



B

OVIA ON AVATTU



B: Ajankohtaista - Aktuellt

Maija Rukajärvi-Saarela (toim.)

OVIA ON AVATTU

JULKAISIJA:

Centria ammattikorkeakoulu Oy - Centria yrkeshögskola Ab
Talopojankatu 2A, 67100 Kokkola

JAKELU:

Centria kirjasto- ja tietopalvelu
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria / markkinointi- ja viestintäpalvelut

Kannen kuva: Kokkolan yhteislyseon lukio

Painopaikka: Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy 3/2013, painosmäärä 100 kpl

B: Ajankohtaista - Aktueellt

ISBN 978-952-6602-46-2 (nid.)

ISBN 978-952-6602-47-9 (PDF)

ISSN 1239-0755

SISÄLLYS

Alkusanat

1. TEKNOKAS kemianluokka -toimintaa Kokkolan kampuksella	6
<i>Maija Rukajärvi-Saarela</i>	
2. Raumiksella tutkitaan	7
<i>Kaisa Yrjänä</i>	
3. Tervetuloa kemiankerhoon!	13
<i>Margetta Sarkkinen</i>	
4. Kurkistus kemiakerhon sisälle.....	15
<i>Hanna Saari</i>	
5. Kemian moninaiset mahdollisuudet tutuiksi	23
<i>Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen</i>	
6. TUKEMIA-hanke Kokkolan yhteislyseon lukion biologian kursseilla	26
<i>Tuula Heikkilä</i>	
7. Malmista metalliksi ja kiertoon. TUKEMIA-projektityö Toholammin yläkoululla	30
<i>Kajja Soini</i>	
8. Kemian projekti -kurssin kehittämistä Centria AMK:ssa.....	37
<i>Maija Rukajärvi-Saarela ja Tiina Ylä-Kero</i>	
9. Kalajoen lukion ympäristökurssit TUKEMIA-projektissa.....	44
<i>Päivi Ojala ja Päivi Siirilä Kalajoen lukio</i>	
10. Lukiolaisten toteuttamat projektit teemoina NANO ja NAHKA.....	63
<i>Anneli Kauppi</i>	
11. Projektipohjainen ongelmalähtöinen oppiminen kemiassa – Aspiriini ja Kofeiini.....	73
<i>Päivi Ojala</i>	
12. Biotekniikan harjoitustyöt Kokkolassa 1.3.2013	84
<i>Päivi Ojala ja Päivi Siirilä</i>	
13. Tutkimus liikenteen typpidioksidipäästöjen vaikutuksesta ilmanlaatuun.....	88
<i>Päivi Ojala ja Päivi Siirilä</i>	
14. Tutkimalla oppii kemiaa! Alakoulussakin	96
<i>Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen</i>	

15. TUKEMIA täydentämässä luokanopettajan järjestämää fyke-opetusta.....	98
<i>Margetta Sarkkinen</i>	
16. Torkinmäen kakkosluokkalaiset tutkimassa kodin aineita Centria ammattikorkeakoulun kemian laboratoriossa.....	100
<i>Marketta Mäenpää-Lahti</i>	
17. Luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä ja kokemuksia tutkimuksellisesta opiskelusta fyke-kurssilla	104
<i>Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen</i>	
18. FyKe-kurssi tutkimalla oppien luokanopettajakoulutuksessa.....	114
<i>Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen</i>	
19. Antaa uusien tuulien puhaltaa	117
<i>Maija Rukajärvi-Saarela</i>	

Alkusanat

Keski-Pohjanmaan alueella, erityisesti Kokkolassa ja sen ympäristössä kemia on osa ihmisten hyvää elämää, sillä onhan monen paikkakuntalaisen työpaikka Kokkolan Suurteollisuusalueella Ykspihlajassa. Tämä paikallinen erityispiirre tuo haasteita koulutuksen järjestäjille, sillä luonnontieteistä ja erityisesti kemiasta innostuneita ja motivoituneita nuoria tarvitaan myös tulevaisuudessa. Kokkolassa käynnistyi vuonna 2010 kolmivuotinen, ESR-rahoitteinen Tutkimalla oppii TUKEMIA-hanke vastaamaan omalta osaltaan tähän haasteeseen. Hankkeen tavoitteena on ollut kehittää luonnontieteiden ja erityisesti kemian opettamista ja opiskelua niin, että sekä opettajat että oppilaat kokevat sen kiinnostavaksi ja innostavaksi. Tavoitteena on ollut lisätä kaikilla koulutustasoilla opetustyötä tekevien työelämäosaamista ja tuottaa uutta opetusmateriaalia sekä kehittää oppilaitoksia palvelevia opetusmenetelmiä ja verkostoitua. Pää toteuttaja hankkeessa on ollut Centria ammattikorkeakoulu. Muita toteuttajia ovat olleet Teknologiakeskus KETEK oy sekä Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. TUKEMIA-hankkeeseen on osallistunut yli 20 oppilaitosta Kokkolan, Kalajoen ja Kaustisen seutukunnan alueilta. Oppilaitosten kirjo on laaja; mukana on ollut peruskoulun ala- ja yläkouluja, lukioita, ammatillisia opistoja sekä ammattikorkeakoulu ja yliopisto; käytännössä koko koulutusikäisten ihmisten kirjo.

Hankkeen alussa tehtiin kartoitus luonnontieteiden opetuksesta yleisesti sekä työelämä- ja käytännönläheisyydestä niiden opetuksessa. Kartoitusten pohjalta on kehitelty sekä työelämälähtöisiä että arkiympäristöstä heränneitä projekteja yhdessä opettajien kanssa. Opetusmenetelmänä koulukohtaisten projektien toteuttamisessa on käytetty POPBL-menetelmää (Project Oriented Problem Based Learning). Koulun neljän seinän sisältä on lähdetty rohkeasti ulos hakemaan tietoa ja kokemuksia ympäröivästä yhteiskunnasta ja oikeasta työelämästä uuden ymmärryksen pohjaksi. Jotta tämä on ollut mahdollista, on hankkeen aikana luotu kouluille yhteistyökuvioita Kampuksen, Suurteollisuusalueen ja muiden paikallisten toimijoiden kanssa unohtamatta verkottumista hankkeessa mukana olevien toisten koulujen ja koulutusasteiden kanssa.

Kokkolassa 24.3.2013 Maija Rukajärvi-Saarela

1. TEKNOKAS kemianluokka -toimintaa Kokkolan kampuksella

Maija Rukajärvi-Saarela, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Hyvin harvalla Keski-Pohjanmaan alueen kouluista on mahdollisuus tehdä tutkimuksia ja laboroida hyvin varustellussa kemian laboratoriossa. Niinpä Centria ammattikorkeakoulun ja Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen yhteisessä laboratoriossa on aloitettu TEKNOKAS kemianluokka -toimintaa, jonka takana on TUKEMIA-hanke. TEKNOKAS kemianluokka palvelee esikouluja, peruskoulun ala- ja yläluokkia, lukioita sekä ammatillista kemian ja kemianteekniikan opetusta. Käytännössä TEKNOKAS kemianluokka -toiminta on jatkoa toiminnalle, jota Keski-Pohjanmaan (nykyisin Centria) ammattikorkeakoulun kemian laboratoriossa on harjoitettu jo vuodesta 2001 lähtien.

Tavoitteeksi toiminnalle on asetettu kehittää kemian ja kemianteekniikan tutkivaa opetusta ja oppimista sekä tukea positiivista kuvaa kemiasta. Toimintaa ohjaa opetussuunnitelmien mukainen tutkimuksellinen ja kokeellinen laboriotyöskentely, jossa hyödynnetään innovatiivisesti oppilaiden arjesta nousevia tai työelämästä nostettuja kemian sisältöjä ja sovellutuksia. Oppilaille tarjotaan ongelmia ratkaistaviksi ja heitä kannustetaan kekseliäisyyteen turvallisuusnäkökohtia unohtamatta.

TEKNOKAS kemianluokka tarjoaa toiminnallisia opintovierailuja kemian kiinnostavaan maailmaan aidossa tutkimuslaboratorioympäristössä, jossa jopa nanomaailma älymateriaaleineen tulee vastaan. Opintovierailun aihepiiri suunnitellaan opettajan kanssa tukemaan oppilasryhmän opetuksen tavoitteita sisällöllisesti ja menetelmällisesti. Opintovierailulle suunnitellaan tarpeen mukaan erilaisia tutkimustehtäviä, kokeellista työskentelyä laboratoriossa, tutustumista tutkimus- ja opetuslaboratorioihin tai esittelykierron korkeakoulussa ja yliopistokeskuksessa. Lisäksi opettajien kuin myös yläkoulun ja lukion oppilaiden on mahdollista tulla työelämän tutustumisjaksolle. Myös oppilaiden omien pienten tutkimusprojektien tekeminen tutkijaryhmissä on mahdollista. Ammatillisen puolen opiskelijat voivat puolestaan tehdä työharjoittelua ja opinnäytetöitä tutkijoiden tutkimusprojekteissa.

Opiskelijaryhmille suunnattujen toiminnallisten opintovierailujen lisäksi kaikkien asteiden opettajien kuin myös yläkoulun ja lukion oppilaiden on mahdollista tulla muutaman päivän työelämän tutustumisjaksolle eli TET -jaksolle. Myös lukio- ja perusopetuksen oppilaiden omien pienten tutkimusprojektien tekeminen tutkijaryhmissä tutkijoiden opastuksella on mahdollista. Ammatillisen puolen opiskelijat voivat myös tehdä harjoitteluun ja opinnäytetöitään tutkijoiden tutkimusprojekteissa.

Yhteyshenkilönä TEKNOKAS kemianluokka -toiminnassa on lehtori Maija Rukajärvi-Saarela: puh. 044 725 0329, sähköposti maija.rukajarvi-saarela@centria.fi

2. Raumiksella tutkitaan

Kaisa Yrjänä, Raumankarin koulu, Himanka - Kalajoki

1. Taustaa

Himanka on reilun 3000 asukkaan pitävä Pohjanlahden rannalla parikymmentä kilometriä Kalajoen kuulisista Hiekkasärkistä etelään. Vuoden 2010 alussa Himangasta tuli kuntaliitoksen myötä Kalajoen kaupungin eteläisin kylä. Himangalla on toimivat peruspalvelut, lyhyet etäisyydet sekä puhdas ja turvallinen ympäristö. Pitäjän halki virtaava Lestijoki, laajat peltoaukeat ja meri antavat oman leimansa himankalaisuuteen. Kylän keskustassa sijaitsee Raumankari, jota on käytetty markkinapaikkana jo 1600-luvulta lähtien ja jossa on ollut kiinteää asutusta ainakin 1700-luvun alusta lähtien.

Perunanviljely ja turkistarhaus ovat Himangan perinteisiä elinkeinoja. Teollisuuden piirissä merkittävimmät yritykset toimivat puusepänteollisuuden, kalanjalostuksen ja jaloteräksen käsittelyn toimialoilla. Elintarviketeollisuuden puolella toimii lihanjalostamo teurastamoinen sekä leipomo- ja säilyketuotteiden valmistus. Myös kuljetusala työllistää monia himankalaisia.

Raumankarin koulu on Kalajoen kaupungin ainoa yhtenäiskoulu. Tänä lukuvuonna (2012-2013) koulussa ahkeroin 288 oppilasta, joista 112 opiskelee yläkoulussa ja 176 alakoulussa. Tällä hetkellä yläkouluun tulevat kaikki entisen Himangan kunnan alueella asuvat oppilaat. Pahkalassa on oma alakoulu Pohjanpään kylien oppilaille.

Raumankarin koulu osallistuu aktiivisesti erilaisiin kehitysprojekteihin. Koulu on hyväksytty kahteen kansainväliseen hankkeeseen, jotka tunnetaan lyhenteillä ITL ja AT21CS. Niissä kehitetään mm. innovatiivista opetusta, tulevaisuuden taitoja ja uudistetaan arviointia. Kansallisista projekteista viime vuosina tärkeimpiä ovat olleet Liikkuva koulu-, Liikkeelle!- ja Tukemia-hankkeet sekä Vihreä lippu -toiminta. Kaikki nämä ovat tukeneet myös jaetun opettajuuden kehittämistä, mikä on kärkihankkeemme opetuksen laadun kehittämisessä.

Koulu tekee mielellään yhteistyötä muiden koulujen ja yritysten kanssa. Tukemia-hanke on ollut tässä suhteessakin merkittävä, sillä kuntaliitoksen jälkeen yhteistyöverkoston piti päivittää. Toisaalta koulun ympäristössä puusepänteollisuus on hallitsevassa asemassa. Kuitenkin maakunnallisesti kemianteollisuus merkittävä on työllistäjä. Koulu tarvitsee uusia innovatiivisia opetusmenetelmiä, oppilaat ja opettajat tietoa työelämästä ja peruskoulun jälkeisestä koulutuksesta sekä maakunta kemian osaajia. Siksi tartuimme innokkaasti mahdollisuuteen päästä mukaan Tukemiaan.

Himankalaisille lapsille ja nuorille kemia on varsin etäinen asia. Se on oppiaine, jonka nimi ei tuo mieleen mitään. Se, että naapurikaupungissamme on Pohjoismaiden suurin epäorgaanisen kemian keskittymä, on varsin tuntematon juttu. Kovin moni yläkoululainen ei tiedä, että Kokkolassa olisi kemian osaajille runsaasti töitä ja mahdollisuuksia. Tukemia-hankkeen myötä olemme halunneet tuoda kemiaa tutuksi kaikille koulun oppilaille.

2. Kemia tutuksi TET-viikolla

Raumankarin koulussa kahdeksasluokkalaiset tutustuvat työelämään viikon ajan ja yhdeksäsluokkalaiset kaksi viikkoa. Jokainen oppilas saa mahdollisuuden tutustua kolmeen eri työpaik-

kaan. Himangalla ei ole tarjolla varsinaisia kemianalan työpaikkoja. Ei ole laboratoriota, jossa voisi tutustua monipuolisesti kokeelliseen kemiaan. Kemian opetuksessa painotamme kokeellisuutta, teemme pieniä kokeita lähes joka aiheeseen liittyen. Kemianluokan välineistö on kuitenkin huomattavasti yksinkertaisempaa ja käytettävissä olevat kemikaalit vähäisempiä kuin oikeissa tutkimuslaboratorioissa olevat. Siksi mahdollisuus tutustua oikeaan laboratorioon on monelle oppilaalle elämys.

Tukemia-hankkeen myötä meille on tarjoutunut mahdollisuus lähettää oppilaita tet-viikolle Kokkolaan Centria ammattikorkeakouluun. Hankkeen aikana parikymmentä yläkoulun oppilasta on tarttunut tilaisuuteen ja lähtenyt tutustumaan kemian ihmeelliseen maailmaan. Oppilaat ovat lähteneet Kokkolaan varsin avoimin mielin. Heidän toiveissaan on ollut yleensä ennen kaikkea laboratoriolaitteisiin tutustuminen, uusien kokeellisten töiden oppiminen ja jopa kemian ymmärtäminen paremmin.

Ammattikorkeakoulussa oppilaat on otettu vastaan hyvin. Heille on järjestetty koko viikoksi mielekästä ja monipuolista ohjelmaa. Oppilaille on esitelty ammattikorkeakoulun historiaa ja kehitystä, opiskelumahdollisuuksia, Kokkolan yksikön tiloja ja yksikössä työskentelevien työtehtäviä. Oppilaat ovat saaneet tehdä erilaisia laboratoriotöitä, joista mieleenpainuvien on ollut aspiriinin valmistus. Myös malmikiven murskaus, jauhatus ja seulonta jäi oppilaiden mieleen erilaisena kokemuksena. Oppilaat ovat osallistuneet myös laboratoriotilojen siistimiseen ja laitehuoltoon. Oppilaat ovat saaneet mahdollisuuksien mukaan vieraila myös ammattikorkeakoulun matematiikan- ja fysiikantunneilla. Joillekin yllätyksenä on tullut se, että yhtälönratkaisu amk:ssa on samanlaista kuin omassa koulussa kasiluokalla!

Oppilaiden kommentit tet-viikosta ovat olleet myönteisiä. Heidän toiveensa viikosta oli otettu huomioon ja he pääsivät tekemään mukavia töitä. Kahdeksasluokkalainen Saija Niemi kommentoi viikkoa näin: "Työssä tarvittiin tarkkuutta, kärsivällisyyttä ja ahkeruutta. Kemian työt olivat hieman vaativampia ja hienompia kuin koulun, ja oman lisänsä siihen toivat erilaiset välineet ja laboratorioympäristö. Opin käyttämään oikean laboratorion välineitä, esimerkiksi automaattipipettiä ja hyvin tarkkaa vaakaa, joka mittasi gramman kymmenestuhannesosia. Opin myös, miten oikeassa laboratoriossa tiskataan. Työn hyviä puolia oli esimerkiksi sen monipuolisuus, siihen olisi vaikea kyllästyä. Työ oli myös aika itsenäistä, kunhan noudatti laboratorion sääntöjä. Huonoja puolia oli ehkä se, että alituinen tarkkuus oli hieman stressaavaa. Lisäksi suojalasit olivat aika epämukavia (etenkin silmälaseja muutenkin käyttävälle) ja suojatakit olivat liian isoja. Mutta ymmärtäähän sen, että niitä oikeasti tarvitaan."

3. Opettajat tutustuvat ammattikorkeakouluun

Opettajan työ peruskoulussa on varsin mielenkiintoista. On saatava oppilaat innostumaan uusien asioiden oppimisesta; asioiden, jotka ovat hyvin kaukana leikkimällä oppivan ekaluokkalaisen tai kapinoivan murrosikäisen maailmasta. Millaista olisi olla koulussa, jossa kaikki ovat aikuisia? Ajatus viikosta aikuisten ihmisten parissa tuntuu houkuttelevalta. Viikko työpaikassa, jossa ei joka päivä tarvitse perustella, mihin tätä kaikkea tarvitaan.

TUKEMIA -hankkeen puitteissa Rauman koulun opettajia on päässyt tutustumaan Centria ammattikorkeakoulun toimintaan Kokkolassa. Ilahduttavan moni meistä tarttui tilaisuuteen avoimin mielin. Toiveissa meillä oli saada uusia ideoita kokeelliseen työskentelyyn. Ajattelimme, että voimme kartuttaa kemian taikatempuvarastoamme mielenkiintoisilla töillä. Toivoimme myös näkevämme ammattikorkeakoulun arkea mahdollisimman monipuolisesti.

Viikon aikana ehdimme tutustua moniin eri ihmisiin ja saimme kuulla heidän työtehtävistään. Meille esiteltiin Centria ammattikorkeakoulun toimintaa. Saimme kuulla, kuinka opiskelijoita ohjataan ja kuinka syrjäytymisvaarassa olevista opiskelijoista huolehditaan niin, että mahdollisimman moni saisi tutkintonsa valmiiksi. Meille kerrottiin myös, että avoimessa yliopistossa opiskelu on oikeasti jokaiselle mahdollista. Saimme viikon aikana tietoa Centriassa käynnissä olevista EU-projekteista sekä biopolttoaineisiin keskittyvästä tutkimustyöstä.

Tietysti pääsimme tutustumaan myös amk:n tiloihin. Peruskoulun kemian opettajassa yksistään laboratoriotilat herättivät kateutta. Pääsimme kokeilemaan tiloja ja tekemään töitä, joita emme joka päivä omassa koulussamme tee. Saimme myös kaipaamiamme vinkkejä käytännön oppilastöiden toteuttamiseen. Aina ei itselle ole tullut mieleen, miten monella tavalla saman työn voi tehdä, joskus jopa hausvasti.

4. Opintojen ohjaaja mukana hankkeessa

Raumankarin koulun opintojen ohjaaja Helena Ojatalo on ollut mukana Tukemia -hankkeessa. Hän on osallistunut erityisesti OPOille tarkoitettuihin tapaamisiin ja ollut myös Centria ammattikorkeakoulussa opetet -jaksolla. Opintojen ohjaaja kirjoittaa näin:

”Sain mahdollisuuden osallistua kahden päivän ”ope -tettiin” viime huhtikuussa. Kemian ala on minulle ollut jokseenkin outo, joten mielenkiinnolla lähdin katsomaan, mitä uutta saisin työhöni ja ohjaamiseen tältä alalta. Tutustumispaikkana oli Centria ammattikorkeakoulu Kokkolassa.

