

HIILIDIOKSIDI: UHKA VAI MAHDOLLISUUS? - TUTKIMUKSELLINEN LÄHESTYMISTAPA ILMASTONMUUTOKSEEN

Tuuli Koski^a, Elhan Mohamed^b ja Nina Nyberg^b

^a Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto

^b Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian osasto, Helsingin yliopisto

Tiivistelmä: Tässä artikkelissa esitellään lukion Kemia 1 -kurssilaisille laatimaamme ilmastomuutokseen liittyvää tutkimuksellista työtä. Työ koostuu kolmesta ilmastomuutosta mallintavasta kokeellisesta työstä sekä töiden jälkeisestä yhteisestä keskustelusta ja pohdinnasta. Ensimmäisessä työssä tutkitaan hiilidioksidin vaikutusta ilman lämpötilaan, toisessa lämpötilan vaikutusta merenpinnan nousuun ja kolmannessa merijään vähenemisen vaikutusta meren lämpötilaan. Suoritettavissa töissä sovelletaan avointa tutkimuksellisuutta. Opettaja toimii tällöin vain tarvittaessa työn avunantaja, opastajan ja ohjaajan sijaan. Tutkimuksen suorittaneet oppilaat olivat lukiolaisia, joille avoimet tehtävänannot olivat sopivia. Opettaja voi kuitenkin muokata tehtävien avoimuus astetta aina oppilasryhmän tason tai käytettävissä olevan ajan mukaan. Töiden jälkeen käydään opiskelijoiden kanssa yhteistä keskustelua ja pohdintaa kokeellisiin töihin sekä ilmastomuutokseen liittyen. Koska kyseessä on paljon julkisuudessa ollut aihe, se herättää varmasti paljon erilaisia tunteita ja sitä kautta keskustelua.

Avainsanat: Ilmastomuutos, tutkiva oppiminen, kokeellisuus, lukio

Yhteystiedot: tuuli.koski@student.jyu.fi, elhan.mohamed@helsinki.fi, nina.nyberg@helsinki.fi

1. Taustaa ja tavoite

Artikkelin työn tehtävien ja niiden jälkeisen keskustelun ja pohdinnan teemana on ilmastomuutos. Ilmastomuutoksen lisäksi työssä käsiteltäviä teemoja on kestävä kehitys, kestävä elämäntapa ja globaali vastuu. Nämä sisältyvät myös lukion opetussuunnitelman perusteiden yleisiin aihekokonaisuuksiin (Opetushallitus, 2015). Työn tarkoituksena on saada oppilaat ymmärtämään ilmastomuutokseen vaikuttavia tekijöitä sekä pohtia kuinka ilmastomuutosta voitaisiin vastustaa. Lukion kemian opetuksen yhtenä tehtävänä onkin "ohjata opiskelijoita ottamaan vastuuta omasta toiminnastaan sekä ympäristöstä" (Opetushallitus, 2015).

Tutkimuksissa on myös saatu selville, että oppiminen ja siten tietorakenteiden muodostuminen tapahtuu oppilaan sisäisen ja ulkoisen motivaation ohjaamana



(Vugotsky 1978). Monien nuorten ollessa kiinnostuneita ilmastonmuutoksen mekanismeista ja vaikutuksista heidän elämäänsä (Lambert 2012), on ilmastonmuutos helppo valinta luomaan sisäistä motivaatiota opiskeluun paljon helpommin syntyvän ulkoisen motivaation lisäksi. Yhteistoiminnallinen ja tutkimuksellinen opiskelutapa on myös oppimistulosten parantamisen ja oppilaiden asenteiden kemian opiskelulle suotuisemmiksi muokkaamisen vuoksi hyvä valinta (Juntunen 2013). Työ olikin suunniteltu nimenomaan tutkimukselliseksi projektiksi.

