

# YHTEISÖLLISTÄ JA EHEYTTÄVÄÄ OPETTAJANKOULUTUSTA: ESIMERKKINÄ MATEMATIIKKA JA LUONNONTIETEET YHTEISKUNNASSA-KURSSI

Päivi Kousa, Maiju Tuomisto, Hanna Mustikkaniemi & Maija Aksela  
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, paivi.kousa@helsinki.fi

Tiivistelmä Artikkelissa esitellään uudenlainen, tuleville aineenopettajille yhteisöllisesti ja tutkimuspohjaisesti kehitetty kurssi Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa. Kurssin käytännön toteutuksesta on vastannut Kemian opettajankoulutusyksikkö kemian laitoksella. Sen päätavoitteena on aineenopettajaopiskelijoiden, aineenopettajien ja yritysten välisen yhteistyön kautta edistää matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetusta lähemmäs oppilaan arkielämää ja tulevaisuutta sekä samalla lisätä oppilaan kiinnostusta matematiikan ja luonnontieteiden opiskelua kohtaan opetussuunnitelmien perusteiden mukaisesti. Yhteisöllinen oppiminen, eheyttävä opetus ja monipuoliset oppimisympäristöt toimivat kurssin teoreettisena viitekehysenä. Artikkelissa tuodaan kurssikuvauksen ja esimerkkien lisäksi esille keinoja, miten opettajien ja yritysten välistä yhteistyötä voidaan edistää ja parantaa sekä tutkimustulosten että oppilailta ja yrityksiltä saadun palautteen perusteella. Kurssien aiheina ovat olleet metsä, kauppa sekä kiertotalous.

## 1 Johdanto

Oppilaat pitävät usein saamaansa matematiikan ja luonnontieteiden kouluopetusta liian teoreettisena, eivätkä koe sitä merkitykselliseksi heidän arkielämänsä tai tulevaisuutensa kanssa. Tämä on vähentänyt oppilaiden kiinnostusta luonnontieteellisiä aineita kohtaan. (Torres Gil, 2011; Aikenhead, 2006; Marks & Eilks, 2008.) Luonnontieteellisten aineiden opetuksessa olisi tärkeää liittää opetettava tieto oppilaan arkielämään ja kertoa sekä oppilaita kiinnostavista aiheista että ammasteista (Yöruk, Morgil & Seçken, 2009). Kiinnostuksen väheneminen luonnontieteellisiä aineita kohtaan saattaa olla haitallista erityisesti niille tulevaisuuden toimialoille, jotka tarvitsisivat asianmukaisen koulutuksen saaneita henkilöitä (Aikenhead, 2006).

Hyvin suunniteltu ja toteutettu yritysvierailu motivoi oppilasta sekä tekee opittavasta asiasta merkityksellisemmän (Hofstein & Kesner, 2006). Tutustumalla erilaisiin oppimisympäristöihin, kuten lähialueen yrityksiin, hankitaan paitsi kokemuksia työnteosta myös työelämässä tarvittavista vuorovaikutustaidoista (Opetushallitus, 2014). Työelämätaidoista ja yrittäjyydestä mainitaan uudessa opetussuunnitelman perusteluonnoksessa (2014) seuraavasti:

*Oppilaiden on tärkeä saada kokemuksia, jotka auttavat oivaltamaan työn ja yritteliäisyyden merkityksen, yrittäjyyden mahdollisuudet sekä oman vastuun yhteisön ja yhteiskunnan jäsenenä. Koulutyö järjestetään niin, että oppilaat voivat kartuttaa työelämäntuntemustaan, oppia yrittäjämäistä toimintatapaa ja oivaltaa koulussa ja vapaa-ajalla hankitun osaamisen merkityksen oman työuran kannalta.*

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin yhtenä tavoitteena on ollut kannustaa ja harjoittaa tulevia opettajia opetussuunnitelman perusteluonnoksessakin mainittuihin yrittäjyys-, työelämä- ja vuorovaikutustaitoihin, sekä tarjota erilaisia, tutkimuksiin perustuvia, pedagogisia malleja yhteisölliseen oppimiseen ja eheyttävän opetukseen erilaisia oppimisympäristöjä hyödyntäen sekä tuoda opiskelijoille esille suomalaisia alan innovaatioita opiskelijoiden innostamiseksi alalle. Yhteistyökumppaneina Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kursseilla ovat olleet Taloudellinen tiedotustoimisto TAT (vuonna 2014) sekä Kemianteollisuus ry (vuonna 2015).