Ensiksi meille esiteltiin rakennus ja kerrottiin yleisesti opiskelusta. Sitten sain olla myös oppilaiden mukana valmistamassa mm. aspiriinia ja nailonia. Kävin muutamilla tunneilla, jotta näin millaista varsinainen teoriaopiskelukin on. Sain tietoa myös meneillään olevista tutkimus- ja kehityshankkeista.

Koska varsinainen työni on oppilaan ohjaus, minulle oli järjestetty tapaaminen yksikön opinto-ohjaajan kanssa. Hänen kanssaan kävimme läpi mm. valmiuksia, joita oppilaalla olisi hyvä olla opiskellessaan amk:ssa. Minua kiinnosti myös oppilaiden sijoittuminen opiskelun jälkeen. Juuri tämä kiinnostikin minua kaikkein eniten, koska näin pääsin kiinni niihin ammatteihin, joihin koulutus valmistaa.

Päivät olivat mielenkiintoisia ja antoivat ajattelemisen aihetta. Toivottavasti saisin oppilaille kerrottua jatkossa kiinnostavasti kemian alan työtehtävistä ja mahdollisuuksista.”

5. Kemian kylpyjä kerhossa

Raumankarin koulussa yhtenäiskoulun hyödyt otetaan käyttöön. Samassa rakennuksessa opiskelee innokkaita ekaluokkalaisia ja jo kaiken osaavia yhdeksäsluokkalaisia. Aina ei opettajan tarvitse olla äänessä, vaan oppilaat voivat ohjata toinen toisiaan. Yhteistyötä tehdään yli luokkarajojen.

Eräässä Tukemia -hankkeen tapaamisessa meille heräsi ajatus kemian kerhotoiminnasta. Tarvumme yleensä innokkaasti uusiin haasteisiin. Koulussamme on tapana kokeilla erilaisia toimintatapoja, jotka saattavat edistää oppilaiden kasvua ihmisenä tai auttaa oppilaita tutkimaan

ja ymmärtämään asioita uudella tavalla. Kemiaankerhossa koulumme isot oppilaat saisivat olla osaavia ohjaajia ja asiantuntijoita pienten ollessa tarkkoja havainnoijia.

Yläkoulusta löytyi muutama kemiasta kiinnostunut oppilas, joita ei pelottanut ajatus oman kiinnostuksen kohteen jakamisesta. Kemianhan alkaa erillisenä oppiaineena viidennellä luokalla, joten päätimme tarjota kerhoa vuotta nuoremmille oppilaille. Näin heille raotettaisiin vähän ovia kemian ihmeelliseen maailmaan. Osallistujamäärä rajattiin kahteentoista, jotta kahdelle ohjaajalle kerhon pitäminen ei koituisi liian työlääksi. Sovimme heti aluksi, että kerhoa pidetään viisi kertaa noin 1-2 tuntia kerrallaan. Siinä ajassa ehtii tehdä monenlaisia töitä ja jälkien siivouksellekin jää aikaa. Kerhon ohjaajat kävivät itse mainostamassa kerhoa neljännen luokan oppilaille. Ohjaajat myös valitsivat itse työt, joita halusivat kerhossa toteuttaa.

Opettajan rooli kerhotoiminnassa on olla taustatukena. Ensimmäisellä kerralla opettaja on ollut aluksi paikalla varmistamassa, että kaikki sujuu hyvin. Kerhon ohjaajat ovat esitelleet aluksi kemianluokkaa ja sieltä löytyviä tarvikkeita. Hätäsuihkusta on päästy sujuvasti työturvallisuuteen, mikä onkin varsin tärkeää kokeellisia töitä tehdessä. Kun työskentely on päässyt hyvään alkuun, opettaja on poistunut paikalta. Opettajan on kuitenkin hyvä olla tavoitettavissa mahdollisten yllätystilanteiden varalta. Näin myös kerhon ohjaajat voivat olla rauhallisin mielin.



Kuvat vasemmalta: Punainen neste pohjalle, sininen pinnalle, kerrosten salaisuus.

Alakoululaiset ovat varsin innokkaita tutkijoita. He ottavat hyvin vastaan ohjaajien neuvot ja noudattavat tarkasti annettuja ohjeita. He ovat myös innokkaita kyselijöitä ja yllättävät ohjaajat vaikeilla kysymyksillään. Kerhossa pääasiana on kuitenkin toiminnallisuus ja havaintojen teko, joten ohjaajien ei tarvitse halita kaikkea töihin liittyvää teoreettista taustatietoa.



Kuvat vasemmalta: sammuttimen teko ja liekin sammutus.

6. Isot ohjavat pieniä

Kerhotoiminnan innoittamana päätimme viime syksynä LUMA-viikon kunniaksi tarjota kemiallisia elämyksiä kaikille alakoulun oppilaille. Tarjosimme elämyksiä mm. paperilennokkien, puhkottujen ilmapallojen, yksipuolisen paperin, muuttuvan mustikan ja tanssivien rusinoiden parissa. Aluksi teimme työohjeet. Yläkoulun oppilaat jakautuivat pieniin ryhmiin ja testasivat työt. Teimme myös pienen tehtävämonisteen alakoululaisille. Näin jokainen sai pysyvän muiston tutkimustunnistaan. Yläkoululaiset ohjasivat alakoulun oppilaita, joille vierailu kemianluokassa oli suuri elämys. Vaikka tunnelma oli tiivis ja aika ajoin äänekkäskin, kaikki työskentelivät keskittyneesti ja kirjasivat havaintoja tarkasti.

Yläkoululaisten palaute kokeilusta on ollut myönteistä. He ovat kokeneet ohjaajan roolinsa merkitykselliseksi ja käyttäytyneet sen mukaisesti. Heidän mielestään toisille opettamalla oppii itsekin parhaiten. Ehkä siksi, että joutuu ajattelemaan, miten asian esittää. Alakoululaisista "vierailu" kemianluokassa on ollut hauskaa, ehkä myös vähän jännittävää. Pienillä oppilailla on pohjaton halu tutkia asioita. He myös huomaavat sellaista, mitä vanhemmat oppilaat eivät havaitse, ja voivat näin tarjota uusia näkökulmia asioihin.



Poksahtaako ilmapallo?

7. Lopuksi

Lähdimme mukaan Tukemia -hankkeeseen täysin avoimin mielin. Olemme aina olleet varmoja siitä, että tutkimalla oppii. Mutta miten tutkia? Yläkoulun tunneilla kokeita tehdään, mutta ovatko ne oppilaiden mielestä vain hauskaa ajankulua? Miten saada oppilaat kiinnostumaan kemian opinnoista, kun ainoa kosketus alaan on pöydän takana höpisevä ope? Näihin kysymyksiin saimme vastauksia hankkeen edetessä.

Oppilaiden kanssa voi tehdä monenlaisia tutkimuksia. Alakoulun oppilaiden kanssa keskitytään työtapojen opettelemiseen ja havaintojen tekemiseen. Yläkoululaisten kanssa voidaan jo pohdita töiden taustalla olevaa teoriaa. Erittäin antoisia ovat eri ikäluokkien yhteiset projektit, joissa oppilaat oppivat toinen toisiltaan. Yhtenäiskoulussa niitä on helppo toteuttaa varsinkin, kun opettajien yhteistyö on sujuvaa. Sopivia aiheita löytyy sekä kemian että fysiikan oppisisällöistä.

Kiinnostus kemiaa kohtaan on yläkoulun oppilailla lisääntynyt tet-jaksojen myötä. Kokkolassa olleet oppilaat ovat kertoneet kokemuksistaan muille ja lisänneet näin koko ikäluokan tietoutta kemianalan tarjoamista mahdollisuuksista. Jatkossa toivomme vielä löytävämme yhteyksiä suoraan kemianteollisuuteen, jotta esimerkiksi tehdasvierailut mahdollistuisivat.

Kaikki ympärillämme on kemiaa. Kemian osaajia tarvitaan nyt ja tulevaisuudessa. Lapsi on luonnostaan tutkija ja ennakkoluuloton tarkkailija. Annetaan oppilaille mahdollisuus, he kyllä tarttuvat siihen.

3. Tervetuloa kemiankerhoon!

Margetta Sarkkinen, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Kolmivuotisen TUKEMIA-hankkeen aikana keskusteluissa opettajien kanssa tulivat puheeksi myös koulujen kerhot, kun mietimme erilaisia tapoja innostaa oppilaita myös vapaa-ajallaan kemian ja fysiikan aiheisiin. TUKEMIA-hankkeen yhtenä tavoitteenahan oli lisätä kiinnostusta Luma-aineita kohtaan. Kerhot ja niiden aloittaminen kouluilla tuntuivat yhdeltä mahdollisuudelta.

Todettiin, että osa erityisesti alakouluille varatuista kerhomäärärahoista jää käyttämättä, koska kerhoille ei löydy ohjaajia. Opettajat eivät oman työnsä, varsinaisten opetustuntiansa jälkeen, enää halua ottaa vastuuta kerhoista. Joitakin kokeiluja oli ollut, esimerkiksi kasviväreillä värjäämistä oli kokeiltu. Kuitenkin tavallisimmat koulujen kerhot ovat joko liikunta- ja kokki-kerhoja tai askartelua ja käsityötä. Joillakin koululla toimii myös shakkikerho tai musiikkikerho. Kerhojen pitäjinä ovat liikuntaseurat, 4H-yhdistys tai joku muu harrastusryhmä, yhdistys tai seurakunta.

TUKEMIA -hankkeeseen kuului myös opeTET- ja oppilasTET-toiminnan kehittäminen. Toiminta toteutettiin Centria ammattikorkeakoulun tiloissa toimivan TEKNOKAS kemianluokka toiminnan yhteydessä. Kalajoen Raumankarin yhtenäiskoulun 8.-luokkalaisten oppilasTET-jakson aikana TEKNOKAS -kemianluokassa oli toiminnallisella opintovierailuja alakoulujen oppilaita. TEToppilaat valmistelivat ohjaajiensa kanssa toiminnallisia oppilasvierailuja ja kokeilivat laadittujen työohjeiden toimivuutta. Vierailujen aikana he toimivat myös apuohjaajina.

Palattuinaan omaan kouluunsa Raumankarille oppilaat esittivät kemianopettajalleen, että he haluaisivat pitää pienemmille oppilaille kemiakerhoa. Koulun rehtori kertoi koululla olevan käyttämättömiä kerhomäärärahoja ja kemian opettaja lupasi olla vastuuhenkilönä. Niinpä TETissä olleet 8-luokkalaiset suunnittelivat kerhon ohjelman käyttäen heidän oman TET-jaksonsa aikana olleita alakoululaisten työohjeita. Kemianopettaja kertoi tyttöjen suunnitelmista ja pyysi jotakin TUKEMIA-hankkeen projektityöntekijää tulemaan koululle yhdessä suunnittelemaan kerhoa tyttöjen kanssa.

Yhdessä sovittiin, että kerhokertoja tulisi olemaan 5-6 ja Margetta Sarkkinen tulisi pitämään ensimmäisen kerhokerran ja olemaan tarvittaessa käytettävänä myöhemminkin. 3.- 4.-luokkalaisille suunnattu kerho onnistui hyvin, vaikka sitä pidettiin samana päivänä kuin koulun kokki-kerhoa.

Raumankarin koulun kemiankerho innosti aloittamaan kerhon myös Kokkolan Koivuhaan koululla. Heillä oli samoin jäänyt käyttämättä kerhomäärärahoja. Kaksi AMK -kemianopiskelijää kiinnostui yhdessä TUKEMIA -hankkeen projektityöntekijän Hanna Saaren kanssa pitämään kerhoa. Huomasimme, että 5 kerhokertaa on sopiva. Kerhoahan voi pitää 5 kertaa syksyllä ja 5 kertaa kevätlukukaudella. Oppilaita on hyvä olla maksimissaan noin 10 ja heidän on helpompi sitoutua käymään kerhossa, kun kerhokertojen määrä on rajattu. Kerho kestää 1 - 2h kerrallaan. Koivuhaassa kerho suunnattiin 4. luokan oppilaille. Syksyn kerhon osallistujat olivat eri oppilaita kuin kevätlukukauden kerhon osallistujat. Nyt kerhoa on pidetty jo useita jaksoja.

Myös Pietarsaareissa aloitetaan kemiakerho alakoulun oppilaille. Samoin Kokkolassa Kirkonmäen ruotsinkielinen alakoulu on kiinnostunut aloittamaan kemian kerhon.

Asiat pyörähtivät käyntiin. Huomattiin, että täytyy koota aneistoa ja ohjeistusta kerhojen pitäjää varten. Niin alettiin työstää Kerhokansiota. Sana on kiirinyt ja kemiakerhoja halutaan aina vain useammalle koululle. Mistä ohjaajia! Nyt täytyykin sitten ruveta suunnittelemaan kerhonohtaajien koulutusta ja se on sitten seuraava juttu!

4. Kurkistus kemiakerhon sisälle

Hanna Saari, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

1. Johdanto

Järjestimme Koivuhaan alakoululla 3-4-luokkalaisille kemian kerhon, jonka tarkoituksena oli herättää mielenkiintoa LUMA-aineita kohtaan. Kerhon vetäjinä toimivat Hanna Saari, Maria Mingiele ja Matias Moilanen.

Ennen kerhon toiminnan aloittamista kävimme rekrytoimassa kyseisillä koululla oppilaita mukaan. Rekrytointi tapahtui kiertämällä 3. ja 4. luokka yksitellen läpi ja samalla näytimme, kiinnostuksen herättämiseksi, miten tiheyksien ero vaikuttaa vesi-öljy seoksessa.

Kerhossa tehtävät työt ovat liittyneet tiiviisti veteen, liuoksiin ja erilaisiin seoksiin. Kerhon aikana opeteltiin uusia käsitteitä, työvälineistön nimiä sekä mittasuureita. Tiheyden tutustuimme kananmunan kellumisen avulla vedessä ja suolavedessä. Liukenemiseen tutustuimme KMnO_4 avulla, eli tiputimme veteen yhden KMnO_4 kiteen ja annoimme sen liueta rauhassa. Kokeilimme myös muiden aineiden liukenemista veteen, esimerkkiaineina työssä käytimme ruokasuolaa ja kalkkia. Aineiden happamuuden ja emäksisyyden havainnoimiseksi teimme työn, jossa apuna käytimme indikaattoreita.

Artikkelissa kurkistetaan Voiko maidosta valmistaa muovia – työn kulkuun. Työ on tarkoitettu alakouluikäisille 1-3 luokkalaisille. Työssä käytettäviä välineitä ja aineita ovat: pari isompaa ja yksi pieni keitinlasi, lasisauva tai muovilusikka, mittalasi, siivilä, käsipaperia sekä maitoa ja etikkaa. Työohjeet ovat liitteinä 1. ja 2.



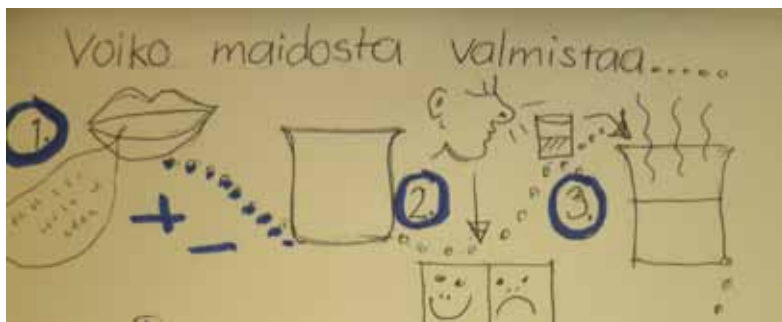
Margetta esittelee tarvittavia aineita: maitoa ja etikkaa.

2. Ennen työn aloittamista

Ennen työn aloittamista käydään yhteisesti läpi, mitä aineita ja millaisia välineitä työssä käytetään. Kun kerrotaan työssä käytettävistä aineista, niin silloin kerromme ovatko aineet vaarallisia vai ovatko ne tavallisia ruoka-aineita. Voiko maidosta valmistaa muovia -työssä käytetään ainoastaan maidon lisäksi 10% etikkaa, joka on tavallista väkiviinaetikkaa. Oppilaille kerrotaan missä etikkaa käytetään ja kysellään ovatko he syöneet jotain sellaista, mikä on säilötty etikkaan. Tällä tavoin voidaan osoittaa, että tässä työssä käytettävät aineet ovat turvallisia.

Keskustellaan tutkijan taidoista ja huomataan miten tärkeitä kaikki 5 aistia ovat. Nyt tarvitaan erityisesti tarkkaa havainnoimista niin näköaistilla kuin hajuaistillakin. Myös tuntoaistia tarvitaan.

Sen jälkeen tutustutaan työssä käytettäviin välineisiin, nimetään ne ja mietitään miten niitä on paras käsitellä ja kuljettaa työskentelypaikalle. Voiko maidosta valmistaa muovia -työssä käytettävänä välineinä ovat kaksi isompaa noin 250ml keitinlasia ja yksi pienempi 30ml keitinlasi, sekä lasisauva sekoitusta varten ja kertakäyttöinen lusikka. Lisäksi työssä käytetään siivilää eli pientä lävikköä ja käsipaperia. Lopuksi tarvitaan vielä silikonista valmistettuja jääpalamuotteja. Kun aineet ja välineistö on käyty yhteisesti läpi, on aika siirtyä ohjeiden pariin. Oppilaille kerrotaan että jokaisen on tärkeää käydä ohjeet huolellisesti läpi. Ohjeistuksen aikana oppilaille kerrotaan myös, että jokaisen vaiheen jälkeen on hyvä ympyröidä tai värittää tehdyn kohdan numero sitä mukaan kun työssä edetään. Kumpikin työparista saa oman työohjeen.



Pienimpiä ajatellen työohje voi olla myös piirrettyinä.

Ennen itse työn tekemistä oppilaita kehoitetaan tekemään oma hypoteesi siitä, voiko maidosta tehdä muovia. Tässä vaiheessa on hyvä korostaa oppilaille, ettei ole olemassa vääriä hypoteeseja, vaan työn tarkoituksena on testata oma hypoteesi. Painotetaan myös sitä, että jokainen myös merkitsee omaan paperiinsa oman hypoteesinsa. Sitten vain työn tekoon ja maltti on valttia.

3. Työn tekeminen

Työssä käytetään kahta eri ohjeistusta, joista toinen on piirretty, joka on tarkoitettu ekaluokkalaisille, joiden lukutaito ei ole vielä kehittynyt ja toinen ohje on sanallinen.

Työn ensimmäisessä vaiheessa haetaan opettajalta lämmintä maitoa n. 2 dl tai jos oppilaat ovat vanhempia, niin he voivat itse lämmittää maitoa keittolevyllä. Maitoa haetaan isoon keitinlasiin. Tavaroita haettaessa on taas hyvä muistuttaa oppilaita rauhallisesta liikkumisesta, jottei tapahdu vahinkoja.

Seuraavaksi he hakevat 15 ml etikkaa. Tässä vaiheessa he joko itse mittaavat pipetillä etikan tai ryhmästä riippuen etikkaa voidaan annostella valmiiksi pieniin keitinlaseihin. Kun oppilaat ovat päässeet takaisin omalle työskentelypaikalle, heitä voidaan pyytää nuuskaisemaan etikkaa. Tässä vaiheessa mielipiteet vaihtelevat, toiset pitävät etikan hajusta ja toiset eivät.

Seuraavassa vaiheessa etikkaa kaadetaan lämpimän maidon sekaan ja kirjoitetaan havainnot siitä mitä maidolle tapahtuu. Tässä vaiheessa oppilaita joudutaan hieman auttamaan havaintojen teossa. Auttavina kysymyksinä voidaan käyttää mm. Muuttuiko väri? tai Tuliko jotain keitinlasin pohjalle?

Seuraavaksi he hakevat omalle työskentelypaikalle lasisauvan jolla he sekoittavat maito-etikka seosta. Näiden edellisten vaiheiden aikana maidon herautuminen aiheuttaa ihmetystä: "Miksi siitä tuli tämän näköistä?", "Hyi, minkä näköistä!", "Ihmeellistä"



Sekoitus on tärkeä työvaihe.

Sekoituksen aikana he huomaavat kuinka maito on mennyt rakeiseksi, jolloin muovin valmistuksesta herää suuria epäilyjä. "Kuinka tästä voi muovia tulla?" Ja jälleen pyydetään kirjoittamaan havainnot: Miltä näyttää? Minkä väristä? Mitä muistuttaa?

Seuraavaksi asetetaan siivilä tyhjän keitinlasin päälle ja kaadetaan rakeinen maito-etikka-seos siivilän läpi.



