



HELSINGIN YLIOPISTO

Yliopiston yhteinen kestävyyskurssi opiskelijoiden käsitteellisen muutoksen tukena

Paavo Kettunen

Helsingin yliopisto

Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta

Biologian aineenopettajan opintosuunta

Pro gradu -tutkielma

Toukokuu 2023

Tiivistelmä

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Ympäristön muutos ja globaali kestävyys -maisteriohjelma	
Tekijä - Författare - Author Paavo Kettunen			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Yliopiston yhteinen kestävyyskurssi opiskelijoiden käsitteellisen muutoksen tukena			
Oppiaine - Läroämne - Subject Biologian aineenopettaja			
Työn laji - Arbetets art - Level Pro gradu -tutkielma	Aika - Datum - Month and year 5/2023	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 50	
Tiivistelmä - Referat - Abstract			
<p>Kestävyiden koulutus on alettu ymmärtää tärkeänä osana kestävyiden tavoitteiden saavuttamisessa, myös yliopistoissa. Kestävän kehityksen koulutukselle luo kuitenkin haasteen se, että kestävyys on käsitteenä alati muuttuva ja hyvin kompleksinen termi. Tällaisten monimutkaisten käsitteiden ja ilmiöiden oppimisen tutkimisessa toimii yhtenä teoreettisena lähestymistapana käsitteellisen muutoksen tutkimustraditio. Käsitteellisen muutoksen teoria kumpuaa konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä, jonka mukaan oppiminen tapahtuu muokkaamalla ja täydentämällä olemassa olevia tietorakenteita. Toisinaan nämä oppijan aikaisemmat tietorakenteet ovat ristiriidassa tieteellisen tiedon kanssa, ja saavuttaakseen uuden ymmärryksen oppijan täytyy muuttaa ja järjestellä olemassa olevia käsityksiään uudelleen. Uuden käsityksen myötä syntyy kokonaan uusi tapa ymmärtää ilmiötä, kun siihen liittyvät käsitteet saavat uusia merkityksiä. Edellä kuvatussa prosessista käytetään nimitystä käsitteellinen muutos.</p> <p>Tutkielmassa selvitettiin, millaisia käsityksiä yliopisto-opiskelijoilla oli kestävydestä ennen Helsingin yliopiston Kestävyyskurssia (SUST-001, 3 op) syksyllä 2021, ja miten nämä käsitykset olivat muuttuneet kurssin jälkeen. Lisäksi tutkittiin, oliko edellä kuvatussa eroja ihmis- ja luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoiden välillä. Käsityksiä tutkittiin alku- ja loppumittaus -asetelmalla. Tutkimuksen otos oli Kestävyyskurssille osallistuneet Helsingin yliopiston opiskelijat ($N = 109$). Aineisto analysoitiin sekä laadullisesti että määrällisesti.</p> <p>Tulosten perusteella opiskelijoiden käsitykset olivat kurssin alussa varsin suppeita, vaikkakin vastauksissa näkyi, että useimmat opiskelijat tulivat kurssille oman ennakkotietoja kestävydestä. Lisäksi alkumittauksen perusteella tunnistettiin kolme käsitteellisen muutoksen virhekäsityksiin rinnastuvaa kapea-alaista käsitystä: ekologiaan rajoittunut, ihmiskeskeinen ja heikon kestävyiden käsitys. Loppumittauksessa opiskelijoiden käsitykset kestävydestä paranivat ja erityisesti opiskelijoiden ymmärrys kestävyiden eri ulottuvuuksista, niiden välisistä kytkennöistä ja yleisesti kestävyiden kompleksisesta luonteesta lisääntyi. Myös kapea-alaista käsityksistä noin puolet muuttuivat, joskin ihmiskeskeinen käsitys oli luonteeltaan hieman muita sitkeämpi. Tieteenalojen välisessä tarkastelussa huomio kiinnittyi erityisesti luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoiden herkkyyteen muuttaa kapea-alaista näkemystään suhteessa ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoihin.</p> <p>Tulosten pohjalta Kestävyyskurssin voi nähdä onnistuneen monien kestävyyskäsitteen keskeisten sisältöjen opettamisessa. Myös käsitteellisestä muutoksesta oli nähtävissä viitteitä. On kuitenkin tarpeellista jatkaa kurssin jatkokehittämistä sekä kestävyiden integroimista laajemmin osaksi eri koulutusohjelmia. Lisäksi tämän integraation ja kestävyyskoulutuksen onnistumista on tärkeää tutkia myös tulevaisuudessa.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords käsitteellinen muutos, kestävyys, kestävyyskoulutus, kestävyyskompetenssit, kestävyysmurros			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Ilona Södervik, Anna Uitto			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet)			

Abstract

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Faculty of Biological and Environmental Sciences		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Master's Programme in Environmental Change and Global Sustainability	
Tekijä - Författare - Author Paavo Kettunen			
Työn nimi - Arbetets titel - Title University's general Sustainability course as a support for students' conceptual change			
Oppiaine - Läroämne - Subject Biology teacher study track			
Työn laji - Arbetets art - Level Master's thesis	Aika - Datum - Month and year 5/2023	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 50	
Tiivistelmä - Referat - Abstract			
<p>Education for sustainability has come to be seen as an important part of achieving the sustainability goals, also in universities. However, the challenge for sustainability education is that sustainability is an ever-changing and highly complex concept. One theoretical approach for studying the learning of such complex concepts and phenomena is the conceptual change research tradition. The theory of conceptual change stems from the constructivist approach to learning, according to which learning takes place by modifying and completing existing knowledge structures. Sometimes these prior knowledge structures of the learner conflict with scientific knowledge, and in order to reach a new understanding, the learner has to change and reorganize their existing conceptions. With a new conception comes a whole new way of understanding a phenomenon, as related concepts take on new meanings. The process described above is called conceptual change.</p> <p>This thesis studied what kind of conceptions university students had about sustainability before the University of Helsinki's Sustainability Course (SUST-001, 3 cr) in autumn 2021, and how these conceptions had changed after the course. In addition, we investigated whether there were differences between students in human and natural science-oriented disciplines in the above-mentioned aspects. Conceptions were investigated using a baseline and endline measurement design. The study sample was students enrolled in a sustainability course at the University of Helsinki ($N = 109$). The data was analyzed both qualitatively and quantitatively.</p> <p>Based on the results, the students' perceptions were quite narrow at the beginning of the course, although the responses showed that most students came to the course with some prior knowledge of sustainability. In addition, three narrow conceptions similar to misconceptions of the conceptual change were identified from the initial survey: ecology-limited, anthropocentric and weak sustainability conceptions. In the final measurement, students' perceptions of sustainability improved and, in particular, students' understanding of the different dimensions of sustainability, the interlinkages between them and the complex nature of sustainability in general increased. About half of the narrow conceptions also changed, although the anthropocentric conception was slightly more persistent. In the cross-disciplinary analysis, attention was drawn to the tendency of students in natural science-oriented disciplines to change their narrow view in comparison to students in human science-oriented disciplines.</p> <p>Based on the results, the Sustainability course can be seen as successful in teaching many of the key contents of the concept of sustainability. There were also indications of conceptual change. However, there is a need to further develop the course and to integrate sustainability more broadly into the different educational programs. Furthermore, it is very important to continue to study the success of this integration and of sustainability education also in the future.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords conceptual change, sustainability, education for sustainability, sustainability competences, sustainability transformation			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Ilona Södervik, Anna Uitto			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsinki University Library – Helda / E-thesis (theses)			

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	1
Abstract	2
1 Johdanto	3
2 Teoreettinen tausta	5
2.1 Kestävyys.....	5
2.1.1 Kestävyys käsitteenä	5
2.1.2 Kestävän kehityksen ulottuvuudet	6
2.1.3 Systemiajattelu ja kestävyden kompleksinen luonne	8
2.1.4 Kestävyys transformatiivisuuden näkökulmasta	10
2.1.5 Ihmiskeskeiset käsitykset kestävyysmurroksen haasteena	11
2.1.6 Kestävyys akateemisena asiantuntijataitona	12
2.2 Käsitteet osana oppimista	15
2.2.1 Käsitteellinen ymmärrys.....	15
2.2.2 Käsitteellinen muutos.....	16
2.2.3 Ennakkokäsitykset ja virhekäsitykset.....	17
3 Tutkimuksen tarkoitus	20
4 Menetelmät	21
4.1. Tutkimusjoukko	21
4.2. Käytetyt mittarit	21
4.3. Aineiston analyysi	23
5 Tulokset.....	25
5.1 Opiskelijoiden käsitykset kestävydestä Kestävyyskurssin alussa	25
5.1.1 Käsitykset kestävyyskäsitteestä kurssin alussa	25
5.1.2 Kapea-alaiset käsitykset kurssin alussa	25
5.1.3. Tieteenalaryhmien opiskelijoiden väliset erot kestävyyskäsitteissä kurssin alussa	27

5.2 Kestävyysskurssin aikana tapahtunut muutos opiskelijoiden käsityksissä kestävydestä	28
5.2.1 Käsitykset kestävyyskäsitteestä kurssin lopussa	28
5.2.2 Kapea-alaiset käsitykset kurssin lopussa ja käsitteellinen muutos	30
5.2.3 Tieteenalaryhmien opiskelijoiden väliset erot kestävyyskäsitteissä kurssin lopussa	32
6 Pohdinta	35
6.1 Opiskelijoiden käsitykset kestävydestä ennen ja jälkeen kurssin	35
6.2 Tieteenalaryhmien opiskelijoiden erot kestävyyskäsitteissä	39
6.3 Luotettavuustarkastelu, rajoitteet ja jatkotutkimusmahdollisuudet.....	40
7 Johtopäätökset.....	43
8 Kiitokset.....	44
9 Lähteet	45

1 Johdanto

Kestävyyden saavuttamisesta on tullut keskeinen tavoite nyky-Suomessa. Kestävyyden eteen tehtävästä työstä toimii hyvänä esimerkkinä se, että YK:n vuosittaisessa kestävä kehityksen vertailussa Suomi sijoittui ensimmäiseksi vuonna 2021 (Sachs ym., 2021). Tämä ei tarkoita kuitenkaan sitä, että työ olisi tehty. Esimerkiksi maankäyttösektorista tuli ensimmäisen kerran hiilen päästölähde Suomessa vuonna 2021, johtuen erityisesti suurista hakkuumääristä (SVT, 2022). Kestävyyteen pyrkiminen ja sen tavoitteiden saavuttaminen vaatii siis jatkuvaa työtä usealla rintamalla, joista koulutus on yksi tärkeä osa-alue. Esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen kestävyyspaneeli esitti julkaisussaan mallin, jonka tavoitteena on havainnollistaa yksi tapa toteuttaa vaiheittainen muutos kohti kestävää yhteiskuntaa. Tässä neliportaisessa mallissa toisen portaan muodostavat kasvatus, koulutus ja yhteisöllinen toiminta, joiden tehtävä on edistää ymmärrystä, ajattelun taitoja sekä toimintaa kestävyteen liittyen (Furman ym., 2020).

Kestävä kehityksen koulutus (eng. *education for sustainable development*) on kuitenkin itsessään haasteellista, sillä kestävyys on käsitteenä alati muuttuva ja hyvin kompleksinen termi (UNESCO, 2014; McKeown ym., 2002). Tällaisten monimutkaisten käsitteiden ja ilmiöiden oppimisen tutkimisessa toimii hyvänä teoreettisena lähestymistapana käsitteellisen muutoksen malli. Käsitteellisen muutoksen käsite (eng. *conceptual change*) juontaa juurensa Thomas Kuhnin 1962 esittämään teoriaan tieteilisten vallankumousten luonteesta. Keskeisimpänä ajatuksena on, että tiettyyn tieteiliseen teoriaan liittyvien käsitteiden merkitykset muuttuvat vasta konfliktin myötä, jossa vanha ja uusi teoria ovat ristiriidassa. Kun uusi teoria hyväksytään, muuttuu samalla myös ymmärrys teoriaan kytkeytyneistä käsitteistä (Kuhn, 1962; Vosniadou 2013).

Käsitteellisen muutoksen teoria näkee, että edellä esitetyn kaltainen radikaali tietorakenteiden muutos on osa jokaisen yksilön oppimista. Usein yksilö omaa entuudestaan ennakkokäsityksiä ja tietoa opittavasta aiheesta, ja toisinaan nämä käsitykset ovat ristiriidassa uuden tiedon kanssa. Tämä luo haasteen – ja toisaalta tarpeen – käsitteelliselle muutokselle (Posner ym., 1982). Lyhyesti sanoen käsitteellinen muutos tarkoittaa prosessia, jossa oppijan jo olemassa olevat tietorakenteet ja käsitykset tietystä aiheesta muuttuvat perustavanlaatuisella tavalla (Chi ym., 1994). Pro gradu -

tutkielmani tarkoituksena onkin selvittää, millä tavalla yliopisto-opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä ja siihen liittyvistä teemoista muuttuvat Helsingin yliopiston järjestämällä kaikille koulutusohjelmille yhteisellä Kestävyyskurssilla (SUST-001). Tässä tarkastelussa viitekehyksenä toimii käsitteellisen muutoksen tutkimus.

2 Teoreettinen tausta

Kestävyyden koulutukseen liittyvät julkaisut ovat lisääntyneet runsaasti viime vuosikymmeninä. Korkeakoulutasolla kestävyyden koulutusta ovat tutkineet mm. Rodrigo Lozano (2011) ja Stephen Sterling (2010). Esimerkkinä tuoreesta suomalaisesta tutkimuksesta, Salovaara, Pietikäinen ja Cantell (2021) tutkivat yliopisto-opiskelijoiden kestävyysnarratiiveja, ja niiden muutosta kurssin aikana. Käsitteellisen muutoksen tutkimustraditiota ei ole kuitenkaan kirjallisuudessa aikaisemmin yhdistetty kestävyyskontekstiin. Tässä luvussa käsitellenkin kestävyiden ja sen koulutuksen (2.1) sekä käsitteellisen muutoksen teorian (2.2) keskeisimmät sisällöt.

2.1 Kestävyys

2.1.1 Kestävyys käsitteenä

Kestävyyden määrittely on tämän tutkimuksen osalta välttämätön, mutta myös jokseenkin hankala tehtävä. Haasteen yksiselitteiselle kestävyiden määritelmälle luo se, että se on käsitteenä luonteeltaan kiistanalainen, samaan tapaan kuin esimerkiksi käsitteet demokratia ja oikeus (Diesendorf, 2000). Kestävyys on myös muotoutunut käsitteenä historian aikana. Merkittävä sysäys kestävyiden käsitteen käyttöönololle tapahtui, kun kansainvälinen luonnonsuojeluliitto IUCN pyrki yhdistämään ympäristö- ja kehityskeskustelun vuonna 1980 käsitteen ”suojelu” alle. Ajallisen ulottuvuuden lisääminen aiemmin toisistaan varsin erillisiin aiheisiin toimi yhdistävänä tekijänä, ja tarjosi mahdollisuuden ajatuksen jatkokehitykselle (Mebratu, 1998).

Tätä jatkokehitystä toteutti WCED vuonna 1987, kun yksi useimmiten viitatuista määritelmistä kestäväille kehitykselle syntyi. Tämän, niin kutsutusta Brundtlandin raportista löytyvän, määritelmän mukaan kestävä kehitys on ”kehitystä, joka vastaa nykypäivän tarpeisiin vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta vastata omiin tarpeisiinsa” (Brundtland, 1987). Brundtlandin raportti oli kuitenkin taustaltaan varsin poliittinen, mikä näkyi käsitteiden määritelmien epäselvyytenä. Esimerkiksi kestävyys nähtiin rakentuvat ekologiselle, taloudelliselle ja sosiaaliselle ulottuvuudelle, vaikka näitä ei raportissa tarkemmin määritellä. Tarkoituksena oli saavuttaa mahdollisimman laaja hyväksyntä. Raportin ja sen kestävä kehityksen määritelmän suosioon viitaten näin voi nähdä tapahtuneen, mutta kääntöpuolena on raportin määritelmien ympäröisyys sekä näin ollen haasteet soveltaa kestävä kehityksen käsitettä teoreettisessa viitekehityksessä (Giddings ym., 2002).

