

Mittausautomaatio kemian opetuksessa

Simo Tolvanen

Mittausautomaatiota, eli tietokoneavusteista datan tuottamista ja käsittelyä, voidaan hyödyntää laajalti kokeellisessa työskentelyssä. Tässä tekstissä käydään läpi kokeellisuudelle asetettuja tavoitteita, ja tarjotaan ideoita mittausautomaation hyödyntämiseen erityisesti tutkimuksellisessa työskentelyssä. Tutkimuksellisessa työskentelyssä kokeellisuus on osa laajempaa prosessia, jossa oppilas hyödyntää aiempaa tietoaan ja kokeellista työskentelyä tutkimusongelman ratkaisussa.

Kokeellisuutta on pitkään pidetty tärkeänä osana kemian opetusta, vaikka syyt sen suosimiseen ovatkin vaihdelleet vuosikymmenten aikana. Kokeellisuuden merkitystä luokahuonetyöskentelyssä alettiin painottaa 1950-luvulla, jolloin tieteellinen prosessi nostettiin malliksi kouluopetuksen järjestämiselle. Ajatus oli, että koska tutkijat löytävät uutta tietoa tekemällä tieteellisiä kokeita, luonnontieteiden käsitteitä voitaisiin oppia myös koulussa "löytämällä" ne kokeellisten töiden havainnoista. 1980-luvulla ja 1990-luvulla edellä esitetty tieteellisen prosessin malli todettiin liian suoraviivaiseksi ja empiristiseksi näkemykseksi tieteellisen tutkimuksen luonteesta. Samalla hylättiin ajatus prosessin soveltuvuudesta koulukokeellisuuden toteuttamistavaksi. Kokeellisuutta pyrittiin muuttamaan monipuolisempaan suuntaan. Tavoitteena oli, että oppilaat hyödyntäisivät sekä kokeellisia havaintoja, että aiempaa käsitetietoaan yhdessä erilaisissa ongelmanratkaisutehtävissä, niin kutsutussa tutkimuksellisessa (engl. *inquiry*) työskentelyssä. (Hofstein & Kind, 2012)

2000-luvulla opetuksen tutkijat ja kehittäjät ovat asettaneet kokeellisuuden tavoitteeksi oppilaan kansalaistaitojen vahvistaminen. Ajatuksena on, että koulun tehtävänä on tarjota oppilaille valmiuksia osallistua yhteiskunnalliseen toimintaan. Tätä tavoitetta vasten on tärkeää, että oppilas oppii ymmärtämään kuinka tieteellistä tietoa tuotetaan. Kansalaistaitoihin kuuluu myös kyky arvioida tieteellisiä väittämiä. (Hofstein & Kind, 2012)

Suomalaiset kemian opettajat teettävät kokeellisia töitä oppilaille niin yläkoulussa kuin lukiossa (Aksela & Karjalainen, 2008). Heidän kokeellisuudelle asettamia tavoitteita ovat esimerkiksi kemian oppimisen tukeminen, kokeiden ja teorian välisen yhteyden havainnollistaminen, sekä kokeellisuuden tarjoama havainnollisuus. Myös oppilaiden motivointi, kokeellisten taitojen oppiminen ja kemian tieteen kokeellinen luonne ovat suomalaisten opettajien esittämiä tavoitteita kokeelliselle työskentelylle. (Aksela & Karjalainen, 2008) Uudet perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmat asettavat uusia tavoitteita kokeellisuudelle. Kemian käsitteiden oppimisen sijaan perusteet asettavat tavoitteiksi tutkimustaitojen kehittämisen sekä kansalaistaitojen vahvistamisen. Lukion opetussuunnitelmassa asetetaan tavoitteeksi, että opiskelija oppii kokeellisen tutkimisen taitoja ja tieteellisen tiedon kriittistä arviointia (Opetushallitus, 2015). Perusopetuksen opetussuunnitelmassa tutkimisen taidot ovat sisältöinä ja tavoitteina kaikilla vuosiluokilla ja kokeellisuuden sijaan perusteissa puhutaankin tutkimuksen taidoista. Luokilla 1-2 ympäristöopissa tutkimustaidoista painotetaan havainnointia ja luokilla 3-6 tavoitteena on jo harjoitella kysymyksen asettamista, tutkimuksen suunnittelua ja toteutusta, johtopäätösten tekoa ja tulosten esittämistä. (Opetushallitus, 2014) Vuosiluokilla 7-9 kemian opetuksen tehtäviin kuuluu valmistaa opiskelijoita

