jotka ohjaavat opettajan omaa toimintaa verkkokursseilla:

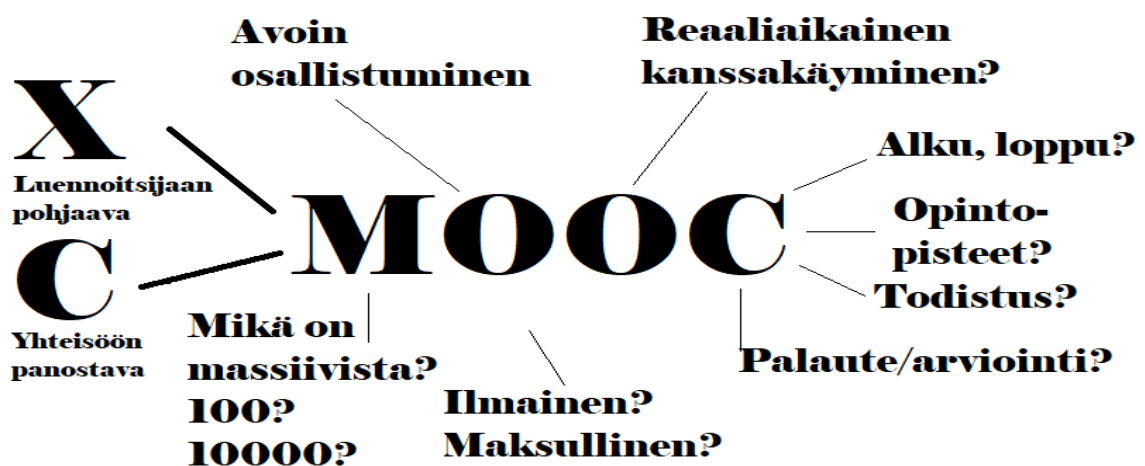
1. Pedagoginen rooli, jossa opettajan tarkoituksena on helpottaa opiskelijan oppimista ja ohjata verkkotoimintaa siten, että oppimistavoitteet täyttyvät.
2. Sosiaalinen rooli, joka liittyy palautteen ja neuvojen antamiseen sekä sosiaalisen oppimisympäristön rakentamiseen.
3. Hallinnollinen rooli, eli opettaja huolehtii opiskelijoiden keskinäisen vuorovaikutuksen ylläpidosta ja aikataulusta
4. Tekninen rooli, minkä päätehtävänä on mahdollistaa opiskelijoille paras mahdollinen työskentely-ympäristö tekniikan osalta.

Näiden roolien pohjalta opettaja pyrkii ylläpitämään ja kehittämään verkkokursseja sekä toteuttaa opiskeluympäristö, jossa opiskelija pystyy verkossa suorittamaan opintojaan perinteisen opetuksen sijaan. (Pirttimäki, 2004)

Verkkokursseja tarjoavat niin yliopistot kuin erilliset palveluntarjoajat. Verkkokurssien rinnalle on noussut myös erilaisia opetusvideoita tarjoavat organisaatiot, jotka ovat joko kaupallisia tai voittoa tavoittelemattomia. Voittoa tavoittelemattomista palveluntarjoajista tunnetuin lienee Khan Academy. Khan Academy tarjoaa opetusvideoita laajalta alalta eri tyyppisiin tarkoituksiin ja organisaatiolla on monia tunnettuja yhteistyökumppaneita, kuten NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), The Museum of Modern Art ja MIT. Kyseisellä organisaatiolla opetustarjontaa löytyy niin matematiikasta, tieteestä ja tekniikasta, ohjelmoinnista, taiteesta sekä taloudesta. Opetus tapahtuu videoilla ja erilaisilla testeillä, joiden avulla käyttäjän on tarkoitus syventää tietojaan valitusta aiheesta. (Khan Academy, 2018) Khan Academy voidaan lukea verkkokurssitarjoajiin, mutta koska opetus ei tapahdu kurssimuotoisesti, ei se ole MOOC-tarjoaja.

3.2 MOOCien erityispiirteet

Viimeisen kymmenen vuoden aikana opiskelusta massiivisilla verkkokursseilla on tullut ilmiö. MOOCit ovat suurimmalta osin ilmaisia kursseja, joiden tarkoituksena on saada ihmiset opiskelemaan uusia asioita tai syventämään omaa tietämystään. Koska kurssit ovat massiivisia, ei opetushenkilökunta pysty vastaamaan jokaisen opiskelijan kysymyksiin henkilökohtaisesti. Tämä opetustapa aktivoi opiskelijat itsenäiseen tai ryhmissä tapahtuvaan oppimiseen. (NY Times 2012)



Kuva 5. MOOCien vaihtoehdot ja niihin liittyviä kysymyksiä (muokattu lähteestä: poetsandquants.com)

MOOC termin jokainen kirjain kuvaa kyseisten kurssien ominaisuuksia. Tätä on pyritty havainnollistamaan kuvassa 5. Ensimmäinen kirjain M (massive) kuvaa MOOCien massiivista kokoa. Osallistujamäärää ei yleensä ole rajoitettu, jolloin kurssilla voi olla useita

tuhansia osallistujia. MOOCissa ensimmäinen O (Open) viittaa kurssin avoimeen luonteeseen. MOOCien avoimuuden perustana on se, että osallistujien määrää tai oikeutta ei ole rajattu opiskelutaustan tai minkään muunkaan vuoksi. Vaikka monet MOOCit ovat ilmaisia, jotkut palvelun tarjoajat kuitenkin vaativat lisämaksun kurssin suorittamisesta saatavasta todistuksesta. Toinen O (Online) kuvaa kurssien verkkosuoritusta. Kaikki kurssimateriaalit ovat Internetissä palveluntarjoajan sivuilla ja sitä kautta kurssille rekisteröityneiden käyttäjien saatavilla. C (course) viittaa kurssimuotoisuuteen. Tämä tarkoittaa, että kurssilla on alku- ja loppuaika ja ennalta määritellyt tavoitteet. (Zheng et al., 2015)

3.2.1 MOOCien päätyypit

MOOC kurssit voidaan jakaa ominaisuuksiensa mukaan eri ryhmiin, mutta niillä on kaksi päätyyppiä, jotka ovat xMOOC ja cMOOC. Molemmat näistä käsittävät MOOCien perusluonteet eli massiivisuuden, avoimuuden ja verkossa tapahtuvan oppimisen kurssimuotoisesti, mutta erona on se, miten opetus on järjestetty ja vuorovaikutusyhteydet muodostuvat. (Hiidenmaa, 2013)

Päätyypeistä xMOOC, jossa x tulee sanasta jatkettu (extended), on enemmän luennoitsijan varaan rakentunut. Tarkoituksena on houkuttaa opiskelijoita omien alojensa asiantuntijoiden luennoilla, joiden lisäksi opiskelijat tekevät eri tyyppisiä tehtäviä itsenäisesti. xMOOCeilla opiskelijat ovat vuorovaikutuksessa opettajan kanssa. cMOOC on konnektivistinen MOOC. Konnektivismissa periaatteina on, että oppiminen tapahtuu verkossa, jossa oppija toimii omatoimisesti, kerää tietoa ja jakaa sitä muille. cMOOCeilla siis vuorovaikutus tapahtuu opiskelijoiden välillä, kun he jakavat samaansa tietoa muiden opiskelijoiden kanssa. (Bartolomé & Steffens, 2015)

MOOCien lisäksi on olemassa osittain samoilla periaatteilla toimivia kursseja. Nämä kurssit ovat pieniä yksityisiä verkkokursseja (*SPOC, Small Private Online Courses*), joilla rajoitetaan siis osallistujien määrää ja taustaa. SPOCien liikeidea toimii eri tavalla kuin MOOCien, sillä yksityisyyden vuoksi ne voidaan järjestää maksullisiksi kursseiksi. SPOCit tukevat käänteisen opetuksen periaatteita ja tämän vuoksi niistä keskustellaan usein MOOCien yhteydessä. (Bartolomé & Steffens, 2015)

3.2.2 Motivaatio osallistua MOOCille

Zheng ja kumppanit ovat tehneet tutkimuksia muun muassa opiskelijoiden motivaatioista ja käyttäytymisestä MOOCeilla. MOOCeille osallistutaan monesta eri syystä, mutta suurimpia motivaatioita ovat 1) Nykyisten taitojen täydentäminen, 2) Työn vaatima lisäkoulutus, 3) Tulevaisuuteen valmistautuminen, 4) Uteliaisuuden tyydyttäminen ja 5) Ihmisiin tutustuminen. Eri motivaatioihin liittyvät omat syyt sille, miksi osallistutaan ja miten se vaikuttaa suorittamiseen. (Zheng et al., 2015)

Nykyisten taitojen täydentämisen motivaatio johtuu yleensä siitä, että monet opiskelijat kokevat paineita selviytyä koulutuksesta parhailla mahdollisilla arvosanoilla ja aina he eivät saa kaipaamansa tasoista opetusta omassa koulussaan. Myöskin ylimääräisten kursien ja aihealueiden tietämys koetaan tärkeänä elämän nivelvaiheissa, kuten esimerkiksi yliopistohakua edeltävä ylimääräinen opiskelu. (Zheng et al., 2015)

Monissa ammateissa työntekijä joutuu lisäkouluttautumaan, jotta hän pysyy kehittyvän yhteiskunnan mukana omalla alallaan. Tällöin esimerkiksi kemian alan tietämyksen syventäminen ja uusien asioiden opiskelu mahdollistaa etenemistä tyouralla. Koska tiede kehittyä jatkuvasti ja MOOCit pyrkivät uutena opetus- ja opiskelumuotona pysymään uusien tutkimusten tasolla, sopivat ne erittäin hyvin työntekijöiden lisäkoulutuksiin joustavuutensa vuoksi. (Zheng et al., 2015)

Tulevaisuuteen valmistautuminen liittyy usein tarpeeseen tehdä hyvä vaikutus tulevaan työntajaan tai pyrittäessä johonkin tiettyyn opiskelupaikkaan. Työllistymisen kannalta MOOCit ovat hyvä tapa kasvattaa omaa tietopankkia, sillä niiden suorittaminen ei ole sidottu tiettyyn ajanjaksoon elämässä vaan kuka tahansa voi osallistua niille taustasta riippumatta. Koulupaikan saamiseksi monet osallistuvat MOOCeille, jotta voivat suorittaa jotakin tiettyä aihetta, joka mahdollisesti auttaa tulevissa opinnoissa. Esimerkiksi itsenäisesti opiskeltuna kemian osa-alueiden opiskelu saattaa parantaa hakijan mahdollisuuksia menestyä pääsykokeissa. (Zheng et al., 2015)

Uteliaisuuden tyydyttäminen MOOCien avulla on yksi motivaatioista osallistua kursseille. Koska nykyään MOOCeja on niin monelta eri alalta, halukkailla on hyvät mahdollisuudet päästä syventämään tietoja juuri itselle mielenkiintoisimmasta aiheesta. Kurssin ei tarvitse liittyä omaan työhön tai harrastukseen, sillä MOOCien avoimen luonteen vuoksi kuka tahansa voi osallistua ja opiskella juuri tiettyä aihetta, josta haluaa lisätietoa. (Zheng et al., 2015)

Viimeisenä motivointina Zheng ja muut esittivät uusiin ihmisiin tutustumisen. MOOCille osallistutaan monista eri syistä, mutta yleensä ne keräävät samasta asiasta kiinnostuneita henkilöitä yhteen ja mahdollistavat näin uusiin ihmisiin tutustumisen ympäri maailmaa. Esimerkiksi organisaatiosta kemiasta kiinnostunut henkilö Australiasta voi osallistua MOOCille ja siten tavata saksalaisen opettajan, joka on syventämässä omaa tietämystään. (Zheng et al., 2015) MOOCien käyttöalustat on myös usein suunniteltu siten, että osallistujat pystyvät keskustelemaan keskenään ja opiskelemaan kurssin asioita yhteistyössä. (Bonk, 2010)

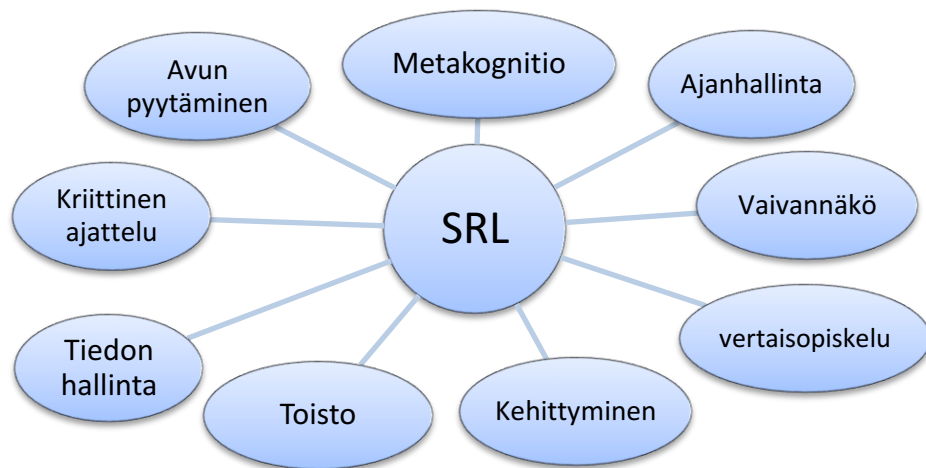
3.3 Oppimisen itsesäätely

Monet ovat kritisoineet MOOCien erityispiirteitä: vapaata osallistumista sekä laajaa jakaumaa opiskelutaustan ja motivaatioiden osalta. MOOCeille osallistujilla on omat mo-

tivaationsa osallistua kursseille, suorittaa kurssit tai vain opiskella itsenäisesti ilman suoritusavoitteita. Littlejohn et al. ovat tehneet tutkimusta siitä, miten osallistumismotivaatiot vaikuttavat opiskeluun MOOCeilla. Tutkimuksessa keskityttiin erilaisiin motivaatioihin ja siihen, että miten oppimisen itsesäätelytaidot (SRL, self-regulated learning) vaikuttavat MOOCien suorittamiseen. (Littlejohn, 2016) SRL on prosessi, jossa oppija asettaa itselleen tavoitteen, johon hän pyrkii säätelemällä omaa toimintaansa ja käyttäytymistään. (Kontturi, 2016)

