

# Holistinen ja tutkimuksellinen kestävän kemian opetus

Marianne Juntunen

*Kemian alan ja opetuksen tärkein tehtävä on edistää kestävästä kehitystä. Tässä artikkelissa käsitellään keskeisiä näkökulmia kestävän kemian opetuksessa. Artikkelin pohjautuu väitöskirjoihin, jossa lähtökohdaksi oli tietä, että kohtaamme viimeistään lähitulevaisuudessa suuria haasteita maapallon elinkelpoisuuden, terveytemme ja rauhan suhteen. Oppilaamme ovat tulevia kansalaisia näiden haasteiden ennaltaehkäisemisessä ja ratkaisemisessa. Kemian opetus voi vahvistaa tarvittavia kansalaistaitoja, sillä kemia tieteenalana on suuressa roolissa maailman kehityksessä. Ympäristötietoisuuden kemian opettajien ohella tarvitaan kestävästä kehityksestä sitoutuneita kemistejä. Kestävästä kehityksestä ja eettisestä vastuullisuudesta kasvatamista painotetaan laajasti - opetussuunnitelmien perusteissa, kansallisissa ja kansainvälisissä opetusalan strategioissa, kemian opetuksen tutkimuskirjallisuudessa ja kemianteollisuudessa. Ongelmana on, että kestävän kehityksen aiheiden käsittely kokonaisvaltaisesti ja tutkimuksellisesti on kemian opetuksessa yhä suppeaa. Artikkelissa tuodaan esimerkkejä aiheen käsittelyyn kemian opetuksessa.*

Kemian alalla kestävä kehitys koskee erityisesti tuotteiden elinkaaria ja vihreää kemiaa (Anastas & Kirchhoff, 2002; Nair, 1998). Vihreässä kemiassa tuotteen elinkaarissa vaikuttavat molekyylit ovat sellaisia, että ne kuluttavat vähän energiaa ja resursseja, ovat myrkyttömiä käyttää, niitä voidaan kierrättää ja lopulta ne hajoavat luonnossa turvallisesti. Tämä koskee jokaista tuotetta, ainetta tai materiaalia ympärillä. Elinkaariajattelu ja vihreä kemia ovat keskeinen tekijä maapallon elinkelpoisuuden ja ekologisen vakauden vaalimisessa (Rockström et al., 2009).

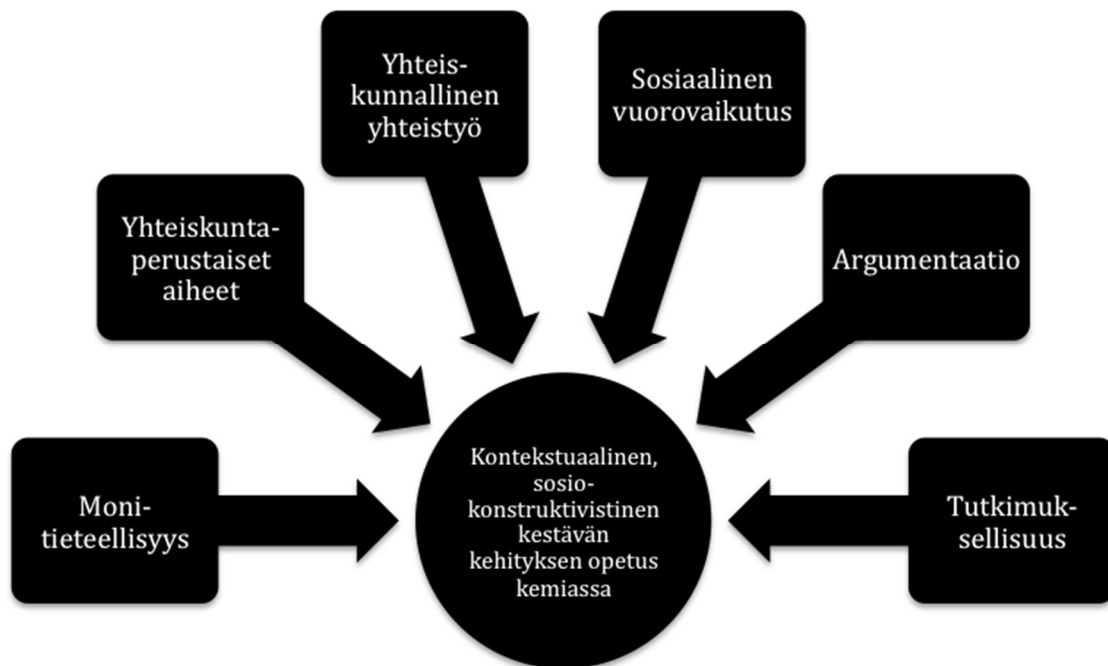
Kemian opetuksessa kestävä kehitys on monitieteisyyttä ja yhteiskuntaperustaisia aiheita. Opetus liitetään yhteiskunnan todellisiin toimijoihin ja ongelmiin. (Burmeister et al., 2012) Kun kemian tieto on osa ongelmien syitä, ratkaisuja ja toimintamahdollisuuksia, oppilas kokee kemian merkityksellisenä (Juntunen & Aksela, 2013a, Burmeister, Rauch & Eilks, 2012). Samalla oppilaan kyky toimia yksilö- ja yhteisötasolla kestävämmän tulevaisuuden rakentamiseksi kasvaa. (Paloniemi & Koskinen, 2005)

