

## Oppitunti elektrolyysikennoista ja niihin liittyvistä laskuista

Emmi Jeskanen

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsingin yliopisto • emmi.jeskanen@helsinki.fi

**Tiivistelmä** Tässä artikkelissa esitellään kemian matematiikan opettamisen näkökulmasta suunniteltu oppitunti. Oppitunti kuului lukion kemian neljänteen valtakunnalliseen kurssiin ja aiheena olivat elektrolyysikennot ja niihin liittyvät matemaattiset sovellukset. Tunnin suunnittelussa käytettiin hyväksi tutkimustietoa liittyen kemian matematiikan opettamiseen. Oppitunnilla sovellettiin yhteisöllistä ongelmanratkaisua ja oppitunnin lopussa oppilaat arvioivat sekä opetusmenetelmää että omaa oppimistaan. Oppilaiden mielestä ryhmissä työskentely toi hyvää vaihtelua oppituntiin ja he kokivat sen auttavan elektrolyysilaskujen ymmärtämisessä. Avoimen palautteen perusteella, oppilaat arvostivat tunnin ja muistiinpanojen selkeyttä sekä asioiden kertaamista.

### 1 Johdanto

Elektrolyysi ja elektrolyysikkenno ovat olennainen osa sähkökemiaa (Opetushallitus, 2003). Elektrolyysi-aiheessa yhdistyvät ymmärrys aineiden hapettumisesta ja pelkistymisestä sekä kemian sovellutusten hyödyntäminen todellisessa elämässä, esimerkkinä metallien teollinen puhdistus (Opetushallitus, 2003; Kaila, Meriläinen, Ojala, & Pihko, 2006) Elektrolyysin periaatteiden ja sovellusten tunteminen sekä ymmärtäminen ovat keskeisiä tavoitteita lukion kemian neljännellä kurssilla (Opetushallitus, 2003).

Tutkimusten mukaan kemian matematiikan opettamisessa olennaista on erimerkiksi ongelman vaiheistaminen ja erilaisten ratkaisustrategioiden käyttäminen (Bodner & Herron, 2002). Erilaiset ratkaisustrategiat valikoituivat oppitunnin pääteemaksi. Tämän takia oppitunnilla sovellettiin yhteisöllistä ongelmanratkaisua, jossa oppilaat työskentelevät ryhmissä yhteisen ongelman ratkaisemiseksi. Oppitunnin tavoitteena oli, että oppilaat ovat pääroolissa omassa oppimisessaan ja oppivat toisiltaan erilaisia ongelmaratkaisustrategioita.

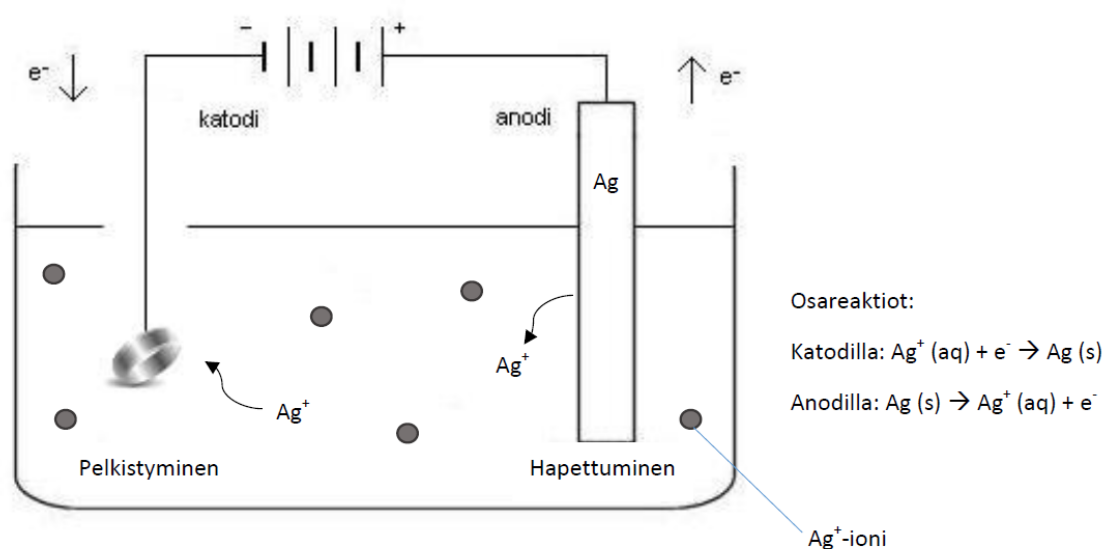
### 2 Elektrolyysi-ilmiön kemiaa lyhyesti