Oppimisen itsesäätelyä on tutkittu ensin verkkokurssien ulkopuolella, jolloin havaittiin kolme vaihetta: ennakointi, suorittaminen ja itsereflektio. Jokaiseen vaiheeseen pystytään nimeämään lisäksi erilaisia pienempiä prosesseja. Verkkokursseja käsittelevissä tutkimuksissa on huomattu SRL:n ja akateemisten saavutusten välillä oleva yhteys. (Littlejohn, 2016)

Oppimisen itsesäätelyä on tutkittu tavoitteena löytää yhteys opintomenestyksen ja erilaisien itsesäätelystrategioiden välillä. Itsesäätelyn strategioita on esitetty olevan yhdeksän ja ne ovat esitettynä kuvassa 6. (Broadbent & Poon, 2015)



Kuva 6. Oppimisen itsesäätelyn strategiat (Lähde: Broadbent & Poon, 2015)

Metakognitio (*Metacognition*) tarkoittaa opiskelijan ajattelun hallintaa, jonka seurauksena hän esimerkiksi palaa epäselviin kohtiin materiaalissa uudelleen ymmärtääkseen ne paremmin. Ajanhallinnassa (*Time management*) suunnitellaan opiskelu ja tehtävät parhaalla mahdollisella tavalla. Vaivannäkeminen (*Effort regulation*) kuvataan opiskelijan kykyä pyrkiä parhaaseensa, vaikka aihe ei olisikaan itsestä mielenkiintoinen. Vertaisopiskelu (*Peer learning*) kuvaa opiskelijoiden välistä yhteistyötä oman oppimisen edistämiseksi. Kehittyminen (*Elaboration*) tarkoittaa tässä kontekstissa kykyä yhdistää jo aiemmin saatua tietoa uuden informaation kanssa. Toistolla (*Rehersal*) tarkoitetaan opiskelumateriaaliin tutustumista, kuten videoluentojen katsomista yhä uudelleen. Tiedonhallinta (*Organisation*) tarkoittaa sitä, miten saatua tietoa pitäisi käsitellä ja käyttää. Kriittinen ajattelu (*Critical thinking*) tarkoittaa materiaalien ja niiden lähteiden luotettavuuden

varmistamista. Avun pyytäminen (*Help seeking*) viittaa opiskelijan mahdollisuuteen ottaa ongelmatilanteissa yhteyttä opettajaan tai muuhun kurssihenkilöstöön. (Broadbent & Poon, 2015)

Tutkimusten mukaan edellä esitetyt strategiat eivät verkko-opetusympäristössä vaikuta oppimiseen yhtä paljon kuin perinteisessä opetuksessa. Kuitenkin on huomattu, että niin perinteisessä kuin verkko-opetuksessa opiskelijat, jotka harjoittavat ajanhallintaa, vaivanäköä, kriittistä ajattelua ja metakognitiota, menestyvät paremmin korkeakoulussa. Neljää edellä mainittua strategiaa enemmän vaikutusta opintoihin on kuitenkin vertaisopiskelulla. Kun siirrytään perinteisestä opetuksesta verkko-opetukseen, kuten MOOCeihin, opiskelijat eivät harrasta jatkuvaa sosiaalista kanssakäymistä opetuksen kautta. Tällöin he hakeutuvat itse omiin opintopiireihin, joissa he pääsevät opiskelemaan kasvatustensa toistensa kanssa. Koska perinteisessä opetuksessa opetus tapahtuu kasvatustensa opiskelijoiden ja opettajan välillä, ei vertaisopiskelulla ole havaittu olevan yhtä suurta vaikutusta oppimisen kannalta. (Broadbent & Poon, 2015)

3.4 MOOCit osana opetusta

MOOCeja voidaan käyttää opetuksessa monilla eri tavoilla MOOCien luennot ovat usein palveluntarjoajasta riippuen erittäin laadukkaita ja alan asiantuntijoiden luennoimia. Näiden luentojen turvin pystytään lupaamaan osallistujille laadukasta opetusta ja tiedonjakoa. MOOCeja voidaan käyttää opettajan pitämien luentojen sijaan pääasiallisena tiedonsiirtotapana. Opiskelijat pystyvät valitsemaan itse ajan, jolloin he katsovat luennot ja sen mukaan aikatauluttamaan omaa opiskeluaan. MOOCeissa luentojen ohelle on usein harjoitustehtäviä, jotka tulevat tiettyjen periodien välillä opiskelijoiden tehtäväksi. Tässä toimivat myös keskeisessä roolissa vertaisoppiminen, jolloin opiskelijat toimivat ryhmänä opiskellessaan kyseistä aihetta. Pedagoginen menetelmä tällä tavalla toimittaessa, mikä myös kuvaa muun muassa Courseran toimintamallia, on käänteinen opetus, josta löytyy lisätietoa luvussa 2.2. (Hiidenmaa, 2013)

3.4.1 Luennot

Pääasiassa MOOC-kursseilla on yleensä muutamia minuutteja kestävä luennot, joiden avulla osallistujien on tarkoituksena lisätä tietoaan kyseisestä aiheesta. Luentojen toteuttamiseen eri organisaatiot toimivat eri tavoin. Monilla luennot toimivat lyhyinä videoina kurssisivustolla, mutta jotkut hyödyntävät muun muassa YouTuben alustaa pitämällä videot salaisina muulle yhteisölle, jolloin vain kurssille osallistuvat henkilöt saavat linkin luentoihin.

Luentojen suorittaminen tapahtuu kurssilla tietyissä osioissa. Eli käytännössä kurssille osallistuva opiskelija näkee ennalta määritetyn ajan tietyt luennot, jonka jälkeen hän suo-

rittaa muut luentoihin liittyvät osiot ja sitten siirtyy seuraavaan osioon. Tällaisenaan luennointimuoto antaa opiskelijalle mahdollisuuden valita itse luentojen katsomisajat ja sen mukaan mahdollistaa parhaimman mahdollisen oppimisympäristön. (Hiidenmaa, 2013)

3.4.2 Yksilö- ja ryhmätehtävät

Monilla palveluntarjoajilla on luentojen lisäksi oppimisalustallaan tehtäviä liittyen luentoihin. Tehtävät saattavat olla luentojen yhteydessä interaktiivisena osana luentoa tai sitten erillisinä tehtävinä, jotka opiskelijan on tarkoituksena tehdä luennot katsottuaan. Luentojen aikaisten tehtävien tarkoituksena on varmistaa, että opiskelija keskittyy opetukseen ja sisäistää opetetun asian, mutta useimmiten niitä ei tarvitse saada hyväksytysti läpi, jotta voisi läpäistä kurssin.

Luentojen jälkeen suoritettavien tehtävien tarkoituksena on myös varmistaa, että opiskelija on ymmärtänyt teorian, mutta nämä ovat usein pakollisia suoritusmerkinnän tai todistuksen kannalta. Tehtävät toimivat suurimmaksi osaksi samalla tavalla kuin luennot, eli ne aukeavat osallistujille tiettyyn aikaan luentojen ohelle ja niitä pystyy suorittamaan tietyn ajan. (Coursera, 2018) Monet kurseille osallistuvat eivät tee tehtäviä ollenkaan, sillä suuri osa MOOCeille osallistuvista ihmisistä ei osallistu kurssisuorituksen vuoksi vaan pelkästään sivistääkseen itseään. (Littlejohn, 2015) Kurssin asian sisäistämisen kannalta harjoitustehtävät toimivat hyvin, sillä teoreettisen osaamisen lisäksi monet kurssit opettavat asioita, joita pitäisi pystyä hyödyntämään myös käytännössä.

Aiemmin kuvatut tehtävät toimivat yksilötehtävinä, joiden tarkoituksena on saada selville yksilön oppimat asiat. MOOCeja suoritetaan pääosin itsenäisesti, mutta niitä voidaan hyödyntää myös ryhmätyöskentelyssä. Ryhmätyöskentelylle on paljon mahdollisia käyttöalustoja mukaan lukien Google Docs, wikisivut ja Yahoo Groups. (Bonk, 2010) Ryhmätyöskentelyä voidaan toteuttaa esimerkiksi blogikirjoituksilla tai luentopäiväkirjoina. Myös luentojen katsominen ryhmässä lisää sosiaalista vuorovaikutusta muuten yksilön toimintaa painottavilla kursseilla. (Hiidenmaa, 2013)

3.5 Kemian MOOCit

MOOCien kehittyessä ja MOOCien kategorioiden lisääntyessä kemian alan MOOCien määrä ja sisältöjen laajuus kasvaa. Kemian alan MOOCeja löytyy niin perustason kemiasta tutkimusalojen rajoja ylittäviin kursseihin. Esimerkiksi edX:n valikoimasta löytyy MOOC, jonka aiheena on ”Taidemateriaalit ja taiteen säilömisen kemia”. (edX, 2018) MOOCien aiheiden moninaisuus näkyy muun muassa tutkimuksessa, jossa Li et al laskivat edX:n ja XuetangX:n aihealueittain. Näiden kahden palveluntarjoajan valikoimasta 10,11 % kuuluu biologia, kemia ja lääketiede –osioon. (Li et al, 2017)

Kemian alan MOOCit eivät aiheiltaan vaihtele juurikaan riippuen palveluntarjoajasta. Kursseja löytyy perustason kemiasta jatkotason kursseihin, orgaanista kemiaa, kvanttikemiaa, spektroskopiaa, rikostekniikan kemiallisia menetelmiä, biokemiaa ja lääkekemiaa. Liitteessä 1 on esitetty FutureLearnin ja edX:n kemian alan MOOCit taulukoituna. Liitteestä näkee, kuinka laajalta alueelta kemian alan MOOCeja on ja kuinka paljon tarjonta riippuu organisaatiosta (FutureLearn, 2018; edX.org, 2018). Vaikka eri palveluntarjoajilla on saman aihealueen kursseja, ovat suoritusmenetelmät ja sisällöt erilaisia. Esimerkiksi kolme suurta palveluntarjoajaa Coursera, edX ja FutureLearn kaikki tarjoavat lääkekemiaan liittyvää kurssia, mutta jokaisella suoritustavat ovat hieman erilaiset, kuten nähdään taulukosta 1 (Coursera, edX, FutureLearn, 2018). Taulukon tiedoista huomataan, kuinka eri palveluntarjoajien kurssisisällöt vaihtelevat niin määrällisesti kuin sisällöllisesti. Esimerkiksi noin kolme viikkoa kestävä Courseran kurssi Lääkekehitys sisältää vain muutaman aihealueen, kun taas FutureLearnin Lääkkeiden tiede sisältää useita erilaisia aihealueita, joihin perehdytään kurssin aikana. (Coursera, FutureLearn, 2018)

Taulukko 1. *Kemian MOOC-kurssien vertailua*
(Lähde: Coursera, edX, FutureLearn)

	Coursera	edX	FutureLearn
Kurssin nimi	Drug Development	The Molecular Basis of Drug Discovery	The Science of Medicines
Kesto	noin 3 viikkoa	7 viikkoa	6 viikkoa
Suoritus aika	3-4 tuntia / viikko	6-8 tuntia / viikko	3 tuntia / viikko
Suoritustapa	luennot, testi 5-6 luennon välein	-	luennot, testejä vertaisarviointitehtäviä
Hinta	Ilmaiset luennot, kurssimaksu muihin materiaaleihin	Ilmainen, 50 € todistuksen kanssa	Ilmainen 64 € todistuksen kanssa
Sisältö	Säännöstely, kliiniset tutkimukset, alan mielipiteet, uusien lääkkeiden käyttöönotto	Entsyymien aktiivisuuden mittaaminen, lääkkeiden puoliintumisajan mallintaminen, aineenvaihdunnan ennustaminen, biologisesti aktiiviset molekyylit, molekyylien muokkaaminen turvallisiksi ja tehokkaiksi lääkkeiksi	Kemoterapia ja syöpäsolut, kinaasien inhibiittorien toiminta, syöpähoidot, neljä tärkeintä lääketieteellistä kuvaustekniikkaa, metallien lääketieteelliset ominaisuudet, kuvaantamistekniikkaan liittyvä eetisyys

Kemian alalla MOOCien käyttöä yliopistokurssien sijaan, varsinkin analyttisen kemian osalta, on kritisoitu. Koska MOOCien ominaisuuksiin kuuluu Internetin välityksellä tapahtuva opetus ja itsenäinen työskentely, ei pystytä sanomaan, onko kaikki osallistujat

varmasti katsoneet kaikki luennot ja tehneet kaikki tehtävät, joita kurssille kuuluu. On ehdotettu, että MOOCeja voisi käyttää osana yliopistokurssien suorittamista, mutta MOOCin ei uskota riittävän vakuuttamaan opiskelijan osaamista kurssin aihepiiristä. Kemian kokeellisen luonteen vuoksi MOOCeja ei pidetä perinteisen yliopisto-opetuksen vertaisena. Vaikka MOOCit ominaispiirteidensä vuoksi mahdollistavat joustavan opiskelun, muun muassa Leito et al. eivät usko MOOC-opiskelun riittävän täysivaltaiseen ymmärrykseen varsinkaan yliopistotasolla. (Leito et al, 2015)

3.6 MOOCit maailmalla

MOOCit ovat kehittyneet viimeisen kymmenen vuoden aikana. Vuonna 2008 Dave Cormier ja Bryan Alexander käyttivät ensimmäisen kerran termiä MOOC kuvatessaan kursseja, joka järjestettiin Manitobassa, Kanadassa. (Hiidenmaa, 2013 ja Brahimi & Sariete, 2015) Vuoteen 2017 mennessä noin 58 miljoonaa opiskelijaa on osallistunut ainakin yhdelle MOOCille. MOOCit ja niiden tarjoajat ovat sijoittuneet ympäri maailmaa, kuten Intiaan, Yhdysvaltoihin, Espanjaan, Kiinaan ja Iso-Britanniaan. (Class Central, 2017 ja Brahimi & Sariete, 2015) Viisi suurinta MOOCien tarjoajaa on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Viisi suurinta MOOCien tarjoajaa ja niiden kotimaat vuonna 2017
(lähde: Class Central)

MOOCin tarjoaja	Rekisteröidyt käyttäjät	Maa
Coursera	30 miljoonaa	Yhdysvallat
edX	14 miljoonaa	Yhdysvallat
XuetangX	9,3 miljoonaa	Kiina
Udacity	8 miljoonaa	Yhdysvallat
FutureLearn	7,1 miljoonaa	Iso-Britannia