Kestävyyteen liittyen viitatuin määritelmä ei määrittele suoraan kestävyyttä, vaan kestävän kehityksen. Kestävyys ja kestävä kehitys ovat käsitteitä, jotka esiintyvät rinnakkain niin kirjallisuudessa kuin yhteiskunnan muilla tasoilla. Näiden kahden käsitteen ero on siinä, että kestävä kehitys on kehitystä kohti kestävyyttä, eli kestävyys on kestävän kehityksen päämäärä (Diesendorf, 2000).

Kestävyyden käsitteeseen siis liittyy vahvasti ajallinen ulottuvuus – tahto säilyttää tulevien sukupolvien tarpeet. Kestävyyden sananmukaisessa tarkastelussa sanan ”kestää” yksi määritelmä Kielitoimiston sanakirjassa (2021) kuuluukin seuraavasti: ”pysyä ulkoisista vaikutuksista huolimatta (olennaisesti) ennallaan, säilyä rikkoutumatta, huononematta, sietää, pitää pintansa, olla antamatta periksi.” Brundtlandin raportissa mainittujen tulevien sukupolvien tarpeiden lisäksi on kuitenkin aiheellista lisätä jatkoksi myös muiden eliöiden tarpeet, kuten Robin Attfield (2018) ympäristöetiikkaa käsittelevässä kirjassaan tähdentää. Kirjallisuudessa tulevaisuus ja siihen liittyvä ajattelu esiintyy myös kestävyyskompetenssien yhteydessä. Kestävyyskompetensseilla tarkoitetaan kestävyteen liittyvien tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuuksia, jotka mahdollistavat toiminnan ja ongelmanratkaisun kestävyteen liittyvien haasteiden osalta. Tulevaisuuteen liittyvistä kestävyyskompetensseista esiintyy esimerkiksi käsitteitä enakoiva ajattelu ja tulevaisuusajattelu (Wiek, 2011). Tässä tutkimuksessa käytetty käsite ”tulevaisuusnäkökulma” ei pidä sisällään suoranaisia sisältöjä näistä kompetensseista, mutta jakaa kuitenkin ydinajatuksen siitä, että tulevaisuus ja sen hahmottaminen on keskeinen asia kestävyteen liittyen.

2.1.2 Kestävän kehityksen ulottuvuudet

Diesendorfin (2000) määritelmään viitaten yksi tapa määritellä kestävyttä on tarkastella kestävän kehityksen tavoitteita. Kestävän kehityksen tavoitteet rakentuvat perinteisesti kolmen ulottuvuuden alle, joita ovat ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen ulottuvuus (Messerli ym., 2019). Lisäksi kulttuurinen kestävyys erotetaan toisinaan omaksi ulottuvuudekseen (Soini & Birkeland, 2014). Huolimatta kyseisen ulottuvuuskolmijaon vakiintuneesta asemasta kirjallisuudessa, niitä on pitkälti käytetty ilman, että on kunnolla määritelty näiden ulottuvuuksien sisältöä, aivan kuten ei määritelty Brundtlandin raportissakaan (Purvis, Mao & Robinson, 2019).

Esimerkiksi Mensah (2019) on kuitenkin vetänyt yhteen kirjallisuuden pohjalta näiden ulottuvuuksien keskeisimmät sisällöt:

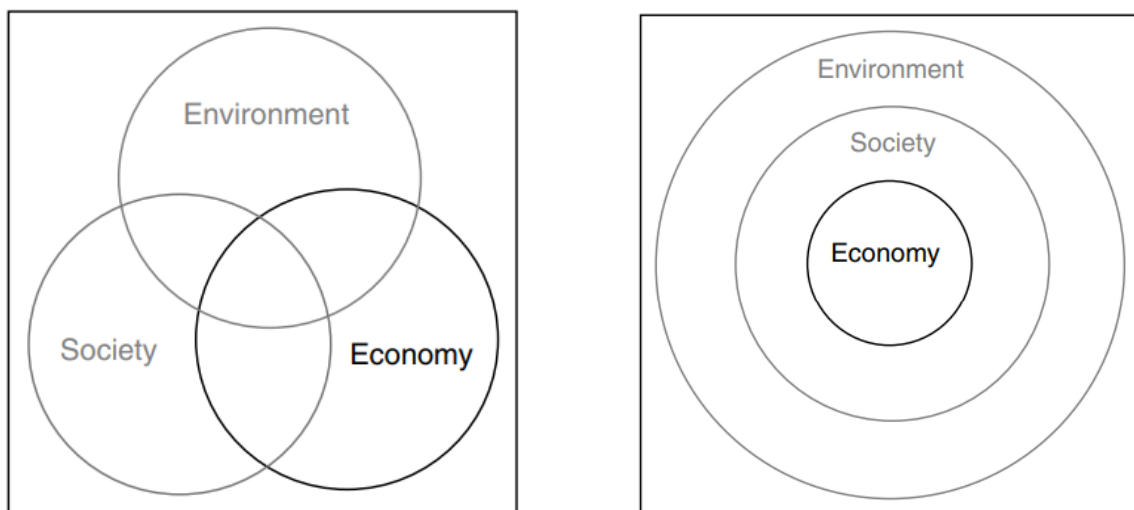
Ekologinen kestävyys: luonnonympäristön ja sen ekosysteemien kantokyvyn ja tuottavuuden säilyminen.

Sosiaalinen kestävyys: ihmisten yhtäläiset mahdollisuudet täyttää perustarpeensa.

Taloudellinen kestävyys: nykyisen tuotantotason säilyttäminen vaarantamatta tulevaisuuden tarpeita sekä saatavilla olevien resurssien oikeudenmukainen jakaminen.

Kestävyyden kolmen ulottuvuuden vuorovaikutussuhdetta voidaan kuvata heikon ja vahvan kestävyuden avulla. Heikko kestävyys kuvastaa perinteistä mallia, jossa kolme kestävyuden osa-aluetta muodostavat toisiinsa kytkeytyneinä, mutta silti erillisinä palasina kestävyuden. Tässä mallissa eri ulottuvuudet kuvataan yleensä kolmella renkalla, jotka muodostavat yhtä suurina renkaina kehän (Kuvio 1). Vahvan kestävyuden mallissa (Kuvio 2) puolestaan ulottuvuudet ovat päällekkäisiä siten, että ekologinen kestävyys muodostaa pohjan, jolle sosiaalinen kestävyys ja taloudellinen kestävyys rakentuvat (Giddings ym., 2002, Morandín-Ahuerma ym., 2019).

Kuvio 1. Heikon kestävyuden malli (Giddings ym., 2002) Kuvio 2. Vahvan kestävyuden malli (Giddings ym., 2002)



Heikon kestävyuden teorialle on ominaista se, että kolmen ulottuvuuden keskinäinen vuorovaikutus on löyhä – yhden ulottuvuuden pääoman puute ajatellaan voitavan korvata muiden ulottuvuuksien avulla. Tällä logiikalla esimerkiksi luonnonvarojen väheneminen voidaan paikata talouskasvulla (Heikkurinen, 2014). On kuitenkin selvää, ettei esimerkiksi biodiversiteettiä voida geenitekniikan avulla paikata. Hieman edelliseen liittyen Heikkurinen (2014) tuo myös esille ”ripariefektin” (eng. *rebound effect*),

jossa resurssien säästöt toisaalla johtavat lopulta kulutukseen toisaalla. Tämän ajatuksen mukaisesti esimerkiksi kierrätykseen pelkistyvät näkemykset ja toteutukset kestävyydestä voi nähdä edustavan pitkälti ”nollasummamelimäistä” heikkoa kestävyyttä. Heikon kestävyuden malli myös ajaa herkästi ratkomaan kestävyysongelmia niiden seurauksista, eikä juurisyistä käsin (Giddings, 2002).

Vahva kestävyys rakentuu puolestaan erilaiselle vuorovaikutussuhteelle, jossa ymmärretään ihmisen riippuvuus luonnosta, eli ekologisesta kestävyydestä. Vahvan kestävyuden mallin (Kuvio 2) vuorovaikutussuhteen laatua kuvaa parhaiten riippuvuus-suhde, jossa sosiaalinen kestävyys on riippuvainen ekologisesta-, ja taloudellinen kestävyys riippuvainen sekä ekologisesta että sosiaalisesta kestävyydestä (Giddings, 2002). Toisin kuin heikossa kestävyudessa, vahvan kestävyuden mukaan toisen kestävyuden ulottuvuuden pääomaa ei voida korvata toisella (Heikkurinen, 2004).

YK:n Agenda 2030 ohjelma listaa 17 eri kestävyuden tavoitetta, jotka kattavan hyvin niin ekologiset, sosiaaliset kuin taloudellisetkin ulottuvuudet (Yhdistyneet Kansakunnat, 2015). Haasteena on kuitenkin se, että tavoitteet voivat jäädä toisistaan irrallisiksi. Yksittäisten tavoitteisiin tuijottamisen sijasta olisi ensiarvoisen tärkeää ymmärtää sitä systeemiä, jossa eri tavoitteet muodostavat vuorovaikutussuhteita toistensa kanssa (Fu ym., 2019).

2.1.3 Systeemiajattelu ja kestävyuden kompleksinen luonne

Edellä esitetty kuvaa uutta, systeemistä tapaa tapa hahmottaa kestävyysongelmia, niiden ratkaisuja ja ylipäätään kestävyyttä ja sen kompleksisuutta. Systeemiajattelua kuvaa se, että kestävyysongelmien ollessa usein luonteeltaan moniulotteisia (kuten eri kestävyuden ulottuvuudet), on myös ratkaisuja haettava ymmärtäen tämä kestävyysongelmien kompleksinen luonne. Esimerkiksi Covid-19 -pandemia alleviivasi eri kestävyuden ulottuvuuksien välisiä siteitä – kriisi ei ollut vain terveydellinen, vaan siihen vaikuttivat myös muut kestävyuden ulottuvuudet vaikeuttaen pandemian kukistamista (Cristiano ym., 2021).

Systeemiajattelun uranuurtaja Donella H. Meadows (2008) määritteli systeemin asioiden kokonaisuudeksi, joiden keskinäinen vuorovaikutus määrittää koko systeemin olemuksen. Systeemi ei siis ole vain osiensa summa, vaan sen osien ja niiden vuorovaikutuksien myötä syntyvä kokonaisuus, johon syntyy omat, kullekin systeemille

ominaiset lainalaisuutensa. Systeemi reagoi ympäristön ärsykkeisiin näiden lainalaisuuksien mukaisesti, eli systeemin ”käytös” noudattaa tiettyä kaavaa, vaikkakin näiden kaavojen hahmottaminen voi olla hyvin haastavaa.

Systeemin käytöksen pohjalla ovat sen päämäärät ja tavoitteet. Esimerkiksi ruoansulatusjärjestelmän eri osat toimivat yhdessä tuottaakseen ravinnosta rakennusaineita ja energiaa. Samoin voidaan nähdä länsimaisen talouden tavoitteeksi sen kasvu. Niin kauan kuin systeemin sisäiset tavoitteet ja vuorovaikutussuhteet pysyvät ennallaan, ei systeemi muutu. Systeemin tuottamien oireiden ja ongelmien ratkaisemisen sijasta olisi muutettava juurisyytä eli itse systeemiä. Tämä on haasteellista, sillä systeemit eivät muutu helposti. Mitä massiivisempi systeemi, sen hitaampi muutos. Esimerkiksi globaalien talousrakenteiden muutos vie aikaa. Lisäksi systeemeissä esiintyy takaisinkytkentöjä (feedback loop), jotka pyrkivät palauttamaan systeemiä takaisin tasapainoon, eli suoraan vastustavat systeemiä horjuttavia voimia. Toiset takaisinkytkennät taas voimistavat systeemin toimintaa, eli ovat systeemiä itseään voimistavia oravanpyöriä (Meadows, 2008).

Systeemin ajattelu on alettu ymmärtää keskeisenä osana kestävänsä tulevaisuuden saavuttamisessa ja niin kutsuttujen ”viheliäisten ongelmien” (*wicked problems*) ratkaisemisessa. Viheliäiset ongelmat ovat luonteeltaan kompleksisia sekä vaikeasti rajattavia ja ratkaistavia ongelmia (Churchman, 1967). Monet kestävyysaasteet, kuten esimerkiksi ilmastonmuutos ja alkuperäiskansojen epätasa-arvoinen kohtelu, ovat luonteeltaan juuri tällaisia ongelmia (Head, 2008). Systeemiajattelu ja systeemin mallintaminen, joka keskittyy nimenomaan tietyn ilmiön kompleksisuuden ja vuorovaikutussuhteiden ymmärtämiseen, luo pohjan näiden ongelmien ratkaisemiselle (Colchester, 2019). Tällainen holistinen lähestymistapa vertautuu vahvan kestävyysmalliin, jonka perustana on ymmärtää kestävyysuhtien ulottuvuuksien vuorovaikutussuhteita ja niiden laatua. Vastavuoroisesti heikko kestävyys, jota leimaa vähäinen ymmärrys vuorovaikutussuhteiden hahmottamisen osalta, voidaan nähdä systeemiajattelun puutteena (Giddings ym., 2002).

Systeemin ajattelun malleja on lukuisia, ja niiden sisällöt vaihtelevat keskenään. Lönngrén ja Svanström (2015) huomauttavatkin, että on tärkeää valita oikea systeemin ajattelun malli ongelman luonteen mukaisesti. Mallista riippumatta kolme ominaispiirrettä esiintyy kuitenkin vahvasti: vuorovaikutussuhteiden ymmärtäminen,

takaisinkytkentöjen tunnistaminen sekä systeemin dynaamisen luonteen ymmärtäminen. Systeemin dynaamisen luonteen ymmärtämisellä tarkoitetaan kykyä hahmottaa takaisinkytkentöjen vaikutusta systeemin toimintaan (Stave & Hopper, 2007).

Stephen Sterling (2003) puolestaan käsittelee väitöskirjassaan systeemiajattelun ja kestävyysopetuksen välistä suhdetta. Sterling näkee systeemiajattelun ja kestävyysopetuksen jakavan yhteisen pohjan: kompleksisten vuorovaikutussuhteiden ymmärtämisen ja holistisen luonteen. Sterlingin mukaan systeemiajattelu tulisi integroida osaksi kestävyysopetusta. Tähän tarpeeseen on myös vastattu ja esimerkiksi Wiek ym. (2011) listaa systeemiajattelun yhdeksi kestävyyskompetensseista sisällytettäväksi akateemisiin koulutusohjelmiin. Myös Helsingin yliopiston akateemisen asiantuntijuuden mallissa, jota hyödynnetään eri koulutusohjelmien suunnittelussa, systeemiajattelu on nostettu yhdeksi keskeisistä akateemisista asiantuntijataidoista (HYPE, 2023).

2.1.4 Kestävyys transformatiivisuuden näkökulmasta

Puhuttaessa muutoksesta kohti kestävyttä, käytetään kirjallisuudessa useampia käsitteitä, joilla on toisiinsa nähden hieman erilaisia painotuksia ja merkityksiä. Englanninkielisessä kirjallisuudessa kaksi paljon käytettyä käsitettä on *transitio* (eng. *transition*) ja *transformaatio* (eng. *transformation*). Huttunen ja Rekola (2021) käyttävät artikkelissaan käsitteitä *siirtymä* ja *murros* vastaamaan transition ja transformaation käsitteitä. Transition ja transformaation käsitteiden tausta on jokseenkin ongelmallinen, sillä niitä osin käytetty lähes toistensa synonyymeina. Kummankin käsitteen keskiössä toisaalta onkin pyrkimys systeemien rakenteelliseen muutokseen. Erona näiden kahden käsitteen välillä kuitenkin on se, että transitiota käytetään usein kuvaamaan pienempien yhteiskunnan osajärjestelmien muutosta, kun taas transformaatiolla kuvataan radikaalimpaa ja kokonaisvaltaisempaa muutosta kohti kestävyttä (Hölscher ym., 2008). Yksi tapa sanoittaa kestävyysmurrosta onkin nähdä se luonteeltaan kokonaisvaltaisena yhteiskunnan ”uudelleenorganisointina” mikä johtaa uuteen, kestäväan malliin (Furman ym., 2020; Primmer ja Furman, 2020). Huttunen ja Rekola (2021) puolestaan lisäävät, että kestävyysmurrokselle ominaista on täydestä kontrollista luopuminen verrattuna kestävyys siirtymälle ominaiseen hallittuun siirtymään.