Näiden lisäksi työn tarkoituksen on kehittää muun muassa oppilaiden keskustelutaitoja, tieteellisten perustelujen etsimistä yhteiskunnallisiin aiheisiin, tutkimustaitoja, TVT-taitoja (automaatiomittaus). Näitä taitoja on painotettu lukion opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2015). Opiskelijoiden on tärkeää osata keskustella yhteiskunnallisista aiheista ja pohtia, millainen tieteellinen tausta niillä on, jotta he voivat osallistua arkipäiväiseen keskusteluun sekä arvioida saamaansa tietoa. TVT-taidot ovat myös tärkeitä, jotta he ymmärtävät ja osaavat tulkita annettua mittausdataa ja osaavat käsitellä sitä myös tulevaisuudessa työelämässä.

2 Tutkimuksellisen työn kuvaus

Työ koostuu kolmesta kokeellisesta työstä, jotka on esitelty kappaleissa 2.1-2.3. Kokeellisia töitä pohjustetaan ensin pohtimalla yhdessä, mitä tarkoitetaan ilmastonmuutoksella ja mitkä eri tekijät vaikuttavat ilmastonmuutokseen. Näin herätellään myös opiskelijoiden mielenkiintoa tehtävää kohtaan. Tämän jälkeen opiskelijat toteuttavat kolme tutkimusta NASA:n ohjeista muokattujen ohjeistuksien mukaisesti joko pareittain tai kolmen hengen ryhmässä, joista käytetään töiden kuvauksissa nimitystä työpari. Koska tässä työssä sovelletaan avointa tutkimuksellisuutta, niin tarkoituksena on, että oppilaat suunnittelevat itse koeasetelman ja tekevät tutkimussuunnitelman siitä. Ennen työn toteutusta oppilaat näyttävät ohjaajille heidän laatimat tutkimussuunnitelmat, jotka sitten hyväksytään tai joihin annetaan lisää opastusta.

Kokeellisten töiden jälkeen, keskustellaan tuloksista ja laajennetaan keskustelua pohtimalla, miten ilmastonmuutosta voitaisiin hidastaa (tai jopa pysäyttää) ja mikä ilmastonmuutoksessa on tärkeää politiikan ja talouden kannalta. Opiskelijoita

rohkaistaan pohtimaan ja esittämään omia kysymyksiä aiheeseen liittyen. Mikäli aikaa jää, voidaan ideoida myös erilaisia vaihtoehtoja fossiilisten polttoaineiden tilalle sekä pohtia jo keksittyjen vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia. Ohjaajien tehtävänä on rohkaista kaikkia esittämään mielipiteitään ja tarvittaessa edistää ja ohjailla keskustelua erilaisten kysymysten avulla. Aktiviteetin on suunniteltu vievän yhteensä noin 70-80 minuuttia.

2.1 Hiilidioksidin aiheuttama lämpötilan nousu

Työssä tarvittavat välineet yhdelle työparille ovat 2 dekantterilasia, muovikelmua, kuminauha ja 2 lämpömittaria tai lämpöanturia. Tässä työssä tutkitaan hiilidioksidin vaikutusta lämpötilaan. Työn alussa muodostetaan hypoteesi, siitä aiheuttaako hiilidioksidin lisääminen ilmaan lämpötilan laskua vai nousua astiassa. Aluksi kiinnitetään lämpömittarit dekantterilaseihin teipillä varmistaen, että lämpötila voidaan lukea mittarilta helposti. Toinen dekantterilasi suljetaan muovikelmulla ja kuminauhalla. Tämän jälkeen dekantterilasit asetetaan auringonpaisteeseen varmistaen, että ne saavat saman määrän aurinkoa. Työssä voidaan käyttää myös lämpölamppua, mutta tällöin täytyy varmistaa, että astiat on asetettu yhtä kauaksi lampusta. Lopuksi mitataan molempien astioiden lämpötilat noin 30min päästä. Työturvallisuuteen liittyen on huomioitava, että dekantterilasin ja lämpölampun käsittelyn kanssa on hyvä olla varovainen, sillä ne voivat kuumentua hyvin nopeasti. (NASA)

Lukiolaisille suunnattu työohje:

- Työtarvikkeet:
- 2 dekantterilasia
- Muovikelmua (kuvaa hiilidioksidia)
- Kuminauha
- 2 lämpömittaria tai lämpöanturia
- Teippiä

Työn tarkoituksen on tutkia hiilidioksidin vaikutusta ilman lämpötilaan. Suunnitelkaa, miten voitte tutkia tätä käytössä olevilla työtarvikkeilla. Muodostakaa

hypoteesi lopputilanteesta. Esitelkää ohjaajalle tutkimussuunnitelmanne. Ottakaa kolme mittauspistettä, joista ensimmäisen ja viimeisen välinen aika on 30 minuuttia.