Siivilöinti on tarkkaa puuhaa, joka kannattaa tehdä pareittain.

Tässä vaiheessa olisi hyvä, jos toinen pareista pitäisi siivilästä ja keitinlasista kiinni. Keitinlasi saattaa herkästi kaatua ja silloin siivilä saattaa luiskahtaa pois paikaltaan.

Keitinlasiin, jossa oli kokkareinen maito-etikka-seos, jää kaatamisen jälkeen vielä pohjalle ja reunoille kokkareita, jotka kannattaa kaapia talteen kertakäyttöisen lusikan tai lasisauvan avulla.

Tämän jälkeen kannattaa kertakäyttöisen lusikan avulla painella ylimääräiset nesteet pois massasta. Tällöin on tärkeää, että sekä siivilästä että keitinlasista pidetään hyvin kiinni, jotteivät ne kaadu.



Nesteet pois massasta.

Kun ylimääräiset nesteet on saatu puristettua massasta pois, siirretään massa käsipaperin päälle. Tässä vaiheessa oppilaat saavat itse kokeilla käsin miltä massa tuntuu. Massan painelulla saadaan vielä massasta poistettua kosteutta. Jotkut oppilaat saattavat tarvita hieman rohkaisua tähän. Massan koskettaminen jakaa mielipiteet kahteen. Toisten mielestä massa tuntuu inhottavalta, toiset puolestaan pitävät massan pehmeydestä ja lämpöisyydestä.



Ylimääräinen neste painellaan pois massasta.

Kun massaa on kokeiltu ja hetken aikaa paineltu käsipaperin päällä, on aika pyöritellä massasta palloja. Massa on hyvä jakaa kahtia, molemmille tutkijaparille omat pallot. Palloista on hyvä tehdä mahdollisimman tiiviitä. Koska massa on valmiiksi rakeista, se saattaa murentua vielä pienemmäksi muruksi, jos palloja yritetään tehdä paperin päällä. Tällöin on hyvä että massa otetaan käsiin ja käsien avulla puristetaan tiiviiksi palloksi. Jos joku oppilaista ei onnistu saamaan massasta palloa, on kerhonvetäjän hyvä tässä vaiheessa alustaa pallo, jonka jälkeen oppilaan on helpompi käsitellä massaa.



Massaa voi muovailla käsin.

Työn viimeisessä vaiheessa painellaan pallot muotteihin. Nyt on tärkeää, että painellaan massa hyvin tiiviisti reunoja myöten.. Ohjaaja voi tässä vaiheessa vielä varmistaa, että massa on tarpeeksi tiiviisti paineltu muottiin. Massan annetaan kuivua muotissa pari päivää. Hammastikun voi halutessa asettaa märkään massaan, jos halutaan tehdä koru muovista.

Muottina olisi hyvä käyttää silikonista muotteja, jotta massan kuivuttua muovi olisi helpompi poistaa muotista.



Massa painellaan tiiviisti muotteihin kuivumaan.

Ennen kerhon päättymistä tiskataan vielä kaikki käytetyt astiat. Koska työ tehdään pareittain, jokainen pari tiskaa omat astiansa. Jos kerhoa pidetään ensimmäistä kertaa, opetetaan oppilaille tiskauksen perusteet ja kerrotaan samalla, miksi on tärkeää tiskata astiat huolella.



Huolellinen ja tarkka tiskaus lopuksi on tärkeä osa koko työtä.

Tiskauksen jälkeen rauhoitutaan vielä omille paikoille ja keskustellaan tehdystä työstä. Käydään yhteisesti läpi aloitus hypoteesit ja lopputulokset, voiko maidosta tehdä muovia. Todetaan, että työ ei ole vielä lopussa, vaan joudutaan odottamaan vielä muutama päivä massan kuivumista. Kysellään vielä, opittiinko uusia asioita ja mitä ne olivat. Keskustellaan myös kemiallisesta reaktiosta.

Tutkijapari: _____

Voiko maidosta valmistaa muovia?

Välineet: 2 isompaa keitinlasia, 1 pieni keitinlasi, lasisauva tai muovilusikka, mittalasi, lävikkö (siivilä), käsipaperia

Aineet: maitoa, etikkaa

Hypoteesi: _____

Tee koe.

1. Kuumenna varovasti 2 dl maitoa tai hae opettajan kuumentamaa maitoa 2 dl.
2. Hae pieneen mittalasiin 15 ml etikkaa. Kaada se maitoastiaan.

Havainnot: _____

3. Sekoita lasisauvalla. Mitä huomaat?

4. Aseta lävikkö toisen mittalasin päälle. Kaada vähän jäähtynyt aine lävikköön. Painele sitä kädellä tai lusikalla.

Havainnot: _____

5. Kaada massa käsipaperille. Puristele liika märkyys pois. Painele se muottiin. Anna kuivua vähintään viikko.

Johtopäätökset: _____

Voiko maidosta valmistaa.....



5. Kemian moninaiset mahdollisuudet tutuiksi niin oppilaille kuin opettajille

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Opettaja Kaija Soini Toholammilta on saapunut lukiolaisryhmänsä kanssa Kokkolaan Centria ammattikorkeakoulun kemian laboratorioon eli TEKNOKAS kemianluokkaan toiminnalliselle opintovierailulle. Aamupäivällä he ovat jo vierailleet OMG:n kobolttitehtaalla, jossa he pääsivät tutustumaan tehtaan toimintaan ja koboltin valmistukseen. Nyt heitä kiinnostaa vielä saada lisää tietoa siitä, miten koboltista valmistetaan katalyytti ja kuinka se liittyy esimerkiksi biodieselin valmistukseen. Lisäksi heillä on tavoitteena tutustua laboratorioissa oleviin analyysilaitteisiin ja päästä itse käyttämään erotusmenetelmää, nimittäin kofeiinin uuttamista teestä ja sitten analysoimaan sen puhtautta IR:llä.

1. Toiminnallisia vierailuja

TUKEMIA-hankkeen puitteissa keskipohjalaisten koulujen opettajat voivat tulla oppilasryhmiensä kanssa toiminnallisille opintovierailuille ammattikorkeakoulun kemian laboratorioon. Kemian kiinnostava maailma avautuu aidossa tutkimuslaboratorioympäristössä, jossa oppilaat voivat tehdä omien ohjelmiansa mukaisia laboratoriotöitä. Opintovierailun aihepiiri suunnitellaan aina ryhmän oman opettajan kanssa etukäteen. Näin vierailu ja laboratoriotyöskentely täydentävät koulussa tapahtuvaa opiskelua ja se liitetään opetussuunnitelman sisältöön ja sopivaan kurssiin. Toiminnallinen opintovierailu tukee siten koulussa meneillään olevan opetuksen tavoitteita sekä sisällöllisesti että menetelmällisesti.

Vuoden 2010 tammikuun alussa alkaneen TUKEMIA-hankkeen toiminnasta on kerätty palautetta niin opettajilta kuin myös oppilailta. Ryhmiensä kanssa vierailuilla käyneet opettajat ovat kertoneet palautteissa, että ryhmän ensimmäinen vierailu laboratorioon on antoisa myös heille itselleen. He ovat voineet käyttää laboratorioissa opittua hyväksi ryhmän työskentelyn jatkosuunnittelua ajatellen. Itse laboratoriotila sinänsä jo motivoi oppilasta, samoin suojava-rusteet, takit, lasit ja käsineet. Lisäksi vierailun aikana on päästy tutustumaan ja käyttämään sellaisia välineitä ja laitteita, joita kouluilla ei ole saatavilla. Esimerkiksi kaasukromatografian sisällä sijaitseva koloni (halkaisijaltaan 0,3 millimetriä ja pituudeltaan 30 metriä) konkretisoituu oppilaille, kun sen pystyy näkemään oikeasti. Syvällistä oppimista ajatellen pelkkä yksi laboratoriotyöskentelykerta asian oppimiseksi on usein aivan liian lyhyt aika, joten työskentelyä aiheen parissa jatketaan tavallisesti koululla. Opettajat ovat todenneet myös sen, että oppimisen kannalta olisi hyvä, jos he voisivat tehdä saman ryhmän kanssa useamman työskentelyvierailun laboratorioon.

2. Tutkijan työ tutuksi

Opettajilta saadun palautteen mukaan he ovat havainneet oppilaidensa työskentelevän tarkemmin ja keskittyneemmin laboratoriovierailun aikana kuin koulussa. Niinpä laboratorioissa käyttäytyminen ja työskentelytaitojen harjoittelu on myös tietoisesti otettu mukaan ohjelmaan. Samoissa tiloissa työskentelevät Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen tohtoritutkijat ja heidän työnsä pyritään huomioimaan etenkin lukiolaisten ja yläkoululaisten vierailujen yhteydessä.

Usein sovitaankin etukäteen, että joku tohtoritutkijoista saa mahdollisuuden kertoa professori Ulla Lassin kemiantimissä meneillään olevista kiinnostavista tutkimushankkeista. Samalla hän voi kertoa myös omasta työstään ja koulutuksestaan sekä siitä, mikä hänet sai innostumaan kemiasta. Oppilaat ovat palautteissaan kertoneet saaneensa näistä tuokioista tärkeää tietoa omille tulevaisuuden suunnitelmilleen.

3. TET-mahdollisuus sekä oppilaille että opettajille

Opiskelijaryhmille suunnattujen toiminnallisten opintovierailujen lisäksi kaikkien asteiden opettajien kuin myös yläkoulun ja lukion oppilaiden on mahdollista tulla muutaman päivän mittaiselle työelämän tutustumisjaksolle eli TET-jaksolle. Heille on räätälöity erilaisia ohjelma-kokonaisuuksia, joissa on otettu huomioon TEKNOKAS kemianluokka -toiminnan yhteistyö-mahdollisuudet ja jaksolle tulevan oppilaan tai opettajan erityistoivomukset.

Etenkin yläkouluikäisten TET-jaksoilla pääsy teollisuuteen tai muille teknisille aloille tutus-tumaan oikeaan työelämään on lähes mahdotonta johtuen oppilaiden nuoresta iästä. Tähän haasteeseen on TEKNOKAS kemianluokka -toiminnan puitteissa lähdetty hakemaan ratkaisua siten, että 8-luokkalaisille on järjestetty mahdollisuus tulla tutustumaan laboratorioon sekä siellä työskentelevien töihin. Oppilaat voivat myös tehdä omia pieniä projekteja ja niihin liitty-viä laboratoriotutkimuksia, esimerkiksi selvittää mikä energijuomasta tekee piristävän. Hei-dät voidaan perehdyttää vierailulle tulevien oppilasryhmien myös apuohjaajiksi.

OppilasTETissä mukana olleilta oppilailta saatu palaute rohkaisee jatkamaan tätä toimintaa. Eräs 8-luokkalainen kirjoitti palautteessaan: "Minulle selvisi tänään, miten suolapitoisuus mää-ritetään makkarasta. Jos kolmen vuoden päästä olen kiinnostunut jostakin aiheesta, jota täällä voi opiskella, niin pyrin tänne." Toinen opiskelija puolestaan kertoi palautteessaan: "Kiinnosta-vaa oli aspiriinin valmistus, 5-luokkalaisten ohjaus ja algebran tunti. Minulle selvisi epäorgaanisen ja orgaanisen ero, lasipipetin ja automaattipipetin sekä magneettisekoittajan, murskaimen ja puntarin käyttö. Minua kiinnostaisi tietää, mitä nailonilla tapahtuu jatkossa ennen kuin siitä tulee sukkahousut." Eli paljon oli ehditty lyhyessä ajassa kokea, mutta mikä tärkeintä: jäi vielä avoimia kysymyksiä, joihin olisi mielenkiintoista saada vastauksia.

Opettajille suunnattuun OpeTE -mahdollisuuteen ovat tarttuneet innokkaasti lähinnä yläkou-lujen ja lukioiden opettajat. Saadun palautteen mukaan muutaman päivän poissaolo omasta opetustyöstä ja koulusta on koettu terveelliseksi. Laboratoriotoimintatavat ovat saaneet opet-tajat miettimään esimerkiksi oman koulun käytäntöjä vaikkapa tilojen siisteydessä ja välineiden tiskauksessa. Vaikka saatuja TET-kokemuksia ei sellaisenaan suoraan voi viedä esimerkiksi yläkoulun opetukseen, "...niistä saa hyviä vinkejä sekä muistutuksen siitä, että kasvatamme nuoria elämää varten: tämän päivän ja mielellään myös huomisen taitojen oppimista varten." Ja ennen kaikkea: "...sisälläni palava "kemian liekki" sai TET-viikon aikana uutta hehkua", kuten eräs opettaja palautteessaan kirjoitti.

4. AMK ja yliopistokeskus tutuiksi

Tavoitteena TUKEMIA -hankkeessa on myös lisätä tietoisuutta ammattikorkeakoulun insinöö-rikoulutuksesta sekä tutkimus- ja kehitystoiminnasta ja alueellisesta vaikuttavuudesta. Niin-pä saadun palautteen mukaan opettajien käsitys ammattikorkeakoulusta oli muuttunut. "En

ollut tiennyt monipuolisesta tutkimustyöstä ja projekteista, mitä ammattikorkeakoulussa on kaiken aikaa menossa. Enkä tiennyt, kuinka läheistä yhteistyötä koulu tekee esim. paikallisten teollisuuslaitosten ja yritysten kanssa. On varmasti opiskelijalle motivoivaa harjoitella oikeissa hankkeissa ja tutkimuksissa.” Eri koulutusasteiden ylittävää yhteistyötä vaikkapa tällaisten toiminnallisten vierailujen ja TET -jaksojen puitteissa siis on tarpeellista jatkaa, jotta kokonaiskuva koulutuspolusta tulisi eläväksi ja tieto siitä, mitä varten joitakin asioita opetetaan, tulisi myös peruskoulujen ja lukioiden opettajalle perustelluksi.

Ammatillisen puolen opiskelijat voivat myös tehdä TEKNOKAS kemianluokka -toiminnan puitteissa harjoitteluaan ja opinnäytetöitään erilaisissa tutkimusprojekteissa. Palautteissaan opiskelijat ovat tuoneet esille sen, että he kokevat olleensa etuoikeutetussa asemassa päästessään tällaiseen tutkimusympäristöön tekemään riittävän haasteellista, vastuullista ja oma-aloitteista työtä, jonka parissa koettiin ”...onnistumisen iloa monet kerrat. Suositteisin kaikille, jotka tahtovat opiskeluun jotain lisämaustetta”.

Palataanpa vielä hetkeksi Toholammin lukiolaisten vierailuun. Kellon näyttäessä kolmea iloinen ja tyytyväinen ryhmä kiittelee ja kertoo palautteessaan, että päällimmäiseksi asiaksi vierailusta jäi mieleen työvaiheista uuttaminen, pipetoinnin haasteellisuus ja mittaustarkkuus sekä magneettisekoittimen käyttö ja nopeasti haihtuvan orgaanisen aineen kanssa toimiminen. Vierailu oli ollut monipuolinen. Kemiaan liittyvää tietoa oli tullut paljon, laboratorion siisteys ja selkeys oli tehnyt vaikutuksen, samoin erilaisten analyysilaitteiden näkeminen ja IR:n käyttö. Tohtoritutkija Pekka Tynjälän esitys katalyyteistä oli osunut suoraan joidenkin oppilaiden omaan projektiin vietäväksi.

Opettaja Kaija Soinin mielestä oppilaat työskentelivät itsenäisemmin tässä ympäristössä kuin koulussa. IR -spektriajo oli hyvä juttu, samoin Pekka Tynjälän esitys tutkimuksen teosta, analyysilaitteista ja omasta työstään muutenkin. Hänen mukaansa se, että oppilaat pääsivät itse tekemään työn, rohkaisee heitä. Kotimatalla bussissa heidän on tarkoitus keskustella päivän kokemuksista ja seuraavana päivänä sitten kukin ryhmä esittelee oman TUKEMIA -projektinsa, ja niissä varmaan on mukana jotakin tältä vierailulta.

6. Tukemia-hanke Kokkolan yhteislyseon lukion biologian kursseilla

Tuula Heikkilä, Kokkolan yhteislyseon lukio, Kokkola

1. Taustaa

TUKEMIA-hankkeeseen mukaantulo oli minulle luontainen jatkumo juuri päättyneelle POPBL-projektille. Olin tuolloin innoissani, kun POPBL-hankkeessa herännyttä tutkivan oppimisen kipinää pääsi heti jatkojalostamaan.

Tukemia -projektin puitteissa minulla on ollut mahdollisuus hyödyntää hankkeen tarjoamia resursseja useammallakin biologian kurssilla. Valtakunnallisilla pakollisilla kursseilla hanketta on hyödynnetty kurssilla Solu ja perinnöllisyys. Valtakunnallisilla syventävillä kursseilla mukana on oltu ympäristöekologian ja bioteknologian kursseilla sekä koulukohtaisella soveltavalla biokeemian kurssilla.

2. Käytännön esimerkkejä

Hankkeen myötä biologian kursseilla on toteutettu sellaisia kokeellisia töitä, joihin koulun omilla resursseilla ei olisi ollut mahdollisuuksia ja toisaalta saatu uusia vinkkejä, miten normiluokkaopetuksessakin kokeellisuutta voidaan lisätä. Muutamalla kurssilla toteutettuja töitä on kommentoitu Liikkeelle -oppimisympäristössä ja otettu näin ensi askeleita sosiaalisen median hyödyntämisessä opiskelussa. Seuraavassa kerron esimerkkejä kursseilla toteutetuista käytännöistä.

Tukemia -hankkeesta ensikokemuksia hankittiin Solu ja perinnöllisyys-kurssilaisten kanssa. Ammattikorkeakoulun laboratoriossa kävimme yhden peruskurssiryhmän kanssa tekemässä uniikit DNA-kaulakorut omasta DNA:sta. Toisen ryhmän kanssa toteutimme saman työn omalla koululla, peräti 30 opiskelijaa samanaikaisesti. Laboroinnin jälkeen jatkoimme keskustelua oman DNA:n ainutlaatuisuudesta Liikkeelle-oppimisalustalla.

Syventävällä bioteknologian kurssilla toteutimme geenimanipulaatiota käytännössä tuottamalla UV-valossa fluoresoivaa valoa hohtavia vihreitä bakteereita, joiden valohohtogeeni on peräisin meduusasta.

Tehty työ toimi myös motivointina aiheeseen liittyvään tutkivaa oppimista hyödyntävään ryhmätyöhön, jossa ryhmien tehtävinä oli miettiä oma tutkimusprojekti geenitekniikan sovelluksiin liittyen. Lopputuotoksena ryhmät tuottivat PowerPoint -esityksiä geenitekniikan sovelluksista yksilöiden tunnistuksessa ja lääketieteessä. Esittipä yksi ryhmä tuotoksena pienen näytelmänkin, kuinka murhamysteeriä rikospaikalla aletaan tutkia. Kyseisen geeninsiirtotyön toteutin kahden eri oppilasryhmän kanssa peräkkäisinä vuosina.

Ympäristöekologian syventävällä kurssilla olimme mukana maakunnallisessa ilmanlaatu tutkimuksessa, jossa vertailtiin ilman typpidioksidipitoisuuksia eri puolilla kaupunkia. Tutkimukseen osallistui kymmenkunta kurssilaista ja tutkimus toimi myös kurssilla muutoinkin tehtävänä tutkimustyönä, josta opiskelijat myös laativat tutkimusraportin yhdessä sekä esittelivät tulokset muille kurssilaisille. Tulokset raportoitiin Liikkeelle oppimisalustalle, jossa opiskelijat perehtyivät myös edelliseen valtakunnalliseen ilmanlaatu tutkimukseen, jossa myös olimme mukana. Tutkimusraportissaan opiskelijat myös vertailivat näiden kahden eri tutkimuksen tuloksia keskenään.



Kuvat vasemmalta: Centria ammattikorkeakoulun opettaja Jana Holm opastamassa geielektroforeesin tekoa. Yhteislyseon lukion opiskelija Sonja Välikangas geenimanipulaation parissa. Meduusan valonhohtogeeni siirtyy kolibakteeriin. Onnistunut lopputulos!

Vielä tämän lukukauden syksyllä tarjoutui mahdollisuus hyödyntää hankkeen tarjoamia mahdollisuuksia kemian ja biologian yhteisellä biokemian kurssilla. Ihan television rikossarjojen malliin kävimme AMK:n laboratoriossa ratkaisemassa murhamysteerin DNA-sormenjälkites-
tejä hyödyntäen. Tähän tehtyyn työhön tai kemian osuudessa tehtyihin laborointeihin liittyen ryhmäläiset myös tekivät omat tutkivan oppimisen tuotoksensa biokemian sovelluksiin liittyen.