3.6.1 Yhdysvallat

Yhdysvaltalaiset yliopistot ovat olleet ensimmäisiä MOOCien tarjoajia ja vuonna 2012 Stanfordin yliopistossa perustettiin kaksi eri palveluntarjoajaa Udacity ja Coursera. Udacity keskittyy lähinnä tekoälyyn ja tietotekniikkaan, kun taas Courseran valikoimasta löytyy MOOCeja monilta eri aloilta. Udacity jää Courseran taakse myös osallistujamäärien vuoksi, sillä Udacityn kursseille on osallistunut noin 8 miljoonaa opiskelijaa ja Courseran kursseille noin 30 miljoonaa vuoteen 2017 mennessä. Tämän jälkeen muutkin yliopistot aktivoituivat verkko-opetuksen kanssa, minkä seurauksena vuonna 2012 MIT aloitti Harvardin (*Harvard University*) kanssa yhteistyön luodakseen voittoa tavoittelemattoman edX:n, jolla oli ollut yli 10 miljoonaa käyttäjää vuoteen 2017 mennessä. (Class Central, 2017)

Courseran toimintaa ylläpidetään lähinnä lahjoituksilla. Se tarjoaa suurimman osan kursseista ilmaiseksi. Kuitenkin halutessaan suorituksistaan todistuksen, osallistujan pitää maksaa siitä sertifiointimaksu. Courseran kurssitarjonnan alueita ovat datatiede, liiketoiminta, tietotekniikka, elämäntiete, kielitiede, tietojenkäsittely, biotiede, matematiikka ja logiikka, fysikaaliset ja insinööritieteet, yhteiskuntatieteet sekä taiteet ja humanismi. Courseran toiminnassa on mukana yli 160 yhteistyökumppania 28 maassa ja heidän kurssitarjonnassa on noin 2800 erilaista kurssia. Courseran yhteistyökumppaneihin kuuluu muun muassa IBM, California Institute of Technology (*Caltech*) ja (ISC)² (*International Information System Security Certification Consortium*). (Coursera, 2018)

Udacity on toinen Stanfordin yliopistolta lähtöisin oleva MOOCien tarjoaja. Sen kurssikategoriat keskittyvät lähinnä tietotekniikkaan ja tekoälyihin. Kategorioita ovat muun muassa Android, Tekoälyt, Mobiiliapplikaatioiden kehitys ja Virtuaalitodellisuus. Udacityn kursseille on osallistunut yli 160 000 opiskelijaa yli 190 maasta. Organisaation tavoitteena on antaa mahdollisuus kenelle tahansa lisätä omaa tietämystään, valmistautua työhönsä ja kouluttautua omalla alallaan. (Udacity, 2018)

edX on MIT:n ja Harvardin vastaava organisaatio, jonka kurssitarjonnassa, kuten Courseralla, eri alat ovat erittäin laajasti edustettuina. Kurssikategorioita on 30 ja niihin kuuluvat niin fysiikka, kemia ja matematiikka kuin terveys ja hyvinvointi, etiikka, opettaminen ja opettajien kouluttaminen sekä arkkitehtuuri. edX:llä on kolme tavoitetta: 1) Lisätä kaikille kaikkialla mahdollisuuksia osallistua korkeatasoiseen opetukseen, 2) Tehostaa opetusta ja oppimista kampuksella ja verkossa sekä 3) Edistää opetusta ja oppimista tutkimuksen avulla. Organisaatiossa on opiskelijoita yli 14 miljoonaa, kursseja yli 1900 sekä yli 120 yhteistyökumppania, joihin kuuluu muun muassa Princeton, Oxfordin yliopisto ja Caltech. (edX, 2018)

3.6.2 Aasia

Aasian MOOC-tarjonnasta vastaavat pääasiassa Intia, Kiina, Japani, Korea. (Class Central, 2017) Aasialaisista MOOCien tarjoajista kiinalainen XuetangX on kaikista tunnetuin (taulukko 1) ja yli yhdeksän miljoonan rekisteröidyn käyttäjän tilastolla organisaatio on suurimpien MOOCien tarjoajien joukossa. XuetangX:n tarjonnasta löytyy yli 200 yhteistyökumppania ja yli 1000 erilaista kurssia. Organisaatio tarjoaa ilmaisen tutustumisen toimintaansa, mutta mikäli käyttäjä haluaa suorittaa enemmän kursseja, pitää hänen rekisteröityä maksulliseksi käyttäjäksi. (XuetangX, 2018)

Muita MOOCien tarjoajia Aasiassa ovat muun muassa kiinalaiset CNMOOC, Chinese MOOCS, University of China MOOC ja Zhihuishu, japanilaiset Gacco, Fisdome, Open Learning ja JMOOC, intialaiset SWAYAM ja NPTEL sekä K-MOOC (Korea). Aasialaiset MOOCien tarjoajat tekevät yhteistyötä useiden eri yliopistojen kanssa ympäri maailmaa ja monilla on kursseja niin maan omalla kielellä kuin englanniksikin. (Class Central, 2017)

3.6.3 Eurooppa

Euroopassa MOOCit yleistyivät vasta 2013 vuoden aikana, kun Britannian avoin yliopisto (*Britain Open University*) perusti oman foorumin FutureLearn. FutureLearn pyrkii toiminnassaan keskittymään asiakaspalveluun enemmän kuin yhdysvaltalaiset kilpailevat organisaatiot. (Hiidenmaa, 2013) Organisaation kursseille pystyy osallistumaan kuka tahansa ja palvelun kautta voi suorittaa kokonaisen tutkinnon. FutureLearn tarjoaa kursseja kolmessatoista eri kategoriassa, joita ovat muun muassa historia, kielet ja kulttuuri, oikeustiede, opettaminen sekä opiskelutaidot. Hieman yli neljän vuoden aikana FutureLearn on saanut yli 7,5 miljoonaa osallistujaa kursseilleen ja sillä on yli 144 yhteistyökumppania, kuten Uppsalan yliopisto (*Uppsala university*), UCL (*University College London*) ja Melbournen yliopisto (*University of Melbourne*). (FutureLearn, 2018)

Euroopassa MOOCeja tarjoavia palveluita on muutamia, mutta FutureLearn on kaikista tunnetuin. Muita MOOCien tarjoajia ovat Miríanda X (Espanja), France Université Numérique (Ranska), EduOpen (Italia), Federica.eu (Italia), European Multiple MOOC Aggregator, OpenHPI (Saksa), Open Education opednedu.ru (Venäjä) ja Prometheus (Ukraina). (Class Central, 2017)

3.6.4 Suomi

Suomessa MOOCeja on tuottanut eniten Helsingin yliopisto, jonka valikoimasta löytyy useita eri kursseja, jotka on esitetty liitteessä 2. Liitteestä 2 löytyy myös Helsingin yliopistossa aiemmin suoritettut MOOCit. Listasta nähdään, että myös kemiaa opetetaan MOOCeilla. Kurssia ”Molekyylimallinnus kemian opetuksessa” mainostetaan kemian opettajien jatkokoulutukseksi, sillä kurssilla opetellaan käyttämään MarvinSketch-ohjelmistoa, joka on valittu sähköisten kemian ylioppilaskirjoitusten mallinnusohjelmistoksi. (”Molekyylimallinnus kemian opetuksessa”, 2018)

Helsingin yliopistolla järjestettiin kevään 2018 aikana Ohjelmoinnin MOOC – 2018 ilmainen verkkokurssi. Opiskelijoilta ei edellytetty ennakkotietoja ohjelmoinnista ja kurssin suorittamalla oli mahdollisuus saada opinto-oikeus Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen opintoihin. Opinto-oikeuden hakeminen edellytti kurssin suorittamista aikataulutettuna ja osallistumista näyttökokeeseen. (mooc.fi, 2018)

4. TAPAUSTUTKIMUS

Tampereen teknillisen yliopiston kemian ja biotekniikan laitoksella järjestettiin keväällä 2016 opintojakso *Organic and Hybrid Solar Cells (OHSC)*, jossa yhtenä opetusmuotona oli MOOC –luennot Courseran kautta. OHSC-opintojakson oppimistavoitteena oli, että kurssin suorittuaan opiskelija osaa selittää orgaanisten aurinkokennojen toimintaperiaatteen, luetella orgaanisten ja hybridiaurinkokennojen komponentit sekä selittää niiden toimintaperiaatteet. Lisäksi opiskelija osaa mitata aurinkokennon suoritustehon ja karakterisoida mitattua kennoa laskemalla parametreja mittausrvoista. Opiskelija osaa kuvata aurinkokennon vakauteen vaikuttava tekijöitä ja tunnistaa uusimmat kehitykset sekä tulevaisuuden kehityssuunnat orgaanisten ja hybridiaurinkokennojen tutkimuksessa. Opintojakson kurssiesite, jossa oppimistavoitteet on esitelty, on esitetty liitteessä 3.

Opintojakson suoritusjärjestelyt koostuivat useasta eri osasuorituksesta. Opintojakso koostui orgaanisten aurinkokennojen luennoista (MOOCin luennot), joihin kuului myös kurssin järjestäjän tekemiä tehtäviä, ryhmäkeskusteluja ja oppimispäiväkirjoja luennoista, laboratoriotyö, jossa valmistettiin aurinkokenno ja mitattiin sen tehokkuutta, hybridiaurinkokennojen luento Tampereen teknillisellä yliopistolla sekä lisäksi aurinkokennoihin liittyvien artikkelien pohjalta tehty esitys ja yhteenveto parityönä. Orgaanisia aurinkokennoja koskevat luentotalenteet olivat saatavilla tietyllä ajanjaksolla Internetin välityksellä Tanskan teknillisestä yliopistosta. Opintojaksolle osallistui 13 henkilöä ja kaikki osiot järjestettiin englanniksi.

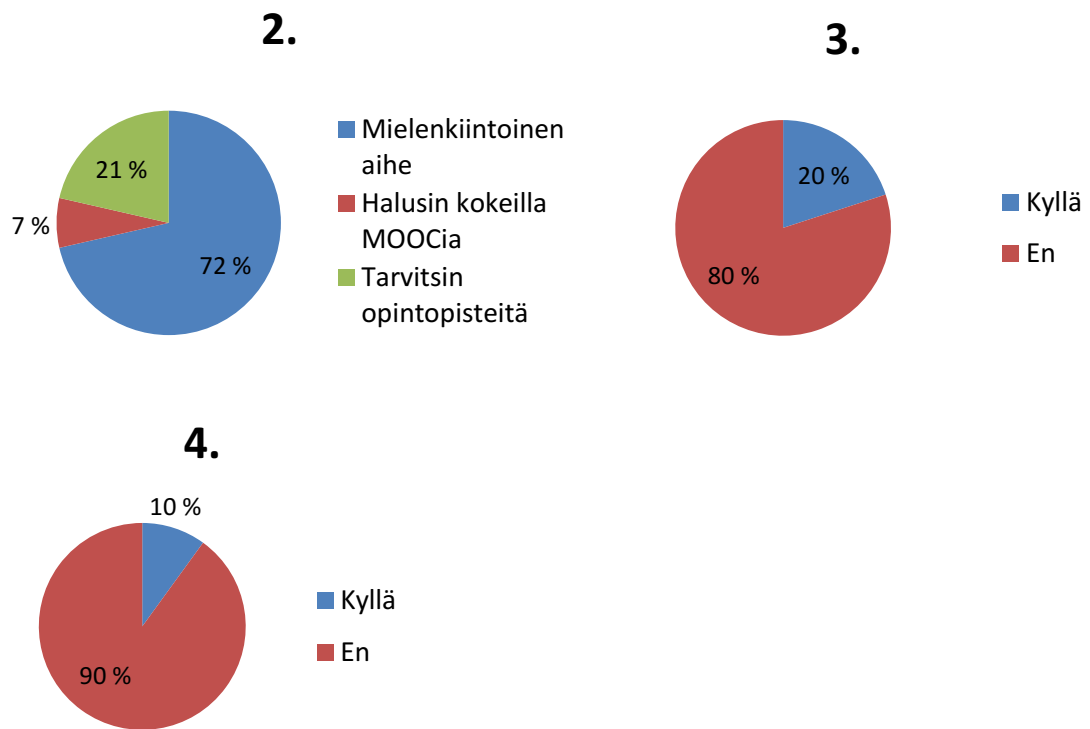
Tässä luvussa käsitellään OHSC-opintojaksolla toteutettua kyselyä MOOCeista ja MOOC-luennoista tehtyjä oppimispäiväkirjoja. Kyselyn avoimia vastauksia ja oppimispäiväkirjoja käsitellään sisällönanalyysia mukailten. Sisällönanalyysia on esitelty luvussa 2.4 Sisällönanalyysi.

4.1 Organic and Hybrid Solar Cells -kysely

Opintojaksolla toteutettiin kysely (Liite 4) opintojaksolle osallistuneille. Kysely toteutettiin anonyymisti englanniksi. Vastauksia käytetään opetuksen kehittämiseen Tampereen teknillisen yliopiston Kemian ja biotekniikan laboratoriossa sekä tässä diplomityössä.