Tutkijoiden näkemykset kestävyysmurroksen saavuttamisesta vaihtelevat. Joidenkin mukaan kestävyys siirtymät voidaan nähdä väylänä toteuttaa kestävyysmurros, eli eri

osajärjestelmien muutosten kautta voidaan lopulta saavuttaa kokonaisvaltainen, kestävä malli. Tällaisia kestävyysmuutoksiin liittyviä osajärjestelmiä ovat esimerkiksi energia, liikenne ja kaupungit (Hölscher ym., 2008). Toiset tutkijat taas tekevät selvän eron kontrolloidun siirtymän ja radikaalin transformaation välille – kestävyysmurrosta ei ole mahdollista saavuttaa ilman yhteiskunnan sosiaalisten rakenteiden muutosta ja täydestä kontrollista luopumista. Tätä perustellaan esimerkiksi sillä, että kyseiset rakenteet ovat olleet luomassa kestävyysongelmia, ja samat rakenteet myös vastustavat herkästi muutosta (kts. 2.1.3) (Stirling, 2015).

2.1.5 Ihmiskeskeiset käsitykset kestävyysmurroksen haasteena

Kahtiajakoa ihmis- ja luontokeskeisten käsitysten välille on käytetty kirjallisuudessa kuvaamaan sitä, millaiseen asemaan ihmisen nähdään suhteessa luontoon asettuvan (Oksanen, 2012). Näiden kahden käsityksen keskeinen ero on siinä, että ihmiskeskeisen käsityksen mukaisesti luonto nähdään ihmiselle alisteisena resurssien lähteenä, kun taas luontokeskeisen käsityksen mukaisesti ihminen nähdään osaksi luontoa, ja luonnolle annetaan ihmisestä riippumaton itseisarvo (Oksanen, 2012; Thompson & Barton, 1994). Tätä ihmisen ja luonnon välistä suhdetta nimitetään kirjallisuudessa myös luontosuhteeksi, joskaan sille ei ole löydettävissä yksiselitteistä määritelmää. Luontosuhteeseen liittyy vahvasti asenteet luontoa kohtaan, joita on luokiteltu luonto- ja ihmiskeskeisiin asenteisiin (Pietarinen, 1992). Luonto- ja ihmiskeskeisiin käsityksiin siis kytkeytyvät myös asenteet. Vaikka tässä tutkimuksessa asenteita ei varsinaisesti tutkita, on niiden kautta kuitenkin mahdollista avata ihmis- ja luontokeskeisten käsitysten sisältöjä.

Ihmisten asenteiden ja eri ympäristöongelmien välinen suhde onkin ollut tiedeyhteisön kiinnostuksen kohteena jo pitkään. Kasvanut tietoisuus eri ympäristöongelmista on johtanut arvioimaan maailmankuvaamme, asenteitamme ja suhdettamme elolliseen luontoon ja muuhun ympäristöön (Schultz ym., 2001; Dunlap ym., 2000). Erityisesti kiinnostusta on herättänyt se, että havaitut positiiviset asenteet luontoa kohtaan eivät useinkaan siirry käytännön toimintaan (Thompson & Barton, 1994; Scott & Willits, 1994). Selityksinä tähän on annettu esimerkiksi sosiaalisia tekijöitä, kuten vastuun syyntäminen instituutioille, johtajuuden puute sekä riittämätön tieto omista vaikutusmahdollisuuksista (Scott & Willits, 1994). Thompson ja Barton (1994) esittävät asenteiden

ja toiminnan välisen ristiriidan yhdeksi taustatekijäksi kuitenkin juuri jaon ekosentrismin ja antroposentrismin (luontokeskeisyyden ja ihmiskeskeisyyden) välille.

Ihmis- ja luontokeskeisten käsitysten kautta suhde luonnonsuojeluun hahmottuu varsin eri tavoin. Luontokeskeisestä näkökulmasta katsoen luonnolla on ihmisestä riippumaton itseisarvo, jolloin sen suojelua ei tarvitse perustella muulla kuin sen omalla arvolla (Oksanen, 2012; Thompson & Barton, 1994). Ihmiskeskeiseen käsitykseen kuuluu puolestaan ajatus siitä, että luonto on olemassa ihmistä varten, ja luontoa tulisi suojella ihmisen elintason ylläpitämiseksi tai parantamiseksi. Onkin tärkeää huomata, että ihmiskeskeisellä luontokäsityksellä ei yleisesti tarkoiteta täydellistä luonnosta ja sen suojelusta piittaamattomuutta, vaan näkökulma on vain erilainen. Perimmäinen ongelma ihmiskeskeisessä suhteessa luontoon on juuri sen kytkeytyminen ihmisen hyvinvointiin – jos luonnon suojeleminen laskee ihmisen elintasoja, on suurempi riski sille, että luonnonsuojelulliset arvot joustavat. Luontokeskeisesti ajatteleva ihminen puolestaan on todennäköisemmin valmis tinkimään omasta hyvinvoinnistaan luonnon puolesta, mitä tukevat tutkimustulokset eri luontokäsitysten ja toiminnan välisestä suhteesta (Thompson & Barton, 1994).

Vaikka antro- ja ekosentrisyyteen liittyy myös asenteet, voi tämän kahtiajaon myös nähdä vahvasti käsitysten näkökulmasta käsin, jotka kehittyvät jo varhaislapsuudessa tehtyjen havaintojen kautta. Hermann kollegoineen (2010) kuvaa, kuinka kaupunkiympäristössä kasvaneet lapset todennäköisemmin hahmottivat eläimet ihmismäisten ominaisuuksien kautta, sen sijaan että ihmiset nähtiin yhtenä eläimistä. Inagaki ja Hatanano (2013) tekivät saman huomion myös yliopisto-opiskelijoista, jotka tietyissä tilanteissa hahmottivat eläinten ominaisuuksia niiden ihmiseen vertautuvan samankaltaisuuden kautta. Edellä kuvattu luo ymmärrystä siitä, että antroposentrisen käsityksen on ihmiselle ominainen, jo lapsuudesta juurensa juontava tapa hahmottaa maailmaa, joka vaatii muuttuakseen käsitteellistä muutosta.

2.1.6 Kestävyys akateemisena asiantuntijataitona

Tämän tutkimuksen viitekehyksenä toimii kaikille Helsingin yliopiston koulutusohjelmille yhteinen Kestävyyskurssi (SUST-001), laajuudeltaan kolme opintopistettä. Tässä kappaleessa avataan ensin lyhyesti Kestävyyskurssia ja sen sisältöjä, minkä jälkeen käsitellään kestävyyskoulutusta yleisesti sekä tarkemmin erityisesti korkeakoulutasolla.

Kestävyyskurssi

Kestävyyskurssi järjestettiin syksyllä 2021 II-periodissa, ja sen toteuttamisesta vastasi Kestävyystieteen instituutti HELSUS sekä Yliopistopedagogiikan keskus HYPE. Kursin suunnitteluun osallistui yhteistyössä opettajia ja tutkijoita kaikista Helsingin yliopiston tiedekunnista sekä lisäksi opiskelijoita ja muuta yliopiston henkilökuntaa – yhteensä yli 160 ihmistä. Kurssi rakentui siis laajalle ja monitieteiselle pohjalle. Tämän kurssin monitieteisen suunnittelun voi nähdä rikkaudeksi, sillä kirjallisuudessa on löydetty eroja eri tieteenalojen välillä yliopisto-opetuksessa, esimerkiksi painotusten ja opetusmenetelmien käytön suhteen (Neumann, 2001). Toisaalta myös opiskelijat tulivat kurssille eri tieteenaloilta. Tämä mahdollisti tarkastelun, miten kurssi tuki eri alojen opiskelijoiden oppimisprosessia.

Kurssi toteutettiin verkkokurssina MOOC-alustalla. Se rakentui kahdesta pakollisesta moduulista (johdanto ja ratkaisut). Johdanto-moduulin keskeisimmät sisällöt olivat kestävyyskäsite, kestävyysongelmien kompleksisuus sekä systeemiajattelu. Ratkaisut-moduulissa käsiteltiin aluksi opiskelijoiden roolia asiantuntijoina, toimijoina ja yhteiskunnan jäseninä kestävyysaasteiden ratkaisemisessa. Tämän jälkeen opiskelija sai valita yhden kuudesta teemamoduulista, johon syventyä tarkemmin. Teemamoduuleissa esiteltiin kuhunkin aiheeseen liittyviä kestävyysaasteita ja muun muassa niiden ratkaisuja. Teemamoduulit olivat nimeltään:

A: Global environmental commons

B: Human well-being and capabilities

C: Sustainable and just economies

D: Sustainable food systems and healthy nutrition

E: Climate change and just energy transitions

F: Urban and peri-urban development

Kestävyyskurssi piti sisällään sekä yksilö- että ryhmätyötehtäviä, mukaan lukien itsenäisesti tehtävät alku- ja lopputehtävät, joiden vastauksia tässä tutkimuksessa analysoitiin. Kurssi arvioitiin asteikolla hyväksytty/hylätty. Kestävyyskurssi on syksyllä 2023 voimaan tulevissa opetussuunnitelmissa suurimmassa osassa koulutusohjelmia joko pakollinen tai valinnainen kandioption opintojakso Helsingin yliopistossa. Kestävyyskurssin kehittämisen kannalta sen tutkiminen onkin mielekästä.

Kestävyiden koulutus korkeakoulutasolla

Kestävyiden koulutuksesta on tullut tärkeä tavoite eri koulutustasoilla, ja kestävä kehityksen koulutukseen tähtäviä ohjelmia löytyykin runsaasti. Esimerkiksi Euroopan Unionin GreenComp-osaamiskehys esittelee neljä kestävyiden osaamisaluetta, jotka voidaan integroida osaksi eri koulutusohjelmia. GreenCompin tavoitteena onkin elinikäinen oppiminen. Osaamisalueet (1. kestävyysarvojen ilmentäminen 2. kestävyiden monitahoisuuden hallinta 3. kestävien tulevaisuuksien visiointi 4. kestävyystoiminta) muodostuvat tiedoista, taidoista ja asenteista, joita oppijan nähdään tarvitsevan kasvaakseen ympäristön hyvinvointia sekä kansanterveyttä rakentavaksi kansalaiseksi (Bianchi ym., 2022).

Myös nimenomaisesti akateemisiin koulutusohjelmiin sisällytettäväksi suunnattuja kestävyystaitoja on eritelty. Esimerkiksi Wiek ym. (2011) esittelee viisi niin kutsuttua kestävyyskompetenssia, jotka vertautuvat pitkälti GreenCompin osaamisalueisiin niin tavoitteiltaan kuin sisällöiltään. Kestävyys ja sen koulutus onkin tullut yhä vahvemmin osaksi korkeakoulujen toimintaa 2000-luvulla, minkä huomaa esimerkiksi yliopistojen opetussuunnitelmista (Lozano, 2011). Myös Helsingin yliopiston vuosien 2021–2030 strategiassa kestävyys on sisällytetty läpileikkaavana teemana koulutustarjontaan, ja tämän tutkimuksen tutkimuksen kohteena olevan Kestävyyskurssin voikin nähdä olevan osa tätä kehitystä.

Lozano ym. (2017) tuokin artikkelissaan esille sen, että on erittäin tärkeää keskittyä myös toteuttamaan kestävä kehityksen koulutusta ja kestävyyskompetenssien integroimista opetukseen korkeakouluissa. Artikkelin kokoaa yhteen pedagogisia työkaluja, joilla eri kompetenssien opetusta voidaan käytännössä toteuttaa. Lozano kollegoineen myös huomioi, että pedagogisten ratkaisujen onnistumista tulisi tutkia kestävyyskoulutuksen kontekstissa.

2.2 Käsitteet osana oppimista

2.2.1 Käsitteellinen ymmärrys

On vaikea kuvitella oppimisprosessia, johon ei liity käsitteitä. Erityisesti tieteelliseen tietoon ja sen oppimiseen liittyy runsaasti erilaisia käsitteitä, minkä voi huomata esimerkiksi biologian oppikirjojen pitkinä käsiteluelloina. Mutta mikä merkitys käsitteillä ja niiden ymmärtämisellä oikeastaan on?

Tieteessä käsitteellinen ymmärrys on keskeistä ensinnäkin siksi, että se on edellytys toimivalle kommunikaatiolle ja yhteistyölle. Esimerkiksi biologien puhuessa luonnonvalinnasta tai solunjakautumisesta on välttämätöntä, että he jakavat jokseenkin yhdenmukaisen ymmärryksen siitä, mitä näillä käsitteillä tarkoitetaan. Ymmärretyksi tuleminen vaatii siis jaettua käsitteellistä ymmärrystä (Mintzes ym., 2001). Riittävä käsitteellinen ymmärrys nähdään myös olevan tärkeässä roolissa korkeampien opetuksellisten tavoitteiden saavuttamisesta, joista esimerkkeinä toimivat kyky argumentaatioon, ilmiöiden kuvaamiseen, ongelmanratkaisuun ja kriittiseen lukemiseen (Roth, 1990).

Käsitteet ja ymmärrys liittyvät vahvasti toisiinsa jo sanan "käsite" ydinluonteen kautta, sillä käsitteiden nähdään kokoavan tietämyksen "jäsenytyneeksi, yhtenäiseksi ja mahdollisimman yksinkertaiseksi kokonaisuudeksi" (Tieteen termipankki, 2023). Monimutkaiset ilmiöt luovat kuitenkin haasteen yksiselitteiselle käsitteen määrittelylle, ja sitä kautta myös käsitteelliselle ymmärrykselle. Monimutkaisesta käsitteestä ja ilmiöstä on kestävyys hyvä esimerkki. Kestävyyden määritelmään liittyy erilaisia tulkintoja siitä, mitä kestävyden käsitteen nähdään pitävän sisällään (kts. 2.1.1). Kestävyys näyttäytyy esimerkiksi hyvin erilaisena kokonaisuutena, jos ymmärrämme kestävyden vahvan kestävyden mallin sijasta heikon kestävyden mallin mukaisesti. Heikon kestävyden mukaisesti esimerkiksi biodiversiteetin vähenemistä on mahdollista paikata vaikkapa talouskasvulla, vahva kestävyys taas näkee tällaisen vaihtokaupan olevan mahdotonta, ekologisen kestävyden asettaessa rajat muille kestävyden osa-alueille (Giddings, 2002). Ei siis ole merkityksetöntä, miten kestävyden käsitteen ymmärrämme ja minkälaisia tulkintoja sille annamme, sillä nämä tulkinnat ohjaavat myös tapaa nähdä ja ymmärtää ilmiötä itseään.

2.2.2 Käsitteellinen muutos

Kuten edellä esitettiin, käsitteellinen ymmärrys on tärkeää monesta syystä. Käsitteellisen ymmärryksen saavuttaminen ei ole kuitenkaan ongelmaton, sillä oppiminen tapahtuu suhteessa oppijan aiempaan ymmärrykseen. Erityisesti tämä on haastavaa tilanteessa, jossa uusi tieto on ristiriidassa oppijalla olevan käsityksen kanssa (Posner ym., 1982). Käsitteellisen muutoksen teoria tarjoaa hyvän tavan tarkastella ja ymmärtää tällaista oppimisprosessia.

Käsitteellisen muutoksen tutkimus on noussut viime vuosikymmenien aikana suosituksi tutkimussuunnaksi. Kognitiivinen psykologia ja tiedekasvatus ovat yhdessä rakentaneet käsitteellisen muutoksen tutkimustraditiota (Duit ym., 2013). Käsitteellisen muutoksen merkitys ei kuitenkaan rajaudu ainoastaan edellä mainittuihin tieteenaloihin, vaan sillä on vahvat kytkennät myös esimerkiksi kehityspsykologiaan, epistemologiaan ja tieteenfilosofiaan. Eri tieteenalojen vaikutusten myötä on syntynyt lukuisia teorioita käsitteellisestä muutoksesta ja siihen sisältyvistä aspekteista, johtuen käsitteellisen muutoksen yksiselitteisen määrittelyn vaikeuteen (diSessa, 2014).

