

<https://helda.helsinki.fi>

---

## Kestävän kehityksen kompetenssien ja opetuksen edistäminen kemian yliopistokoulutuksessa

Vuorio, Emmi

2021-10-29

---

Vuorio , E , Pernaa , J & Aksela , M 2021 , ' Kestävän kehityksen kompetenssien ja opetuksen edistäminen kemian yliopistokoulutuksessa ' , FMSERA Journal , Vuosikerta. 4 , pöy Nro 2 , Sivut 34 55 . < <https://journal.fi/fmsera/article/view/103291> >

---

<http://hdl.handle.net/10138/335948>

---

cc\_by\_sa  
publishedVersion

---

*Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.*

*This is an electronic reprint of the original article.*

*This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.*

*Please cite the original version.*

## KESTÄVÄN KEHITYKSEN KOMPETENSSIEN JA OPETUKSEN EDISTÄMINEN KEMIAN YLIOPISTOKOULUTUKSESSA

Emmi Vuorio, Johannes Pernaa & Maija Aksela

Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

*Kestäväen kehityksen yliopisto-opetuksen edistäminen on avain hyövään, kestävään tulevaisuuteen. Tässä artikkelissa esitellään laajemman kyselytutkimuksen kaksi tutkimuskysymystä: (i) Miten kestäväen kehityksen taitoja edistetään kemianalan yliopisto-opetuksessa? (ii) Millaisia opetusmenetelmiä kemian yliopisto-opetuksessa käytetään? Kontekstina on kasvihuonekaasut. Tutkimukseen osallistui 9 yliopistoa ja niistä 43 kemianalan opetushenkilökunnan jäsentä. Aineisto käsiteltiin sekä kvantitatiivisen analyysin, että kvalitatiivisen sisällönanalyysin keinoin. Taitojen oppimista pidettiin yleisesti tärkeänä. Kriittisen ajattelun taidon oppimista pyritään erityisesti edistämään opetuksessa. Vastajaat käyttivät monipuolisia opetusmenetelmiä, esimerkiksi kriittistä lukemista ja kirjoittamista ja ongelmalähtöistä oppimista. Kestäväen kehityksen kompetenssien edistäminen on tärkeä huomioida entistä paremmin kemian yliopisto-opetuksessa ja tarjota myös aiheeseen perehdyttävää koulutusta opetushenkilökunnalle. Jatkotutkimusta tarvitaan ainakin siitä, miten korkeakouluopettajia voidaan parhaiten tukea monipuolisten opetusmenetelmien hyödyntämisessä.*

### JOHDANTO

Kemianalan yliopistokoulutus on merkittävässä osassa kestäväen ja hiilineutraalin tulevaisuuden luomisessa. Erityisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä kemianalan osaajilla on merkittävä rooli. Merkittävimmit kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), dityppioksidi (N<sub>2</sub>O), CFC-yhdisteet sekä vesihöyry (Ilmatieteen laitos, 2021). Kasvihuonekaasut on valittu tutkimuksen aiheeksi, sillä ne ovat keskeinen tekijä ilmastonmuutoksessa, minkä takia niiden tulisi olla merkittävä osa myös ilmastokasvatusta. Kestäväen tulevaisuuden luomisessa ratkaisevassa osassa on muutos, jossa kasvihuonekaasujen vähentämisen osalta pyritään pois fossiilisiin raaka-aineisiin perustuvasta taloudesta ja energiasta sekä hiilen tehokkaampaan kierrättämiseen. Muutos vaatii suuria uudistuksia teollisuudessa kokonaisten arvoketjujen osalta, mikä käsittää yksittäisten hyödykkeitten kohdalla monia toimijoita, tuotantoprosesseja, kuljetuksia ja materiaalien kierrätystä (Introzzi & Roskoth, 2017). Siksi kemianalan yliopis-

tokoulutuksen on edistettävä asiantuntijuutta, joka koostuu muutoksen mahdollistavista avainkompetensseista. Suuri osa kemian tulevista asiantuntijoista toimii elinkeinoelämän palveluksessa. Myös tulevien opettajien on tärkeä osata edistää niitä relevantisti kemian opetuksessa.

Kestävän kehityksen avainkompetenssit koostuvat oikeanlaisen tiedon lisäksi myös taidoista ja asenteista (Baartman ym., 2007; Wiek ym., 2011). Niillä tarkoitetaan esimerkiksi systeemiajattelua, ennakoivaa ajattelua, normatiivista kompetenssia, strategista kompetenssia ja ihmissuhdekompetenssia (Wiek ym., 2011). Jotta tämä kestävän kehityksen tavoite voidaan saavuttaa, on opetuksen oltava linjassa tavoitteen kanssa. Tarvittavien taitojen oppiminen vaatii oppijakeskeistä, kollektiivista, praktista ja havaintojen kautta tapahtuvaa oppimista (Sterling, 2004).

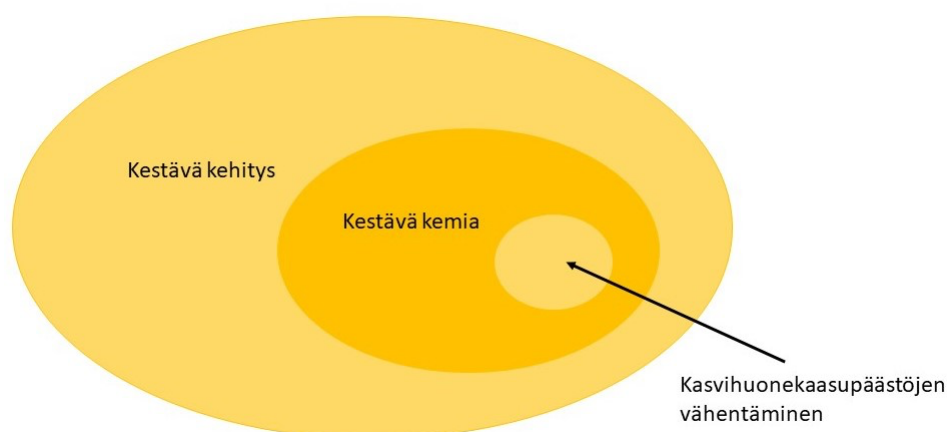
Yksi merkittävä ongelma kestävän kehityksen sisällyttämisessä yliopistojen opetusohjelmiin on se, että kestävällä kehityksellä ei ole selkeästi määriteltyä päämäärää, johon pyrkiä (Thomas, 2009; Wals & Jickling, 2002). Ei tiedetä, millainen kestävä tulevaisuus tarkalleen on. Thomas määrittelee kestävyuden pyrkimykseksi sovittaa yhteen vastakkaisia arvomaailmoja, eli ympäristö- ja talousarvoja, joiden välille yhteiskunta asettuu.

Kestävän kehityksen kompetenssien edistämiseksi kemian yliopisto-opetuksessa tarvitaan ymmärrystä opetuksen nykytilan mahdollisuuksista ja haasteista. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tukea aiheen opetusta kartoittamalla nykytilaa kahden tutkimuskysymyksen avulla: (i) *Miten kestäväön kehityksen taitoja edistetään kemianalan yliopisto-opetuksessa?* (ii) *Millaisia opetusmenetelmiä kemian yliopisto-opetuksessa käytetään?* Kemian aiheeksi on valittu kasvihuonepäästöjen vähentäminen, joka kemian kestävyyskasvatuksessa keskeinen ilmiö, ja josta on aikaisemmin tehty vain vähän empiiristä tutkimusta.

### **Kestävä kehitys, kestävä kemia ja niiden opetus**

Koska kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä käsittelevään opetukseen liittyvää tutkimusta kemian korkeakouluopetuksen osalta on tehty vähän, tutkimuksessa päädyttiin tarkastelemaan opetusta kestäväön kehityksen opetuksen kautta. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi kestäväön kehityksen keskeisistä tavoitteista.

Kestävä kehitys tarkoittaa toimintatapaa, jolla tyydytetään ihmiskunnan tämänhetkiset tarpeet vaarantamatta tulevaisuuden sukupolvien mahdollisuutta tehdä samoin (WCED, 1987). Kestävä kemia mielletään usein vihreän kemian synonyymiksi. Vihreä kemia kehitettiin 1990-luvulla Yhdysvalloissa, mutta Euroopassa samasta asiasta alettiin käyttää termiä kestävä kemia, jottei sanaa vihreä yhdistettäisi poliittiseen vasemmistoon liittyviin vihreisiin poliittisiin puolueisiin (Burmeister ym., 2012). Vihreä kemia perustuu systemaattiseen suunniteluun vihreän kemian 12 periaatteen mukaisesti, ja tavoite on kehittää mahdollisimman turvallisia aineita, synteesejä ja prosesseja, joissa kuluu mahdollisimman vähän raaka-aineita ja syntyy mahdollisimman vähän jätettä (Anastas, 1998).



Kuva 1: Kestävän kehityksen, kestävän kemian ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen keskinäinen suhde (Vuorio, 2020)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) määrittelee kestävän kemian tieteelliseksi käsitteeksi, joka pyrkii kehittämään luonnonvarojen tehokasta käyttöä ihmisten kemian tuotteiden ja palveluiden tarpeen tyydyttämiseen, käsittäen suunnittelun, tuotannon sekä tehokkaiden, tuottavien, turvallisten ja ympäristöystävällisempien, tuotteiden ja prosessien käytön. Kestävän kemian periaatteet myös kannustavat uusien innovaatioiden kehittämiseen kemikaalien, prosessien ja tuotantotapojen osalta kaikilla sektoreilla, lisäten suorituskykyä ja arvonalisäystä, siten että tavoitteet ihmisten terveydestä ja ympäristön hyvinvoinnista täyttyvät. (OECD, ei pvm.)