2.1 Veden korkeus

Työssä tarvitaan yhtä työparia kohti 2 dekantterilasia, suppilo, jääpaloja ja vettä. Työohje annetaan opiskelijoille avoimena, ja tarkoituksena on, että oppilaat suunnittelevat koejärjestelyn itse.

Yksinkertainen koejärjestely voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla: Dekantterilasit täytetään vedellä noin puoleen väliin saakka. Toiseen dekantterilasiin laitetaan jääpaloja (tämä simuloi merijäätä), toisen dekantterilasin päälle laitetaan jääpalat suppilossa (tämä simuloi jäätä, joka on mantereen päällä). Merkitään lasihin vedenpinnan taso, kun jäät eivät ole vielä sulaneet.

Huomataan että dekantterilasin, jossa jääpalat ovat vedessä, vedenpinnan taso tulee merkitä vasta sen jälkeen, kun jääpalat on tiputettu sinne. Jääpalojen asettaminen veteen tulee nostamaan jo valmiiksi vedenpinnan tasoa. Tämän jälkeen odotetaan jäiden sulamista. Havainnoidaan, mille tasolle vedenpinta nousee lasissa ja vertaillaan eroja eri dekantterilaseissa.

Koska työssä voidaan käyttää kotoa löytyviä tarvikkeita, työturvallisuuteen liittyvää huomioitavaa ei ole. (NASA)

Lukiolaisille suunnattu työohje:

- Työtarvikkeet:
- 2 dekantterilasia
- Suppilo
- Jääpaloja
- Vettä

Maapallolla jäätiköihin on sitoutunut hyvin paljon, 70 %, makeista vesivarannoista. Eteläisellä pallonpuoliskolla jäätiköt ovat lähinnä Antarktiksella, jossa jäätiköt makaavat mantereen päällä. Pohjoisella pallonpuoliskolla pohjoisnapa on jään peittämä meri. Suunnittele ja toteuta koejärjestely, jolla voisit tutkia mitä näiden sulaminen tarkoittaisi maapallon merenpinnantason kannalta. Mitä vaikutuksia tällä olisi ihmisten elämään? Muodostakaa hypoteesi lopputilanteesta. Esitelkää ohjaajalle

tutkimussuunnitelmanne.

2.3 Jään sulamisen aiheuttama lämpötilan muutos

Työssä tarvitaan yhdelle työparille 2 samanlaista litteää vedenpitävää astiaa, 2 lämpömittaria, teippiä, lämpölamppu tms., mittalasi tai astia, jolla mitata vettä sekä alumiinifoliota. Työn aluksi tehdään hypoteesi siitä, onko astiassa, jossa on vähemmän merijäätä korkeampi, matalampi vai sama lämpötila lopussa kuin astiassa, jossa on enemmän merijäätä. Toiseen astiaan rypistetään alumiinifoliota, joka kuvaa mittauksessa merijäätä. Alumiinifolion tulee peittää noin puolet astiasta. Molempiin tulee lisäksi lämpömittarit sekä saman verran vettä. Lämpölamppu sijoitetaan niin, että molemmat astiat saavat saman verran lämpöä. Veden lämpötila mitataan ensin kummastakin astiasta. Tämän jälkeen lämpölamppu laitetaan päälle ja odotetaan noin 30 minuuttia, jonka jälkeen lämpötilat mitataan molemmista astioista uudelleen.

Työturvallisuudessa on huomioitava lamppujen lämpiäminen, jolloin voi aiheutua palovammoja.

