

Kestävää kehitystä kemian opetukseen

Milja Salenius

Pro gradu -tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian osasto

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

3.6.2019

Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA
MATEMATISK-NATURVETENSKAPLIGA FAKULTETEN
FACULTY OF SCIENCE

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree programme Kemian opettajankoulutusohjelma	
Tekijä – Författare – Author Milja Salenius			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kestävää kehitystä kemian opetukseen			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro Gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year 06/2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 58 (+5)
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Kemialla ja sen opetuksella on tärkeä rooli kestävämmän tulevaisuuden rakentamisessa. Kestävän kehityksen kemian opetuksessa tulisi hyödyntää monipuolisia opetusmenetelmiä ja opetuksen tulisi olla monitieteellistä sekä kokonaisvaltaista. Kestävän kehityksen oppiminen tulisi integroida opiskelijoiden arkielämään, mutta nykyinen kemian ympäristöopetus jää usein yleiselle tasolle ja kaukaiseksi oppilaan arjesta, vaikka juuri arkiympäristöihin liittyvät aiheet motivoivat oppilaita kemian opiskeluun. Myöskään kokonaisvaltainen, kestävä kehityksen kaikki kolme ulottuvuutta huomioiva lähestymistapa ei aina toteudu opetuksessa, sillä kemianopettajat ovat selvästi keskittyneitä kestävä kehityksen ekologiseen puoleen. Opettajilla ja heidän ohjaajillaan ei myöskään aina ole riittävää tietotaitoa opettaa kestävä kehitystä. Kemian opetuksen uudistaminen on hyvä aloittaa opettajankoulutuksen innovaatioista, sillä opettajat ovat tärkeimpiä vaikuttajia opetuskäytäntöjen muutoksessa kohti kestävä kehitystä.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa siitä, miten Helsingin yliopiston kemian osaston kemian opettajankoulutusyksikön kevään 2015 kurssien suorittaminen vaikutti opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävä kehityksen opettamisesta oppilaille ja siihen, mitä kestävä kehityksen aiheita he aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Samalla tutkimuksessa haettiin myös vastausta siihen, minkä osa-alueiden opetusta olisi parannettava. Tutkimuksen kohteena oli 34 kemian opettajankoulutusyksikön opiskelijaa. Tutkimus oli kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tapaustutkimus, jonka aineisto kerättiin kyselylomakkeilla. Tutkimuksen kvantitatiivinen aineisto analysoitiin kuvailevan tilastoanalyysin avulla ja kvalitatiivinen aineisto laadullisen sisällönanalyysin menetelmin aineistolähtöisesti ja teoriaohjaavasti. Aineistolähtöisesti muodostettujen luokkien analysointia jatkettiin vielä kvantifioimalla aineisto.</p> <p>Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kurssien suorittaminen on lisännyt opiskelijoiden kiinnostusta oppia kestävä kehityksen opettamisesta oppilaille, mutta vähiten kiinnostuneiden opiskelijoiden kiinnostusta ei ole onnistuttu tukemaan. Kurssien suorittaminen on tuonut lisää huomiota kestävä kehityksen sosiaaliseen puoleen sekä arkielämään liittyviin, ajankohtaisiin aiheisiin. Opiskelijat aikovat kurssien jälkeen käsitellä kestävä kehityksen eri ulottuvuuksia opetuksessaan hieman monipuolisemmin, vaikkakin taloudellisesti kestävä kehitys jäi edelleen muita aiheita vähemmälle huomiolle. Opiskelijat mainitsivat vastauksissaan suurimman osan olennaisiksi listatuista kestävä kehityksen aiheista, joten näiden aiheiden opetusta voidaan pitää tältä osin onnistuneena, vaikkakin ekologiseen kestävyys liittyvät aiheet olivat painottuneet tässäkin eniten. Tutkimus antaa tietoa kemian opettajankoulutusyksikön kurssien vaikutuksista, ja tutkimustulosten perusteella kurseja voidaan kehittää entistä paremmin kestävä kehityksen huomioivaan ja opiskelijoiden kiinnostusta tukevaan suuntaan.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords kestävä kehitys, vihreä kemia, kestävä kehityksen opetus			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited E-thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa			

Sisällys

1. Johdanto.....	1
2. Kestävä kehitys ja vihreä kemia	3
2.1 Kestävä kehitys ja maailmanlaajuiset ongelmat	3
2.2. Kestävän kehityksen kansainväliset tavoitteet ja niiden toimeenpano Suomessa	6
2.3 Vihreä kemia ja kestävä kemia	7
2.4 Elinkaariajattelu	9
2.5 Euroopan unionin kierrätystavoitteet	12
2.6 Kestävän kehityksen olennaiset aiheet.....	14
3. Kestävä kehitys ja vihreä kemia opetuksessa	16
3.1 Kestävän kehityksen opettamisen tavoitteet ja haasteet.....	16
3.2 Kestävän kehityksen opetus Suomessa	21
3.2.1 Kestävä kehitys peruskoulu- ja lukio-opetuksessa	21
3.2.2 Kestävä kehitys Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutusyksikössä	23
3.3 Pedagoginen sisältötieto kestävä kehityksen kemian opetuksessa.....	24
3.4 Kiinnostus	25
4. Tutkimus	27
4.1 Tavoitteet.....	27
4.2 Toteutus.....	28
4.3 Kohderyhmä.....	30
4.4 Aineiston analysointi.....	31
4.5. Luotettavuus	33
5. Tulokset	34
5.1 Kurssien vaikutus opiskelijoiden kiinnostukseen	34
5.2 Kurssien vaikutus opiskelijoiden suunnitelmiin käsitellä kestävä kehityksen aiheita omassa tulevassa opetuksessaan	37
5.3 Kestävän kehityksen osa-alueiden opetuksen parantaminen	42

6. Johtopäätökset ja pohdinta.....	44
6.1 Kurssien vaikutus opiskelijoiden kiinnostukseen	44
6.2 Kurssien vaikutus opiskelijoiden suunnitelmiin käsitellä kestävän kehityksen aiheita omassa tulevassa opetuksessaan	46
6.3 Kestävän kehityksen osa-alueiden opetuksen parantaminen	50
6.4 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimus.....	52
Lähteet	53
Liitteet.....	59

1. Johdanto

Ihmiskunnalla on valtavia haasteita liittyen maapallon rajalliseen kantokykyyn, terveysongelmiin, talouteen sekä ihmisten väliseen rauhaan. Kulutamme maapallon rajallisia resursseja kiihtyvällä ja kestävämmällä vauhdilla aiheuttaen samalla muun muassa lajien katoamista sekä ilmaston lämpenemistä. Planeettamme kantokyvyn rajojen tunnistaminen, määrittäminen ja noudattaminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta voimme estää ihmisten toimintaa aiheuttamasta kohtuuttomia ympäristömuutoksia (Rockström, Steffen, Noone, & Scheffer, 2009). Myös sosio-kulttuuriset haasteet vaativat uudenlaisia toimia, sillä epäreilut, epätasa-arvoiset ja sortavat sopimukset ovat osaltaan aiheuttaneet köyhyyttä ja ihmisoikeusloukkauksia sekä puutteita koulutuksessa, ravitsemuksessa ja terveydenhuollossa. Näiden kestävä kehityksen ekologisten, taloudellisten ja sosio-kulttuuristen osa-alueiden yhdistäminen toimiviin todellisiin käytäntöihin on aikamme suurimpia haasteita. (Juntunen, Marianne, 2015; Strange & Bayley, 2008)

Kemialla ja sen opetuksella on tärkeä rooli kestävämmän tulevaisuuden rakentamisessa. Kestävä kehityksen koulutuksen tavoitteena on kasvattaa seuravasta sukupolvesta vastuullisia kansalaisia, jotka osallistuvat demokraattiseen yhteiskuntaan ja ottavat vastuuta kestävä kehityksen toteutumisesta, ja vihreä kemia on ratkaisevan tärkeä osa tätä kestävä kehityksen koulutusta kemiassa. Kestävä kehityksen koulutusta pidetään maailmanlaajuisesti tärkeänä asiana, jonka kehittämiseen halutaan panostaa, joten YK julisti vuodet 2005-2014 Kestävä kehityksen koulutuksen vuosikymmeneksi. (Burmeister, Rauch, & Eilks, 2012)

Kestävä kehityksen kemian opetuksen tulisi olla monitieteellistä sekä kokonaisvaltaista ja sen tulisi sisältyä kemian opetussuunnitelmiin. Sen tulisi noudattaa kestävä kehityksen eettisiä arvoja, edistää kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja sekä osallistaa opiskelijat päätöksentekoon, jotta he osaavat tulevaisuudessa tehdä kestävä kehityksen mukaisia päätöksiä. Jotta kestävä kehityksen opetuksen moniulotteinen luonne tulee huomioitua, opetusmenetelmien tulisi olla monipuolisia ja noudattaa monitahoista pedagogiikkaa. Kestävä kehityksen oppiminen tulisi integroida opiskelijoiden jokapäiväiseen elämään, ja opetuksessa tulisi käsitellä sekä paikallisia että

maailmanlaajuisia kysymyksiä. (Burmeister et al., 2012) Kemianopettajien mukaan nykyinen kemian ympäristöopetus jää kuitenkin yleiselle tasolle ja kaukaiseksi oppilaan arjesta, vaikka juuri arkiympäristöihin liittyvät aiheet motivoivat heidän mukaansa oppilaita kemian opiskeluun (Aksela & Karjalainen, 2008). Myöskään kokonaisvaltainen, kestävän kehityksen kaikki kolme ulottuvuutta huomioiva lähestymistapa ei aina toteudu opetuksessa. Uiton ja Salorannan (2017) mukaan kemianopettajat ovat selvästi keskittyneitä vain kestävän kehityksen ekologiseen puoleen.

Kemian opetusta on siis uudistettava, ja uudistus on hyvä aloittaa opettajankoulutuksen innovaatioista, sillä opettajat ovat tärkeimpiä vaikuttajia opetuskäytäntöjen muutoksessa kohti kestävästä kehitystä (Burmeister, Schmidt-Jacob, & Eilks, 2013). Jokainen opettaja vaikuttaa ainakin sata vuotta: ensin oman työnsä kautta ja sitten kouluttamiensa oppilaiden kautta (Aksela 2016). On tärkeää, että opettajaopiskelijat tuntevat kestävän kehityksen eri ulottuvuuksia mahdollisimman kattavasti, sillä he tarvitsevat näitä tietoja omassa tulevassa opetuksessaan. Aiempien tutkimusten mukaan opettajilla ja heidän ohjaajillaan ei aina ole riittävää tietotaitoa opettaa kestävästä kehitystä (Juntunen & Aksela, 2014).

Kestävän kehityksen opettamisen tärkeys näkyy perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa useassa kohdassa, ja yksi opetussuunnitelman arvoperustan neljästä avainkohdasta onkin kestävän elämäntavan välttämättömyys. Perusopetuksen ja lukion kemian opetuksen yhtenä tavoitteena on auttaa opiskelijoita ymmärtämään kemian ja sen sovellusten merkitys kestävän tulevaisuuden rakentamisessa ja ohjata heitä ottamaan vastuuta omasta toiminnastaan sekä ympäristöstä. (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 2015)

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa siitä, miten Helsingin yliopiston kemian osaston kemian opettajankoulutusyksikön kevään 2015 kurssien suorittaminen vaikutti opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille ja siihen, mitä kestävän kehityksen aiheita he aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Samalla tutkimuksessa haetaan myös vastausta siihen, minkä osa-alueiden opetusta olisi parannettava.

Tutkimus on kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tapaustutkimus. Tutkimuksen teoriaosan luvussa 2 käsitellään kestävästä kehitystä, sen olennaisia osa-alueita, siihen liittyviä kansainvälisiä tavoitteita ja niiden kansallista toimeenpanoa Suomessa sekä vihreää ja kestävästä kemiaa. Teoriaosan luvussa 3 käsitellään kestävästä kehitystä ja vihreää kemiaa opetuksessa, niiden opettamisen haasteita ja tavoitteita, roolia perusopetuksessa, lukiossa ja kemian opettajankoulutuksessa, pedagogisen sisältötiedon merkitystä sekä kiinnostuksen roolia oppimisessa. Luvussa 4 esitellään tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmät ja aineiston analysointimenetelmät sekä arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta. Luvussa 5 esitellään tulokset tutkimuskysymyksittäin ja luvussa 6 kerrotaan tutkimuksen johtopäätökset, tarkastellaan niitä aiempien tutkimustulosten valossa ja pohditaan tutkimuksen merkitystä sekä jatkotutkimuksen tarvetta.

2. Kestävä kehitys ja vihreä kemia

Tässä luvussa käsitellään kestävästä kehitystä, sen olennaisia osa-alueita, siihen liittyviä kansainvälisiä tavoitteita ja niiden kansallista toimeenpanoa Suomessa sekä vihreää ja kestävästä kemiaa.

2.1 Kestävä kehitys ja maailmanlaajuiset ongelmat

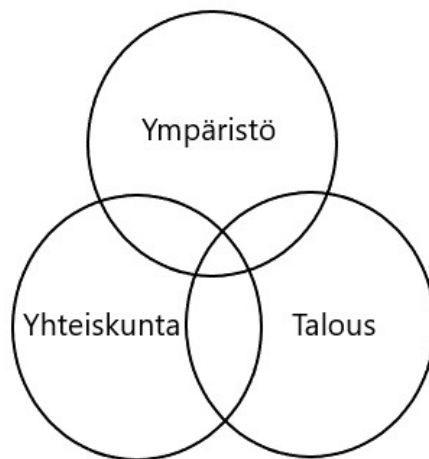
Kestäväällä kehityksellä on useita määritelmiä, joista yleisimmin käytetään Yhdistyneiden kansakuntien Ympäristön ja kehityksen maailmankomission vuonna 1987 laatimaa määritelmää, jonka mukaan kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa (Brundtland, 1987). Kestävässä kehityksessä on kyse integraatiosta: ympäristö, ihmiset ja talous tulisi ottaa tasavertaisesti huomioon kaikessa toiminnassa, sillä niiden hyvinvointi on erottamattomasti sidoksissa toinen toisiinsa. Päätöksiä tehtäessä tulisi ottaa huomioon ratkaisujen vaikutukset yhteiskuntaan, ympäristöön ja talouteen sekä paikallisesti että maailmanlaajuisesti ja nykyhetkessä sekä tulevaisuudessa. (Strange & Bayley, 2008)

Ihmiskunnalla on valtavia haasteita liittyen maapallon rajalliseen kantokykyyn, terveysongelmiin, talouteen sekä ihmisten väliseen rauhaan. Vaikka keskimääräinen elämänlaatu on parantunut länsimaissa viimeisten vuosisatojen aikana monella tapaa,

kasvulla on ollut valtavat maailmanlaajuiset seuraukset. Kulutamme maapallon rajallisia resursseja kiihtyvällä ja kestäättömällä vauhdilla aiheuttaen samalla muun muassa lajien katoamista sekä ilmaston lämpenemistä. Muiden maiden, kuten Kiinan ja Intian, kehittyessä haitallisten ympäristövaikutusten määrä lisääntyy entisestään, mikäli taloudellista kasvua ei saada erotettua luonnonvarojen käytöstä ja saastuttamisesta. Myös sosio-kulttuuriset haasteet vaativat uudenlaisia toimia, sillä epäreilut, epätasa-arvoiset ja sortavat sopimukset ovat osaltaan aiheuttaneet köyhyyttä ja ihmisoikeusloukkauksia sekä puutteita koulutuksessa, ravitsemuksessa ja terveydenhuollossa. Näiden ekologisten, taloudellisten ja sosio-kulttuuristen osa-alueiden yhdistäminen toimiviin todellisiin käytäntöihin on aikamme suurimpia haasteita, sillä hyvistä tavoitteista huolimatta eri näkökulmat sulkevat usein käytännössä toinen toisensa pois, eikä ole varmaa, voiko ihmiskunta saavuttaa yhtä aikaa taloudellisen kasvun, ympäristöterveyden ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden. Jotta kestävä kehitys voidaan todellisuudessa toteuttaa, talouskasvu ei saa enää perustua luonnonvarojen kestäättömään käyttöön ja sosiaalisesti epäoikeudenmukaisiin sopimuksiin. (Juntunen, 2015; Strange & Bayley, 2008)

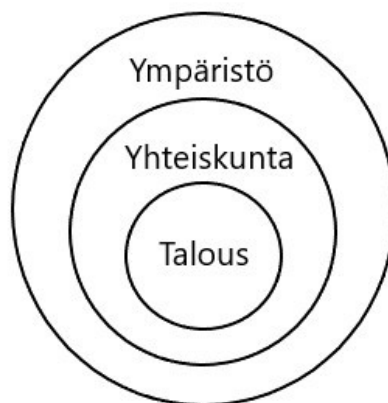
Planeettamme kantokyvyn rajojen tunnistaminen, määrittäminen ja noudattaminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta voimme estää ihmisten toimintaa aiheuttamasta kohtuuttomia ympäristömuutoksia. Yhdeksän tärkeintä planetaarista rajaa ovat ilmastonmuutos, merten happamoituminen, stratosfäärin otsonikato, typen ja fosforin kierto, globaali makean veden käyttö, maankäytön muutokset, biodiversiteetin pieneneminen, ilmakehän aerosolikuormitus sekä kemiallinen saastuminen. Ihmiskunta on jo ylittänyt rajansa typen kierron, ilmastonmuutoksen ja biodiversiteetin pienenemisen osalta. (Rockström et al., 2009)

Kestävän kehityksen osa-alueita kuvataan usein kolmen renkaan sektorimallilla, jossa ympäristö, yhteiskunta ja talous on sijoitettu limittäin oleviin ympyröihin. Tämä yksinkertainen malli kuvaa sitä, että kokonaisvaltaiseen kestäväan kehitykseen tarvitaan kaikki kolme osa-aluetta: ekologinen, sosiaalinen ja taloudellinen. Mallia on kuitenkin kritisoitu siitä, että sen osa-alueet ovat erillisiä ja täten yhden osa-alueen heikkoutta voidaan kompensoida toisen vahvuudella, vaikka todellisuudessa osa-alueiden väliset yhteydet ovat olennainen osa kokonaisvaltaista kestäväan kehitystä. (Giddings, Hopwood, & O' Brien, 2002)



Kuva 1. Kestävän kehityksen kolmen renkaan sektorimalli. Kuva on piirretty Giddingsiä, Hopwoodia ja O’Brieniä (2002) mukaillen.

Kestävän kehityksen osa-alueita voidaan kuvata myös sisäkkäisellä mallilla, jossa taloutta ympäröi yhteiskunta ja näitä kahta ympäröi ympäristö. Tämä malli kuvaa täsmällisemmin yhteiskunnan, talouden ja ympäristön välisiä suhteita, sillä se tuo paremmin esiin sen, että taloudellisesti kestävä kehitys on riippuvainen sosiaalisesti kestävästä kehityksestä ja nämä kaksi ovat riippuvaisia ekologisesti kestävästä kehityksestä. Tälläkin mallilla on kuitenkin heikkoutensa, sillä todellisuudessa ihmiset elävät elämäänsä kaikilla kolmella osa-alueella ilman, että niitä rajataan tarkasti toisistaan. (Giddings et al., 2002)



Kuva 2. Kestävän kehityksen sisäkkäinen malli. Kuva on piirretty Giddingsiä, Hopwoodia ja O’Brieniä (2002) mukaillen.