## 2 Yhteisöllinen oppiminen ja eheyttävä opetus monipuolisissa oppimisympäristöissä

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin päätavoitteena on ollut johdatella biologian, fysiikan, geologian, kemian ja matematiikan aineenopettajaopiskelijoita kohti yhteisöllistä oppimista ja eheyttävää opetusta monipuolisissa oppimisympäristöissä opetussuunnitelman (2014) perusteiden mukaisesti ja ajankohtaisimpia matemaattis-luonnontieteellisten koulutukseen liittyviä tutkimustuloksia hyödyntäen.

### 2.1 Yhteisöllinen oppiminen

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin suunnittelussa ja toteutuksessa hyödynnettiin yhteisöllisen oppimisen teoriaa sekä tutkimustietoa. Yhteisöllisessä oppimisessä (eng. *collaborative learning*) pääajatuksena on, että ryhmä pyrkii yhteisesti sellaiseen jaettuun tavoitteeseen, jonka ryhmän jäsenet yhdessä neuvottelevat opiskelun aikana ja jota varten he luovat uutta tietoa sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Yhteisöllisen oppimisen tuloksena voi syntyä ainutlaatuisia tuotoksia, jollaisia ei aina saada aikaan tavallisessa ryhmätyössä. (Häkkinen, & Arvaja, 1999.) Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssilla eri oppiaineista muodostetut, entuudestaan toisilleen tuntemattomat aineenopettajaopiskelijat muodostivat pienempiä, "moniammatillisia" yhteisöjä. Jokaisella yhteisön jäsenellä oli tärkeä tehtävä oman asiantuntijuutensa tuomisessa yhteisön hyödynnettäväksi uuden tiedon ja tuotoksen luomista varten.

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin opiskelijaryhmien luomien tuotosten eli yritys yhteistyömallien avulla voidaan tuoda yhteisöllistä oppimista kouluihin. Dillenbourgin (1999) mukaan yhteisöllisen oppimisen varmistamiseksi opettajan olisi tärkeä huomioida seuraavat asiat yhteisöllisen opiskelun suunnitteluvaiheessa:

- Ryhmittely: ryhmäkoko, opettajan vai opiskelijoiden valitsevat ryhmät, saman vai eri näkökulman omaavia ja saman vai eri verran tietoa ja taitoa omaavia opiskelijoita samaan ryhmään
- Yhteisöllisyyden määrittely: roolien jakaminen opiskelijoille, eri datan jakaminen eri opiskelijoille (palapelimalli), erilaisten visuaalisen näkökulmien tarjoaminen aiheesta
- Kasvotusten tapahtuvan vuorovaikutuksen säännöt

- Vuorovaikutuksen valvonta ja säätely: opettaja mahdollistaja eikä valmiiden vastausten antaja, opettajan minimalistinen pedagoginen interventio, opettaja säätelee vai opiskelijat itsesääntelevät vuorovaikutusta ja sen symmetriaa. (Dillenbourg, 1999.)

Yhteisöllistä opiskelua pidetään tehokkaana opiskelumuotona korkeakouluissa, koska se valmentaa opiskelijoita tulevassa työssä tarvittaviin vuorovaikutus- ja tiimityötaitoihin (De Hei, Strijbos, Sjoer, & Admiraal, 2015). Myös opiskelijoiden ongelmanratkaisutaitojen on todettu parantuvan yhteisöllisessä opiskelussa (Cooper ja muut, 2008). Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssilla korostettiin vuorovaikutus- ja tiimityötaitojen merkitystä tulevaisuudessa niin kollegojen, opettajan ja oppilaiden kuin opettajien ja koulun ulkopuolisten tahojenkin välillä.