Aineina käytetään vain tavallista hanavettä. Astioissa voi mahdollisesti olla pieniä jäämiä erilaisia aineita, mutta määrien pitäisi olla merkityksettömiä. Muut käytettävät asiat ovat tavallisia kotoa löytyviä tarvikkeita, joten esimerkiksi alumiinifolion ja teipin kanssa toimiminen ei poikkea kotioloista. (NASA)

Lukiolaisille suunnattu työohje:

Työtarvikkeet:

- 2 litteää vedenpitävää astiaa
- 2 lämpömittaria tai lämpöanturia
- teippiä
- lämpölamppu
- astia, jolla mitata vettä
- alumiinifoliota (kuvaa merijäätä)

Työn tarkoituksena on tutkia jään sulamisen vaikutusta meriveden lämpötilaan. Suunnitelkaa, miten voitte tutkia tätä ja muodostakaa hypoteesi lopputilanteesta. Esitelkää ohjaajalle tutkimussuunnitelmanne. Ottakaa kolme mittauspistettä, joista ensimmäisen ja viimeisen välinen aika on 30 minuuttia.



Kuva 1. Koeasetelmat lämpölamppujen alla. Kuvasta puuttuu Veden korkeus -työn toinen astia, jossa olisi ollut vedessä sulava jääpala. © Kulosaaren yhtenäiskoulu

3 Aktiviteetin toteutus

Aktiviteettikokonaisuus toteutettiin helsinkiläisen Kulosaaren yhtenäiskoulun lukio-opiskelijoille Lammin tutkimusasemalla toukokuussa 2019. Kokonaisuus toteutettiin kolmeen kertaan pienille ryhmille, joten sitä saatiin kehitettyä jo kertojen välillä.

Toteutettaessa kannattaa aloittaa Veden korkeus -työstä, sillä jääpalojen sulamiseen menee paljon aikaa, jolloin monet ryhmät eivät ehtineet saada “mannerjäättä” sulamaan. Tähän vaikutti muun muassa se, että jääpalat olivat todella isoja. Esimerkiksi jäämurskan käyttö olisi voinut nopeuttaa sulamista, sillä sulamispintaa olisi tällöin enemmän. Lisäksi opiskelijoille on hyvä painottaa vain yhden jääpalan käyttämistä sekä sitä missä vaiheessa tutkimusta “merijää”-astian vedenpinta tulee merkitä ylös. Huomattiin myös, että lämpölamppuja voi hyvin käyttää sulattamisen nopeuttamiseksi. Muita havaintoja kyseisestä työstä oli lukiolaisten nokkeluus, he keksivät koejärjestelyn itse varsin nopeasti. Työn

jättäminen sivuun sulamisen ajaksi on viisasta myös, koska sulavan jään tarkkailu ei ole kovinkaan mielekäästä.

Muissa aktiviteetin töissä lukiolaiset osasivat hienosti muodostaa tutkimussuunnitelman ja muutama tarkentava kysymys riitti selventämään koeasetelmat. Jään sulamisen aiheuttama lämpötilan muutos -työssä lukiolaiset asettelivat usein alumiinifolion astian päälle, kun se olisi pitänyt rypistellä astian pohjalle.



Kuva 2. Ahkeria lukiolaisia tutkimuksen äärellä. © Kulosaaren yhtenäiskoulu

Kiitokset

Oppimiskokonaisuuden tekijät kiittävät ohjaajaansa Veli-Matti Vesteristä.

Viitteet

Aksela, M. (2010). Evidence-based teacher education: becoming a lifelong research-oriented chemistry teacher? *Chemistry Education Research and Practice*, 11(2), 84–91.
<https://doi.org/10.1039/C005350N>

Bien Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press

Lambert, J. L., Lindgren, J., & Bleicher, R. (2012). Assessing Elementary Science Methods Students' Understanding About Global Climate Change. *International Journal of Science Education*, 34(8), 1167–1187. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.633938>

Juntunen, M., *Kestävä kehitys kemian opetuksessa: Lähestymistapana ympäristötietoisuutta edistävä tutkimuksellinen elinkaariajattelu*, Helsingin yliopisto, Helsinki, <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/230570> noudettu 12.5.2019

Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015, luonnos*. Retrieved from http://www.oph.fi/download/171262_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_luonnos_220920_15.pdf

NASA, *Climate Change Inquiry Labs*, https://pmm.nasa.gov/education/sites/default/files/lesson_plan_files/climate%20change%20inquiry/Climate%20Change%20Inquiry%20TG.pdf