Käsitteellisen muutoksen synnyn juurilla on Thomas Kuhnin 1962 esittämät ajatukset tieteellisten vallankumousten luonteesta. Kuhn katsoi, että vastoin käsitystä tieteen vähittäisestä kehitymisestä, tieteen kehitykselle on ominaista radikaalit paradigman muutokset – tieteelliset vallankumoukset. Uuden paradigman myötä syntyy kokonaan uusi tapa ymmärtää ja hahmottaa tiettyä aihetta, ja aiheeseen liittyvät käsitteet saavat uudet merkitykset (Vosniadou, 2013). Käsitteellisen muutoksen teoria soveltaa tätä ydinajatusta, ei vain tieteen kehitykseen, vaan osana yksilön oppimisprosessia (Posner ym., 1982).

Käsitteelliseen muutokseen liittyy olennaisesti konstruktivistinen oppimiskäsitys, eli oppiminen tapahtuu suhteessa oppijalla entuudestaan oleviin tietorakenteisiin. Toisin sanoen oppijalla on ennakkokäsityksiä ja -tietoa opittavasta asiasta, mitkä vaikuttavat uuden asian oppimiseen (Posner ym., 1982; Amineh, 2015). Käsitteellisen muutoksen teoriassa tähän ennakkokäsitysten ja uuden tiedon oppimisen suhteeseen liittyy kaksi käsitettä: *rikastaminen* ja *revisio*, joiden kautta oppimisen mielletään tapahtuvan (Duit ym., 2003). Rikastamisen ja revision käsitteiden tausta on Jean Piaget'n assimilaation ja akkommodaation käsitteissä (Vosniadou, 2013).

Rikastaminen nähdään yksinkertaiseksi, heikoksi käsitteellisen muutoksen muodoksi, mikä ei vaadi tietorakenteiden uudelleenjärjestelyä. Tässä tavassa oppija lisää uutta tietoa jo olemassa olevaan teoreettiseen viitekehykseen tietystä aiheesta. Edellytyksenä on, etteivät uusi tieto ja yksilöllä olemassa olevat tietorakenteet ole ristiriidassa. Rikastamisesta toimii esimerkkinä se, että lapset, jotka laitettiin lukemaan kuusta käsittelevä teksti oppivat, että kuulla on kraattereita (Duit ym., 2003, Vosniadou 1994). Kestävyyden kontekstissa vastaava esimerkki voisi olla kestävyyden sosiaalisen ulottuvuuden lisääminen määritelmään, joka kattoi aikaisemmin vain ekologisen ja taloudellisen ulottuvuuden.

Revisiolla viitataan puolestaan vahvaan käsitteelliseen muutokseen (Duit ym., 2003), joka vaatii tietorakenteiden muuttamista ja uudelleenjärjestelyä. Revision lähtökohta on se, että yksilön uskomukset ja tietorakenteet ovat ristiriidassa uuden tiedon kanssa (Vosniadou, 1994). Kestävyydessä esimerkki tästä voisi olla se, että lapsi ymmärtää aluksi kestävyyden käsitteen arkikielessä käytetyllä tavalla - eli esimerkiksi tavara ei mene rikki vaan *kestää* iskuja - mutta oppii sitten kestävyyden tieteellisen tulkinnan. Posner (1982) esitti tällaisen radikaalin käsitteellisen muutoksen edellytyksistä löytyvän usein seuraavat neljä ehtoa: tyytymättömyys vanhaan käsitykseen, uuden käsityksen mielekkyys, uuden käsityksen uskottavuus eli kyky ratkaista ongelmia sekä uuden käsityksen kyky laajentaa tieteellistä tutkimusta.

2.2.3 Ennakkokäsitykset ja virhekäsitykset

Kuten edellä on kuvattu, käsitteellisen muutoksen lähtötilanteen luo ennakkokäsitykset. Näiden ennakkokäsitysten ollessa puutteellisia tai vääriä suhteessa tieteelliseen tietoon, käytetään käsitteellisen muutoksen kirjallisuudessa useita termejä, kuten virhekäsitykset (eng. *misconceptions*), naiivit käsitykset (eng. *naïve conceptions*) ja vaihtoehtoiset käsitykset (eng. *alternative conceptions*) hieman erilaisin painotuksin (Özdemir & Clark 2007). Tässä tutkimuksessa käytetään termiä ”kapea-alainen käsitys” (eng. *narrow conception*), jota on käytetty kuvaamaan rajoittunutta kestävyyteen liittyvää käsitystä (Barry, 2007). Kapea-alainen käsitys sopii käytettäväksi tähän tutkimukseen, sillä se laajentaa näkökulman virhekäsityksien ”virheistä” kestävyyden oikeisiin, mutta rajoittuneisiin tulkintoihin, eikä toisaalta ole terminä yhtä arvolatautunut kuin naiivi käsitys.

Käsitteellisen muutoksen tutkimuksessa on eri tapoja hahmottaa se, miten ennakkotieto on jäsentynyt oppijan päässä. Vosniadou (2013) esittää käsitteellisen muutoksen kehysteoreettisen lähestymistavan kautta. Kehysteoriolla (eng. *framework theory*) viitataan yksilön mielensisäiseen malliin, jossa ennakkokäsitykset ovat järjestäytyneet koherentiksi, selittäväksi kokonaisuudeksi. diSessa (2013) puolestaan esittää ennakkotiedon olevan ennemminkin irrallisina palasina, kuin yhtenäisenä kokonaisuutena.

Yhteistä edellä mainituille teorioille kuitenkin on, että opittavan tiedon kanssa ristiriitainen ennakkotieto jarruttaa käsitteen tieteellisesti oikeaa ymmärtämistä (Özdemir & Clark, 2007). Chi (2013) esittää kategorisoinnin, jonka pohjalta voidaan tarkastella virheellisesti käsitetyn tiedon luonnetta. Chi jakaa tämän tiedon epätarkkaan (eng. *inaccurate*) ja epäsuhtaiseen (eng. *incommensurate*) tietoon. Epätarkalla tiedolla viitataan tietoon, joka on väärin mutta samassa kategoriassa oikean tiedon kanssa, kuten esimerkiksi ”sydän hapettaa veren” versus ”keuhkot hapettavat veren”. Tällainen epätarkka tieto on yleensä suhteellisen helppo muuttaa esimerkiksi vain kertomalla, että veri hapettuu keuhkoissa, ei sydämessä.

Epäsuhtainen tieto on puolestaan eri kategoriassa oikean tiedon kanssa. Esimerkiksi lapsi voisi ajatella sosiaalisen kestävyuden olevan sitä, että *jaksaa* olla sosiaalinen. Tällöin kestävyys on tulkittu eri ontologisessa kategoriassa. Tällaisen epäsuhtaisen tiedon korjaaminen ei usein onnistu vain kertomalla oikea tieto, vaan on keskityttävä siihen, että oppija osaa sijoittaa tiedon oikeaan kategoriaan tai *skeemaan*, kuten monimutkaisempia mielen malleja nimitetään. Toisinaan oppija ei ole edes tietoinen uudesta skeemasta, vaan hänen täytyy ensin rakentaa ymmärrys kyseisestä skeemasta, kuten vaikkapa lapsen oppiessa mitä voima fyysisenä suurena tarkoittaa (Chi, 2013).

Edellä esitetty tarjoaa osaltaan selityksen sille, miksi toiset virhekäsitykset ovat hankalammin muutettavia kuin toiset. Lisäksi virhekäsitysten syntymekanismilla on oma merkityksensä, sillä esimerkiksi arkiympäristöstä nousevat virhekäsitykset, kuten aurinko nousee ja laskee versus maapallo pyörii, ovat erityisen haastavia muuttaa (Vosniadou, 1994). Merkityksensä on myös sillä, mitä oppimismekanismia oppija käyttää. Ihmiselle on luontaista käyttää rikastamista kohdatessaan uutta tietoa, eli pyrkiä liittämään uusi tieto valmiina oleviin tietorakenteisiin ja käsityksiin (Vosniadou, 2012). Ongelmalliseksi tämä muodostuu kuitenkin silloin, kun uusi ja vanha tieto ovat ristiriidassa

keskenään. Tällaisessa konfliktitilanteessa on suuri riski uusien virhekäsityksien synnylle, jossa oppijan vanhat ja virheelliset käsitykset muodostavat uuden mallin tieteellisen tiedon kanssa, joka voi olla luonteeltaan sisäisesti ristiriitainen tai sisäisesti yhtenäinen, synteettinen malli. Vuorokaudenaikoihin liittyen jälkimmäisestä esimerkkinä toimii se, että alkutilanteessa lapsi luulee yön ja päivän vaihtumisen johtuvan auringon nousemisesta ja laskemisesta taivaalla. Kun lapselle kerrotaan selitys maan pyörimisestä ja sen vaikutuksesta vuorokaudenaikoihin, lapsi ajattelee maan sijasta auringon kiertävän maata, ja yön ja päivän vaihtelevan sen mukaisesti (Vosniadou, 2013). Tällainen - sinänsä loogisen selityksen ilmiölle antava - synteettinen malli voi olla erityinen haaste käsitteelliselle muutokselle, sillä kuten Posner (1982) esitti, käsitteellisen muutoksen yhtenä edellytyksenä on tyytymättömyys nykyiseen käsitykseen.

Käsitteellisen muutoksen tutkimuksessa on myös aikanaan noussut huomioita siitä, että käsitteellistä muutosta on käsitelty liiaksi kylmän rationaalisella tavalla, eikä esimerkiksi motivationaalisten tekijöiden roolia ole tarpeeksi sisällytetty osaksi teoriaa (Pintrich, 1993). Sittemmin esimerkiksi Broughton ym., (2013) esittivät tutkimuksessaan, että tunteilla on rooli käsitteellisessä muutoksessa, ja oppijalla heräävien tunteiden kohtaaminen voi edesauttaa käsitteellisen muutoksen tapahtumista.

3 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen lähtökohtana oli tutkia yliopiston Kestävyyskurssilla (Sustainability course – SUST-001) tapahtunutta oppimisprosessia käsitteellisen muutoksen teoreettisessa viitekehysessä. Tässä tarkastelussa pitäydyin kestävyuden käsitteessä, eli tutkin miten opiskelijoiden ymmärrys siitä, mitä kestävyys on, muuttui. Tutkimus ei siis pyri vastaamaan siihen, miten opiskelijoiden toimijuus tai arvot ja asenteet muuttuivat kurssin myötä, vaikka ne ovatkin tärkeitä tavoitteita kestävyuden saavuttamiseksi.

Käsitteellisen muutoksen teoriaan liittyen tutkin, tapahtuiko opiskelijoilla kurssin aikana käsitteellistä muutosta. Koska käsitteellisen muutoksen teoriaan liittyy myös ajatus siitä, että oppijan taustalla on vaikutusta oppimisprosessiin, tarkastelin myös eri tieteenalojen opiskelijoiden välisiä eroja ennen ja jälkeen kurssin.

Tutkimuskysymyksissä eroteltiin toisistaan käsitykset ja kapea-alaiset käsitykset. Käsitteillä tarkoitettiin yleisesti opiskelijoiden ymmärrystä siitä, mitä kestävyys on ja mitä se pitää sisällään. Kapea-alainen käsitys puolestaan rinnastuu käsitteellisessä muutoksessa runsaasti käytettyyn virhekäsityksen käsitteeseen (Chi, 2013), mutta on terminä kuvaavampi. Oli nimittäin oletettavaa, että yliopisto-opiskelijoiden käsitys kestävyydestä pitää enemmän sisällään puutteellisia/suppeita kuvauksia kestävyydestä, kuin varsinaisia virhekäsityksiä. Tutkimuskysymykset muotoutuivat edellä esitetyn pohjalta seuraavasti:

1. Millaisia käsityksiä opiskelijoilla on kestävyydestä ennen kurssia ja millaisia mahdollisia kapea-alaisia käsityksiä heillä esiintyy?
 - 1.1 Onko käsityksissä eroa ihmis- ja luonnontiedepainotteisten tieteenalojen opiskelijoiden välillä?
 - 1.2 Onko kapea-alaisen käsityksen esiintyminen yhteydessä kestävyyskäsitteen ymmärtämiseen?
2. Miten opiskelijoiden (kapea-alaiset) käsitykset kestävyydestä muuttuivat Kestävyyskurssin aikana?
 - 2.1 Onko käsitysten muuttumisessa eroa luonnon- ja ihmistiedepainotteisten tieteenalojen opiskelijoiden välillä?

4 Menetelmät

4.1. Tutkimusjoukko

Tutkimusaineisto kerättiin syksyllä 2021 II-periodissa järjestetyltä Kestävyyskurssilta (Sustainability course – SUST-001), minkä toteuttamisesta vastasi Kestävyystieteen instituutti HELSUS sekä Yliopistopedagogiikan keskus HYPE. Kurssi toteutettiin verkkokurssina MOOC-alustalla. Kurssialueella oli kurssin suorittamisen osalta pakollinen alku- ja lopputehtävä, ja alkutehtävän yhteydessä oli myös kuvaus tutkimuksesta, linkit tutkimuksen tietosuojalomakkeisiin sekä kysymys tutkimusluvasta. Opiskelijoita, jotka antoivat luvan käyttää vastauksiaan tutkimukseen, ja vastasivat sekä alku- että loppukyselyyn oli 109, eli tutkimuksen otoskoko oli 109. Vastaukset anonymisoitiin antamalla vastaajalle koodi, eikä vastausten yhdistäminen henkilöön ole mahdollista.

Aineistoa analysoitaessa opiskelijat jaettiin opiskelijan ilmoittaman tiedekuntansa pohjalta kahteen osaan: luonnon- sekä ihmistiedepainotteisten tieteenalojen opiskelijoihin. Tämä kahtiajako perustuu kirjallisuudessa käytettyyn ”kovien” ja ”pehmeiden” tieteenalojen jaotteluun (Biglan, 1973; Puuska & Miettinen, 2008), mutta on termien tasolla vähemmän arvolatautunut. Luonnontiedepainotteisiin tieteenaloihin kuuluvat luonnontieteet sekä lääketieteet ja ihmistiedepainotteisiin tieteenaloihin yhteiskuntatieteet sekä humanistiset tieteet. Vastaajista ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoita oli 50 ja luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoita 56. Kolmen opiskelijan osalta tieto opiskelualasta puuttui.

4.2. Käytetyt mittarit

Käsitteellisen muutoksen tutkiminen edellyttää opiskelijan ennakkotietojen kartoittamista, ja näiden vertaamiseen opiskelijan ymmärrykseen samasta aiheesta oppimisprosessin lopussa. Tähän tarpeeseen vastasi kurssin alkuun ja loppuun sijoittuneet tehtävät. Tutkimusasetelma oli siis kvasikokeellinen pitäen sisällään alkumittauksen ja loppumittauksen.

Alku- ja lopputehtävien kysymykset olivat samat, mikä mahdollisti oppimisprosessin arvioimisen. Kysymykset olivat englanniksi, mutta niihin sai vastata suomeksi, ruotsiksi tai englanniksi. Alkutehtävä toteutettiin kurssilla ennen perehtymistä kurssin aiheisiin, joten se mittasi lähtötasoa. Lopputehtävä toteutettiin kurssin sisältöjen opiskelun jälkeen. Kysymykset olivat:

- **A)** How do you define sustainability?
- **B)** What are the most important aspects of sustainability for you?

Kysymyksen A vastaukset olivat ensisijainen tutkimuksen kiinnostuksen kohde, mutta myös kysymyksen B vastauksia käytettiin kysymyksen A täydentäjänä, siltä osin kuin ne avasivat vastaajan käsityksiä siitä, mitä kestävyys on.

Matriisin (Taulukko 1) pohjana oli Brundtlandin raportin määritelmä kestävästä kehityksestä (kts. 2.1.1 & 2.1.2) pitäen sisällään kestävyyskäsitteen ulottuvuudet ja tulevaisuusnäkökulman. Tulevaisuusnäkökulmaa päivitettiin kattamaan myös muiden lajien tarpeet. Kestävyyskompetensseihin (kts. 2.1.1) perustuvat systeemiajattelu ja transformatiivisuusnäkökulma (kts. 2.1.3 & 2.1.4) nousivat esiin aineistosta ja lisättiin näin osaksi matriisia. Matriisin kolme ensimmäistä kohtaa pisteytettiin asteikolla 0-3, viimeinen kohta edellisistä poiketen asteikolla 0-2. Yhteenlaskettu maksimipistemäärä oli 11 pistettä. Kohdassa ”systeemiajattelu” oli mahdollista kattavalla kestävyiden kompleksisen luonteen kuvailulla kompensoida yhden pisteen verran, jos vastaajalta puuttui esim. maininta vahvasta kestävydestä. Matriisin laadin lähtökohtaisesti itse ohjaajieni avustuksella, mutta lisäksi esittelin matriisia Helsingin yliopiston Kasvatus-tieteellisen tiedekunnan SusEdu- tutkimusyhteisölle, jonka kommenttien pohjalta matriisia vielä tarkennettiin.