2.2. Kestävän kehityksen kansainväliset tavoitteet ja niiden toimeenpano Suomessa

Kestävän kehityksen edistämiseksi on määritelty myös maailmanlaajuiset tavoitteet. Agenda 2030 kestävälle kehitykselle on Yhdistyneiden kansakuntien syyskuussa 2015 hyväksymä toimintasuunnitelma, jonka kaikki maat ja kaikki yhteistyössä toimivat sidosryhmät ottavat käytäntöön niin, että sen tavoitteet saavutetaan vuoteen 2030 mennessä. Agenda 2030:n viisi ydinasiaa ovat ihmiset, planeetta, vauraus, rauha ja maailmanlaajuinen kumppanuus eli se huomioi kestävän kehityksen ekologiset, taloudelliset ja sosiaalis-kulttuuriset osa-alueet pyrkien myös vahvistamaan maailmanlaajuisia rauhaa. Toimintasuunnitelmassa on määritelty kestävän kehityksen 17 tavoitetta, jotka näkyvät kuvassa 3, ja joilla on kullakin myös yksityiskohtaisemmat alatavoitteensa. Agenda 2030:n mukaan esimerkiksi köyhyyden poistaminen on suurin maailmanlaajuinen haaste ja täten välttämätön edellytys kestävälle kehitykselle. (United Nations, 2015)



Kuva 3. Kestävän kehityksen tavoitteet Agenda 2030:n mukaan. (Suomen YK-liitto, 2016)

Suomi on sitoutunut Agenda 2030 -toimintaohjelman noudattamiseen muiden YK-maiden lailla, joten sen toimeenpano on kytketty osaksi Suomen kestävän kehityksen työtä ja kansallista politiikka. Sen toteutumista valvoo pääministerin johtama kestävän kehityksen toimikunta, joka vastaa myös Suomen oman, kansallisen kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumuksen toimeenpanon edistämisestä, seurannasta, arvioinnista ja tuloksien raportoinnista. (Valtioneuvoston kanslia, 2017)

2.3 Vihreä kemia ja kestävä kemia

Laaja kiinnostus vihreään kemiaan alkoi 1990-luvun alussa, kun huoli maapallon tulevaisuudesta kasvoi. Vuonna 1990 Yhdysvalloissa tuli voimaan uusi laki ”laki saastuttamisen ehkäisemisestä”, joka oli ensimmäinen ympäristölainsäädäntö, joka keskittyi saastuttamisen ennaltaehkäisyyn jälkiseurausten hoitamisen sijaan. Tämän seurauksena Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto EPA perusti Vihreän kemian ohjelman, joka tukee ympäristöystävällisen kemian tutkimusta, koulutusta ja alan tapaamisia. Vihreä kemia -termin keksijänä pidetään ympäristönsuojeluviraston entistä johtajaa Paul T. Anastasia, joka ensimmäisenä käytti tätä termiä vuonna 1991. (IUPAC, 2013; Sanghi, Sanghi, & Singh, 2012)

Kansainvälinen teoreettisen ja sovelletun kemian liitto IUPAC (2013) määrittelee vihreän kemian sellaiseksi kemiallisten tuotteiden ja prosessien keksimiseksi, suunnitteluksi ja käytöksi, joka vähentää tai poistaa vaarallisten aineiden käyttöä ja syntymistä. Kaikki tahot eivät kuitenkaan halua käyttää vihreä kemia -termiä, koska se voi assosioitua poliittisesti vihreään liikkeeseen, joten toinen yleisesti käytetty termi on kestävä kemia. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD on hyväksynyt kokouksessaan vuonna 1999 termin kestävä kemia ja määritellyt sen olevan tehokkaiden, turvallisten ja ympäristöystävällisten kemiallisten tuotteiden ja prosessien suunnittelua, valmistusta ja käyttöä. Kestävä kemia pyrkii uusien lähestymistapojen ja teknologioiden avulla tehostamaan luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä parantamaan prosessien ja tuotteiden suorituskykyä ja lisäarvoa saavuttaen samalla ihmisten terveyteen ja ympäristönsuojeluun liittyvät tavoitteet. Se perustuu yhteiskunnan, ympäristön ja talouden pitkäaikaiseen ja kokonaisvaltaiseen kehittämiseen, jossa jatkuvalla muutosprosessilla asetetaan mitattavissa olevat tavoitteet. Kestävällä kemialla on olennainen rooli kestävän kehityksen edistämisessä, sillä sen avulla

voidaan käyttää sellaisia aineita, materiaaleja ja prosesseja, joilla on mahdollisimman vähän haittavaikutuksia, ja täten välttää ihmisten, ekosysteemien ja resurssien vahingoittamista. (OECD, 2018; Ympäristöministeriö, 2016)

Joissakin maissa käytetään myös vihreän kemian ja kestävän kemian yhdistelmää vihreä/kestävä kemia tai vihreä ja kestävä kemia. Euroopan unionin yhteistyötoiminta tieteellisen ja teknisen tutkimuksen alalla on hyväksynyt termin kestävä/vihreä kemia ja määritellyt sen tuotteiden suunnitteluksi kestäviin sovelluksiin ja niiden tuotannoksi sellaisilla molekyylimuutoksilla, jotka ovat energiatehokkaita, minimoivat tai mieluummin poistavat jätteiden muodostumisen ja myrkyllisten ja/tai vaarallisten liuottimien ja reagenssien käytön ja hyödyntävät uusiutuvia raaka-aineita mahdollisuuksien mukaan. Käytännössä kaikki kolme termiä sisältävät kuitenkin niin samankaltaisia tavoitteita ja sisältöä, että yleensä niitä kaikkia pidetään hyväksyttävänä. (IUPAC, 2013)

Ympäristöystävällisten tuotteiden ja prosessien kehitystä ohjaavat Paul T. Anastasin ja John C. Warnerin (1998) muotoilemat vihreän kemian 12 periaatetta:

- i) Jätteen synnyn ennaltaehkäisy
- ii) Atomiekonomia
- iii) Vaarattomat kemialliset synteesit
- iv) Turvallisten kemikaalien suunnittelu
- v) Turvallisten liuottimien käyttö ja apuyhdisteiden käytön välttäminen
- vi) Energian käytön minimoiminen
- vii) Uudistuvien lähtöaineiden käyttö
- viii) Tarpeettoman johdosten muodostumisen välttäminen
- ix) Katalyyttien suosiminen
- x) Tuotteiden hajoaminen elinkaaren lopussa
- xi) Reaaliaikaiset analyysit
- xii) Onnettomuuksien välttäminen esimerkiksi oikeilla kemikaalivalinnoilla

Vihreä kemia tarjoaa siis ratkaisun monenlaisten vaarojen ehkäisyyn, kun sen periaatteet huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa. Vaaroilla voidaan tarkoittaa monenlaisia ihmisten terveydelle tai ympäristölle aiheutuvia uhkia, kuten aineiden myrkyllisyyttä ja fysikaalisia vaaroja, ilmastonmuutosta ja resurssien heikkenemistä, mutta niihin kaikkiin voidaan

vaikuttaa vihreän kemian keinoin, koska nämä uhat ovat peräisin joko molekyylien fysikaalisista, kemiallisista tai rakenteellisista ominaisuuksista tai tapahtuvista molekyyli muutoksista. Ideana on keskittyä ongelmien ratkaisuun jo suunnitteluvaiheessa molekyyli tasolla sen sijaan, että korjattaisiin tuotteiden tai prosessien aiheuttamia haitallisia seurauksia jälkikäteen. Vihreä kemia onkin erittäin tehokas työkalu kaikenlaiselle teollisuudelle, sillä sen avulla voidaan vaikuttaa tuotteiden elinkaaren jokaiseen vaiheeseen. (Anastas & Lankey, 2000)

Vihreään kemiaan ei välttämättä liity ylimääräisiä pääomakustannuksia, vaan se saattaa jopa alentaa toiminnan kustannuksia toisin kuin perinteinen, rajoituksiin ja sääntelyyn perustuva ympäristöpolitiikka. Yritykset, jotka noudattavat vihreän kemian periaatteita ja ovat ensimmäisinä mukana kehittämässä uusia, ympäristöystävällisiä teknologioita, menestyvät todennäköisesti markkinoilla hyvin ja hyötyvät hallitusten tuesta aloitteidensa edistämässä. Viime vuosikymmeninä onkin tunnustettu, että kemia on välttämätön ja olennainen osa maailmanlaajusten ympäristöongelmien ratkaisemisessa, sillä vihreän kemian keinoin on mahdollista saavuttaa samanaikaisesti sekä talouteen että ympäristönsuojeluun liittyvät tavoitteet. (Tundo, Anastas, Black, Breen, Collins, Memoli, Miyamoto, Polyakoff, & Tumas, 2000)

Vihreä kemia eroaa perinteisestä ympäristönsuojelusta usealla tavalla, sillä vihreä kemia

- i) osoittaa vaaraa ennemmin kuin altistumista
- ii) on taloudellisesti tuottoisaa
- iii) ei ole säädeltyä
- iv) estää ongelmia etukäteen
- v) tarkastelee koko elinkaaren vaikutuksia jo etukäteen. (Anastas & Lankey, 2000)

2.4 Elinkaariajattelu

Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) on tuotteiden, palveluiden ja prosessien koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arviointimenetelmä. Elinkaaren vaiheet sisältävät raaka-aineiden tai materiaalien hankinnan, prosessoinnin ja kuljetuksen, tuotteen valmistuksen ja jakelun, tuotteen käytön ja uudelleen käytön, mahdollisen huollon sekä

lopulta kierrätyksen tai hylkäämisen. Näin laajan elinkaariarvioinnin tekeminen on kuitenkin erittäin haasteellista, joten usein elinkaariarviointi toteutetaan yksinkertaistettuna mallina (streamlined LCA), jossa tutkitaan vain rajattua osaa prosessista tai keskitytään vain jonkin tietyn päästön ympäristövaikutusten tarkasteluun. Elinkaarianalyysin ensimmäinen vaihe onkin määrittää tutkittavan järjestelmän rajat. Elinkaariarvioinnin apuna käytetään yleensä alalle kehitettyjä tietokoneohjelmistoja ja inventaariotietokantoja, ja sitä ohjaavat kansainväliset ISO-standardit, jotka sisältävät kuvassa 4 näkyvät neljä vaihetta. (Suomen ympäristökeskus, 2017)



Kuva 4. Elinkaariarvioinnin vaiheet ja käyttökohteita. (Suomen ympäristökeskus, 2017)

Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely sisältää muun muassa arvioinnin syyt, tarkoituksen, tulosten hyödyntäjät ja raportointia rajoittavat tekijät. Inventaarioanalyysi sisältää tarvittavien, koko tuotteen elinkaarta kuvaavien tietojen keräämisen ja vaikutusarviointi tarkastelee haitallisten toimien tai päästöjen potentiaalista vaikutusta suojeltaville kohteille. Tulosten tulkintaan sisältyy johtopäätösten ja toimenpidesuosittelujen tekeminen sekä tuloksiin vaikuttavien tekijöiden analysointi. (Suomen ympäristökeskus, 2017).

Elinkaariajattelun syvempään ymmärtämiseen tarvitaan kemiaa, ja juuri vihreä kemia tarjoaa parannusmahdollisuuksia elinkaaren kaikkiin vaiheisiin. Koska samoja tuotteita on mahdollista valmistaa useista eri lähtöaineista, materiaalien hankintavaiheessa kannattaa miettiä, mitkä lähtöaineet kannattaa valita ympäristöystävällisimmän lopputuloksen saavuttamiseksi. Lähtöaineiden hankinnalla, esimerkiksi louhinnalla, tulisi olla mahdollisimman pienet ympäristövaikutukset, lähtöaineiden tulisi olla myrkyttömiä ja uusiutuvia, ja mikäli mahdollista, lähtöaineina tulisi käyttää jonkun toisen prosessin jätteitä. Tuotteiden suunnittelussa ja tuotannossa tulisi huomioida atomiekonomia eli se, miten suuri osa lähtöaineista päätyy tuotteeseen ja miten suuri osa jätteeksi, molekyylien rakenteellinen muokkaus vähemmän myrkylliseksi mutta silti toimiviksi, haitallisten reagenssien ja liuottimien käytön vähentäminen, energian käytön tehostaminen katalyyttien avulla, materiaalien käytön vähentäminen prosessien tehokkuutta parantamalla tai reaktioreittejä muuttamalla sekä lopputuotteen muokkaus vähemmän haitalliseen olomuotoon. (Anastas & Lankey, 2000)

Tuotteiden pakkaamisessa ja jakelussa tulisi kiinnittää huomioita tuotteiden tehokkuuteen ja ominaisuuksiin, jotta tuotetta tarvittaisiin halutun lopputuloksen saavuttamiseksi mahdollisimman pieni määrä, ja jotta tuotteen ulkonäkö olisi sellainen, että sitä ei tarvitsisi esimerkiksi värjätä tai mahdollisesti jopa pakata lainkaan, tai tuote ja pakkaus voisivat olla samaa materiaalia kierrättämisen helpottamiseksi. Valmiin tuotteen tulisi olla sellainen, että sen käyttö kuluttaa mahdollisimman vähän energiaa ja tuottaa mahdollisimman vähän jätettä. Käyttöikänsä lopussa tuote tulisi joko kokonaan uusiokäyttää tai sen materiaalit tulisi kierrättää uusien tuotteiden valmistukseen. Mikäli tuote kuitenkin täytyy hävittää, sen tulisi olla biohajoavaa materiaalia, joka hajoaa helposti ja harmittomasti luontoon. Tuotteiden suunnittelussa tulisi huomioida myös se, että ne tuotteet, joiden valmistaminen vaatii eniten luonnonvaroja ja energiaa, kestäisivät pisimpään ja niiden uusiokäyttö olisi mahdollisimman helppoa. Elinkaariajattelun tavoitteena on siis ekologisesti, eettisesti ja taloudellisesti kestävämpi teknologia ja teollisuus. (Anastas & Lankey, 2000)

2.5 Euroopan unionin kierrätystavoitteet

Vihreä kemia ja kestävä kehitys ovat ajankohtainen aihe Euroopan unionissa, sillä unionin alueella syntyy vuosittain yli 2,5 miljardia tonnia jätettä. Euroopan unionin tarkoituksena onkin siirtyä perinteisestä, lineaarisesta talouden mallista kohti kiertotaloutta. Linearisessa mallissa tuotteet valmistetaan, kulutetaan ja heitetään pois, kun taas kiertotalouden mallissa olemassa olevat, hyvin suunnitellut tuotteet pyritään hyödyntämään mahdollisimman pitkälle, ja lopulta elinkaaren päässä tuotteiden materiaalit pyritään vielä hyödyntämään, jolloin ne luovat lisäarvoa yhä uudelleen ja jätteen määrä vähenee minimiin. (Euroopan parlamentti, 2015)



Kuva 5. Kiertotalouden vaiheet. (Euroopan parlamentti, 2015)

Euroopan unioni on hyväksynyt huhtikuussa 2018 uuden kiertotalouspaketin, joka asettaa entistä tiukemmat tavoitteet kierrätykselle ja kaatopaikkajätteen vähentämiselle. Koska tehokas jätehuolto on ensimmäinen askel kohti kiertotaloutta, uudet tavoitteet ovat jäsenmaita sitovia. Kullekin pakkausjättemateriaalille on määritelty omat kierrätystavoitteet,

ja vuoteen 2035 mennessä kaatopaikalle tulisi päätyä enintään 10 % kaikesta yhteiskuntajätteestä. Vaikka jätehuolto on jo parantunut EU-alueella huomattavasti viime vuosikymmeninä, joissakin jäsenmaissa viedään yhä valtaosa jätteestä kaatopaikoille. (Euroopan parlamentti, 2018)

Taulukko 1. EU:n pakkausmateriaalikohtaiset kierrätystavoitteet. (Euroopan parlamentti, 2018)

	Vuoteen 2025 mennessä	Vuoteen 2030 mennessä
Kaikki pakkausjäte	65 %	70 %
Muovi	50 %	55 %
Puu	25 %	30 %
Rautametallit	70 %	80 %
Alumiini	50 %	60 %
Lasi	70 %	75 %
Paperi ja kartonki	75 %	85 %

Euroopan unionilla on hyvät syyt asettaa jäsenmaitaan sitovat tavoitteet kierrätykselle, sillä kierrättämätön jäte vaikuttaa negatiivisesti ympäristöön, ilmastoon, talouteen ja ihmisten terveyteen (Euroopan parlamentti, 2018)

Kiertotalous hyödyttää Euroopan unionia taloudellisesti, sillä jätteiden syntymisen ehkäiseminen, ekosuunnittelu ja materiaalien uusiokäyttö voisivat tuoda alueen yrityksille jopa 600 miljoonan euron nettosäästöt, mikä vastaa 8 % niiden vuotuisesta liikevaihdosta. Kiertotalouteen siirtyminen tuo myös arviolta jopa 580 000 uutta työpaikkaa EU:n alueelle samalla, kun ympäristön kuormitus vähenee, raaka-aineiden saatavuus paranee ja alueen kilpailukyky lisääntyy. Kuluttajien kannalta tämä tarkoittaa kestäviä, innovatiivisia ja edullisempia tuotteita sekä parempaa elämänlaatua. (Euroopan parlamentti, 2015)

2.6 Kestävän kehityksen olennaiset aiheet

Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää, minkä kestävän kehityksen osa-alueiden opetusta olisi parannettava kemian opettajankoulutuksessa. Tätä tutkimuskysymystä varten taulukkoon 2 koottiin tämän tutkielman lähdekirjallisuuden perusteella lista kestävän kehityksen olennaisista aiheista. Useat näistä aiheista toistuivat monessa eri lähteessä, joista on tällöin mainittu yksi.

Taulukko 2. Lista kestävän kehityksen olennaisista aiheista.