Kestävän kehityksen opetukseen viittaavaksi käsitteeksi on vakiintunut englanninkielinen education for sustainable development (ESD). Myös useita muita käsitteitä kestävän kehityksen opetukseen on ehdotettu. Esimerkiksi Sterling (2004) pitää käsitettä kestävä kasvatus (sustainable education, SE) kattavimpana, muut kestävän kehityksen opetuksen käsitteet sisäänsä sulkevana käsitteenä. Hänen mukaansa se on myös osuvampi, jos halutaan viitata perustavanlaatuisen muutoksen koulutuksen paradigmassa (Sterling, 2004).

Kestävän kehityksen yliopisto-opetuksen toteuttamiseen on useita näkökulmia. Esimerkiksi Sterling (2004) ja Thomas (2009) katsovat kestävän kehityksen mukaisen opetuksen edellyttävän perinpohjaista muutosta korkeakouluopetukseen. Thomas katsoo, että tieteenaloihin jakautunut opetus ei voi palvella kestävän kehityksen mukaista laaja-alaisen ongelmien ratkaisuun tähtäävää opetusta ja sekä Thomas että Sterling pitävät perinteistä opettajakeskeistä ja tietoa siirtävää opetusta tehottomina keinoina kestävän kehityksen aihepiirien opettamiseen.

Kestävän kehityksen tulisi olla mukana kaikissa Cambridgen yliopiston teknillisen laitoksen koulutusohjelmissa ja näkyä sekä erillisinä johdantokursseina, että olla mukana opetusohjelman muilla kursseilla (Fenner ym., 2005). Cotton'in ym. (2009) mukaan kokonaisvaltaisen muutoksen aikaan saaminen yliopisto-opetuksessa ei ole mahdollista lähitulevaisuudessa, minkä vuoksi tulisi keskittyä niin kutsuttuun toiseksi parhaaseen lähestymistapaan, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että yliopiston opetushenkilökunta tekee pieniä parannuksia opetukseensa

aina kun se on mahdollista. Heidän tutkimuksensa koski Plymounthin yliopiston luennoitsijoiden näkemyksiä kestävästä kehityksen opetuksen sisällyttämisestä heidän opetukseensa. Tutkimuksessa kartoitettiin myös haasteita, joita luennoitsijat kokivat kestävästä kehityksen sisällyttämisessä omille kursseilleen. Merkittävimmät haasteet olivat kestävästä kehityksen relevanttius opetettavalle tieteenalalla, joskin tämä oli hyvin riippuvainen luennoitsija omasta kiinnostuksesta. Tutkimuksessa todettiin, että kestävästä kehityksen aihepiireistä kiinnostunut luennoitsija koki aiheen relevantiksi omalla alallaan, vaikka yhteys ei olisi ollut ilmiselvää. Toiseksi haasteeksi tutkijat nimesivät sen, tulisiko kestävästä kehityksen aihepiirien lisäämisen opetukseen olla ylhäältä ohjattua. Kolmas ongelma oli kestävästä kehityksen mukaisten opetusmenetelmien ja perinteisten opetuksen välinen ristiriita. (Cotton ym., 2009.)

## TAUSTAA

### Kestävästä kehityksen avainkompetenssit

Kestävästä kehityksen edellyttämiä kompetensseja tai avainkompetensseja on pyritty luomaan kestävästä kehityksen edellyttämän osaamisen kokoamiseksi ja jäsentämiseksi. Ehkä tunnetuin on Wiekin ym., (2011) malli, joka käsittää viisi kestävästä kehityksen avainkompetenssia: systeemijattelu, ennakoiva ajattelu, normatiivinen kompetenssi, strateginen kompetenssi ja ihmishuokompetenssi. Kestävästä kehityksen kompetensseja ovat määritelleet ja listanneet myös (Rieckmann, 2012), (Lambrechts ym., 2013) sekä muun muassa edellä mainittujen pohjalta (Lozano ym., 2017). Lozano ryhmineen päätyivät 12 kestävästä kehityksen kompetenssiin: systeemijattelu; monitieteinen työskentely; ennakoiva ajattelu; oikeudenmukaisuus, vastuullisuus ja eettisyys; kriittinen ajattelu ja analysointikyky; ihmishuokompetenssi- ja yhteistyötaitot; empatiakyky ja kyky muuttaa näkökulmaa; kommunikointitaitot ja mediataitot; strateginen toiminta; henkilökohtainen osallistuminen (personal involvement); arviointi ja arvottaminen; kyky sieittää epävarmuutta ja monitulkintaisuutta.

Kompetenssille on alan kirjallisuudessa useita määritelmiä. Yhteistä useimmille määritelmiä on, että kompetenssi on yhdistelmä taitoja, tietoja ja asenteita, jotka mahdollistavat tietyn tehtävän suorittamisen tai ongelman ratkaisemisen (Baartman ym., 2007; Voogt & Roblin, 2012; Wiek ym., 2011). Kompetenssin oleellinen ominaisuus on myös se, ettei se ole tilannesidonnainen, vaan sen suoma kyky on sovellettavissa käsillä olevaan tilanteeseen (Kauertz ym., 2012). Wiek ym. (2011) kollegoineen katsoo, että kestävästä kehityksen edellyttämien avainkompetenssien määrittelemine on tärkeää, jotta oikeanlaista osaamista ja opetusta voidaan profiloida ja arvioida.

Brundiers ym., (2020) päivittivät Wiekin ja kollegoiden mallia ja pyrkivät tuomaan sitä lähemmäs kestävästä kehityksen kurssien suunnittelun todellisuutta. Tutkimuksessa hyödynnettiin delfoi-menetelmää, johon osallistui 14 kestävästä kehityksen opetuksen asiantuntijaa ympäri maailmaa. Asiantuntijat pitivät Wiekin ja kollegoiden mallia relevanttina, mutta ehdottivat muutamia muutoksia

malliin. Muutokset käsittivät kahden tai kolmen kompetenssin lisäämistä, normatiivisen kompetenssin asettamista ylätason kompetenssiksi ja suosittelivat muutamia konkreettisia oppimistavoitteita kestävän kehityksen opiskelijoille.

Alkuperäiseen malliin lisättäviä kompetensseja olivat kokonaisvaltainen ongelmanratkaisukompetenssi, joka käsittää useamman tai kaikkien mallin kompetenssien hyödyntämistä. Siihen kuuluu tarvittavien ongelmanratkaisutaitojen tunnistaminen ja hyödyntäminen. Toinen lisättävä kompetenssi oli itsetietoisuuden tai omien sisäisten tilojen tunnistamisen kyky (intrapersonal competence). Sen kuvaillaan tarkoittavan kykyä olla tietoinen omista tunteista, haluista, ajatuksista, käyttäytymisestä ja persoonallisuudesta sekä kykyä säädellä, motivoida ja kehittää itseään. Kolmas ehdotettu kompetenssi oli toimeenpanokompetenssi tai toimintakompetenssi, joka tarkoittaa kollektiivista kykyä panna suunnitelmat ja visiot käytäntöön sekä ymmärtää kestävän kehityksen projektien pitkäjänteisen ja iteratiivisen luonteen. (Brundiens ym., 2020)

Erittäin merkittävä havainto, jonka Brundiens (2020) ryhmineen teki, on se, että kestävän kehityksen kompetenssien oppiminen vaatii systemaattista keskittymistä kunkin kompetenssin käsitteistöön, menetelmiin ja taitoihin. Sen lisäksi kompetenssien oppimisessa tulisi opiskelijoiden lisäksi keskittyä opetushenkilökuntaan, jotta tietoisuus ja ymmärrys kompetensseista voidaan tuoda osaksi kestävän kehityksen yleissivistystä.

### **Kestävä kehitys ja tarvittavat taidot**

Kestävä kehityksen opetusta käsittelevässä kirjallisuudessa on keskitytty sisältöjä enemmän tarvittaviin taitoihin, kuten kriittiseen, systeemiseen ja reflektivaan ajatteluun; luovuuteen; itseorganisoitumiseen ja kykyyn tehdä päätöksiä epävarmoissa tilanteissa (Sterling, 2004). Lista on pitkä, sillä se sisältää taitoja, joita mahdollisimman osuvien tulevaisuuden skenaarioiden hahmottamisen ja oikeanlaisen muutoksen aikaansaamisen uskotaan vaativan. Edellä mainittujen lisäksi eniten korostetaan tieteiden välistä yhteistyökykyä, holistista ajattelua, yhteistyö- ja kommunikointitaitoja, ongelmanratkaisutaitoja sekä ennakoivaa ajattelua (Barth ym., 2007; Sipos, 2008; Crofton, 2000; de Haan, 2006; Rowe, 2007). UNESCO:n mukaan kestävän kehityksen edistämiseksi keskeisiä ovat myös arvot ja erilaisten arvomaailmojen ymmärtäminen sekä kyky elinikäiseen oppimiseen (UNESCO Education Sector, 2005).

Kestävän kehityksen edellyttämät taidot ovat osittain samoja kuin tulevaisuus- taidot (21st century skills), joiden katsotaan olevan välttämättömiä taitoja 2000-luvun työelämässä (Kivunja, 2014). Näille kahdelle jaottelulle yhteisiä oleellisia taitoja ovat kriittisen ajattelun taito, ongelmanratkaisukyky, kommunikaatiotaidot ja yhteistyötaidot, sekä luovan ajattelun taito. Kriittisen ajattelun taidon opettamista on pidetty jo 1980-luvulta lähtien korkeakouluopetuksen oleellisena osana (Halpern, 1999), ja se on todennäköisesti eniten tutkittu yksittäinen taito tai kompetenssi. Tästä huolimatta ajankohtainen on myös kysymys siitä, onko korkeakouluopettajilla riittävästi osaamista kriittisen ajattelun taidon opettamiseen (Janssen ym., 2019; Stedman & Adams, 2012).

