

Palautesovellukset jatkuvan arvioinnin apuna: esimerkki lukion kemian oppitunnilta

Justus Mutanen

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsingin yliopisto • justus.mutanen@helsinki.fi

Tiivistelmä Erilaisia sähköisiä palautelaitteita on alettu hyödyntää palautejärjestelmänä, joka tukee oppimisen jatkuvaa arviointia. Palautelaitteilla on todettu olevan monia hyödyllisiä vaikutuksia sekä oppimisen että opettamisen kannalta. Niistä on apua opiskelijoille, sillä tutki-mustiedon mukaan virhekäsityksiä syntyy vähemmän ja opiskelijat voivat verrata omaa tasoaan muihin opiskelijoihin anonyymisti. Tämän lisäksi opettaja saa reaaliaikaista palautetta opiskelijoiden osaamistasosta ja pystyy aktivoimaan opiskelijoita paremmin opetustilanteessa. Toisaalta sovellusten käyttö aiheuttaa toisinaan teknisiä ongelmia ja opetustilanteiden valmistelu vaatii enemmän aikaa. Sähköisten palautelaitteiden vaihtoehdoksi on kehitetty erilaisia opiskelijoiden omilla laitteilla toimivia palautesovelluksia, joissa on vastaavia toiminnallisuuksia kuin sähköisissä palautelaitteissa. Näiden sovellusten käyttämisellä on alustavasti todettu olevan vastaavia vaikutuksia kuin palautelaitteilla. Lisäksi palautesovellusten hankinta-, käyttö- ja ylläpito-kustannukset ovat pienemmät. Tässä projektissa testattiin palautesovellusten käyttöä lukion kemian oppitunnilla, jonka aiheena oli elektrolyysi. Sähkökemiaan liittyvien aiheiden on todettu aiheuttavan usein virhekäsityksiä opiskelijoille ja tämän vuoksi oppitunneilla jatkuvan arvioinnin käyttö on tärkeää. Kokemukset kokeilusta olivat vastaavia kuin tutkimuksissa: opiskelijat osallistui-vat aktiivisesti oppituntiin ja opettaja sai hyvin palautetta opiskelijoiden osaamistasosta. Toisaalta tekniset ongelmat aiheuttivat pientä harmia ja oppitunnin valmistelu vei tavan-omaista enemmän aikaa.

1 Johdanto

Palautelaitteella (Audience response systems, ARS) eli klikkerillä (eng. *clicker*) tarkoitetaan sähköistä laitetta, jonka avulla opettaja voi esimerkiksi esittää monivalintakysymyksiä tai äänestyksiä opiskelijajoukolle. Äänestyksen jälkeen opettaja ja opiskelijat saavat palautteen äänestyksen tuloksesta.

Ensimmäisiä palautelaitejärjestelmiä asennettiin 1960-luvulla muun muassa Stanfordin yliopistoon USA:ssa. Aluksi järjestelmien käyttö oli monimutkaista ja tekniset ongelmat vaivasivat laitteistoja. Myöhemmin laitteistojen kehittyessä palautelaitteiden käyttö levisi etenkin yliopistoissa. Nykyiset järjestelmät ovat integroitavissa esimerkiksi diaesityksiin. Lisäksi tarkoitusta varten on kehitetty erilaisia internet-sivuja sekä sovelluksia. (Banks, 2006) Palautelaitteita onkin tutkittu ensisijaisesti yliopistoissa ja yliopisto-opetuksessa, mutta monet tutkimustulokset ovat sovellettavissa myös muuhun opetukseen.

Palautelaitteilla on todettu olevan monia hyötyjä oppimisen kannalta. Palautelaitteiden käyttämisen oppitunnin tai luennon aikana on todettu parantavan merkittävästi koetuloksia, etenkin, kun opiskelijat saavat välittömän palautteen kunkin kyselyn jälkeen.