Kestävän kehityksen olennainen aihe	Lähde
ilmastonmuutos	Rockström et al., 2009
ympäristöongelmat	Strange & Bayley, 2008
muovien käyttö ja mikropartikkelit	Juntunen, 2015
otsonikato	Rockström et al., 2009
typen ja fosforin kierto	Rockström et al., 2009
pienhiukkaspäästöt	Rockström et al., 2009
vesistöjen happamoituminen	Rockström et al., 2009
kemikalisoituminen	Juntunen & Aksela, 2014
saastuminen	Rockström et al., 2009
biodiversiteetin pieneneminen	Rockström et al., 2009
kestävä energiantuotanto	Suomen YK-liitto, 2016
uusiutuvat luonnonvarat	Juntunen, 2015
luonnonsuojelu	Suomen YK-liitto, 2016
raaka-aineiden säästö	Anastas & Lankey, 2000
elinkaari	Anastas & Lankey, 2000
kiertotalous	Euroopan parlamentti, 2018
kestävä kemia	Ympäristöministeriö, 2016
vihreä kemia	Anastas & Warner, 1998
kierrätys	Juntunen, 2015
puhdas vesi	Suomen YK-liitto, 2016
innovaatiot ja teknologia	Suomen YK-liitto, 2016
kestävä teollisuus	Suomen YK-liitto, 2016
kestävät kaupungit	Suomen YK-liitto, 2016
kestävä kuluttaminen ja elämäntapa	Suomen YK-liitto, 2016
ruoan turvallisuus ja riittävyys	Suomen YK-liitto, 2016
terveys	Suomen YK-liitto, 2016
hyvinvointi	Suomen YK-liitto, 2016
köyhyyden poistaminen	Suomen YK-liitto, 2016
ihmisarvoinen työ ja talouskasvu	Suomen YK-liitto, 2016
kestävä yhteiskunta ja politiikka	Strange & Bayley, 2008
globaali kumppanuus	Suomen YK-liitto, 2016
rauha	Suomen YK-liitto, 2016
sosiaalinen oikeudenmukaisuus	Suomen YK-liitto, 2016
sukupuolten ja ihmisryhmien tasa-arvo	Suomen YK-liitto, 2016
hyvä koulutus ja elinikäinen oppiminen	Suomen YK-liitto, 2016

3. Kestävä kehitys ja vihreä kemia opetuksessa

Tässä luvussa käsitellään kestävästä kehityksestä ja vihreästä kemiasta opetuksessa, niiden opettamisen haasteita ja tavoitteita, roolia perusopetuksessa, lukiossa ja kemian opettajankoulutuksessa, pedagogisen sisältötiedon merkitystä sekä kiinnostuksen roolia oppimisessa

3.1 Kestävän kehityksen opettamisen tavoitteet ja haasteet

Kestävän kehityksen koulutuksen tavoitteena on kasvattaa seuraavasta sukupolvesta vastuullisia kansalaisia, jotka osallistuvat demokraattiseen yhteiskuntaan ja ottavat vastuuta kestävästä kehityksestä toteutumisesta, ja vihreä kemia on ratkaisevan tärkeä osa tätä kestävästä kehityksestä koulutusta kemiassa. Kestävän kehityksen koulutusta pidetään maailmanlaajuisesti tärkeänä asiana, jonka kehittämiseen halutaan panostaa, joten YK julisti vuodet 2005-2014 Kestävän kehityksen koulutuksen vuosikymmeneksi. (Burmeister et al., 2012) Perinteikkäässä kemian opetuksen alan lehdessä *Journal of Chemical Education* on julkaistu vuosina 1995-2011 yli 110 artikkelia, jotka käsittelevät vihreää kemiasta opetuksen näkökulmasta. Tälle kehitykselle on suuri tarve, sillä useat tutkimukset ovat vahvistaneet, että vihreän kemian periaatteita tulisi sisällyttää opetussuunnitelmiin ja oppikirjoihin entistä enemmän kaikilla tasoilla perusopetuksesta jatko-opintoihin. (Andraos & Dicks, 2012) Kemian opetusta on siis uudistettava, ja uudistus on hyvä aloittaa opettajankoulutuksen innovaatioista, sillä opettajat ovat tärkein osa opetuskäytäntöjen muutoksessa kohti kestävästä kehityksestä (Burmeister et al., 2013). Opettajat voivat kouluttaa opiskelijoista ympäristötietoisia vain, jos heillä itsellään on positiivinen asenne ympäristönsuojelua kohtaan ja he tietävät siitä tarpeeksi (Tuncer, Tekkaya, Sungur, Cakiroglu, Ertepinar & Kaplowitz, 2009).

OECD-maiden alueella toimiva opetuksen tutkimuksen keskus, Centre for Educational Research and Innovation (CERI), on perustanut jo vuonna 1986 ympäristö- ja koulualoitteiden verkoston nimeltä Environment and School Initiatives (ENSI). Tämä verkosto kokoaa yhteen koulualoitteita, kouluttajia ja muita sidosryhmiä edistääkseen kestävästä kehityksestä opettamista kouluissa sekä tukee tutkimuksen ja kansainvälisen kokemustenvaihdon kautta sellaista koulutuksen kehitystä, joka edistää ympäristön

ymmärtämistä, aktiivista opetusta ja oppimista sekä kansalaisopetusta. (OECD, 2001a). OECD on myös laatinut vuonna 2001 ympäristöstrategian, jonka yhtenä osa-alueena on lisätä ihmisten tietoisuutta ja osallisuutta ympäristöasioissa sekä lisätä ympäristökasvatusta, joka voi osaltaan auttaa parantamaan elämänlaatua. Strategian mukaan ympäristökasvatus ja lisääntynyt tietoisuus auttavat tunnistamaan, hyväksymään ja käyttöönottamaan ympäristöön liittyviä toimintaperiaatteita. (OECD, 2001b)

Kestävän kehityksen kemian opetuksen tulisi olla monitieteellistä sekä kokonaisvaltaista ja sen tulisi sisältyä kemian opetussuunnitelmiin. Sen tulisi noudattaa kestävän kehityksen eettisiä arvoja, edistää kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja sekä osallistaa opiskelijat päätöksentekoon, jotta he osaavat tulevaisuudessa tehdä kestävän kehityksen mukaisia päätöksiä. Jotta kestävän kehityksen opetuksen moniulotteinen luonne tulee huomioitua, opetusmenetelmien tulisi olla monipuolisia ja noudattaa monitahoista pedagogiikkaa. Kestävän kehityksen oppiminen tulisi integroida opiskelijoiden jokapäiväiseen elämään ja opetuksessa tulisi käsitellä sekä paikallisia että maailmanlaajuisia kysymyksiä. (Burmeister et al., 2012) Kemian opettajien mukaan nykyinen kemian ympäristöopetus jää yleiselle tasolle ja kaukaiseksi oppilaan arjesta, vaikka juuri arkiympäristöihin liittyvät aiheet motivoivat heidän mukaansa oppilaita kemian opiskeluun (Aksela & Karjalainen, 2008).

Kestävän kehityksen opetuksessa tulisi huomioida kestävän kehityksen kaikki kolme ulottuvuutta, mutta tällainen kokonaisvaltainen näkökulma ei aina toteudu opetuksessa. Uiton ja Salorannan (2017) mukaan kemian opettajat ovat selvästi keskittyneitä vain kestävän kehityksen ekologiseen puoleen, vaikka eri ulottuvuuksia olisi helposti mahdollista sisällyttää tiedeopetukseen, esimerkiksi tarkastelemalla tieteellisen tiedon ja taitojen merkitystä yksilölle ja yhteiskunnalle kestävän kehityksen näkökulmasta. Taloudellinen ulottuvuus on monelle opettajalle kestävän kehityksen haastavin osa-alue, joten se on myös heidän opetuksessaan vähiten käsitelty osa-alue. Vaikka monet opettajat sivuavat kestävään kehitykseen liittyviä aiheita opetuksessaan, he eivät yhdistä niitä kokonaisvaltaiseksi näkemykseksi, joten opettajat ja opettajaksi opiskelevat hyötyisivät kurseista, joilla käsitellään kestävän kehityksen kokonaisvaltaista ja monitieteellistä opetusta ja sen yhdistämistä pedagogiseen sisältötietoon. (Uitto & Saloranta, 2017) Tällainen koulutus voisi auttaa opettajia paitsi saavuttamaan paremman kompetenssin kestävän kehityksen opettamisessa, myös toimimaan monitieteellisessä yhteistyössä toistensa kanssa, sillä koko

koulun laajuisen lähestymistavan on havaittu olevan tehokas toimintapa kestävän kehityksen opetuksessa (Henderson & Tilbury, 2004).

Andraos ja Dicks (2012) ovat esitelleet review-artikkelissaan vihreän kemian korkeakouluopetuksen haasteita ja tehokkaita käytäntöjä. Heidän mukaansa yksi neljästä suurimmasta haasteesta on se, että suurin osa kirjallisuudessa esiintyvistä vihreän kemian esimerkeistä liittyy vain orgaaniseen kemiaan, kuten lääkekemiaan, vaikka olisi tärkeää lisätä pedagogisia materiaaleja myös muille kemian aloille, kuten analyttiseen kemiaan ja fysikaaliseen kemiaan. Toinen suuri haaste on epäselvä terminologia, sillä monille vihreän kemian termeille ei ole standardoituja termejä, jolloin samoista asioista saatetaan puhua useilla eri nimillä. Tämä voi johtaa väärinymmärryksiin ja vaikeuttaa vihreän kemian peruskäsitteiden opetusta. Kolmas haaste liittyy oppikirjoihin, joissa vihreään kemiaan liittyvät sisällöt esitetään usein valinnaisena lisämateriaalina, joka ei varsinaisesti ole osa opiskeltavaa materiaalia. Oppikirjat eivät myöskään usein huomioi reaktioiden kokonaisvaikutuksia tai sivutuotteiden muodostumista. Neljäs haaste on, että vihreän kemian kurssit ovat useimmiten valinnaisia eivätkä ne sisälly perustutkintojen tutkintovaatimuksiin. Vihreän kemian aiheita, kuten aineiden myrkyllisyyttä, vaarojen analysointia, turvallisuutta ja jätteiden synnyn minimointia ei yleensä sisällytetä kemian opetussuunnitelmiin. (Andraos & Dicks, 2012)

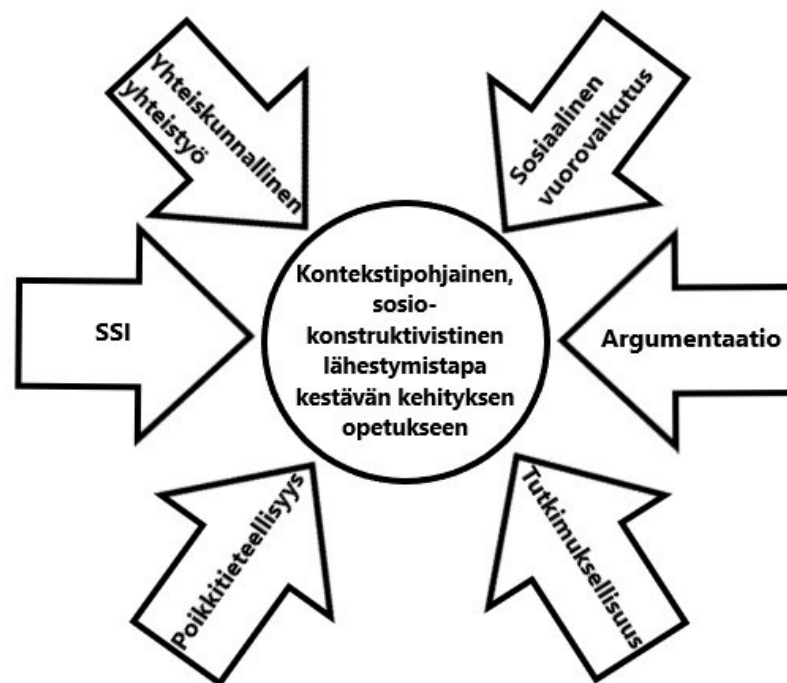
Andraos ja Dicks (2012) esittelevät myös kuusi tehokasta opetusmetodia vihreän kemian korkeakouluopetukseen. Koulutuksen suunnittelussa voidaan valita, tehdäänkö vihreästä kemiasta uusi kurssi, vai sisällytetäänkö sen aiheita olemassa oleviin kursseihin. Pedagoginen tutkimus on osoittanut, että kumpi tahansa menetelmä voi olla menestyksellinen, mutta niillä on molemmilla omat hyvät ja huonot puolensa. Kokonaan uusi vihreän kemian kurssi mahdollistaa aiheiden syvällisemmän tarkastelun, todelliseen elämään liittyvien aiheiden tutkimisen ja opiskelijoiden oman pohdinnan ja päätöksenteon esimerkiksi laboratoriotöiden yhteydessä, mutta toisaalta uusi kurssi vaatii paljon resursseja. Vihreän kemian aiheiden sisällyttäminen olemassa oleviin kursseihin vie vähemmän resursseja, mutta se ei mahdollista yhtä syvällistä aiheen käsittelyä ja voi aiheuttaa sen, että jokin toinen kurssin aihe joudutaan jättämään pois. Huolimatta siitä, kumpi toteutustapa valitaan, myös ensimmäisten vuosien peruskursseilla pitäisi huomioida vihreän kemian periaatteet esimerkiksi stoikiometrian ja orgaanisen kemian reaktioiden yhteydessä.

On tärkeää, että vihreän kemian opetus on ajantasaista eli siinä huomioidaan tuoreet tutkimukset, joiden aiheita voidaan sisällyttää lähes mihin tahansa kursseihin, ja että opetuksessa hyödynnetään myös internetissä olevia laadukkaita oppimateriaaleja. Opiskelijoita tulee kannustaa ajattelemaan itse ja tekemään vihreään kemiaan liittyviä päätöksiä numeeriseen dataan perustuen. Myös laboratoriotyöt tarjoavat merkityksellisen ja mielekkään tavan opettaa ja oppia vihreää kemiaa, ja niihin onkin saatavilla valmiita, vihreän kemian huomioivia oppimateriaaleja etenkin orgaaniseen kemiaan liittyen. Vihreän kemian 12 periaatetta onkin helppoa ottaa luonnolliseksi osaksi laboratoriotyöskentelyä. On kuitenkin tärkeää huomioida myös se, että kemian ”vihreys” voi olla monen tasoista, ja opiskelijoita tulisikin ohjata miettimään, miten erilaisten prosessien ympäristöystävällisyyttä voitaisiin entisestään parantaa. (Andraos & Dicks, 2012)

Myös Juntunen ja Aksela (2014) ovat koonneet review-artikkeliinsa kestävän kehityksen kemian opetuksen haasteita, mahdollisuuksia ja pedagogisia malleja. Yksi ratkaisevan tärkeä osa kestävän kehityksen opetusta on SSI-opetus (Socio-Scientific Issues), joka perustuu tieteeseen, teknologiaan, yhteiskuntaan ja ympäristöön liittyviin moraalisiin, poliittisiin ja ympäristöllisiin näkökohtiin. Kemian SSI-opetus on siis lähellä opiskelijoiden arkielämää ja ajankohtaisia yhteiskunnallisia ilmiöitä. Opettajat kohtaavat kuitenkin SSI-aiheita opettaessaan monenlaisia haasteita: ryhmän hallinta avoimessa keskustelussa voi olla haastavaa, aiheiden ja argumentaatiotaitojen arvioinnissa käytetty kieli ja teoriat ovat monimutkaisia, kiistanalaisten aiheiden käsittely on liian vaativaa ja aikaa vievää, valmiiden oppimateriaalien puute aiheuttaa lisää valmistelutyötä, sopivien ja oppikirjan ulkopuolisten aiheiden valinta on vaikeaa, yhteisön ja kollegoiden tieteidenvälinen yhteistyö on puutteellista, aika on rajoitettua johtuen opetussuunnitelman muista tavoitteista ja lisäksi SSI-aiheita ei pidetä opetussuunnitelmassa tärkeinä ja relevantteina. SSI-aiheiden sisällyttäminen kemiaan ei saisi olla pelkästään luennoimista, vaan sen tulisi tukea opiskelijakeskeistä ja tutkimuksellista opiskelua, joka on tutkitusti hyödyllistä tiedeopetuksessa. Artikkelisi esittelee myös SSI-pohjaisen kestävän kehityksen kemian opetuksen laajoja etuja. Tutkimukset ovat osoittaneet, että sen avulla voidaan parantaa korkeamman tason kognitiivisia taitoja, kuten sosiaalis-tieteellisen argumentaation ja arvioinnin taitoja, sekä parantaa moraalisen ja eettisen ajattelun taitoja. SSI-pohjainen kestävän kehityksen kemian opetus tukee myös tieteellisen sisältötiedon oppimista ja soveltamista sekä lisää opiskelijoiden motivaatiota opiskella kemiaa. Opiskelijat myös

ymmärtävät paremmin tieteen merkityksen yhteiskunnassa ja omassa päivittäisessä elämässään. (Juntunen & Aksela, 2014)

Nykyaikainen kestävä kehityksen kemian opetus sisältää uudenlaisia opetusmenetelmiä, joissa opiskelijalla on aktiivinen rooli oppijana ja tiedonrakentajana, ja jotka kannustavat opiskelijoita toimimaan kestävä kehityksen edistämiseksi. Kestävä kehityksen kemian opetuksessa parhaimmat lähestymistavat sisältävätkin sosiokonstruktivistisia ja kriittisiä kontekstipohjaisia oppimisteorioita. Käytännössä tällainen kokonaisvaltainen lähestymistapa muodostuu useista elementeistä eli SSI-opetuksesta, yhteiskunnallisesta yhteistyöstä, sosiaalisesta vuorovaikutuksesta, argumentaatiosta, tutkimuksellisuudesta ja poikkitieteellisyydestä, jotka on myös esitetty kuvassa 6. (Juntunen & Aksela, 2014)



Kuva 6. Kontekstipohjaisen, sosio-konstruktivistisen kestävä kehityksen kemian opetuksen pedagogiikan elementit. Kuva on piirretty Juntusta ja Akselaa (2014) mukaillen.

Kemian opettajat kokevat, että he voivat opetustyössään vaikuttaa oppilaiden ympäristöasenteisiin kertomalla ympäristöasioista, toimimalla esimerkkinä ja mielipiteidensä kautta. He kuitenkin kokevat, että kestävä kehityksen opetuksessa on useita

haasteita, kuten ryhmän hallinta, monimutkainen kieli tai perustelut, opetusmateriaalien puute, taustatyön määrä, aiheen valinta, opetussuunnitelmien painotukset ja oppiainerajat ylittävän integroinnin hankaluus. Opettajat tarvitsevat tukea voidakseen opettaa kestävästä kehityksestä monipuolisilla menetelmin ja oppiainerajat ylittäen, ja heidän tietoinen ympäristökasvattajan roolinsa tarvitsee vahvistamista. (Juntunen & Aksela, 2013)

Juntunen ja Aksela (2013) ovat koonneet kestävästä kehityksestä kasvatustyön tueksi 10 kohdan muistilistan, joka kokoaa yhteen asiat, joiden avulla todennäköisimmin saavutetaan tuloksia kestävästä kehityksestä kasvattamisessa:

1. koko yhteisön yhdessä toimiminen ja yhdessä sovittuihin tavoitteisiin sitoutuminen,
2. ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys,
3. erilaiset arvot, asenteet ja tiedot,
4. päätöksen teon, argumentoinnin ja neuvottelun taidot,
5. aiheen käsittely yksilön ja yhteiskunnan tasolla,
6. aiheen käsittely paikallisesti, kansallisesti ja globaalisti,
7. aiheen käsittely monipuolisilla työtapamenetelmin,
8. toimintakykyjen (omassa arjessaan ja kansalaisena vaikuttamisen) harjoittelu,
9. arkisten esimerkkien, tilanteiden ja aitojen ongelmien käyttäminen ja
10. aisteja stimuloivien kokemusten tarjoaminen autenttisissa ympäristöissä.