Henkilökohtaiset, konkreettiset aiheet ovat oppilaista kiinnostavia (Juntunen & Aksela, 2013a). Oppilaat voivat itse valita erilaisten tutkimustehtävien kohteita esimerkiksi raaka-aineisiin, kulutustavaroihin, ruoka-aineisiin tai veteen liittyen. Näin kemian opetus voidaan pohjata kestävän kehityksen teemoihin – vaikkapa tuotteiden elinkaariin, puhtaaseen veteen, ilman pienhiukkasiin ja ilmaston muutokseen, ympäristön kemikalisoitumiseen, viljavan maan ja lannoitteiden kierrätyksen, tai kiertotalouden tai terveellisen ruoan kemiaan.

## Kuinka opettaa kestävästä kehityksestä?

Väitöskirjan (Juntunen, 2015) kehittämistutkimuksen tuloksena saatiin uutta tietoa, kuinka opettaa kestävästä kehityksestä. Sen oppiminen tapahtuu sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, esimerkiksi argumentaation ja itsereflektion kautta. Oppilaat saavat itse valita tutkimuskohteensa ja työtapojaan. Opetus on teoreettisin termein sosio-kon-

struktivistista ja kontekstuaalista. (Tani, 2008; Tilbury & Cooke, 2005) Kuva 1 havainnollistaa käytännön ulottuvuuksia. Kestävää kehitystä kokonaisvaltaisesti tukevat opetusmenetelmät ovat oppiainerajoja ylittäviä, yhteiskuntaan avautuvia, sosiaalisia, oppijakeskeisiä, suosivat argumentaatioharjoituksia ja tutkimuksellisuutta. Aiheet ovat yhteiskunta-perustaisia. Silloin monialaisia aiheita tarkastellaan kriittisin ja ratkaisukeskeisin silmälasein. Usein aiheet sivuavat vihreää kemiaa ja monimutkaisia syy-seuraus-suhteita. (Juntunen & Aksela, 2014b) Yksi käytännön esimerkki tällaisesta opetuksesta on tuotteen elinkaaren tutkiminen oppilaiden lähtökohdista.



Kuva 1. Kontekstuaalisen ja sosio-konstruktivistisen kestävä kehityksen opetuksen elementit kemiassa (Juntunen & Aksela, 2014b).

Väitöstutkimuksen tuloksena saatiin uusia elinkaari-aiheisia tutkimuksellisia kemian opetusmalleja ja niistä yhteisöllisesti kehitetty opetusmallien synteesi (Juntunen & Aksela, 2013b). Siinä oppilaiden oman kiinnostuksen pohjalta valitseman tuotteen elinkaarta tutkitaan useamman viikon ajan. Monitieteellinen lähestymistapa paransi oppilaiden ymmärrystä kemian tarpeellisuudesta. Oppilaat kokivat tutkimuksellisen, sosiaalisen, avoimen ja oppilaskeskeisen opiskelun positiivisesti. Tutkimusprojekti myös lisäsi oppilaiden luonnontieteellisiä ja ekologisia argumentointitaitoja yhteiskunnallisessa ja ympäristötietoisessa pohdinnassa (Juntunen & Aksela, 2013a, 2014b).