## 2.2 Kohti eheyttävää opetusta

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssilla tavoitteena on tarkastella ilmiöitä eri oppiaineiden näkökulmasta ja siinä on hyödynnetty eheyttävän opetuksen tutkimustietoa. Siinä yhdistetään eri oppiaineiden tiedonaloja yhdeksi kokonaisuudeksi (Opetushallitus, 2014). Eheyttävän opetuksen avulla voidaan tutkimusten mukaan tarjota oppilaalle innostavampia ja merkityksellisempiä sekä vähemmän pirstaleisia oppimiskokonaisuuksia (Frykholm & Glasson, 2005). Sen onnistuminen riippuu muun muassa eheyttämisen asteesta ja siitä, minkälaisia keinoja oppilaan motivoimiseksi käytetty (Furner & Kumar, 2007). Lisäksi eheyttävässä opetuksessa tarvitaan erilaisten tietosisältöjen hallintaa ja eri opettajien välistä tiimityötä ( Samson, 2014).

Eheyttävän opetuksen tavoitteena on auttaa oppilasta ymmärtämään eri oppiaineiden välisiä yhteyksiä arjen ilmiöiden ja teemojen avulla ja laajentaa näin oppilaan maailmankuvaa sekä luoda mielekkyyttä opiskeluun. Opetusta voi eheyttää lyhyt- tai pidempikestoisesti muun muassa seuraavilla tavoilla:

- käyttämällä samaa teemaa samanaikaisesti eri oppiaineissa rinnastaen,
- käsittelemällä saman teeman aiheita peräkkäin jaksottaen,
- järjestämällä erilaisia koulun ulkopuolisia aktiviteetteja, kuten yritysvierailuja,
- suunnittelemalla pidemmän oppimiskokonaisuuden, joka sisältää monta eri oppiainetta ja eheyttämistapaa,
- toteuttamalla eri oppiaineiden välisiä kokonaisuuksia ja
- esiopetuksen kaltaisena kokonaisopetuksena. (Opetushallitus, 2014.)

Uuden opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaalle tulee tarjota lukuvuodessa vähintään yksi monialainen oppimiskokemus, jonka sisältö täsmennetään koulukohtaisesti ja kirjataan koulun omaan opetus- tai lukuvuosisuunnitelmaan. Monialaista opetuskokonaisuutta tukemaan voidaan ottaa lisäksi yhteistyökumppaneita koulun ulkopuolelta. (Opetushallitus 2014.) Näitä yhteistyökumppaneita voivat olla esimerkiksi koulun lähellä olevat yritykset, jotka voivat toimia myös koulun ulkopuolisena oppimisympäristönä.

### 2.3 Monipuoliset oppimisympäristöt opetuksessa

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssilla oppimisympäristöinä toimivat yritykset ja koulut. Yhteistyön suunnittelussa hyödynnettiin sekä tutkimustietoa että yhteistyötahojen kokemuksia ja materiaaleja. Tutkimuksen mukaan opiskelu ulkopuolisissa oppimisympäristöissä on merkityksellistä, sillä se lisää oppilaiden arvostusta luonnontieteellisiä aineita kohtaan (Eshach, 2007). Se myös lisää luonnontieteellisten aineiden oppimista seuraavilla tavoilla:

1. koulun ulkopuolinen oppimisympäristö integroi opiskeltavan aiheen ja auttaa aiheen ymmärtämisessä,
2. oppilaat pääsevät itse tekemään asioita aidossa ympäristössä,
3. koulun ulkopuolinen oppimisympäristö voi oppilaalle harvinaisen tai uuden kokemuksen, jossa ollaan lähempänä "oikeaa tiedettä",
4. asenteet luonnontieteellisiä aineita kohtaan parantuvat ja innostavat oppimaan lisää ja
5. oppiminen on yhteisöllinen ja sosiaalinen tapahtuma, jossa jokainen oppilas ottaa myös itse vastuuta. (Braundt & Reiss, 2007.)