3.2 Kestävästä kehityksestä opetus Suomessa

3.2.1 Kestävä kehitys peruskoulu- ja lukio-opetuksessa

Kestävästä kehityksestä opettamisen tärkeys näkyy perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa useassa kohdassa, ja yksi opetussuunnitelman arvoperustan neljästä avainkohdasta onkin kestävästä elämäntavan välttämättömyys. Opetussuunnitelmassa tuodaan esiin, kuinka tärkeää on ymmärtää ihmisen olevan osa luontoa ja täysin riippuvainen ekosysteemien elinvoimaisuudesta. Oppilaita tuleekin ohjata kestävästä elämäntavan ja ekososiaalisen sivistyksen omaksumiseen niin, että he olisivat mukana luomassa sellaista elämäntapaa ja kulttuuria, joka huomio ihmisarvon ja ekosysteemien moninaisuuden

samalla, kun rakentaa kiertotalouteen perustuvaa yhteiskuntaa. Opetussuunnitelma huomioi siis kestävän kehityksen ekologisen, taloudellisen ja sosiaalis-kulttuurillisen ulottuvuuden. Sen mukaan perusopetuksessa tulee myös ohjata oppilaita vaikuttamaan yhteiskunnallisiin rakenteisiin ja teknologisiin ratkaisuihin luoden näköalaa sukupolvien yli ulottuvaan globaaliin vastuuseen. (Opetushallitus, 2014)

Kemian oppiaineen yhtenä tehtävänä on 7.-9. vuosiluokalla tukea oppilaiden maailmankuvan kehittymistä sekä auttaa ymmärtämään kemian merkitystä kestävän tulevaisuuden rakentamisessa. Kemian opetus ohjaa oppilaita ottamaan vastuuta ympäristöstään ja arvioimaan omia valintojaan luonnonvarojen kestävän käytön ja tuotteiden elinkaaren kannalta. (Opetushallitus, 2014)

Myös lukion opetussuunnitelman perusteissa korostetaan kestävän elämäntavan ja ekososiaalisen sivistyksen välttämättömyyttä. Lukio-opetuksen yhteisenä tavoitteena on auttaa opiskelijaa ymmärtämään oman toimintansa ja globaalin vastuun merkitys kestävän kehityksen edistämässä, kuten luonnonvarojen käytössä, ilmastonmuutoksen torjumisessa ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä, ja luoda täten hyvän osaamisperustan ympäristön ja kansalaisten hyvinvointia edistävälle taloudelle. Lukion toimintakulttuurin tulee rohkaista opiskelijoita toimimaan kestävän tulevaisuuden puolesta ja opetuksessa tulee huomioida YK:n kehitystavoitteet ja kannustaa opiskelijoita kansainväliseen yhteistyöhön. (Opetushallitus, 2015)

Myös opetussuunnitelman kemian oppiaineen osiossa korostetaan, että lukion kemian opetuksen yhtenä tavoitteena on auttaa opiskelijoita ymmärtämään kemian ja sen sovellusten merkitys kestävän tulevaisuuden rakentamisessa ja ohjata heitä ottamaan vastuuta omasta toiminnastaan sekä ympäristöstä. Kaikkien kemian valtakunnallisten lukiokurssien tavoitteisiin ja keskisiin sisältöihin kuuluu jollakin tavalla kemian merkityksen ymmärtäminen yhteiskunnan ja kestävän tulevaisuuden rakentamisessa. (Opetushallitus, 2015)

3.2.2 Kestävä kehitys Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutusyksikössä

Koska kestävän kehityksen opettaminen on tärkeä osa peruskoulu- ja lukio-opetusta, se täytyy huomioida erityisen hyvin myös tulevien opettajien koulutuksessa. Yliopiston opettajankoulutuksella onkin keskeinen rooli kestävän kehityksen periaatteiden edistäjänä, sillä jokainen opettaja vaikuttaa ainakin sata vuotta: ensin oman työnsä kautta ja sitten kouluttamiensa oppilaiden kautta (Aksela, 2016). Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutusyksikkö on sitoutunut Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoutumus 2050 -kampanjaan Kestävä kehitys opetuksessa -kurssin kautta sekä tehnyt vuonna 2012 kestävän kehityksen strategian, jota kehitetään yhä jatkuvasti yhteistyössä henkilökunnan, opiskelijoiden ja muiden sidosryhmien kanssa (Kemian opettajankoulutusyksikkö, 2018).

Kemian opettajankoulutusyksikön (2018) kestävän kehityksen yleisperiaatteet ovat:

- Pidämme ekologisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurisen kestävän kehityksen edistämistä tärkeänä ja erottamattomana osana toimintaamme.
- Koulutamme, opastamme ja kannustamme henkilöstöämme, opiskelijoita, täydennyskoulutettavia, ja yhteistyökumppaneita toimimaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti.
- Arvioimme kestävän kehityksen toimintaamme jatkuvasti sekä sitoudumme toimintamme jatkuvaan parantamiseen.
- Haemme rahoitusta ja toteutamme kemian opetuksen ja oppimisen tutkimusta, joka edistää ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurista kestävästä kehityksestä.

Kemian opettajankoulutusyksikön kestävän kehityksen painopistealueet ja toimenpidesuunnitelma lukuvuonna 2017-2018 (Kemian opettajankoulutusyksikkö, 2018) olivat:

- Moniulotteinen kestävän kehityksen opetus
- Poikkitieteellinen kestävän kehityksen opetus
- Vihreän kemian periaatteiden korostaminen
- Vastuulliset hankinnat ja kestävä kulutus

Kestävän kehityksen strategia ja toimenpidesuunnitelma varmistavat, että kestäväan kehitykseen liittyvä koulutus on systemaattista ja sisältää tarvittavat tiedot, taidot ja pedagogisen osaamisen. Tämä on tärkeää, sillä opettajilla ja heidän ohjaajillaan ei aina ole riittävä tietotaitoa opettaa kestäväa kehitystä (Juntunen & Aksela, 2014). Kemian opettajankoulutusyksikkö edistää kestäväa kehitystä opetuksessa korostamalla tutkimuksellista elinikäistä oppimista, opiskelijalähtöistä opetusta, oppivaa yhteisöä ja yhteistyötä LUMA-yhteisössä sekä modernin teknologian hyödyntämistä opetuksessa, opiskelussa ja tiedon jakamisessa sekä keskustelussa. Tavoitteena on oppiva yhteisö, jossa kaikki oppivat vuorovaikutuksessa toisiltaan. Yksikön kestäväan kehityksen opetus sisältää neljä keskeistä osa-aluetta, jotka ovat kemian opettaminen kontekstissa, kestäväan kehityksen eri osa-alueet, pedagoginen sisältötieto ja modernin teknologian hyödyntäminen opetuksessa. Kestävä kehitys huomioidaan paitsi opettajankoulutuksessa, myös opettajien täydennyskoulutuksessa. (Aksela, 2016)

3.3 Pedagoginen sisältötieto kestäväan kehityksen kemian opetuksessa

Kestäväan kehityksen kemian opetuksen aiheet ja tavoitteet eroavat kemian opetuksen perinteisistä käytännöistä, joten pedagogisen sisältötiedon kehittäminen on myös tarpeen (Burmeister et al., 2013). Shulmanin (1987) mukaan opettajan pedagoginen sisältötieto sitoo yhteen yleispedagogisen tiedon ja oppiainekohtaisen sisältötiedon. Pelkkä ainekohtainen sisältötieto tai yleispedagoginen tieto ei tee opettajasta ammattitaitoista, vaan siihen tarvitaan myös opettajan pedagogista sisältötietoa: opettajan on muunnettava tuntemansa tietoinen sellaiseen muotoon, että opiskelijat pystyvät omaksumaan sen (Shulman 1987).

Magnussonin, Krajcikin ja Borkon (1999) mukaan luonnontiedeopetuksen pedagoginen sisältötieto muodostuu viidestä osa-alueesta, jotka ovat

- orientoituminen luonnontieteelliseen opetukseen
- tietämys luonnontieteiden opetussuunnitelmasta
- tietämys opiskelijoiden aiemmasta luonnontieteiden aiheiden ymmärryksestä
- tietämys arvioinnista luonnontieteissä
- tietämys luonnontiedeopetuksen opetusmenetelmistä

Jotta opettajat voivat menestyksekkäästi yhdistää kestäväen kehityksen opetusta kemian opetukseen, heillä on oltava riittävästi tietoa kemian opetuksen suuntauksista, opetussuunnitelmista, opiskelijoiden ennakkokäsityksistä kestävästä kehityksestä ja sopiva valikoima pedagogisia menetelmiä kestäväen kehityksen opettamiseen (Burmeister et al., 2013).

3.4 Kiinnostus

Yksi tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksistä käsitteli sitä, miten Kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suorittaminen on vaikuttanut opiskelijoiden kiinnostukseen opettaa kestävää kehitystä oppilaille. Kiinnostus voidaan määritellä esimerkiksi yksilön ja ympäristön väliseksi vuorovaikutussuhteeksi (Hidi, Suzanne & Renninger, 2006). Kiinnostus sisältää sekä kognitiivisia että emotionaalisia osa-alueita, mutta olennaista on, että kiinnostuksella on aina tietty kohde, esimerkiksi jokin asia, aktiviteetti, tietämyksen ala tai tavoite. Tutkijoilla on eriäviä näkemyksiä kiinnostuksen ja asenteen suhteesta, sillä joidenkin tutkijoiden mielestä kiinnostus ja asenne ovat toistensa synonyymejä, kun taas toisten mielestä asenne on yläkäsite, jonka erityinen, kohdesidonnainen muoto kiinnostus on. Kiinnostus ja asenne ovat kuitenkin myös erotettavissa toisistaan, sillä on mahdollista, että henkilöllä on negatiivinen asenne jotakin aihetta, esimerkiksi rasismia kohtaan, mutta silti vahva kiinnostus ymmärtää kyseistä aihetta. (Krapp & Prenzel, 2011).

Kiinnostusta ja sen merkitystä luonnontieteiden opiskelussa on tutkittu viime vuosikymmeninä paljon. Useissa tutkimuksissa on todettu, että kiinnostuksella on voimakas vaikutus oppimiseen ja erityisesti huomioon, tavoitteisiin ja oppimisen tasoon. Opettajat saattavat ajatella, että opiskelijoilla yksinkertaisesti joko on tai ei ole kiinnostusta opiskeltavaa asiaa kohtaan, eivätkä he välttämättä tunnista, että heillä voisi olla merkittävä vaikutus kiinnostuksen kehittymisessä. (Hidi & Renninger, 2006). Opiskelijoiden kiinnostuksen kehittymistä ja työskentelyä tietyn aiheen parissa on mahdollista tukea silloinkin, kun opiskelijoilla on alussa vähemmän kehittynyt kiinnostus aiheeseen (Hidi, S., 2000).

Kiinnostuksen kehittyminen voidaan Hidin ja Renningerin (2006) mukaan jakaa neljään vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on heräävä tilannekohtainen kiinnostus, joka voi syttyä, jos ympäristössä tai tekstissä esiintyy esimerkiksi jokin yllättävä tieto, tunnistettava henkilö tai henkilökohtaisesti merkityksellinen asia. Myös opiskelijalle mieluisa opiskelumenetelmä tai -ympäristö, kuten ryhmätyö tai tietokoneen käyttö, voi auttaa synnyttämään heräävän tilannekohtaisen kiinnostuksen. Tämän vaiheen kiinnostus onkin usein ulkoisesti tuettu.

Heräävä tilannekohtainen kiinnostus voi kehittyä pysyväksi tilannekohtaiseksi kiinnostukseksi, jos opiskelija kokee asian itselleen merkitykselliseksi sekä mielenkiintoiseksi ja keskittää huomionsa siihen. Myös toisen vaiheen kiinnostus on usein ulkoisesti tuettu. Opiskelijaa osallistavat opetustavat ja oppimisympäristöt, kuten projektityöt ja yhteistoiminnallinen oppiminen, pitävät yllä pysyvää tilannekohtaista kiinnostusta. (Hidi & Renninger, 2006)

Tilannekohtainen kiinnostus voi kehittyä herääväksi henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi, jolloin opiskelija suhtautuu aiheeseen myönteisesti, hänellä on siitä tietoa ja hän arvostaa aihetta. Opiskelija haluaa toistuvasti palata aiheen pariin ja hän alkaa muodostaa siitä kysymyksiä ja omia oppimistavoitteita, jotka auttavat saavuttamaan ja jopa ylittämään alkuperäiset tavoitteet. Heräävä henkilökohtainen kiinnostus auttaa ennakoimaan sisällön prosessoinnin seuraavia vaiheita ja saa vaivannäön tuntumaan vaivattomalta. Tämä kolmannen vaiheen kiinnostus on yleensä itse luotua, mutta vaatii myös ulkoista tukea, kuten malleja, vertais- tai asiantuntijatuken, etenkin ongelmatilanteiden selvittämiseen. (Hidi & Renninger, 2006)

Heräävää henkilökohtaista kiinnostusta voi seurata kehittynyt henkilökohtainen kiinnostus, jolloin opiskelijalla on yhä myönteisempiä tunteita aihetta kohtaan sekä yhä enemmän tietoa ja arvostusta aihetta kohtaan. Tämä kiinnostuksen neljäs vaihe ilmenee esimerkiksi siten, että opiskelija arvostaa mahdollisuutta harjoittaa aiheeseen liittyviä tehtäviä ja valitsee ne aina kun mahdollista. Opiskelija muodostaa kysymyksiä ja etsii vastauksia niihin, sitoutuen aiheeseen pitkäaikaisesti ja muodostaen erilaisia työskentelystrategioita. Kehittynyt henkilökohtainen kiinnostus saa vaivannäön tuntumaan vaivattomalta ja auttaa opiskelijaa jatkamaan työskentelyä myös silloin, kun hän kohtaa vaikeuksia. Tämän vaiheen kiinnostus

on usein opiskelijan itsensä tuottamaa, mutta myös ulkoisesta tuesta sekä vuorovaikutteisista ja sopivan haastavista opiskeluympäristöistä ja -menetelmistä on hyötyä kehittyneen henkilökohtaisen kiinnostuksen rakentumisessa. (Hidi & Renninger, 2006)

4. Tutkimus

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja tutkimuksen toteutus sekä arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta.

4.1 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa Helsingin yliopiston Kemian osaston Kemian opettajankoulutusyksikön opiskelijoiden tietoja ja ajatuksia kestävästä kehityksestä ja sen opetuksesta. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten yksikön kurssien suorittaminen kevätlukukaudella 2015 on vaikuttanut opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille, ja miten kurssien suorittaminen on vaikuttanut siihen, mitä kestävästä kehityksestä aiheita opiskelijat aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Samalla tutkimuksessa haettiin myös vastausta siihen, mikä osa-alueiden opetusta olisi parannettava.

Tutkimusta ohjasivat seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten Kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suorittaminen on vaikuttanut opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille?
- Miten kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suorittaminen on vaikuttanut siihen, mitä kestävästä kehityksestä aiheita opiskelijat aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan?
- Minkä kestävästä kehityksestä osa-alueiden opetusta olisi parannettava kemian opettajankoulutuksessa?

4.2 Toteutus

Tutkimus on kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tapaustutkimus, joka toteutettiin kyselytutkimuksena. Aineisto kerättiin kyselylomakkeilla, joissa oli sekä monivalintakysymyksiä että avoimia kysymyksiä. Kyselyt löytyvät liitteinä; LIITE 1 ja LIITE 2.

Tutkimuksen tiedonhankintastrategiana oli siis tapaustutkimus eli case study. Tapaustutkimukselle ei voida esittää täysin täsmällistä, yhtenäistä määritelmää, mutta tällainen empiirinen tutkimus voidaan määritellä esimerkiksi yksinkertaisesti toiminnassa olevan tapahtuman tutkimukseksi (Ahonen, Ahonen, Saari, Syrjälä, & Syrjäläinen, 1994). Tutkittavasta tapauksesta pyritään kokoamaan monipuolisesti ja monella tavalla tietoja, jotta ilmiöitä voidaan ymmärtää entistä syvällisemmin (Metsämuuronen & Metsämuuronen, 2011). Tapaustutkimuksessa onkin olennaisempaa tapauksen ymmärtäminen kuin sen yleistäminen (Metsämuuronen, 2005). Olennaista on, että tapaustutkimus kohdistuu nykyhetkeen, ja että se tapahtuu todellisessa tilanteessa eikä tutkijan keinotekoisesti järjestämässä kokeellisessa asetelmassa. Tapaustutkimus sopii erityisen hyvin opetusalan tutkimuksiin, joissa on kyseessä käytännön ongelmien kokonaisvaltainen tarkastelu ja kuvaus. Tapaustutkimusta kuvaavia piirteitä ovatkin yksilöllistäminen, kokonaisvaltaisuus, monitieteisyys, luonnollisuus, vuorovaikutus, joustavuus ja arvosidonnaisuus. (Ahonen et al., 1994).

Koska tapaustutkimuksilla on aito kytkös todellisuuteen, ne voivat auttaa ymmärtämään teorioita paremmin. Tapaustutkimusten avulla voidaan saada selville sellaisia tietoja ja yksityiskohtia, jotka voisivat muilla tutkimusmenetelmillä jäädä suuressa datamäärässä huomaamatta, mutta jotka ovat tilanteen ymmärtämisen kannalta hyvin olennaisia. Tapaustutkimus auttaa ymmärtämään kohdetta syvällisesti ja huomio tapauksen kontekstin, kuten taustat ja olosuhteet. Tapaustutkimusten etuna voidaan pitää myös sitä, että yksittäinen tutkija pystyy suorittamaan niitä ilman suurta tutkimustiimiä, ja niiden tulokset ovat helpotajaisia laajalle yleisölle. Tutkimustuloksista on myös lyhyt matka käytännön toimintaan, sillä ne tarjoavat usein tietoa ja suoraa palautetta siitä, mitä toiminnassa pitäisi parantaa. Vaikka tapaustutkimusten tulokset eivät välttämättä ole suoraan yleistettävissä tai vertailtavissa, niin ne voivat kuitenkin tarjota oivalluksia ja apua muiden, samantyylisten tapausten tulkintaan. (Cohen, Manion, & Morrison, 2007)

Tapaustutkimus pyrkii ymmärtämään yksilöiden tai ryhmien näkemyksiä ja kokemuksia tapahtuvassa tilanteessa, ja mahdollistaa myös osallistujien suoran haastattelemisen. Tapaustutkimus on kuitenkin altis tutkijan vaikutukselle. (Cohen et al., 2007) Tutkijan onkin kuvattava tutkimuksen aineisto ja sen analysointi mahdollisimman tarkasti, ja pyrittävä tiedostamaan kaikki etukäteisolettamuksensa ja sitoumuksensa ja tuotava ne julki (Ahonen et al., 1994).

Tapaustutkimus tarjoaa mahdollisuuden *mixed methods* -menetelmien käyttämiseen eli laadullisen ja määrällisen aineiston yhdistelyyn, jolloin erilaiset aineistot täydentävät tai tukevat toisiaan (Cohen et al., 2007). Tällaisen monimenetelmällisen lähestymistavan käyttämisen tavoitteena on hyödyntää laadullisen ja määrällisen tutkimuksen vahvuuksia ja minimoida niiden heikkouksia. Sen avulla voidaan vastata laajasti erilaisiin tutkimuskysymyksiin, kun tutkija ei ole sidottu vain yhteen menetelmään, ja täten lisätä oivalluksia ja ymmärrystä tutkittavasta kohteesta. Monimenetelmällinen lähestymistapa voi kuitenkin olla työläs toteuttaa ja eri menetelmät tulisi yhdistää oikealla tavalla. Monimenetelmällisen lähestymistavan valintaan voi olla useita syitä ja tässä tapauksessa sen valinta oli perusteltua tutkimuksen laajentamisen vuoksi, sillä erilaisille kyselykomponenteille, eli monivalintakysymysten ja avointen kysymysten vastauksille, oli käytettävä erilaisia menetelmiä. (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Tämän tutkimuksen aineisto käsiteltiin ensimmäisen tutkimuskysymyksen vastausten osalta kuvailevan tilastoanalyysin avulla ja toisen sekä kolmannen tutkimuskysymyksen vastausten osalta laadullisen sisällönanalyysin avulla, sillä tutkimusaineisto sisälsi sekä laadullista että määrällistä tietoa.