Taulukko 1.

Alku- ja loppukyselyjen pisteytysperusteet.

Pis- teet	Kestävyyskäsitteen ulottuvuudet	Tulevaisuusnäkökulma	Systemiajattelu	Transformatiivisuus- näkökulma
1	ulottuvuuksien ai- hesisältöjä mainittu (vähintään kahdesta), mutta ei itse ulottu- vuuksia	epämääräinen viittaus tu- lemaan/ ei mainintaa tulevista su- kupolvista/tulevien suku- polvien tarpeista (ei riitä, että tulevat sukupolvet <i>selviytyvät</i>)	vain yksi alla olevista	yksittäisiä ehdotuksia kestävyyden toteutta- miseksi
2	ekologinen, sosiaali- & taloudellinen kestävyys mainittu	"vastaa nykypäivän tarpei- siin vaarantamatta tule- vien sukupolvien mahdolli- suutta vastata omiin tar- peisiinsa"	<i>väh. kaksi seuraavista:</i> <ul style="list-style-type: none"> • eri ulottuvuuksien (ekologi- nen, sosiaalinen, taloudellinen) vuorovaikutussuhde mainittu • ulottuvuuksien vuorovaikutus- suhde vahvan kestävyiden mallin mukaisesti • kestävyiden kompleksinen luonne (eri alueelliset tasot, monitieteisyys, viheliäiset on- gelmat, takaisinkytkennät...) 	kestävyysongelmien ratkaisussa keskiössä kokonaisvaltainen, yh- teiskunnallinen muu- tosnäkökulma
3	ulottuvuudet mainittu sekä avattu ulottu- vuuksien aiheisältöjä	huomioi ihmisten tarpei- den lisäksi myös muiden eliöiden tarpeet ja niiden täyttämisen tule- vaisuudessa	kaikki edellä mainitut	

4.3. Aineiston analyysi

Aineisto analysoitiin monimenetelmäisesti, eli aineisto analysoitiin sekä laadullisesti että määrällisesti (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Kvantitatiiviseen analyysiin kuului matriisin pohjalta saatujen pisteytystulosten sekä löydettyjen kapea-alaisten käsitysten tilastollinen tarkastelu. Kvalitatiiviseen analyysiin kuului aineistosta nousevien kapea-alaisten käsitysten tunnistaminen ja luokittelu kirjallisuutta apuna käyttämällä. Lisäksi eri käsitysten ja kapea-alaisten käsitysten sisältöjä avattiin tarkemmin nostamalla tulososioon sitaatteja sillä kielellä, jolla opiskelija oli vastauksensa antanut.

Aineisto analysoitiin osin teorialähtöisesti, mutta myös aineistolähtöisesti. Tästä käytetään myös nimitystä teoriaohjaava tai teoriasidonnainen sisällönanalyysi (Sarajärvi ja Tuomi, 2017). Täysin teoriasidonnainen sisällönanalyysi oli tässä tutkimuksessa haastavaa toteuttaa siksi, että kestävyys on hyvin laaja ja monitulkintainen kokonaisuus. Data tarjosi näin ehkä enemmän, kun kestävyttä ei laitettu väkisin tiettyyn teoreettiseen malliin, vaan aineistosta nousseille huomiolle annettiin tilaa. Hyvänä

esimerkkinä tästä vuorovaikutuksesta toimii matriisin rakentuminen, jonka avulla vastauksia pisteytettiin.

Datan normaalijakautuneisuutta testattiin Shapiro-Wilk -testillä. Data ei ollut normaali-jakautunutta vaan melko voimakkaasti vinoutunutta, sillä eri alakohtien pisteytyksissä oli eniten nollan pisteen vastauksia. Tilastollisiksi menetelmiksi valittiin tästä syystä epäparametrisia testejä, jos niitä oli mahdollista käyttää.

Alku- ja loppumittauksen pisteiden välistä eroa mitattiin Wilcoxon signed-rank -testillä, joka perustuu mediaanien väliseen tarkasteluun. Testillä siis selvitettiin, oliko pisteissä tapahtuneet muutokset tilastollisesti merkitseviä. Ihmis- ja luonnontiedepainotteisten alojen välillä alku- ja lopputestien pisteitä verrattiin puolestaan Mann-Whitney U -testillä. Analyysissä myös verrattiin pisteiden muutosta ihmis- ja luonnontiedepainotteisten alojen välillä toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA), sillä kyseiselle testille ei ole olemassa epäparametrinen vastinetta.

Kvantitatiiviseen analyysiin kuului myös aineistossa toistuvien kapea-alaisten käsitysten tilastollinen tarkastelu. Kapea-alaisen käsityksen löytyessä tutkittiin vertaamalla alku- ja loppumittauksen vastauksia, korjaantuiko opiskelijan kapea-alainen käsitys. Kapea-alaisten käsitysten esiintymisen ja pisteperustaisen suoriutumisen välistä suhdetta tarkasteltiin Mann-Whitney U -testillä. Kapea-alaisten käsitysten esiintymistä sekä korjaantumista suhteessa opiskelijan tieteenalaan puolestaan tutkittiin Lambda-testin avulla. Kaikki testit suoritettiin IBM SPSS Statistics 28 -ohjelmalla.

5 Tulokset

5.1 Opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä Kestävyyskurssin alussa

5.1.1 Käsitykset kestävyyskäsitteestä kurssin alussa

Pistetuloksien osalta opiskelijoiden suoriutuminen kurssin alussa oli varsin heikkoa (Taulukko 2). Kussakin matriisin alakohdassa oli eniten nollan pisteen vastauksia, yhteispisteiden keskiarvon ollessa 2,57/11 pistettä. Suoriutuminen alakohdissa ”kestävyyskäsitteen ulottuvuudet” ($M = 0,88$) sekä tulevaisuusnäkökulma ($M = 1,09$) suoriutuminen oli parempaa kuin alakohdissa systeemiajattelu ($M = 0,28$) ja transformatiivisuus-näkökulma ($M = 0,31$).

Alakohtien sisältöjä on avattu tarkemmin kohdassa 5.2.1.

5.1.2 Kapea-alaiset käsitykset kurssin alussa

Kapea-alaisista käsityksistä havaittiin erityisesti kahta tyyppiä: ”ekologiseen kestävyysrajoittunut käsitys” ($n = 20$) ja ”ihmiskeskeinen luontokäsitys” ($n = 30$). Viidellä opiskelijalla esiintyi kummatkin kapea-alaiset käsitykset. Opiskelijoista 64:lla (59 %) ei siis ollut edellä mainittuja virhekäsityksiä. Lisäksi kuudella opiskelijalla havaittiin heikon kestävyyskäsityksen, joka jätettiin kuitenkin vähäisen määrän takia ulos tilastollisesta analyysistä.

Ekologiaan rajoittuneen käsityksen omaavilla vastauksista puuttuivat muut kestävyysrajoittuneiden ulottuvuudet ja kestävyys nähtiin lähes yksinomaan luonnonympäristön suojelelun tärkeänä toimintana. Useissa vastauksissa ihminen nähtiin varsin erillisenä toimijana suhteessa kestävyysrajoittuneeseen ja luontoon:

Ettei ihminen kuluttaisi määräänsä enempää, jotta luonnonvarat, eläinlajit ja koko planeetta selviytyisivät ihmisyydeltä. (id105, alkumittaus)

Osassa vastauksissa ihmisten tarpeiden ja ekologisen kestävyysrajoituksen välinen yhteys tuotiin esille, mutta vastaus ei silti laajentunut ekologisen kestävyysrajoituksen ulkopuolelle:

Kestävyys tarkoittaa minulle, että käytämme luonnonvaroja siten, että niitä riittää tuleville sukupolville ja että paikkaamme sen luonnossa, mitä olemme käyttäneet. (id107, alkumittaus)

I think sustainability means that society functions together with all the aspects of nature without over exploitation or disturbing of natural processes, so that everyone can benefit. (id66, alkumittaus)

Ne opiskelijat, joilla oli ekologiaan rajoittunut käsitys, saivat tilastollisesti merkitsevästi heikommat kokonaispisteet vastauksesta kestävyysmurrosta koskevaa ulottuvuutta lukuun ottamatta ($U = 287, p = 0,001$)

Ihmiskeskeistä luontokäsitystä esiintyi varsin runsaasti alkumittauksen vastauksissa. Niissä korostuivat ihmisen saama hyöty ja suhtautuminen luontoon resurssilähteenä. Vastavuoroisesti vastauksista puuttui kestävyuden merkitys luonnon itsensä tähden:

Sustainability is a fact-based choice to reduce unnecessary exploitation of resources [...] It is therefore not plausible to expect behavioral change in people, who do not understand what sustainability will do for them [...]
(id56, alkumittaus)

Kestävyydellä tarkoitetaan sellaista ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurista toimintaa, jonka pyrkimyksenä on ihmiskunnan perustarpeiden tyydyttäminen, viemättä kuitenkaan tulevilta sukupolvilta samaa mahdollisuutta. (id33, alkumittaus)

"Ihmiskeskeinen luontokäsitys" korreloi tilastollisesti merkitsevästi korkeiden "tulevaisuusnäkökulma" -pisteiden kanssa ($U = 1555, p = 0,008$) sekä heikosti alhaisten "systemiajattelu" pisteiden kanssa ($U = 977, p = 0,063$). Ensiksi mainittu tilastollinen erikoisuus selittynee osin matriisin pisteytystavalla, sillä YK:n kestävä kehityksen määritelmä on tulevaisuusnäkökulman osalta varsin ihmiskeskeinen. Tästä määritelmästä sai matriisissa kaksi pistettä, ja tätä määritelmää lainattiin vastauksissa melko runsaasti (kuten id33 edellä). Ihmiskeskeisen luontokäsityksen omaavilla olikin enemmän kahden, kuin nollan tai yhden pisteen vastauksia. Kolmen pisteen vastauksia ei esiintynyt.

Kolmas kapea-alainen käsitys "heikon kestävyuden käsitys" piti sisällään vastaukset, joissa kestävyys tyypistyi pitkälti yksittäisiin keinoihin kestävyuden saavuttamiseksi ekologisen kestävyuden saralla. Vastauksissa toistui kierrätys ja energian säästäminen:

To me sustainability means choices, processes and services that do not cause excessive use of materials or energy and do not produce too much waste that cannot be reprocessed into other goods. Circular economy ties strongly into sustainability as it tries to achieve maximum efficiency for energy and materials with minimum need for using virgin materials or non-renewable energy. (id106, alkumittaus)

[...] The idea to produce waste while producing or consuming a product has to be discouraged and surpassed. We need to sustain constant recycling of matter and energy. It is here that in my opinion, we find the definition of sustainability. (id96, alkumittaus)

5.1.3. Tieteenalaryhmien opiskelijoiden väliset erot kestävyyskäsitteissä kurssin alussa

Alkumittauksen pistetulosten osalta ihmis- ja luonnontiedepainotteisten alojen välillä oli nähtävissä joitakin eroja (Taulukko 3). Kokonaispisteiden osalta ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijat suoriutuivat hieman paremmin kuin luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijat ($M = 2,76$ & $2,39$). Matriisin alakohdittain pisteytyksissä oli eroa lähinnä systeemiajattelussa ($M = 0,36$ & $0,21$) sekä transformatiivisuusnäkökulmassa ($M = 0,48$ & $0,13$). Kuitenkin vain transformatiivisuusnäkökulmassa ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoiden parempi suoriutuminen oli tilastollisesti merkitsevää ($p = 0,001$).

Kapea-alaisia käsitteitä esiintyi kummankin tieteenalaryhmän opiskelijoilla. Ekologiaan rajoittuneita käsitteitä oli kurssin alussa 11 ihmistiedepainotteisten alojen ja 8 luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijalla. Vastaavasti ihmiskeskeistä luontokäsitystä esiintyi 12 ihmistiedepainotteisten alojen ja 17 luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijalla. Ekologiaan rajoittunut käsitys oli siis hieman yleisempää ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoilla, kun taas ihmiskeskeinen luontokäsitys oli yleisempää luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoilla.

5.2 Kestävyyskurssin aikana tapahtunut muutos opiskelijoiden käsityksissä kestävyydestä

5.2.1 Käsitykset kestävyyskäsitteestä kurssin lopussa

Matriisiin pohjautuvien pisteysten (Taulukko 2) pohjalta huomataan, että yleisesti ottaen Kestävyyskurssin aikana opiskelijoiden käsitys kestävyydestä parani tilastollisesti merkitsevästi. 67 opiskelijan pisteet nousivat alku- lopputehtävän välillä, 24 opiskelijaa sai samat yhteispisteet ja 18 opiskelijan pisteet laskivat. Kaikkien matriisin alakohtien pisteet nousivat, mutta eniten nousivat kestävyyskäsitteen ulottuvuuksien ja systeemijattelun pisteet. Oppimisen muutos oli myös alakohdittain tilastollisesti merkitsevä kaikkien muiden, paitsi tulevaisuusnäkökulman osalta. Samat alku- ja loppupisteet saaneista oli huomattavaa, että monet toistivat määritelmänsä lähes muuttumattomana alku- ja loppumittauksen välillä. Osa myös mainitsi suoraan, ettei heidän käsityksensä ole muuttunut.

Taulukko 2.

Alku- ja loppukyselyjen pisteiden tunnusluvut sekä tilastolliset erot

	M alku	M loppu	SD alku	SD loppu	muu- tos	min alku	max alku	min loppu	max loppu	p alku - loppu
kestävyyden ulottuvuudet (3)	0,88	1,25	0,82	0,86	+0,37	0	3	0	3	0,001
tulevaisuus- näkökulma (3)	1,09	1,24	0,83	0,97	+0,15	0	3	0	3	0,157
systeemi- ajattelu (3)	0,28	0,76	0,51	0,84	+0,48	0	2	0	3	0,001
transforma- tiivisuusnäkö- kulma (2)	0,31	0,54	0,59	0,71	+0,23	0	2	0	2	0,002
yhteensä (11)	2,57	3,76	1,74	1,99	+1,22	0	8	0	9	0,001

*suluissa maksimipistemäärä

Kestävyyskäsitteen ulottuvuudet saivat alkumittauksessa matriisin alakohdista toiseksi eniten, ja loppumittauksessa eniten pisteitä. Erityisesti alkumittauksen vastauksissa

oli huomionarvoista, että monet korkeita pisteitä tästä alakohdasta saaneista noudattelivat vastauksessaan pitkälti YK:n määritelmää kestävästä kehityksestä, joka pitää sisällään kestävyiden kolme ulottuvuutta. Osa opiskelijoista myös viittasi suoraan edellä mainittuun määritelmään. Tyypillisimmin pisteiden nousu alku- ja loppuputestin välillä johtui siitä, että opiskelija lisäsi ekologisen kestävyiden sisältäneeseen vastaukseensa myös sosiaalisen ja taloudellisen ulottuvuuden. Harva kuitenkaan avasi tarkemmin näiden ulottuvuuksien aiheisisältöjä.