Josefiina Wargh, Pilvi Syri ja Matilda Tokola ratkomassa murhamysteeriä parhaaseen CSI-tyyliin eli vertailemassa mahdollisten epäiltyjen DNA-näytteitä geielektroforeesimenetelmän avulla.

3. Kokemuksia, haasteita ja tulevaa

Opettajalle ilonaiheita ja haasteita

Opettajan näkökulmasta hankkeessa mukanaolo on tuonut ennen kaikkea lisää kokeellisuutta omaan opetukseen. On ollut mahdollista toteuttaa myös sellaisia käytännön kokeita, joita ei koulun omilla resursseilla olisi mahdollisuus tehdä. Toisaalta on saanut paljon kokemuksia ja ideoita myös sellaisiin töihin, jotka ovat jatkossakin toteutettavissa siinä normaalissa koulun arjessa.

Hankkeen ansiosta laborointien toteutukseen on tullut lisää rutiinia. Etenkin kiinnostus on herännyt aika haasteellisina pitämiini bioteknologian laborointeihin. Samalla ovat konkretisoituneet menetelmät, joista aiemmin on voinut puhua vain teoreettisesti. On ollut innostavaa päästä tekemään sellaisia käytännön laborointeja, joita ei koulun omilla resursseilla olisi ollut mahdollisuus toteuttaa. Esim. tehtyihin geeninsiirtotöihin tarvitaan erillinen lupa, jota harvalla koululla on.

Myös tutkivan oppimisen hyödyntäminen omassa opetuksessa sai hankkeesta lisää pontta. Ennakkotietojen mukaan tutkivaa oppimista tullaan painottamaan myös parhaillaan luonnosvaiheessa olevan lukion uuden opetussuunnitelman laadinnassa.

Hanke on opettanut peruskäyttötaitoja myös sosiaalisen median hyödyntämisestä osana opetusta. Liikkeelle -oppimisalusta voisi toimia hyvinkin erilaisilla kursseilla yhtenä opetustapana.

Haastavinta on ollut löytää riittävästi aikaa laajempien projektien toteuttamiseen. Valtakunnallisilla kursseilla asiaa on paljon, eikä yhteen teemaan voi keskittyä liikaa. Erityisen haastavaa on POPBL -menetelmän soveltaminen kurssien aihepiireihin tukeutuen.

Toinen iso ongelma on suuret opetusryhmät. Peruskursseilla oppilasryhmien koko on keskimäärin 30 - 40 opiskelijaa ja yksinomaan laboroinnin toteuttamiseksi ryhmä pitää jakaa kahtia. Myös erilaisten ryhmätöiden esittelyyn kuluu kohtuuttoman paljon aikaa suuren ryhmän kanssa.

Opiskelijoiden kokemuksia

Opiskelijoille laboratoriotyöskentely on mukavaa vaihtelua kiivastahtiseen teoriaopiskeluun. Pirstävää on myös päästä välillä pois koulun seinien sisäpuolelta. Työselostuksien laatimista pidettiin melko haastavana. Kuitenkin esim. bioteknologian kurssilaiset selvisivät hyvin englanninkielisistä työohjeista.

Opiskelijat pääsääntöisesti pitävät tehtävistä, joissa saavat toimia ryhmissä ja toteuttaa laajempia projekteja.

Tulevaa

Vaikka hanke nyt päättyykin, ainakaan omalta osaltani eivät sen opit jää unholaan. Hankkeessa mukanaolo kannustaa kokeellisten töiden tekemiseen yleisemminkin biologian opetuksessa. Projekti innosti erityisesti bioteknologiaan liittyvien töiden tekemiseen jatkossakin opetuksessa. Tehdyt työt poikivat myös uusia ideoita bioteknologian menetelmien konkretisointiin.

Ja joka vuosi hankkeen kuluessa on aiheesta kerrottu koulun omassa lehdessä (Länsipuiston Sanomat). Samoin koulun joka kevään päätökseksi ilmestyvään vuosikirjaan on kirjoitettu juttuja aiheesta. Tämä siksi, että tieto asiasta ei jäisi vain mukana olleiden omaisuudeksi.

7. Malmista metalliksi ja kiertoon. TUKEMIA-projektityö Toholammin yläkoululla

Kaija Soini, Kuusiston yläkoulu, Toholampi

1. Taustaa

Malmista metalliksi ja kiertoon -projektia lähti toteuttamaan 17 oppilaan kahdeksannen luokan kemian tyttöryhmä. Mukana ryhmässä oli oppilailta laidasta laitaan. Toisille kemia oli kivaa ja toisille tervan juontia. Silti en hetkeäkään epäillyt, etteikö innostusta löytyisi. Uusi tapa oppia ja opiskella olisi varmaan monille mieleen. Enkä ollut väärässä.

Metallit ovat iso aihekokonaisuus peruskoulun kemiassa. Päätin, että koko aihealue vedetään läpi projektin kautta. Opetussuunnitelmaan (2004) tukeutuen oli helppo lähteä suunnittelemaan projektin tavoitteita ja sisältöä.

”Kemian opetuksen tehtävänä vuosiluokilla 7–9 on laajentaa oppilaan tietämystä kemiasta ja kemiallisen tiedon luonteesta sekä ohjata luonnontieteille ominaiseen ajatteluun, tiedonhankintaan ja tietojen käyttämiseen elämän eri tilanteissa. Opetus antaa oppilaalle persoonallisuuden kehittymisen ja nykyaikaisen maailmankuvan muodostamisen kannalta välttämättömiä aineksia ja se auttaa ymmärtämään kemian ja teknologian merkityksen jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa. Kemian opetuksen tulee antaa oppilaalle valmiuksia tehdä jokapäiväisiä valintoja ja keskustella erityisesti energian tuotantoon, ympäristöön ja teollisuuteen liittyvistä asioista ja ohjata oppilasta ottamaan vastuuta ympäristöstään.

Opetus tukeutuu kokeelliseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havaitseminen ja tutkiminen. Tästä edetään ilmiöiden tulkitsemiseen, selittämiseen ja kuvaamiseen sekä aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkikielellä. Kokeellisuuden tulee auttaa oppilasta hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja, kehittää käden taitoja, kokeellisen työskentelyn ja yhteistyön taitoja sekä innostaa oppilasta kemian opiskeluun.

- tärkeimmät maankuoresta saatavat alkuaineet ja yhdisteet ja niiden ominaisuuksia sekä tuotteiden valmistus, käyttö, riittävyys ja kierrätettävyys korroosiolta suojaamisen merkityksen rakentamisessa ja metalliteollisuudessa
- tuntee ympäristöön vaikuttavia aineita, niiden lähteitä, leviämistapoja ja vaikutuksia ihmisen ja luonnon hyvinvointiin, esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden palamistuotteita ja raskasmetalleja
- tuntee teollisuuden eri aloja kuten metalli- ja puunjalostusteollisuus sekä niiden tuotteita ja niiden merkityksen jokapäiväisessä elämässä”

Omana ensisijaisena tavoitteena oli opetella projektityön teettämistä. Miten osaan olla sopivasti taustalla, toisaalta auttaa ryhmiä edistymään, ilman että näytän suoraan suuntaa tai ideoin liikaa oppilaiden puolesta? Toisin sanoen, miten osaan pitää suuni kiinni. Tähän auttoi toinen projektini tavoitteista, tavoitteeni opettajana luoda oppilaisiin uskoa, että itse löydetty tieto on vähintäänkin yhtä arvokasta, kuin opettajan taululle kirjoittama tai oppikirjasta luettu. Ja että omat kokemukset ovat tosia ja sisältävät itsessään tietoa. Oppilaille tavoitteita annoin kaksi: 1. Opi asia niin hyvin, että voit opettaa sen muille. 2. Hyvin tehtyä työtä on ilo esitellä muille.

2. Käynnistys

Projektin ensimmäinen oppitunti mietittiin projektin läpivientiä ja tavoitteita. 3-4 hengen ryhmät valitsivat kukin oman tutkittavan metallinsa. Tutustuttiin lokikirjoihin ja päiväkirjan täyttämiseen. Loimme oman ryhmän Liikkeelle!-ympäristöön ja harjoittelimme sivuston käyttöä. Ryhmän luominen vei aikaa ja pitkin viikkoa hyväksyin oppilaita jäseneksi. Valokuvien ottamisesta halusi huolehtia tyttö, joka ei halunnut itseään kuviin. Oppilaat olivat innostuneita mahdollisuudesta oppia eritavalla ja itsenäisesti.

Sovittiin, että oppikirjan oppilastoita saa tehdä tunneilla. Välineet ja kemikaalit saa käyttöönsä kun pyytää. Ryhmät saivat omat projektivihkonsa, joka oli materiaalin keräämistä varten.

Arviointia varten ensimmäisellä kerralla jokainen teki oman käsitekarttansa metalleista. Sitä käytettiin vertailukohtana loppuarvioinnissa, joka toteutettiin samalla tavoin.

3. Malminetsijän opissa

Saimme vieraaksemme maankuulun ja moneen kertaan palkitun malminetsijän Aaro Paanasen. Aaro toi mukanaan kattavan kokoelman malmeja, joista riitti mielenkiintoista kerrottavaa. Innostus malminetsintään kohosi muutamilla oppilailla. Varsinkin kun Aaro jätti meille valmiit kaavakkeet ja tarralaput mahdollisia malminäytteitä varten. Jo seuraavalla kerralla lähetettiin kiviläynteitä Geologian tutkimuslaitokselle.

Jännitystä riitti muutamiksi viikoiksi kun odotimme yhdessä tuloksia. Teemmekö kaivosvaltuksen vai ei? Riittäviä pitoisuuksia ei näistä näytteistä kuitenkaan löytynyt, joten jatkamme etsintää.



Aaron opissa.

Aaro jakoi tietoaan auliisti. Summassa ei kannata lähteä kiviä kaivelemaan vaan täytyy tietää minne mennä. Käännetyt metsämaat oikeilla paikoilla voivat olla varsinaisia aarraittoja sanan varsinaisessa merkityksessä. Aarohan tuli tunnetuksi löydettyään muutamia vuosia sitten Isovihan aikaisen aarteen, joka nimettiin Hannin aarteeksi. Kyseisen vyön katoaminen oli aikoinaan aiheuttanut katkeran riidan veljesten välille. Nyt silloin jakaantuneet suvut saattoivat sopia vuosisataiset riitansa ja vyön soljista mallia hakien on tehty suvulle koruja.

Seuraavalle kerralle järjestin oppilaille malmin tunnistustunnin, jolloin piti tunnistaa numeroimani malmikivet Avain oppikirjassa olevaa malmintunnistuskaaviota hyväksi käyttäen.

4. Ryhmätyöskentely

Oppilaat saivat valita itse ryhmänsä kokoonpanon. Sitten he valitsivat itselleen kaivoksen, jonka toimintaan, malmiin ja metalliin he syventyvät. Tietokoneiluokka oli meille lähes aina varattuna.

Työskentely lähti käyntiin toisissa ryhmissä paremmin ja toisissa ryhmissä haparoiden. Hankalutena oli hahmottaa tehtävänanto: Malmista metalliksi ja kiertoon. Mitä meidän kuuluu tehdä? Minkälaisia asioita etsitään ja millä tiedon tasolla liikutaan. Mikä on liikaa ja mikä on liian vähän. Oman paikan ottaminen ryhmässä ei kaikille ollut helppoa, usko omiin kykyihin saattoi puuttua. Kaksi kolmesta nappasi homman haltuun ja kolmas ei oikein tiennyt mitä tehdä. Yhteisien keskustelun päätteeksi jokaiselle löytyi tekemistä ja yhteishenki syntyi.

Muutama ryhmä otti tavoitteekseen osallistua samalla TUTKI,KOKEILE JA KEHITÄ -kisaan. Työ ei ollut tarpeeksi uutta tietoa tuova, joten loppukilpailuun asti ei päästy. Saatu palaute oli kuitenkin hyvää oppia tulevia koitoksia varten.

5. Paikallishistoriaa

Toholammilla Lestijoen rannassa sijaitsee Pajamäen talo. Asuinpaikka on merkitty veroluetteloon jo 1500-luvulla. Pajamäen asukkaat vaurastuivat jokimalmista rautaa valmistamalla. Vietimme aamupäivän Pajamäessä oppaanamme taitava ja talon historiaan perehtynyt Erkki Kujala. Heti aluksi Erkki vei meidät rantaan katsomaan raudan ruostuttamaa rautapitoista maata, josta otimme näytteitä kouluun tutkittavaksi. Pitoisuutta emme mitanneet, mutta raudan tunnistimme sakkareaktiolla.

Lukuisia tarinoita elävöittivät, tutut sukunimet, runsas esineistö ja 1800-luvun alussa rakennetun talon tunnelmallinen tupa, jonka upeassa takassa loimusi Erkin meille sytyttämä tuli. Mahtava kokemus.



Pajamäen mailla Kujalan Erkki oppaana.

6. Metallien pelkistys

Pelistystapahtumaa elävöittääkseni päätin pitää kaikille yhteisen laborointitunnin, jolloin pelkistimme rautaa sekä kuparia. Kyseessä oli perinteiset oppikirjatyöt kuparin pelkistys raudalla ja rautaoksidin pelkistys hiilellä. Työt ovat aina yhtä palkitsevia ja oppilaat ottavat koeputket mielellään kotiin.

Yksi tunti käytettiin elektrolyysiin. Jolloin pelkistettiin sinkkiä sinkkikloridista ja päällystettiin metalliesineitä kuparilla.



Kuparin pelkistys.

7. Päivä Kokkolassa

Tukemia -projekti mahdollisti matkustamisen Kokkolaan tutustumaan Bolidenin sinkkitehtaan sekä nykyiseen Centria ammattikorkeakoulun kemian yksikköön.

Boliden tarjosi maalaistalon tytöille eksotiikkaa. Tehdas oli pelottava ja jännä, vaikka yhden tytön isä tehtaalla työskenteleekin. Bolidenin aina niin ystävällinen ja arvostava suhtautuminen

tekee tehtaan miellyttäväksi tutustumispaikaksi. Kemian opettajakin tuntee ylpeyttä oman alansa osajista. Siellä vilpittömästi uskotaan oppilaiden kykyyn ja haluun vastaanottaa tietoa. Luento ja kierros tehtaalla jäi mieleen äänineen ja rikkihapon tuoksuineen. Sinkkielektrodit, valetut sinkkiplootut ja valtava energiantarve puhuttivat vielä pitkään ja konkretisoi projektia mieleenpainuvalla tavalla. Tehdasalueella ei saanut kuvata, joten muistikuvat ovat sitäkin tärkeämpiä.

KIP:n tehdasalue tuo muistoja karulta 70-luvulta, jolloin Yksipihlajassa käytiin kauhistelemasa kuollutta kuumaisemaa. Enää aluetta ei tunnista samaksi. Ympäristönsuojelu on tuottanut tuloksia.

Ammattikorkeakoululla meidät vastaan otti tehokaksikko Maija Rukajärvi-Saarela ja Margeta Sarkkinen. Meille oli aiheeseen sopivasti räätälöity malmin murskausta aina vain pienemmäksi seuloen. Niin vain kiviaines pilkkoontui alun kauhean metelin ja kolinan jälkeen aina vain pienemmillä desibeileillä.



Malmin murskauksen alkuvaihe.

8. Oman projektin esittäminen

Oman työn tulosten esittämistapa oli vapaa. Toiset käyttivät liitutaulua, piirtäen hienot kaaviot prosessinkulusta, toiset uskoivat power point-esityksiin ja muutamat saivat asiansa esitettyä mielenkiintoisella tavalla kertomalla elävästi ja sujuvasti oppimastaan asiasta.

Jo paljon ennen varsinaista projektin huipentavaa esityspäivää olimme keskustelleet hyvästä ja onnistuneesta esiintymisestä. Itse olen aina jänittänyt esiintymisiä ja olen saanut aivojumbasta apua. Aivojumpan niksejä ja hyvää ilmapiiriä luoden saimme varmuutta esityksiin. Sovimme, että annamme vain positiivista ja kannustavaa palautetta. Totesimme myös, että kun asia on hallinnassa ja tietää mistä puhuu, olo on varmempi.

Jokainen ryhmä oli yltänyt parhaimpaansa ja enemmänkin. Mykistyneenä kuuntelin sujuvaa, ilman paperia pidettyä, esitystä Pampalon kultakaivoksesta ja sen ympäristövaikutuksista. Vau.

Kyllä. Kyllä koin onnistumisen iloa näiden nuorten tyttöjen puolesta. Kuinka rohkesti he ottivat sanaston haltuunsa ja esittivät asiansa. Varmasti yksi tavoitteeni, kyky keskusteluun luonnontieteestä oikeilla termeillä, toteutui.

9. Oppilasarviointi

Täytetyt lokikirjat ja arviointikaavakkeet olivat oppilaolla itsearvioinnin tukena. Oppilaat myös arvioivat oman projektityönsä. Numeroarvosanan muodostin oppilaoden tuottamasta materiaalista, esityksen laadukkuudesta ja alussa ja lopussa tehtyjen käsittekarttojen vertailusta. Arvosanat jakaantuivat 7-10 välille, normaalin 5-10 sijasta.

Koko projektin arviointi

1. Hyvät asiat

Innostus, innostus ja innostus!

Oppilaiden kertomaa:

Projektityöskentelyn etuja:

- tietoa tuli enemmän kun porukalla etsittiin
- sai selville sellaista, mitä ei olisi muuten saanut
- sai itse etsiä tietoa
- mielenkiintoisia tunteja
- oppi esiintymään
- oppiminen oli helpompaa ja mukavampaa kavereiden kanssa
- oppi tiedonhakua
- oppi tekemään pitkäjänteistä työtä, johon täytyi keskittyä
- ryhmätyöskentelytaidot kehittyi
- asiat muistaa pitempään, kun ne on itse hakenut
- vastuu kasvoi
- tiedon etsintä itsenäisesti, jopa englanniksi

Projektityön haitat:

- saattoi unohtua juttelemaan
- huoli siitä, että työ ei ole tarpeeksi hyvä
- turhautui, jos työ ei edennyt
- kompromissien teko
- työlästä, vei vapaa-aikaakin
- oma projekti jäi hyvin mieleen, toisten ei niinkään

Opettajan rooli taustalla oli ok.

2. Kehitettävät asiat

Kehittäminen täytyy tapahtua kunkin projektin aikana. Riippuu varmaan paljon ryhmästä, miten opettajan tulee toimia: hillitä, hallita vai rohkaista.

Luulepa, että oppilas kehittyy projektiansa myötä. Kehittyminen näkyi jo projektin aikana. Opittiin tarttumaan oikeisiin eteenpäin vieviin asioihin. Toimittiin ihan ammattilaisina ja pohdittiin tärkeitä kysymyksiä.

3. Erityishuomiot

Vaikka tämä oli minun projektini, niin ihan ensimmäisenä tämä oli oppilaiden projekti. Esittelyjen arviointi oli minusta hankalaa. En osannut olla objektiivinen, koska olin niin ylpeä heidän aikaansaannoksistaan. Kaikki olivat NIIIIIN hyviä.

Metalleistahan on opetettavaa vaikka millä mitalla. Nyt täytyi suhtautua asiaan toisin. Antaa vastuuta reilusti oppilaille.

Aika nopeasti jokaiselle löytyi oma tehtävä ryhmässä, kysymyksiin etsittiin vastauksia ja meininki vei mennessään. Itse olin vain kannustaja. Oli helppo sanoa: "En tiedä.", kun en tiennytkään. "Ota sinä selvää ja kerro meille!" Oli aika yleinen lause minulta. Kukaan ei jäänyt fb-sivuille, kun huomasit miten innostuneesti muutkin hakivat tietoa. "Onpa mielenkiintoista!", oli myös aika yleinen huudahdus.

Opettajana opin, että osaan olla syrjässä, moittimatta ja niskaan läähättämättä. Pysytn luomaan uskoa, että he selviävät työmäärästään. Motivaatio syntyi tekemisestä.

Annoin myös aikaa. Pari ylimääräistä tuntia ei maailmaa kaada peruskoulussa. Seuraavalla kerralla voikin lyödä tiukemman aikataulun samalle ryhmälle. Ikävä kyllä uutta tilaisuutta ei taida tulla.