Tuotteen elinkaari -opetusmalli ja lisää muita käytännön opetusvinkkejä sekä tehtäviä löytyy väitöskirjaan (Juntunen, 2015) pohjautuvasta Kestävä kehitys kemian opetuksessa -oppaasta (Juntunen, 2016).

### Kemian opetukseen lisää kestävä kemian ratkaisuja

Toistaiseksi oppiainerajoja ylittävää, ratkaisukeskeistä kemian opiskelua on ollut kemian opetuksessa vain harvoin (Burmeister, Rauch, & Eilks, 2013; Kärnä, Hakonen, & Kuusela, 2012; Tirri, Tolppanen, Aksela, & Kuusisto, 2012). Opettajat kokevat kestävä kehityksen opetuksessa useita haasteita. Näitä ovat esimerkiksi aiheiden

monimutkaisuus ja poikkitieteellisyys, sopivien opetusmateriaalien puute, ryhmän hallinta, ajan puute ja valmisteleavan työn määrä. Oppilaiden näkökulmasta haastavaa on uusien opetusmenetelmien vaatimien taitojen harjoittelu, kyky yhdistää kemian tietoja isompiin kokonaisuuksiin ja etiikkaan sekä yleinen kiinnostuksen puute opiskeluun. Näihin ongelmiin voidaan tarjota apua täydennyskoulutuksissa ja koulujen sisällä työyhteisöissä. Kaikkea ei ehkä voi uudistaa kertahetvillä, vaan pienin askelin yhdessä opetellen. Oppilaat pääsevät sille tasolle tutkimuksissaan, mihin pystyvät. Se riittää ja on hyvä alku. (Juntunen, 2015)

Kun halutaan tukea oppilaiden monipuolisia opiskelu- ja kansalaistaitoja, on tärkeintä ohjata oppilaat ylipäänsä liittämään kemian tiedot kestäväan kehitykseen. Globaaleja ja paikallisia haasteita käsiteltäessä tulee ongelmien syiden ohella keskittyä niiden ratkaisuihin. Erialaisten toimintamahdollisuuksien pohdinta on osa oppisisältöä, ja se edistää oppilaiden toimintakykyä eli kompetenssia vaikuttaa. Vain pelkkä ongelmien esittely, ilman konkreettisten ratkaisu- tai toimintavaihtoehtojen pohdintaa, voi johtaa lamauttaviin tulevaisuuskuviin.

Tehtävissä voidaan harjoitella päätöksentekoa, eettistä pohdintaa ja mielipiteen ilmaisua liittyen ympäristökysymysten intressiristiriitoihin. (Oulton, Dillon, & Grace, 2004; Wilmes & Howart, 2009) Tähän sopivat työtapoina esimerkiksi väittelyt ja toisten oppilaiden töiden opponointi, jolloin opitaan myös "puhumaan kemiaa". Uutena ulottuvuutena oppiminen tapahtuu enemmän sosiaalisessa vuorovaikutuksessa vertaisten ja yhteiskunnan toimijoiden kanssa.

Kestävän kehityksen kasvatusta yhdistää globaali- ja tulevaisuuskasvatusta. Opettajan on tärkeä muistaa, että ihmiskunnan haasteet saattavat olla oppilaan näkökulmasta kovin abstrakteja. Osa haasteista on arjesta näkymättömissä. Oppilaan ajattelun tasolla ymmärrys vaatii monimutkaisten systeemiajattelun taitojen kehittämistä, mutta se on mahdollista jossain määrin jo lapsillekin. (Tilbury & Cooke, 2005; Wylie, Sheehy, McGuinness, & Orhard, 1998)

Yhteenvetona voidaan todeta, että kestäväan kehityksen kasvatusta tarvitaan kemian opetuksessa lisää kaikille kouluasteille. Lähestymistapoja löytyy kaikenikäisille. Kun kannustetaan oppilaita sekä opiskelemaan että vaikuttamaan, liitetään kemia yhteiskunnallisiin aitoihin teemoihin ja aktiviteetteihin - tutkimuksellisesti ja kokonaisvaltaisesti, ja se innostaa kemian opiskeluun.