Kyselyn alussa oli neljä kysymystä, joilla kartoitettiin vastaajien taustoja. Kyselyyn vastasi kymmenen opiskelijaa, joista puolet oli tutkinto-opiskelijoita ja loput jatko-opiskelijoita. Vastanneista 80 % ei ollut kuullut MOOCeista aiemmin ja vain yksi oli osallistunut aiemmin MOOCille. Lisäksi suurin osa osallistujista oli osallistunut opintojaksolle mielenkiintoisen aiheen vuoksi. Kysyttäessä syytä osallistua opintojaksolle, muutama osallistuja valitsi useamman vaihtoehdon, jonka seurauksena kysymyksen 2 vastaustenmäärä

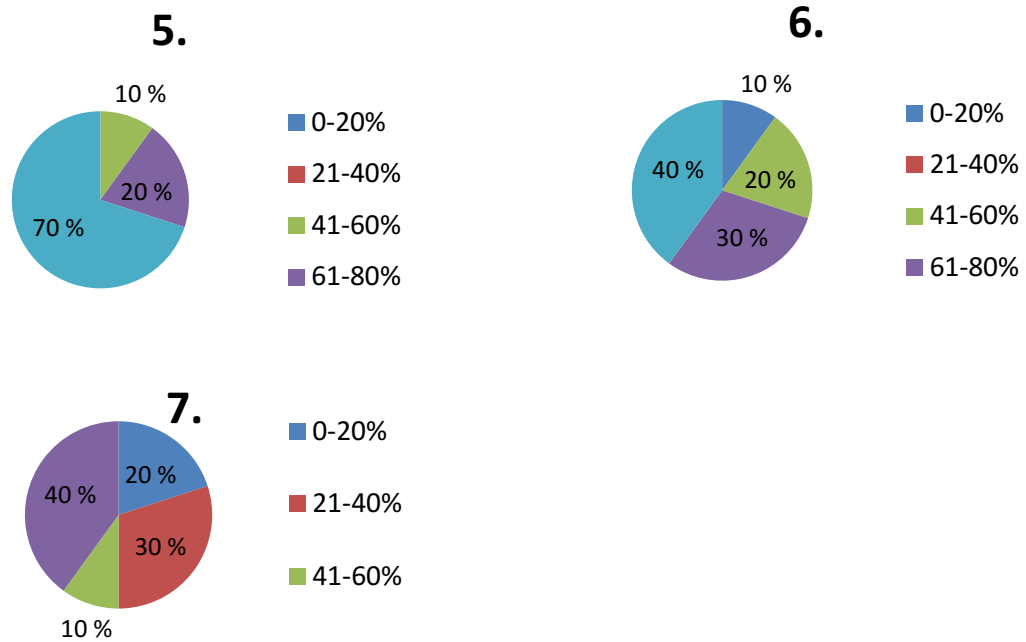
on suurempi kuin muiden kysymysten. Kysymysten 2-4 vastausten jakautuminen on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Yleisten kysymysten vastaukset. 2. Miksi osallistuit kurssille? ($n=14$), 3. Tiesitkö ennen kurssia, mitä MOOC tarkoittaa? ($n=10$), 4. Oletko joskus osallistunut MOOCille? ($n=10$)

Seuraava osa kyselyä koski MOOCin osioihin osallistumisen määrää. Vastausten jakaumat ovat esitettyinä kuvassa 8. Vastanneista 70 % katsoi melkein kaikki luennot, kun taas annettua lisämateriaalia ei lukenut kokonaan yksikään vastanneista. MOOC -lentojen lisäksi Courseran Internet-sivuilla oli mahdollista tehdä testejä, joiden tarkoituksena oli seurata osallistujien oppimista. Kyselyyn vastanneista melkein kaikki tekivät yli puolet testeistä.

Kyselyssä oli myös avoimien kysymysten osuus, jossa kysyttiin mielipiteitä MOOC – luennoista osana opintojaksoa, opintojakson hyviä puolia ja sitä, miten vastaaja parantaisi opintojakson toteutusta. Näiden kysymysten tarkoituksena oli kerätä osallistujien mielipiteitä kurssin järjestelyistä, mutta myös saada vastauksia opetuksen kehitystä varten. Avoimia kysymyksiä oli kyselyssä vain kolme ja näistä kysymyksistä on koottu vastaukset listaksi (Liite 5).



Kuva 8. Vastausjakaumat kysymyksiin liittyen OHSC-kurssia ($n=10$): 5. Kuinka suuren osan MOOC-luennoista katsoit?, 6. Kuinka suuren osan MOOCin testeistä teit?, 7. Kuinka suuren osan MOOCin oheismateriaalista luit?

Ensimmäinen avoin kysymys keskittyi MOOCiin osana opintojaksoa. Kaikki vastaukset viittaavat siihen, että MOOC oli hyvä lisä opintojakson muihin osasuorituksiin. MOOCin joustavuus nostettiin esille ja videoluentoja pidettiin parempana kuin perinteistä luennointia. Toisella avoimella kysymyksellä kerättiin osallistujien mielipiteitä siitä, mikä opintojaksossa oli hyvää. Hyviä asioita olivat muun muassa itsenäinen opiskelu, laboratoriotyö, keskustelut muiden osallistujien kanssa ja opiskelumateriaalien laatu. Opiskelum muodot ja niiden erilaisuudet olivat monen osallistujan mielestä hyvä asia. Viimeinen avoin kysymys käsitteli sitä, miten opiskelijat parantaisivat opintojaksoa. Monet vastaukset keskittyivät opintojakson aikataulutukseen. Viikoittaista aikataulutusta ja tiukkaa aikataulua haluttiin muuttaa ja lisäksi kaivattiin tarkempaa aikataulua opintojakson alkuun, jotta opiskelijat pystyisivät suunnittelemaan paremmin opiskeluaikataulunsa. Vastauksissa nostettiin myös esille toiveita lisätä kasvokkain järjestettäviä tapaamisia ja luentoja.

4.2 Oppimispäiväkirjat

OHSC -opintojakson yhtenä osasuorituksena oli oppimispäiväkirjojen tekeminen ennalta ilmoitetuissa ryhmissä. Kaikkiin ryhmiin kuului noin 3-4 osallistujaa. Osallistujissa oli

niin opiskelijoita kuin jatko-opiskelijoita. Oppimispäiväkirjojen tarkoituksena oli keskustella pienryhmissä MOOC-luentojen asioista, jakaa opittua tietoa ja ryhmässä mahdollisesti vastata epäselviin kysymyksiin. Oppimispäiväkirjoja tehtiin jokaisessa ryhmässä 3 kappaletta. Nämä kolme oppimispäiväkirjaa oli jaoteltu luentojen mukaisesti siten, että jokaiseen oppimispäiväkirjaan tulisi noin kahden luentoviikon asiat. Oppimispäiväkirjat on indeksoitu juoksevilla numeroinnilla ja niitä merkitään OP1 – OP12.

4.2.1 Yleinen analysointi

Oppimispäiväkirjojen perusteella pystyttiin huomaamaan eroavaisuuksia ryhmien työskentelyssä. Ensimmäisen oppimispäiväkirjan OP1-4 osalta näki, kuinka pienryhmät olivat ymmärtäneet tehtävänannon omilta osiltaan hieman eri tavalla, mutta pääasiassa tapaamisten muistiinpanojen pohjalta pystyi näkemään, että kaikissa ryhmissä oli keskitytty samoihin asioihin ja näiden viikkojen jälkeen itsearviointien osalta kaikilla osallistujilla oli vähintään hyvä tietämys aiheesta. OP1 oli toteutettu sähköpostikeskustelun avulla ja kaikki muistiinpanot oli myöhemmin kirjoitettu keskustelun pohjalta. OP2 oli tehty kasvatusten tapahtuneen tapaamisen avulla ja sisällöllisesti näki selvästi eron siinä, että asioista on pystytty keskustelemaan reaaliaikaisesti. OP3 oli laadittu Moodle-keskustelun pohjalta ja ryhmä itse oli sitä mieltä, että jatkossa tapaamiset pyritään suorittamaan kasvatusten. OP4 oli tehty kasvatusten järjestetyn tapaamisen pohjalta, mutta erosi se selkeästi muista OP1-OP3 päiväkirjoista tapaamisen muistiinpanojensa vuoksi. OP4 sisälsi hyvin vähän informaatiota siitä, mitä keskustelussa on tapahtunut, mutta aihealueet olivat samoja kuin muissa oppimispäiväkirjoissa.

Toisten oppimispäiväkirjojen OP5-OP8 osalta suurin osa tapaamisista järjestettiin kasvatusten, mutta OP5 oli toteutettu GoogleDocsin ja sen keskusteluominaisuuden avulla. OP5-8 olivat pituudeltaan ja sisällöltään hyvin samankaltaisia. Keskusteluja oli käyty selkeästi suoraan tehtävänannon johdattamana, sillä suurin osa muistiinpanoista oli selkeästi linkittynyt annettuihin aiheisiin, eikä juuri näiden ulkopuolelta ollut merkintöjä keskustelussa. Itsearviointien osalta huomasi, että MOOCin aiheet olivat vaativampia, sillä vaikka suurin osa oli edelleen sitä mieltä, että oma tietämys on vähintään hyvää, muuttaman vastauksen perusteella pystyy näkemään, että jotkut osallistujista kokivat aiheet vaikeammiksi.

Kurssin aiheiden vaativuus ei ollut enää kolmansien oppimispäiväkirjojen perusteella OP5-OP8 tasoa. OP9-OP12 itsearviointien osalta näkee, että lähestulkoon kaikki osallistujat ovat mielestään oppineet luentojen asiat joko hyvin tai paremmin kuin hyvin. OP10-OP12 olivat kasvatusten käytyjen keskustelujen muistiinpanoja ja OP9 GoogleDocsin avulla tehty. Oppimispäiväkirjoissa oli keskusteltu tehtävänannon aiheista ja suurimmalta osin oli keskusteltu samoista asioista. Päiväkirjoista näki, että ryhmien sisäisestikin oli käyty keskusteluja tehtävänannon mukaisesti ja löydetty erimielisyyksiä muun muassa orgaanisten aurinkokennojen läpimurrosta.

4.2.2 Oppimistavoitteiden saavuttamisen analysointi

Oppimispäiväkirjoista pystytään näkemään, kuinka ryhmissä oli keskusteltu orgaanisten aurinkokennojen toimintaperiaatteista ja siitä, miten eri komponentit vaikuttavat aurinkokennojen toimintaan. Oppimispäiväkirjoissa OP1, OP2 ja OP3 on kuvattu eritavoin sitä, kuinka aurinkokennon kerrosrakenne, eri komponenttien toimintaa ja aurinkokennon karakterisointia. OP1-OP3 sisälsivät myös kuvauksen siitä, kuinka aurinkokennojen tehokkuutta pystytään laskemaan ja OP2:ssa oli selkeästi esitetty myös yhtälöt aurinkokennon tehokkuuden laskemiseksi. Ensimmäisen MOOC-video periodin oppimispäiväkirjoista vain OP4 antanut juurikaan vastausta siihen, kuinka hyvin opiskelijat olivat saavuttaneet oppimistavoitteet, jotka voidaan suoraan yhdistää kyseisen periodin videoihin. Näitä oppimistavoitteita olivat:

- Opiskelija osaa selittää orgaanisten aurinkokennojen toimintaperiaatteet
- Opiskelija osaa luetella orgaanisten aurinkokennojen komponentit ja selittää toimintaperiaatteet

MOOC-luentojen toisen periodin oppimispäiväkirjoissa (OP5 - OP8) tehtävänannon mukaisesti kaikista neljästä päiväkirjasta löytyi selkeästi tehtävänannossa vaadittuja asioita. Oppimispäiväkirjoissa oli selkeästi osoitettu opittua asiaa ja kaikista neljästä oli nähtävissä, että opiskelijat olivat ymmärtäneet orgaanisten aurinkokennojen materiaalien vaikutukset ja miten näitä materiaaleja työstetään. Myös oppimistavoitteissa mainittu tavoite ”Opiskelija osaa kuvata aurinkokennon vakauteen vaikuttavia tekijöitä”, oli selkeästi mainittu osoitettu kaikissa oppimispäiväkirjoissa, vaihtelevalla tarkkuudella. OP6:ssa oli selitetty tarkasti kyseinen asia ja samalla annetaan ymmärtää, että tämä oppimistavoite oli täyttynyt.

Ryhmiä tapaamisissa, joiden sisältöä pystytään oppimispäiväkirjoista seuraamaan, on käyty keskustelua orgaanisten aurinkokennojen tulevaisuudesta ja siitä, miten niiden kehitys on edennyt. Kaikki viimeisen periodin oppimispäiväkirjat (OP9-OP12) antavat kuvan siitä, kuinka ryhmissä on keskusteltu viimeisten MOOC-luentojen aiheista.

Oppimispäiväkirjoista pystyttiin näkemään ryhmien keskusteluja ja sitä, miten opintojakson oppimistavoitteet ovat orgaanisten aurinkokennojen osalta täyttyneet siinä määrin, mitä MOOC-luennoilla oli mahdollista. Ainoastaan OP4 ei pystynyt vakuuttamaan sitä, että opiskelijat olivat oppineet tavoitellut asiat. Oppimispäiväkirjojen osalta voidaan todeta, että MOOC-luennot kattoivat tehokkaasti opintojakson oppimistavoitteita ja antoivat opiskelijoille halutut tiedot orgaanisten aurinkokennojen osalta.

4.2.3 Epäselvien kysymysten analysointi

Oppimispäiväkirjojen tehtävänannoissa oli kysymykset epäselvistä asioista oppimispäiväkirjaa koskevien luentojen osalta. OP1 ja OP2 olivat ainoat ensimmäisten viikkojen osalta, joissa oli kirjattuna ylös epäselviä kysymyksiä. OP1:ssä ei esitetty juurikaan suoria

kysymyksiä, mutta pohdittiin sitä, että miksi aurinkokennojen kerrosten geometrian muuttaminen vaikuttaa elektronien käyttöön. OP2:ssa keskityttiin enemmän aurinkokennojen tehokkuuden laskemiseen ja miten OPV tekniikka on sopiva markkinoille, vaikka raaka-aineet ovat kalliita. Lisäksi OP2:ssa kaivattiin tietoa siitä, kuinka paljon aktiivista materiaalia tarvitaan, jotta aurinkokenno rakentamiseen.

OP6:ssa epäselväksi oli jäänyt, kuinka paljon simulointia tutkimuksessa pitäisi olla, onko odotettavissa markkinoille polymeeri kennoja, kuinka kauan heikentymiskäyrällä menee. Tämän periodin opintopäiväkirjoissa ei oikeastaan muissa ollut epäselviä kysymyksiä.

Oppimispäiväkirjojen viimeisissä neljässä (OP9, OP10, OP19, O12) ei ollut juurikaan epäselviä kysymyksiä. Ainoat olivat OP10:stä ”Kuinka paljon maksaa suuren mittakaavan OPV teknologian tuottamana ja mihin se?” ja OP11:stä mainitaan, kuinka erilaisista asioista oli puhuttu, mutta niistä kaivattaisiin vielä lisää.

4.3 Casen analysointi

OHSC–opintojaksolla toteutetun kyselyn pohjalta voidaan päätellä, että jatko-opiskelijat ja lähellä valmistumista olevat tutkinto-opiskelijat pitävät MOOCeja hyvänä opetusmuotona. Kyselyyn vastanneista monet nostivat esille sen, että Internetin välityksellä toimivat videoluennot eivät ole aikaan tai paikkaan sidonnaisia, jolloin myös erilaisissa elämäntilanteissa olevat opiskelijat pystyvät paremmin seuraamaan luennot. Sama asia pystytään kuitenkin toteuttamaan perinteisesti luennoituilla opintojaksoilla luentotallenteiden muodossa. Kyselyn perusteella kemiaa olisi mahdollista opettaa opiskelijoille MOOC–luentojen avulla. Opintojaksolle osallistujista melkein kaikki olivat joko jatko-opiskelijoita tai lähellä valmistumista olevia tutkinto-opiskelijoita. Tällaiselle ryhmälle perinteisten luento- ja harjoitusten aikatauluihin sijoittaminen olisi mahdotonta siten, että kaikilla olisi yhtäläiset mahdollisuudet osallistua luennoille.