hyödyntämään kemian tietojaan ja taitojaan arjessa, sekä ohjata oppilaita kohti luonnontieteellistä ajattelutapaa. (Opetushallitus, 2014). Myös aktiiviseen kansalaisuuteen valmistaminen näkyy vuosiluokkien 7-9 tavoitteessa ”ohjata oppilasta hahmottamaan kemian soveltamista teknologiassa sekä osallistumaan kemiaa soveltavien ratkaisujen ideointiin, suunnitteluun, kehittämiseen ja soveltamiseen yhteistyössä muiden kanssa” (Opetushallitus, 2014).

Uusien opetussuunnitelmien kuvailema kokeellisuus vaatii uudenlaisia aktiviteetteja opettajan työkalupakkiin. Perinteisten ilmiöitä havainnollistavien ja oppijan motivaatiin pyrkivien töiden rinnalle tarvitaan tutkimisen taitoja ja tiedon käsittelyä kehittävää tutkimuksellista toimintaa. Yksi hyödyllinen työkalu uutta kokeellisuutta suunnittelevalle opettajalle on mittausautomaatio.

Mittausautomaatio kokeellisen opiskelun tukena

Mittausautomaatiolla tarkoitetaan sähköisiä antureita ja ohjelmistoja, joiden avulla saadaan tuotettua mittausaineistoa esimerkiksi tietokoneelle, laskimeen tai puhelimeen (kuva 1). Mittausautomaatiolaitteiden käyttöön tarkoitetut ohjelmistot myös auttavat tuotetun aineiston käsittelyssä ja visualisoinnissa. Kemian opetuksessa yleisin mittausautomaatiöväline on todennäköisesti pH-anturi tai digitaalinen lämpömittari, sekä datankeräin, joka tallentaa anturin mittaukset. Mittausautomaatioteknologia sopii kokeellisen työskentelyn tueksi riippumatta kokeellisuudelle asetetuista tavoitteista, siinä missä muutkin koululaboratorion välineet. Usein mittausautomaatiota suositellaan etenkin tutkimuksellisen työskentelyn välineeksi (esim. Aksela, 2011; Tortosa, 2012).



Kuva 1. Esimerkki mittausautomaatiolaitteen anturista ja ohjelmistosta (Kuva: Helsingin yliopiston LUMAKeskus).

Tutkimuksellisessa työskentelyssä mittausautomaatioavusteinen kokeellisuus on vain osa laajempaa oppimisprosessia. Esimerkiksi Aksela (2011, 2005) on havainnut mittausautomaatiota, vertaisopetusta ja käsittekarttatekniikkaa hyödyntävän oppimissyklin tukevan kemian käsitteiden, menetelmien ja korkeamman tason ajattelutaitojen oppimista. Mittausautomaatiosta voi olla hyötyä myös perinteisemmässä kokeellisyydessä. Se mahdollistaa esimerkiksi näkymättömien ilmiöiden havainnoinnin, mittaus-ten nopean toistamisen, sekä datan nopean manipuloinnin ja jakamisen. Kuten kaikessa opetuksessa, mittausautomaatioavusteisen kokeellisuuden tueksi tarvitaan kuitenkin aina soveltuvaa pedagogiikkaa (esimerkiksi Lavonen, Aksela, Juuti, & Meisalo, 2003; Nakhleh, 1994; Newton, 2000).

COMBLAB-projektissa pyrittiin tukemaan luonnontieteiden opettajia mittausautomaatioavusteisessa tutkimuksellisessa työskentelyssä. Kemian opettajankoulutusyksikkö osallistui vuosina 2012-2014 järjestettyyn kansainväliseen projektiin. EU:n rahoittamassa projektissa kehitettiin uusia tutkimuksellisia töitä kemian, fysiikan ja biologian opetukseen. Nämä työt hyödynsivät mittausautomaatiota tutkimusten kokeellisessa osuudessa. Projektissa kehitettyjen töiden aikana oppilaat suunnittelevat, toteuttavat ja raportoivat pienimuotoisen tutkimuksen, jonka avulla he pystyisivät vastaamaan opettajan antamaan tutkimusongelmaan. Mittausautomaation rooli näissä töissä on tarjota työkalu datan keruuseen ja manipulointiin, sekä nopeuttaa kokeellisen työn suorittamista (katso myös Tolvanen & Aksela, 2014).