Sähkövirta on sähkövarausten virtausta. Sähkövirtaa voidaan tuottaa spontaanin hapetus-pelkistysreaktion avulla galvaanisella kennolla. Elektrolyysikkenno sen sijaan käyttää sähkövirtaa, jotta ei-spontaani hapetus-pelkistysreaktio tapahtuisi. (Tro, 2008) Elektrolyysikkenno koostuu kahdesta elektrodista, tasavirtalähteestä, sähkönjohtimista ja sähköä johtavasta elektrolyyttiliuoksesta eli elektrolyytistä. Galvaanisesta kennosta poiketen elektrolyysissä elektrodit ovat samassa reaktioastiassa. Elektrodit voivat olla joko metallia tai hiiltä. Hiili- ja platinaelektrodit ovat passiivisia, mutta metallianodi saattaa osallistua aktiivisesti elektrodireaktioon. Elektrolyyttiliuoksena voi toimia suolan vesiliuos,

suolasulate, vahvat hapot ja emäkset tai muut ioneina liukenevat aineet. Elektrolyyttiliuoksessa ionit kuljettavat sähkövarausta, sähköjohtimissa taas elektronit. (Kaila et al., 2006)

Elektrolyysikennon anodi on positiivisesti varautunut elektrodi ja katodi negatiivisesti varautunut. Anionit liikkuvat kohti positiivisesti varautunutta anodia, jossa ne luovuttavat elektronin tai elektroneja ja hapettuvat. Kationit siirtyvät kohti negatiivisesti varautunutta katodia, jossa ne vastaanottavat yhden tai useamman elektronin ja pelkistyvät. Galvaanisessa kennossa epäjalompi metalli hapettuu ja jalompi metalli pelkistyy. Elektrolyysikennossa sen sijaan pakotetaan sähkövirran avulla jalompi metalli hapettumaan ja epäjalompi metalli pelkistymään. (Tro, 2008)

Elektrolyysikennoa käytetään muun muassa, kun metallia päällystetään toisella metallilla, metallioksidia pelkistetään puhtaaksi metalliksi ja metalleja puhdistetaan. Esimerkiksi koruja voidaan valmistaa halvemmista materiaaleista ja vain päällystää niitä kalliimmilla metalleilla, kuten kullalla tai hopealla (kuva 1). Hopealla päällystettäessä anodiksi valitaan hopeaelektrodi ja katodiksi päällystettävä koru. Elektrodit asetetaan hopeaioneja sisältävään liuokseen. Sähkövirta aikaan saa hopean hapettumisen anodilla, jolloin hopeaioneja liukenee liuokseen. Samaan aikaan hopeaionit pelkistyvät katodilla ja korun päälle kerrostuu kiinteää hopeaa. (Tro, 2008)



**Kuva 1** Metallisen korun päällystäminen hopeaioneilla elektrolyysikennossa

### 3 Kemian matematiikka ja ongelmaratkaisutaidot

Vielä nykyäänkin opetus perustuu usein behavioristiseen teoriaan ja on pääasiassa opettajakeskeistä. Opettaja on oppitunnin keskiössä, ja oppilaan tehtäväksi jää ainoastaan passiivinen tiedon omaksuminen. Usein oppilaiden osaaminen kokeissa ei kuitenkaan vastaa opettajan käsitystä siitä, mitä opetuksen perusteella heidän tulisi osata. Tällöin opettaja pyrkii selittämään asiat vieläkin paremmin oppilaille, jotta he oppisivat paremmin.

(Eilks, Prins & Lazarowitz, 2013) Ongelmana on, ettei oppiminen ole pelkästään passiivista kuuntelemista, ulkoa oppimista ja toistamista, vaan se on paljon monimutkaisempaa. (Bodner, 1986). On todettu, että suurin osa kuulemastamme informaatiosta unohtuu lähes heti, jos sillä ei ole yhteyttä mihinkään aiemmin opittuun tai itselle merkitykselliseen asiaan (Peterson & Peterson, 1959).