Kyselyn avointen kysymysten osiossa vastauksista tuli ilmi, että MOOCit olivat tällä opintojaksolla erittäin hyvä osa ja ne loivat erittäin hyvän kokonaisuuden muiden osasuoritusten kanssa. Opintojakson aikana päästiin useilla erilaisilla osasuoritustavoilla perehtymään aiheeseen ja koska muut osasuoritukset vaativat joinakin aikoina pidemmänkin fyysisen osallistumisen, luento- ja teoriaosan suorittaminen MOOCilla oli hyvä asia. MOOCissa itsessään oli suoritusajat, jolloin luentoja pystyi katsomaan. Tällöin tämä osasuoritus ei jäänyt opintojakson loppuun. MOOC tarjosi luennoille joustavan suoritusajan.

MOOCien joustavuuden vuoksi ne ovat sopiva osasuoritusmenetelmä jatko-opiskelijoille ja perheellisille. Toisaalta, mikäli MOOC-kurssi olisi suoritettu niin kuin sen on palveluntarjoaja, eli tässä Coursera, tarkoittanut, ei olisi pystytty olemaan varmoja, kuinka moni on oikeasti tehnyt vaaditut tehtävät. OHSC-kurssi oli omalta osaltaan erittäin hyvä esimerkki yhteisöllisestä oppimisesta. Koska käytännössä kaikki kurssin osasuoritukset

olivat ryhmässä tai parityönä tehtäviä suorituksia, niiden aikana jokainen pääsi tekemään yhteistyötä muiden osallistujien kanssa.

Oppimispäiväkirjojen epäselvien asioiden analysoinnista ei juurikaan voi sanoa mitään johtopäätöstä. Koska kysymyksiä ei ollut juurikaan, ei pystytä yleistämään näiden oppimispäiväkirjojen pohjalta sitä, millaisia asioita luennoilla ei käsitelty tarpeeksi. Oppimispäiväkirjat kattoivat erittäin hyvin orgaanisten aurinkokennojen osalta asetettuja oppimistavoitteita. Oppimispäiväkirjat, lukuun ottamatta OP4, sisälsivät opiskelijoiden tapaamisista muistiinpanoja siinä määrin, että voidaan olla varmoja siitä, että tietyt oppimistavoitteet oli saavutettu ainakin jokaisessa ryhmässä.

Case-tutkimuksessa käytettiin hyödyksi yhteisöllistä oppimista, sillä ryhmätyönä toteutetut oppimispäiväkirjat olivat ryhmätapaamisten pohjalta laadittuja muistiinpanoja. Yhteisöllisen oppimisen tuomia etuja, kuten yhteistyötaitoja, kommunikointitaitoja ja kriittistä ajattelua on havaittavissa oppimispäiväkirjoista. Myös kyselyn avoimissa kysymyksissä mainittiin positiivisina asioina ryhmätyö ja oppimispäiväkirjojen käyttö opiskelutyökätluna. Yhteisöllisen oppimisen suurimpana etuna on, että pystytään hyödyntämään eri opiskelijoiden erityisosaamiset ja aiemmat taustat. Oppimispäiväkirjoista nähtiin myös, että opiskelijoiden aiempaa osaamista aihealueesta on hyödynnetty yhteisen oppimisen tueksi.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET MOOCEISTA

Tässä luvussa käsitellään teorian ja OHSC-casen pohjalta MOOCien soveltuvuutta yliopisto-opetukseen ja kemian opetukseen. Casen kyselystä saatujen vastausten ja oppimispäiväkirjojen analyysin perusteella ollaan voitu päätellä opintojen loppuvaiheessa olevien opiskelusta MOOCien avulla.

5.1 MOOCien soveltuvuus yliopisto-opetukseen

MOOCien soveltuvuus yliopisto-opetuksessa vaikuttaa toimivalta ratkaisulta. Kuten luentotallenteet, MOOCit mahdollistavat luentojen seuraamisen milloin tahansa, jolloin niiden avulla opiskelu ei tuo paineita mahduttaa kursseja lukujärjestykseen. Opintojen loppusuoralla monet opiskelijat ovat jo työelämässä, mikä vaikeuttaa niin kurssien kontaktiopetukseen osallistumista kuin itsenäisen tehtävien tekemistä ja muiden osasuoritusten suorittamista. Koska MOOCeille voi osallistua kuka tahansa riippumatta taustasta, olinpaikasta tai opiskeluajasta, on niiden käyttö ylimääräisen informaation saavuttamiseksi tai opintojen osasuorituksena erittäin suositeltava tapa korkeakouluttautumiseksi. (Zheng et al, 2015)

Ajankäytöllisesti MOOCit ovat hyvä tapa suorittaa yliopistossa opintoja. MOOCit suunnitellaan yleensä siten, että niiden aikana käydään muutaman viikon periodeissa yhden aihealueen osioita. Tällöin opiskelija pystyy itse vaikuttamaan siihen, milloin hän seuraa luentoja ja tekee kurssiin liittyviä tehtäviä. Koska opiskelu vaatii mobiililaitteen tai tietokoneen ja internet-yhteyden, pystyy nykyaikana opiskelemaan melkein missä tahansa. Tällöin myös työelämässä olevat opiskelijat pystyvät suorittamaan opintoja oman paikan ja vapaa-ajan puitteissa. (Hiidenmaa, 2013)

MOOCien opetustavat käsittävät yleisesti videoluentoja ja niihin liittyviä tehtäviä. Luentojen seuraaminen ja tehtävien tekeminen on yleisestikin totuttu tapa suorittaa yliopisto-opintoja, jolloin näiden siirtäminen verkkoympäristöön ei tuo juurikaan muutosta opiskelijoiden arkeen, varsinkaan kun viime vuosien aikana luentojen videointi on yleistynyt. Koska osa MOOCeille osallistuvista ei ole koskaan suorittanut yliopisto-opintoja, saattaa tällainen opiskelutyyli olla tuntematon. (Hiidenmaa, 2013)

Oppijoiden erilaisuus tuo haasteita MOOCien suunnitteluun sekä siihen, että kannattaako niitä käyttää opetuksessa. MOOCeille osallistuneille tehdyistä tutkimuksista on huomattu, että oppimisen itsesäätelyä, eli SRL:ää, harjoittavat osallistujat pärjäävät paremmin kursseilla. SRL-prosessia käyttävät osallistujat asettavat itselleen oppimistavoitteen, johon he pyrkivät omalla toiminnallaan. (Kontturi, 2016) Niin perinteisessä kuin verkko-opetuksessa on havaittu, että ajanhallintaa, kriittistä ajattelua ja vaivannäköä harjoittavat opiskelijat menestyvät paremmin korkeakoulussa. (Broadbent & Poon, 2015)

MOOCien toteutustavan ja luonteen vuoksi osallistujien ei tarvitse olla opiskelijana yliopistossa tai missään muussa oppilaitoksessa, vaan kurssille voi osallistua pelkästään oman kiinnostuksen vuoksi. Kuka tahansa voi osallistua MOOCille vaikka harrastuksen tuoman motivaation vuoksi. Vaikka oma aikataulu tai kiinnostus ei riitä kurssin loppuun asti suorittamiseen, on silti erittäin positiivista, että monet haluavat oppia lisää ja sitä kautta kehittää itseään. (Zheng et al, 2015)

MOOCien käytössä opetuksessa on myös negatiivisia puolia. Koska opetustavat MOOCeilla ovat yleensä samat, ne eivät juurikaan tue erilaisia oppijoita. Monille on tärkeää, että voi osallistua kontaktiopetukseen, koska tällöin voi opetuksen ohessa kysyä opettajalta kysymyksiä. Tällöin on mahdollista reaaliajassa saada lisäinformaatiota, joka voi mahdollistaa syvällisemmän ymmärtämisen.

Monilla osallistujilla suurimpana ongelmana on puuttuva motivaatio suorittaa kurssi loppuun. Osallistuja saattaa kokea, että videoluentojen seuraaminen on hänelle riittävä tapa oppia asia, jolloin hän lopettaa suorittamisen niiden jälkeen. (Littlejohn, 2015) Motivaation puutetta saattaa myös lisätä osittain se, että kurseja ei aina pysty sisällyttämään omaan opintokokonaisuuteen yliopistossa. MOOCien käyttäminen opetuksessa ei ole vielä vakiintunut riittävästi, mikä osittain aiheuttaa aiemmin esitetyn ongelman opintokokonaisuuteen sisällyttämisestä. MOOCien käyttäminen opetuksessa voidaan toisaalta integroida kurssin suorittamiseen siten, että niistä tehdään erillisillä tehtävillä toteutettava osasuoritus.

MOOCien ominaisuuden vuoksi niiden verkkototeutus ei aina tue käytännön opetusta. Verkossa pystytään näyttämään videoita siitä, miten teoria toimii käytännössä, mutta opiskelijat eivät pysty itse tekemään käytännön harjoituksia. Monien alan opinnot vaativat sitä, että opiskelija pystyy käytännössä toteuttamaan teoriaa, jolloin verkkotyöskentely ei toimi opetusmuotona. Esimerkiksi koneiden käyttämisen harjoittelu konkreettisesti opettaa opiskelijalle enemmän kuin koneen käytön katsominen videolta.

Opiskelu ja tutkinnon suorittaminen vaativat sen, että oppimisen edistymistä pystytään arvioimaan jollakin tavalla. Tämä tapahtuu usein joko tentillä tai siihen verrattavalla toteutuksella. Verkossa tämä on mahdollista, ja nykyään pyritäänkin lisäämään sähköisiä tenttejä niiden käytännöllisyyden vuoksi. Tämä onnistuu myös Internetin välityksellä, mutta edelleen käytännön osaamisen osoittaminen muodostuu verkkoympäristössä ongelmaksi. Koska opiskelija ei pysty itse näyttämään käytännön osaamistaan, esimerkiksi sitä, miten hän toteuttaa liuosten sekoittamisen tai laitteiston esivalmistelun, ei MOOC sovellu tämänkaltaiseen arviointiin. Nykyään kuitenkin muun muassa FutureLearn tarjoaa MOOCeilla suoritettavia kokonaisia tutkintoja ja koska näillä pystytään opettamaan esimerkiksi sairaanhoitajan tutkinto, voi tulevaisuudessa olla mahdollista suorittaa myös kemian tutkinto MOOCeilla (FutureLearn, 2018).

MOOCien käyttöön yliopisto-opetuksessa on hyviä ja huonoja puolia. Kuitenkin perustuen OHSC-kurssilla toteutetun kyselyn (Liite 4) perusteella voidaan todeta, että monet opiskelijat kokivat MOOCien käytön teoriaopiskelussa olevan hyvä asia. Opiskelu opintojen loppuvaiheessa ja tohtorikoulutettavien kurssien suorittaminen MOOCien avulla parantaa opiskelijoiden jatkon mahdollisuuksia. Tästä syystä MOOCit soveltuvat yliopisto-opetukseen esimerkiksi kurssin osasuorituksena.

5.2 MOOCien soveltuvuus kemian opetukseen TTY:llä

Kemian opetus yliopistossa on perinteisesti sisältänyt teoriaopintoja ja laboratoriossa suoritettavia töitä. Teoriaopinnot käsittelevät useita kemian eri osa-alueita niin orgaanista kemiaa kuin kvanttikemiaa. Tampereen teknillisen yliopiston kemian opiskelu on suurelta osalta teorian opiskelua perinteisillä luennoilla, laskuharjoituksilla, seminaareilla ja muilla ryhmitöillä. Koska suuri osa opintoja on teoriaopintoja, sopisivat MOOCit hyvin kemian pääaineopiskeluun. Vaikka MOOCit eivät yksinään riitä osoittamaan kurssien sisällön ymmärtämistä, toimisivat ne osasuorituksena monilla kursseilla.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon kemian opinnot ovat enimmäkseen teoriaopintoja, mutta niihin sisältyy myös Kemian perustyöt-, Orgaanisen kemian työt 1- ja Fysikaalisen kemian työt -opintojaksot (Tampereen teknillinen yliopisto: opinto-opas, 2018). Opintojaksot aloitetaan muutamalla työtaluennolla ja tämän jälkeen siirrytään laboratorioon suorittamaan käytännön töitä. Koska näiden opintojaksojen tarkoituksena on antaa opiskelijoille mahdollisuus oppia teoriaa käytännössä, eivät MOOCit tue täysin opintojakson opetustavoitteita. Kemian aineopinnot on koottu siten, että kandidaatin tutkinnossa opiskelijat käsittelevät aihealueita niin orgaanisesta kemiasta, fysikaalisesta kemiasta kuin muista kemian perusopintojen aiheista. MOOCien soveltaminen näihin kursseihin on mahdollista ja osittain myös suositeltavaa. Koska videoitujen luentojen avulla opiskelijat voivat opiskella itselle juuri optimaalisella hetkellä, olisi näiden käyttö perusopetuksessakin suotavaa. TTY:n kandidaatin vaiheen kemian opinnoissa monien kurssien luennot videoidaan. Luentotallenteet ovat jälkikäteen katsottavissa Echo360-palvelusta, jonne opiskelijoilla on henkilökohtaiset tunnukset. Varsinkin opiskelijoille, joilla ei ole kemian opiskelusta juurikaan kokemusta, videoluennot ja MOOCit voisivat olla helppo tapa opettaa kemian perusteita muun opiskelun ohella. Koska videotallenteen voi tarvittaessa pysäyttää ja kelata takaisin päin, helpottaa ne uuden asian opiskelua.

Kemian opintojen syventävät opinnot kuuluvat diplomi-insinöörin tutkintoon ja näillä opintojaksoilla käydään perusteellisemmin läpi spesifimpiä aiheita. Tässä opintojen vaiheessa opiskelijoilla on jo vahva kemian ymmärrys, jolloin vaikeampienkin asioiden opettaminen videoluennoilla on mahdollista toteuttaa, vaikka mahdollisuus kysyä kysymyksiä luentoja seuratessa puuttuukin. Kemian luennoilla ongelmana on usein se, että aiheita käsitellään todella nopeassa tahdissa ja tämän vuoksi kaikkiin asioihin ei pysty panostamaan tarpeeksi luennon aikana. Tästä syystä itsenäisen opiskelun määrä kasvaa.