Koulun ulkopuolisten oppimisympäristöjen potentiaalia ei aina ole täysin osattu hyödyntää luonnontieteellisten aineiden oppimisen edistäjinä (Eschach, 2007). Kemian opettajat pitävät koulun ja sen ulkopuolella sijaitsevien tahojen välistä yhteistyötä kuitenkin tärkeänä ja toivovat sitä lisää, koska yritysvierailujen katsotaan kiinnostavan ja motivoivan oppilaita sekä tuovan vaihtelua opetukseen (Aksela & Karjalainen, 2008). Uusien opetussuunnitelman perusteiden painopiste on opetuksen mahdollisimman monipuolisessa ja joustavassa pedagogisessa kokonaisuudessa, johon koulun ulkopuoliset oppimisympäristötkin kuuluvat (Opetushallitus, 2014).

Merkittävin osa koululaisten tekemistä vierailuista on yritysvierailuja *Kemian opetus tänään* (1999, 2008) -tutkimusten mukaan. Opettajat toivoisivat lisää yhteistyötä, mutta kokevat ajan ja rahallisten resurssien puutteen hankaloittavan yritysvierailujen tekemistä. Lisäksi sopivien yritysten katsotaan sijaitsevan liian kaukana koulusta, eivätkä kaikki yritykset halua tehdä yhteistyötä koulujen kanssa. Opettajilla ei myöskään ole välttämättä kykyä aloittaa tai ylläpitää yhteistyötä vieraan yrityksen kanssa. (Aksela & Juvonen, 1999.) Lähiyrityksillä, kuten esimerkiksi pankeilla, apteekkeilla, kukkakaupoilla, kioskeilla, kampaamoilla, eläintiloilla, järjestöjen toimipisteillä tai vaikkapa pienillä korjaamoilla ei ole useinkaan tietoa yhteistyömahdollisuudesta koulun kanssa, joten on tärkeää, että opettajaopiskelijoita ja opettajia rohkaistaan ottamaan yhteyttä lähiyrityksiin. Pieneen yritykseen voi mennä vierailemaan ryhmä kerrallaan tai yrityksen edustaja voi tulla vierailemaan koululla. Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin opiskelijat harjoittelivat yhteydenottoa sekä lähiyrityksiin että -kouluihin pyrkien toimimaan samalla tavoin kuin varsinaisessa opettajan työssä.

Yritysvierailun tulee olla tavoitteellista ja tukea opetussuunnitelman perusteita. Vierailun suunnittelussa ja toteutuksessa on tärkeää käyttää sopivia pedagogisia

lähestymistapoja ja riittäviä oppimateriaaleja. Hyvä yritysvierailu sisältää Hofsteinin ja Kesnerin (2006) mukaan seuraavat osat:

- ennen vierailua -osion, jossa oppilas saa riittävät ennakkotiedot vierailukohteesta,
- varsinaisen vierailun toiminnallisine tehtävineen ja
- vierailun jälkeen tapahtuvan osion, jossa oppilaiden kokemukset kootaan yhteen ja kokemuksista keskustellaan yhdessä. (Hofstein & Kesner, 2006.)

### 3 Esimerkkinä matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa – kurssi

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssi on suunniteltu eri matemaattis-luonnontieteellisten ainelaitosten muodostamassa aineenopettajakoulutustyöryhmässä. Sitä on edeltänyt vuosina 2002-2005 järjestetty Kemia yhteiskunnassa -kurssi (Aksela, 2004). Kurssin toteutuksesta on vastannut Kemian opettajankoulutusyksikkö kemian laitoksella. Kurssi on vapaavalintainen kaikille biologian, fysiikan, maantiedon, kemian ja matematiikan aineenopettajaopiskelijoille ja sen suorittamisesta saa kolme opintopistettä.

Kurssin päätavoitteena on antaa tuleville opettajille valmiuksia tehdä yhteistyötä koulun ulkopuolisten tahojen sekä eri oppiaineiden opiskelijoiden kanssa ja opettaa matematiikan ja luonnontieteiden merkitystä yhteiskunnassa suomalaisten innovaatioiden kautta. Kurssi integroi erilaisia matemaattis-luonnontieteellisiä aineita toisiinsa ilmiöpohjaisesti ja auttaa oppilasta ymmärtämään eri oppiaineiden välisiä yhteyksiä arkielämään lisäten samalla opetettavan aineen kiinnostusta ja arvostusta.