Tulevaisuusnäkökulman osalta aineistosta nousi esiin kolmen pisteen vastausten määrän lisääntyminen alku- ja loppumittauksen välillä (3 → 11), mikä matriisiin (Taulukko 1) mukaisesti vaati muun luonnon tarpeiden nostamisen ihmisten tarpeiden rinnalle. Tämä oli totta siitäkin huolimatta, että tulevaisuusnäkökulmassa tapahtunut muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Edellinen selittyy sillä, että tulevaisuusnäkökulman pisteet toisaalta laskivat 19 opiskelijalla, eli alakohdista eniten. Alkumittauksessa oli myös enemmän vaihtelua sen suhteen, millainen tulevaisuus nähtiin ihmisen osalta riittävänä. Tämä vaihteli ihmislajin ”selviytymisestä” siihen, ettei ihmisten elintaso saa laskea:

[...] that we cherish our life-sustaining planet so that our future human generations can survive. (id79, alkumittaus)

[...] in order to keep an ecological balance that doesn't allow the quality of life of modern societies to decrease. (id100, alkumittaus)

Matriisin alakohdista eniten nousi systeemiajattelun pisteet. Loppumittauksen vastauksissa useissa tuotiin esille eri kestävyiden ulottuvuuksien kytkeytyvyys, mutta myös ymmärrettiin laajemmin kestävyiden kompleksisuutta ja systeemistä luonnetta. Esimerkiksi alla oleva opiskelija ei alkumittauksessa osoittanut lainkaan systeemiajattelun osaamista, mutta loppumittauksen vastauksessa oli useita systeemiajattelun elementtejä:

Sustainability is a knowledge that help us making a better choices in our field considering different stakeholders, (i.e. social, environment and economic) (id21, alkumittaus)

At its core sustainability has three core that are linked together and for a solution to be sustainable all of the three cores/pillars need to be

considered. [...] but in reality it is a complex systems that requires a different disciplines come together to find a solution to wicked problems that on their own are webs of different small problems that feed each other in a loop... (id21, loppumittaus)

Transformatiivisuusnäkökulman pisteiden noususta päätellen opiskelijat omaksuivat kurssilla myös näkemyksiä siitä, miten kestävyys päästään. Yksittäisten ehdotusten lisäksi vastauksissa näkyi myös transformatiivisuuteen kuuluva systeeminen muutos. Näitä vastauksia oli loppumittauksessa alkumittaukseen verraten kaksinkertainen määrä (7 → 14). Alla on esimerkki opiskelijasta, joka ei alkuvastauksessaan tuonut esille mitään ehdotuksia kestävyys saavuttamiseksi, mutta päätti loppumittauksen vastauksensa seuraavasti:

[...] In short, nothing will function if we do not change our behaviours, the structure of our societies as well as our values. (id47, loppumittaus)

5.2.2 Kapea-alaiset käsitykset kurssin lopussa ja käsitteellinen muutos

Osa opiskelijoiden kapea-alaisista käsityksistä muuttui Kestävyyskurssin myötä. Niistä 20 opiskelijasta, jotka kurssin alussa huomioivat vastauksissaan vain ekologisen kestävyys ulottuvuuden, enää seitsemällä oli tämä käsitys kurssin lopussa. Toisin sanoen 13 opiskelijaa 20:stä laajensivat loppumittauksen vastauksensa kattamaan myös muita kestävyys ulottuvuuksia.

Alkumittauksen vastauksissa ihmiskeskeistä suhtautumista luontoon esiintyi puolestaan 30 opiskelijalla, mutta kurssin jälkeen tätä käsitystä esiintyi 18 opiskelijalla. Näin ollen 12 opiskelijaa 30:stä toi loppumittauksessa vastaukseensa myös luonnon itseisarvoon liittyviä elementtejä. Prosentuaalisesti viimeksi kuvattu ihmiskeskeinen luontokäsitys oli kapea-alaisista käsityksistä sitkeämpi, eli muuttui 40% kokonaistapauksista, kun vastaava luku ekologiaan rajoittuneessa käsityksessä oli 65%.

Ekologiaan rajoittuneen käsityksen alkumittauksessa omanneista opiskelijoista suurin osa laajensi vastauksensa kattamaan myös yhtä tai useampaa kestävyys ulottuvuutta:

[...] Previously I thought about sustainability mainly from an environmental perspective, this course has given me more insight about it and now I understand it in a more wider sense, especially regarding to economical

and social aspects of sustainability and the importance of these as well.
(id62, loppumittaus)

Tietyissä vastauksissa oli myös havaittavissa osin puutteellista integraatiota ekologisen kestävyuden ja muiden ulottuvuuksien välillä. Ekologinen kestävyys nähtiin yhä varsinaisena ”kestävyytenä”, mutta sisältöjä muista ulottuvuuksista oli myös sisällytetty vastaukseen:

Ennen kurssia ajattelin kestävyuden tarkoittavan pitkälti luonnon kestävyyttä [...] Kurssi kuitenkin avasi silmiäni näkemään myös kestävyuden muita puolia, kuten ihmisten terveyden ja kestävyuden vaikutukset yrityksiin ja yrityselämään. (id23, loppumittaus)

Ihmiskeskeisessä luontokäsityksessä tapahtuneista muutoksista tyypillisin oli ihmisen lisäksi myös muun luonnon huomioiminen vastauksessa, jossa oli aikaisemmin mainittu vain ihmisten tarpeiden täyttäminen kestävyuden tavoitteena. Useissa loppumittauksen vastauksissa tämä ero nousi varsin selvästi esille, minkä voi tulkita käsitteelliseksi muutokseksi, kuten alla:

Mielestäni kestävyys tarkoittaa sellaista toimintatapaa missä emme kuluta käytettävissämme olevia resursseja niin paljoa, että se vaikuttaisi tulevien sukupolvien mahdollisuuksiin. (id77, alkumittaus)

[...] In addition to try to guarantee level of present resources to future generations it is also cooperation of different themes in the world. So that wellbeing of every species is maximized. Not only humans. (id77, loppumittaus)

Suurimmalla osalla opiskelijoista (60%) muutosta ihmiskeskeisessä luontokäsityksessä ei kuitenkaan tapahtunut. Toisinaan loppumittauksen vastauksissa ihmiskeskeinen näkemys oli entistä korostuneempi:

For me, sustainability is the idea that what we do know should not impact in a negative way the next generations. (id91, alkumittaus)

For me, sustainability is about taking into account all the factors that affect people (environment, economic, social relations, etc.) to create common good for actual generation and future generation. (id91, loppumittaus)

Heikon kestävyyskäsityksen osalta kaikki opiskelijat, joilla kyseinen käsitys esiintyi alkumittauksessa ($n = 6$) omaksuivat uuden näkemyksen. Vastaukset eivät enää keskittyneet yksittäisiin ekologisen kestävyysongelmiin tai ratkaisuihin, vaan kestävyysymmärrettiin laajemmassa mittakaavassa, myös muita kestävyysulottuvuuksia mukaan lukien:

[...] The idea to produce waste while producing or consuming a product has to be discouraged and surpassed. We need to sustain constant recycling of matter and energy. It is here that in my opinion, we find the definition of sustainability. (id96, alkumittaus)

Without a strong, resilient, decentralized, and equal level of organization within our societies, we will hardly meet the requirements we must follow to achieve a sustainable future. Promoting the new notions learned during the course will be an interesting opportunity to find out and learn more about the economic alternatives that are surfacing now. (id96, loppumittaus)

5.2.3 Tieteenalaryhmien opiskelijoiden väliset erot kestävyyskäsityksissä kurssin lopussa

Ihmis- ja luonnontiedepainotteisten alojen välinen ero pisteytyksissä (Taulukko 3) oli lopussa tasaantunut huomattavasti verrattuna alkumittaukseen, loppupisteiden ollessa vertailuryhmien välillä hyvin lähellä toisiaan. Tämä selittyi pitkälti sillä, että luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijat kuroivat kiinni lähtötestissä olleen eron ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoihin systeemiajattelun (+0,58) ja transformatiivisuusnäkökulman (+0,37) alakohdissa (vrt. ihmistiedepainotteiset alat: +0,36 ja +0,08). Tämä ero pisteytyksien muutoksessa oli merkitsevää kuitenkin vain transformatiivisuusnäkökulman osalta ($p = 0,03$).

Taulukko 3.

Alku- ja loppumittauksen pisteiden tunnusluvut sekä tilastolliset erot, ihmis- vs. luonnontiedepainotteiset alat

	ihmistiedepainotteiset alat					luonnontiedepainotteiset alat					
	M	M	SD	SD	muu-	min	max	min	max	p	
	alku	loppu	alku	loppu	tos	alku	alku	loppu	loppu	muutos	
										ihm.	
										tiede	
										vs.	
										l.tiede	
kestävyyden ulottuvuudet (3)	0,86	1,28	0,83	0,86	+0,42	0	3	0	3	0,60	
	0,91	1,23	0,82	0,87	+0,32	0	3	0	3		
tulevaisuus-näkökulma (3)	1,06	1,22	0,87	1,02	+0,16	0	3	0	3	0,93	
	1,14	1,29	0,82	0,95	+0,15	0	3	0	3		
systeemiajattelu (3)	0,36	0,72	0,56	0,81	+0,36	0	2	0	3	0,23	
	0,21	0,79	0,46	0,87	+0,58	0	2	0	3		
transformatiivisuusnäkökulma (2)	0,48	0,56	0,74	0,76	+0,08	0	2	0	2	0,03	
	0,13	0,50	0,33	0,69	+0,37	0	1	0	2		
yhteensä	2,76	3,78	2,00	2,09	1,02	0	8	0	9	0,30	
	2,39	3,80	1,49	1,90	1,41	0	7	0	7		

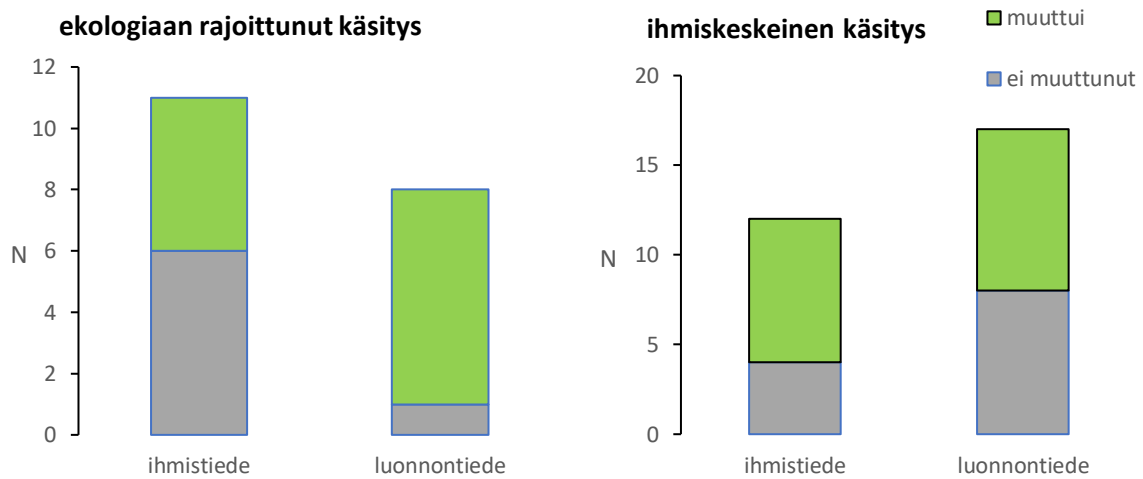
*suluissa maksimipistemäärä

Kapea-alaisten käsitysten osalta luonnontieteilijät omaksuivat herkemmin uuden näkemyksen, mitä on havainnollistettu Kuviossa 3. Ekologiaan rajoittuneen käsityksen osalta ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoista 5/11 (45%) muutti näkemyksensä, kun taas luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoista 7/8 (88%) näkemys muuttui tieteellisempään suuntaan. Ihmiskeskeisen luontokäsityksen suhteen vastaavat luvut olivat: ihmistiedepainotteiset alat – 4/12 (33%), luonnontiedepainotteiset alat - 8/17

(47%). Edellä mainituilla eroilla ei ollut kuitenkaan tilastollista merkitsevyyttä johtuen kapea-alaisten käsitysten pienestä kokonaismäärästä.

Kuvio 3.

Kapea-alaisten käsitysten muutos alku- ja loppumittauksen välillä, ihmis- vs. luonnontiedepainotteiset alat



6 Pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä muuttuivat Helsingin yliopiston Kestävyyskurssin myötä. Lisäksi tarkemmin tutkittiin, millaisia kapea-alaisia käsityksiä opiskelijoilla esiintyi ja miten ne muuttuivat, sekä tarkasteltiin tieteenalakohtaisia eroja.

6.1 Opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä ennen ja jälkeen kurssin

Yleisesti ottaen opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä olivat kurssin alussa varsin suppeita, mikä näkyi matalina kokonaispisteinä alkutestissä. Toisaalta alkumittauksen vastauksissa näkyi se, että moni tuli kurssille omaten lähtötietoja kestävyydestä, mitä kuvasti esimerkiksi suorat ja epäsuorat viittaukset Brundtlandin raportin kestävä kehityksen määritelmään (Brundtland, 1987). Monet kestävyteen liittyvistä käsityksistä olivat kuitenkin edellä mainitun kaltaista valmiiden määritelmien toistamista, joissa syvempi ymmärrys oli rajoittunutta. Tämä ero näkyi selkeästi korkeammissa pisteissä kestävyyskäsitteen ulottuvuuksissa ja tulevaisuusnäkökulmassa verrattuna mataliin systeemisen ajattelun ja transformatiivisuusnäkökulman pisteisiin.

Alku- ja loppumittauksen välillä alakohdista nousivat eniten kestävyyskäsitteen ulottuvuuksien ja systeemijattelun pisteet. Kestävyyskäsitteen ulottuvuuksien pisteet nousivat eniten. Useat opiskelijat, jotka eivät alkumittauksen vastauksessaan maininneet kestävyyskäsitteen ulottuvuuksia nimeltä, mainitsivat ne loppumittauksessa. Tällainen oppiminen muistuttaa rikastamisen keinoin tapahtuvaa oppimista, jossa uusi tieto lisätään vanhan päälle (Vosniadou, 1994). Huomionarvoista oli, että hyvin harvassa loppumittauksenkaan vastauksessa avattiin tarkemmin, mitä sosiaalisella ja taloudellisella kestävyydellä tarkoitetaan ja mitä sisältöjä näillä on. Tämä herättää kysymyksen, jäikö opiskelijoiden ymmärrys aiheesta pinnalliseksi vai olisivatko opiskelijat kyenneet avaamaan tarvittaessa myös ulottuvuuksien sisältöjä. Toisaalta kritiikkiä on esitetty juuri siitä, että kestävyyskäsitteen ulottuvuuksia on käytetty pitkään ilman kunnollista aiheisisältöjen erittelyä (Purvis, Mao & Robinson, 2019). Voihan olla, ettei Kestävyyskurssi välttämättä kyennyt kaikin puolin korjaamaan tätä ongelmaa.

Systeemijattelun lisääntyminen alku- ja loppumittauksen välillä oli huomattava muutos, sillä alkumittauksessa systeemijattelua esiintyi vain harvoissa vastauksista. Sen sijaan loppumittauksessa monet opiskelijat kuvasivat monipuolisesti ja -sanaisesti eri systeemijatteluun kuuluvia elementtejä, kuten eri ulottuvuuksien välisiä kytkentöjä,

viheliäisiä ongelmia ja takaisinkytkentöjä (Wiek ym., 2011; Stave & Hopper 2007). Loppumittauksen vastauksissa myös tuotiin runsaasti esille vahvan kestävyuden ajatusta siitä, että kestävyuden tinkimätön pohja on ekologinen kestävyys, jolle muut kestävyuden ulottuvuudet rakentuvat (Heikkurinen, 2014). Edellä kuvattua muutosta opiskelijoiden systeemiajattelussa voi pitää hyvin positiivisena oppimistuloksena, sillä tiedeyhteisössä on alettu ymmärtää systeemiajattelun merkitys osana kestävyyskoulutusta ja väylänä kohti kestävyyttä (Wiek ym., 2011; Sterling, 2003; Colchester, 2019).

Myös transformatiivisuusnäkökulman pisteissä tapahtui pientä nousua, eli opiskelijat kykenivät tarjoamaan enemmän ehdotuksia, miten kestävyys voidaan saavuttaa. Alkumittauksen vastauksissa esille tuotiin enemmän yksittäisiä ehdotuksia, kun taas loppumittauksessa suhteessa useammat mainitsivat tarpeen kokonaisvaltaiselle yhteiskunnan muutokselle. Tällaisesta muutoksesta puhuttaessa käytetään kestävyysmurroksen ja -siirtymän käsitteitä, joista kestävyysmurros on luonteeltaan perustavanlaatuisempi yhteiskunnan uudelleenorganisointi, kestävyysmuutoksen puolestaan tapahtuessa kontrolloidummin (Hölscher ym., 2008). Erityisesti loppumittauksen vastauksissa näkyi juuri kestävyysmurrokselle ominaiset, radikaalia yhteiskunnallista muutosta alleviivanneet vastaukset. Kuten mm. Stirling (2015), osa oppilaista näki kestävyuden saavutettavan ainoastaan tällaisen radikaalin muutoksen keinoin.