Taulukko 1: Tutkimuksessa tutkitut taidot: Ne valittiin Wiekin ym. (2010) tutkimuksesta.

- 
1. aloitekyky
  2. taito yhteensovittaa erilaisia / vastakkaisia arvoja
  3. itsereflektiotaito
  4. keskustelutaidot
  5. taito ennakoivaan ajatteluun / taito hahmotella tulevaisuuden skenaarioita
  6. kyky sietää epävarmuutta
  7. kriittisen ajattelun taito
  8. luovuus
  9. muiden motivoiminen
  10. neuvottelutaidot
  11. osallistuvuus
  12. kyky tehdä poikkitieteellistä yhteistyötä
  13. riskien arviointikyky
  14. ryhmäytymistaito
  15. taito motivoida itseä
  16. taito olla johdettavana
  17. taito toimia johtajana
  18. taito suunnitella ja toteuttaa
  19. vastuullisuus
  20. yhteistyötaidot
- 

### **Kestävän kehityksen mukaiset opetusmenetelmät**

Kestävän kehityksen kompetensseja ja opetusmenetelmiä on tutkittu jonkin verran. Esimerkiksi Lozano ryhmineen (2017) analysoi 12 kestävän kehityksen kompetenssia ja opetusmenetelmää, sekä sitä, miten kyseiset opetusmenetelmät tukevat valittujen kompetenssien oppimista. He loivat matriisin siitä, miten hyvin valitut kestävän kehityksen opetusmenetelmät edistävät kompetenssien oppimista. Tässä tutkimuksessa on käytetty (Cotton & Winter, 2010) listaa (taulukko 2) kestävän kehityksen opetukseen soveltuvia opetusmenetelmiä. Sekä Lozanon ym. (2017) että Cottonin ja Winterin (2010) listassa olivat tapaustutkimus ja ongelmaperustainen oppiminen, mutta muuten heidän valitsemansa opetusmenetelmät poikkesivat toisistaan.

Taulukko 2: Kestävän kehityksen opetukseen soveltuvia opetusmenetelmiä (Cotton & Winter, 2010)

---

Roolileikki tai simulaatio	Auttaa oppijaa samaistumaan ja saamaan syvällistä ymmärrystä toisen henkilön perspektiivistä, eli erilaisista arvoista ja intresseistä.
Ryhmäkeskustelu	Ryhmäkeskustelun avulla voidaan tuoda esiin laajalti erilaisia näkemyksiä.
Stimuloiva aktiviteetti	Esimerkiksi kuvasarjojen, videoiden tai lehtiartikkeleiden katselu ja tutustuminen keskustelun tai pohdinnan herättämiseksi. Mahdollistaa useiden näkökulmien esiin tuomisen kriittisen analyysin kohteeksi.

Oman kehityksen suunnittelemisen Väittely	Oppija suunnittelee ja reflektoi omaa oppimistaan ohjautusti, esimerkiksi oppimispäiväkirjan avulla. Vaatii oppijalta tiedon hakua ja argumenttien muodostamista. Väittelyssä on mahdollista myös asettua erilaisten arvojen edustajien asemaan ja tarkastella asetelmaa monelta kantilta.
Tapaustutkimus	Todelliseen ongelmaan liittyvä projekti, esimerkiksi tutkimusprojekti tai tuotantoprosessin suunnittelu. Mahdollisesti suoritetaan yhteistyössä yrityksen kanssa. Antaa kokonaiskuvan asiasta, holistinen näkökulma. Mahdollista painottaa erilaisia taitoja, kuten itsereflektiota, tutkimusta, aktiivisuutta ja osallistumista. Mahdollisuus oppia erittäin monia taitoja riippuen tehtävän luonteesta.
Kriittinen lukeminen ja kirjoittaminen	Oppija oppii tunnistamaan erilaisia mahdollisia motivaatioita, joita kirjoittajalla on. Kehittää kriittistä ajattelua. Erilaisten näkökulmien kautta argumentointi auttaa hahmottamaan erilaisia arvomaailmoja ja jopa hahmottelemaan erilaisia tulevaisuuden näkymiä.
Ongelmaperustaista oppimista	Edellyttää ongelman määrittelyä ja tiedonhakua siihen liittyen, oppijat voivat muodostaa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ja vertailla mahdollisia ratkaisuja ja suunnitelmia niiden toteuttamiseksi. Suunnitelmat voidaan joissain tilanteissa myös toteuttaa. Työtä seuraa arviointi/itsearviointi ja reflektio. Työn luonteesta ja toteutuksesta riippuen voidaan kehittää potentiaalisesti kaikkia viittä eri avainkompetenssia.
Hyvän käytännön mallintaminen	Opettaja käyttäytyy mallikelpoisesti, kuten sammuttaa valot ym. Tässä yhteydessä ehkä enemmän voisi ajatella hyvien malliesimerkkien kertomista ja mahdollisesti oman tutkimuksen käyttämistä esimerkkinä, jos se sellaiseksi sopii. Tämä on lähinnä asenteisiin vaikuttamista.
Kriittinen tapaus	Opiskelijoille esitetään jokin kestävään kehitykseen liittyvä tilanne ja opiskelijoiden tulee pohtia: mitä he tekisivät, mitä heidän voisivat tehdä ja mitä heidän tulisi tehdä. Tämä tehtävä liittyy oman perspektiivin ja toiminnan merkitykseen ja sen moraaliseen ja eettiseen arviointiin.
Reflektoiva katsaus	Opiskelija pohtii omaa asemaansa ja uuden kestävään kehitykseen liittyvän tietonsa valossa. Näin hän voi lisätä ymmärrystä siitä, miten yksilön teot vaikuttavat kestävään tulevaisuuden rakentamiseen.
Kenttätutkimus	Yleensä ulkona järjestettävä omaan lähiympäristöön liittyvä tosielämän tutkimusprojekti. Auttaa opiskelijaa ymmärtämään kestävään kehityksen merkitystä lähiympäristössä ja myös eri toimijoiden sidonnaisryhmien perspektiivin kyseiseen ongelmaan.



Kyselytutkimuksessa käytettiin seuraavaa opetusmenetelmien kehystä, joka esitely taulukossa 3. Ne valittiin Cottonin ja Winterin (2010) suosittelemista opetusmenetelmistä.

### Taulukko 3: Tutkimuksessa käytetyt opetusmenetelmät

---

1. Esimerkki hyvästä käytännöstä, hyvänä esimerkkinä oleminen.
  2. Kriittinen lukeminen ja kirjoittaminen
  3. Käänteinen opetus (Opiskelijat tutustuvat ennen oppituntia opettavaan aiheeseen esimerkiksi videon ja tehtävien kautta.)
  4. Oman kehittymisen suunnitteleminen (Oppilas suunnittelee ja reflektoi omaa oppimistaan ohjatusti, esimerkiksi oppimispäiväkirjan avulla.)
  5. Ongelmalähtöinen oppiminen (Sisältää esimerkiksi ongelman määrittelyn ja tiedonhakua, ratkaisujen suunnittelua, vertailua sekä suunnitelmia niiden toteuttamiseksi ja mahdollisesti toteutus, arviointi tai itsearviointi)
  6. Roolileikki tai simulaatio (Roolileikissä voidaan esimerkiksi asettua vastakkaisia intressejä omaavan henkilön asemaan ja perehtyä hänen näkökulmaansa)
  7. Ryhmäkeskustelu kaikkien kurssille osallistujien kesken
  8. Ryhmäkeskustelu pienissä ryhmissä
  9. Stimuloiva aktiviteetti (esim. video, kuvasarja, lehti uutinen tms.)
  10. Tapaustutkimus (Tosielämän ongelmaan liittyvä projekti, esimerkiksi tutkimusprojekti tai tuotantoprosessin suunnittelu.)
  11. Väittely
- 

## TUTKIMUKSEN KUVAUS

### Osallistujat

Tässä tutkimuksessa tutkittava tapaus on Suomen yliopistojen kemianalan opetushenkilökunnan edustajat, jotka toimivat yhden tai useamman kemianalan koulutusohjelmaan kuuluvan kurssin vastuuolettajina. Tutkimuksessa heihin viitataan yliopiston opetushenkilökuntana tai vastaajina. Vastauksia saatiin yhteensä 43, joista 18 tuli luonnontieteellisistä yliopistoista ja 25 teknillisistä (ks. taulukko 4).

Tässä artikkelissa esitetty tutkimus on osa pro gradu -tutkielmaa (Vuorio, 2020), joka toteutettiin tilaustutkimuksena. Toimeksi antajana oli Kemianteollisuus ry.

### Aineistonkeruu

Tutkimusaineisto kerättiin verkkokyselylomakkeella anonyymisti. Se laadittiin aikaisemman tutkimustiedon pohjalta. Tutkimuksen aineistonkeruussa hyödynnettiin sekä määrällisiä että laadullisia osia, sillä tarkoituksena oli luoda laaja-alainen kuva tällä hetkellä vallitsevasta tilanteesta. Kyselyn suljettujen kysymysten perusteella pyritään tekemään yleistyksiä tutkitusta joukosta perustuen aiempaan teoriaan, mikä kuuluu kvantitatiivisen tutkimuksen tavoitteisiin (Hirsjärvi ym., 2004). Avoimilla kysymyksillä pyritään puolestaan saamaan syvällisempi käsitys yksittäisen vastaajan kokemuksesta ja näkemyksestä aiheeseen liittyen, jotka eivät välttämättä ole sidoksissa taustateoriaan.