Kurssi on sisältänyt muun muassa tietoiskuja yhteistyön suunnitteluun liittyvistä asioista tutkimustiedon ja olemassa olevien materiaalien pohjalta, yritysvierailun/vierailuja sekä projektityön ja koonnin seminaarilaisuudessa, jossa kehitetyt mallit esitellään kaikille kiinnostuneille. Tavoitteena on ollut luoda sellainen opetussuunnitelman perusteiden mukainen konkreettinen koulu-yritysyhteistyömalli, jonka toteutukseen osallistuvat koulut voivat toteuttaa yhteisöllisesti ja eheyttävästi tulevina vuosina. Jokaisessa projektiin osallistuvassa tiimissä on ollut eri oppiaineiden tulevia opettajia, yhteistyökoulun opettajia ja/tai opinto-ohjaaja. Yhteistyökoulun opettajan ei välttämättä ole tarvinnut olla matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettaja, vaan oppiaineita on voitu integroida myös esimerkiksi yhteiskuntaopin kanssa. Lisäksi projektitiimissä on ollut mukana yrityksen edustajia tai asiantuntijoita. Projektitöissä on huomioitu opetussuunnitelmien perusteiden tavoitteet ja toteutusmallit sekä pyritty hyödyntämään monipuolisia opetusmenetelmiä.

#### 3.1 Esimerkkejä projektitöistä

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin opiskelijat loivat kolmeosaisia, eheyttävään ja yhteisölliseen opetukseen sekä opetussuunnitelman perusteisiin (2014) perustuvia yritysyhteistyömalleja, jotka sisälsivät ennen vierailua suoritettavia etukäteistehtäviä, toiminnallisia tehtäviä vierailulle sekä koontitehtäviä suoritettavaksi

koulussa vierailun jälkeen. Mallit soveltuvat opetukseen joko sellaisenaan tai soveltuvin osin. Oheisessa taulukossa on esimerkkinä kuusi erilaista yritystä ja yhteistyömallien keskeiset sisällöt.

Taulukko 1: Esimerkkejä yritysyhteistyömalleista vuosina 2014 ja 2015

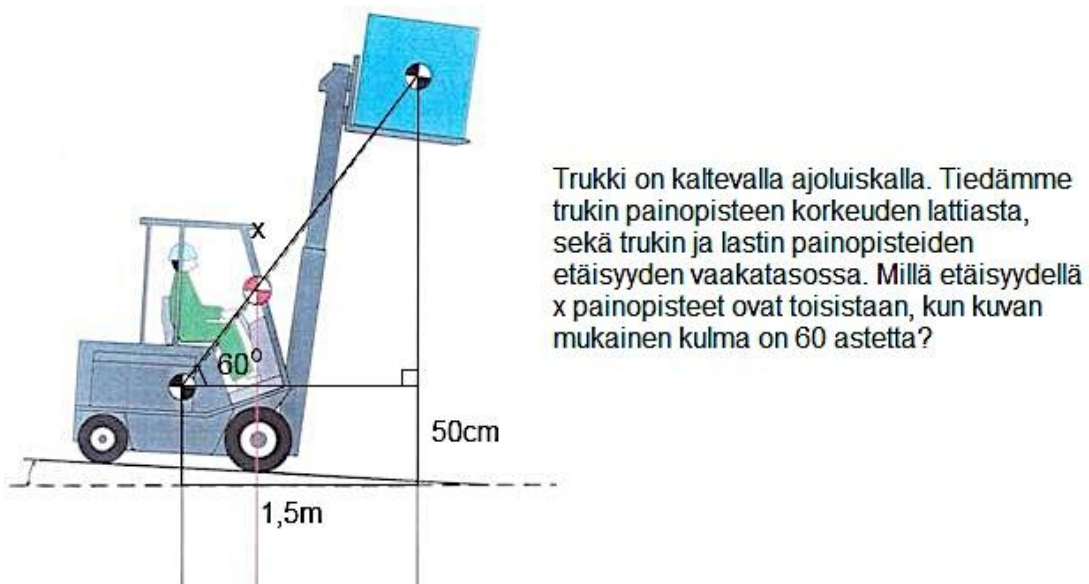
<b>Yhteistyöyritys</b>	<b>Mallin sisältö</b>	<b>Integroidut oppiaineet</b>
<b>UPM Raflatac</b>	Tarralaminaattien valmistus	matematiikka, fysiikka ja kemia
<b>Ds Smith Packaging</b>	Pakkausten valmistus	fysiikka, kemia, matematiikka, maantiede ja biologia
<b>HOK-Elanto</b>	Lähikauppaan ja elintarvikkeisiin liittyvät asiat	matematiikka ja fysiikka
<b>Neste Oil AGA</b>	Biodieselin valmistus Kalkkilietteen hyödyntäminen	kemia ja fysiikka fysiikka, kemia, matematiikka, äidinkieli, oppilaanohjaus
<b>Sun Chemicals</b>	Pigmenttien valmistus teollisuuden käyttöön	kemia, fysiikka, matematiikka, biologia, kotitalous ja kuvaamataito