Mittausautomaation käyttö kemian opetuksessa vaatii tukea sekä opettajalle että oppilaalle. Vuonna 2008 tehdyn kyselyn mukaan lähes puolet opettajista kaipasi lisäkoulutusta mittausautomaation käytössä (Aksela & Karjalainen). Haluja teknologian käyttöön opetuksessa on, mutta koulusta puuttuu tarvittavat välineet (Helppolainen & Aksela, 2015). Osa kemian opettajista kaipaisi myös enemmän tukea teknologian ja opetussisältöjen yhdistämisessä (Helppolainen & Aksela, 2015). Tutkimuksellinen työskentely vaatii opettajilta myös tutkimisen taitojen hallintaa ja kykyä opettaa näitä taitoja (Tolvanen, Aksela, Guitart & Urban-Woldron, 2014)

Uuden teknologian käyttö voi olla haastavaa myös oppilaille, varsinkin jos he joutuvat käyttämään sitä ensimmäistä kertaa osana muutenkin haastavaa tutkimuksellista työskentelyä. COMBLAB-töissä tähän ongelmaan pyrittiin vastaamaan sisällyttämällä harjoitteluvaihe, jossa oppilaat tutustuivat laitteiden käyttöön ja kuvaajien tulkintaan keräten aiemmin opittua. Esimerkiksi pH-anturin käyttöä harjoiteltiin tuottamalla reaaliaikainen kuvaaja pH:n muutoksesta kun veteen lisättiin happoa tai emästä. Vasta tämän jälkeen opiskelijat pääsivät aloittamaan varsinaisen aktiviteetin, jossa heidän täytyi tutkia närästyslääkkeiden eroja.

Tämän artikkelin tavoitteena on rohkaista kaikkia kemian opettajia hyödyntämään mittausautomaatioteknologiaa suunnitellessaan uuden opetussuunnitelman mukaista kokeellista työskentelyä. Tutkimuksellisuuden ja uuden teknologian sisällyttäminen opetukseen vaatii aluksi aikaa ja energiaa, mutta esimerkiksi COMBLAB-työt ovat hyvä tuki uuden kokeellisuuden suunnitteluun. COMBLAB-projektissa kehitetyt työt, osa myös suomeksi, ovat vapaasti saatavilla osoitteesta: <http://www.comblab.eu/en>

Simo Tolvanen

tohtorikoulutettava, FM (kemian ja fysiikan aineenopettaja)
päätoiminen tuntiopettaja, Helsingin yliopiston Viikin normaalikoulu, Helsinki

simo.a.tolvanen@helsinki.fi

Erityisosaaminen: uusien opetussuunnitelmien mukaisen kemian ja fysiikan opetuksen kehittäminen, mittausautomaatio kemian opetuksessa, kemian historia ja filosofia.

Lähteet

- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach*. Haettu etthesis-tietokannasta. <http://urn.fi/URN:ISBN:952-10-2708-8>
- Aksela, M. (2011). Engaging students for meaningful chemistry learning through Microcomputer-based Laboratory (MBL) inquiry. *Educació Química EduQ*, 9, 30 – 37.
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Luettu osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/karjalainen-v-2008.pdf>
- Helppolainen, S., & Aksela, M. (2015). Science teachers' ICT use from a viewpoint of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). *LUMAT*, 3(6), 783-799.
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In *Second International Handbook of Science Education* (pp. 189-207). Springer Netherlands.
- Lavonen, J., Aksela, M., Juuti, K., & Meisalo, V. (2003). Designing user-friendly datalogging for chemical education through factor analysis of teacher evaluations. *International Journal of Science Education*, 25, 1471 – 1487.
- Nakhleh, M. B. (1994). A review of microcomputer-based labs: How have they affected science learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 13, 368 – 381.
- Newton, L. (2000). Data-logging in practical science: research and reality. *International Journal of Science Education*, 22, 1247–1259.
- Opetushallitus. (2015). Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Tolvanen, S., & Aksela, M. (2013). Mittausautomaation hyödyntäminen tutkimuksellisessa kemian opiskelussa. *LUMAT*, 1(4), 379-386
- Tolvanen, S., Aksela, M., Guitart, F., & Urban-Woldron, H. (2014). Research-based future science teacher training on using ICT-enhanced inquiry activities. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Part 4 (Eds. G. Olympiou & P. Marzin-Janvier), (pp. 181-190) Nicosia, Kypros: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6
- Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161-171.