Mikäli luentoja voisi pysäyttää välillä ja palata myöhemmin asiaan, selvitettyään teorian aiemman kohdan ensin, voisi kemian opiskelu tehostua.

Kemian opiskelu ja ymmärtäminen vaativat kaikkien kolmen kemian tason ymmärtämisen samanaikaisesti. Näistä kolmesta tasosta ja niiden opiskelusta käänteisessä ja sulautuvassa opetuksessa on käsitelty luvussa 2. Kolmen tason eli makroskooppisen, submikroskooppisen ja symbolisen tason ymmärtäminen samanaikaisesti on tärkeää, jotta pystyy näkemään, miten aineet ja reaktiot vaikuttavat ympäristössä. Näiden kaikkien tasojen esittäminen on mahdollista myös MOOCien avulla. (Milenkovic et al, 2016) Esimerkiksi käsiteltäessä metallien kemiaa ja jotakin metallia, pystytään videolla näyttämään metalli joko luonnossa tai raaka-aineena jossakin prosessissa. Videon avulla on mahdollista osoittaa metallihilan rakenteellinen muodostuminen ja lopulta osoittaa symbolisella tasolla se, mitä kyseiselle metallille tapahtuu kemiallisessa prosessissa. Tämä sama onnistuu myös osittain kemian laboratoriotyöskentelyn osalta, mutta käytännön opiskelussa MOOCien haittana on se, että opiskelija ei pääse kokemaan asiaa kuin kahdella aistilla: näkemällä ja kuulemalla. Laboratoriossa on mahdollista koskea aineeseen, haistaa reaktiossa tapahtuva muutos, nähdä omin silmien aineiden reagoivan keskenään ja mahdollisesti myös kuulla siinä tapahtuva reaktio.

Kemian opiskelun tärkein tavoite on syvälinen ymmärrys, eikä se tapahdu pelkästään luentoja katsoessa tai laskuharjoituksia laskiessa. Kokeellinen oppiminen, konkreettinen reaktioiden toteutumisen näkeminen ja niistä oppiminen ovat osa kemian opiskelua ja niiden avulla pystytään syventämään teoreettista osaamista. Kemian syvälinen osaaminen tapahtuu Johnstonen kolmen tason, eli makroskooppisen, submikroskooppisen ja symbolisen tason, ymmärtämisen kautta. Opiskelijan on pystyttävä ymmärtää, miten nämä kolme eri tasoa linkittyvät keskenään ja kuinka niitä voidaan käyttää opetuksen ja oppimisen syventämiseen. (Milenkovic et al, 2016)

Suurimpana ongelmana kemian opetuksessa MOOCien avulla on se, että jossakin vaiheessa kokeellinen opetus saatetaan kokea liian kalliiksi tai vaikeaksi toteuttaa, jolloin opiskelija ei pääse konkreettisesti itse tekemään ja sitä kautta kokemaan asioita opintojensa aikana. Tämä ei valmista opiskelijoista oman alansa asiantuntijoita. Pelkkä teoreettinen osaaminen ei riitä, sillä vaikka kemian yliopisto-opiskelu suurelta osalta on teoriapohjaista, on silti tärkeää päästä harjoittelemaan teoreettista osaamista käytännössä ja turvallisessa ympäristössä.

MOOCeilla suoritettava opetus ei välttämättä ole ratkaisu kemian opetukseen, mutta sulautuva ja käänteinen opetus tuovat uusia mahdollisuuksia. Sulautuvassa opetuksessa nähtävät Grahamin kolme opetustavoitetta voidaan nähdä toteutuvan kemian opetuksessa MOOCien avulla, sillä MOOCeilla opetus saavuttaa opiskelijoita ympäri maailmaa ja ylläpitää yhteyksiä heidän välillään, uudistaa opetusta tieto- ja viestintätekniiikan avulla ja muuttaa perinteisiä kontaktiopetusikäytäntöjä (Graham, 2006). Kun teorian opiskelu siir-

retään tapahtumaan luokkahuoneen ulkopuolella, vapautuu kontaktiopetusajat esimerkiksi käytännön harjoituksille niin laskennallisella kuin kokeellisella tasolla. Siirryttäessä käänteiseen opetukseen, opettajat toimivat tutorin roolissa ja heidän tehtävänä on vastata opiskelijoiden kysymyksiin ja ohjata käytännön opiskelua. Tällöin saadaan kemian opetusta muovattua tilaan, jossa opiskelijoiden on itse tiedostettava puuttuvat tiedot aiheen ymmärtämiseksi. Kun opiskelijat itse tiedostavat puutteelliset tietonsa ja hakeutuvat kysymään lisätietoa tai selitystä ongelmiin asiantuntijalta eli opettajalta, he pystyvät myös paremmin ymmärtämään kemian luonnetta. (Mooring et al, 2016)

Kemian opetuksessa sulautuva opettaminen eli verkko-oppimisympäristön ja kontaktiopetuksen yhdistäminen soveltuu myös aihealueesta riippumatta. Sulautuva opettaminen tuntuukin soveltuvan hyvin kemian opetukseen. Sulautuvassa opetuksessa voidaan käyttää tarpeen tullen verkkoympäristöä, esimerkiksi laskuharjoitusten palauttamiseen, ryhmätöiden tekemiseen tai yleisesti tiedon ja informaation jakamiseen. Kontaktiopetus-aika taas voidaan käyttää teorian ja harjoitusten läpi käymiseen, jolloin opiskelijat ja opettaja saavat kasvatustien käsiteltäviä mahdollisia ongelmia materiaalien kanssa. Sulautuvassa opetuksessa voidaan käyttää MOOCeja hyödyksi. Esimerkiksi aiemmin mainitulla OHSC-opintojaksolla käytiin läpi orgaanisten aurinkokennojen teoria MOOC luennoilla ja sitten erikseen kontaktiopetuksella hybridiaurinkokennojen teoriaa. Opintojaksolla käytettiin monia kemian opetuksen muotoja hyödyksi, jolloin opintojakso soveltui hyvin erilaisille oppijoille. MOOC-luentojen, kontaktiluentojen, laboratoriotöiden ja seminaaritöiden lisäksi opintojaksolla MOOC-luennoista käytiin ryhmäkeskusteluja, joista pidettiin kirjaa luentopäiväkirjamaisesti.

6. YHTEENVETO JA POHDINTA

Kemian opetuksessa yleisesti pitää huolehtia siitä, että opiskelijat oppivat ymmärtämään kemian kolmea eri tasoa: makroskooppista, submikroskooppista ja symbolista tasoa. Makroskooppinen taso koetaan näkemällä, koskettamalla ja haistamalla. Submikroskooppinen taso on atomeihin, molekyyleihän ja rakenteisiin pohjautuvaa. Symbolinen taso kuvaa kemiaa symbolein ja reaktionkaavoin. Opiskelijoilla on vaikeuksia erottaa kemian kolmen tason keskinäistä linkittymistä kemian reaktioista, joten opetuksessa pitäisi kiinnittää huomiota eri tasoihin enemmän. (Stojanovska et al., 2014)

Sulautuva ja käänteinen opetus ovat pedagogiikan muotoja. Sulautuvan opetuksen pääperiaatteena on yhdistää erilaisia opetus- ja opiskeluaktiviteetteja uudenlaiseksi kokonaisuudeksi. Sulautuvassa opetuksessa pyritään huomioimaan lähi- ja verkko-oppimisympäristöt. Näiden avulla pyritään joustavampiin opetuksen toteutuksiin ja oppimateriaalien jakamiseen. Sulautuvaan opetukseen siirryttäessä vuorovaikuttaminen muuttuu, kun verkko-opetuksen opiskelijan ja oppimateriaalin välinen sekä lähiopetuksen opiskelijan ja opettajan välinen vuorovaikutus yhdistyvät. (Levonen et al., 2009)

Käänteisen opetuksen erityispiirteenä on se, että perinteisen opetuksen sijaan opiskelija valmistautuu lähiopetukseen lukemalla teorian ennen oppituntia, oppitunnilla harjoittelee aiemmin opiskeltua asiaa ja tämän jälkeen tietoa syvennetään kotona. Kun opiskelijat tutustuvat materiaaliin etukäteen ja oppitunnit käytetään harjoitusten tekemiseen, muutetaan luokkahuoneessa olevia rooleja hieman. Tällöin opiskelijat vuorovaikuttavat toistensa kanssa enemmän ja opettajasta tulee enemmänkin ohjaaja tai tuutori, jonka tehtävänä on vain ohjata opiskelijat oikeaan suuntaan ja vastata ongelmatilanteissa kysymyksiin. Käänteisen opetuksen myötä on tutkittu myös kognitiivista kuormitusteoriaa, jonka mukaan opiskelijan rajallinen työmuisti saadaan paremmin käyttöön, kun oppitunteja ei käytetä asian läpikäymiseen ensimmäistä kertaa. Tässä pedagogisessa menetelmässä tärkeässä roolissa on konstruktivismi, jonka mukaan opiskelijat oppivat asiat sosiaalisen kanssakäymisen avulla. (Seery, 2015 ja Mooring et al., 2016)

Sulautuvaa ja käänteistä opetusta voidaan käyttää MOOC-opetuksessa. MOOCit, eli massiiviset avoimet verkkokurssit, ovat alkaneet Open Access -liikehdinnän myötä 2000-luvulla. Open Access -liikehdinnän tavoitteena on saada tieteellisten tutkimusten tulokset ja tekstit jaettaviksi, kopioitaviksi ja linkitettäviksi. Avoimeen artikkelien ja tutkimustulosten jakamiseen liittyy vahvimmin Berliinin julkilausuma, jonka mukaan allekirjoittaneet lupaavat mahdollistaa tieteellisten julkaisujen avoimen saatavuuden. Myös Suomen yliopistojen rehtorien neuvosto on allekirjoittanut tämän julkilausuman. (Holopainen et al., 2014)

MOOCit ja yleisesti opiskelu vaatii jonkinlaista strategiaa. Oppimisen itsesäätely (SRL) kuvaa opiskelijan toimintaa opiskeluun suhtautumisessa ja sitä, millaisia prosesseja opiskelusta pitäisi löytyä ja millaisilla strategioilla päästään parhaaseen mahdolliseen tulokseen. Tutkimuksissa on havaittu 9 erilaista SRL strategiaa, joista neljän on todettu olevan erittäin positiivisesti linkittyneenä hyviin akateemisiin tuloksiin. Nämä neljä ovat ajanhallinta, vaivannäkö, kriittinen ajattelu ja metakognitio. Yksi strategia on kuitenkin näiden neljän yläpuolella ja tämä strategia on vertaisopiskelu. Vertaisopiskelun avulla on todettu saavutettavan parhaat mahdolliset tulokset niin verkko-opiskelussa kuin lähiopetuksessakin. (Broadbent & Poon, 2015)

MOOCit yleistyivät 2012 vuoden jälkeen, kun palveluntarjoajia alkoi olla ympärimaailman. Nykyisin suurimmat palveluntarjoajat ovat Coursera, edX, XuentangX, FutureLearn ja Udacity. Viidestä suurimmasta palveluntarjoajasta 3 on yhdysvaltalaisia. Suurin palveluntarjoaja tällä hetkellä on Coursera, jolla on 2017 vuoteen mennessä ollut noin 24 miljoonaa rekisteröitynyttä käyttäjää. (Class Central, 2017)

MOOCeille osallistuvilla henkilöillä on usein erilaiset syyt osallistua kurssille. Riippuen siitä, osallistuuko kurssille nykyisten taitojen täydentämiseksi, lisäkoulutuksen, tulevaisuuden valmistautumisen, uteliaisuuden tai ihmisiin tutustumisen vuoksi, vaikuttaa se kurssista suoriutumiseen. Monet opiskelijat osallistuvat kursseille nykyisten taitojen täydentämiseksi, joka usein tarkoittaa lisätöitä muiden opintojen ohelle. Jo töissä oleville on useita eri syitä osallistua, mutta yleisimmät ovat varmasti ammatin vaatima lisäkoulutus tai uteliaisuuden tyydyttäminen. Koska tekniikka kehittyy jatkuvasti ja työpaikkojen olot vaihtelevat, on henkilökunnan pakko kouluttautua lisää pysyäkseen tekniikan mukana. MOOCit ovat myös hyvä tapa opiskella lisää ilman, että tarvitsee päästä jonnekin siviiliin oppilaitokseen. Työpaikan hakuun ja omaan tulevaisuuteen panostaminen MOOC-opiskelun avulla on helppoa, sillä opiskelun voi ajoittaa oman aikataulun mukaan. (Zheng et al., 2015)

MOOCit toimivat omina kursseinaan, mutta niitä voidaan käyttää myös yhtenä osasuorituksena opintojaksoilla. MOOCeihin kuuluu yleensä luennot, jotka on toteutettu jonkun oppilaitoksen kanssa yhteistyönä, ja luentoihin liittyviä tehtäviä. (Littlejohn, 2015 ja Hii-denmaa, 2013) MOOCeja voidaan käyttää kemian opetuksessa yhtenä osana kaikkea opetusta, kuten esimerkiksi aiemmin mainitulla OHSC-opintojaksolla. Luennot seurattiin Internetin välityksellä. Näiden jälkeen tehtiin ryhmätapaamisessa oppimispäiväkirja ja parityönä seminaariesitys. Lähiopetusta oli yksi luento ja laboratoriossa valmistettiin aurinkokenno ryhmätyönä. MOOCeja voidaan käyttää siis myös pelkästään osana opetusta, jolloin niiden joustavuus tuo helpotusta opintojakson suorittamiseen.