Vuoden 2014 pilottikurssilla Taloudellinen tiedotustoimisto TAT valitsi oppilaille viisi yhteistyöyrittäystä kurssin teeman, metsä ja kauppa, mukaisesti. Kaksi Helsingissä sijainnutta kaupan alan yritystä, HOK Elanto ja Heinon tukku, innostivat opettajaopiskelijoita monipuolisiin kemian, fysiikkaa, maantietoa, biologiaa ja matematiikkaa yhdistäviin aiheisiin. Ennakkotehtävänä esimerkiksi Heinon tukun yritysyhteistyömallissa oli maantietoa ja matematiikkaa integroiva tehtävä, jossa oppilailta kysyttiin seuraavanlaisia asioita:

1. Selvitä kartan avulla, mikä on kouluasi lähin Heinon pikatukku. Entä mikä on lähin toimitustukku? Onko koulun järkevämpää hakea ruoka pikatukusta vai tilata se toimitustukusta?
2. Piirrä paperille Suomen kartta ja sijoita kartalle pikatukut ja toimitustukut. Piirrä jokaisen tukun ympärille ympyrä, jonka säde on 100 km karttanne skaalalla. Väritä piirtämäsi ympyrät.
  - a) Onko joidenkin tukkujen välimatka alle 100 km? Missä?
  - b) Jääkö jokin suuri kaupunki näiden ympyröiden ulkopuolelle?
  - c) Jääkö jokin osa Suomesta erityisen kauas tukkuverkostosta? Olisiko Heinon tukun kannattavaa laajentua johonkin suuntaan?
1. Vertaa Heinon tukun karttaa toimitusalueista omaan 2. tehtävän karttaasi. Onko 100 km säde tukusta järkevä tavarantoimitukseen? Kuinka pitkiä matkoja Heinon tukun toimitusalueelle tulee pisimmillään?

Heinolassa ja Vierumäellä sijaitseva, Suomen suurin yksityinen puunjalostusyritys Versowood tarjosi kahdelle opettajaopiskelijaryhmälle erilaiset vierailuympäristöt: metsän ja tehtaan. Pakkauksia valmistava ja erityisesti aaltopahviin erikoistunut, Tampereella sijaitseva Ds Smith Packaging sai vieraakseen innostuneita fysiikan opettajaopiskelijoita,

jotka suunnittelivat oppilaille pakkauksen suunnittelukilpailun toiminnallisen opintokäynnin yhteyteen. UPM Raflatac, joka sijaitsee myös Tampereella, on erikoistunut tarralaminaatin valmistamiseen ja sopi oppilaiden mielestä eheyttämään erityisesti fysiikan, matematiikan ja kemian opintoja. Oheinen tehtävä oli suunniteltu opettajaopiskelijoiden ja yrityksen yhteistyönä tehtäväksi vierailun jälkeen fysiikkaa ja matematiikkaa integroiden:



Kuva 1. Trukkiongelman kuva (kuva: Jori Teinilä, UPM Raflatac)

Vuoden 2015 yhteistyökumppanina toimi Kemianteollisuus ry, jonka hankkimat yhteistyökumppaneina olivat AGA, joka valmistaa asetyleenikaasua telakkateollisuuden tarpeisiin hyödyntäen valmistusprosessissa syntynyttä kalkkilietettä, biopolttoaineita kehittävä Neste Oil sekä Sun Chemicals Oy, jonka erityisalaa ovat teollisuudessa käytettävät pigmentit. Yritykset suunnittelivat opettajaopiskelijoiden ja yrityksen lähikoulun opettajan kanssa yritysyhteistyömallin kiertotalousteeman mukaisesti.