Taulukko 4: Tutkimukseen osallistuneet yliopistot ja vastaajien määrät

Yliopisto	Vastaajien lukumäärä
Aalto-yliopisto	13
Helsingin yliopisto	5
Itä-Suomen yliopisto	3
Jyväskylän yliopisto	5
Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto	7
Oulun yliopisto	3
Tampereen yliopisto	2
Turun yliopisto	3
Åbo Akademi	2

Tutkimuksen tarkoitus on luoda melko laaja-alainen yleiskuva kemianalan yliopiston opetushenkilökunnan näkemyksistä. Siksi aineistonkeruun menetelmäksi valittiin strukturoitu menetelmä, joka pyrkii tavoittamaan mahdollisimman monta tutkittavan joukon edustajaa, eli nettikysely. Kysely välitettiin yhdeksän suomalaisen yliopiston kemianalan opettajille. Koska kyselyllä haluttiin selvittää kaikkien kemianalan opettajien käyttämiä opetusmetodeja ja suhtautumista taitojen ja arvojen opettamiseen, tutkimus pyrittiin välittämään kaikille kemianalan opettajille aihepiirin erityiskurssien opettajien sijasta. Kyselyssä ei kerätty vastaajien henkilötietoja.

Tutkimuskysely tehtiin Google Forms -alustalle, sillä se oli tutkijalle ennestään tuttu alusta. Kysely koostettiin suomeksi ja käännettiin englanniksi, jotta myös ei-suomenkieliset luennoitsijat saavat mahdollisuuden vastata. Kysely pyrittiin välittämään vastaajille tammikuun 2020 alusta yliopistojen opetuksesta vastaavien varadekaanien tai -johtajien välityksellä. Heille lähetettiin saatetekstin kanssa linkki tutkimuskyselyyn sähköpostina, jonka he voivat välittivät yliopistonsa kemianalan opetushenkilökunnalle. Koska kaikkiin varadekaaneihin tai -johtajiin ei saatu yhteyttä, osalle yliopistoista kemianalan opettajien nimet poimittiin opinto-oppaissa listattujen kurssien tiedoista ja heille lähetettiin edellä mainittu sähköpostiviesti. Vastauksia kerättiin tammikuun ajan.

Tutkimuskysely koostui sekä suljetuista että avoimista kysymyksistä. Avoimien kysymyksien etuna on, että vastaajat saavat ilmaista itseään omin sanoin. Niiden avulla on mahdollista havaita, mikä on vastaajan ajattelussa keskeistä, millaisen tunnereaktion aihe synnyttää vastaajassa ja tunnistamaan vastaajan viitekehkyksiä ja motivaatiotekijöitä. Lisäksi avoimet vastaukset voivat auttaa monivalinta-tehtäviin annettujen vastausten tulkintaa. Monivalintakysymysten etuja ovat puolestaan helppo vertailtavuus ja käsiteltävyys, ne antavat vastaajalle valmiita vaihtoehtoja, sen sijaan että vastaajan pitäisi itse keksiä ja nimetä vaihtoehdot, jolloin vastaaminen on helpompaa. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tutkimuksessa kehitetyn kyselyn suljetut kysymykset olivat välimatka-asteikollisia, dikotomisias tai järjestysasteikollisia. Tutkimuskyselyyn on mahdollista tustua tarkemmin osoitteesta: <https://forms.gle/UwBoTywpa6NG4zQM7>.

*Kestävän kehityksen taitojen opettamista käsittelevä aineisto*

Tutkimuskysymykseen 1, joka liittyy kemianalan yliopisto-opetushenkilökunnan näkemyksiin taitojen opettamisesta, kerättiin aineisto neljällä kysymyksellä, joista kolme on suljettuja ja yksi avoin. Ensimmäinen kysymys oli monivalintakysymys (kysymys 23), jolla kartoitetaan vastaajien suhtautumista lueteltujen taitojen (taulukko 1) oppimisen edistämiseen: "Pyrittekö asiasisältöjen lisäksi opettamaan/kehittämään jotakin seuraavista taidoista?" Asteikkona käytettiin laatuerasteikkaa, jossa on neljä vastausvaihtoehtoa: "En tiedä miten tämän taidon omaksumiseen voisi myötävaikuttaa.", "En kiinnitä tämän taidon oppimiseen huomiota.", "Uskon tämän taidon kehittyvän yleisesti yliopisto-opiskelussa." ja "Pyrin edistämään tämän taidon oppimista opetusmetodeillani." Vastaajan oli mahdollista valita vain yksi vaihtoehto. Kysytyt taidot valittiin Wiekin ym. (2010) tutkimuksesta.

Taitojen osalta haluttiin pääasiassa kartoittaa, millainen on vastaajien suhtautuminen taitojen oppimisen edistämiseen ja onko taitojen kehittyminen opetuksen yksi päämäärä. Wiekin ym. (2010) tutkimuksesta valittiin selkeät ja melko yksiselitteiset taidot, jotka ovat kemianalan koulutuksen kannalta relevantteja. Jotta kysely ei paisuisi liian laajaksi, pois jätettiin taitoja, joita voi pitää osittain päällekkäisinä, kuten ennakoiva ajattelu ja tulevaisuuden skenaarioiden hahmottamisen taito. Myös taidot, joiden ymmärtäminen vaatisi laajempia määrittelyjä, jätettiin pois, kuten holistinen tai systeeminen ajattelu. Kyselyssä kysytyt taidot on esitetty taulukossa, joka löytyy työn liitteistä (LIITE 1).

Osion toinen kysymys (kysymys 24) oli viisiportainen välimatka-asteikollinen kysymys, jossa kysyttiin kuinka tärkeänä vastaajat pitävät pyrkimystä kysymyksessä 23 lueteltujen taitojen kehittämiseen yliopisto-opetuksessa. Kolmannessa kysymyksessä (kysymys 25) kysyttiin, onko vastaajan mielestä mahdollista vaikuttaa kysymyksessä 23 lueteltujen taitojen kehittymiseen, vastausvaihtoehtoja on kolme: "kyllä", "ei" ja "jotakin mainituista voi, tosia ei". Osion viimeinen kysymys on puolestaan avoin ja sen tarkoitus on kartoittaa sitä, näkyykö pyrkimys taitojen oppimisen edistämiseen myös kurssiarvioinnissa.

*Kestävän kehityksen opetusmenetelmiä käsittelevä aineisto*

Tutkimuskysymykseen 2, jossa kartoitettiin vastaajien näkemyksiä opetusmenetelmistä, kerättiin aineisto kahdeksalla kysymyksellä (15–22): 4 on suljettuja ja 4 avoimia kysymyksiä. Kysymys 15 on monivalintakysymys, jossa vastaajat arvioivat miten paljon he käyttävät mainittuja opetusmenetelmiä. Asteikkona käytettiin viisiportaista järjestysasteikkaa 1–5: "En lainkaan", "Vähän", "Jonkin verran", "Paljon" ja "Hyvin paljon". Kysytyt menetelmät valittiin Cottonin ja Winterin (2010) suosittelamista opetusmenetelmistä (ks. taulukko 2). Taulukon opetusmenetelmistä jätettiin pois kriittinen tapaus, refleктоiva katsaus sekä kenttätutkimus. Kriittinen tapaus ja refleктоiva katsaus jätettiin pois, sillä niiden katsottiin liittyvän heikosti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyviin aiheisiin kemianalan ammattilaisen näkökulmasta. Kenttätutkimuksen puolestaan katsottiin olevan liian samankaltainen tapaustutkimuksen tai ongelmalähtöisen oppimisen menetelmien kanssa, jolloin sen mukana olo olisi turhaan hankaloit-

tanut vastaamista. Ryhmäkeskustelu jaettiin pienryhmissä tai koko kurssin kesken käytävään keskusteluun ja lisäksi mukaan otettiin käännteinen opetus (tai käännteinen luokkahuone) -opetusmenetelmä.

Kysymykset 16–18 ovat avoimia. Niillä kartoitetaan, mitä opetusmenetelmää vastaajat käyttävät eniten (kysymys 16), mitä opetusmenetelmää he käyttäisivät tai käyttävät mieluiten (kysymys 17) sekä millaisia käytännön ongelmia he kokevat opetusmenetelmien valintaan liittyvän (kysymys 18). Näillä kysymyksillä oli tarkoitus kerätä tietoa siitä, millaisia opetusmenetelmiä kemian yliopisto-opetuksessa yleensä käytetään ja miten vastaajat opetusmenetelmät valitsevat.

Kysymykset 19, 20 ja 22 ovat monivalintoja, joilla mitataan poikkitieteellisen yhteistyön ja ulkopuolisten toimijoiden kanssa toteutetun yhteistyön esiintymistä sekä vastaajien kurseilla että heidän edustamissaan koulutusohjelmissä. Kysymys 21 on avoin ja koskee sitä, ovatko kysymyksessä 20. mainitut projektit suosittuja opiskelijoiden keskuudessa.

### **Aineiston analysointi**

Tuloksia käsiteltiin sekä kvantitatiivisen analyysin, että kvalitatiivisesti sisällönanalyysin keinoin. Kvantitatiivinen analyysi on toteutettu kuvailevan tilastollisen analyysin keinoin. Avoimien kysymysten vastauksista on tehty aineistolähtöinen sisällönanalyysi.

Välimatka-, järjestys- ja laatueroasteikollisista kysymyksistä luotiin pylväsdiagrammiesitykset. Opetusmenetelmien käyttöä kartoittavan järjestysasteikollisen kysymyksen (kysymys 15) viisiportaiset vastausvaihtoehdot muokattiin kolmiportaisiksi siten, että luokat 2 ja 3 sekä 4 ja 5 yhdistettiin. Taitojen oppimista edistämistä kartoittavan, laatueroasteikollinen kysymyksen (kysymys 23) vastaukset esitettiin sekä taitokohtaisena pylväsdiagrammina että kukin vastausvaihtoedon yhteenlasketut osuudet kaikkien taitojen osalta palkkikaaviona. Kysytyjen taitojen kehittymisen tärkeyttä yliopisto-opiskelussa kartoittavan kysymyksen 24 vastaukset on esitetty pylväskaaviona.