8. Kemian projekti -kurssin kehittämistä Centria AMK:ssa

Maija Rukajärvi-Saarela ja Tiina Ylä-Kero, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Centria ammattikorkeakoulun kemiantekniikan koulutusohjelmassa on alettu kehittää projektiopintoja vuodesta 2011 alkaen, joten keväällä 2012 pidetyn Kemian projekti -kurssin jälkeen päästiin tekemään vertailuja ensimmäistä kertaa. Kemian projekti -kurssi pohjaa ongelmaperustaiseen (Problem Based Learning) PBL- ja projektimaiseen (Project Oriented Problem Based Learning) POPBL-menetelmään. Tavoitteena on valmentaa omatoimisia, ryhmätyötaitoisia ja yhteistyökykyisiä osajia työelämään.

1. Taustaa

Ryhmien muodostaminen Belbinin testiä apuna käyttäen

Meredith Belbin ja hänen tutkijatiiminsä on kehittänyt Belbinin tiimiroolitestin, jonka jokainen opiskelija tekee yksilöllisesti ennen ryhmiin jakoa. Testissä määritellyt tiimiroolit kuvaavat henkilölle luonteenomaisia käyttäytymistapoja suhteessa tiimin toisiin jäseniin pyrittäessä kohti yhteistä päämäärää. Tiimirooleja on yhteensä yhdeksän: keksijä, tiedustelija, kokooja, arvioija, diplomaatti, tekijä, viimeistelijä, asiantuntija ja takoja. Alun perin ne on määritelty henkilöiden luonteenpiirteiden, henkisten kykyjen ja käyttäytymisen arvioinnin perusteella tehtävien aikana. Belbinin testin käytön tärkeänä tavoitteena on, että testi-tulosten avulla opitaan tuntemaan ja säätelemään omaa tapaa toimia eri tilanteissa. Toisaalta testituloksien avulla myös pyritään muodostamaan tasapainoisia työryhmiä siten, että muodostetuissa ryhmissä on eri työntekijätyyppejä, jotka tiedostavat roolinsa. Nimittäin kun tunnistaa heikkoutensa ja vahvuutensa, voi pyrkiä vahvistamaan heikkouksiaan ja oppia hyödyntämään vahvuuksiaan. (Belbin, 2004)

Oppimisen arviointi projektimaisessa, ongelmaperustaisessa opiskelussa

Ongelmaperustaisen pedagogiikan tieto-opilliset eli epistemologiset perusteet liittyvät vahvasti tiedon yhä moni-ilmeisempään määrittelyyn. Tieto sisältää mm. teoreettisen, käytännöllisen ja kokemuksellisen ulottuvuuden. Tieto- ja oppimiskäsityksen muuttuminen on johtanut myös arviointikäsitysten muuttumiseen. Oppija nähdään subjektina, joka kykenee refleктоimaan omaa ja yhteistä toimintaa. Hän oppii siihen tarvittavat taidot vertaisten, ryhmän ja ohjaajan tuella. Ammatin oppimisessakaan ei ole siten kyse vain henkilökohtaisesta tiedosta ja taidosta, vaan osallisuudesta, joka kohdistuu yhteisiin ammatillisiin käytäntöihin ja kehitysmahdollisuuksiin (Poikela, 2004)

Ongelmaperustaisen oppimisen taustalla oleva perusolettamus oppimisesta voidaan määritellä opiskelijan tiedoissa, taidoissa, ymmärtämisessä ja asenteissa tapahtuvaksi muutokseksi, jotka syntyvät kokemuksen ja reflektion tuloksena. Tällainen käsitys oppimisesta merkitsee sitä, että oppijan tulee olla aktiivisesti sitoutunut oppimisprosessiin ja säädellä omaa oppimistaan. Tällaisen olettamuksen taustalla on kokemuksellisen oppimisen ja konstruktivistisen oppimis- ja tiedonkäsitysten periaatteet. Oppimista tapahtuu, koska aktiivinen, itseohjautuva oppija ratkaisee ideoiden välisiä konfliktteja ja pohtii teoreettisia selityksiä ja konstruoi näin ollen henkilökohtaista tietoa (Nummenmaa & Virtanen, 2003; Boud & Felett, 1999; Boud 1995)

Asiasisältöihin liittyvien tietojen lisäksi opiskelija kehittää projektimaisen, ongelma-perustaisen opiskelun avulla monia työelämän kannalta tärkeitä taitoja, kuten tiedonhankinta- ja käsittely, ongelmanratkaisu- ja vuorovaikutustaitoja, sosiaalisia taitoja ja kriittisyyttä. Opiskelija saa myös valmiuksia läpi elämän jatkuvaan oppimiseen. Niinpä arviointi ei voi kohdistua vain opittujen tietojen ja taitojen kirjalliseen kontrollointiin, vaan arvioinnissa on huomioitava opiskelijan oppimaan oppiminen, itsearviointitaidot ja vuorovaikutustaidot hänen toimiessaan työryhmässä toisten kanssa. (Kjaerside-Storm, 2010; Rukajärvi-Saarela et al., 2010)

Opiskelija itse kantaa vastuun opiskelustaan. Hän määrittelee yhteisten tavoitteiden ja lähtökohtien puitteissa sen, mitä, milloin ja miten opiskelee. Tärkeitä arvioinnin kohteita siten ovat esim. opiskelumotivaatio, itseohjautuvuus, opiskeluponnistelut ja asenteet opiskelua kohtaan.

Arvioinnin tehtävä on tukea ja ohjata opiskelijan oppimista. Arviointi jakautuu tuotos- ja prosessiarviointiin, jotka toteutetaan opintojakson sisällä itse-, vertais- ja opettajan arviointina. Arviointimenetelminä voidaan käyttää perinteisen formatiivisen teoria- tai käytännökokkeen lisäksi käsittekarttoja, päiväkirjoja, tapaus- ja työselostuksia, kirjoitelmia, portfolioita, esityksiä ym. Ryhmätyöskentelyyn liittyvän prosessiarvioinnin tehtävänä on ohjata opiskelijoita toimimaan tehokkaasti ryhmänä ja yksilöinä oppimistavoitteiden suuntaisesti. (Poikela & Poikela, 2005)

Opintojakson alussa sovitaan opiskelijoiden ja opettajan kanssa yhdessä arviointimenetelmistä ja arvosanan määräytymisperusteista. Arvioinnissa hyödynnetään opettajan arvioinnin lisäksi opiskelijoiden itse- ja vertaisarviointia.

2. Projektioinnit käytännössä

Ryhmien muodostaminen ja tavoitteiden määrittely

Ensimmäisellä kerralla vuonna 2011 projektioinnit aloitettiin tekemällä Belbinin tiimitesti, jonka antamien tulosten mukaan suoritettiin ryhmiin jako. Opiskelijoista muodostettiin 6 – 7 hengen ryhmiä, jotka tutustuivat aluksi itse PBL -opiskelumenetelmään ja sitten he rupesivat työstämään tutoropettajien esittämän, käytännöstä nousseen ongelman pohjalta valittua ”Metallin elinkaari” -projektiaihetta PBL- ja POPBL -menetelmiä hyväksikäyttäen. He etsivät omatoimisesti tietoa kirjallisuudesta sekä järjestämiltään tehdasvierailuilta, analysoivat laboratoriossa rikastetta sekä toteuttivat elektrolyysin pienoiskoossa. Vierailuista ja laboratoriotöistä kirjoitettiin henkilökohtaiset raportit. Kukin ryhmä työsti aiheestaan posterin, jota esiteltiin sekä kurssin loppuseminaarissa että Kemian opetuksen päivillä Helsingissä. (Rukajärvi-Saarela & Ylä-Kero, 2011)

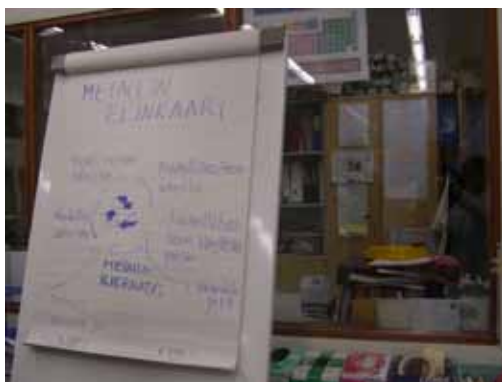
Vuoden 2012 opiskelijat muodostivat seuraavana vuonna itse 3-5 hengen ryhmät sen mukaan, mistä projektiaiheesta he olivat kiinnostuneita. Belbinin tiimitesti kyllä tehtiin, mutta se ei ohjannut ryhmien muodostusta, vaan sen antamaa tiedon pohjalta ryhmässä mietittiin, minkä asioiden hoitoon yhteisesti on panostettava. PBL -menetelmää noudatettiin hyvin löyhästi ilman tutoraaleja, mutta projektimaisuus säilytettiin (Poikela, 2003). Projektioinnissa opiskelijat etsivät omatoimisesti tietoa kirjallisuudesta ja järjestivät itse tehdasvierailuja, tekivät omaan aiheeseensa sopivia laboratoriotöitä,

esimerkiksi biodieselin valmistus, katalyytin valmistus, kofeiinin uutto, aspiriinin valmistus ja elektrolyysi. Vierailuista ja laboratoriotöistä he kirjoittivat raportit, ja aiheesta painettiin posteri, jota esiteltiin loppuseminaarissa ja Kemian opetuksen päivillä Oulussa.

Aiheen valinta ja rajaus

Kemian projekti -kurssin sisällölliseksi tavoitteeksi on määritetty, että kursilla perehdytään suomalaisiin keskeisiin kemiallisiin prosesseihin paikallisuus huomioiden.

Ensimmäisenä vuonna aihe rajattiin alueen epäorgaaniseen kemianteollisuuteen ja tutoraalin herätteessä painotettiin metallin elinkaarta. Tämän pohjalta toinen opiskelijaryhmä valitsi aiheeseen "Koboltin elinkaari" ja toinen "Sinkki – raaka-aineesta tuotteeksi".



Metallin elinkaariajattelu oli herätteenä vuoden 2011 opiskelijoille.

Vuonna 2012 puolestaan opiskelijoille tarjottiin yhteensä viittä eri aihetta, jotka olivat: Orgaaninen synteesi (CABB), Fermentointi ja alkoholi (yliopistokeskus), Elektrolyysi ja metallin kemia (OMG, Boliden), Katalyytit ja alkalimetallit (yliopistokeskus, OMG) sekä Liukoisuus ja saostus, kalsium (Tetra Chemicals). Käytännössä opiskelijoista muodostui neljä ryhmää opiskelijoiden kiinnostuksen mukaan ja vähiten kiinnostusta herättänyt vaihtoehto putosi pois.



Elektrolyysi ja metallien kemia oli yhden ryhmä aihe vuonna 2012

3. Pohdintaa

Käyntiinlähtö ja käytännön toteutus

Ensimmäisenä vuonna aloitus takelteli, koska opettajien oppilaantuntemus oli olematon ja PBL menetelmänä oli uusi sekä opiskelijoille että opettajille. Ryhmäkoko oli liian pieni, jos halusi toteuttaa PBL:ää täysipainoisesti. Vaikka opiskelijoille korostettiin sataprosenttista läsnäoloa, poissaoloja ja myöhästelyjä oli jatkuvasti. Lisäksi toisen ryhmän osalta kaksi opiskelijaa jätti kurssin kesken.

Toisena vuonna kurssin aloitus oli helpompaa, sillä alussa käytettiin aikaa toisiin tutustumiseen. PBL-menetelmää ei toteutettu kirjaimellisesti. Läsnäolo oli kiitettävää ja työskentely ryhmissä sujui hyvin alusta alkaen. Yksi opiskelija keskeytti opinnot kurssin aikana.

Käytännössä opiskelijat vastasivat itse työskentelyjensä aikatauluttamisesta, työnjaosta, sekä työskentelytavoista ja tuotoksista. Ensimmäisenä tehtävänä opiskelijoiden tuli ottaa selvää ja kirjoittaa essee projektin läpiviemisestä, jotta kaikille olisi selvää, mitä projektissa kuuluu tehdä. Projektien asiakirjojen tuottamiseen annettiin opastusta ja esseistä annettiin palautetta sekä sisällön että ulkoasun osalta. Aikataulurunko määritettiin välietappeina toimivien kolmen seminaaripäivämäärän avulla. Ensimmäisessä välietapissa ryhmän oli pystyttävä esittämään oman ryhmän projektisuunnitelma aikatauluineen ja työvaiheineen mahdollisimman tarkasti. Toisena välietappina oli väliraportin (mitä tehty, miten pysytty suunnitelmassa, mitä vielä tehtävä jne) esittäminen toisille ryhmille. Viimeisenä etappina loppuseminaarissa oli loppuraportin esittäminen. Kaikista välietapeista ryhmän tuotoksina tuli olla sekä kirjallinen raportti että suullinen esitelmä, loppuseminaarissa myös posterit. Kaikki nämä tuotokset arvioitiin ryhmäkohtaisesti.

Alussa opiskelijoille tuottivat hankaluuksia raporttien ulkoasun hallinta, joten tärkeäksi seikaksi muodostui opettajien ripeä, rakentava palautteenanto. Haastavaksi, mutta opettavaiseksi opiskelijat kokivat myös työn aloituksen: mitä kaikkea tulee tehdä, mistä aloittaa, kuka tekee ja mitä jne. Tämän tutun "rimakauhu"-haasteen he selvittivät yhteistyössä toisiltaan apua saaden ja ryhmänä ongelmaa työstäen. Asiantuntijakontaktien luomisessa opettajat avustivat myös antamalla yhteystietoja yrityksiin ja tutkimuslaitoksiin.

Arviointi

Asiasisällöllisesti kursseilla oli tarkoitus oppia kemianteollisuuden prosesseista. Opiskelijoiden osaaminen omasta aihealueesta mitattiin käyttäen MindMap -tekniikkaa. Jokainen teki oman miellekartan aiheestaan sekä kurssin alussa että lopussa ilman muistiinpanoja. Kurssin alussa tehdyt miellekartat olivat hyvin suppeita kun taas kurssin lopussa hyvinkin tarkkoja. Toki opiskelijoiden välillä esiintyi suuriakin eroja. Miellekarttojen avulla oppiminen saatiin selkeästi näkyväksi niin opettajille kuin opiskelijoille itselleen. Mutta kuinka paljon opiskelijat oppivat toisten ryhmien aiheisältöjä? Se jäi askarruttamaan opettajia ja tavoitteena onkin tulevaisuudessa käyttää miellekarttoja myös muiden ryhmien aiheisältöhallinnan mittaamiseen.

Jotta arvosanan antamisesta ja arvioinnista ei muodostunut yksin aineenhallinnan arviointia, laadimme alla olevan arviointilomakkeen, jonka toimme opiskelijoille nähtäväksi jo heti kurssin alussa. Sen mukaan arvosanasta noin puolet määräytyy yksilösuorituksen ja toiset puolet ryhmäsuorituksen mukaan.

Arviointilomake:

- MindMap alku – loppu, yksilö + ryhmä 10 %
- Aikabudjetti henkilökohtainen panostus, yksilö 10 %,
- Laboratorioselostukset, yksilö 10 %
- Itsearviointi, 10 %
- Vierailuraportit, yksilö 10 %
- Projektisuunnitelma-ryhmäessee, ryhmä 10 %
- Välietappi 1: projektisuunnitelma + esitys, ryhmä 10 %
- Välietappi 2: kirjallinen väliraportti ja esitys, ryhmä 10 %
- Loppuraportti ja esitys sekä posterit, ryhmä 10 %
- Ryhmäarvio 10 %

Kemianteollisuuden prosesseista oppimisen lisäksi kurssin tavoitteisiinhan kuului omatoimisuuden ja yhteistyötaitojen kehittäminen. Suoraan näitä taitoja ei arvioitu, mutta luonnollisesti ne vaikuttivat ryhmien tuotoksiin; mitä aloitteellisemmin ja paremmin ryhmä yhdessä toimi, sitä enemmän he aiheistaan saivat asioita esiin. Itsearviointia tehdessään opiskelijat pohtivat oman ryhmän toimintaa ja siten toivat näkyväksi ryhmä- ja yhteistyön vaikutusta. Ryhmätuotokset arvioitiin koko ryhmän osalta, joten ryhmätyöllä oli vaikutusta myös kunkin henkilökohtaiseen loppuarvosanaan.

Aikaressurit

Opiskelijoille oli lukujärjestykseen varattu yhteistä aikaa projektin tekoon yksi kokonainen päivä eli 6 tuntia viikossa kahden jakson aikana. Lisäksi itsenäisen työn osuus heillä on laskennallisesti saman verran. Ohjaaville opettajille puolestaan aikaa projektiin oli varattu 2 oppituntia/viikko/opettaja. Projekti kesti kahden jakson ajan, eli 2 × 7 viikkoa. Suunnitteluun opettajilta meni lähes saman verran, eli 2 tuntia/viikko/opettaja. Kurssin ennakko-valmistamiseen opettajilta kului aikaa jo syksyllä noin 10 tuntia. Ensimmäisen toteutuskerran (vuonna 2011) jälkeen aiheesta on työstetty esityksiä suomeksi ja englanniksi eri seminaareja varten sekä kirjoitettu artikkeli ja tehty posterit. Aikaa näihin on mennyt noin 15 tuntia opettajaa kohden. Yhteensä arvioidaan käytetyn aikaa 70 tuntia/opettaja. Toisen (vuoden 2012) projektin jälkeen tähän mennessä on projektista pidetty kaksi esitelmää. Opettajina olemme huomanneet, että kurssin työstäminen esitykseksi ja artikkelimuotoon auttaa kehittämään kurssia eteenpäin.

Huomioita kurssipalautteesta

Ensimmäisellä kerralla alkukangertelujen jälkeen ryhmät pääsivät vauhtiin ja palautteen perusteella suurin osa piti projektiluonteisesta, omatoimisesta työskentelystä. PBL -menetelmän harjoittelu nosti vastarintaa ja osa opiskelijoista koki, että perinteinen "opettajavetoinen" opetus olisi ollut parempi. Myös ristiriitaista ja hyökkääväkin palautetta tuli, mikä kertoi siitä, että opiskelijoilla oli opittavaa vielä palautteen annossa ja itsearvioinnissa. Näistä käytiinkin keskustelua seuraavan vuoden ryhmän kanssa.

Toisena vuonna Kemian projekti -kurssin alussa oli jännitystä ilmassa. Niin opettajat kuin myös oppilaat mielivät, että kuinka kaikki lähtee sujumaan, mutta pian projektityön huomattiin olevan mukava ja aktiivinen tapa opiskella yhdessä. Opiskelijat olivat erityisen tyytyväisiä siitä, että he olivat päässeet kokeilemaan projektityöskentelyä ja päättämään omasta tavastaan tehdä töitä. Heidän mielestään kurssin laajuus vastasi tehtyä työtä; töitä kerrottiin tehdyn mielellään jopa ylimäärinkin. Oppia tuli etenkin projektityön tekemisestä ja ajanhallinnasta

kemiantiedon lisäksi. Palautteissaan opiskelijat kertoivat kurssin olleen työntäyteinen, välillä stressaava, mutta mukava ja antoisa kurssi.

4. Yhteenvetoa ja jatkotoimenpiteitä

Projektimuotoisessa kurssissa tulee kiinnittää erityistä huomiota seuraaviin asioihin: oppilaan tuntemus, kollegojen saumaton yhteistyö kurssin toteutuksessa ja arviointitavoissa, oikea ryhmäkoko ja -jako sekä PBL:n käyttö sopivassa mittakaavassa. Erityisen haastavaa on ollut antaa arvosanoja: Miten arvioida ryhmäläisten työtä oikeudenmukaisesti, miten painottaa lopputuotosta, miten itse prosessia, kuinka paljon jää näkemättä opiskelijan panoksesta prosessin työstöstä jne.

Vuoden 2012 kurssin päätteeksi me opettajat teimme myös itsearviointia ja mietimme yhdessä, saavutettiinkö kurssin tavoitteet ja onnistuimmeko parantamaan kurssia niiltä osin kuin toivoimme. Kyllä, kurssin tulokset olivat selkeät: opiskelijat oppivat selkeästi sekä kemiaa että yhteistyötaitoja. Kemian oppimisen tulokset varmistettiin aikaisemmin mainitulla MindMap-tekniikalla ja omatoimisuuden ja yhteistyön merkitys pystyttiin tuomaan näkyväksi reflektoinnin avulla. Erittäin positiivista oli myös havaita opiskelijoiden olevan kykeneviä, innostuneita ja motivoituneita projektimuotoiseen opiskeluun jo ensimmäisenä lukuvuotenaan.