Kemian matematiikan opettamisessa olennaista ovat muun muassa käsitteiden hallitseminen ennen laskemisen aloittamista, ääneen ajattelu, erilaisten ratkaisustrategioiden käyttäminen ja eksplisiittisyys kemian kolmen tason välillä. Oppilaille on vaikeuksia kemian laskutehtävien ratkaisemisessa myös siksi, etteivät he ymmärrä tehtävään liittyviä kemian käsitteitä. Oppikirjojen tehtäviäkään eivät kehitä tarpeeksi ongelmanratkaisutaitoja: osan tehtävistä voi ratkaista pelkästään sijoittamalla kaavaan, tehtävän ratkaiseminen onnistuu yhdessä tai kahdessa vaiheessa ja vastaukseksi riittää pelkkä matemaattinen tulos ilman perusteluja tai vastauksen mielekkyyden pohdintaa. (Bodner & Herron, 2002)

Tällä hetkellä käsitys tehokkaasta kemian oppimisesta perustuu sosio-konstruktivistiseen oppimisenäkemykseen. Tämän oppimisenäkemyksen mukaan kemian opetukseen pitäisi tuoda menetelmiä, jotka edistävät oppilaan aktiivisuutta ja tekevät oppimisesta uuden tiedon rakentamista yhdessä muiden kanssa. (Eilks et al., 2013) Esimerkiksi työskennellessään ryhmissä oppilaat etsivät ratkaisua sinnikkäämmin kuin yksilötyöskentelyssä (Bodner & Herron, 2002).

Oppilaiden ongelmanratkaisutaitoja voidaan parantaa käyttämällä opetusmenetelmänä yhteisöllistä ongelmanratkaisua. (Cooper, Cox, Nammouz & Case, 2008). Tässä opetusmenetelmässä oppilaat työskentelevät ryhmissä. Yhteisöllisessä ongelmanratkaisussa pyritään järjestelmällisesti rakentamaan yhteinen käsitys käsiteltävästä ongelmasta. Ryhmän jäsenet ovat yhtä paljon vastuussa siitä, että ongelma saadaan yhdessä ratkaistua. Täten he työskentelevät tasavertaisesti yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Yhteisöllinen ongelmanratkaisu voi tapahtua samanaikaisesti kasvokkain tai eriaikaisesti. (Rochell & Teasley, 1995) Esimerkiksi tehtävän ratkaiseminen internetin välityksellä voisi olla eriaikaista, mutta yhteisöllistä ongelmanratkaisua. Yhteisöllinen ongelmanratkaisu on mahdollista, kun se pitää sisällään seuraavat asiat:

- a) Yhteinen tavoite
- b) Tieto ongelmanasettelusta
- c) Tieto keinoista, joilla ongelma voidaan ratkaista
- d) Tavoitteella, ongelman taustalla ja tarvittavilla ongelmaratkaisukeinoilla on yhteys johonkin ennestään tuttuun asiaan (Rochell & Teasley, 1995).

Yhteisöllisen oppimisen tehokkuus perustuu siihen, että oppilaista tulee tietoisempia omasta toiminnastaan. Esimerkiksi oppilaan tulee pystyä perustelemaan muille ryhmän jäsenille, miksi ongelman ratkaisussa kannattaa edetä tietyin askelin. Yhteisöllisessä ongelmaratkaisussa oppiminen perustuu siihen, että aktiviteetin aikana:

1. Oppilas neuvoo toista oppilasta
2. Molemmat oppilaat kehittävät tai arvioivat kriittisesti toistensa aikaansaannosta
3. Oppilas kuuntelee toisen oppilaan omin sanoin muotoiltua selitystä.  
(Cooper et al., 2008)