Tutkimuksen aineiston hankinnan metodina oli e-lomakkeilla toteutettu kyselytutkimus kaikille Kemian opettajankoulutusyksikön kevään 2015 kurssien opiskelijoille. Kyselytutkimus on perinteinen ja usein käytetty menetelmä laadullisen tutkimuksen aineistonkeruussa. Kysely voidaan määritellä menettelytavaksi, jossa tutkittavat henkilöt itse täyttävät heille esitetyn kyselylomakkeen joko valvotusti ryhmätilanteessa tai kotonaan (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Kysely sisälsi muutamia kysymyksiä opiskeluhistoriasta opiskelijoiden taustan kartoittamiseksi ja runsaasti tutkittavaa aihetta koskevia avoimia kysymyksiä. Avointen kysymysten etuna on se, että vastaajaa ei ohjata toisin kuin

monivalintakysymyksillä, mutta toisaalta niihin on vaikeampi vastata, koska monivalintojen vastausvaihtoehdot auttavat tunnistamaan ja muistamaan asian. Avoimien kysymysten vastaukset osoittavat, mitkä asiat ovat tärkeitä ja keskeisiä vastaajien mielestä. Avoimien kysymysten vastausten analysointi on työläämpää kuin suljettujen kysymysten vastausten, koska niistä saatava aineisto on hyvin moninaista ja sen vuoksi työläämpää luokitella. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, & Sinivuori, 2009)

Tutkimukseen kuului kaksi mittauskertaa. Ensimmäinen kyselylomake eli pre-kyselylomake annettiin Helsingin yliopiston Kemian osaston Kemian opettajankoulutusyksikön opiskelijoille sähköisen oppimisympäristön kautta ja kaikki yksikön opiskelijat vastasivat kyselyyn kevätlukukauden ensimmäisellä kurssikerralla tammikuussa 2015. Hieman lyhyempi post-kyselylomake lähetettiin opiskelijoille kevätlukukauden opetuksen lopussa, huhtikuussa 2015. Opiskelijoille kerrottiin, että tuloksia käsitellään anonyymisti ja tuloksia käytetään kestävästi kehityksen opetuksen kehittämiseen, eivätkä lomakkeen vastaukset vaikuta kurssisuoriutumisiin.

4.3 Kohderyhmä

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat Helsingin yliopiston Kemian osaston Kemian opettajankoulutusyksikön opiskelijat. Vastaajia oli yhteensä 34 henkilöä, joista 12 oli kemian pääaineopiskelijoita (35 %) ja 22 opiskeli kemiaa toisena opetettavana aineena (65 %). Opiskelijoilla oli takanaan hyvin vaihteleva määrä alan opintoja: suoritettujen kemian laitoksen kurssien opintopisteiden määrä vaihteli kolmesta 220:een ja suoritettujen kemian opetuksen kurssien opintopistemääräkin nolasta 30:een. Opiskelijoiden tähän asti suorittamien kemian laitoksen kurssien opintojen määrän keskiarvo oli 52,3 opintopistettä ja kemian opetuksen kurssien opintojen määrän keskiarvo 8,5 opintopistettä. Myös opiskelijoiden opetuskokemuksen määrässä oli suuria eroja: 14 opiskelijaa ei ollut toiminut opettajana vielä lainkaan, 12 opiskelijaa oli tehnyt muutamia lyhyitä sijaisuuksia ja kolme opiskelijaa oli tehnyt useita sijaisuuksia 1-3 vuoden aikana, kun taas kahdella opiskelijalla oli 3-5 vuoden ja kolmella opiskelijalla yli viiden vuoden opetuskokemus.

Ensimmäisessä kyselyssä tiedusteltiin myös, ovatko opiskelijat osallistuneet kestävästi kehityksen koulutukseen opintoihinsa kuuluvien kurssien ulkopuolella. Enemmistö

vastaajista eli 24 opiskelijaa ei ollut osallistunut kestävän kehityksen koulutukseen opintoihinsa kuuluvien kurssien ulkopuolella, mutta viisi opiskelijaa oli osallistunut yhteen koulutukseen ja viisi opiskelijaa kahteen tai useampaan koulutukseen, kuten webinaariin, luento- tai tietoiskuun.

4.4 Aineiston analysointi

Tutkimuksen alku- ja loppumittaukset suoritettiin e-lomakkeilla, joiden osoitteet annettiin opiskelijoille sähköisen oppimisympäristön kautta. Kyselyn vastaukset saatiin siten suoraan sähköisessä muodossa. Vastaukset kerättiin Excel-taulukkoon niin, että alku- ja loppukyselyiden taustakysymykset ja avoimet kysymykset olivat kaikki samassa taulukossa. Kyselyissä kysyttiin myös opiskelijoiden nimet tulosten yksilöintiä ja yhdistämistä varten, mutta kunkin opiskelijan alku- ja loppukyselyn vastaukset numeroitiin samalla numerolla ja nimitiedot poistettiin. Ennen kuin aineistoa alettiin tarkemmin analysoida, perehdyttiin mahdollisimman laajasti muihin, aiheesta aiemmin tehtyihin tutkimuksiin sekä teoreettiseen viitekehykseen.

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyvien monivalintakysymysten vastausten analysointiin käytettiin kuvailevaa tilastoanalyysiä, jonka avulla voidaan kuvailla ja tiivistää määrällisen muuttujan jakaumaa. Tässä tapauksessa aineiston kuvailuun käytettiin muuttujien keskilukuna mediaania ja hajontalukuna vaihteluväliä. Mediaani on keskiluku, joka kertoo suurusjärjestykseen asetettujen muuttujien arvoista keskimmäisen, ja vaihteluväli kertoo pienimmän ja suurimman muuttujan arvon välin, $W=[x_1, x_n]$. Kuvailevan tilastoanalyysin tulosten perusteella ei kuitenkaan voida tehdä laajempia perusjoukkoja koskevia yleistyksiä. (Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto, 2004)

Toiseen tutkimuskysymykseen liittyvien avointen kysymysten vastausten analysointi tehtiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä, jonka tarkoituksena on luoda tutkittavasta aineistosta selkeä ja sanallinen kuvaus. Sisällönanalyysi ei varsinaisesti tuota uutta tietoa vaan lähinnä muokkaa vanhaa, jolloin lopputuloksena saadaan tiivistetty kuvaus tutkittavasta aineistosta, kadottamatta kuitenkaan informaatiota. Aineistolähtöinen sisällönanalyysi koostuu aineiston pelkistämisestä, ryhmittelystä ja kategorioiden luomisesta. Ensin tutkimusaineisto luettiin läpi ja sen sisältöön perehdyttiin huolellisesti, minkä jälkeen siitä etsittiin tutkimustehtävää

kuvaavia ilmaisuja. Osa vastauksista oli ruotsiksi, joten ne käännettiin suomeksi. Sen jälkeen alkuperäisilmaisuista muodostettiin pelkistettyjä ilmauksia, jotka listattiin. Tämän redusoinnin eli pelkistetyksen tarkoituksena oli karsia tutkimusongelman kannalta epäolennaiset osat ja säilyttää vain olennainen informaatio eli tutkimuskysymyksiin vastaavat ilmaukset. (Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Seuraavaksi aineisto klusteroitiin eli ryhmiteltiin sisältöluokkiin etsimällä pelkistetyistä ilmauksista samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia kuvaavia käsitteitä. Samaa asiaa tarkoittavat käsitteet luokiteltiin omiksi ryhmikseen eli alaluokikseen, joille annettiin ryhmiä kuvaavat nimet. Sitten alaluokkia yhdisteltiin niin, että muodostettiin laajempia yläluokkia. Tämän jälkeen aineisto abstrahoitettiin eli käsitteellistettiin yhdistelemällä luokituksia mahdollisimman paljon eli muodostettiin pääluokkia, joiden avulla saatiin vastauksia tutkimustehtävään ja voitiin muodostaa teoreettisia käsitteitä ja johtopäätöksiä. Käytännössä analyysi ei kuitenkaan edennyt täysin suoraviivaisesti, vaan aineistoon täytyi palata yhä uudelleen uudistaen välillä luokittelua ja päätelmien tulkintaa. (Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Sisällönanalyysiä jatkettiin vielä luokittelun jälkeen kvantifioimalla aineisto eli laskettiin, kuinka monta mainintaa eri pääluokat saivat pre- ja post-kyselyissä. Kvantifioimalla aineisto voitiin osoittaa eri pääluokkien saamien mainintojen määrän muuttuneen kevään kurssien suorittamisen myötä, mikä toi laadullisen aineiston tulkintaan erilaista näkökulmaa. (Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Koska tutkimuksessa haluttiin selvittää myös se, minkä kestävän kehityksen osa-alueiden opetusta olisi parannettava, oli kiinnitettävä huomiota siihen, mitä asioita opiskelijat eivät maininneet vastauksissaan. Tämä kolmannen tutkimuskysymyksen aineiston analysointi tehtiin listaamalla ensin kestävän kehityksen olennaisimpia aiheita tutkielman lähdekirjallisuuden pohjalta ja vertaamalla sitten listaa aiemmin aineiston perusteella muodostettuihin alaluokkiin. Sellaisten kestävän kehityksen aiheiden, jotka esiintyivät ainoastaan olennaisimpien aiheiden listalla, pääteltiin olevan sellaisia, joita tulisi jatkossa korostaa opetuksessa enemmän. Tämä vaihe toteutettiin siis teoriaohjaavalla sisällönanalyysillä, jossa teoreettiset käsitteet tuodaan valmiina eli ilmiöstä jo tiedettynä toisin kuin aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä (Tuomi & Sarajärvi, 2009).

4.5. Luotettavuus

Tapaustutkimusta voidaan kritisoida subjektiivisuudesta, sillä tutkija on osa tutkimuksen tekemistä ja vaikuttaa näin tutkimuksen tuloksiin. Luotettavuutta voidaan kuitenkin parantaa kuvailemalla huolellisesti, millaisella päättelyketjulla tutkimustulokset ovat aineistosta syntyneet. (Cohen et al., 2007; Tuomi & Sarajärvi, 2018). Tutkijan on myös pyrittävä tiedostamaan kaikki etukäteisolettamuksensa ja sitoumuksensa ja tuotava ne julki (Ahonen et al., 1994). Tapaustutkimus on hyvä tutkimustapa tapahtuman kuvaamiseen tai ymmärtämiseen, mutta se ei kerro syy-seuraussuhteesta, joten sen suhteen se on epäluotettavampi kuin esimerkiksi satunnaistetut ja kontrolloidut kokeet (Metsämuuronen, 2005). Koska kontrolliryhmää ei ole, tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa on oltava varovainen. Ei voida varmasti sanoa, johtuvatko ensimmäisessä ja toisessa tutkimuskysymyksessä havaitut muutokset kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suorittamisesta vai vaikuttiko niihin jokin muu tekijä, jonka osuutta ei etukäteen osattu ottaa huomioon.

Kvalitatiivisen aineiston analysoinnissa käytetyn aineistolähtöisen sisällönanalyysin haasteena on, että tutkijan omat ennakkokäsitykset saattavat ohjata analyysiä (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Tämän tutkimuksen viidennessä kappaleessa pyrittiin kuvailemaan aineistosta muodostetut luokat mahdollisimman tarkasti ja antamaan esimerkkejä pelkistetyistä ilmauksista luotettavuuden parantamiseksi. Myös tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku on esitelty neljännessä kappaleessa mahdollisimman tarkasti ja yksityiskohtaisesti. Käytetyt kyselylomakkeet (LIITE1 ja LIITE2) on liitetty tutkimuksen loppuun, jotta tutkimuksen lukijat voivat itse tarkastella niitä.

Tutkimuksen aineiston analysointiin käytettiin sekä laadullisia että määrällisiä menetelmiä, mutta tutkimuksen luotettavuutta olisi voitu lisätä vielä metodologisen triangulaation avulla käyttämällä kahta eri aineistolähdettä eli esimerkiksi kyselyä ja haastattelua (Cohen et al., 2007). Haastattelussa tutkittavaa aluetta voidaan kartoittaa vielä tarkemmin kuvaavien esimerkkien avulla (Metsämuuronen, 2005). Haastattelun etuna voidaan pitää myös sitä, että se on joustavampi menetelmä kuin kyselytutkimus, sillä haastattelija voi tarvittaessa toistaa ja selventää kysymyksiään ja käydä keskustelua haastateltavan kanssa. Haastattelu on kuitenkin työläs toteuttaa suurelle kohderyhmälle. (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Tämän

tutkimuksen puitteissa ei valitettavasti ollut mahdollista toteuttaa opiskelijoiden haastatteluita, joten tutkimuksen tiedonhankintametodina oli vain kysely.

Tutkimuksen otos ei ollut kovin suuri, koska vastaajamäärä oli 34 henkilöä, mutta vastausprosentti (94 %) oli hyvä, koska Kemian opettajankoulutusyksikön kevään 2015 kurssien 36:sta opiskelijasta 34 vastasi molempiin kyselyihin. Tutkimustuloksia ei voida suoraan yleistää koskemaan kaikkia kemian opiskelijoita tai kemian opettajankoulutuksen kursseja, mutta tutkimus kuvaa kuitenkin tavoitteensa mukaisesti tätä rajattua tutkimuskohdetta ja pyrkii kertomaan siitä mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus voisi tarjota oivalluksia ja apua muiden, samantyylisten tapausten tulkintaan (Cohen, Manion, & Morrison, 2007).

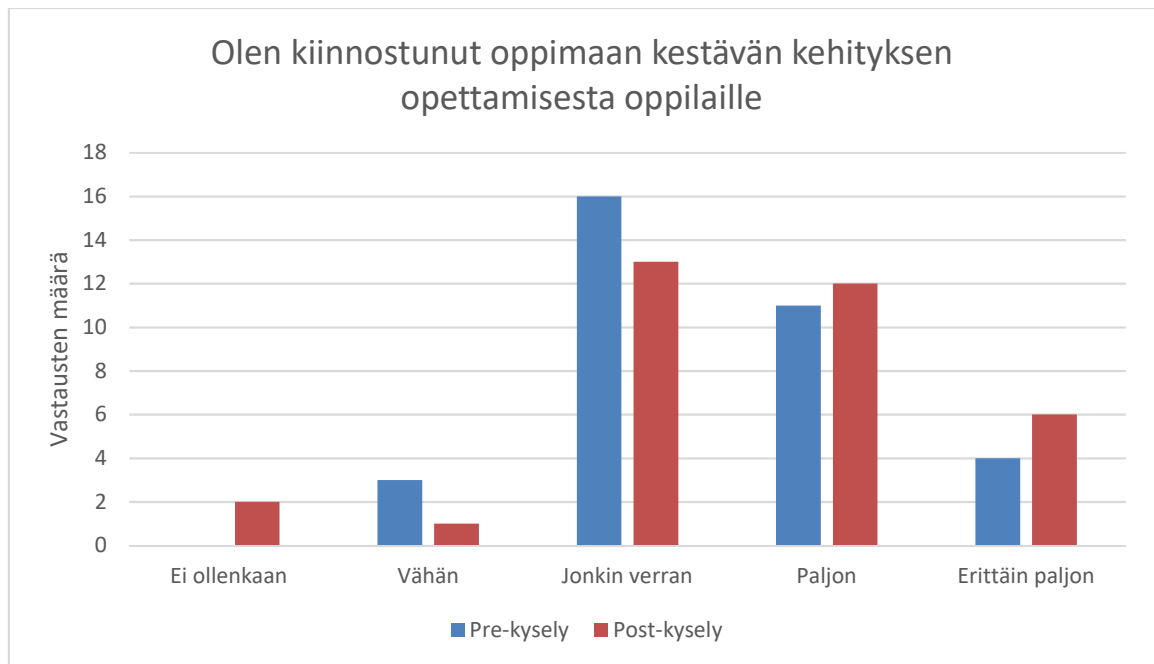
5. Tulokset

Tässä luvussa esitellään tämän tutkimuksen tulokset tutkimuskysymyksittäin.

5.1 Kurssien vaikutus opiskelijoiden kiinnostukseen

Ennen ja jälkeen kursseja toteutetuissa kyselyissä pyydettiin vastauksia monivalintakysymykseen ”Olen kiinnostunut oppimaan kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille”. Pre-kyselyssä kukaan ei valinnut ”ei ollenkaan” -vastausvaihtoehtoa, kolme vastaajaa valitsi vaihtoehdon ”vähän” ja 16 vastaajaa vaihtoehdon ”jonkin verran”. 11 opiskelijaa vastasi ”paljon” ja neljä opiskelijaa ”erittäin paljon”. Opiskelijoiden vastausten mediaani oli pre-kyselyssä ”jonkin verran” ja vaihteluväli $W = [”vähän”, ”erittäin paljon”]$.

Sen sijaan post-kyselyssä kaksi opiskelijaa vastasi, että he eivät ole ollenkaan kiinnostuneita oppimaan kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille ja yksi opiskelija oli kiinnostunut vähän. Jonkin verran kiinnostuneita oli 13 opiskelijaa, paljon kiinnostuneita 12 opiskelijaa ja erittäin kiinnostuneita 6 opiskelijaa. Opiskelijoiden vastausten mediaani oli post-kyselyssä ”paljon” ja vaihteluväli $W = [”ei ollenkaan”, ”erittäin paljon”]$.



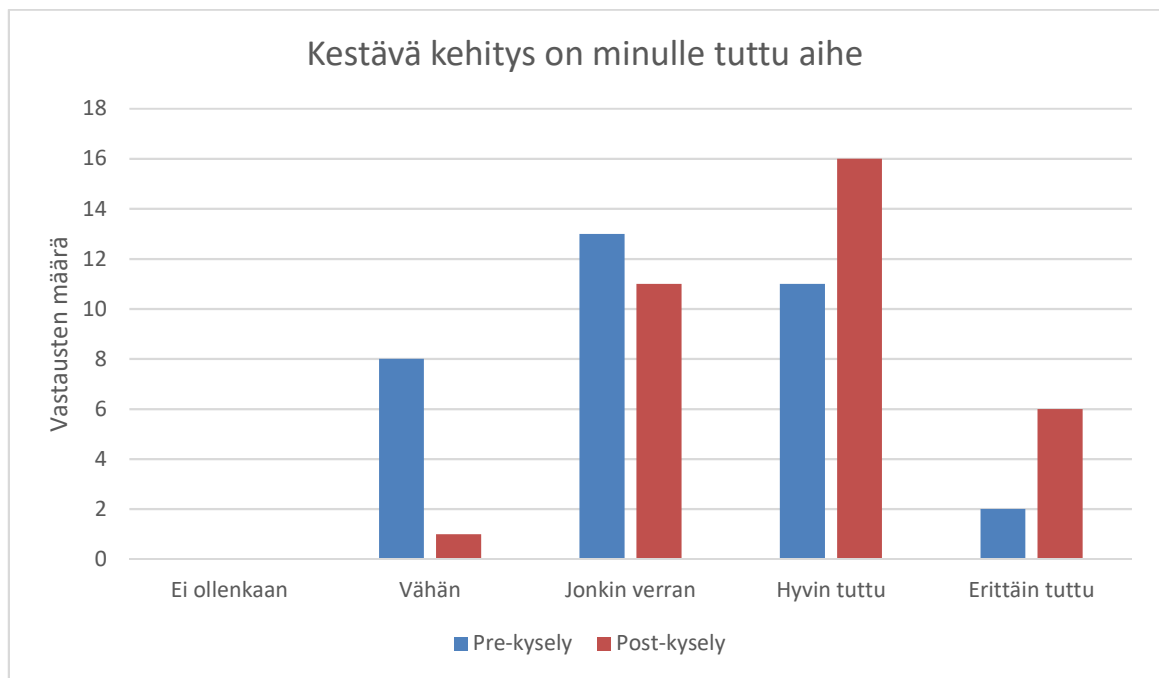
Kuva 7. Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen ”Olen kiinnostunut oppimaan kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille”.