Diplomityöhön kerättiin tietoa MOOCeista kemian opetuksessa Kemian ja biotekniikan laboratoriossa järjestetyllä OHSC-opintojaksolla (Organic and Hybrid Solar Cells). Kyselyn osallistujamäärä oli pieni, joten täysin päteviä johtopäätöksiä ei kyselyn pohjalta

voitu tehdä. Kyselyn avulla kuitenkin selvisi se, että ainakin jatko-opiskelijoille MOOCien tapaan järjestetyt luennot sopivat hyvin. Kun luennot voi seurata juuri silloin kun itselle parhaiten sopii, on mahdollista suorittaa työt ensin ja sitten keskittyä opintojakson asioihin. Lisäksi perheellisille tällainen suoritustapa näyttäisi sopivan hyvin. Koska opintojaksolla oli erittäin monimuotoista opetusta, löytyi jokaiselle jokin opiskelutyyli, joista he pitivät. Työssä analysoitiin myös oppimispäiväkirjoja ja sitä, millaisia asioita eri ryhmät olivat tuoneet esille MOOC-luentojen pohjalta. Koska oppimispäiväkirjoja oli vain 12 yhteensä, ei määrällistä analyysiä voitu tehdä vaan oppimispäiväkirjojen suhteen keskityttiin laadulliseen sisällönanalyysiin.

Diplomityön päätutkimuskysymyksinä olivat ”Millä tavoilla sulautuvan opetuksen keinoja voidaan käyttää kemian opetuksessa?” ja ”Miten MOOCit soveltuvat kemian opetukseen?”. Lisäksi esitettiin päätutkimuskysymysten tueksi apukysymykset: ”Millaisia erilaisia motivaatioita ihmisillä on osallistua MOOCeille?” ja ”Millaisia mahdollisuuksia yhteisöllinen oppiminen tuo opiskeluun?”. Sulautuvan opetuksen tapa yhdistää kontaktiopetusta ja verkko-opetusta, mahdollistaa kemian opiskelun uudella tasolla, kun käytännön asioita voidaan tehdä itse ja vaarallisempia asioita katsoa videolta. Molekyylien mallintaminen, reaktioyhtälöiden kuvaaminen ja muu verkkoympäristössä toimiminen tuovat mahdollisuuksia kemian opetuksen kehittämiseen. Verkkoympäristössä oppiminen ja MOOCien kaltaiset verkkokurssit mahdollistavat opiskelun ajasta ja paikasta riippumatta. MOOCien luonteeseen kuuluu, että kurseille osallistuu valtavasti ihmisiä, erilaisine taustoineen ja motivaatioineen osallistua kurseille. Motivaatiot voivat vaihdella henkilökohtaisesta kiinnostuksesta, jatkokoulutukseen ja uudelleen kouluttautumiseen. MOOCien avoin luonne mahdollistaa sen, että osallistujan aiemmat opinnot tai niiden puuttuminen eivät vaikuta osallistumiseen. Koska MOOCeilla voidaan opettaa mitä tahansa teoriaa, soveltuvat ne myös kemian teoreettiseen opettamiseen ja mahdollistavat myös parhaan mahdollisen opetuksen toteutumisen ympäri maailmaa. MOOCit mahdollistavat myös yhteisöllistä oppimista. Yhteisöllisen oppimisen periaatteena on ryhmässä työskennellä yhteisten ja henkilökohtaisten oppimistavoitteiden saavuttamiseksi. MOOCit mahdollistavat yhteisöllistä oppimista valtioiden ja maanosien rajojen ylitse.

MOOCien lyhyen iän vuoksi niiden erityispiirteitä ja käyttöä kemian opetuksessa eri asteilla pitäisi vielä tutkia. Tulevaisuuden kannalta olisi mielenkiintoista tutkia MOOCien käyttöä laboratoriotyöskentelyn opettamisessa ja muussa käytännönläheisessä kemiassa. Kemian opetuksessa tärkeintä on kolmen tason toisiinsa liittymisen ymmärtäminen ja tämän osalta pitäisi tutkia vielä, kuinka MOOCeja voitaisiin hyödyntää tässäkin osa-alueessa.

6.1 Tulosten arviointi

Diplomityö aloitettiin ajatuksella selvittää, soveltuvatko MOOCit kemian opetukseen. Työssä kerrottiin kattavasti MOOCeista, niiden pedagogisista lähtökohdista ja siitä, miten niiden käyttöön on päädytty ja miten ne ovat kehittyneet. MOOCien tutkimusten myötä

pedagogista taustaa löytyi paljon ja suuri osa diplomityöstä on keskittynyt pedagogiikkaan. Pedagoginen puoli on tärkeää opetuksessa niin yliopisto-opiskelijoille opetettaessa kuin muillakin koulutuksen asteilla.

Työn tarkoituksena oli selvittää ja pohtia MOOCien soveltuvuutta yliopisto-opetuksessa ja kemian opetuksessa. Luvussa 5 on tehty tätä pohdintaa paljon ja sieltä näkee myös, että teorian ja kyselyn pohjalta MOOCit sopivat kemian opetukseen yliopistossa. MOOCien käyttöä kurssin kokonaisuutena on kuitenkin pohdittava tarkkaan, sillä vaikka Internetin välityksellä pystytään näkemään, onko joku katsonut luennot, ei MOOCit ole paras mahdollinen tapa mitata kokonaisvaltaista osaamista kurssin aihealueesta.

Kemian opetuksessa MOOCeilla on vielä haasteita. Koska osa kemian opetuksesta on edelleen reaktioiden ymmärtämistä ja toteuttamista käytännössä, on tätä helpompi opettaa siten, että opiskelijat pääsevät itse kokemaan lähietäisyydeltä reaktioita ja synteesejä. Vaikka MOOCeilla näitä voidaan näyttää videolta ja Internetin välityksellä se tapahtuu helposti ja nopeasti, eivät MOOCit pysty vielä korvaamaan sitä, mitä laboratoriotyöskentely pystyy tarjoamaan opiskelijalle.

Diplomityön case-tutkimus OHSC-opintojaksolta antaa positiivisen kuvan MOOCeista kemian opetuksen osana. Kyselyn pohjalta nähtiin, kuinka monet pitivät MOOCien luonteesta opiskelussa. Case-tutkimuksen oppimispäiväkirjat antoivat hyvin tuloksia siitä, kuinka opintojakson oppimistavoitteita oli saavutettu ja kuinka opiskelijat olivat pienryhmissä pystyneet toteuttamaan yhteisöllistä oppimista. Tutkimuksen perusteella voidaan siis todeta alkuperäisen tarkoituksen toteutuneen. Saatujen tulosten perusteella voidaan alkuperäiseen tutkimuskysymykseen vastata MOOCien soveltuvan erittäin hyvin kemian opetukseen.

LÄHTEET

- Alias Nur Salimah, Hussin Huzili, Hassan Junainor, Adnan Nor Syamini Mohamed, Othman Mohamad Hashim, Hussin Kamarudin, 2017, "Perception of Teacher on Cooperative Learning", MATEC Web of Conference 150, EDP Sciences, s.1-4
- Bartolomé Antonio, Steffens Karl, 2015, "*Are MOOCs Promising Learning Environments*", Comunicar n. 44, v. XXII, 2015, Medical Education Research Journal, s. 91-99, saatavilla: <https://www.revistacomunicar.com/indice-en/articulo.php?numero=44-2015-10>, viitattu [26.4.2018]
- Bergmann Jonathan, Sams Aaron, 2013, *Flipped learning of Science Instruction*, Washington, DC: International Society for Tech in Ed.
- Bonk Curt, 2010 "*Collaborative Tool Uses and Applications*", YouTube-video, saatavissa: <https://youtu.be/Z2Ya0AG0Fvo>, viitattu [28.4.2018]
- Brahimi Tayeb, Sarirete Akila, 2015, "Learning outside the classroom through MOOCs", *Computers in Human Behavior* 51 s. 604 – 609
- Broadbent Jaclyn, Poon W.L., 2015, "*Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review*", *Internet and Higher Education* volume 27 (2015), s. 1-13, saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751615000251>, viitattu [27.4.2018]
- Canelas Dorian A., Hill Jennifer L., Novicki Andrea, 2017, "Cooperative learning in organic chemistry increases student assessment of learning gains in key transferable skills", *Chemistry Education Research and Practice*, The Royal Society of Chemistry, s. 441-456
- Clarke Thomas, 2013, "The advance of the MOOCs (massive open online courses)", *Education + Training*, Vol. 55 Iss 4/5 s. 403 – 413
- Class Central, 2017, "Massive List of MOOC Providers Around The World", saatavissa: <https://www.class-central.com/report/mooc-providers-list/>, viitattu [27.4.2018]
- Coursera, 2018, Organisaation Internetsivut, saatavissa: <https://www.coursera.org/>, viitattu [28.4.2018]
- edX, 2018, Organisaation Internetsivut, saatavissa <https://www.edx.org/>, viitattu [28.4.2018]

- Elo Satu, Kyngäs Helvi, 2008, ”The qualitative content analysis process”, *Journal of Advanced Nursing* 62, s. 107-115
- FutureLearn, 2018, Organisaation Internetsivut, saatavissa: <https://www.futurelearn.com>, viitattu [28.4.2018]
- Finlex, Yliopistolaki, Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090558>, viitattu [26.4.2018]
- Graham, Charles R, 2006, ”Blended Learning Systems: Definition, current trends and future directions. Teoksessa Curtis J. Bonk & Graham, Charles R. (toim.), *Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing
- ”Mikä MOOC?”, Saatavissa: <http://mooc.fi/mooc.html>, Viitattu [24.4.2018]
- ”Molekyylimallinnus kemian opetuksessa”, Saatavissa: <https://mooc.helsinki.fi/enrol/index.php?id=114>, viitattu [28.7.2018]
- Hiidenmaa Pirjo, 2013, ”Jos vastaus on mooc, mikä on kysymys?”, Helsingin yliopisto: Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia, Saatavissa: https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/lomakkeet_julkaisut_tietokirjallisuuden-lajit/jos_vastaus_on_mooc_hiidenmaa-pirjo.pdf, viitattu [28.4.2018]
- Holopainen Mika, Koskinen Kimmo, Piipponen Jussi, 2014, ”*Kotimaiset kustantajat ja rinnakkaistallennus*”, Tieteellisen seurain valtuuskunta: Tieteessä tapahtuu 1/2014, Saatavissa: <https://journal.fi/tt/article/view/40858>, viitattu [28.4.2018]
- Irby Stefan M., Borda Emily J., Haupt Justin, 2018, ”Effects of Implementing a Hybrid Wet Lab and Online Module Lab Curriculum into a General Chemistry Course: Impacts on Student Performance and Engagement with the Chemistry Triplet”, *Journal of Chemical Education*, ACS Publications, s. 224-232
- Joutsenvirtan Taina, 2009, ”Sulautuva yliopisto-opetus valtiotieteellisessä tiedekunnassa”, teoksessa Joutsenvirta Taina, Kukkonen Arja (toim.), *Sulautuva opetus – uusi tapa opiskella ja opettaa*, Gaudeamus Helsinki University Press: Palmenia, s 44- 59
- Khan Academy, Saatavissa: <https://www.khanacademy.org/>, viitattu [26.4.2018]
- Kontturi Heikki, 2016, Väitöstutkimus: ”Oppimisen itsesäätelyn ilmeneminen ja kehittymisen tukeminen alakoulun oppimiskontekstissa”, Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta, *Acta Univ. Oul.* E 161, s 19

- Krippendorff Klaus, 2004, "Content Analysis – An Introduction to Its Methodology", 2nd edition, Sage Publications, Yhdysvallat, s. 18
- Kyngäs Helvi, Elo Satu, Pölkki Tarja, Kääriäinen Maria, Kanste Outi, 2011, "Sisälönanalyysi suomalaisessa hoitotieteellisessä tutkimuksessa", Hoitotiede 23/2011, Hoitotieteiden tutkimusseura HTTS ry, Oulu, s. 138-148
- Leito Ivo, Helm Irja, Jalukse Lauri, 2015, "Using MOOCs for teaching analytical chemistry: experience at University of Tartu", ABCS of education and professional development in analytical science, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, s. 1277-1281
- Levonen Jarmo, Joutsenvirta Taina ja Parikka Raimo, 2009, "Blended learning – Kat-saus sulautuvaan yliopisto-opetukseen" teoksessa Joutsenvirta Taina, Kukkonen Arja (toim.), Sulautuva opetus – uusi tapa opiskella ja opettaa, s.15-23 , Gaudeamus Helsinki University Press: Palmenia
- Li Xiu, Chang Men, Du Zihui, Liu Jason, Li Manli, 2017, "Investigating the Statistical Distribution of Learning Coverage in MOOCs", Information; Basel vol 8, MDPI AG, s. 150-162
- Littlejohn Allison, Hood Nina, Milligan Colin, Mustain Paige, 2016, "*Learning in MOOCs: Motivations and self-regulated learning in MOOCs*", Internet and Higher Education volume 04/2016, s. 40-48, saatavilla <https://www.sciencedirect.com/journal/the-internet-and-higher-education/vol/29>, viitattu [22.4.2018]
- Milenkovic Dusica D., Segedinac Mirjana D., Hrin Tamara N., Horvat Sasa, 2016, "The impact of instructional strategy based on the triplet model of content representation on elimination of students' misconceptions regarding inorganic reactions", Journal of the Serbian Chemical Society 81, s. 717-728
- mooc.fi, 2018, Ohjelmoinnin MOOC – 2018, Saatavissa: <http://moocfi.github.io/courses/2018/ohjelmoinnin-mooc/>, viitattu [28.7.2018]
- Mooring Suazette R., Mitchell Chloe E., Burrows Nikita L., 2016, "*Evaluation of a Flipped, Large-Enrollment Organic Chemistry Course on Student Attitude and Achievement*", ACS Publications: American Chemical Society and Division of Chemical Education, Journal of Chemical Education 2016, 93, s.1972-1983
- Munir Tajammal, Baroutian Saeid, Young Brent, Carter Susan, 2018, "Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone", Education for Chemical Engineers edit 23, Elsevier B.V., s.25-33
- Pappano, Laura, 2012, "The Year of the MOOC", New York Times, Saatavissa: <http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online->

[courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html?pagewanted=all&_r=0](#), viitattu [24.4.2018]

Pirttimäki Säde, 2004, "Yliopisto-opettajien verkko-opetuksessa kohtaamat pedagogiset haasteet" teoksessa Kähkönen E. (toim.) Verkko-oppimisen vakiintuessa – Näkökulmia ja arvioita mielekkyydestä, rahasta ja strategioista. Joensuun yliopistopaino.