Analyysimenetelmäksi valittiin aineistolähtöinen analyysi, koska analyysiin soveltuvia aiemmin luotuja luokkia ei ollut olemassa. Avoimien kysymysten vastaukset analysoitiin ja vastaukset tyypiteltiin. Tulosten esittelyssä on ilmoitettu, kuinka monen vastaajan vastauksissa tietty vastaustyyppi esiintyi ja annettu kuvaava esimerkki kustakin vastaustyyppistä. Seuraavaksi esitellään esimerkki vastauksen tyypittelystä.

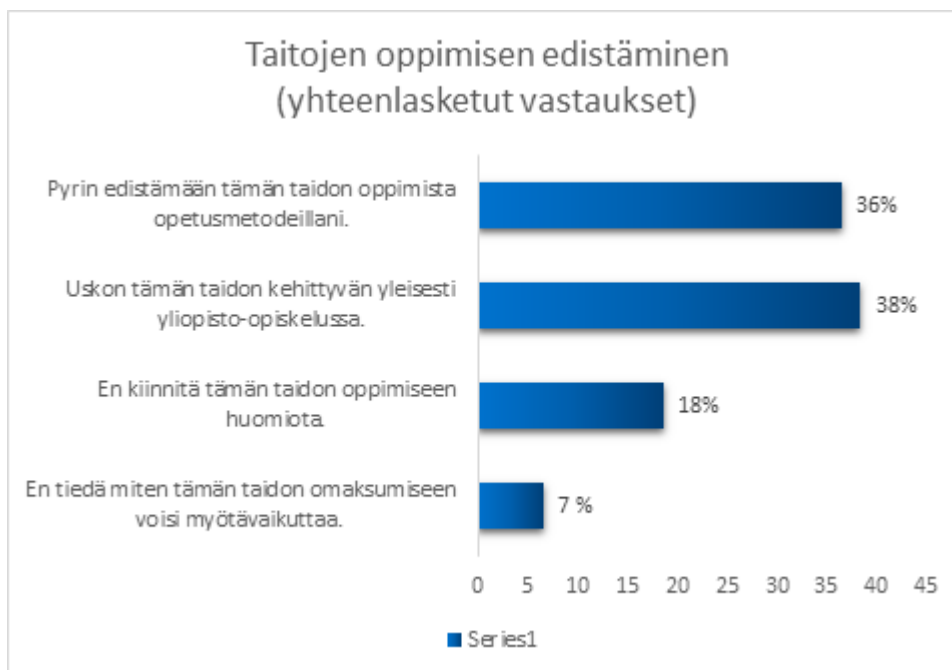
## **TULOKSET**

Tulokset esitellään tutkimuskysymyksittäin – ensin taitojen oppimisen edistäminen ja sitten käytetyt opetusmenetelmät.

### **Taitojen oppimisen edistäminen**

Taitojen oppimista yliopisto-opetuksessa pidettiin yleisesti tärkeänä. Useat vastaajat olettavat niiden kehittyvän itsestään yliopisto-opiskelun myötä.

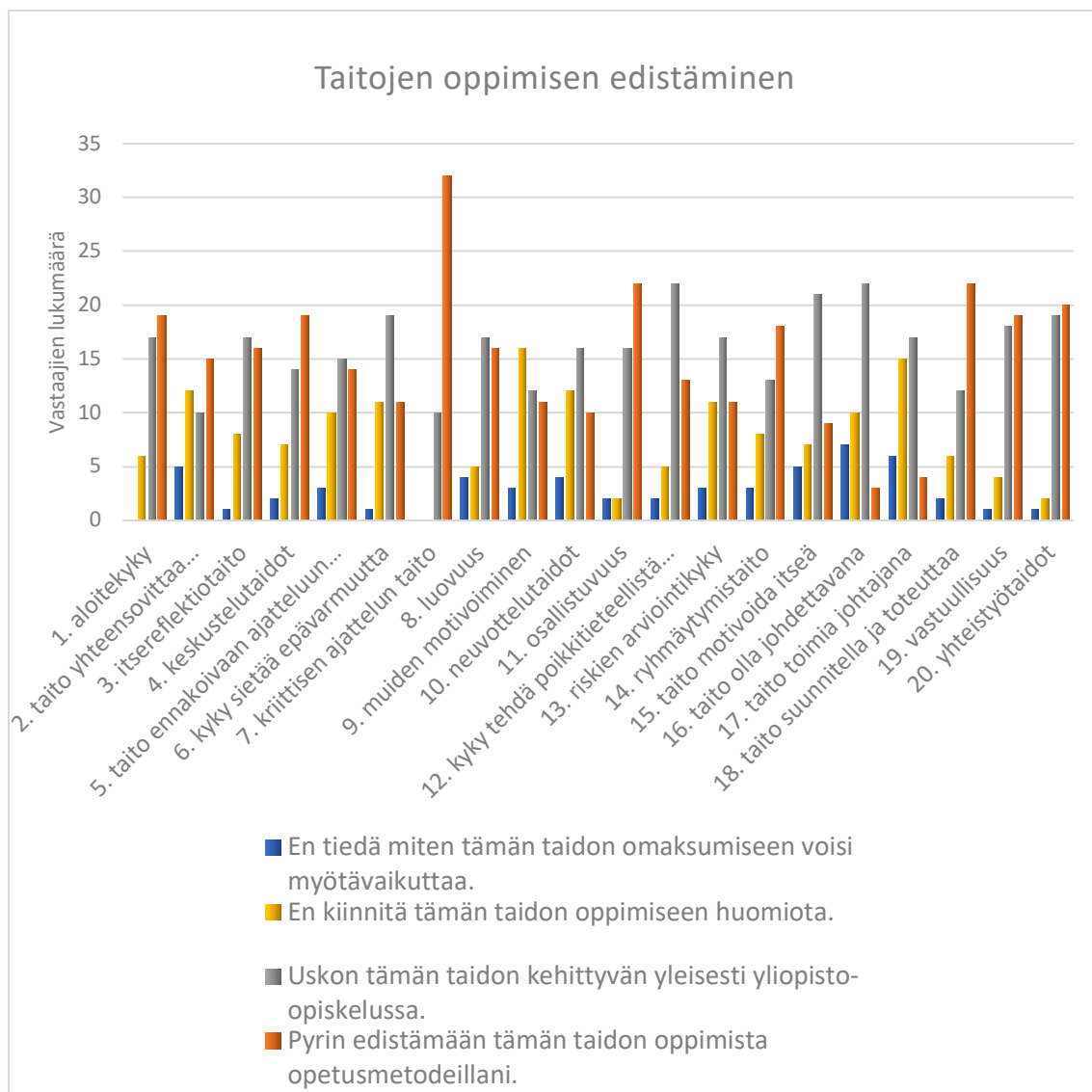
Suhtautumista taitojen oppimisen edistämiseen opetuksessa kartoitettiin suljetulla järjestysasteikollisella kysymyksellä (kysymys 23), jonka tulokset on esitetty yhteenlaskettuina kaaviossa 1. Listattujen taitojen osalta yleisin vastaus oli ”uskon tämän taidon kehittyvän yleisesti yliopisto-opinnoissa”, joskin se oli vain kahdella prosenttiyksiköllä yleisempi, kuin vastaus ”pyrin edistämään tämän taidon oppimista opetusmetodeillani”. Ero on siis käytännössä vähäinen. Vain pieni vähemmistö vastaajista ei tiennyt, miten kyseisten taitojen oppimista voisi myötävaikuttaa ja viidesosa vastaajista ei kiinnitä kyseisten taitojen oppimiseen huomiota opetuksessaan.



Kaavio 1: Yhteenlasketut tulokset kysymykseen ”Pyrittekö asiasisältöjen lisäksi opettamaan /kehittämään jotakin seuraavista taidoista?” N = 42

Yhdeksän taidon osalta suurin osa vastaajista pyrkii aktiivisesti edistämään taidon oppimista opetuksessaan. Näistä yhdeksästä selvästi kaikkein yleisin oli kriittisen ajattelun taito. Kuitenkin kymmenen taidon kohdalla suurin osa vastaajista katsoo taidon kehittyvän itsestään yliopisto-opinnoissa ja vain yhden taidon kohdalla yleisintä oli, ettei vastaaja kiinnitä taidon oppimiseen huomiota. Vaikeimmiksi koettiin taitojen johdettavan olemisen ja toimia johtajana oppimiseen myötävaikuttaminen, mutta näidenkin taitojen kohdalla yleisintä oli, että vastaaja kokee taidon kehittyvän itsestään. Vain kaksi vastaajaa ei pyrkinyt edistämään minkään mainitun taidon oppimista opetusmenetelmillään. Kaikki vastaukset kysymykseen on esitetty kaaviossa 2.

Suljetuilla kysymyksillä 24 ja 25 kysyttiin kuinka tärkeänä vastaajat pitävät pyrkimystä kehittää edeltävässä kysymyksessä (23) lueteltuja taitoja yliopisto-opetuksessa ja pitävätkö vastaajat näiden taitojen kehittymiseen myötävaikuttamista mahdollisena. Lopuksi kysyttiin avoimella kysymyksellä (26), ottavatko vastaajat yhden tai useamman taidon huomioon kurssiarvioinnissaan.