Pohdimme myös, miten kurssi kasvatti ja kehitti meitä opettajina. Ennen kaikkea meille opettajille kurssin vetäminen antoi rohkeutta heittäytyä uusiin opetusmenetelmiin ja tilan-teisiin. Etenkin jälkimmäisenä vuonna saimme myös lukuisia onnistumisen elämyksiä. Erittäin antoisaa oli tiivis työskentely kollegan kanssa. Opetus ns. perinteisin menetelmin on opettajalle yksinäistä puuhaa, mutta tällä tavoin opettajakin pääsee tekemään ryhmä- ja yhteistyötä. Kollegat voivat paremmin keskustella ja jakaa asioita keskenään, kokea tiimi-henkeä! Toisiltaan opettajat saavat myös tukea, mikä on erittäin tärkeää, etenkin kun ollaan toteuttamassa uudenlaista kurssia.

Kemian projekti -kurssi tullaan jatkossakin toteuttamaan ammattikorkeakoulussa pitkälti samansuuntaisena kuin kaudella 2012. Uusia projektiaiheitakin on jo mietitty, joten saman aiheen toistoa ei tule opettajallekaan. Kehitettävää on vielä etenkin arvioinnin osalta, sillä nykyisellään se on turhan raskas ja moniselitteinen. Lisäksi haluamme myös selvittää, mitä opiskelijat oppivat toistensa aihepiireistä. Periaatteessa kurssin pystyisi toteuttamaan yhden opettajan voimin, mutta kuten edellä on käynyt ilmi, se on erittäin antoisaa ja hyödyllistä toteuttaa tiimityönä.

Lähteet

Belbin, R.M. (2004). *Management Teams. Why They Succeed or Fail*. London: Butter-Heinemann.

Boud, D. (1995). *Enhancing learning through self assessment*. London: Kogan Page.

Boud, D. & Feletti, G. (1997). *The challenge of problem based learning*. London: Kogan Page.

Kjaerside-Storm, B. (2010). *Problem based learning – the way of motivation*. Teoksessa M. Aksela, J. Perna & M. Rukajärvi-Saarela (toim.), *Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen. Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät – symposiumkirja* (s. 17–23). Helsinki: Kemian opetuksen keskus Kemma, Helsingin yliopisto.

Nummenmaa, R. & Virtanen, J. (toim.) (2003). *Ongelmasta oivallukseen*. Tampere: Tampere University Press.

Poikela, E. (toim.) (2004) *Ongelmaperusteinen pedagogiikka. Teoriaa ja käytäntöä*. Tampere. Tampere University Press.

Poikela, S. (2003) *Ongelmaperusteinen pedagogiikka ja tutorin osaaminen*. Akateeminen väitöskirja, Tampereen yliopisto.

Poikela, S. & Poikela, E. (2005) *Ongelmaperustainen opetussuunnitelma, teoria, kehittäminen ja suunnittelu*. Teoksessa E. Poikela & S. Poikela (toim.), *Ongelmista oppimisen iloa: Ongelmaperusteisen pedagogiikan kokeiluja ja kehittämistä*. Tampere: Tampere University Press.

Rukajärvi-Saarela, M. & Ylä-Kero, T. (2011). *Projektiopinnot KPAMK:n kemiantekniikassa*. Teoksessa M. Aksela, J. Perna & M. Happonen (toim.), *Kansainvälinen kemian vuosi: Kemia osaksi hyvää elämää. VI Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät –symposiumkirja* (s. 18–26). Helsinki: Kemian opetuksen keskus Kemma, Helsingin yliopisto.

Rukajärvi-Saarela, M., Ojala, P., Käsäkangas, T. & Heikkilä, T. (2010). *POPBL -opiskelutavalla lisää motivaatiota luonnontieteiden opiskeluun*. Teoksessa M. Aksela, J. Perna & M. Rukajärvi-Saarela (toim.), *Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen. V valtakunnalliset kemian opetuksen päivät – symposiumkirja* (s. 214–224) Helsinki: Kemian opetuksen keskus Kemma, Helsingin yliopisto.

9. Kalajoen lukion ympäristökurssit TUKEMIA-projektissa

Päivi Ojala ja Päivi Siirilä, Kalajoen lukio, Kalajoki

1. Taustaa

TUKEMIA-hanke oli luonteva jatko POPBL-hankkeelle, jonka puitteissa lähdimme opettelemaan ongelmalähtöistä oppimista. Kokeellisuuden korostaminen luonnontieteiden opiskelussa on opiskelijaystävällistä ja motivoivaa ja motivoi myös opettajia. TUKEMIA-hankeessa Kalajoen lukiossa toteutimme kolme erilaista ympäristökurssia vesiaiheen parissa. Sekä hyödynsimme Kokkolassa Centria ammattikorkeakoulun laboratorioita ja asiantuntemusta monien eri otteeseen. Teimme Kokkolassa mm. raudan spektrofotometrisen määrittämisen, jonka tuloksia vertasimme lukion kemian luokassa saamiimme tuloksiin sekä teimme yhteistyötä ilmanlaatumittausten ja biotekniikan parissa. Yhteistyö on ollut antoisaa ja laajentanut myös opiskelijoiden näkemystä lukiosta ulkopuoliseen maailmaan.

Tässä artikkelissa on kuvattu Onko Pohjanlahden vesi puhtaampaa kuin Itämeren? -projektin toteutus kolmena perättäisenä vuotena 2010-2012 sekä niistä saadut tuotokset ja kokemukset sekä tehdyt johtopäätökset.



2. Ensimmäinen kurssi 2010



Ryhmäytyminen ja orientaatio

Kokoontuimme Hiekkasärkillä meriluontokeskuksessa, jossa tutustuimme Itämerinäyttelyyn, katsoimme Itämeridokumentin sekä teimme lattiapeliä pelatessa aihepiirin kiinnostavuuden mukaan ryhmäjaon.

Kokosimme opiskelijoiden odotukset kurssin suhteen:

“Mukavia hetkiä tutkimuksen parissa ja lisätietoja Itämeren hyvinvoinnista, biologiasta sekä reissua tutkimuskeskukseen.”

“Nyt olen kuullut paljon puhuttavan Itämeren saastumisesta, mutta en kuitenkaan kunnolla tiedä kuinka saastunut se on.”

“Vaihtelua ja jotain muutakin kuin vain pänttäämistä.”

“Enemmän käytännön tutkimusta kuin teoriaa.”



Näytteiden haku ryhmissä

Maastotöiden yhteydessä perehdyimme ympäristön havainnointiin ja näytteenotossa huomiointaviin seikkoihin.

Opiskelijoita kiinnosti erityisesti:

- pilvityyppien määrittäminen
- tuulen voimakkuus
- olosuhteiden tutkiminen
- meriveden ja ilman lämpötila

Nämä asiat selvisivät opiskelijoille:

- haavilointi
- pilvien tutkiminen, vedestä voi havainnoida monia asioita
- miten veden virtaamisnopeus määritetään
- miten vesinäytteen saa syvältä

Opiskelijoita kiinnostivat erityisesti seuraavat asiat:

- laborointi
- kemialliset kokeet ja planktonnäytteiden tutkiminen mikroskoopilla
- veden happipitoisuuden määrittäminen



Opiskelijoille selvisi seuraavat asiat:

- meri- ja jokivesi ovat todella erilaiset
- miten otetaan näytteitä mikroskooppia varten
- miten mitataan veden klooripitoisuus
- miten tutkitaan veden vaahtoavuus
- mitä veden puskurointikyky tarkoittaa

Vierailu Harakan luontokeskuksessa

Harakassa ohjelma oli monipuolinen. Jo matka vesitaksilla saareen oli elämys, jonka aikana jokainen näki omin silmin, miten ihmisen vaikutus rakentamisen ja liikennöimisen kautta oli kaiken aikaa läsnä. Harakassa kierrettiin saari, nähtiin jääkauden jälkiä silokallioissa sekä hii-denkirnuja. Kuultiin kiinnostavia yksityiskohtia niin saaren historiasta sotien aikaisena tutkimuslaitoksena kuin alueella esiintyvien lintulajien kuten kanadanhanhien aggressiivisesta käytöksestä. Teimme päivän aikana laborointeja, kuulimme asiantuntijaluennon sekä pääsimme jopa tutustumaan kasematissa esillä olevaan taidenäyttelyyn taiteilijan itsensä esittelemänä. Päivä oli pitkä ja työntäyteinen, mutta antoisa.



Oppilailta kiinnosti mm.

- kaikki
- Itämeren erilaiset kalat
- saaren luonto, veden mittaukset ja Hiidenkirnu
- Itämeren eläinten vointi ja näytteiden tutkiminen
- saaren historia
- Itämeren eri osien "erilainen" saastuminen, ilman saasteet

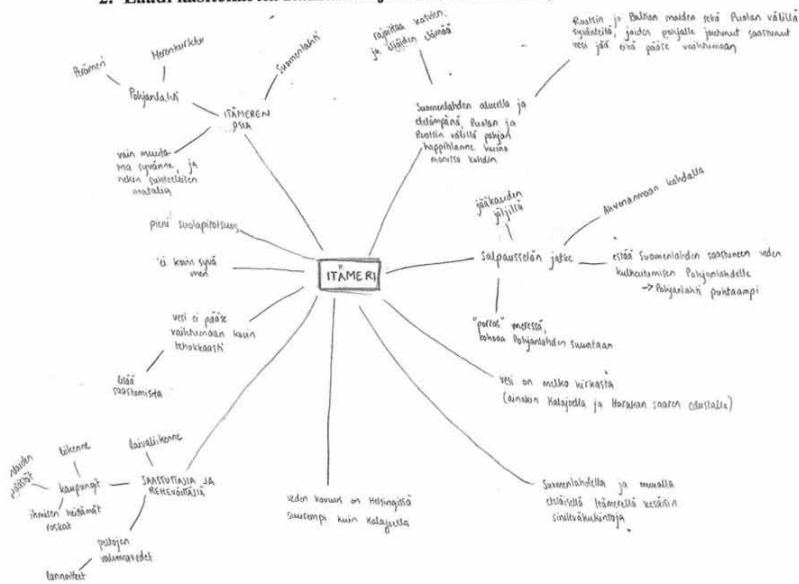
Kurssin yhteenveto

Opiskelijoiden oppiminen arvioitiin piirrättämällä käsitekartta Itämerestä sekä kurssin alussa että lopussa. Karttojen vertailu toi mielenkiintoisella tavalla esille oppilaiden erilaiset kiinnostuksenkohteen ja tiedon syventymisen.

2. Laadi käsitekartta Itämerestä ja sen tilasta. Älä käytä tietolähteitä.



2. Laadi käsitekartta Itämerestä ja sen tilasta. Älä käytä tietolähteitä.



Kurssi oli Kalajoen lukiossa koulukohtainen ja soveltava, jolloin opiskelija sen suoritettuaan saa suoritusmerkinnän. Kaikki kurssille osallistuneet saivat kurssin suoritettua. Loppupalautteena kysyimme vielä yleisiä kommentteja ja parannusehdotuksia ja saimme seuraavanlaisia:

Kokemuksia ympäristökurssista

Haluaisin jatkaa seuraavan asian selvittämistä ja opiskelua:

"Ilman saasteiden vaikutuksesta ihmisiin ja luontoon."

"Itämeren suolapitoisuuksien tutkimisesta ja kuinka voisit itse vaikuttaa Itämeren hyvinvointiin."

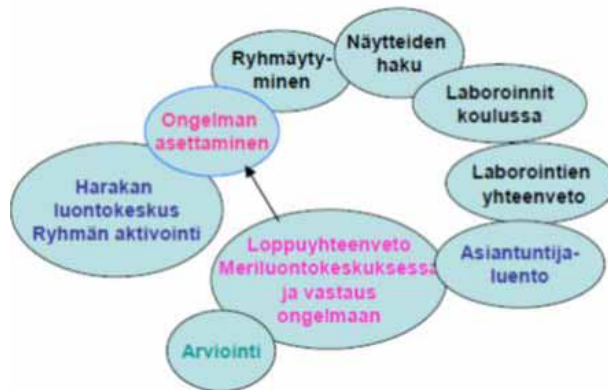
"Jatkan kemian ja biologian opiskelua pakollisten kurssien jälkeen."

"Kemiallisia kokeiluja"

"Itämerta yleensä"

Opettajan näkökulmasta katsottuna kurssilla saavutettiin tavoitteet varsin hyvin. Aikataulutus on aina hiukan haasteellinen, kun kurssi ei kuulu varsinaiseen työjärjestykseen. Sovittelemalla aikataulutus kuitenkin onnistui. Reissut ja niiden järjestäminen työllistävät opettajia aika lailla, mutta kuten palautteesta näkee, panostus tuottaa mahdollisia uusia luonnontieteilijöitä.

3. Toinen kurssi 2011



Kurssiaikataulu käännettiin siten, että matkustimme kurssin aluksi junalla Harakan luontokeskukseen Helsinkiin. Matka hyödynnettiin tarkkaan. Junan lähtiessä Kockolan asemalta 05.20 opiskelijat aloittivat käsitekarttojen piirtämisen. Juna sopi tehtävään erinomaisesti, koska aikaa oli runsaasti ja tiedonlähteenä oli vain toisten opiskelijoiden kanssa käytävä keskustelu. Tältä pohjalta syntyivät ryhmät opiskelijalähtöisesti kiinnostuksen kohteen mukaan. Ryhmät toimivat hyvin ja aiheet valikoituivat järkevästi.

Kotiinpaluun jälkeen haimme vesinäytteet kuten edellisenäkin vuonna ja laborointipäivänä analysoimme kotoa haetut näytteet ja Helsingistä mukana tuomamme näytteet. Uutena linkitimme tulokset ja niihin liittyvän keskustelun internetin Linkki! alustalle. Kaikki opiskelijat kirjautuivat palveluun ja tulosten jako Linkissä mahdollisti kaikkien pääsyn jokaisen työn pariin ja säästi paperia merkittävästi.

Asiantuntijaluennon meille piti Kauko Huhtala merenrannan lajistosta Kalajoen seudulla. Lisäksi vierailimme Kalajoelle samana syksynä avatussa Kalastusmuseossa, jossa tutustuimme meren hyötykäyttöön näillä seuduilla historian näkökulmasta.

Oppilaiden odotuksia

- Museovierailua
- Mielenkiintoista, erilaista monipuolista oppimista
- Uusia kokemuksia ja paljon tietoa Itämeren tilasta ja merielämästä
- Mukavaa tosi mielenkiintoista kurssia
- Jos vaikka oppisi taas jotain uutta
- Hauskaa ja opettavaista kurssia
- Uusia tietoja Itämerestä ja sen tilasta
- Paljon uutta tietoa ja uusia kokemuksia ja tuntemusta Itämerestä
- Uutta tietoa Itämerestä
- Uutta kiinnostavaa tietoa Itämerestä ja varsinkin eläimistä ja luonnonsuojelusta
- Mielenkiintoista tietoa Itämerestä ja muiden vesien kunnosta ja pitoisuuksista
- Laboratoriotyöt kiinnostaa erityisesti
- Rentoa, mukavaa ja opettavaista kurssia

Palautetta

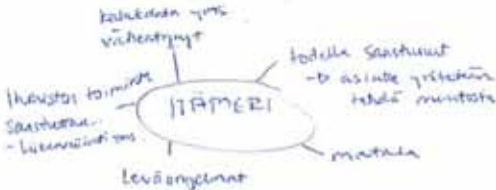

Täyttykö odotukseksi ITÄMERI -kurssilla?

- Kyllä 7
- Uutta tietoa tuli tarpeeksi
- Täyttyi, mikään odotus ei jäänyt toteutumatta.
- Melko lailla kyllä. Helsingin reissu oli mielenkiintoinen ja mukava.
- Ehdottomasti täyttyivät, kurssi oli kaikin puolin mukava.
- Täyttyi monin verroin.
- Jäi harmittamaan, kun moniin juttuihin en päässyt mukaan tiukan jakson takia, mutta silti esim. Helsingin Harakan reissu oli todella mielenkiintoinen.(tämän kirjoittaja jätti kurssin kesken, mutta suoritti sen sitten seuraavana vuonna –opettajan huomautus)



Mitä tekisit toisin?

- En oikeastaan mitään, tai no, olisin ottanut kameran akun mukaani
- Harakan reissu olisi hyvä olla viimeisenä niin kurssin suorittamisen motivaatio säilyy loppuun asti
- En oikeastaan mitään
- Muistanut ja pitänyt enemmän huolta, milloin kurssia pidettiin.
- Pukisin vaatteita enemmän vesinäytteiden ottoa varten.
- Ei tule mitään asioita mieleen, mitä tekisin toisin.
- Olisin käynyt tämän kurssin viime vuonna, että olisi aikaa kunnolla.
- Mielestäni kurssi onnistui hyvin enkä muuttaisi mitään.
- Helsingin reissu pitäisi olla pitempi.

Esimerkki käsitekarttavertailusta	Tulokset käsitekarttavertailu
<p>2. Laadi käsitekartta Itämerestä ja sen tilasta. Älä käytä tietoliikettä.</p>  <p>3. Laadi käsitekartta Itämerestä ja sen tilasta. Älä löydä tietoliikettä. Voit lantia käsitekartasta kaavioon paperin kääntöpuolelle.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 asiaa (alussa 6) - 9 asiaa (alussa 5) - 10 asiaa (alussa 5) - 8 asiaa (alussa 5) - 18 asiaa (alussa 5) - 16 asiaa (alussa 6) - 10 asiaa (alussa 8) - 19 asiaa (alussa 4) - 10 asiaa (alussa 5) - 31 asiaa (alussa 10) - 26 asiaa (alussa 5)

Opiskelijoiden käsitekarttavertailut kurssin alussa ja lopussa osoittavat Itämeri -tiedon lisääntyneen kurssin aikana merkittävästi.

Muita kommentteja

- Opiskelijat olivat hyvin motivoituneita. Heitä ei haitannut todella poikkeavat kurssiajankohdat. Helsinkiin lähtö klo 3.30 ja paluu seuraavana päivän klo 23.30 sekä näytteen haku perjantaina klo 15.30 -18.00 ja laborointi lauantaina klo 7.00 – 12.30.
- Kurssin aikana huomasi, että oppitunneilla oli tehty laborointeja.

Toisaalta

- Linkin käyttö oli yllättävän vaisua. Kartta-alustaa opiskelijat eivät ennättäneet käyttää. Ehkä syynä oli lukion tietokoneiden heikko kunto.
- Kurssi toteutettiin muun opetuksen ulkopuolelle ja yhteisen ajan löytäminen oli hankalaa.
- Kurssi ei ollut halpa. Tukemia hanke maksoi matkan Helsinkiin 1067,60 €, ryhmän vesitaksin 53,20 € ja Luonnontieteellisen museon 36,00 € maksoi lukio. Työpäivän ruokailun 42 € ja loppustilaisuuden sämpylät 104 € maksoi Ympäristötiedon kurssi. Kurssin kokonaiskustannukset olivat 1302,80 €.

- Opettajille maksettiin vain ½ kurssia, joka oli työmäärään nähden vähän.

Liite 2

4. Kolmas kurssi 2012

Kolmannelle kurssille lähdettiin yltöpäisesti hakemaan aiheita opiskelijoiden ideoista. Hyviä ideoita sieltä tulikin, joskin esimerkiksi vesien mikrobien tutkimus oli aika haasteellinen toteuttaa. Toinen opiskelijoiden ideoista rönnyilemään lähtenyt ilmiö oli runsas näytteiden määrä. Opiskelijat saivat hakea näytteitä kiinnostavista kohteista ja pyytää muitakin ryhmiä tutki-
maan näitäkin näytteitä. Useat näytteet olivat opiskelijoiden kotien läheisyydestä ja heitä kiin-
nosti tietää, millaisia analyysituloksia niistä tulee. Näytepurkkeja jaettiin lisää sitä mukaa, kun
tarvetta tuli, vähän lisääkin piti hankkia. Laborointipäivänä joillain ryhmillä oli pöydän täydeltä
analysoitavaa ja kemian luokan lasitavarakin meinasi loppua kesken.



Kävimme ryhmän kanssa Kokkolassa Centria ammattikorkeakoululla tekemässä raudan spektrofotometrisen määrittämisen ja vertasimme tuloksia koululla saatuihin. Opiskelijoita selvästi jännitti nähdä korreloivatko koululla saadut tulokset Kokkolassa saatuihin tuloksiin. Pohdinta herätti keskustelua ja arvioita virhelähteistä ja tulosten taustoilla vaikuttavista tekijöistä. Eri-
tyisen kiinnostavaa oli se, että opiskelijamme saivat käyttää spektrofotometriäkin, opastettuina, ja hyvin sujui.