”Ei ollenkaan” - ja ”vähän” -vastauksia saatiin siis yhteensä kolme kappaletta eli 9 % vastauksista molemmista kyselyistä, ”jonkin verran” -vastauksia saatiin pre-kyselystä 16 kpl eli 47 % ja post-kyselystä 13 kpl eli 38 % vastauksista. ”Paljon”- ja ”erittäin paljon” – vastauksia saatiin pre-kyselystä yhteensä 15 kpl eli 44 % ja post-kyselystä yhteensä 18 kpl eli 53 % vastauksista. Jälkimmäisessä kyselyssä paljon ja erittäin paljon kiinnostuneita opiskelijoita oli siis yhteensä kolme henkilöä enemmän kuin ensimmäisessä kyselyssä, mutta toisaalta kaksi vastaajaa oli siirtynyt ”vähän”-vastausvaihtoehdosta ”ei ollenkaan”-vaihtoehtoon. Näistä ”ei ollenkaan” -vaihtoehdon valinneista opiskelijoista toinen oli pääaine- ja toinen sivuaineopiskelija.

Pre- ja post-kyselyissä tiedusteltiin myös, onko kestävä kehitys opiskelijoille tuttu aihe. Ensimmäisessä kyselyssä kahdeksan vastaajaa kertoi, että kestävä kehitys on heille ”Vähän tuttu” ja 13 vastaajaa, että se on ”Jonkin verran tuttu”. Hyvin tuttuna kestävä kehitystä piti 11 opiskelijaa ja erittäin tuttu 2 opiskelijaa. Kukaan opiskelija ei valinnut ”Ei ollenkaan” -vastausvaihtoehtoa tähän kysymykseen kummassakaan kyselyssä. Opiskelijoiden vastausten mediaani oli pre-kyselyssä ”jonkin verran” ja vaihteluväli $W=[$ ”vähän”, ”erittäin tuttu”].

Toisessa kyselyssä vain yksi vastaaja kertoi, että kestävä kehitys on heille vähän tuttu, ja 11 vastaajaa, että se on jonkin verran tuttu. Hyvin tuttuna kestävä kehitystä piti jälkimmäisessä kyselyssä 16 opiskelijaa ja erittäin tuttuna 6 opiskelijaa. Opiskelijoiden vastausten mediaani oli post-kyselyssä ”jonkin verran”-”hyvin” eli se oli muuttunut hieman ja vaihteluväli $W=[$ ”vähän”, ”erittäin tuttu”] oli pysynyt samana.

Kestävä kehitys tuli siis selvästi opiskelijoille tutummaksi kevään aikana, koska pre-kyselyssä ”Vähän” tai ”Jonkin verran” tuttu -vastauksia oli yhteensä 21 kpl eli 62 % ja post-kyselyssä vain 12 kpl eli 35 %. Hyvin tuttuna tai erittäin tuttuna kestävä kehitystä piti pre-kyselyssä yhteensä 13 vastaajaa eli 38 % ja post-kyselyssä yhteensä 22 vastaajaa eli 65 %, joten muutosta on tapahtunut 27 prosenttiyksikköä.



Kuva 8. Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen ”Kestävä kehitys on minulle tuttu aihe”.

5.2 Kurssien vaikutus opiskelijoiden suunnitelmiin käsitellä kestävän kehityksen aiheita omassa tulevassa opetuksessaan

Ennen ja jälkeen kursseja toteutetuissa kyselyissä opiskelijoilta kysyttiin, mitä aiheita kestävästä kehityksestä he tulevat käsittelemään omassa tulevassa opetuksessaan. Vastaukset pelkistettiin ja luokiteltiin aineistonlähtöisen sisällönanalyysin pohjalta ala-, ylä- ja pääluokkiin. Ennen kurssien suorittamista toteutetun kyselyn tulokset on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Kurseja edeltävän kyselyn vastaukset kysymykseen ”Mitä aiheita kestävästä kehityksestä tulet käsittelemään omassa tulevassa opetuksessasi?”

Esimerkki pelkistetyistä ilmauksesta	Yläluokka	Pääluokka	Vastausten lukumäärä
Jätteen lajittelu	Kierrätys ja lajittelu	Kierrätys	13
Uusiutuvat energianlähteet	Energianlähteet ja energiankäyttö	Energia	10
Sähköinen voimansiirto	Voimanlähde		
Raaka-aineiden säästö	Materiaalivalinnat	Luonnonvarat	15
Luonnonvarojen riittävyys myös tulevaisuudessa	Luonnonvarojen käyttö		
Tuotteen elinkaari	Elinkaari	Elinkaari	4
Hiilijalanjälki	Ilmastonmuutos	Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat	9
Ympäristön muutos	Ympäristöongelmat		
Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen	Luonnonsuojelu	Ekologisesti kestävä kehitys	16
Ekologinen elämäntapa (ekologisk livsstil)	Ekologinen kestävyys		
Korroosion estäminen ja käyttöiän pidentäminen	Käyttöiän pidentäminen	Teknologiset ratkaisut	3
Teknologia	Teknologia		
Kemian osaamisen rooli päätöksissä	Kemia työvälineenä	Kemian rooli	4
Vihreä kemia	Vihreä kemia		
Muutokset omassa elämässä	Arkielämä	Kulutustottumukset	11
Ruoan alkuperä	Ruoka		
Liiallinen kuluttaminen	Kuluttaminen		
Sosiaalinen osa	Sosiaalinen näkökulma	Sosiaalisesti kestävä kehitys	7
Yhteiskunnallinen vaikuttaminen	Yhteiskunnallinen näkökulma		
Poliittinen osa	Politiikka		
Ekonominen osa	Taloudellinen näkökulma	Taloudellisesti kestävä kehitys	3
Kaikkea, mitä voin	Yleiset	Muut, yleisluonteiset vastaukset	4

Opiskelijoiden pre-kyselyssä mainitsevat kestävä kehityksen aiheet jaettiin pääluokkiin: ”Kierrätys”, ”Energia”, ”Luonnonvarat”, ”Elinkaari”, ”Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat”, ”Ekologisesti kestävä kehitys”, ”Teknologiset ratkaisut”, ”Kemian rooli”, ”Kulutustottumukset”, ”Sosiaalisesti kestävä kehitys”, ”Taloudellisesti kestävä kehitys” ja ”Muut, yleisluonteiset vastaukset”. Viimeiseen pääluokkaan sisällytettiin kaikki ne vastaukset, jotka olivat niin yleisluonteisia, ettei niitä voinut luokitella muihin pääluokkiin. Osa vastauksista oli myös yksityiskohtaisempia kuin toiset, joten luokkien muodostuksessa päädyttiin hieman erilaisiin tarkkuustasoihin. Esimerkiksi taloudellisesti kestävästä kehityksessä ei mainittu yksityiskohtaisempia aiheita toisin kuin esimerkiksi teknologisista ratkaisuista, joissa mainittiin esimerkkinä korroosion estäminen. Luokkia olisi mahdollisesti voitu vielä yhdistellä edelleen, mutta sitä ei tehty, sillä moni näistä luokista kuuluisi mahdollisesti kahteen kategoriaan, esimerkiksi ”Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat” voitaisiin sijoittaa samaan luokkaan sekä ekologisesti että sosiaalisesti kestävä kehityksen kanssa, koska niiden seuraukset ovat moninaisia.

Ennen kurssien suorittamista toteutetussa kyselyssä eniten mainintoja saivat pääluokat ”Ekologisesti kestävä kehitys” (16 kpl), ”Luonnonvarat” (15 kpl) ja ”Kierrätys” (13 kpl). Sen sijaan esimerkiksi pääluokat ”Sosiaalisesti kestävä kehitys”, 7 mainintaa, ja ”Taloudellisesti kestävä kehitys”, 3 mainintaa, oli huomioitu huomattavasti harvemmin.

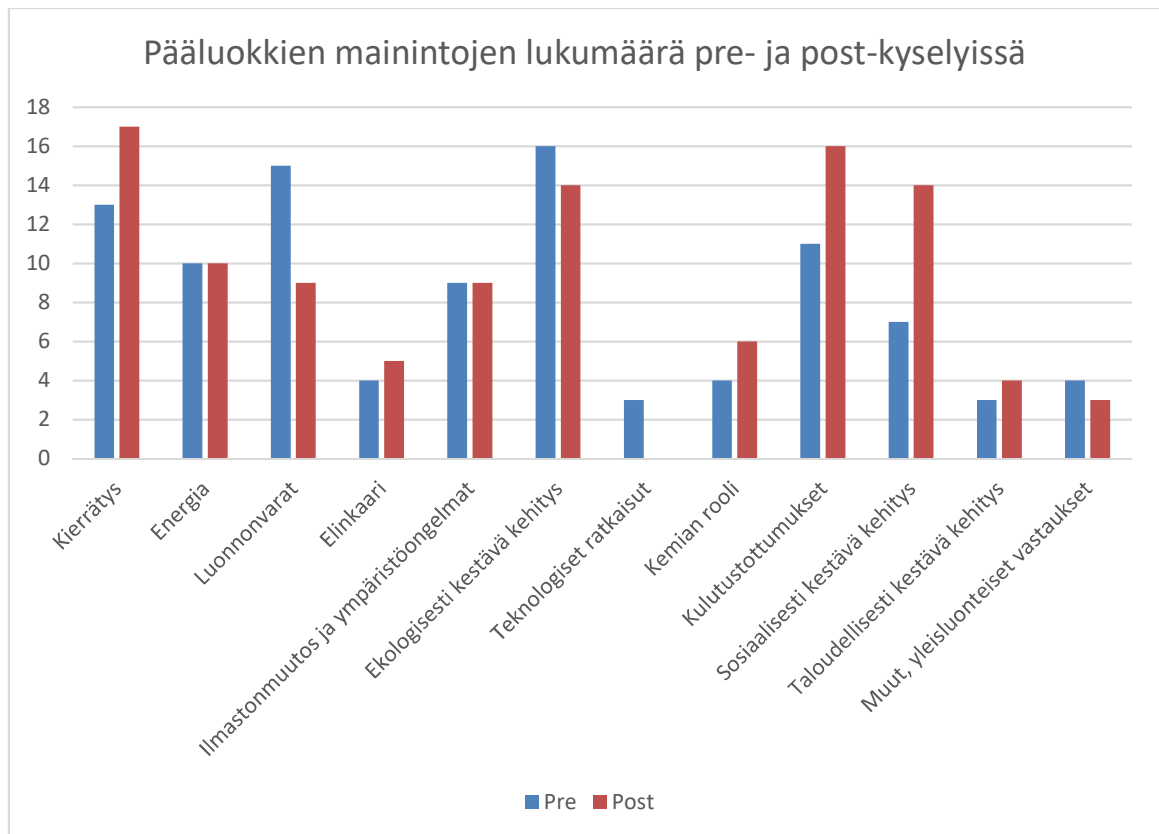
Seuraavaksi luokiteltiin samaan kysymykseen kurssien suorittamisen jälkeen saadut vastaukset, jotka on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Kurssien jälkeisen kyselyn vastaukset kysymykseen ”Mitä aiheita kestävästä kehityksestä tulet käsittelemään omassa tulevassa opetuksessasi?”

Esimerkki pelkistetyistä ilmauksesta	Yläluokka	Pääluokka	Vastausten lukumäärä
Kierrättäminen kotona ja koulussa	Kierrätys ja lajittelu	Kierrätys	17
Energian kestävä tuotanto	Energianlähteet ja energiankäyttö	Energia	10
Biopolttoaineet	Polttoaineet		
Raaka-aineiden kestävä käyttö (Hållbar utnyttjande av råvaror)	Materiaalivalinnat	Luonnonvarat	9
Vesi ja sen säästäminen	Luonnonvarojen käyttö		
Tuotteen elinkaari ja ympäristörasite sen eri vaiheissa	Elinkaari	Elinkaari	5
Hiilijalanjälki	Ilmastonmuutos	Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat	9
Muovijäte	Ympäristöongelmat		
Luonnon moninaisuuden säilyttäminen	Luonnonsuojelu	Ekologisesti kestävä kehitys	14
Ympäristöllinen kestävyys	Ekologinen kestävyys		
Kemikaalien välttäminen	Kemia työvälineenä	Kemian rooli	6
Vihreä kemia	Vihreä kemia		
Tuotemerkinnät, kuten Fairtrade	Arkielämä	Kulutustottumukset	16
Kestävä kehitys ja länsimainen ruokavalio	Ruoka		
Kestohyödykkeet	Kuluttaminen		
Tasa-arvoisuus	Sosiaalinen näkökulma	Sosiaalisesti kestävä kehitys	14
Yrityksen yhteiskunnallinen vastuu	Yhteiskunnallinen näkökulma		
Poliittiset näkökulmat	Politiikka		
Taloudellinen puoli	Taloudellinen näkökulma	Taloudellisesti kestävä kehitys	4
Pienillä teoilla liikenteeseen	Yleiset	Muut, yleisluonteiset vastaukset	3

Post-kyselyn vastausten perusteella tehdyissä ala- ja yläluokissa oli hieman eroavaisuuksia pre-kyselyn luokkiin verrattuna, mutta niistä päädyttiin kuitenkin yhtä lukuun ottamatta samoihin pääluokkiin kuin pre-kyselyssä eli ”Kierrätys”, ”Energia”, ”Luonnonvarat”, ”Elinkaari”, ”Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat”, ”Ekologisesti kestävä kehitys”, ”Kemian rooli”, ”Kulutustottumukset”, ”Sosiaalisesti kestävä kehitys”, ”Taloudellisesti kestävä kehitys” ja ” Muut, yleisluonteiset vastaukset”. Pre-kyselyssä ollut luokkaa ”Teknologiset ratkaisut” ei muodostunut post-kyselyssä lainkaan, koska tähän pääluokkaan luokiteltavia vastauksia ei esiintynyt post-kyselyssä. Post-kyselystä saatiin kaiken kaikkiaan hieman enemmän mainintoja (107 kpl) kuin pre-kyselystä (99 kpl), koska opiskelijat mainitsivat vastauksissaan useampia eri luokkiin kuuluvia asioita.

Tällä kertaa eniten mainintoja saivat pääluokat ”Kierrätys” (17 kpl), ”Kulutustottumukset” (16 kpl) ja jaetulla kolmannella sijalla olivat ”Ekologisesti kestävä kehitys” (14 kpl) ja ”Sosiaalisesti kestävä kehitys” (14 kpl). ”Sosiaalisesti kestävä kehitys” sai siis kaksinkertaisesti mainintoja post-kyselyssä (14 kpl) verrattuna pre-kyselyyn (7 kpl). Myös kulutustottumukset saivat huomattavasti enemmän mainintoja post-kyselyssä (16 kpl) kuin pre-kyselyssä (11 kpl) eli tällaisten arkielämään ja ruoankäyttöön liittyvien vastausten määrä nousi 45 prosenttia. Sen sijaan luonnonvarojen pääluokka sai post-kyselyssä huomattavasti vähemmän mainintoja (9 kpl) kuin pre-kyselyssä (15 kpl) eli maininnat vähenivät 40 %. Muiden pääluokkien muutokset olivat lukumäärältään vähäisiä tai mainintojen määrä pysyi ennallaan. Kaiken kaikkiaan kuusi pääluokkaa sai post-kyselyssä enemmän mainintoja kuin pre-kyselyssä ja neljä pääluokkaa, sisältäen muut-pääluokan, sai post-kyselyssä vähemmän mainintoja kuin pre-kyselyssä. Kahden pääluokan saamat maininnat pysyivät ennallaan. Muutokset pääluokkien mainintojen lukumäärissä on koottu kuvaan 9.



Kuva 9. Pääluokkien saamien mainintojen lukumäärä pre- ja post-kyselyissä.

5.3 Kestävän kehityksen osa-alueiden opetuksen parantaminen

Tässä tutkimuksessa haluttiin edellä mainittujen tutkimuskysymysten lisäksi selvittää, minkä kestävä kehityksen osa-alueiden opetusta olisi parannettava kemian opettajankoulutuksessa. Tämä tehtiin listaamalla kestävä kehityksen olennaisimpia aiheita taulukkoon 5 ja vertaamalla niitä opiskelijoiden antamien vastausten perusteella muodostettuihin alaluokkiin, eli tutkittiin, mitä aiheita opiskelijat eivät maininneet vastauksissaan. Sellaisten kestävä kehityksen aiheiden, jotka esiintyivät ainoastaan olennaisimpien aiheiden listalla, pääteltiin olevan sellaisia, joita tulisi jatkossa korostaa opetuksessa enemmän. Vastausten ei täytynyt olla sanasta sanaan samoja, vaan myös samaa asiaa tarkoittavat sanat hyväksyttiin.

Taulukko 5. Kestävän kehityksen olennaisten aiheiden esiintyminen opiskelijoiden vastauksissa.

Kestävän kehityksen aihe	Esiintyy opiskelijoiden vastauksissa
ilmastonmuutos	kyllä
ympäristöongelmat	kyllä
muovien käyttö ja mikropartikkelit	kyllä
otsonikato	ei
typen ja fosforin kierto	kyllä
pienhiukkaspäästöt	ei
vesistöjen happamoituminen	ei
kemikalisoituminen	kyllä
saastuminen	kyllä
biodiversiteetin pieneneminen	kyllä
kestävä energiantuotanto	kyllä
uusiutuvat luonnonvarat	kyllä
luonnonsuojelu	kyllä
raaka-aineiden säästö	kyllä
elinkaari	kyllä
kiertotalous	kyllä
kestävä kemia	kyllä
vihreä kemia	kyllä
kierrätys	kyllä
puhdas vesi	kyllä
innovaatiot ja teknologia	kyllä
kestävä teollisuus	ei
kestävät kaupungit	ei
kestävä kuluttaminen ja elämäntapa	kyllä
ruoan turvallisuus ja riittävyys	kyllä
terveys	ei
hyvinvointi	kyllä
köyhyyden poistaminen	ei
ihmisarvoinen työ ja talouskasvu	ei
kestävä yhteiskunta ja politiikka	kyllä
globaali kumppanuus	kyllä
rauha	ei
sosiaalinen oikeudenmukaisuus	kyllä
sukupuolten ja ihmisryhmien tasa-arvo	kyllä
hyvä koulutus ja elinikäinen oppiminen	ei

Taulukosta 5 nähdään, että 35:sta kestävän kehityksen olennaisesta aiheesta 25 kpl eli 71 % oli mainittu opiskelijoiden vastuksissa vähintään kerran. Kokonaan mainitsematta oli jäänyt 10 aiheetta: otsonikato, pienhiukkaspäästöt, vesistöjen happamoituminen, kestävä teollisuus, kestävät kaupungit, terveys, köyhyyden poistaminen, ihmisarvoinen työ ja talouskasvu, rauha sekä hyvä koulutus ja elinikäinen oppiminen. Toisaalta opiskelijoiden vastauksissa oli mainittu useita kertoja yleisluonteisemmat termit ”ympäristön muutos”, ”sosiaalinen näkökulma”, ”yhteiskunnallinen näkökulma” ja ”taloudellinen näkökulma”, joiden alle nämä 10 mainitsematta jäänyttä termiä olisi mahdollista sijoittaa.

6. Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulosten johtopäätökset tutkimuskysymyksittäin, tarkastellaan niitä aiempien tutkimustulosten valossa ja pohditaan tutkimuksen merkitystä sekä jatkotutkimuksen tarvetta.

6.1 Kurssien vaikutus opiskelijoiden kiinnostukseen

Tutkimuksen tuloksista kävi ilmi, että kemian opettajankoulutusyksikön kevään kurssien suorittaminen on lisännyt opiskelijoiden kiinnostusta oppia kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille, sillä tulosten mediaani oli noussut arvosta ”jonkin verran” arvoon ”paljon”. Niiden opiskelijoiden joukko, jotka ovat kiinnostuneet oppimaan kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille paljon tai erittäin paljon, on kasvanut kevään kurssien suorittamisen jälkeen 20 prosenttia samalla, kun jonkin verran kiinnostuneiden määrä on laskenut 20 %. Toisaalta kaksi vastaajaa on siirtynyt vähäisestä kiinnostuksesta ”Ei ollenkaan” -vastausvaihtoehtoon, joten vastausten vaihteluväli on kasvanut, vaikkakin näiden kahden vähiten kiinnostuneen ryhmän yhteenlaskettu vastaajamäärä on pysynyt samana pre- ja post-kyselyissä.