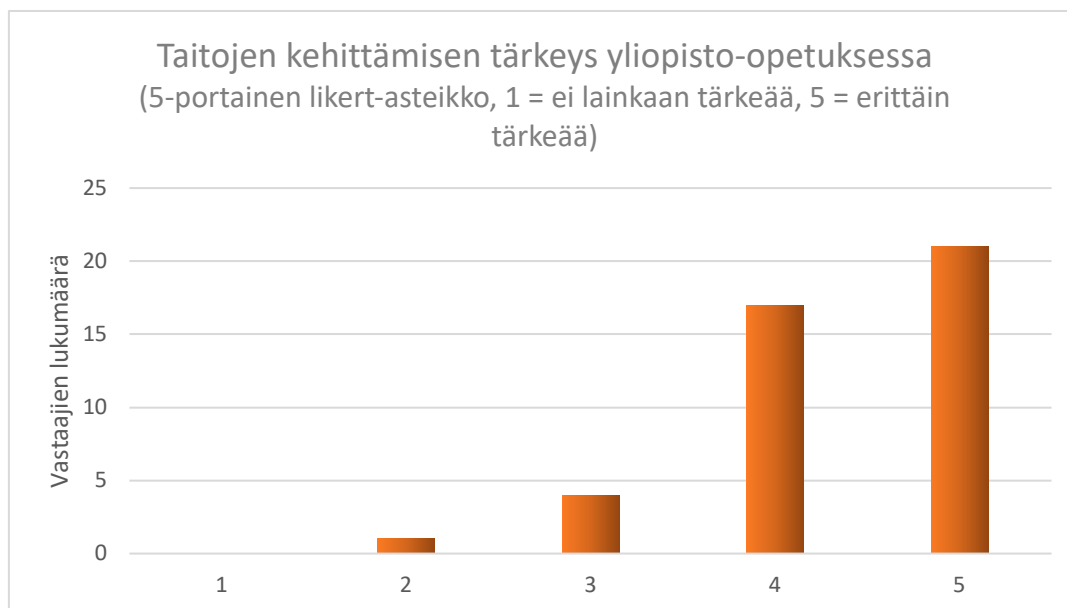


Kaavio 2: Tulokset kysymykseen ”Pyrittekö asiasältöjen lisäksi opettamaan/kehittämään jotakin seuraavista taidoista?” Y-akselilla kuvattu vastausten lukumäärä. N = 42

Kaaviosta 3 havaitaan, että valtaosa vastaajista pitää taitojen opettamista tärkeänä (kysymys 24). Yli puolet vastaajista piti oppimiseen myötävaikuttamista mahdollisena kaikkien listattujen taitojen (kysymys 23) osalta, ja loput osan taidoista osalta (kysymys 25). Kurssiarvioinnissa iso osa vastaajista ottaa huomioon useamman kuin yhden taidon mutta noin neljännes vastaajista ilmoittaa mittaavansa pelkkää asiaosaamista ja lähes viidennes jätti vastaamatta kysymykseen. Loput nimesivät yhden taidon, jota pyrkivät mittaamaan kurssiarvioinnissaan.

### Opetusmenetelmien käyttö

Opetusmenetelmien käyttöä kysyttiin järjestysasteikollisella kysymyksellä 15, jossa kartoitettiin kuinka paljon vastaajat käyttävät tutkimuskyselyyn valittuja (taulukko 3) opetusmenetelmiä. Vastaukset on esitetty kaaviossa 4, josta voidaan havaita, että suuri osa vastaajista käyttää melko monipuolisesti eri opetusmenetelmiä.



Kaavio 3: Tulokset kysymykseen ”Kuinka tärkeää mielestänne on pyrkiä kehittämään opiskelijoiden kysymyksessä 23 mainittuja taitoja yliopisto-opetuksessa?” Y-akselilla kuvattu vastausten lukumäärä. N = 43

On selvästi nähtävissä, että roolileikkiä ja väittelyä käytetään kaikkein vähiten. Suosituimpia ovat hyvänä esimerkkinä oleminen sekä kriittinen lukeminen ja kirjoittaminen. Lisäksi ongelmalähtöistä oppimista, stimuloivaa aktiviteettia ja tapaustutkimusta melko suuri joukko vastaajista käyttää paljon tai hyvin paljon.

Kolmella avoimella kysymyksellä kartoitettiin, mitä opetusmenetelmää tai -menetelmiä vastaajat käyttävät eniten (kysymys 16), mitä opetusmenetelmää he käyttäisivät tai käyttävät mieluiten (kysymys 17) ja mitä ongelmia he kokevat opetusmenetelmien valintaan liittyvän (kysymys 18).

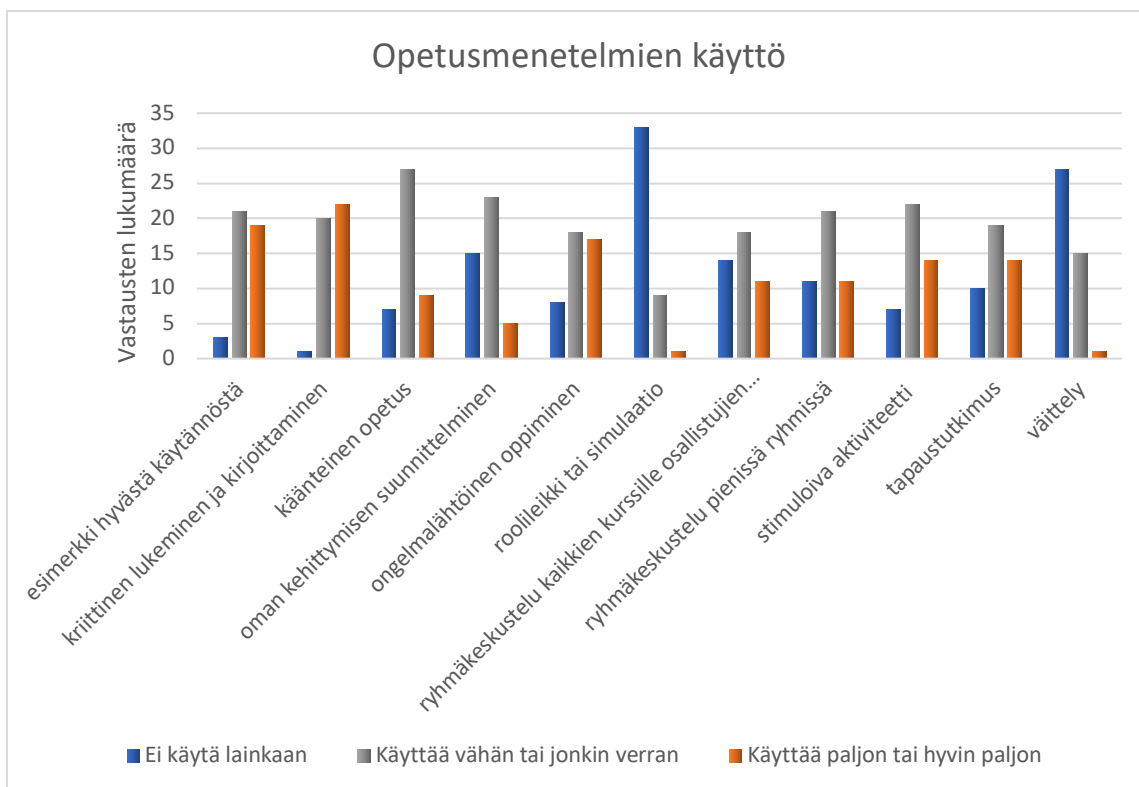
Seuraavaksi on esitelty vastauksia kysymykseen 16, johon saatiin 41 vastausta. Vastauksista esiintyy opetusmenetelmiä, jotka vastaajat ovat nimenneet eri tavoin, kuin kyselyllä luetellut menetelmät, tai laajempia yläkäsitteitä, kuten projektityöt, jotka kattavat mahdollisesti joukon erilaisia opetusmenetelmiä. Vastauksen luokittelussa on otettu kaikki vastaukset huomioon. Suurin osa ( $f = 27$ , 66 %) ilmoitti yhtenä eniten käyttämistään opetusmenetelmistä luennoinnin, mutta vain muutama ( $f = 4$ , 10 %) vastasi pelkästään luennoinnin yleisemmin käyttämäkseen opetusmenetelmäksi. Yleinen yhdistelmä oli luennointi ja harjoitukset ja/tai laboratoriotyöt ( $f = 12$ , 29 %), kuten vastaaja V35 ilmaisee.

V6: Perinteistä luennointia

V35: Luentoja, laskuharjoituksia ja laboratoriotöitä

Vastaajista 8 (20 %) ilmoitti ryhmätyöskentelyn käytetyimmäksi. Projektitöitä, ryhmätöitä ja esityksiä yhteensä käytti eniten opetuksessaan 15 (37 %) vastaajaa.

Keskustelua tai dialogia käytti 4 (10 %) vastaajaa. Vastaajista 5 (12 %) mainitsee aktivoivat menetelmät. Kun aktivointi ymmärretään toiminnaksi, joka aktivoi opiskelijoita luentojen aikana, eli ei siis harjoitustehtävien tai ryhmätöiden tekemistä, aktivoivia menetelmiä ilmoitti käyttävänsä opetuksessaan eniten 11 (27 %)



Kaavio 4: Vastaukset kysymykseen ”Kuinka paljon käytätte seuraavia opetusmenetelmiä kurssillanne/kursseillanne?” Y-akselilla kuvattu vastausten lukumäärä. N = 43

vastaajaa, kuten vastaajien 4 ja 9 vastauksista on havaittavissa. Myös keskustelut on laskettu luennolla aktivoivaksi menetelmäksi.

V4: Erilaisia materiaaleja ja niihin liittyviä aktivoivia kysymyksiä.

V9: Kontaktisessioissa opettajajohtoista opetusta ja luennolla tehtäviä välitehtäviä 20–30 min välein.