Marianne Juntunen

FT (kemian ja matematiikan aineenopettaja), DI  
lehtori ja vararehtori, Pelkosenniemen koulu  
yrittäjä, Silmu Science Education

[marianne.juntu@gmail.com](mailto:marianne.juntu@gmail.com)

Eriyisosaaminen: Kestävän kehityksen opetus oppilaslähtöisin, tutkimuksellinen menetelmin ja erityisesti monialaiset lähestymistavat, kuten tuotteen elinkaari. Väitellyt Kemian opettajankoulutusyksiköstä vuonna 2015. Väitöskirjan aiheena oli kokonaisvaltainen ja tutkimuksellinen kestäväan kehityksen opetus kemiassa.

## Lähteet

- Anastas, P. & Kirchhoff, M. (2002). Origin, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 35(9), 686–694.
- Burmeister, M., Rauch, F. & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 59–68.
- Burmeister, M., Schmidt-Jacob, S. & Eilks, I. (2013). German chemistry teachers' understanding of sustainability and education for sustainable development - An interview case study. *Chemistry Education Research and Practice* 14(2), 169–176.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44.
- Edelson, D. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of Learning Science*, 1(1), 105–121.
- Juntunen, M. (2015). Holistic and inquiry-based education for sustainable development in chemistry (Doctoral dissertation). Retrieved from: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/154531>
- Juntunen, M. (2016). Kestävä kehitys kemian opetuksessa – pedagogiikkaa ja oppilaiden omia tutkimuksia. <http://www.sll.fi/mita-me-teemme/ymparistokasvatus/Kestavakehityskemianopetuksessaopas.pdf>
- Juntunen, M. & Aksela, M. (2013a). Life-Cycle Thinking in Inquiry-Based Sustainability Education – Effects on Students' Attitudes towards Chemistry and Environmental Literacy, *CEPS-journal*, 2(3), 157–180.
- Juntunen, M. & Aksela, M. (2013b). Life-cycle analysis and inquiry-based learning in chemistry teaching, *Science Education International*, 24(2), 150–166.
- Juntunen, M. & Aksela, M. (2014a). Education for sustainable development in chemistry – Challenges, possibilities and pedagogical models in Finland and elsewhere. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 488–500.
- Juntunen, M. & Aksela, M. (2014b). Improving students' argumentation skills through a product life-cycle analysis project in chemistry education. *Chemistry Education Research Practice* 15(4), 639–649.
- Kärnä, P., Hakonen, R. & Kuusela, J. (2012). Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011. Koulutuksen seurantaraportti 2012:2. Opetushallitus. Tampereen Yliopistopaino Oy.
- Nair, I. (1998). Life cycle analysis and green design: A context for teaching design, environment and ethics. *Journal of Engineering Education*, 87(4), 489–494.
- Oulton, C., Dillon, J. & Grace, M.M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411–423.
- Paloniemi, R. & Koskinen, S. (2005). *Ympäristövastuullinen osallistuminen oppimisprosessina*. Terra, 117(1), 17–32.
- Rockström, J., Steffen, K., Noone, Å. Persson, F., Chapin, E., Lambin, T., Lenton, M., Scheffer, Folke, H., Schellnhuber, B., Nykvist, C., De Wit, T. Hughes, S., van der Leeuw, H., Rodhe, S. Sörlin, P., Snyder, R., Costanza, U., Svedin, M., Falkenmark, L., Karlberg, R., Corell, V., Fabry, J., Hansen, D., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32.
- Tani, S. (2008). Kestävä kehitystä edistävän koulutuksen teoriataustaa. Teoksessa Rohweder, L. & Virtanen, A. (toim.). *Kohti kestävä kehitystä. Pedagoginen lähestymistapa*. Opetusministeriön julkaisuja 2008:3. Helsinki: Opetusministeriö, 54–62.
- Tilbury, D., & K. Cooke (2005). A National Review of Environmental Education and its Contribution to Sustainability in Australia: Frameworks for Sustainability. Australian Government, Department of the Environment and Heritage & Australian Research Institute in Education for Sustainability, Canberra.
- Tirri, K., Tolppanen, S., Aksela, M. & Kuusisto, E. (2012). A Cross-Cultural Study of Gifted Students' Scientific, Societal, and Moral Questions Concerning Science, *Education Research International*, 2012, 1–7.
- Wilmes, S. & Howarth, J. (2009). Using issues-based science in the classroom, *The Science Teacher*, 76(7), 24–29.
- Wylie, J., Sheehy, N., McGuinness, C. & Orhard, G. (1998). Children's thinking about air pollution: a systems theory analysis. *Environmental Education Research*, 4(2), 117–136.