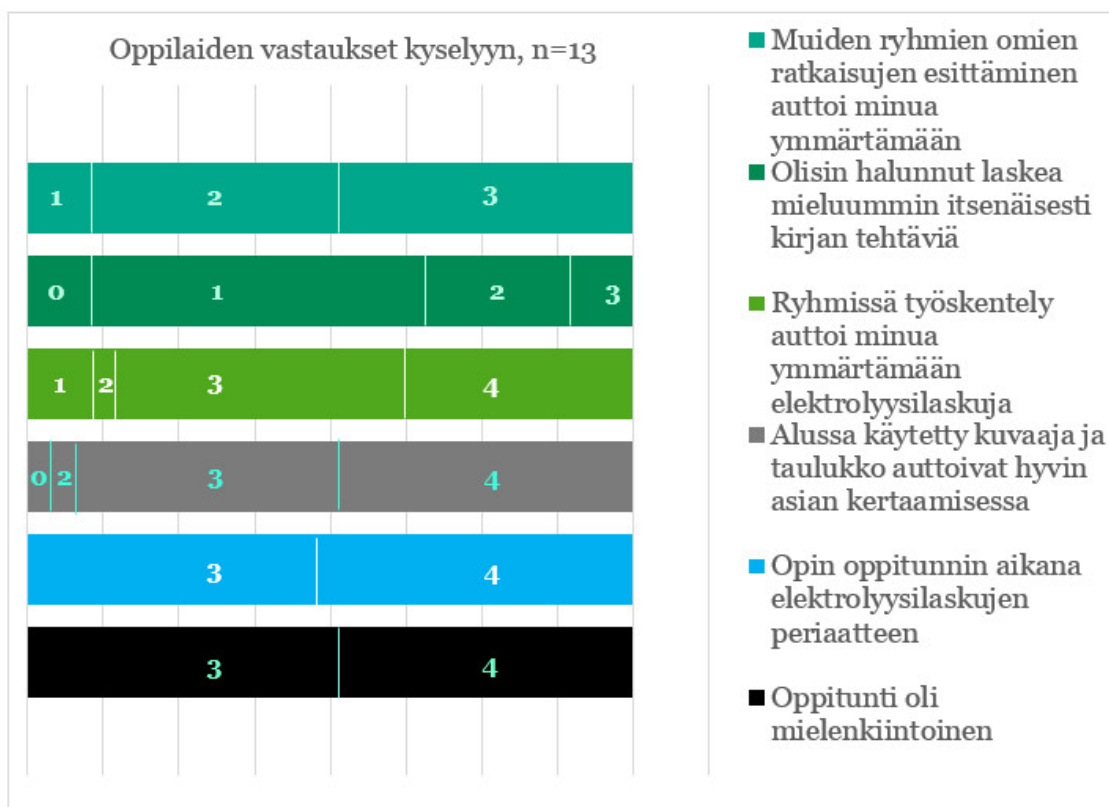
#### **4 Yhteisöllisen ongelmanratkaisun soveltaminen elektrolyysiaiheen opetuksessa**

Yhteisöllistä ongelmanratkaisua kokeiltiin käytännössä Helsingin luonnontiedelukiossa maaliskuussa 2014. Tunnin alussa oppilaat johdateltiin lyhyesti elektrolyysikennolaskuihin ja tehtiin yksi esimerkkilasku niihin liittyen. Pohjustuksen jälkeen oppilaat jaettiin ryhmiin, ja jokaiselle ryhmälle annettiin haasteellinen vastuutehtävä ratkaistavaksi. Valitsin opetusmenetelmäksi yhteisöllisen ongelmaratkaisun, sillä se on yksi tapa kehittää oppilaiden ongelmanratkaisutaitoja (Bodner & Herron, 2002). Yhteisöllisessä ongelmaratkaisussa oppilaat keskustelevat keskenään mahdollisista ratkaisustrategioista, jolloin ratkaisutapaa ei päätetä arvailun perusteella, vaan siihen päädytään yhteisen päättelyn ja ajatusten vaihdon tuloksena. Ryhmätyöskentelyssä oppilas oppii tavan etsiä tehokkaan ratkaisutavan kyseiseen ongelmaan. Tätä taitoa oppilas pystyy hyödyntämään myöhemminkin yksin työskennellessään. (Cooper et al., 2008) Myös oppilaiden ihmissuhde- ja vuorovaikutustaidot kehittyvät, kun he ryhmissä jakavat oivalluksia ja ideoita keskenään. Lisäksi työskennellessään ryhmissä oppilaat etsivät ratkaisua sinnikkäämmiin kuin yksilötyöskentelyssä. (Bodner & Herron, 2002)