Opiskelijoiden kiinnostuksen tukeminen ja sen onnistumisen tutkiminen on tärkeää, sillä useissa tutkimuksissa on todettu, että kiinnostuksella on voimakas vaikutus oppimiseen ja erityisesti huomioon, tavoitteisiin ja oppimisen tasoon. Jos opiskelijan kiinnostus pääsee kehittymään tarpeeksi, hän voi lopulta kokea kehittyneitä henkilökohtaista kiinnostusta, joka auttaa häntä sitoutumaan aiheeseen pitkäaikaisesti, muodostamaan erilaisia

työskentelystrategioita ja jatkamaan työskentelyä myös silloin, kun hän kohtaa vaikeuksia. (Hidi & Renninger, 2006) Tällaisesta henkilökohtaisen kiinnostuksen tuomasta aiheeseen sitoutumisesta saattaa olla hyötyä työelämässä kestävän kehityksen kemian opettamisessa, koska opettajat kohtaavat kestävästä kehityksestä opettaessaan monenlaisia haasteita liittyen esimerkiksi ryhmän hallintaan, monimutkaiseen kieleen ja perusteluihin, oppimateriaalien puutteeseen, taustatyön määrään, aiheen valintaan, opetussuunnitelmien painotuksiin ja oppiainerajat ylittävän integroinnin hankaluuteen (Juntunen & Aksela, 2013). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella opiskelijoiden kiinnostuksen tukemisessa on kevään kursseilla onnistuttu useiden opiskelijoiden kohdalla, sillä paljon ja erittäin paljon kestävän kehityksen opettamisen oppimisesta kiinnostuneiden opiskelijoiden määrä on kasvanut 20 %.

Hidin ja Renningerin (2006) mukaan opiskelijaa osallistavat opetustavat ja oppimisympäristöt, kuten projektityöt ja yhteistoiminnallinen oppiminen, pitävät yllä pysyvää tilannekohtaista kiinnostusta. Heidän mukaansa heräävää henkilökohtaista kiinnostusta voidaan tukea sopivilla malleilla sekä vertais- tai asiantuntijatuella, ja kehittyntä henkilökohtaista kiinnostusta vuorovaikutteisilla ja sopivan haastavilla opiskeluympäristöillä ja -menetelmillä. Kemian opettajankoulutusyksikön kursseilla käytetään tällaisia opiskelijoiden kiinnostuksen kehittymistä tukevia työtapoja, sillä yksikön opetuksessa korostetaan tutkimuksellista elinikäistä oppimista, opiskelijalähtöistä opetusta, oppivaa yhteisöä ja yhteistyötä LUMA-yhteisössä sekä modernin teknologian hyödyntämistä opetuksessa ja opiskelussa (Aksela, 2016). Tämän tutkimuksen tulokset kiinnostuksen kasvamisesta ovat siis linjassa aiempien tutkimusten kanssa.

Toisaalta vähiten kiinnostuneiden opiskelijoiden kiinnostusta ei onnistuttu kevään kurssien aikana tukemaan, sillä yhden kevään alussa vähän kiinnostuneen opiskelijan kiinnostus säilyi ennallaan ja kahden kiinnostus heikkeni ”ei ollenkaan” -vastausvaihtoehtoon. Tämä poikkeaa Hidin (2000) tutkimustuloksista, joiden mukaan opiskelijoiden kiinnostuksen kehittymistä on mahdollista tukea silloinkin, kun opiskelijoilla on alussa vähemmän kehittynyt kiinnostus aiheeseen.

Tutkimuksessa kysyttiin myös, onko kestävä kehitys opiskelijoille tuttu aihe. Tätä asiaa haluttiin selvittää, sillä opettajat voivat kouluttaa opiskelijoista ympäristötietoisia vain, jos heillä itsellään on positiivinen asenne ympäristönsuojelua kohtaan ja he tietävät siitä tarpeeksi (Tuncer et al., 2009). Lisäksi aiemmin on tutkittu, että opettajilla ja heidän ohjaajillaan ei aina ole riittävästi tietotaitoa opettaa kestävä kehitystä (Juntunen & Aksela, 2014).

Vastauksista voidaan päätellä, että kestävä kehitys tuli opiskelijoille kevään kurssien aikana selvästi tutummaksi, koska pre-kyselyssä vähän tai jonkin verran tuttu -vastauksia oli yhteensä 21 kpl eli 62 % vastauksista ja post-kyselyssä vain 12 kpl eli 35 % vastauksista. Hyvin tuttuna tai erittäin tuttuna kestävä kehitystä piti pre-kyselyssä yhteensä 13 henkilöä eli 38 % vastaajista ja post-kyselyssä yhteensä 22 henkilöä eli 65 % vastaajista, joten muutosta on tapahtunut 27 prosenttiyksikköä. Opiskelijoiden vastausten mediaani nousi vastausvaihtoehdosta ”jonkin verran” vaihtoehtojen ”jonkin verran” ja ”hyvin tuttu” välille vastausten vaihteluvälin pysyessä ennallaan, W=[”vähän”, ”erittäin tuttu”]. Voidaankin pohtia, kokevatko jotkut opiskelijat, että he tietävät kevään kurssien jälkeen jo riittävästi kestävä kehityksen opettamisesta oppilaille, eivätkä he sen vuoksi ole erityisen kiinnostuneita oppimaan siitä lisää.

6.2 Kurssien vaikutus opiskelijoiden suunnitelmiin käsitellä kestävä kehityksen aiheita omassa tulevassa opetuksessaan

Tutkimuksen tuloksista kävi ilmi, että pääluokissa, jotka muodostuivat analysoitaessa vastauksia kysymykseen ” Mitä aiheita kestävästä kehityksestä tulet käsittelemään omassa tulevassa opetuksessasi?”, oli hyvin vähän eroavaisuuksia pre- ja post-kyselyiden välillä, kun taas pääluokkien saamien mainintojen lukumäärissä oli jonkin verran eroa. Molemmissa kyselyissä eniten mainintoja saaneiden pääluokkien joukossa olivat ”Kierrätys” ja ”Ekologisesti kestävä kehitys”, mutta kestävä kehityksen sosiaalisia ulottuvuuksia kuvaava pääluokka ”Sosiaalisesti kestävä kehitys” oli huomioitu post-kyselyssä puolet useammin kuin pre-kyselyssä ja oli täten jälkimmäisessä kyselyssä eniten mainintoja saaneiden pääluokkien joukossa. Tämän tutkimuksen tulokset eivät siis tältä osin ole täysin yhteneväisiä Uiton ja Salorannan (2017) aiempiin tutkimustuloksiin, joiden mukaan kemianopettajat ovat selvästi keskittyneitä vain kestävä kehityksen ekologiseen puoleen,

vaikkakin erilaiset ekologisesti kestäväan kehitykseen liittyvät pääluokat saivat tässäkin tutkimuksessa runsaasti mainintoja.

Pääluokat ”Elinkaari”, ”Kemian rooli” ja ”Taloudellisesti kestävä kehitys” mainittiin kurssien suorittamisen jälkeen hieman useammin kuin ennen niitä, vaikka ne pysyivätkin myös kurssien jälkeen vähiten mainintoja saaneiden pääluokkien joukossa. Taloudellisesti kestäväan kehityksen vähäiset maininnat tukevat Uiton ja Salorannan (2017) tutkimustuloksia, joiden mukaan taloudellinen ulottuvuus on monelle opettajalle kestäväan kehityksen haastavin ja opetuksessa vähiten käytetty osa-alue.

Kestäväan kehityksen eri osa-alueiden hieman tasaisempi mainitseminen kevään kurssien suorittamisen jälkeen kertoo, että kursseilta saadut tiedot tukevat kemian opettajankoulutusyksikön kestäväan kehityksen strategian ja toimenpidesuunnitelman tavoitteiden toteutumista, sillä niiden mukaan yksikön kestäväan kehitykseen liittyvä koulutus on systemaattista ja sisältää muun muassa tarvittavat tiedot (Aksela, 2016).

On tärkeää, että opiskelijat tuntevat kestäväan kehityksen eri ulottuvuuksia mahdollisimman kattavasti, sillä he tarvitsevat näitä tietoja omassa tulevassa opetuksessaan. Aiempien tutkimusten mukaan opettajilla ja heidän ohjaajillaan ei aina ole riittävä tietotaitoa opettaa kestäväan kehitystä (Juntunen & Aksela, 2014). Kestäväan kehityksen opettamisen tärkeys näkyy perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) useassa kohdassa, ja yksi opetussuunnitelman arvoperustan neljästä avainkohdasta onkin kestäväan elämäntavan välttämättömyys. Opetussuunnitelma huomioi kestäväan kehityksen ekologisen, taloudellisen ja sosiaalis-kulttuurillisen ulottuvuuden sekä sukupolvien yli ulottuvan globaalin vastuun (Opetushallitus, 2014). Myös lukion opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2015) korostetaan kestäväan elämäntavan ja ekososiaalisen sivistyksen välttämättömyyttä.

Pääluokka ”Kemian rooli” sai kevään kurssien jälkeen hieman enemmän mainintoja kuin lukukauden alussa, mutta sen toivoisi olevan vieläkin enemmän esillä opiskelijoiden omassa tulevassa opetuksessa, sillä kemian oppiaineen yhtenä tehtävänä on sekä perusopetuksen 7.-9. vuosiluokilla että lukiossa auttaa opiskelijoita ymmärtämään kemian ja sen sovellusten

merkitystä kestävästä tulevaisuuden rakentamisesta ja ohjata heitä ottamaan vastuuta omasta toiminnastaan sekä ympäristöstä. (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 2015)

”Luonnonvarat” sai huomattavasti useampia mainintoja pre- kuin post-kyselyssä. Sen sijaan arkielämään liittyvät, ajankohtaiset pääluokat ”Kierrätys” ja ”Kulutustottumukset” saivat etenkin kevään kurssien jälkeen runsaasti mainintoja, mikä on hyvä asia opiskelijoiden oman tulevan opetuksen kannalta, sillä SSI-opetus (Socio-Scientific Issues) on tutkimusten mukaan yksi ratkaisevan tärkeä osa kestävästä kehityksen opetuksesta, ja kemian SSI-opetus on lähellä opiskelijoiden arkielämää ja ajankohtaisia yhteiskunnallisia ilmiöitä. (Juntunen & Aksela, 2014). Arkielämään liittyvien aiheiden tärkeyttä opiskelijoiden omassa tulevassa opetuksessa voidaan perustella myös sillä, että Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksen mukaan kemian opettajat kokevat, että nykyinen kemian ympäristöopetus jää yleiselle tasolle ja kaukaiseksi oppilaan arjesta, vaikka juuri arkiympäristöihin liittyvät aiheet motivoivat heidän mukaansa oppilaita kemian opiskeluun. Arkielämään liittyvien mainintojen lisääntyminen tukee myös Burmeisterin ja kumppanien (2012) tutkimustuloksia, joiden mukaan kestävästä kehityksen oppiminen tulisi integroida opiskelijoiden jokapäiväiseen elämään.

Tässä tutkimuksessa päädyttiin pääluokkiin, joiden tarkkuustaso oli keskenään hieman erilainen, koska sisällönanalyysi tehtiin aineistolähtöisesti ja osa vastauksista oli hyvin paljon yksityiskohtaisempia kuin toiset. Luokkia olisi mahdollisesti voitu vielä yhdistellä edelleen, mutta sitä ei tehty, sillä moni näistä luokista kuuluisi mahdollisesti kahteen kategoriaan, esimerkiksi ”Ilmastonmuutos ja ympäristöongelmat” voitaisiin sijoittaa samaan luokkaan sekä ekologisesti että sosiaalisesti kestävästä kehityksen kanssa, koska niiden seuraukset ovat moninaisia. Mikäli pääluokkien yhdistelyyn olisi päädytty tai lopulliset pääluokat olisi muodostettu teoriaohjaavasti, olisivat tulokset näyttäneet hieman erilaisilta, mutta se ei olisi muuttanut sitä, että iso osa vastauksista painottui kestävästä kehityksen ekologiseen puoleen liittyviin aiheisiin taloudellisen ja sosiaalis-kulttuurillisen puolen jäädessä vähemmälle huomiolle myös kurssien suorittamisen jälkeen. Opiskelijat eivät myös maininneet sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävästä kehityksestä juurikaan konkreettisia aiheita, vaan nämä mainittiin vain nimeltä, toisin kuin monet ekologisesti kestävästä kehitykseen kuuluvista aiheista, joista mainittiin tarkempia esimerkkejä. Tämä epäsuhta vastausten tarkkuudessa olisi voitu välttää, jos kyselylomakkeen kysymys olisi muotoiltu

niin, että siinä olisi pyydetty opiskelijoita nimeämään konkreettisia asioita yläkäsitteiden sijaan. Myös opiskelijoiden haastatteleminen olisi parantanut tutkimuksen luotettavuutta ja syvällisyyttä, kun opiskelijoilta olisi voinut kysyä tarkennuksia yleisluonteisiin vastuksiin. Haastatteluiden avulla olisi voitu saada myös taustatietoa esimerkiksi tiettyjen aiheiden valintojen syistä.

Pelkkä kestävä kehityksen aiheiden tunteminen ei kuitenkaan riitä, vaan myös pedagoginen sisältötieto on tärkeää, jotta opiskelijat eli tulevaisuuden opettajat voivat menestyksekkäästi yhdistää kestävä kehityksen opetusta kemian opetukseen. Burmeisterin ja kumppanien (2013) mukaan opettajilla on oltava riittävästi tietoa kemian opetuksen suuntauksista, opetussuunnitelmista, opiskelijoiden ennakkokäsityksistä kestävästä kehityksestä ja sopiva valikoima pedagogisia menetelmiä kestävä kehityksen opettamiseen. Näitä asioita ei kuitenkaan ollut mahdollista tutkia tämän tutkimuksen puitteissa.

Kaiken kaikkiaan voidaan sanoa, että kurssien suorittaminen on tuonut paljon lisää huomiota kestävä kehityksen sosiaaliseen puoleen, ja opiskelijat aikovat kurssien jälkeen käsitellä kestävä kehityksen eri ulottuvuuksia hieman monipuolisemmin. Muutokset mainintojen lukumäärissä ovat kuitenkin sosiaalisesti kestävä kehitystä lukuun ottamatta melko pieniä, joten niistä ei voida tehdä kovin vahvoja päätelmiä kurssien suorittamisen vaikutuksesta.

Koska kontrolliryhmää ei ole, tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa on oltava varovainen. Ei voida varmasti sanoa, johtuvatko ensimmäisessä ja toisessa tutkimuskysymyksessä havaitut muutokset kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suorittamisesta vai vaikuttiko niihin jokin muu tekijä, jonka osuutta ei etukäteen osattu ottaa huomioon. Kestävä kehitys on kemian opettajankoulutusyksikön kurssien lisäksi paljon esillä esimerkiksi televisiossa, sanomalehdissä, sosiaalisessa mediassa sekä yliopiston muiden yksiköiden kursseilla, joten tutkimukseen osallistuneet opiskelijat ovat todennäköisesti saaneet vaikutteita myös muista lähteistä.

6.3 Kestävän kehityksen osa-alueiden opetuksen parantaminen

Tutkimuksen tuloksista kävi ilmi, että tätä tutkimuskysymystä varten listatuista 35:sta kestävä kehityksen olennaisesta aiheesta 25 eli 71 % oli mainittu opiskelijoiden vastauksissa vähintään kerran, joten näiden osa-alueiden opetusta voidaan pitää tältä osin onnistuneena. Kokonaan mainitsematta jääneet aiheet otsonikato, pienhiukkaspäästöt, vesistöjen happamoituminen, kestävä teollisuus, kestävät kaupungit, terveys, köyhyyden poistaminen, ihmisarvoinen työ ja talouskasvu, rauha sekä hyvä koulutus ja elinikäinen oppiminen ovat sellaisia, että vaikka niitä ei mainittu opiskelijoiden vastauksissa, niin ne voitaisiin kuitenkin sijoittaa opiskelijoiden mainitsemien yleisluonteisempien termien ”ympäristön muutos”, ”sosiaalinen näkökulma”, ”yhteiskunnallinen näkökulma” ja ”taloudellinen näkökulma” alle. Voidaankin pohtia, olisiko kyselyn tehtävänannossa pitänyt pyytää opiskelijoita vastaamaan kysymyksiin mahdollisimman konkreettisella tasolla, jotta näitä puuttumaan jääneitä aiheita olisi mainittu vastauksissa yleisluonteisten vastausten sijaan.

Moni mainitsematta jääneistä kymmenestä aiheesta liittyy taloudellisesti tai sosiaalis-kulttuurisesti kestäväan kehitykseen, jotka ovat niitä osa-alueita, jotka saivat myös edellisessä tutkimuskysymyksessä vähemmän mainintoja kuin ekologisesti kestäväan kehitykseen liittyvät aiheet. Kemian opettajankoulutusyksikön kestäväan kehityksen yleisperiaatteiden mukaan ekologisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurisen kestäväan kehityksen edistäminen on tärkeä ja erottamaton osa yksikön toimintaa, joten kaikki nämä osa-alueet tulisi huomioida opetuksessa (Kemian opettajankoulutusyksikkö, 2018).

Osa listan aiheista, kuten esimerkiksi köyhyyden poistaminen, rauha, ihmisarvoinen työ ja talouskasvu, ovat vaikeammin integroitavissa kemian opetukseen, ja ne tulevat kenties paremmin esille muiden oppiaineiden opetuksessa. Taloudellisesti kestäväan kehitykseen liittyvien aiheiden mainitsematta jääminen tukee Uiton ja Salorannan (2017) tutkimustuloksia, joiden mukaan taloudellinen ulottuvuus on monelle opettajalle kestäväan kehityksen haastavin ja opetuksessa vähiten käytetty osa-alue. Parasta kuitenkin olisi, jos eri aineiden opettajat voisivat tehdä yhteistyötä koulun sisällä ja koulun ulkopuolisten tahojen kanssa niin, että kestäväan kehityksen kemian opetukseen muodostuisi Juntusen ja Akselan (2014) tutkimuksessa esitelty kokonaisvaltainen lähestymistapa, joka koostuu useista elementeistä eli SSI-opetuksesta, yhteiskunnallisesta yhteistyöstä, sosiaalisesta vuorovaikutuksesta, argumentaatiosta, tutkimuksellisuudesta ja poikkitieteellisyydestä.

Tällaisen monitieteellisen yhteistyön ja koko koulun laajuisen lähestymistavan on havaittu aiemman tutkimuksen mukaan olevan tehokas toimintapa kestävän kehityksen opetuksessa (Henderson & Tilbury, 2004).

Vaikeammin kemiaan liitettävien aiheiden ohella mainitsematta jäivät myös otsonikato, pienhiukkaspäästöt, vesistöjen happamoituminen, kestävä teollisuus, kestävät kaupungit ja terveys, jotka liittyvät vahvasti kemiaan ja olisivat helposti integroitavissa sen opetukseen. Täten voidaan pitää perusteltuna, että juuri näiden kuuden osa-alueen opetusta voitaisiin parantaa kemian opettajankoulutuksessa. Esimerkiksi kestävä teollisuus, kestävät kaupungit ja terveys ovat osa YK:n Agenda 2030:n tavoitteita, jotka puolestaan sisältyvät Suomen kansalliseen Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumukseen, johon myös kemian opettajankoulutusyksikkö on sitoutunut (Valtioneuvoston kanslia, 2017; Kemian opettajankoulutusyksikkö, 2018).