### 3.2 Kurssin vaikuttavuus oppilaisiin

Kurssin kehittämisen pohjaksi on sekä kerätty kurssipalautetta että tehty tutkimusta kurssin vaikuttavuudesta. Molemmilta kurseilta saatu palaute on ollut kannustavaa. Kurssit on koettu tärkeiksi tuleville opettajille. Yritysvierailut ja niiden suunnitteleminen, eri aineiden välinen yhteistyö, uudet ideat opetukseen ja eri oppiaineiden opiskelijoihin tutustuminen ovat olleet molempien kurssien parasta antia oppilaiden mukaan. Osa oppilaista on pitänyt kommunikointia yritysten ja koulujen kanssa hankalana joko omien puutteellisten kommunikointitaitojen, aikatauluongelmien tai yrityksen tai koulun yhteistyöhaluttomuuden takia. Molempien kurssien oppilaat kokivat samankaltaisia asioita koulu-yritysyhteistyössä hyväksi tai hankaliksi kuin koulujen opettajatkin *Kemian opetus tänään* -tutkimustulosten perusteella (1999, 2008).

Vuoden 2015 Kiertotalous -kurssiin on liitetty tapaustutkimus. Siinä opiskelijoille tehtiin sekä ennakkokysely että kysely ja haastattelu kurssin lopussa opettajaopiskelijan pro gradu -tutkielmaa varten. Tuloksissa nähdään kurssin tarpeellisuus. Ennen kurssia kiertotalous oli kaikille tuntematon käsite. Kestävä kehitys oli sen sijaan käsitteenä hyvin tunnettu. Käytännönläheisyys, oppilaslähtöisyys ja monialaiset projektityöt olivat kurssilaisille tehdyn ennakkokyselyn perusteella olennaisimmat asiat kestävän kehityksen opetuksessa. Kurssilaiset halusivat ottaa kestävän kehityksen ja kiertotalouden mukaan omaan opetukseensa tulevaisuudessa, mikäli aikaa on riittävästi. Kestävä kehitys halutaan ottaa opetukseen mukaan joko kontekstina tai suurempana projektityönä, mahdollisuuksien mukaan eheyttävästi. Projektityöstä katsotaan olevan suurempi hyöty oppilaille kuin perinteisestä luennoinnista, vaikka projektityö viekin oppilaiden mukaan enemmän aikaa. Sen nähdään hyvänä mahdollisuutena oppia asioita syvällisemmin. Menetelmiä, joita voidaan käyttää kiertotalouden opettamiseen ovat projektityöt, käytännön esimerkit kuten yritysvierailut, konkretia sekä ilmiö- ja arki- lähtöisyys.

Kurssin jälkeen kiertotalouden käsite osattiin hyvin ja monialaisesti. Oppilaiden mukaan kurssin päätavoite oli harjoitella kontaktin luomista yritykseen, saada kokemusta yritys yhteistyöstä sekä eheyttävästä opetuksesta sekä luoda yritys yhteistyömalli näiden asioiden pohjalta. Yritys yhteistyömalli nähtiin yleissivistävänä, motivoivana sekä konkreettisenä työkaluna, joka selventää eri oppiaineiden välistä yhteyttä. Eheyttävän opetuksen toteuttaminen koettiin mielenkiintoisena mahdollisuutena auttaa oppilaita ymmärtämään suurempia kokonaisuuksia, mutta käytännössä melko haastavana toteuttaa.