Alakohdista vähiten alku- ja loppumittauksen välillä nousi tulevaisuusajattelun pisteet. Vaikka pisteissä tapahtunut muutos ei ollutkaan merkitsevää, oli huomionarvoista, että loppumittauksessa tuotiin runsaammin esille myös muun luonnon tarpeiden huomioiminen ihmisten tarpeiden lisäksi. Kuten osa opiskelijoista loppumittauksen vastauksissaan Robin Attfieldin (2018) tavoin tähdensi, Brundtlandin raportin (Brundtland, 1987) määritelmä kestävyydestä oli tältä osin puutteellinen. Edellä kuvattu muutos on linjassa kurssilla ihmiskeskeisessä käsityksessä tapahtuneen muutoksen kanssa.

Yhteenvedon alakohdissa tapahtuneista muutoksista voi opiskelijoiden ymmärryksen todeta lisääntyneen usean kestävyyskäsitteeseen liittyvän elementin osalta. Erityisesti opiskelijoiden parempi kyky hahmottaa kestävyuden eri ulottuvuuksia, ulottuvuuksien välisiä vuorovaikutussuhteita ja yleisesti kestävyuden kompleksista luonnetta nousi tarkastelussa esiin. On kuitenkin huomattava, että vaikka kaikkien alakohtien pisteet nousivatkin alku- ja loppumittauksen välillä, keskimäärin pisteissä tapahtunut muutos oli silti suhteellisen pieni.

Kapea-alaiset käsitykset

Alkumittauksen perusteella tunnistettiin kolme kapea-alaista käsitystä: ekologiseen kestävyysrajoittuneeseen käsitykseen, ihmiskeskeiseen luontokäsitykseen ja heikon kestävyysrajoittuneeseen käsitykseen. Näiden kapea-alaisten käsitysten luonnetta ei voi täysin verrata käsitteellisen muutoksen kirjallisuudessa käytettyyn virhekäsityksen käsitteeseen (Vosniadou, 2013; Chi, 2013), sillä kestävyysrajoittuneen kontekstissa käsityksen arvioiminen ”virheelliseksi” on kyseenalaisempaa kuin esimerkiksi fysiikan (Vosniadou, 2013) tai biologian (Bahar, 2003) saralla kestävyysrajoittuneen monitulkintaisesta määrittelystä johtuen. Virhekäsitysten käsitettä on myös yleisesti kritisoitu (Maskiewicz, 2013). Kapea-alaiset käsitykset pitivät tässä tutkimuksessa sisällään - käsitteellisen muutoksen teorian ydinajatuksen mukaisesti - käsityksiä, jotka voivat hankaloittaa uuden käsityksen saavuttamista.

Noin 40 %:lla opiskelijoista oli alkumittauksessa yksi tai useampi kapea-alainen käsitys. Ekologiaan rajoittuneeseen käsitykseen oli näistä toiseksi yleisin, ja oli yhteydessä pieniin kokonaispisteisiin alkumittauksessa. Alkumittauksen vastauksissa kestävyysrajoittuneeseen rinnastui pitkälti luonnonympäristön suojeluun tähtääväksi toiminnaksi, ilman kytkentöjä kestävyysrajoittuneeseen sosiaalisiin ja taloudellisiin ulottuvuuksiin. Suurin osa (65 %) ekologiaan rajoittuneista käsityksistä muuttui kurssin myötä, eli opiskelijat lisäsivät loppumittauksen vastaukseensa myös sosiaalisen ja taloudellisen kestävyysrajoittuneen näkökulman. Kuten kestävyysrajoittuneen ulottuvuuksia käsittelevässä kappaleessa totesin, tällainen muutos muistuttaa täydentävää oppimista (eng. *gap filling*), jonka voi toteuttaa rikastamisen keinoin, ja joka ei siten vaadi vahvaa käsitteellistä muutosta (Chi, 2013; Duit ym., 2013).

Toisaalta 35 % vastaajista ei muuttanut käsitystään, vaan toisti loppumittauksessa samoja, ekologiseen kestävyysrajoittuneita näkemyksiään. Lisäksi yksittäiset opiskelijat toivat kyllä vastaukseensa elementtejä sosiaalisesta ja taloudellisesta ulottuvuudesta, mutta näiden ulottuvuuksien integraatio osaksi kestävyysrajoittuneen käsitettä jäi vajaksi ja kestävyys nähtiin silti pääasiassa ympäristönsuojeluna. Tämän pohjalta voidaan nähdä, että tietyissä tapauksissa myös ekologiaan rajoittuneen käsityksen muuttuminen vaatii ainakin osittaisia tietorakenteiden uudelleenjärjestelyä, eli revisiota (Duit ym., 2013). Lisäksi Chi kollegoineen (1991) nostaa artikkelissaan esille sen, että

pinnallisellakin virhekäsityksellä voi olla seurannaisvaikutuksia saman systeemin muiden komponenttien ymmärtämiseen.

Ihmiskeskeinen luontokäsitys oli yleisin alkumittauksessa esiintyneistä kapea-alaisista käsityksistä. Näissä vastauksissa luonto oli ihmiseen nähden alisteinen resurssien ja hyödykkeiden lähde. Kestävyyden tavoittelun ytimessä nähtiin saman logiikan mukaisesti ihmisen hyvinvoinnin turvaaminen luonnon hyvinvoinnin kautta. Tällainen antroposentrinen ajattelu on ihmiselle luontainen tapa jäsentää havaintojaan maailmasta (Hermann ym., 2010; Inagaki & Hatano, 2013), mutta samalla se asettaa perustavanlaatuisen haasteen kestävyystavoitteiden saavuttamiselle (Thompson & Barton, 1994).

Ihmiskeskeinen luontokäsitys oli kapea-alaisista käsityksistä sitkein, eli muuttui 40 % tapauksista. Tämä on käsitteellisen muutoksen teoriaa vasten ymmärrettävää, huomioon ottaen sen juuret niin yksilönkehitykseen (Inagaki & Hatano, 2013) kuin ihmiskunnan pitkään historiaan tämän näkemyksen suhteen (Oksanen, 2010). Ne opiskelijat, joilla käsitys muuttui luontokeskeiseen suuntaan, toivat loppumittauksen vastauksessa esille luonnon itseisarvon ja luonnon tarpeiden huomioimisen. Suurin osa opiskelijoista ei kuitenkaan muuttanut käsitystään. Osa vastaajista jopa integroi kurssin aikana opittuja sisältöjä palvelemaan entistä vahvemmin ihmiskeskeistä luontokäsitystä. Tällaiset vastaukset muistuttavat Vosniadoun (2013) kuvaamia synteettisiä malleja, joissa virhekäsitykset ja uusi tieto muodostavat yhtenäisen selitysten kokonaisuuden. Tällaisten synteettisten mallien haaste käsitteelliselle muutokselle piilee niiden selitysvoimassa: mielekkään ja sisäisesti loogisen selityksen ilmiölle antava malli on este käsitteellisen muutoksen tapahtumiselle (Vosniadou, 2013; Posner, 1982).

Kolmas alkumittauksessa havaittu kapea-alainen käsitys oli heikon kestävyuden käsitys. Tätä käsitystä ilmentäneet vastaukset näkivät kestävyuden pitkälti resurssien säästämisenä ja kierrättämiseen vertautuvana toimintana. Kaikki alkumittauksessa esiintyneet heikon kestävyuden käsitykset muuttuivat. Loppumittauksessa vastaajat syvensivät näkemystään, ja ymmärsivät kestävyuden olevan muutakin kuin yksittäisiä toimenpiteitä resurssien säästämiseksi. On kuitenkin huomattava, että alkumittauksessa näiden käsitysten kokonaismäärä oli pieni, mistä johtuen heikon kestävyuden käsityksissä tapahtuneiden muutosten tarkastelu oli järkevää pitää pintapuolisena.

Käsitteellisen muutoksen kontekstissa on mielekästä pohtia, tapahtuiko kurssilla käsitteellistä muutosta sekä lopuksi pohtia, mikä merkitys tällä kestävyiden kontekstissa on. Yksi tapa lähestyä käsitteellistä muutosta on rikastamisen ja revision käsitteiden kautta, joista juuri revisio, eli tietorakenteiden muokkaus ja uudelleenjärjesteleminen, nähdään käsitteelliseksi muutokseksi (Chi, 2013; Duit ym., 2013). Kuten edellä pohdin, tämän tutkimuksen kapea-alaisissa käsityksissä tapahtuneissa muutoksissa voi nähdä osaltaan merkkejä revisioista. Erityisesti näitä viitteitä löytyi muutoksessa ihmiskeskeisessä käsityksessä, ekologiaan rajoittuneen käsityksen muutoksen muistuttaessa lähtökohtaisesti enemmän rikastamisen tavoin tapahtuvaa oppimista.

Jos tarkastelussa kuitenkin palaa käsitteellisen muutoksen teorian alkujuurille ja Kuhnin (1962) esittämään teoriaan paradigman muutoksista, löytyy tästä vahvat analogiat kurssilla havaittuihin muutoksiin kapea-alaisissa käsityksissä: uuden paradigman (tässä tutkimuksessa käsityksen) myötä siihen liittyvät käsitteet saavat uudet merkitykset ja tapa katsoa maailmaa (tässä tutkimuksessa kestävyttä) muuttuu (Posner, 1982). On esimerkiksi ilmeistä, että kestävyiden systeemisyiden ja siihen kietoutuvan kestävyismurroksen hahmottaminen vaatii ekologiaan rajoittuneen käsityksen muuttumista. Samoin ihmiskeskeisestä luontokeskeiseen käsitykseen siirtyminen muuttaa koko yksilön maailmankuvaa, kun ihminen jäsentää itsensä osaksi luontoa sen sijaan, että luonto nähdään ihmisestä erillisenä ja alisteisena hyödykkeiden ja resurssien lähteenä (Thompson & Barton, 1994; Oksanen, 2010).

Edellä esitetyn pohjalta voi siis vähintäänkin sanoa, että viitteitä käsitteellisen muutoksen tapahtumisesta pystyy kapea-alaisissa käsityksissä tapahtuneiden muutosten myötä näkemään. Lisäksi riippumatta siitä, nimeääkö tätä muutosta käsitteelliseksi muutokseksi vai ei, ovat havaitut muutokset kestävyismurroksen kontekstissa merkittäviä. Kuten edellä esitin, ekologiaan rajoittuneen käsityksen muuttuminen luo pohjan koko kestävyiden kompleksisen luonteen ymmärtämiselle ja sitä kautta kestävyysongelmien ratkaisulle. Ihmiskeskeisen näkemyksen muuttumisen merkitys piilee puolestaan siinä, että luontokeskeiseen näkemykseen on tutkimuksissa liitetty alttius siirtyä ”sanoista tekoihin” (Thompson & Barton, 1994).

6.2 Tieteenalaryhmien opiskelijoiden erot kestävyyskäsitteissä

Tutkimukseen kuului myös vastausten luokittelu kahteen ryhmään tieteenalan mukaisesti ja tulosten tarkastelu näiden välillä. Eroja vastausryhmien välillä löytyi niin

pisteytyksistä kuin kapea-alaisista käsityksistä. Tieteenalakohtaisen tarkastelun pisteytystuloksissa oli mielenkiintoista huomata, että ihmiskeskeisten alojen opiskelijoilla oli parempi lähtötaso systeemiajatteluun ja transformatiivisuusnäkökulman alakohdissa. Huolimatta selvästä erosta alkumittauksessa, ei loppumittauksessa ryhmien välillä ollut lähes lainkaan eroja pisteytyksissä, mikä selittyi erityisesti luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoiden paremmalla suoriutumisella edellä mainituissa alakohdissa.

Erityisen kiinnostavaa oli kuitenkin erot vastausryhmien välillä kapea-alaisissa käsityksissä ja niiden muuttumisessa. Ekologiaan rajoittuneen käsityksen suurempi osuus ihmistiedepainotteisten alojen opiskelijoilla ja ihmiskeskeisen käsityksen suurempi osuus luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijoilla oli hieman yllättävää huomioon ottaen tieteenalaryhmien nimityksissäkin esiin tuleva kategorinen ero. Mielenkiintoista oli myös, että luonnontiedepainotteisten alojen opiskelijat olivat alttiimpia muuttamaan kapea-alaisia käsityksiään molempien edellä mainittujen käsitysten osalta.

Suoria syitä näiden tieteenalaryhmien välisten erojen esiintymiselle on haastava antaa. Käsitteellisen muutoksen teoria pohjaa kuitenkin ajatukseen, että yksilön virhekäsitykset ovat muodostuneet yksilön kokemusten kautta. Nämä kokemukset voivat puolestaan pohjata vuorovaikutukseen fyysisen, opetuksellisen ja sosiaalisen ympäristön kanssa (Guzzetti ym., 1993). Erot näissä ympäristöissä siis todennäköisesti johtavat myös eroihin yksilöiden tietorakenteissa.

Opetukselliseen ympäristöön liittyen, tutkimuksessa on löydetty eroja luonnon- ja ihmistiede -jakoon vertautuvien alojen välillä yliopisto-opetuksessa. Nk. ”pehmeiden tieteiden” opetussuunnitelmissa on panostettu enemmän esimerkiksi yleistiedon oppimiseen ja kriittisen ajattelun taitoihin, kun taas ”kovissa tieteissä” painotus on ollut asiantiedon hallinnassa. Opiskelijoiden arviointi on myös ollut linjassa edellisten kanssa, sillä pehmeissä tieteissä koekysymyksissä on useammin vaadittu kurssin sisältöjen analysointia ja yhdistelemistä, kun taas kovissa tieteissä kurssimateriaalin ulkoa opettelu ja soveltaminen ovat olleet keskeisemmässä roolissa (Neumann, 2001).

6.3 Luotettavuustarkastelu, rajoitteet ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Testikysymyksiä avoimesta luonteesta johtuen oli mahdollista, että opiskelijan vastaukset olivat hänen ymmärrystään rajoittuneempia. Esimerkiksi opiskelija saattoi

määritellä kestävyuden lyhytsanaisesti yksinkertaistaen ja jättää pois vaikkapa systeemijattelun elementtejä, vaikka hänellä olisikin ollut aiheesta ymmärrystä. Kestävyys on laaja aihe, eikä ole mielekästäkään odottaa, että opiskelija kestävyyttä määritellesään osaisi tuoda siitä kaikki tässä tutkimuksessa tarkastellut elementit esille. Tämä oli nähtävissä yleisesti pistetuloksissa, jotka niin alku- kuin loppumittauksessa jäivät keskimäärin varsin kauas kunkin alakohdan maksimipisteistä. Haastattelututkimuksen avulla opiskelijoiden käsityksistä olisi voinut saada kattavamman ymmärryksen. Toinen huomioitava tekijä tässä kontekstissa on se, että Kestävyyskurssi oli kuitenkin vain kolmen opintopisteen laajuinen opintojakso ja kestävyys puolestaan laaja ja kompleksinen käsite. Myös käsitteellinen muutos on hidas prosessi, joka ei tapahdu yhdessä yössä, kuten Vosniadou (2013) asian ilmaisee. Havaitut muutokset olivat kuitenkin yleisesti ottaen positiivisia, ja käsitteellisestä muutoksestakin oli viitteitä.

Useammasta alku- ja loppumittauksen vastausparista saattoi tehdä johtopäätöksen, ettei opiskelija jaksanut enää panostaa kurssin lopputestiin samalla tavalla kuin alku-testiin. Tämä vastausväsymys (eng. *respondent fatigue*) on tunnettu ilmiö, ja saattoi osaltaan selittää laskeneita pisteitä yksittäisillä opiskelijoilla (Ben-Nun, 2018). Alku- ja lopputestien vastauksia ei myöskään arvioitu kurssilla, mikä saattoi laskea opiskelijan motivaatiota vastata kattavasti kysymyksiin. Lisäksi kapea-alaisten käsitysten osalta pieni kokonaismäärä oli haasteellista erityisesti tieteenalakohtaisen tarkastelun osalta.