Paremmen koemenestyksen lisäksi palautelaitteiden on todettu vähentävän virhekäsitysten muodostumista. (Lantz & Stawiski, 2013)

Lisäksi opiskelijat ovat aktiivisempia ja osallistuvat enemmän vuorovaikutteiseen opetukseen, kun klikkereitä käytetään opetuksessa (Berry, 2009). Jos klikkereiden kautta on mahdollisuus esittää kysymyksiä, opiskelijat osallistuvat myös siihen aktiivisesti. Niiden avulla opiskelijat voivat myös vertailla tasoaan muihin opiskelijoihin joutumatta epämiellyttävään tilanteeseen. (Gunn, 2014) Palautesovelluksia voidaan käyttää myös loppuarvioinnissa, sillä niissä vastaukset voidaan tarvittaessa yhdistää vastaajaan. Muussa tapauksessa opiskelijoiden antamat vastaukset ovat anonymoituja.

Palautelaitteiden ongelmaksi on koettu niiden hinta ja toisinaan myös niiden aiheuttamat tekniset ongelmat (Lantz & Stawiski, 2013; Berry, 2009). Teknisten ongelmien määrää ja niiden vaikutusta oppitunnin kulkuun tai opetukseen palautesovellusten osalta ei ole tutkittu, mutta on oletettavaa, että ongelmien määrä on vastaava kuin palautelaitteiden osalta. Sen sijaan useat palautesovellukset ovat ilmaisia ja toimivat likimain millä tahansa päätelaitteella, jossa on internet-yhteys. Näin palautesovelluksista ei koidu lisäkustannuksia, jos koululle on jo hankittu sopivat laitteet tai oppilaat käyttävät omia laitteitaan.

Palautelaitteiden käyttö on herättänyt vastustusta, sillä niiden käytön katsotaan vievän aikaa opetettavilta asiasisällöiltä. Lisäksi valmiiden kysymyssarjojen tekeminen on vaativaa ja työlästä. (Milner-Bolotin, Antimirova & Petrov, 2010) Toisaalta samoja kysymyssarjoja voidaan käyttää useaan kertaan ja jakaa myös toisille opettajille erilaisten palveluiden kautta.

2 Palautelaitteet ja -sovellukset jatkuvan arvioinnin tukena

Palautelaitteista on todettu olevan hyötyä myös opettajalle. Koska opettaja saa palautteen opiskelijoiden osaamistasosta, palautelaitteita ja -sovelluksia voidaan käyttää myös jatkuvan arvioinnin tukena. Tarvittaessa opetusta voidaan mukauttaa ja muuttaa välittömästi palautteen mukaan.

Palautelaitteilla palaute kulkee kahteen suuntaan. Opettaja voi arvioida opiskelijoiden osaamista reaaliaikaisesti (Lasry, 2008). Myös opiskelijat voivat antaa opettajalle palautetta ja kommentteja opetuksesta. On myös todettu, että palautteen antamisen kynnys madaltuu, sillä palautelaitteiden käyttäminen on yleensä suhteellisen vaivatonta. Palautelaitteiden etuna on myös se, että palautteen antaminen ja vastaanottaminen voidaan toteuttaa nimettömästi. (Gunn 2014) Näin vastaamiseen liittyvä sosiaalinen paine on alhaisempi.

On arvioitu, että myös palautesovelluksilla on vastaavia vaikutuksia oppimiseen kuin palautelaitteilla (Binder, 2013). Tämä onkin varsin oletettavaa, sillä palautesovellusten toiminnallisuudet ja käyttö eivät eroa paljon palautelaitteista etenkin käyttäjän näkökulmasta.

Palautesovelluksia on markkinoilla hyvin monenlaisia. Osa sovelluksista toimii internet-selaimilla ja osa vaatii erillisen sovelluksen (engl. *app*) asentamisen laitteelle. Internet-selaimella käytettävät sovellukset ovat pääosin päätelaiteriippumattomia, kun taas erilliset sovellukset vaativat tietynlaisen päätelaitteen. Internet-selaimella toimivia palautesovelluksia ovat esimerkiksi Socrative, Piazza, Polldaddy ja Presemo. Erillisen sovelluksen asentamista vaativat esimerkiksi PingPong, Smart Clickers ja iClickers.