#### 4 Tulevaisuuden näkökulmia

Jatkossa Matematiikka ja Luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssilla kiinnitetään erityistä huomiota niihin asioihin, jotka koetaan hankalaksi opettajan työssä yritys yhteistyötä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Kehitettäviä asioita ovat muun muassa:

- kommunikointitaidot yritysten kanssa,
- koulun ja yritysten tarpeiden yhteensovittaminen ja selkeyttäminen,
- lähiyritysten potentiaalinen löytäminen ja hyödyntäminen,
- eri oppiaineiden väliset integroinnin mahdollisuudet,
- uuden OPS:in mukaisten toimintatapojen omaksuminen ja
- opetusta tukevien pedagogisten mallien omaksuminen sekä uusimpien tutkimustulosten hyödyntäminen.

Tulevaisuudessa on tärkeää tutkia tarkemmin, minkälaisia vaikutuksia yhteistyöllä on koulujen arkeen ja miten edellä mainittuja, kehitettäväksi ehdotettuja aiheita ja asioita on voitu käytännössä toteuttaa. Tavoitteena on, että yritykset voisivat jatkossa olla entistä luontevammin koulun ulkopuolisena oppimisympäristönä siten, että molemmat osapuolet näkevät toistensa hyödyn ja arvon yhteiskunnassa.

Matematiikka ja Luonnontieteet on osana vuonna 2015 alkanutta LUMA Suomi -projektia. Projekti jatkuu vuonna 2016 yhteistyössä Kemianteollisuus ry:n kanssa.



## Lähteet

- Gericke, N.M., Hagberg, M., dos Santos, V.C., Joaquim, L.M. & El-Hani, C.N. (2012). Conceptual variation or incoherence? Textbook discourse on genes in six countries. *Science & Education*. doi: 10.1007/s11191-012-9499-8
- Aikenhead, G. (2006). *Science education for everyday life – evidence-based practice*. USA: TC Press.
- Aksela, M. (2004). Yhteisöllistä opiskelua Kemia yhteiskunnassa -kurssilla. Teoksessa Eurooppalainen ulottuvuus: Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 6.2.2004. Helsingin yliopisto.
- Aksela, M., & Juvonen, R. (1999). Opetushallituksen kemian opetus tänään – tutkimusraportti 27/1999. Helsinki: Edita Oy.
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Helsinki: Helsingin yliopisto. Haettu 22.6.2015 osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/karjalainen-v-2008.pdf>
- Braundt, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28 (12), 1373-1388.
- Cooper, M. M., Cox Jr., 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), 866-871.
- De Hei, M. S., Srijbos, J.-W., Sjoer, E., & Admiraal, W. (2015). Collaborative learning in higher education: lecturers' practices and beliefs. *Research Papers in Education*, 30(2), 232-247.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? Teoksessa P. Dillenbourg (toim.), *Collaborative learning: Cognitive and Computational Approaches (1-19)*. Oxford: Elsevier.
- Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school learning: formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education*, 16(2), 171-190.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge of teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127-141.
- Furner, J., & Kumar, D., (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Hofstein, A., & Kesner, M., (2006). Industrial Chemistry and School Chemistry: Making Chemistry Studies More Relevant. *International Journal of Science Education*, 4(9), 1017-1039.
- Häkkinen, P., & Arvaja, M. (1999). Kollaboratiivinen oppiminen teknologiaympäristöissä. Teoksessa A. Etäpelto, & P. Tynjälä (toim.), *Oppiminen ja asiantuntijuus*. Helsinki: WSOY.
- Marks, R., & Eilks, I. (2008). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: concepts, examples, experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(2008), 231-145.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, (2014). Opetushallitus.
- Samson, G. (2014). From writing to doing: The challenges of implementing integration (and interdisciplinarity) in the teaching of mathematics, sciences, and technology. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 14(4), 346-358.
- Torres Gil, A. (2015). Teaching chemistry with a new cooperative model in the classroom. Haettu 22.6.2015 osoitteesta: [http://chemistrynetwork.pixelonline.org/files/SUE\\_papers/ES/ES\\_Success\\_ENG.pdf](http://chemistrynetwork.pixelonline.org/files/SUE_papers/ES/ES_Success_ENG.pdf)
- Yörük, N., Morgil, I., & Seçken, N. (2009). The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning. *US-China Education Review* 6(2009), 68-74.