Kestävyuden käsitteen ja siihen liittyvien elementtien eri tulkinnat kirjallisuudessa loivat myös haasteen tutkimuksen luotettavuuden osalta. On esimerkiksi hyvin mahdollista, että toinen tutkija olisi valinnut tarkasteltuihin kestävyyskäsitteen alakohtiin eri sisältöjä ja/tai antanut niille eri painotuksia. Tässä tutkimuksessa kuitenkin pyrittiin kirjallisuuden avulla perustellen valitsemaan keskeisimmät ja yleisesti hyväksytyimmät tulkinnat. Myös käsitteellisen muutoksen teoriaan liittyi sama haaste monitulkintaisuudesta.

Lisäksi yksi keskeinen haaste käsitteellisen muutoksen tutkimiselle Kestävyyskurssin kontekstissa oli se, että käsitteellistä muutosta on tutkittu enimmäkseen luonnontieteiden saralla. Ihmistieteissä vaihtoehtoiset tulkinnat teoriasta ja ”väärän” tiedon erilainen luonne luovat haasteen käsitteellisen muutoksen soveltamiselle sellaisenaan (Lundholm & Davies, 2013). Toisaalta kuten tämäkin tutkimus on osaltaan osoittanut,

käsitteellisen muutoksen teoriolla on potentiaalia myös muualla kuin luonnontieteissä tapahtuvan oppimisen tutkimiseen.

Käsitteellisen muutoksen teoria myös rajasi osin sisältöjä, joita vastauksista etsittiin, sillä pyrkimys oli rajata tarkastelu mahdollisimman tarkasti ”käsityksiin”. Näin ollen esimerkiksi kestävyyskompetensseista arvoihin ja eettisyyteen (normatiivinen kompetenssi) tai vuorovaikutustaitoihin keskittyviä kompetensseja ei tutkittu (Wiek ym., 2011). Tältä osin tutkimusdata tarjoaisi mahdollisuuden laajentaa Kestävyyskurssilla tapahtuneen muutoksen tutkimisen myös arvoihin ja asenteisiin. Erityisen mielenkiintoista, joskin haasteellista, olisi tutkia toiminnan tasolla tapahtuneita muutoksia.

Tässä tutkimuksessa toteutetun tieteenalaryhmäkohtaisen tarkastelun merkityksen voisi myös kyseenalaistaa, mutta käsitteellisen muutoksen kontekstissa tälle oli perustelunsa (kts. 6.2). Lisäksi Kestävyyskurssin kehittämisen näkökulmasta oli mielekästä ymmärtää eri oppijoiden lähtötasoa ja oppimisprosessia. Havaittujen erojen pohjalta olisikin mielenkiintoista tutkia tarkemmin, mistä kyseiset erot johtuivat.

Aineiston luokittelun ja siten tulosten luotettavuutta olisi voinut parantaa niin kutsutun yksimielisyyškertoimen avulla, joka lasketaan kahden tutkijan luokitteluja vertaamalla (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Tämä olisi kuitenkin vaatinut huomattavaa työmäärää ja perehtymistä ulkopuoliselta luokittelijalta. Lisäksi täytyy huomioida, että tutkimusasetelma oli kvasikokeellinen, eikä havaitut muutokset alku- ja loppumittausten välillä johduneet välttämättä vain Kestävyyskurssista.

7 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millä tavalla yliopisto-opiskelijoiden käsitykset kestävyydestä ja siihen liittyvistä teemoista muuttuivat Helsingin yliopiston järjestämällä kaikille koulutusohjelmille yhteisellä Kestävyyskurssilla (SUST-001). Tutkimus siis antoi osaltaan tärkeää tietoa siitä, miten Kestävyyskurssi onnistui. Tarkastelun teoreettisena viitekehysenä toimi käsitteellisen muutoksen tutkimus.

Tutkimuksessa havaittiin, että Kestävyyskurssin aikana opiskelijoiden käsitys kestävyydestä ja siihen liittyvistä teemoista lisääntyi. Samoin kapea-alaisissa käsityksissä tapahtuneet muutokset antoivat viitteitä käsitteellisen muutoksen tapahtumisesta. Kestävyyskurssin voi siis nähdä onnistuneesti vastanneen tarpeeseen toteuttaa kestävyyskoulutusta osana korkeakoulujen opetusta.

On kuitenkin tärkeä pitää mielessä, että Kestävyyskurssi on vain yksi osa kestävyiden koulutusta yliopistossa, ja koulutus vain yksi askel kohti kestävyttä. Kestävyysmurroksen ytimessä onkin kaikki yhteiskunnan järjestelmät läpäisevä muutos. Koulutuksen osalta tämä tarkoittaa esimerkiksi huolehtimista siitä, ettei kestävyiden koulutus jää vain yhden kurssin harteille, vaan kestävyys integroidaan osaksi kaikkea koulutusta. Lisäksi on erittäin tärkeää tutkia tämän integraation onnistumista ja kestävyyskoulutukselle asetettujen tavoitteiden toteutumista jatkossakin.

8 Kiitokset

Suuret kiitokset ohjaajilleni Ilona Södervikille ja Anna Uitolle asiantuntevasta opastuksesta ja lukuisista palavereista koko graduprosessin aikana. Lämmin kiitos myös Rami Ratviolle osallistumisesta tutkimuksen suunnitteluun ja avusta tutkimusdatan keräämisen kanssa. Lisäksi kiitän Hillaa oikoluvusta ja henkisestä tuesta sekä Heiniä yhteisistä gradun äärellä käytetyistä päivistä kirjastolla. Kiitos myös lukuisille muille ystäville, kämppekavereille ja perheenjäsenille osoittamastanne kiinnostuksesta ja tuesta.

9 Lähteet

- Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of constructivism and social constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*, 1(1), 9-16.
- Attfield, R. (2018). *Environmental ethics: a very short introduction*. Oxford University Press.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.
- Barry, J. (2006). Resistance is Fertile: From Environmental to Sustainability Citizenship. Teoksessa A. Dobson, & D. Bell (toim.), *Environmental Citizenship* (pp. 21-48). MIT Press.
- Ben-Nun, P. (2008). Respondent fatigue. Teoksessa P. J. Lavrakas (toim.), *Encyclopedia of survey research methods* (Vol. 2, pp. 742–743). SAGE Publications, Inc. <https://dx.doi.org/10.4135/9781412963947>
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp The European sustainability competence framework (No. JRC128040). Joint Research Centre (Seville site).
- Biglan, A. (1973). Relationships between subject matter characteristics and the structure and output of university departments. *Journal of applied psychology*, 57(3), 204. <https://doi.org/10.1037/h0034699>
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M., & Nussbaum, E. M. (2013). "Pluto has been a planet my whole life!" Emotions, attitudes, and conceptual change in elementary students' learning about Pluto's reclassification. *Research in Science Education*, 43, 529-550. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9274-x>
- Brundtland, G. H. (1987). Report of the World Commission on environment and development "our common future." United Nations.
- Chi, M. T. H., Chiu, M-H. & deLeeuw, N. (1991). Learning in a Non-Physical Science Domain: The Human Circulatory System. Pittsburgh Univ., PA. Learning Research and Development Center.
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. Teoksessa S. Vosniadou (toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., pp. 49–70). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203154472>
- Chi, M. T., Slotta, J. D. & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, 4(1), 27-43. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90017-5)
- Churchman, C. W. (1967). Guest editorial: Wicked problems. *Management Science*, 14(4): B141–B142.

- Colchester, J. (2019). Viheliäisten ongelmien ratkaiseminen systeemiajattelulla [blogikirjoitus]. Haettu 26.5.2022 osoitteesta <https://www.sitra.fi/blogit/viheliaset-ongelmat-systeemiajattelu/>.
- Cristiano, S., Ulgiati, S. & Gonella, F. (2021). Systemic sustainability and resilience assessment of health systems, addressing global societal priorities: Learnings from a top nonprofit hospital in a bioclimatic building in Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110765. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110765>
- Diesendorf, M. (2000). Sustainability and sustainable development. Teoksessa *Sustainability: The corporate challenge of the 21st century*, 2, 19-37. Allen & Unwin.
- DiSessa, A. A. (2013). A Bird's-Eye View of the "Pieces" vs. "Coherence" Controversy (from the "Pieces" Side of the Fence). Teoksessa S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., pp. 43-60). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203154472>
- DiSessa, A. A. (2014). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. Teoksessa *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition*. UC Berkeley. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Duit, R., Treagustm D. & Widodo, A. (2013). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. Teoksessa S. Vosniadou (Toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., pp. 499-515). Routledge.
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. *Journal of social issues*, 56(3), 425-442.
- Fu, B., Wang, S., Zhang, J., Hou, Z., & Li, J. (2019). Unravelling the complexity in achieving the 17 sustainable-development goals. *National Science Review*, 6(3), 386-388. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwz038>
- Furman, E. , Siivonen., K., Linnanen, L., Halme, M., Jaakkola, J., Mönkkönen, M., Saari, J., Salonen., A. O., Toivonen, T., Tolvanen., A., Soini, K., Lyytimäki, J. & Schönach, P. (2020). Kuusi polkua kestävyteen: evästyksesi systeemisen kestävyysmurroksen edistämiseksi Suomessa. *Kestävyyspaneelin julkaisuja*, Nro 1/2020. Luonnonvarakeskus .
- Giddings, B., Hopwood, B. & O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development*, 10(4), 187-196. <https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V., & Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional

- interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 117-159.
- Head, B. W. (2008). Wicked problems in public policy. *Public policy*, 3(2), 101-118.
- Heikkurinen, P. (2014). Kestävyyden käsitteen ulottuvuudet. *Tieteessä tapahtuu*, 32(4). Haettu osoitteesta <https://journal.fi/tt/article/view/46149>
- Hermann, P., Waxman, S. R., & Mewdin, D. L. (2010). Anthropocentrism is not the first step in children's reasoning about the natural world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(22), 9979–9984. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004440107>
- Huttunen, S., & Rekola, A. (2021). Reilu siirtymä, ekologinen solidaarisuus ja kestävyysmurroksen mahdollisuus. *Alue ja Ympäristö*, 50(2), 154-164. <https://doi.org/10.30663/ay.109042>
- HYPE = Yliopistopedagogiikan keskus, Helsingin yliopisto. (2023). *Akateemisten asiantuntijataitojen kehittyminen maisteriopintojen aikana*. [Blogijulkaisu]. Haettu 24.04.2023 osoitteesta https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2023-03/hype_akateemiset_asiantuntijataidot_maisterimalli_v2.pdf
- Hölscher, K., Wittmayer, J. M., & Loorbach, D. (2018). Transition versus transformation: What's the difference? *Environmental innovation and societal transitions*, 27, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.10.007>
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kielitoimiston sanakirja. 2021. Helsinki: Kotimaisten kielten keskus. Haettu 20.11.2021 osoitteesta <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/kest%C3%A4%C3%A4?searchMode=all>
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (2nd ed.). The University of Chicago Press.
- Lozano, R. (2011). The state of sustainability reporting in universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/14676371111098311>
- Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozano, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(10), 1889. <https://doi.org/10.3390/su9101889>
- Lundholm, C., & Davies, P. (2013). Conceptual change in the social sciences. Teoksessa S. Vosniadou (toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., Issue 2013, pp. 11–30). Taylor & Francis.
- Lönngrén, J. & Svanström, M. (2016). Systems thinking for dealing with wicked sustainability problems: Beyond functionalist approaches. Teoksessa *New developments in engineering education for sustainable development* (pp. 151-160). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32933-8_14

- Maskiewicz, A. C., & Lineback, J. E. (2013). Misconceptions are “so yesterday!”. *CBE–LifeSciences Education*, 12(3), 352–356. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-01-0014>
- McKeown, R., Hopkins, C. A., Rizi, R. & Chrystalbridge, M. (2002). Education for sustainable development toolkit (p. 2002). Knoxville: Energy, Environment and Resources Center, University of Tennessee.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea green publishing.
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, 18(6), 493-520. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(98\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(98)00019-5)
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Messerli, P., Murniningtyas, E., Eloundou-Enyegue, P., Foli, E. G., Furman, E., Glassman, A., ... & van Ypersele, J. P. (2019). *Global sustainable development report 2019: the future is now—science for achieving sustainable development*. New York: United Nations
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2001). Assessing understanding in biology. *Journal of biological education*, 35(3), 118-124. <https://doi.org/10.1080/00219266.2001.9655759>
- Neumann, R. (2001). Disciplinary differences and university teaching. *Studies in higher education*, 26(2), 135-146. <https://doi.org/10.1080/03075070120052071>
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. New York, NY: Basic Books.
- Pietarinen, J. (1992). Ihmiskeskeinen ja luontokeskeinen ympäristöetiikka. Teoksessa: Anneli Kajanto (toim.): Ympäristökasvatus. Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen tutkimusseura. Jyväskylä. Ss. 33-45.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational research*, 63(2), 167-199. <https://doi.org/10.3102/00346543063002167>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Primmer, E., Furman, E. (2020). Mikä on tiedon ja tiedontuottajien rooli kestävyysmurroksessa? [Verkkójulkaisu]. Haettu 20.11.2021 osoitteesta [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Eeva-Primmer-ja-Eeva-Furman-Mika-on-tied\(59180\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Eeva-Primmer-ja-Eeva-Furman-Mika-on-tied(59180))
- Purvis, B., Mao, Y. & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*, 14(3), 681-695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>

- Puuska, H. M., & Miettinen, M. (2008). Julkaisukäytännöt eri tieteenaloilla. Opetus- ja kulttuuriministeriö.
- Roth, K. J. (1990). Developing meaningful conceptual understanding in science. Teoksessa *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, (pp. 139-175). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. & Woelm, F. (2021). *Sustainable Development Report 2021*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009106559>
- Salovaara, J. J., Pietikäinen, J. & Cantell, H. (2021). Perceptions of interconnected sustainability: Students' narratives bridging transition and education. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125336. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125336>
- Sarajärvi, A. & Tuomi, J. (2017). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi: Uudistettu laitos*. Tammi.
- Schultz, P. W. (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people, and the biosphere. *Journal of environmental psychology*, 21(4), 327-339. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0227>
- Scott, D., & Willits, F. K. (1994). Environmental attitudes and behavior: A Pennsylvania survey. *Environment and behavior*, 26(2), 239-260. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/001391659402600206>
- Stave, K. & Hopper, M. (2007). What constitutes systems thinking? A proposed taxonomy. Teoksessa *25th international conference of the system dynamics Society*. (Vol. 29).
- Stave, K., & Hopper, M. (2007). What constitutes systems thinking? A proposed taxonomy. In *25th international conference of the system dynamics Society* (Vol. 29).
- Sterling, S. (toim.). (2010). *Sustainability education: Perspectives and practice across higher education*. Taylor & Francis.
- Sterling, S. R. (2003). Whole systems thinking as a basis for paradigm change in education: Explorations in the context of sustainability.
- Stirling, A. (2015). Emancipating Transformations: From controlling 'the transition' to culturing plural radical progress 1. Teoksessa *The politics of green transformations* (pp. 54-67). Routledge.
- SVT = Suomen virallinen tilasto. (2021). Kasvihuonekaasut. Haettu 30.1.2023 osoitteesta <https://stat.fi/julkaisu/cktldez2q39g20c53gh3lp5jo>
- Thompson, S. C. G., & Barton, M. A. (1994). Ecocentric and anthropocentric attitudes toward the environment. *Journal of environmental Psychology*, 14(2), 149-157. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80168-9](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80168-9)
- Tieteen termipankki. (2023). Filosofia: käsite. Haettu 13.3.2023 osoitteesta <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:käsite>.

- UNESCO = United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2014). *UNESCO roadmap for implementing the global action programme on education for sustainable development*. Paris: UNESCO.
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. Teoksessa *Second international handbook of science education* (pp. 119-130). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_10
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change in learning and instruction: The framework theory approach Teoksessa S. Vosniadou (toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., Issue 2013, pp. 11–30). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203154472>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6, 203-218.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- Yhdistyneet Kansakunnat (2015). *Kestävän kehityksen tavoitteet*. Haettu 30.4.2023 osoitteesta <https://unric.org/fi/kestavan-kehityksen-tavoitteet>
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 351-361. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75414>