3 Elektrolyysi lukion kemiassa

Elektrolyysi on keskeisimpiä sähkökemian käsitteitä. Sitä käsitellään jo perusopetuksessa, mutta erityisesti lukion kemian 4. kurssilla *Metallit ja materiaalit (KE4)*. Kvantitatiivisesti elektrolyysiä tarkastellaan vasta lukiossa. (Opetushallitus, 2003; Opetushallitus, 2004)

Elektrolyysissä on kyse sähkövirran pakottamasta hapetus-pelkistysreaktiosta. Elektrolyysikennossa on kaksi elektrodia, jotka kytketään tasavirtalähteeseen. Elektrodien välillä on lisäksi sähkövirtaa kuljettava elektrolyytti. Sähkövirran vaikutuksesta negatiivisella elektrodilla eli katodilla tapahtuu pelkistymisreaktio, jossa pelkistytävä aine vastaanottaa elektroneja. Vastaavasti positiivisella elektrodilla eli anodilla tapahtuu hapettumisreaktio, jossa hapettava aine luovuttaa elektroneja. Elektrolyysi voidaan tehdä aineen liuoksesta tai sulasta aineesta, esimerkiksi suolan vesiliuoksesta tai suolasulatteesta.

Elektrolyysiä voidaan tarkastella myös kvantitatiivisesti. Elektrolyysikennon läpi kulkeva sähkömäärä siirtyy ideaalitalanteessa kokonaan hapettavalta aineelta pelkistyvälle aineelle. Tätä voidaan kuvata yhtälöllä (Ehl & Ihde, 1954; Faraday 1834; Strong, 1961):

$$I \cdot t = n \cdot z \cdot F, \text{ jossa}$$

I = elektrolyysissä käytetty sähkövirta (A)

t = elektrolyysissä käytetty aika (s)

n = pelkistytävän tai hapettuvan aineen ainemäärä (mol)

z = pelkistys- tai hapetusreaktiossa kuluvien elektronien määrä reaktiota kohden

F = Faradayn vakio ($\approx 96\,500 \text{ As/mol}$).

Elektrolyysin opettamiseen liittyy myös erilaisten virhekäsitysten syntymisen vaara. Sähkökemiaan liittyviä käsitteitä käsitellään monessa eri asiayhteydessä, mikä aiheuttaa ongelmia sekä käsitteiden määrittelyn että niiden ymmärtämisen kannalta. Lisäksi elektrolyysin mikro- ja makrotason ilmiöiden yhdistäminen on opiskelijoille haastavaa. Tämän vuoksi elektrolyysin opettamisessa jatkuvan arvioinnin tehokas käyttö on suositeltavaa. (Sanger & Greenbowe, 1997) Palautelaitteiden ja -sovellusten käyttäminen onkin hyödyllistä tämäntyyppisten aihepiirien kohdalla.

4 Palautesovellukset kemian oppitunnilla

Palautesovellusten käyttöä tutkittiin ja kokeiltiin Helsingin yliopiston Kemian opetuksen keskeiset alueet II –kurssin yhteydessä. Käytössä oli Socrative-palautesovellus, jota testattiin lukion kemian neljännen kurssin opetuksessa. Opetettavana aiheena oli

elektrolyysi sekä sen kvantitatiivinen tarkastelu. Jo tunnin aluksi kartoitettiin opiskelijoiden lähtötaso palautesovelluksen avulla. Käsitteiden ymmärtämisessä havaittiin olevan puutteita, joten tunnin rakennetta muutettiin reaaliaikaisesti niin, että se tuki enemmän ilmiöiden ymmärtämistä.

Myös elektrolyysiin liittyvää laskennallisuutta testattiin palautesovelluksen avulla. Käytettiin avointa tehtävätyyppiä, jossa opiskelijat syöttivät laskuista saamansa vastauksen sovellukseen. Myös nämä tulokset olivat välittömästi opettajan saatavilla. Sovelluksen avulla opettaja pystyi seuraamaan myös vastausten lähettämisaikajakoja. Osoittautuikin, että suurin osa oikeista vastauksista lähetettiin ensimmäisenä, kun taas viimeisenä tulleet vastaukset olivat pääsääntöisesti väärinä.