Yksi (2 %) vastaaja nosti esiin itse- ja vertaisarvioinnin. Oppijakeskeiset työtavat nousevat esiin 2 (5 %) vastaajan vastauksissa, kuten vastaaja 11 ilmaisee.

V11: Opiskelijat tekevät esityksiä joko annetuista tai heidän omista aiheistansa.

Vastaajista 4 (10 %) mainitsi opetusmenetelmän, joka on kestävän kehityksen oppimishanteen mukaisia tai kestävän kehityksen mukaisia taitoja tai kompetensseja kehittävä, mutta eivät ole mukana kysymyksen 15 listassa. Näistä esimerkeinä vastaajien 10 ja 36 vastaukset.

V10: Ryhmätyöskentelyä monialaisissa/monikulttuurisissa tiimeissä

V36: ... nykytilanne vs. tulevaisuuspohtinta.

Osa vastaajista ilmoitti käyttävänsä erittäin monipuolisia opetusmenetelmiä:

V32: Luento, vierailevan asiantuntijan luento, sähköiset kyselyt (Quiz), opiskelijoiden me-we-us – kriittinen lukeminen ja terminologiakuvausten tekemi-



nen (vuosien yli), laskutehtävät, tentti, tieteellisen artikkelin strukturoitu lukuharjoitus, ryhmäkirjallisuustyö, vierailu koulun ulkopuolella, jatkuva sähköinen arviointi tentin korvikkeena.

Kysymyksessä 17 kysyttiin mitä opetusmenetelmää vastaaja käyttää tai käyttäisi mieluiten. Kysymykseen vastasi 36 vastaajaa. Yhteensä 11 (31 %) vastaajaa mainitsi menetelmän, joka esiintyi kysymyksessä 15. Vastaajista 5 (14 %) merkitsi käänteinen opetus -menetelmän, kuten vastaaja 38 alla ilmaisee. Heistä kaksi eivät käytä sitä lainkaan opetuksessaan.

V38: Käänteistä opetusta (käyttää mieluiten). Pidän sitä hyvin tehokkaana.

Vastaajista 3 (8 %) mainitsi tapaustutkimuksen tai ongelmälähtöisen oppimisen. Keskustelun mainitsi 3 (8 %) vastaajaa. Itsearviointia haluaisi käyttää enemmän 1 (3 %) vastaaja.

Kysymyksessä 18 kysyttiin: mitä käytännön haasteita opetusmenetelmien valintaan liittyy. Kysymykseen vastasi 37 vastaajaa. Vastaajista 4 (11 %) ei kokenut opetusmenetelmien valintaan liittyvän käytännön haasteita. Eniten mainittuja olivat vähäiset resurssit ( $f = 13$ , 35 %), ajan puute ( $f = 11$ , 30 %) ja suuret ryhmäkoot ( $f = 9$ , 24 %). Tästä esimerkkinä vastaajan 3 kommentti:

V3: Käytännön toteutuksen muuttaminen/kehittäminen vie valtavasti työaika, jota ei ole. Isojen opiskelijamäärien kurseilla käytettävissä olevat opetusresurssit eivät riitä pienryhmäohjaukseen.

Seuraavaksi yleisin syy oli opiskelijoiden osaamisesta johtuvat syyt ( $f=7$ , 19 %). Lisäksi mainittiin opiskelijoiden liiallisen kuormittumisen ( $f=3$ , 8 %).

V8: Suomalaisten ohut osaamisen taso, ulkolaisten opiskelijoiden huono englannin osaaminen.

V9: Ensimmäisen vuoden kurseissa suuret opiskelijamäärät ja lyhyet periodit (6 viikkoa + arviointijakso), jännittyneet ensimmäisen vuoden opiskelijat, monipuolisemman palautteen antaminen. Massa-aloituksen seurauksena 2. vuosikurssin opiskelijoiden opittu haluttomuus muuhun kuin perinteiseen opetustapaan (osallistumattomuus opetukseen, kurssiin kuuluvien esitehtävien tai miniprojektien tekemättömyys), labrojen sisältyminen teoriakurssiin, jolloin opiskelijoiden kuormittavuus kasvaa helposti liian korkeaksi ylimääräisillä tehtävillä.

V38: Opiskelijoiden osallistamisen (opetusmetodien valintaan liittyvä haaste). Esimerkiksi käänteisen opetuksen haasteena on saada opiskelijat tekemään riittävästi töitä etukäteen. Ohjattu oppimispäiväkirja toimii, jos opiskelija kirjoittaa sitä säännöllisesti koko kurssin ajan.

Vastaajista kaksi mainitsi omat digitaidot ja yksi oman osaamisen yleensä, mikä on tulkittavaksi pedagogiseksi osaamiseksi.

Kysymykset 19, 20 ja 22 ovat suljettuja kysymyksiä, jossa kartoitetaan vastaajan kurseillaan teettämää poikkitieteellistä yhteistyötä, sekä vastaajan edustaman koulutusohjelman yhteistyötä ulkopuolisten tahojen ja muiden tieteenalojen

kanssa. Kysymys 21 on avoin ja koskee sitä, ovatko kysymyksessä 20. mainitut projektit suosittuja opiskelijoiden keskuudessa.

Kysymysten 19–22 osalta puolet opettajista ilmoitti teettävänsä opiskelijoillaan poikkitieteellisiä projekteja, ryhmitöitä tai vastaavaa. Vastausten perusteella suurimmassa osassa yliopistoissa järjestetään opettajan edustaman koulutusohjelman opiskelijoiden ja ulkopuolisten tahojen muuta yhteistyötä, kuin työharjoittelua, opinnäytetöiden ja vastaavien tekemistä. Vastaajien edustamien koulutusohjelmien ja muiden tieteenalojen välisiä projekteja yliopiston sisällä järjestetään vastausten perusteella vain kahdessa yliopistossa, joista molemmat ovat teknillisiä korkeakouluja.

## KESKUSTELU JA POHDINTA

Tämä tutkimus on osa laajempaa kestävän kehityksen ja kasvihuonekaasuihin liittyvien kompetenssien opettamista. Tämä julkaisu keskittyi lähinnä taitojen opetukseen käytännössä ja aiheen opetukseen liittyviin opetusmenetelmiin. Tulokset ovat suuntaa antavia, eivätkä yksittäisenä tutkimuksena vielä yleistettävissä. Tutkimus antaa kuitenkin osviittaa siitä, miten yliopistojen kemian opetushenkilökunta suhtautuu taitojen oppimisen edistämiseen ja monipuolisten opetusmenetelmien käyttöön.

Vastaajat pitivät taitojen oppimista yleisesti tärkeänä, mutta suurin osa heistä pyrki aktiivisesti edistämään vain kriittisen ajattelun taidon oppimista. Muiden taitojen osalta merkittävä osa vastaajista koki, että taidot kehittyvät itsestään yliopisto-opiskelun myötä. Brundiersin ym. (2020) mukaan niiden oppimista on pyrittävä systemaattisesti edistämään. Ne eivät kehity itsestään opetustilanteissa. Siksi olisi oleellista tarjota opetushenkilökunnalle kompetensseihin perehdyttävää koulutusta.

Merkittävä osa kemianalan opetushenkilökunnasta pyrkii käyttämään monipuolisempia opetusmenetelmiä, vaikka luennointi on edelleen yleisin opetusmenetelmä. Osa vastaajista piti perinteistä luennointia tehokkaimpana opetusmenetelmänä, erityisesti kun opittavaa on paljon ja aikaa rajallisesti. Monipuolisten opetusmenetelmien hyödyntämistä hankaloitti myös suuret ryhmäkoot ja opetushenkilökunnan ajan ja muiden resurssien puute. Lozanon ym. (2017) mukaan juuri monipuolisten opetusmenetelmien käyttö on oleellista. Luennointi ei ole huono opetusmenetelmä, vaikka sen ei nähdä edistävän kestävän kehityksen kompetenssien omaksumista. Luennoinnin ei kuitenkaan tulisi olla ainoa opetusmenetelmä, vaan yksi muiden joukossa.

Tämä tutkimus tavoitti pinnallisen kuvan yliopistojen kemian opetushenkilökunnan suhtautumisesta taitojen oppimisen edistämiseen, pedagogisista valinnoista sekä näihin vaikuttavista haasteista. Kiinnostava jatkotutkimuskohde olisi tarkempi kartoitus kemian korkeakouluopettajien valitsemista opetusmenetelmistä, opetukselle valituista tavoitteista ja opetuksen toteutuksesta. Myös mahdollisia tapoja tukea opettajia monipuolisempien opetusmenetelmien käytössä tulisi tutkia esimerkiksi interventiotutkimuksella.

Lozanon ym. (2017) ja Cottonin ja Winterin (2010) listaukset kestäväen kehityksen opetuksessa suositeltavista opetusmenetelmistä poikkeavat toisistaan merkittävästi. Tutkimusta kemian opetuksessa kestäväen kehityksen näkökulmasta suositeltavista opetusmenetelmistä tarvitaan lisää, mutta opetusmenetelmiä olisi tärkeä tarkastella myös kompetenssien oppimisen näkökulmasta. Kestäväen kehityksen kompetensseja ja opetusmenetelmiä on tähän asti tarkasteltu lähinnä erikseen.

Tärkeä jatkotutkimuksen kohde on myös se, miten yhteensovittaa kemian oppimista tukevat ja kompetenssien oppimista edistävät opetusmenetelmät. Kemialla on oppiaineena omat erityispiirteensä ja haasteensa. Kemian opetuksen kehittämisessä kompetenssien oppimista tukevaan suuntaan on kemian sisältöjen ja taitojen oppimisen tukeminen pidettävä prioriteettina.