Kolmannen kurssin toinen retki tehtiin Vaasan ammattikorkeakouluun, jossa tutustuimme raudan poistamiseen talousvedestä. Jälleen pääsimme tekemään laborointeja, joihin koululamme ei olisi ollut mahdollisuuksia. Puhdistamisen jälkeen tutkimme näytteen puhtautta, eli pääsimme testaamaan sitä, miten puhdistaminen oli onnistunut. Tutustuimme myös Vaasan ammattikorkean vedenpuhdistuslaitoksen pienoismalliin. Tämä olikin erittäin kiinnostava laitos, koska siinä pystyi vaikuttamaan puhdistuksen eri vaiheisiin ja pystyimme näkemään millaisia vaikutuksia säädöillä oli. Vaasan ammattikorkea oli kiinnostava myös arkkitehtuurisesti, olihan laitos rakennettu vanhan tehtaan sisälle, vanhoja tukirakenteita säilyttäen. Vaasan ammattikorkea maksoi bussin Vaasaan ja takaisin.

Tulokset ja arviointi

Kolmannen kurssin aiheet tuloksineen löytyvät liitteenä olevista postereista, joiden tekemisen yhteydessä opiskelijat oppivat myös posteriohjelman käytön. Posterit ovat olleet koulun seinällä nähtävillä. Tulokset koottiin myös Linkkiin! Kaikki opiskelijat saivat soveltavan ja ainerajat ylittävän kurssin suoritettua.

Liitteet 3, 4, 5, 6, 7, 8

Opettajien kommentit

Osa opiskelijoiden aihevalinnoista oli aika haastavia. Ilman kahta edellistä ympäristökurssia ja niiltä saatua kokemusta tuskin olisimme lähteneet näin uskaliaasti liikkeelle. Positiivista oli nähdä opiskelijoiden aito kiinnostus ja innostus tutkia oman lähiympäristön tilaa. Mukava oli myös nähdä laborointipäivä, kuinka spontaanisti esitettiin kysymyksiä ryhmästä toiseen, tyyliin "hei voittako määrittää tästä meidän näytteestäki.." Samalla toistoja tuli niin paljon, että ainakin osalle tuli varmaan itsevarma olo oman analyysin suorittamisesta.

Opettajana tuntui, että ainakin osin, saavutettiin tavoitteet ja pystyttiin herättämään kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan. Työskentely vieraassa laboratoriossa on hyvää harjoitusta opiskelijoille. Pitää sopeutua eri tavalla annettuihin työohjeisiin ja toimia uudessa paikassa uusien ihmisen kanssa. Tämä on hyvää harjoitusta jatko-opintoihin lähdeettäessä ja aikanaan siirryttäessä työelämään. Vaasan vierailulla tuli myös tutuksi yksi alan jatko-opintoja tarjoava oppilaitos.

5. Opettajien oma arviointi koko projektista

Paljon töitä teettää tutkiva oppiminen. Positiivista on se, että kurssi tuo uutta myös opettajalle, koska oppiminen tällä tavalla on enemmän kaksisuuntaista, uusia aiheita ja ideoita ja lähestymistapoja tulee opiskelijoiden suunnalta. Kaikilla näillä kolmella kurssilla on ollut Liikkeelle! -oppimisympäristön Linkki alusta erinomaisena työskentelyalustana, joka on helpottanut tiedon jakamista, tallentamista ja keskinäistä kommunikointia. Lisäksi on varauduttava yllätyksellisiin tilanteisiin ja kannustettava opiskelijoita tekemään omia aiheeseen liittyviä tutkimuksia kurssin aikana. Oppilaille sopi myös hyvin normaalista koulupäivästä poikkeavat koontumisajankohdat.

Kurssit saivat myös julkisuutta paikallislehdissä ja koulun seinillä postereiden välityksellä. Positiivista on ollut myös huomata kiinnostumisen lisääntyminen luonnontieteitä kohtaan. Alalla

on eläköitymässä suuri joukko työntekijöitä ja uusia osaajia tarvitaan.

Kalajoen lukiossa kehitystä on ollut Ympäristökurssin vakiintuminen lukujärjestykseen, tänä lukuvuonna ensimmäistä kertaa. Ympäristökurssia tarjotaan nyt 1 ja 2 kurssia ja molemmat ovat kurssitarjottimella valittavina. Toisen ympäristökurssin aihepiiri käsittelee energiaa ja aloitamme tuulivoimasta seuraamalla Kalajoelle rakentumassa olevia tuulivoimapuistoja.

Ympäristötiedon kurssi Itämeri

Päivi Ojala (kemia, matematiikka), Päivi Siirilä (biologia, maantiede)



YMPÄRISTÖTIEDON KURSSI ITÄMERI

Onko Pohjanlahden vesi puhtaampaa kuin Itämeren?

I RYHMÄYTYMINEN 2h

- Itämeripeili Meriluontokeskuksessa
- Ryhmytyminen Itämeren tilaan liittyviin kysymyksiin vastaaminen
- Käsittekartan laatiminen

II Näytteiden haku ryhmässä 4h

III Näytteiden käsittely ryhmässä 6h

IV Harakan luontokeskuksessa vierailu ja laboroinnit 6h

V Asiantuntijaluento 2h

VI Yhteenveto laboroinneista ja haetaan alkukysymykseen vastausta 3h -käsittekartat



Laborointipäivänä selvisi, jokiveden ja meriveden erot.



Vesinäytteiden biologisen koostumuksen tarkastelu.



Itämeren tilan lisäksi Harakan luontokeskuksen historia kiinnosti Opiskelijoita. Yksi mesenaateista jossa on taidenäyttely.



Tämän projektin myötä haluan oppia erityisesti seuraavaa:

- Tekemään erilaisia kemiallisia kokeita ja tutkimaan luontoa.
- Haluaisin tietää ympäristöön ja sen puhtauteen vaikuttavista tekijöistä ja haluaisin oppia kemiaa enemmän.
- Haluaisin oppia veden merkityksestä eliölle ja erityisesti veden eri ominaisuuksien merkityksestä.
- Eri paikkojen vesien eroavuudet ja syyt tähän.

Kurssin arviointi:

Yhteenvetona käsittekarttojen laadinta ennen ja jälkeen kurssin

Käsittekartoista voitiin selvästi havaita, miten opiskelijan tieto on kurssin aikana lisääntynyt huomattavasti

Ympäristötiedon kurssi **Itämeri**

Päivi Ojala (kemia, matematiikka), Päivi Siirilä (maantiede biologia)



- Ongelman asettaminen** •Pohjanlahden vesi puhtaampaa kuin Itämeren?
- Harakan luontokeskus** •Vierailu ja näytteen haku
- Näytteiden haku ja käsittely** •Näytteet Keskuskarista ja Plassilta
•Laborointi
- Yhteenveto laboroinneista** •Haetaan vastaukset alkukysymyksiin
- Asiantuntijaluento** •Luento tutkijan työstä
- Kurssin lopetus** •Loppuyhteenveto Meriluontokeskuksessa



Harakan saarella



Näytteiden ottoa ja laborointia





KLORIDI-IONIEN MÄÄRITTÄMINEN



Mitä tutkittiin?

Kloridi-ionien määrää lähiympäristöstä otetuissa vesinäytteissä (vesistöjen suolapitoisuus).

Hypoteesit?

Merivesi on suolaisempaa, kuin esim. jokivesi. Jokivesi on sitä suolaisempaa, mitä lähempää jokisuuta näyte on otettu.

Miten näytteitä tutkittiin?

Kloridi-ionit määritettiin näytteistä titraamalla AgNO_3 -liuoksella, indikaattorina käytettiin K_2CrO_4 -liuosta.

Tulokset?

Paljolti odotusten mukaisia. Meressä oli suolaisin vesi. Kalajoen korkea suolapitoisuus Alavieskan kohdalla yllätti. Plassin kohdalla suolapitoisuus oli paljon matalampi. Samoin yllätti Lestijoen suolapitoisuus.



Susanna Heikkinen
Ympäristökursseja

Näyte	mCl ⁻ l	mg (tässä tutkittuissa näytteissä)
1. Keski-Keuruu	28	
2. Plassi	0,14	
3. Pyhäjärvi	0,11	
4. Alavieska	0,78	
5. Oulujoki	0,11	
6. Väikkylä	0,07	
7. Leinäjoki	0,32	
8. Kärrhöjärvi	0,03	
9. Sui (Räätä)	0,07	
10. "Umpijärvi"	0,07	
11. "Tähti"	0,75	

koliformiset bakteerit

Koliformisia bakteereita tavataan paljon ihmisten ja eläinten suolistossa, mutta ne lisääntyvät myös maassa sekä jätevesissä.

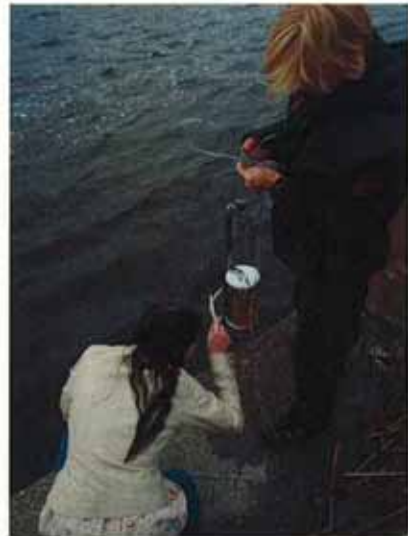
Koliformisten bakteerien tutkimus on tärkeää, sillä vaikka ne ovat tyypillisiä ihmisenkin suolistossa, joutuessaan väärään paikkaan ne ovat haitallisia, ja saattavat aiheuttaa mm. erilaisia infektoita

Tutkimus

Koska koliformiset bakteerit ovat haitallisia, niiden mittaaminen vesistöistä kuuluu yleisesti veden laadun määrittämiseen.

Yleensä koliformisia bakteereja mitatessa näyte suodatetaan steriloidun kalvon läpi, jonka jälkeen se viljellään kolibakteereja suosivalle alustalle. Koulussa ei ollut mahdollisuutta suorittaa näin tarkkaa tutkimusta, joten otimme näytteet suoraan vesistöistä ja viljelimme ne itse tehdyille kasvualustoille.

Virallisissa tutkimuksissa bakteeri pesäkkeet lasketaan, ja ilmoitetaan 100ml kohti.



Omassa tutkimuksessamme käytetyt vesinäytteet otettiin Umpijärvestä, Kalajoesta, Pitkästäjärvestä, Raution Pahkamaan suosta, tavallisesta lätäköstä Plassilta, sekä Kähtävänojasta.

Odotusten mukaisesti monipuolisin, ja runsain bakteerikasvusto löytyi ojasta.

Ojassa oleva vesi on seisovaa, ja sen ympärillä on paljon liikennettä, siksi oja on hyvä elinympäristö bakteereille.

Veera Karvonen

PLANKTERITUTKIMUS



Hypoteesi: Oletimme, että kaikissa vesinäytteissä olisi jonkin verran elämää, mutta eniten sikalan näytteessä.

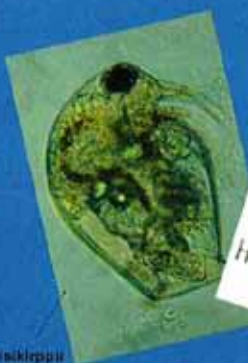
Tutkimuksen toteutus: Ensinnäkin toteutimme silmämääräisen havainnoinnin. Sen jälkeen tutkimme näytteet mikroskooppilla. Asetimme näytteet järjestykseen silmämääräisten havaintojen perusteella sen mukaan, kuinka paljon liikettä näytteessä oli.



Silmämääräinen havainto: Sikalan ja Pitkäjärven näytteissä oli eniten liikettä. Vähiten/ei ollenkaan liikettä oli tarhan, vesilätäkön, pellon ja turveojan vesissä.

Löydökset: Vesikirppuja ja hankajalkaisia, sekä vesiperhosen toukka.

Pohdintaa tuloksista: Vesinäytteiden ravinnepitoisuus ja elinkelpoisuus vaikuttivat selvästi vesinäytteiden eliöiden määrään. Järvivedessä oli runsaasti elämää vielä kuukauden jälkeenkin, joka kertoo eliöiden sopeutumisesta sekä kestävydestä. Syksyn 2012 kylmyys ja sateen aiheuttamat tulvat (vrt. kevättulvat) vaikuttivat pintavesistöjen plankterimääriin vähentämällä niitä.



Vesikirppi



Vesiperhosen toukka

Monica Piri & Karoliina Räsänen

Veden rautapitoisuuden määrittäminen

Rautaa saa olla vesijohtovedessä enintään 2 mg/l

Korkea rautapitoisuus vaikuttaa veden makuun ja värjää pyykkiä ja astiat

Tulokset mitattiin atomiabsorptiospektrometrillä Kokkolan ammattikorkeakoulun kemian laboratoriossa

Tulokset:

1. Turveoja	8,7 mg/l
2. Pelto	2,4 mg/l
3. Pihalampi	2,2 mg/l
4. Kähtävänoja	2,1 mg/l
5. Tarha	2,0 mg/l
6. Siipojoki	2,0 mg/l
7. Golf-kenttä	1,9 mg/l
8. Pyhäkoski	1,7 mg/l
9. Alavieska	1,5 mg/l
10. Pitkäjärvi	1,5 mg/l
11. Sautti	1,1 mg/l
12. Umpijärvi	0,2 mg/l
13. Keskuskari	0,1 mg/l



Odotimme turveojan rautapitoisuutta suureksi, mutta tuloksen suuruus yllätti. Tulosten silmämääräinen mittaus oli eri värisävyjen vuoksi erittäin vaikeaa.



Veden happipitoisuus

Happipitoisuus

Veden happipitoisuudessa on runsaasti vaihtelua. Happitilanne on huonoimmillaan keväällä juuri ennen jäätien lähtöä. Veden happipitoisuus on yleensä suurempi kuin seisovan veden. Pinnalla happipitoisuus on suurempi kuin pohjalla. Lämpötila vaikuttaa veteen liuenneen kaasun määrään. Lämpimään veteen kaasut liukenevat helpommin.

Monet jätteet hajoavat vaarattommiksi aineiksi käyttäen happea. Erityisesti orgaaniset jätteet kuluttavat runsaasti vesistön happivarjoja.

Happipitoisuuden vaikuttaminen eliöihin

Eri elöt ja niiden solut joutuvat kokemaan vaihteluita happipitoisuudessaan. Ympäristön happipitoisuuden päivittäiset vaihtelut ovat suurimmillaan rehevissä vesissä, joissa eliöiden hengitys ja eloperäisen aineksen oksidaatio kuluttavat öiseen aikaan happea voimakkaasti, että vesipatsas voi tulla täysin hapettomaksi. Päiväaikaan vihreiden kasvien yhteytyä tuottaa happea, jolloin veden happipitoisuus voi nousta moninkertaiseksi ilmakehään verrattuna. Jos vihreiden kasvien yhteytyä ei ole mahdollista veden samesiden tai jääpeitteen takia, voi vesi olla vähähappista tai hapelonta pitkäänkin kufan usein trooppisissa vesissä tai jäätyneissä vesistöissä talvisaikaan. Veden hapen osapaineen suuriin vaihteluihin verrattuna ilman happipitoisuus on hyvin tasainen. Vähähappisia ympäristöjä esiintyy lähinnä kaivautuvien eläinten koloissa ja vuoristoissa.

Tutkin veden happipitoisuksia eri paikoista Kalajokoa. Olin näyttoitä kalajoen golfkentän lämmestä, piassin rannasta ja Perämereltä. Tässä on vielä työn tulokset:

NÄYTE	HAPPIPITOISUUS
1. Piassi	8,36mg
2. Golfkenttä	5,60mg
3. Perämeri	10,24mg



LÄHIVESISTÖJEN FOSFORIPITOISUUS

Fosfori on alkuaine jota käytetään yleisesti lannoitteena sekä useissa kemikaaleissa kuten pesuaineissa. Fosfori on kasveille tärkeä ravinne joten liian suuret pitoisuudet vesistöissä aiheuttavat rehevöitymistä.

Koska Kalajoki on maatalousvaltainen paikkakunta, odotimme vesistöjen fosforipitoisuuksien olevan varsin korkea.

Tukittavia vesinäytteitä keräsimme useista näytteenottopaikoista Kalajoen, Alavieskan ja Merijärven kuntien alueelta, saadaksemme mahdollisimman laajan kuvan ympäristön vaikutuksesta fosforipitoisuuteen.



Näytteenottoa Plassin rannasta



Näytteiden valmistelua Kemian luokassa

Fosforipitoisuuksien selvittämiseen käytimme kolorimetrimittausta, joka käytännössä tarkoittaa UV-valon läpäisykykyä näytteessä. Standardinäytteiden avulla saimme näytteiden fosforipitoisuuden määritettyä.

Odotuksiemme mukaisesti pienimmät fosforipitoisuudet löytyivät suolta ja Keskuskarilta haetuista näytteistä. Keskuskarin tulos vastaa hyvin Perämeren keskimääräistä fosforipitoisuutta.

Suurimmat pitoisuudet taas löytyivät sikalan ja turkistarhan lähiojista, koska eläinten lannan fosforipitoisuus on suuri, sekä pelto-ojasta koska lannoitetuilta pelloilta huuhtoutuu sateiden mukana fosforia. Metsäojan verrattain korkea fosforipitoisuus viittaa metsälannoituksiin.



Näytteiden mittaus ja tulosten kirjaus



10. Lukiolaisten toteuttamat projektit teemoina NANO ja NAHKA

Anneli Kauppi Lucina Hagmanin lukio, Kokkola

1. Taustaa

NANO- ja NAHKA -projektit toteutettiin yhteistyössä Teknologiakeskus KETEKin kanssa, josta projekteihin osallistuivat vanhempi tutkija Heidi Kanala-Salminen ja tutkimusinsinööri Mirva Rahkonen. KETEKin puolesta suunniteltiin lukiolaiselle sopivat laborointityöt, tarjottiin asian-tuntijaohjausta ja luentoja sekä myös tilat ja laitteet.

Nano-projektissa tavoitteenamme oli tutustua nanoteknologian sovelluksiin eri aloilla sekä selvittää millä menetelmillä nanoteknologiaa toteutetaan. Edelleen meitä kiinnosti kuinka paljon nanotuotteiden ympäristö- ja terveysvaikutuksia on tutkittu ja mitä on saatu selville.

Keski-Pohjanmaalla ja Kokkolan seudulla on pitkät perinteet mm. veneiden ja nahan valmistuksessa. Nahka-aihe syntyi, koska Kruunupyssä on huippulaatuista poronnahkaa valmistava Ahlskogin nahkatehdas ja nahan valmistus on hyvin pitkälle erikoistunutta tietotaitoa vaativaa työtä, johon liittyy myös paljon kemialla. Tavoitteena oli tutustua nahan käsittelyn eri vaiheisiin ja koko yrityksen toimintaan, esim. markkinointiin ja brändin luomiseen.

Laboroinneissa halusimme tutkia kuinka tehokkaasti parkituksessa käytetty kromi siirtyy jäte-
lietteestä veteen. Kromijäämien takia jäteliete joudutaan tiivistämään ja varastoimaan, koska sitä ei voida viedä esim. kaatopaikoille. Kehitystyötä tehdään ympäristöystävällisempien par-
kitusmenetelmien löytämiseksi. Vaatimuksena tietysti on, että uudella menetelmällä saadaan vähintäänkin yhtä hyvälaatuista nahkaa kuin aikaisemmin.

2. NANO-projekti

Orientointi ja tiedon hankinta

Mainoksissa ja uutisissa yhä useammin esiintyvä nanoteknologia-sana antoi idean teeman to-
teutukselle. Halusimme selvittää

- Mitä nano tarkoittaa?
- Miten nanoteknologiaa tehdään ja mitä se mahdollistaa?
- Millä eri aloilla sitä hyödynnetään?
- Voiko se olla haitallista ihmiselle tai ympäristölle?

Projektissa oli mukana kymmenen toisen ja kolmannen vuoden opiskelijaa vaihteleva määrä
kemian kursseja suoritettuna. Orientaatiovaiheessa he muodostivat kolme ryhmää, joissa he
keskittyivät tutkimaan nanoteknologiaa joko materiaalien, terveyden tai ympäristön näkökul-
masta. Ryhmät muodostivat käsittekartat sen hetkisen tiedon pohjalta.