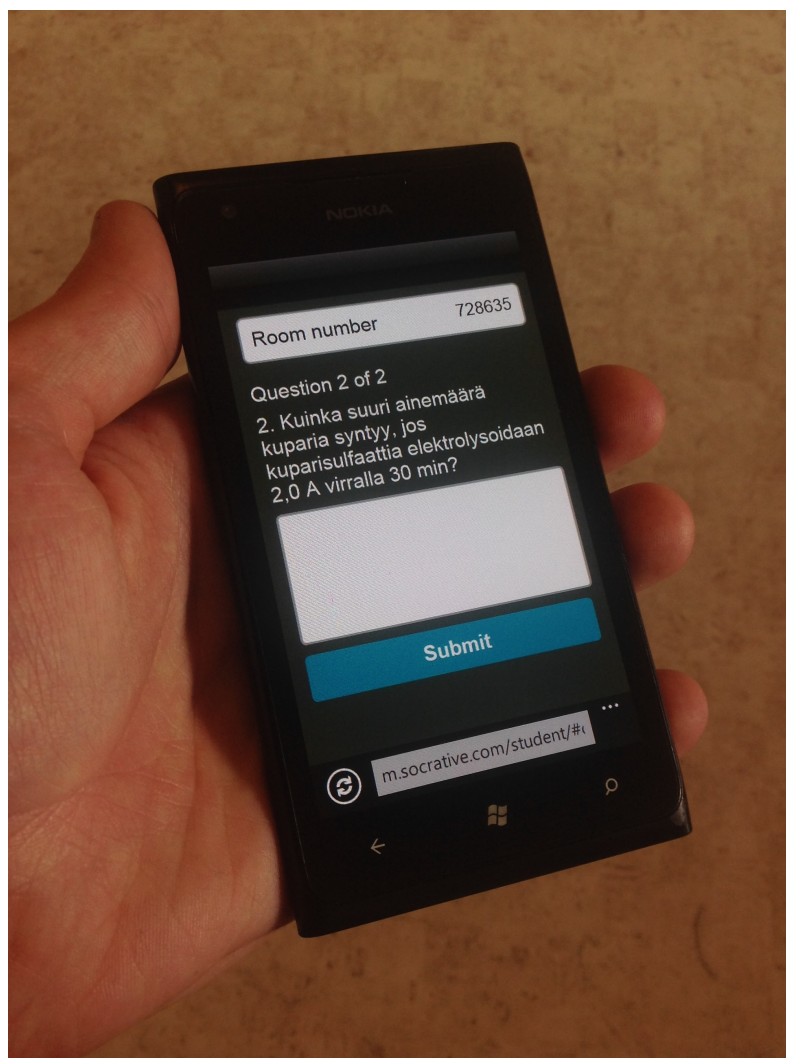
Oppitunnilla hyödynnettäviä tehtävätyyppejä olivat esimerkiksi monivalintatehtävät, oikein-väärin -kysymykset, avoimet kysymykset sekä piirtotehtävät (taulukko 1). Erilaisten tehtävien vastaukset pystyttiin myös näyttämään opiskelijoille ja tuloksista voitiin keskustella. Tähän yhdistettiin tulosten perusteleva keskustelu.

Taulukko 1 Esimerkkejä palautesovelluksella esitettävistä, sähkökemian liittyvistä kysymyksistä sekä niiden luokittelu ja käyttötarkoitus. Esimerkkikysymykset liittyvät lukion kemian neljänteen kurssiin (KE4).

Kysymyksen tyyppi	Käyttötarkoitus	Kysymys
Monivalintatehtävä	Ennakkotietojen kartoitus	Sähköparissa liuoksessa sähkövirtaa kuljettavat: <ul style="list-style-type: none"> • elektronit • protonit • ionit • liuotin •
Oikein – väärin –tehtävä	Jatkuva arviointi	Oikein vai väärin? Elektrolyysissä anodi on negatiivinen elektrodi.
Avoin tehtävä	Jatkuva arviointi	Natriumkloridiliuosta hajotettiin elektrolyysissä. Mitä kenoilla muodostuu ja miksi?
Laskutehtävä	Jatkuva arviointi tai loppuarviointi	Vettä hajotettiin elektrolyysin avulla 1 tunnin ajan. Anodilla muodostui kaasua, jonka tilavuudeksi mitattiin 0,36 litraa NTP-olosuhteissa. Mikä oli sähkövirran suuruus?
Piirtotehtävä	Loppuarviointi	Elektrolyysissä puhdistetaan kuparia. Piirrä kennon rakenne ja kirjoita elektrodeilla tapahtuvat reaktiot. Mikä on kokonaisreaktio?