Yksi mainitsematta jääneistä aiheista oli hyvä koulutus ja elinikäinen oppiminen. Elinikäistä oppimista korostetaan kyllä kemian opettajankoulutusyksikössä, koska strategiansa mukaisesti se edistää kestävästä kehitystä opetuksessa korostamalla muun muassa tutkimuksellista elinikäistä oppimista, opiskelijalähtöistä opetusta, oppivaa yhteisöä ja yhteistyötä LUMA-yhteisössä sekä modernin teknologian hyödyntämistä opetuksessa, opiskelussa ja tiedon jakamisessa sekä keskustelussa (Aksela, 2016). Voi kuitenkin olla, että yksikön opiskelijat eivät miellä tätä niinkään kestävän kehityksen opetuksen osaksi vaan yksikön toimintatavaksi, joten tätä asiaa voisi olla tarpeen korostaa kemian opettajankoulutusyksikön kurssien ja opettajien täydennyskoulutuksen opetuksessa.

Vaikka tutkimusaineiston perusteella pystyttiin tarkastelemaan, mitä kestävän kehityksen osa-alueita opiskelijat eivät maininneet vastauksissaan, niin näiden olennaisten osa-alueiden valinta perustui vain tutkijan teoriaosuuden tietojen perusteella muodostamaan näkemykseen asiasta. Kurssien suunnittelijoiden ja opettajien haastattelemisen olisi voinut tuottaa toisenlaisen olennaisten asioiden listan, mutta valitettavasti haastatteluita ei ollut mahdollista järjestää tämän tutkimuksen puitteissa. Myös opiskelijoiden haastattelemisen olisi parantanut tutkimuksen luotettavuutta ja syvällisyyttä, kun opiskelijoilta olisi voinut kysyä, minkä osa-alueiden opetuksen he kokevat tarvitsevat parannusta.

6.4 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimus

Tämä tutkimus kertoo yhden kevätlukukauden aikana toteutettujen kurssien vaikutuksesta opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävän kehityksen opettamisesta sekä siihen, mitä kestävän kehityksen aiheita opiskelijat aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Se antaa myös näkökulmaa siihen, minkä kestävän kehityksen osa-alueiden opetusta olisi parannettava kemian opettajankoulutuksessa. Tulokset eivät täten ole yleistettävissä koskemaan kaikkia kemian opetuksen kursseja tai opiskelijaryhmiä, mutta ne voivat tarjota oivalluksia kemian opettajankoulutuksen kurssien suunnittelijoille tai peruskoulussa ja lukiossa luonnontieteitä opettaville aineenopettajille. Esimerkiksi kestävän kehityksen eri aihealueiden huomiointia voidaan soveltaa monen eri aineen opetuksessa eri koulutusasteilla, sillä kestävän kehityksen opetus on tärkeä osa opetussuunnitelmien tavoitteiden toteuttamista.

Tutkimuksesta saadaan ideoita kemian opettajankoulutusyksikön kurssien suunnitteluun ja painotusalueiden valintaan. Kyselyn tekemisen ja tutkimuksen tulosten julkaisemisen välillä on kuitenkin ehtinyt kulua sen verran aikaa, että kurssit ja niiden sisällöt ovat hieman muuttuneet, joten tuloksista ei voida vetää suoria johtopäätöksiä tämänhetkiseen tilanteeseen. Tutkimuksen tuloksia voitaisiin kuitenkin peilata tämänhetkisten kurssien sisältöihin ja tarkastella, esiintyvätkö tämän tutkimuksen mukaan puutteellisiksi jääneet osa-alueet nykyisten kurssien kuvauksissa ja opetussuunnitelmissa.

Tämän tutkimuksen mukaan puutteellisiksi jääneiden osa-alueiden oppimista voidaan tukea esimerkiksi täydennyskoulutusten ja verkossa julkaistavien oppimateriaalien avulla, sillä elinikäisen oppimisen tukeminen tärkeä osa kemian opettajankoulutusyksikön tavoitteita (Aksela, 2016).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, mitä kestävän kehityksen aiheita opiskelijat aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Tämän kysymykset vastaukset eivät kuitenkaan kerro sitä, mitä aiheita opiskelijat todellisuudessa tulevat opettamaan, sillä työelämään siirtyminen saattaa tapahtua vasta usean vuoden päästä, jolloin ajatukset ja suunnitelmat ovat jo mahdollisesti muuttuneet. Tärkeä jatkotutkimuksen aihe olisikin tarkastella kestävän kehityksen aiheiden esiintymistä vastavalmistuneiden tai äskettäin kestäväan kehitykseen

liittyvässä täydennyskoulutuksessa olleiden opettajien opetuksessa, jotta saataisiin tietoa siitä, miten kursseilta kestävän kehityksen opetuksesta saatu tieto siirtyy käytännön opetustyöhön.

Toinen kiinnostava jatkotutkimuksen aihe olisi tutkia lukuvuonna 2018-2019 kemian opettajankoulutusyksikön kurssivalikoimassa olevien, kestävään kemiaan ja kestävän kehityksen opetukseen keskittyvien kurssien MFK-K205 Kestävä kemia (5 op) ja MFK-K303 Kestävä kehitys opetuksessa (5 op) suorittamisen vaikutuksia opiskelijoiden kiinnostukseen oppia kestävän kemian opettamisesta ja siihen, mitä aiheita he aikovat käsitellä omassa tulevassa opetuksessaan. Tällaisella tutkimuksella saataisiin selville, millainen vaikutus näillä syvällisemmin kestävän kehityksen aihepiireihin paneutuvilla kursseilla on opiskelijoiden kiinnostukseen ja tietoihin verrattuna tässä tutkimuksessa mukana olleisiin yleisiin kemian opetuksen kursseihin, joilla on sivuttu kestävää kehitystä muiden aiheiden yhteydessä.

Lähteet

Ahonen, S., Ahonen, S., Saari, S., Syrjälä, L., & Syrjäläinen, E. (1994). *Laadullisen tutkimuksen työtapoja*. Helsinki: Kirjayhtymä.

Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008).

Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet suomessa.

Kemian opetuksen keskus, Helsingin yliopisto. Luettu 29.5.2019 osoitteesta

<http://www.helsinki.fi/kemma/data/KemianOpetusTanaan2008.pdf>

Aksela, M. (2016). Kestävä kehitys ja kemia opettajankoulutuksessa. *LUMAT-B:*

International Journal on Math, Science and Technology Education, 1(2) Luettu

30.3.2019 osoitteesta <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-b/article/view/224>

Anastas, P. T., & Lankey, R. L. (2000). Life cycle assessment and green chemistry: The yin and yang of industrial ecology. *Green Chemistry*, 2(6), 289-295.

doi:10.1039/B005650M

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry : Theory and practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Andraos, J., & Dicks, A. P. (2012). Green chemistry teaching in higher education: A review of effective practices. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 69-79. doi:10.1039/C1RP90065J
- Brundtland, G. H. (1987). *Our common future*. (). World Commission on Environment and Development. Luettu 20.3.2019 osoitteesta <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68. doi:10.1039/C1RP90060A
- Burmeister, M., Schmidt-Jacob, S., & Eilks, I. (2013). German chemistry teachers' understanding of sustainability and education for sustainable development-an interview case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 169-176. doi:10.1039/c2rp20137b
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed ed.). London ; New York: Routledge.
- Euroopan parlamentti. (2015). Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä? Luettu 7.2.2019 osoitteesta <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>
- Euroopan parlamentti. (2018). Kiertotalouspaketti: EU:N uudet tavoitteet kierrätykselle. Luettu 7.2.2019 osoitteesta <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20170120STO59356/kiertotalouspaketti-eu-n-uudet-tavoitteet-kierratykselle>
- Giddings, B., Hopwood, B., & O' Brien, G. (2002). Environment, economy and society: Fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, 10(4), 187-196. doi:10.1002/sd.199

- Henderson, K., & Tilbury, D. (2004). *Whole-school approaches to sustainability: An international review of sustainable school programs*. (). Sydney, Australia: Report Prepared by the Australian Research Institute in Education for Sustainability (ARIES) for The Department of the Environment and Heritage; Australian Government. Luettu 28.5.2019 osoitteesta http://daten.schule.at/dl/international_review2.pdf
- Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective: The effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Ed.), *Intrinsic and extrinsic motivation : The search for optimal motivation and performance* (pp. 404). San Diego: Academic Press.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., & Sinivuori, E. (2009). *Tutki ja kirjoita* (15. uud. p. 22. painos ed.). Helsinki: Tammi.
- IUPAC. (2013). An overview. IUPAC green chemistry directory. Luettu 20.2.2019 osoitteesta <http://www.incaweb.org/transit/iupacgedir/overview.htm>
- Johnson, B. R., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher, 33*(7), 14-26.
- Juntunen, M. K., & Aksela, M. K. (2014). Education for sustainable development in chemistry – challenges, possibilities and pedagogical models in finland and elsewhere. *Chemistry Education Research and Practice, 15*(4), 488-500. doi:10.1039/C4RP00128A
- Juntunen, M., & Aksela, M. (2013). Kestävän kehityksen kasvatusta kemian opetuksessa: Muutamia näkökulmia ja käytännön vinkkejä opetuksen tueksi. *LUMAT: Luonnontieteiden, Matematiikan Ja Teknologian Opetuksen Tutkimus Ja Käytäntö, 1*(4), 329–350.

- Juntunen, M. (2015). *Holistic and inquiry-based education for sustainable development in chemistry* Helsingin yliopisto Luettu 7.2.2019 osoitteesta <http://hdl.handle.net/10138/154531>
- Kemian opettajankoulutusyksikkö. (2018). Kestävän kehityksen strategia. Luettu 30.3.2019 osoitteesta <https://blogs.helsinki.fi/kem-ope/tietoa-yksikosta/kestavan-kehityksen-strategia/>
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borke, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching . In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Hingham: Kluwer Academic Publishers.
- Metsämuuronen, J. (2005). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä* (3. laitos ed.). Helsinki: International Methelp.
- Metsämuuronen, J., & Metsämuuronen, J. (2011). *Laadullisen tutkimuksen käsikirja* (E-kirjan 1. painos ed.). Helsinki: International Methelp. Luettu 28.1.2019 osoitteesta <https://helka.finna.fi/Record/helka.2373815>
- OECD. (2001a). Centre for educational research and innovation (CERI) - environment and school initiatives (ENSI). Luettu 29.3.2019 osoitteesta <http://www.oecd.org/innovation/research/centreforeducationalresearchandinnovation/eri-environmentandschoolinitiativesensi.htm>
- OECD. (2001b). *Oecd environmental strategy for the first decade of the 21st century*.. Luettu 29.3.2019 osoitteesta <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/1863539.pdf>
- OECD. (2018). Sustainable chemistry. Luettu 23.5.2019 osoitteesta <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm>
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki: Opetushallitus.

- Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Helsinki: Opetushallitus.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., & Scheffer, M. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. doi:10.1038/461472a
- Sanghi, R., Sanghi, R., & Singh, V. (2012). *Green chemistry for environmental remediation*. Hoboken : Salem: John Wiley & Sons ; Scrivener. Luettu 20.2.2019 osoitteesta <https://helka.finna.fi/Record/helka.2442977>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. doi:10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411
- Strange, T., & Bayley, A. (2008). *Sustainable development : Linking economy, society, environment*. Paris: OECD Publishing. Luettu 15.2.2019 osoitteesta <https://helka.finna.fi/Record/helka.2399665>
- Suomen YK-liitto. (2016). Kestävän kehityksen tavoitteet. Luettu 26.4.2019 osoitteesta <https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestava-kehitys/kestavan-kehityksen-tavoitteet>
- Suomen ympäristökeskus. (2017). *Tietoa elinkaariarviointista (LCA) ja elinkaariklinikkatoimintamallista pk-yrityksille..* Luettu 22.2.2019 osoitteesta <https://www.syke.fi/download/noname/%7B032490FA-19DF-4E5A-A40F-88E22B86DA20%7D/132057>
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29, 426–436.
- Tundo, P., Anastas, P., Black, D., Breen, J., Collins, T., Memoli, S., Miyamoto, J., Polyakoff, M. & Tumas, W. (2000). Synthetic pathways and processes in green chemistry. introductory overview. *Pure and Applied Chemistry*, 72(7), 1207-1228.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (Uudistettu laitos ed.). Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

- Uitto, A., & Saloranta, S. (2017). Subject teachers as educators for sustainability: A survey study. *Education Sciences*, 7(1), 8. doi:10.3390/educsci7010008
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. Luettu 12.2.2019 osoitteesta <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- Valtioneuvoston kanslia. (2017). Globaalin kestävän kehityksen toimintaohjelman toimeenpano suomessa. Luettu 14.2.2019 osoitteesta <https://vnk.fi/kestavakehitys/globalin-toimintaohjelman-toimeenpano-suomessa>
- Yhteiskuntatieteellinen tietokirjasto. (2004). Kvantimotiv tilastollinen päättely Luettu 26.5.2019 osoitteesta <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/paattely/paattely.html>
- Ympäristöministeriö. (2016). *Kestävä kemia – mahdollisuuksia vihreään kasvuun*. Luettu 24.5.2019 osoitteesta http://www.ymparistotiedonfoorumi.fi/wp-content/uploads/2016/01/Kestava-kemia_tiivistelmät.pdf

Liitteet

LIITE 1: Pre-kyselylomake



Kestävä kehitys opetuksessa

Kemian opettajankoulutusyksikkö tekee kevään 2015 aikana **tutkimusta kestävästä kehityksestä opetuksessa**.

Tämän **pre**-kyselylomakkeen täyttävät kaikki yksikön opiskelijat kevään ensimmäisellä kurssikerralla. Opetuksen lopussa jokainen täyttää vielä hieman lyhyemmän **post**-kyselylomakkeen. Lomakkeiden vastaukset eivät vaikuta kurssisuorituksiin.

Lämmin kiitos sinulle jo etukäteen vastauksistasi! Niitä käsitellään anonyymisti ja tuloksia käytetään kestävä kehityksen opetuksen kehittämiseen.

TAUSTATIEDOT

* Nimi (tarvitaan vain tulosten yksilöinnissä; varsinainen data käsitellään anonyymisti):

1. Opiskelen kemiaa

pääaineena toisena tai kolmantena opettavana aineena

* 2. Olen tähän mennessä opiskellut kemian laitoksen kursseja yhteensä (op)

* 3. Olen tähän mennessä opiskellut kemian opettajankoulutusyksikön kursseja yhteensä (op)

4. Minulla on opettajakokemusta koulusta

- ei lainkaan
 vähän (muutama lyhyt sijaisuus)
 jonkin verran (useita sijaisuuksia 1-3 v. ajan)
 paljon (3-5 v. ajan)
 erittäin paljon (yli 5 v. ajan)

5. Kestävä kehitys on minulle tuttu aihe

- ei ollenkaan
 vähän
 jonkin verran
 hyvin tuttu
 erittäin tuttu

6. Olen osallistunut kestävän kehityksen koulutukseen opintoihini kuuluvien kurssien ulkopuolella.

- en ole osallistunut
- olen osallistunut yhteen
- olen osallistunut kahteen tai useampaan

Tarkennus kohtaan 6: Millaiseen koulutukseen olet osallistunut?

- webinaari (Sakari Tolppanen)
- vapaa-ajan harrastuksiin liittyvä koulutus
- luento tai tietoisku

7. Olen kiinnostunut oppimaan kestävän kehityksen opettamisesta oppilaille

- en ollenkaan
- vähän
- jonkin verran
- paljon
- erittäin paljon

8. Kestävä kehitys on minulle tärkeä opettava aihe tulevassa opettajan työssäni

- ei ollenkaan
- vähän
- jonkin verran
- hyvin tärkeä
- erittäin tärkeä

II KESTÄVÄ KEHITYS

* 1. Määrittele kestävä kehitys omin sanoin. (max 150 merkkiä)

* 2. Mitä aiheita kestävästä kehityksestä tulet käsittelemään omassa tulevassa opetuksessasi? (max 150 merkkiä)

III KESTÄVÄ KEHITYS OPETUKSESSA

* 1. Miten käsittelisit kestävästä kehityksestä opetuksessasi? Anna esimerkki tai esimerkkejä parhaista opetusmenetelmistä ja perustele kussakin kohdassa, miksi se olisi hyvä. (max 500 merkkiä)

* 2. Mitä haasteita on mielestäsi kestävästä kehityksestä opetuksessa? Perustele vastauksesi. (max 500 merkkiä)

* 3. Mitä haluaisit oppia lisää kestävästä kehityksestä opetuksessa -aiheesta?

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

© Eduix Oy

LIITE 2: Post-kyselylomake



Kestävä kehitys opetuksessa (POST)

Kemian opettajankoulutusyksikkö tekee kevään 2015 aikana **tutkimusta kestävästä kehityksestä opetuksessa**.

Vastasit kevään alussa Kestävä kehitys opetuksessa **pre**-kyselyyn. Nyt on **post**-kyselyn aika.

Tämän **post**-kyselylomakkeen täyttävät kaikki yksikön opiskelijat kevään viimeisellä kurssikerralla tai saman viikon aikana.

Lämmin kiitos sinulle jo etukäteen vastauksistasi! Niitä käsitellään anonymisti ja tuloksia käytetään kestäväen kehityksen opetuksen kehittämiseen.

I TAUSTATIEDOT

* Nimi (käytä samaa nimeä kuin pre-kyselyssä):

1. Opiskelen kemiaa

pääaineena toisena tai kolmantena opettavana aineena

2. Osallistuin kevätlukukaudella kursseille

- Kemia elinympäristössä
- Kemian opetuksen keskeiset alueet I
- Kemian opetuksen keskeiset alueet II
- Luonnontieteiden kerho-opetus: ohjaajakoulutus
- Luonnontieteiden kerho-opetus: käytännön kerho-ohjaaminen
- Media ja monilukutaito tiede- ja teknologiakasvatuksessa
- Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa

5. Kestävä kehitys on minulle tuttu aihe

- ei ollenkaan
- vähän
- jonkin verran
- hyvin tuttu
- erittäin tuttu

7. Olen kiinnostunut oppimaan kestäväen kehityksen opettamisesta oppilaille

- en ollenkaan
- vähän
- jonkin verran
- paljon
- erittäin paljon

8. Kestävä kehitys on minulle tärkeä opetettava aihe tulevassa opettajan työssäni

- ei ollenkaan
- vähän
- jonkin verran
- hyvin tärkeä
- erittäin tärkeä

II KESTÄVÄ KEHITYS

* 1. Määrittele kestävä kehitys omin sanoin. (max 150 merkkiä)

* 2. Listaa tähän, mitä aiheita kestävästä kehityksestä tulet käsittelemään omassa tulevassa opetuksessasi? (max 100 merkkiä)

III KESTÄVÄ KEHITYS OPETUKSESSA

* 1. Miten käsittelet kestävästä kehityksestä opetuksessasi? Kerro lyhyesti kaksi mielestäsi parasta esimerkkiä (max 300 merkkiä)

* 2. Mitä on mielestäsi suurin haaste kestävästä kehityksestä opetuksessa? Perustele vastauksesi. (max 150 merkkiä)

3. Mitä haluaisit oppia lisää kestävästä kehityksestä opetuksessa -aiheesta?

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

© Eduix Oy