Rossi George, Serralvo Francisco, João Belmiro, 2014, "content analysis", Brazilian Journal of Marketing Vol 13, s.39-48

Sarajärvi Anneli, Tuomi Jouni, 2017, "Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi: Uudistettu laitos", Tammi

Seery, Michael K., 2015, *Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions*, Royal Society of Chemistry: Chemistry Education Research and Practice, 16/2015, s. 758-768

Stojanovska Marina, Petruševski Vladimir M., Šoptrajanov Bojan, 2014, "Study of the use of the three levels of thinking and representation", Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences, MASA, Vol 35, s. 37-46

SPARC Europe, "Who We Are", Saatavissa: <https://sparceurope.org/who-we-are/about-us/>, viitattu [26.4.2018]

Taber Keith, 2013, "Revisiting the chemistry triplet: drawing the nature of chemical knowledge and psychology of learning to inform chemistry education", Chemistry Education Research and Practice, 2/2013, s.156-168

Tampereen yliopiston kirjasto, "Open Access: yleistä", Saatavissa: <https://libguides.uta.fi/openaccess>, viitattu [23.4.2018]

Tampereen teknillinen yliopisto, 2018, Opinto-opas 2018-2019: Kemia/TkK/TL&YE aineopinnot, saatavissa http://www.tut.fi/opinto-opas/wwwoppaat/opas2018-2019/perus/opintokokonaisuudet/Aineopinnot-KemiaTkKTL_&_YE-25.html, viitattu [28.7.2018]

Udacity, 2018, Organisaation Internetsivut, saatavissa <https://www.udacity.com>, viitattu [28.4.2018]

Warfa Abdi-Rizak, 2016, "Using Cooperative Learning To Teach Chemistry: A Meta-analytic Review", Journal of Chemical Education, American Chemical Society and Division of Chemical Education, Inc, s. 248-255

XuetangX, 2018, Organisaation Internetsivut, saatavissa: <http://www.xuetangx.com/global>, viitattu [28.4.2018]

Zheng Saijing, Rosson Mary Beth, Shih Patrick C., Carroll John M., 2015, ”Understanding Student Motivation Behaviors and Perceptions in MOOCs”, Motivation and Dynamics of the Open Classroom CSCW, Vancouver, BC, Kanada

KUVALÄHTEET

Kuva 2: Askel TerveYTEEN, saatavissa: <https://askelterveyteen.com/aspiriini-on-loistava-hiustenhoitotuote/#!/kalooga-25194/~Hiukset%20~Shampoo%5E0.75>, viitattu [27.4.2018]

Kuva 5: Broadbent & Poon, , saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751615000251>, viitattu [27.4.2018]

Kuva 6: Poets & Quants, ”Most Popular MOOCs Of All-Time”, Mukailtu lähteestä: <https://poetsandquants.com/2016/01/06/the-most-popular-moocs-of-all-time/>, viitattu [28.4.2018]

TAULUKKOLÄHTEET

Taulukko 1: <https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2017/>

Taulukko 2: <https://coursera.org>, <https://edx.org>, <https://futurelearn.com>

LIITE 1: FUTURELEARNIN JA EDX:N KEMIAN ALAN KURSSIT

edX
Advanced Biobased Conversion
Advanced Biorefinery
Basic Analytical Chemistry
Basic Steps in Magnetic Resonance
Batteries, Fuel Cells, and their Role in Modern Society
Big Bang and the Origin of Chemical Elements
Biobased Principles and Opportunities
Biobased Sciences for Sustainability Capstone
Biochimica
Cement Chemistry and Sustainable Cementitious Materials
DemoX
DNA and Atoms: The Secret of Life
El Enlace Químico y las Interacciones Moleculares
Formulación y nomenclatura de compuestos químicos
Global Warming Science
Industrial Biotechnology
Introducción a la Estructura de la Materia
Introducción a los ritmos y relojes biológicos
Introduction to Solid State Chemistry
La Química Orgánica - Un mundo a tu alcance (Parte 2)
La Química Orgánica, un mundo a tu alcance
Lab Safety: The Interactive Game of "Don't Endanger the Owls"
Life in the Universe: Syntheses for Life
Materials Science and Engineering
Medicinal Chemistry: The Molecular Basis of Drug Discovery
Metabolomics in Life Sciences
Microcápsulas: Aplicación y Caracterización
Preparing for CLEP Chemistry: Part 1
Preparing for CLEP Chemistry: Part 2
Principles of Biochemistry
Quantum Mechanics of Molecular Structures
Reacciones Químicas y Cálculos Estequiométricos
Science & Cooking: From Haute Cuisine to Soft Matter Science (chemistry)
Science in Art: The Chemistry of Art Materials and Conservation
Stochastic Processes: Data Analysis and Computer Simulation
Symmetry, Structure and Tensor Properties of Materials
Synchrotrons and X-Ray Free Electron Lasers
The Chemistry of Life
The Extremes of Life: Microbes and Their Diversity
The Immune System: New Developments in Research - Part 1
The Physics of Electronic Polymers (PEP)

The Quantum World
World of Wine: From Grape to Glass
化学与社会 Chemistry and Society

Lähde: edX.org

FutureLearn
Exploring Everyday Chemistry
The Science of Medicines
Biochemistry: the Molecules of Life
Identifying Food Fraud
Teaching Practical Science: Chemistry
Basic Science: Understanding Experiments
The Science Behind Forensic Science
The Science of Nuclear Energy
Discovering Science: Medicinal Chemistry
Discovering Science: Chemical Products
Discovering Science: Atmospheric Chemistry

Lähde: futurelearn.com

LIITE 2: HELSINGIN YLIOPISTON MOOC-KURSSIT - NYKYISET JA VANHAT

Nykyisen kurssin nimi
Arjen ilmiöitä ja monialaisia projekteja LUMA-aineiden opetuksessa
Avoin tiede ja tutkimus / Open Science and Research
Climate.now
Ilmasto.nyt
Information Seeking and Management for Thesis Writers
Johdatus johtamiseen 5 op, 2017-2018
Johdatus kulttuuriperinnön tutkimukseen, 5 op, kevät 2018
Johdatus yhteiskuntatilastotieteeseen, kesä 2018 (2017-2018)
Koulutuksesta kouluun
Kysymysten ja argumentoinnin hyödyntäminen luonnontieteiden kouluopetuksessa
Lukioiden kehittyvä ja sähköistyvä arviointikulttuuri
LUMATIikka - osa 1
Melinda tutuksi
Molekyylimallinnus kemian opetuksessa
StarT på svenska
Suomalainen metsä
Suomen kieli liikkeessä
This is how Finland learns
Tiede- ja teknologiakasvatus
Tutkielman tekijän tiedonhankinta
Vahvuutta lukukäsitteeseen – ymmärrystä yhtälönratkaisuun
Ympäristötaloustieteen johdantokurssi 2018-19

Päätyneen kurssin nimi
Finnish Political Culture and System, 2016
Finnish Political Culture and System, autumn 2016
Finnish Political Culture and System, autumn 2017
Ihmeelliset aivot (YLE) #ihmeaivot
Introduction to Open Data Science, autumn 2017
Johdatus kasvatustieteisiin, 3 op
Johdatus viestinnän tutkimukseen 5 op, kesä 2017
Kulttuuriperintö ja nykyaika - johdatus kulttuuriperinnön tutkimiseen 2017
Millennium Youth Course - Sustainable Energy
MOOC-pilotti: Verkkomarkkinointi
Osuustoiminnan perusteet MOOC
SEE2017_DongYang
Sustainable Energy in Education

LIITE 3: OHSC-OPINTOJAKSON KURSSIESITE**ORGANIC AND HYBRID SOLAR CELLS, 3 C.U.****Special course for advanced students on period IV****General information**

Intensive course arranged in the IV period Spring 2016. The course will offer a unique opportunity for post-graduate and close-to-graduate M.Sc. students to gain insight on organic and hybrid solar cell principles and recent research activities internationally, and an introduction to solar cell research at TUT Department of Chemistry and Bioengineering.

Learning outcomes

After completing the course the student will be able to explain the operation principle of organic solar cells and compare it to the traditional inorganic solar cells. The student will be able to list the different components of the organic and hybrid solar cells and explain the functions of the different components. Student will be able to measure the performance of a solar cell and characterise the measured cell by calculating the parameters from the measured data. Student will be able to describe the factors affecting the stability of organic and hybrid solar cells. Student will be able to recognize the latest developments and future trends in the organic and hybrid solar cell research.

Requirements for completing the course

Participation in a study group discussions on material in the MOOC: Organic Solar Cells- theory and practise, presenting one scientific article on organic/hybrid solar cells, participation and written report on a lab work on dye-sensitised solar cells and participation in a lecture workshop on principles and applications perovskite and dye-sensitised solar cells.

Prerequisites: M.Sc. level studies in Chemistry or Physics.

Scale of grading: pass/fail

Person responsible: Nikolai Tkachenko, Department of Chemistry and Bioengineering

Please contact arri.priimagi@tut.fi or riikka.lahtinen@tut.fi to register for the course by 11.03.2016.

Maximun amount of students for this implementation round: 16

LIITE 4: OHSC-OPINTOJAKSON KYSELYLOMAKE

Tampere University of Technology
Department of Chemistry and Bioengineering

This questionnaire is made to collect data about experiences of MOOCs generally and as a part of the Organic and Hybrid Solar Cells -course. The feedback is collected anonymously. The data will be used to develop future courses at TUT and also in Tiia Virtanen's Master's thesis (Title: MOOCs in teaching chemistry).

Your feedback is very valuable for us!

General questions:

1. I am
 - a. degree-student
 - b. post-graduate student
2. Why did you participate on the course
 - a. interesting topic
 - b. wanted to try a MOOC as a part of a course
 - c. needed course credits
 - d. other, what _____
3. Did you know what a MOOC is before this course
 - a. yes
 - b. no
4. Have you participated on a MOOC before
 - a. yes (Year(s): _____)
 - b. no

Organic and Hybrid Solar Cells –course:

5. From the Organic solar cells MOOC lectures I watched
 - a. 0-20 %
 - b. 21-40 %
 - c. 41-60 %
 - d. 61-80 %
 - e. 81-100%

6. From the Organic solar cells MOOC quizzes I made
- a. 0-20 %
 - b. 21-40 %
 - c. 41-60 %
 - d. 61-80 %
 - e. 81-100%
7. From the Organic solar cells MOOC additional materials I studied
- a. 0-20 %
 - b. 21-40 %
 - c. 41-60 %
 - d. 61-80 %
 - e. 81-100%
8. The quality of the Organic solar cells MOOC lectures
- | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|-----------|
| Poor | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Excellent |
|------|---|---|---|---|---|-----------|
9. MOOCs fit to my style of studying
- | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
| Disagree | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Agree |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
10. The study method of using MOOCs is suitable for learning chemistry
- | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
| Disagree | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Agree |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
11. I would take part also in the future in a course utilizing MOOCs
- | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
| Disagree | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Agree |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
12. Your comments on MOOCs as a part of the course?

The learning outcomes of the course were:

After completing the course the student will be able to explain the **operation principle** of organic solar cells and compare it to the traditional inorganic solar cells. The student will be able to list the different **components of the organic and hybrid solar cells** and explain the functions of the different components. Student will be able to **measure the performance of a solar cell** and characterize the measured cell by calculating the parameters from the measured data. Student will be able to **describe the factors affecting the stability** of organic and hybrid solar cells. Student will be able to recognize the **latest developments and future trends** in the organic and hybrid solar cell research.

I accomplished the learning outcomes:

Disagree 1 2 3 4 5 Agree

The workload was suitable for a 3 c.u. course

Disagree 1 2 3 4 5 Agree

Please, grade (1-5, 5 is the highest grade) the overall course and the different parts of the organic and hybrid solar cells course:

Overall grade for the course: 1 2 3 4 5

And the parts:

- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 1. Organic Solar Cells MOOC -lectures | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Build your own solar cell lab work | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Hybrid solar cell lecture | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Trends in OPV research: final seminar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

What was good about this course?

How would you improve the course?

Thank You for your answers!

LIITE 5: OHSC-OPINTOJAKSON PALAUTEKYSÉLYN AVOIMIEN KYSYMYSTEN VASTAUKSET

12. Comments on MOOCs as a part of the course?

- Excellent combination with other tasks
- When watching videos, it was nice that I was able to pause and watch back whatever I wanted. It was good that there were also titles but there was a lot of mistakes. In general, the content of videos was very good and the topics well presented.
- MOOCs are very important part of course and improve learning strategy
- Very good idea, provided flexibility to attend lectures
- A good and unstressed way if learning the subject with maximum potential. You can listen to the important points whenever you want, which we usually miss in live lectures.
- good

What was good about this course?

- Mixing different study environments
- That every element was included (MOOC, seminar, lab, small group meeting, face-to-face lecture)
- Free hands to order the small group tasks
- Nice topic and good introduction to this field
- self learning from lectures
- nice video lectures for understanding
- practical case of making solar cells
- all learning diaries are nicely designed and asked important questions
- Better discussion within group and with teachers
- The MOOCs and study diaries in a group was a good method of studying
- Different aspects of solar cells was covered
- There was a good combination of fundamental studies with research activities, which are normally not found in small courses
- Learning material was good and there was lots of variation in learning exercises (lectures, diaries, labs, reports, presentations)
- It was good to get to know people in the course, a bit
- Summarized video lectures which eliminate need to read bulk of theory
- quiz part is good for brainstorming
- subtitles in videos and clear pronunciation of speakers
- lab work and final presentations and discussions

How would you improve the course?

- some more face-to-face lecture in the middle of the timeline of the course
- The course time schedule (MOOC part) was a bit too stiff to my situation of the moment although I love to study intense as possible in general
- Some part (for example $\frac{1}{2}$ or $\frac{1}{3}$) of the articles could be presented at halfway of the course (not so final seminar)
- The reflection part of the final seminar could be more highlighted
- to explain in more define what is MOOC in the first meeting and especially to give a hint
- Would be interesting to know more current and recent (and future) research conducted here
- Maybe in addition to (or instead of) learning diaries an effective way to learn would be meetings where would be discussion based on well-chosen questions
- Need more practice for solar cells preproduction
- The lab work wasn't that good of exercise because everyone wasn't able to participate in all the steps of building the solar cells. That might be because of small lab space and big group in the lab.
- The course schedule should be more precisely defined in the beginning of the course. This would greatly help planning of one's time consumption and use
- In my opinion the weekly based schedule is not enough
- maybe increase couple of credits ☺
- Better distribution to weekly lessons
- making group discussion more active and mandatory
- It seems quite good for allocated credits