Kestäväen kehityksen kompetensseja ei ole tutkittu systemaattisesti kemian näkökulmasta. Kemian alalle oleellisten kestäväen kehityksen kompetenssien määrittäminen helpottaisi kestäväen kehityksen mukaisen opetuksen suunnittelua ja arviointia, kuten Wiek ym. (2011) painottavat ja selkeyttäisi opetuksen tavoitteita kestäväen kehityksen osalta.

Toisaalta kestäväen kehityksen voitaisiin katsoa olevan merkittävä näkökulma koulutuksen kokonaisvaltaisten kompetenssien määrittämisessä. Wiek ym. (2011) katsovat esimerkiksi kriittisen ajattelun olevan tärkeä yleis- tai peruskompetenssi, joka on tärkeä huomioida kaikessa koulutuksessa, mutta eivät sisällyttäneet sitä malliinsa kestäväen kehityksen avainkompetensseista. Vastaavanlaisia peruskompetensseja saattavat olla myös Brundiers ym. (2020) tutkimuksessa esiin noussut itsetietoisuuden tai omien sisäisten tilojen tunnistamisen kyky (intrapersonal competence). Kemian korkeakouluopetusta saattaisi parhaiten palvella malli kemian alan avainkompetensseista, jossa kestävyysnäkökulma on vahvasti huomioitu.

## TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS JA ARVIOINTI

Tutkimuskyselyn validiteettia lisättiin, luomalla kysely aiemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta, testaamalla se tutkimusryhmässä ja antamalla se yhteistyökumppanin edustajan arvioitavaksi. Tutkimusryhmään kuuluva, yliopistossa kemian opetuksen kursseja opettava henkilö testasi tutkimuslomakkeen ja antoi siitä palautetta. Palautteen pohjalta kyselyyn tehtiin pieniä korjauksia. Varsinaista esitestausta lomakkeelle ei tehty, johtuen suhteellisen pienestä kohderyhmästä.

Kysely pyrittiin lähettämään kaikille kemian yliopistossa opettaville varajohtajien tai -dekaanien välityksellä. Vastauksia saatiin oletettua enemmän, mutta vastausprosenttia ei tunneta, sillä kohderyhmän tarkka koko ei ole tiedossa. Kohderyhmä on myös todellisuudessa vaikea määrittellä, sillä useat tekniikan alat on vaikea rajata tarkasti tietyn tieteenalan alle. On myös vaikea arvioida, kuinka edustava otos lopulta on, sillä ei ole kartoitusta siitä, kuinka monta sellaista kurssia todella on, jotka liittyvät tutkittuun aihepiiriin tai ovat aihepiirin erikoiskursseja. Teoriassa olisi mahdollista kartoittaa järjestettävät kurssit opetusohjelmista,

mutta tästä luovuttiin, sillä kurssien kuvauksien tarkkuus ja saatavuus vaihtelee eri yliopistojen ja tutkintolinjojen välillä huomattavasti.

Luotettavuutta on pyritty parantamaan kuvaamalla tarkasti, miten tutkimusaineisto on kerätty, millainen on tutkimuksen otos ja esittämällä raportoidessa selkeästi kyselylomakkeen ja raportin välinen yhteys. Kuvauksen pohjalta tutkimus voitaisiin toteuttaa uudelleen.

## LÄHTEET

- Anastas, P. T., kirjoittaja. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Baartman, L. K. J., Bastiaens, T. J., Kirschner, P. A., & van der Vleuten, C. P. M. (2007). Evaluating assessment quality in competence-based education: A qualitative comparison of two frameworks. *Educational Research Review*, 2(2), 114–129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.06.001>
- Barth, M., Godemann, J., Stoltenberg, U., & Marco, R. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., Dripps, W., Habron, G., Harré, N., Jarchow, M., Losch, K., Michel, J., Mochizuki, Y., Rieckmann, M., Parnell, R., Walker, P., & Zint, M. (2020). Key competencies in sustainability in higher education – Toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68. <https://doi.org/10.1039/C1RP90060A>
- Cotton, D., & Winter, J. (2010). 'It's Not Just Bits of Paper and Light Bulbs': A Review of Sustainability Pedagogies and Their Potential for Use in Higher Education. Teoksessa D. Selby, S. Sterling, & P. Jones, *Sustainability education: Perspectives and practice across higher education* (ss. 39–45). London : Earthscan 2010.
- Crofton, F. S. (2000). Educating for sustainability: Opportunities in undergraduate engineering. *Journal of Cleaner Production*, 8(5), 397–405. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00043-3)
- de Haan, G. (2006). The BLK '21' programme in Germany: A 'Gestaltungskompetenz'-based model for Education for Sustainable Development. *Environmental Education Research*, 12(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/13504620500526362>
- Fenner, R. A., Cruickshank H. J., & Ainger, C. M. (2005). Embedding sustainable development at Cambridge University Engineering Department. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(3), 229–241. <https://doi.org/10.1108/14676370510607205>

- Halpern, D. F. (1999). Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. *New directions for teaching and learning*, 1999(80), 69–74.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2004). *Tutki ja kirjoita* (10. osin uud. laitos). Tammi.
- Introzzi, G., & Rosskothén, M. (2017). *DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik*.
- Janssen, E. M., Mainhard, T., Buisman, R. S. M., Verkoeijen, P. P. J. L., Heijltjes, A. E. G., van Peppen, L. M., & van Gog, T. (2019). Training higher education teachers' critical thinking and attitudes towards teaching it. *Contemporary Educational Psychology*, 58, 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.03.007>
- Kauertz, A., Neumann, K., & Haertig, H. (2012). Competence in Science Education. Teoksessa B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Toim.), *Second International Handbook of Science Education* (ss. 711–721). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_47](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_47)
- Kivunja, C. (2014). Innovative Pedagogies in Higher Education to Become Effective Teachers of 21st Century Skills: Unpacking the Learning and Innovations Skills Domain of the New Learning Paradigm. *International Journal of Higher Education*, 3(4), p37. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v3n4p37>
- Lambrechts, W., Mulà, I., Ceulemans, K., Molderez, I., & Gaeremynck, V. (2013). The integration of competences for sustainable development in higher education: An analysis of bachelor programs in management. *Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) 2010*, 48, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.034>
- 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>
- OECD. (ei pvm.). *Sustainable Chemistry [verkkosivu]*. OECD.org. Noudettu 11. toukokuuta 2020, osoitteesta <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm>
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44(2), 127–135.
- Rowe, D. (2007). Education for a sustainable future. *Science*, 317(5836), 323–324.
- Sipos, Y. (2008). Achieving transformative sustainability learning: Engaging head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(1), 68–86. <https://doi.org/10.1108/14676370810842193>
- Stedman, N. L., & Adams, B. L. (2012). Identifying Faculty's Knowledge of Critical Thinking Concepts and Perceptions of Critical Thinking Instruction in Higher Education1. *Nacta Journal*, 56(2), 9.

- Sterling, S. (2004). An Analysis of the Development of Sustainability Education Internationally: Evolution, Interpretation and Transformative Potential. Teoksessa J. Blewitt & C. Cullingford, *The sustainability curriculum: The challenge for higher education* (ss. 43–60). Earthscan. <http://site.ebrary.com/id/10128892>
- Thomas, I. (2009). Critical Thinking, Transformative Learning, Sustainable Education, and Problem-Based Learning in Universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3), 245–264. <https://doi.org/10.1177/1541344610385753>
- UNESCO Education Sector. (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): International implementation scheme*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148654>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Vuorio, E. (2020). *Kohti kestäväää tulevaisuutta ja hiilineutraalisuutta: Kemian yliopisto-opetuksen nykytila ja kehittäminen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen osalta*. (pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto)
- Wals, A. E. J., & Jickling, B. (2002). “Sustainability” in higher education: From doublethink and newspeak to critical thinking and meaningful learning. *Higher Education Policy*, 15(2), 121–131. [https://doi.org/10.1016/S0952-8733\(02\)00003-X](https://doi.org/10.1016/S0952-8733(02)00003-X)
- WCED. (1987). *Our common future*. [WCED]. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>

LIITE 1: Taulukkoon on koottu kyselyssä esitetyt taidot. Taidot on poimittu Wienin ja kollegoiden (2011) artikkelista ja kuvaa sitä, mihin kompetenssiin kunkin taito artikkelissa on liitetty. Ensimmäisessä sarakkeeseen on merkitty mihin kompetenssiin tai kompetensseihin tutkijaryhmä on taidon liittänyt ja toisessa sarakkeessa on esitetty kyseinen taito.

Kompetenssi	Taito
strateginen kompetenssi	aloitekyky
normatiivinen kompetenssi	taito yhteensovittaa erilaisia/vastakkaisia arvoja
strateginen kompetenssi	itsereflektiotaito
ihmissuhdekompetenssi, peruskompetenssi	keskustelutaidot
ennakoivan ajattelun kompetenssi	taito ennakoivaan ajatteluun / taito hahmotella tulevaisuuden skenaarioita
ennakoivan ajattelun kompetenssi	kyky sietää epävarmuutta
peruskompetenssi	kriittisen ajattelun taito
ennakoivan ajattelun taito	luovuus
ihmissuhdekompetenssi	muiden motivoiminen
ihmissuhdekompetenssi, normatiivinen kompetenssi	neuvottelutaidot
peruskompetenssi	osallistuvuus
ihmissuhdekompetenssi	kyky tehdä poikkitieteellistä yhteistyötä
normatiivinen kompetenssi	riskien arviointikyky
ihmissuhdekompetenssi	ryhmytymistaito
strateginen kompetenssi, peruskompetenssi	taito motivoida itseä
ihmissuhdekompetenssi	taito olla johdettavana
ihmissuhdekompetenssi	taito toimia johtajana
strateginen kompetenssi	taito suunnitella ja toteuttaa
normatiivinen kompetenssi	vastuullisuus
ihmissuhdekompetenssi	yhteistyötaidot