Palautesovellusten avulla voidaan järjestää esimerkiksi alku- ja lopputestejä, itsearviointeja, vertaisarviointeja ja palautteen antamista. Lisäksi ne sopivat loppuarvioinnin järjestämiseen, sillä myös avoimen vastauksen tai piirroksen palauttaminen on mahdollista tiettyjen sovellusten avulla.

Muutamit satunnaiset tekniset ongelmat häirttasivat hieman sovellusten käyttöä oppitunnilla. Pääosin sovelluksia käytettiin kuitenkin aktiivisesti ja kaikki opiskelijat vastasivat opettajan esittämiin kysymyksiin. Eniten palautesovelluksen käytöstä oli hyötyä opettajalle, joka pystyi toteuttamaan jatkuvaa arviointia sovelluksen avulla. Erityisen hyödyllistä oli se, että palaute saatiin koko oppilasryhmältä reaaliaikaisesti.



Kuva 1 Esimerkki palautesovelluksen käytöstä kemian oppitunnilla. Opiskelijat laskevat laskutehtävän itsenäisesti ja syöttävät vastauksen palautesovellukseen. Opettaja vastaanottaa opiskelijoiden lähettämät vastaukset.

5 Yhteenveto

Sähköisten palautelaitteiden rinnalle on kehittynyt sähköisiä palautesovelluksia, joissa on vastaavia toiminnallisuuksia kuin palautelaitteissa. Palautesovellusten kustannukset ovat kuitenkin pienemmät ja niissä on vastaavia toiminnallisuuksia kuin palautelaitteissa.

Palautelaitteiden- ja sovellusten on todettu auttavan opiskelijaa arvioimaan itseään, mutta antavan myös opettajalle palautetta opiskelijoiden osaamistasosta. Ne soveltuvat käytettäväksi etenkin jatkuvan arvioinnin välineenä. Lisäksi niillä on todettu olevan positiivinen vaikutus opiskelijoiden aktiivisuuteen oppitunnilla. Palautesovellusten käyttäminen on erityisen hyödyllistä vaikeiden aihepiirien, esimerkiksi elektrolyysin kohdalla, kun opettajan on syytä seurata tiiviisti opiskelijoiden edistymistä.

Lähteet

- Banks, D. A. (2006). Audience response systems in higher education: Applications and cases. *IGI Global*.
- Berry, J. (2009). Technology support in nursing education: Clickers in the classroom. *Nursing Education Perspectives*, 30(5), 295-298.
- Binder, P. (2013). The intersection of ethical decision-making modules and classroom response systems in business education. *The Future of Education*, Florence, Italy. Retrieved June, 9, 2013.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE Life Sciences Education*, 6(1), 9-20.
- Ehl, R. G., & Ihde, A. J. (1954). Faraday's electrochemical laws and the determination of equivalent weights. *Journal of Chemical Education*, 31(5), 226.
- Faraday, M. (1834). Experimental Researches in Electricity. Seventh Series. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1776-1886)*. 77-122, 124.
- Gunn, E. (2014). Using clickers to collect formative feedback on teaching: A tool for faculty development. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 8(1), 11.
- Lantz, M. E., & Stawiski, A. (2014). Effectiveness of clickers: Effect of feedback and the timing of questions on learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 280-286.
- Lasry, N. (2008). Clickers or flashcards: Is there really a difference? *The Physics Teacher*, 46(4), 242-244.
- Milner-Bolotin, M., Antimirova, T., & Petrov, A. (2010). Clickers beyond the first-year science classroom. *Journal of College Science Teaching*, 40(2).
- Milner-Bolotin, M., Fisher, H., & MacDonald, A. (2013). Modeling active engagement pedagogy through classroom response systems in a physics teacher education course. *LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education*, 1(5), 525-544.
- Opetushallitus. (2003). Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003.
- Opetushallitus. (2004) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Students' misconceptions in electrochemistry regarding current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 74(7), 819.
- Strong, F. C. (1961). Faraday's laws in one equation. *Journal of Chemical Education*, 38(2), 98.