Yhteistoiminnallinen osuus toteutettiin yhteisöllistä ongelmaratkaisua soveltaen. Ryhmissä oppilaat muodostivat ratkaisumallin annettuun ongelmaan ja miettivät, miten se opetetaan muille oppilaille. Lopuksi ratkaisut esitettiin yksi ryhmä kerrallaan koko luokalle. Etuna tässä opetusmenetelmässä on, että oppilaat joutuvat työskentelemään yhdessä ratkaistakseen haasteellisen ongelman. Tällöin oppilaat voivat hyödyntää toistensa osaamista ja toisaalta oppivat toisiltaan uusia lähestymistapoja ongelmaratkaisuun. Ryhmät selittävät lopuksi vielä luokan edessä muille omin sanoin, miten he askel askeleelta ratkaisivat oman ongelmansa. Tämä vaatii sen, että oppilaat ovat ensin sisäistäneet tehtävänsä ratkaisutavan ja sen jälkeen he ovat miettineet, miten selittäisivät sen ymmärrettävästi muille oppilaille. Selityksessä käytetyt termit ja ilmaukset ovat samalla tasolla kuuntelevien oppilaiden kanssa, joten heidän on helpompi sisäistää esitetty tehtävän ratkaisutapa.

Oppitunnin jälkeen oppilaita pyydettiin antamaan kirjallista palautetta oppitunnista. Vastausten perusteella (Kuva 2) oppilaat pitivät ryhmätyöskentelystä, eivätkä halunneet vaihtaa sitä kirjan tehtävien itsenäiseen laskemiseen. Oppilaat oppivat myös omasta mielestään tunnin keskeisen asian eli laskemaan elektrolyysilaskuja. Ajan puutteen takia ryhmien ratkaisutapojen esittämiseen ei jäänyt kovin paljon aikaa, minkä takia oppilaat eivät luultavasti nähneet suurta hyötyä muiden ryhmien vastausten läpikäymisestä.

Avoimeen kysymykseen oppilaita pyydettiin kirjoittamaan vähintään yksi positiivinen ja yksi negatiivinen asia oppitunnista. Positiivisissa asioissa mainittiin usein opetuksen ja muistiinpanojen selkeys sekä asioiden kertaaminen. Myös ryhmän oma opettaja näki ryhmätyöskentelyn käyttämisen tässä kohtaa kurssia hyödyllisenä ja toimivana ratkaisuna. Oppilaat selvisivät haasteellisista tehtävistä, ja opettaja pääsi kiertämään ja auttamaan ryhmiä. Lisäksi oppilaat olivat osanneet tehdä aiheeseen liittyvät kotitehtävät.



0= En osaa vastata, 1=Täysin eri mieltä/Ei merkitystä, 2=Osittain eri mieltä, 3=Osittain samaa mieltä, 4=Samaa mieltä/Hyvä.

**Kuva 2** Oppilaiden vastaukset tuntipalautteeseen, jossa oppilaat arvioivat oppituntia asteikolla 0-4.

## Lähteet

- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: a Theory of Knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2002). Problem-Solving in Chemistry. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 235–266). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Cooper, M. M., Cox, C. T., Nammouz, M. & Case. E. (2008). An Assessment of the Effect of Collaborative Groups on Students' Problem-Solving Strategies and Abilities. *Journal of Chemical Education*, 85(6), 866-872.
- Eilks, I., Prins, G. T., & Lazarowitz, R. (2013). How to Organise the Chemistry Classroom in a Student-Active Mode. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry – A Studybook: A*

- Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers* (pp. 183–212). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., & Pihko, P. (2006). *Reaktio 4 - Metallit ja materiaalit*. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Opetushallitus. (2003). *Lukion opetussuunnitelman perusteet*.
- Peterson, L. R. & Peterson M. J. (1995). Short-term Retention of Individual Verbal Items. *Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 193-198.
- Rochelle, J. & Teasley, S. D. (1995). The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving. In C. O'Malley (Ed.), *Computer Supported Collaborative Learning* (pp. 69-97), NATO ASI Series, Vol 85.
- Tro, N. J. (2008). *Chemistry: A Molecular Approach*. Upper Saddle River: Pearson/Prentice Hall, cop, s. 818–855.