Nanoteknologia ja ympäristö -ryhmän aloituskartta

Tämän jälkeen tietopohjaa laajennettiin kuuntelemalla KETEK:n tutkijoiden pitämiä luentoja aiheista:

- Nanoteknologia ja materiaalit
- Nanokomposiittien käyttö ja testaus
- Nanomateriaaleja sisältävien tuotteiden hajottaminen, kierrätys ja hävittäminen

Luentojen ja netistä saadun tiedon perusteella ryhmät laativat yhteenvetoja omasta aiheesta. Materiaaliluennolla olimme mm. että Suomessa tehtävällä nanoteknologiaturkimuksella halutaan tehostaa uusien materiaalien kannattavuutta ja niiden vastuullista käyttöönottoa teollisuudessa.

Siirryttäessä nanomittakaavaan tuntemamme materiaalit muuttuvat fysikaaliskemiallisilta ja biologisilta ominaisuuksiltaan. Tähän perustuu nanotieteiden mahdollisuus luoda kokonaan uusia materiaaleja. Tutkimus on usein vahvasti poikkitieteellistä.

Nanoteknologisilla ratkaisuilla saadaan parannettua jo olemassa olevien tuotteiden ominaisuuksia. Esimerkkinä kestävämmät pinnoitteet, uusia ominaisuuksia tuovat partikkelit, kevyemmät ja lujemmat komposiitit, esteettiset ominaisuudet sekä elektroniikan sovellukset. Tästä seuraavana muutama esimerkki:

Kuvassa kangaskuitu on päällystetty satojen nanometrien paksuisella hylkivällä polymeerikerroksella. Käsittely säästää ympäristöä ja kustannuksia, koska lika voidaan vain pyyhkiä pois.



Kangaskuidun nanopinnoitus (Tefi Oy).

Toisaalta käyttämällä sopivaa pinnoitetta saadaan aikaiseksi ns. superhydrofiilinen pintakalvo. Vesi ei pisaroidu vaan muodostaa materiaalin pintaan kalvon joka valuessaan kuljettaa likajäämät pois pinnalta. Lisäksi UV-valon ja fotokatalyyttisen aineen yhteisvaikutuksesta tapahtuu orgaanisen aineen hajoaminen. Menetelmää voidaan käyttää mm. betoniseinän pinnoitukseen.

Kalevala- ja Lapponia-koruissa on nanopinnoite, joka estää hopeaa tummumasta. Tavallisen kuntoilijankin on jo mahdollista käyttää nanopinnoitettuja suksia ja hiilikuitusauvoja, jotka ovat keveämpiä ja kestävämpiä. SM-liiga ja NHL ovat vuositasolla pystyneet puolittamaan käytettyjen mailojen määrän.

Nanomateriaalia sisältävien tuotteiden määrä on voimakkaasti kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana. Eniten käytettyjä materiaaleja ovat hopea, hiili ja titaani. Tutkimustietoa ihmisen altistumisesta nanopartikkeleille on verraten vähän, joten riskejä ei vielä tunneta. Tietoa tarvitaan mm. siitä missä, milloin ja miten nanomateriaaleja voi vapautua ympäristöön ja mitä ne ympäristössä tekevät sekä mitä terveysriskejä nanomateriaaleihin liittyy. Ylipäätään nanomateriaalien elinkaari täytyy selvittää.

Laboratoriotyöt

Toisena projektipäivänä kukin ryhmä teki seuraavat kolme laboratoriotyötä:

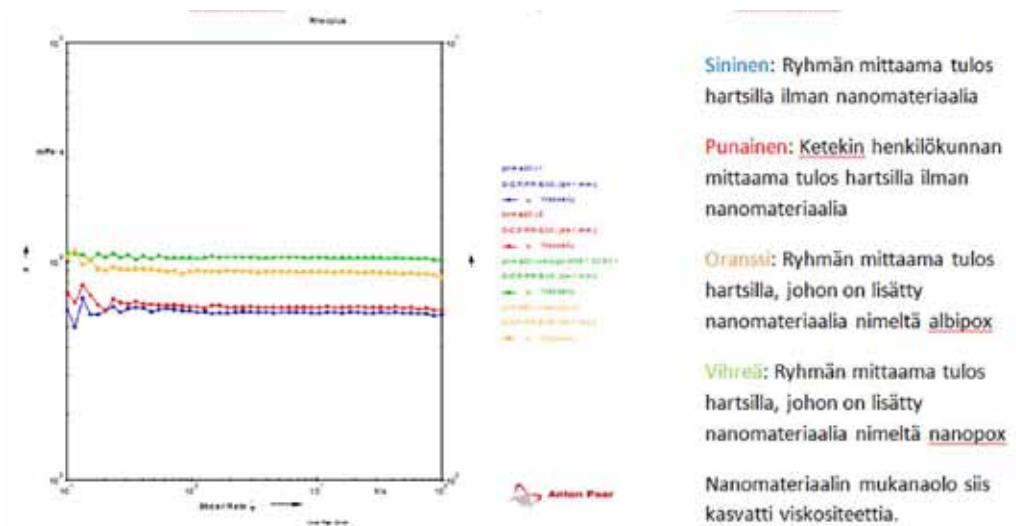
- a) Nanohartsien viskositeetin tutkiminen leikkausnopeuden funktiona reometrillä
- b) Partikkelikokojakauman mittaaminen kiinteän ja nesteen suspensioista
- c) Nanomateriaalien vaikutuksen tutkiminen kiinteän pinnan kastumiseen mittaamalla pinnan ja nestepisaran välinen kontaktikulma

- a) Nanohartsien viskositeetin tutkiminen

Reometrillä näytettä testataan kiertämällä näytteen päällä olevaa mittapäätä, jolloin näytteen aiheutuu leikkausjännitys ja -muodonmuutos.

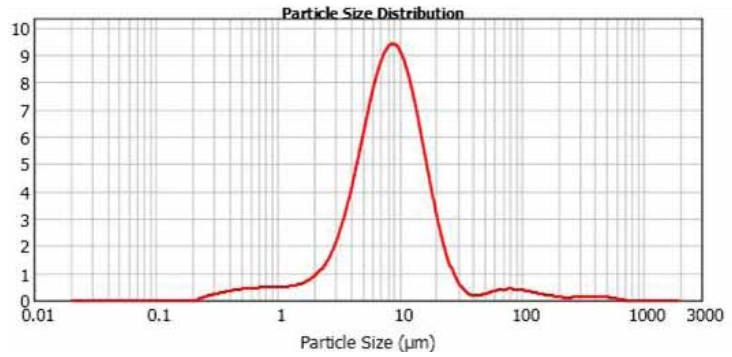


Kuvat vasemmalta: Reometri ja näytteen asettaminen reometriin.



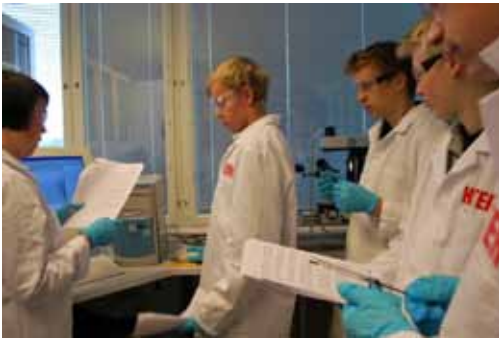
b) Partikkelikokojakauman mittaaminen

Partikkelikokoanalysaattorilla voidaan tuottaa näytteen raekokojakauma. Ryhmät mittasivat kokojakaumaa nanosavelle ja alumiinioksidille.

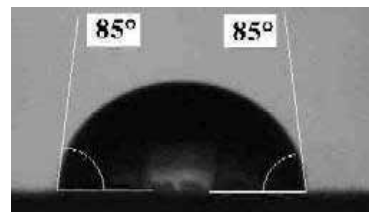


Kuvat vasemmalta: Malvern partikkelikokoanalysointilaite ja alumiinioksidin partikkelikokkauma

c) Kontaktikulman mittaus



Kuvat vasemmalta: Aloituserätykset ja mittaus voi alkaa. Kontaktikulman mittauslaitte.



Kuvat vasemmalta: Vesipisara vettähyökyä käsitellyllä kankaalla ja polyeteenikalvolla.

Kun nestepisara asetetaan näytteen pinnalle, kontaktikulma θ muodostuu nesteen ja näytteen rajapinnalle. Määritelmän mukaan pisara, joka kuroutuu 'helmen' kaltaiseksi, ei kastele ja sen kontaktikulma on tuolloin suurempi kuin 90° astetta. Kun pisara leviää näytteen pinnalle, näyte kastuu ja kontaktikulma on pienempi kuin 90° astetta.

Tietojen koonti ja posterien laadinta

Kolmantena päivänä ryhmät etsivät omaan aiheeseen liittyvää lisätietoa ja kokosivat laboratoriotuloksia. Kukin ryhmä kokosi hankitun tiedon perusteella posterin, joka lopuksi esiteltiin kaikille.

Kokemukset ja johtopäätökset

Projektin lopuksi tutustuimme vielä Kokkolassa toimivaan kemian alan yritykseen Crisolteq Oy:hyn. Yritys keskittyy arvokkaiden maametallien talteenottoon alueen kemianteollisuuden jätevirroista. Toimitusjohtaja Kenneth Ekman kertoi omasta opiskelu- ja työhistoriastaan kemian alalla sekä luennoi meille erittäin ansiokkaasti metalliosaamisen tärkeydestä. Saimme myös tutustua yrityksen toimitiloihin.

Tämän opintojakson toteutuminen oli mahdollista, koska meillä oli käytössä Teknologiakcsuksen tarjoamat tilat, laitteet ja asiantuntija-apu.

Aihe on ajankohtainen ja kiinnostava ja tuo lisää syventävää tietoa koulukurssien oheen. Työskentely toi lisää harjaannusta laboratoriolaitteiden käyttämiseen ja tutkimuksen tekemiseen. Uusien asioiden näkeminen ja itse tekeminen aidossa ympäristössä toi arvokasta kokemusta ja toivottavasti motivoi ajattelemaan luonnontieteitä tulevana uravalintana.

Opiskelijat joutuivat omaksuma uutta asiaa suhteellisen nopealla aikataululla, mikä asetti haasteita. Toisaalta ryhmänä työskennellessä he oppivat jakamaan tietoa ja keskustelemaan yhdessä.

Opintojakso toteutettiin ns. yhteistoimintaviikon aikana, jolloin normaalit koulukurssit keskeytetään ja viikolle laaditaan oma ohjelma. Jokainen opiskelija osallistuu yhdelle kurssille. Näin saatoimme viettää monta päivää työskennellen koulun ulkopuolella ilman, että muu koulutyö häiriintyisi.



Ryhmä KETEKillä olevan laserpinnoitusrobotin esittelyssä.

3. NAHKA-projekti

Nahan valmistuksella on Keski-Pohjanmaalla pitkät perinteet aina 1800-luvulta saakka. Kruunupyyssä yli 90 vuotta toimineesta Ahlskogin nahkatehtaasta oli lehdessä artikkeli ja olin kuuntelemassa toimitusjohtaja Carita Pöntiötä yritysmessuilla. Kun lisäksi tiesin, että Teknologiakeskus KETEK tekee tutkimusta nahan käsittelyssä syntyvän kromipitoisen jätteen käsittelystä, tuntui luontevalta valita seuraavan projektin aiheeksi poronnahka.

Nytkin saimme työskennellä KETEKin tiloissa ja saimme ohjausta meille suunniteltujen laboratoriotöiden tekemisessä.

Aiheeseen tutustuminen

Aloitimme projektiviikkomme vierailulla Ahlskogin nahkatehtaalle. Tekninen johtaja Ilkka Uusitalo kertoi meille, mitä vaiheita poronnahka käy läpi, kun se suolattuina karvaisina vuotina saapuu tehtaalle. Hän esitteli meille myös koneita, joita käsittelyn eri vaiheissa tarvitaan. Yllätyksellisesti, että kaiken kaikkiaan nahan työstössä on 18 eri vaihetta.



Ilkka Uusitalo opasti ryhmäläisiä.



Märkä ja värjätty nahka pingotetaan, jotta kuosi säilyy.

Ilkka Uusitalo kertoi, että kromiparkituksen jälkeen nahka on vaalean sinertävää ja nahka täytyy suojata kuivumiselta. Hän kertoi myös, että märkä ja värjätty nahka pingotetaan, jolloin se venyy maksimimitaansa eikä enää käytössä veny.

Ryhmäläiset ihastelivat nahkojen silkin pehmeyttä, keveyttä ja suurta väri- ja kuosivalikoimaa. Huippulaatua arvostetaan ja niinpä tehtaan asiakkaina ovat kuuluisat eurooppalaiset muotitalot kuten Ralph Lauren, Armani, Gucci, Louis Vuitton jne.

Laboroinnit

Vaikka Ahlskogin tehtaallakin on jo kokeiluja nahan kasviparkituksesta, niin suurin osa maailmalla tuotetusta nahasta on kromiparkittua. Kromi on haitallinen aine ympäristölle ja vesistöille. Tehdas joutuu varastoimaan kromipitoisen lietteen, kun sitä ei voi viedä kaatopaikalle. Saimme tehtaalta mukaamme kromipitoista jäteliettä analysoitavaksi. Opiskelijat muodostivat kolme ryhmää ja ryhmien aiheet olivat:

- Kromi luonnossa ja teollisuudessa
- Kromi ja terveys
- Nahan valmistus

Laboratoriotöissä tutkittiin kromin siirtymistä kiinteästä jätteestä veteen eri menetelmillä. Kaikissa töissä kuitenkin mitattiin veden kromipitoisuus AAS:lla (atomiabsorptiospektrometrillä). Ensin kaikki opiskelijat tekivät näytteen kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi veden ja kiintoaineen suhteen määrittämiseksi. Tämä sen takia, että analyysitulokset ilmoitetaan yksikössä, joka on laskettu näytteen kuiva-aine massaa kohti esim. mg/kg kuiva-ainetta. Tämän jälkeen kukin ryhmä teki yhden seuraavista töistä:

- a) 1-vaiheinen ravistelutesti
- b) Kiinteän näytteen mikroaaltouunihajotus
- c) Kromin flokkaus kaupallisella flokkulantilla kromivedestä

- a) 1-vaiheinen ravistelutesti

Testissä punnittiin 500 ml:n astiaan 45g kuivaa näytettä vastaava märkä näyte. Testi tehtiin kolmelle rinnakkaisnäytteelle. Astiat laitettiin ravistelijaan ja annettiin olla siellä 24 h. Näytteiden asetuttua niistä ruiskusuodatettiin näyte AAS- analyysiä varten.

Mittaustulokseksi saatiin $A = 4,228$ mg/kg.

- b) Kiinteän näytteen mikroaaltouunihajotus

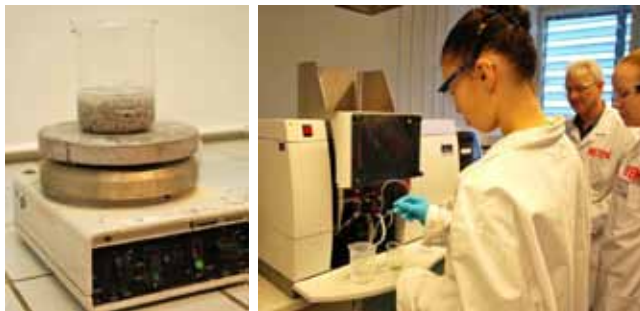
Mikroaaltouunihajotuksessa kuiva-aine (0,5 g) liuotettiin kuningasveteen (8 ml). Liuennut näyte huuhdeltiin vedellä ja laimennettiin 50 ml:ksi. Suodatetusta näytteestä määritettiin kromipitoisuus AAS:llä. Kuuden näytteen keskiarvoksi saatiin 7640,801 mg/kg.



Liuetut ja laimennetut näytteet suljettiin keraamisiin astioihin, jotka laitettiin mikroaaltouuniin.

c) Kromin flokkaus kaupallisella flokkulantilla kromivedestä

Työssä testattiin kolmea kaupallista flokkulanttia ja tutkittiin, mikä niistä on tehokkain kromin saostamisen yhteydessä. 100ml:aan jätevettä lisättiin 2g flokkulanttia ja laitettiin magneettisekoittajaan 15 minuutiksi. Sitten näytettä otettiin 10 ml ja suodatettiin se koeputkeen. Nämä vaiheet toistettiin myös muiden flokkulanttien kanssa. Seuraavana päivänä kromipitoisuudet mitattiin AAS:llä.



Kromivesi ja flokkulantti sekoituksessa. Näytteen Cr-pitoisuuden analysointi AAS:lla.

Tuloksena saatiin, että flokkulantti T₄₀₀₋₁₀₀ oli kaikista tehokkain, se sai saostettua jäteveden kromipitoisuudesta noin 98 %. Seuraavaksi tehokkain oli T₄₀₀₋₁₅, se saosti noin 88 % ja viimeisenä T₄₀₀₋₁₂₉, se saosti jäteveden kromipitoisuudesta noin 82 %.

Ryhmätyöt ja koonti

Ryhmät jatkoivat tiedon keruuta omasta aihepiiristä ja käsitelivät laboratoriotöiden tuloksia. Tämän pohjalta kukin ryhmä laati oman posterin, joka esiteltiin muille ryhmille. Ryhmämme vieraili myös pienessä käsityöateljeessa, joka valmistaa poronahasta erilaisia asusteita.

Nahkatehtaalla kävi ilmi, että ovat värjänneet myös esim. mateen ja niilin ahvenen nahkoja ja että kalannahka on itse asiassa melko kestävä materiaali. Vierailun yhteydessä tuli esille vaatesuunnittelija Marja Rak, joka tutustui Taideteollisen korkeakoulun lopputyötä tehdessään kalannahan parkitsemiseen. Niinpä kävimme myös viikon päätteeksi tutustumassa hänen

Noolan-nimiseen yritykseen Pietarsaassa. Marja Rak kertoi meille hyvin elävästi opiskeluaikaisista parkitsemiskokeiluistaan ja työuransa tärkeistä virstanpylväistä sekä yrittäjän arjesta.



Värjättyjä Niilin ahvenen nahkoja. Ryhmämme ja Marja Rak Noolanin tiloissa.

Kokemukset ja johtopäätökset

Molemmat toteutuneet projektit toivat opiskelijoille esille sellaista kemiaa, jota oppikirjoista ei suoranaisesti opi. Samalla nämä viikot olivat mainioita tapoja tutustua työelämään ja monenlaiseen yrittäjyyteen. Nuorten on hyvä tietää oman alueensa historiasta ja niistä vahvuuksista ja osaamisalueista, joita nykyisin omastakin maakunnasta löytyy. Palaute viikosta oli positiivista – oli saatu paljon uusia kokemuksia, nähty ja opittu uutta. Meille työryhmänä jäi hyvä mieli ja tunne, että olimme onnistuneet.

11. Projektipohjainen ongelmalähtöinen oppiminen kemiassa

- Aspiriini ja Kofeiini

Päivi Ojala, Kalajoen lukio, Kalajoki

1. Taustaa

Aspiriinin rakenteen selvittämisessä käytetään ongelmalähtöistä oppimista. Työ aloitetaan etsimällä ratkaisua kysymykseen ”Mikä ihmeen aspiriini?” ja aspiriinin rakenteeseen tutustutaan Spartan-ohjelman avulla. Kun tarvittavat lähtötiedot on etsitty, valmistetaan aspiriini ja tutkitaan tuotteen puhtaus reagensseilla sekä sulamispisteen avulla. Aspiriinin identifiointia jatketaan mallintamalla Spartan-ohjelmalla aspiriinin IR-spektri ja NMR-spektri. Lopullinen tuotteen varmennus saadaan, kun valmistetuista tuotteista mitataan IR-spektri (esim. ATR-FTIR-laitteella) ja verrataan mitattua spektriä mallinnohjelmalla mallinnettuun spektriin.

Aspiriinin rakenteen selvittäminen ja syntetisointi sopivat lukion kemian työkurssille, jossa opiskelijat voivat samalla perehtyä tutkimustyön rakenteeseen. Työn suorittaminen vaatii huolellisuutta, tarkkuutta ja kärsivällisyyttä. Kun opiskelijoilla on tarvittavat teoretiset hallussaan, he voivat hyödyntää myös laskennallista kemiaa reaktion saannon määrittämisessä.

Kokonaisuudessaan kolmivaiheinen työ vie vähintään kuusi tuntia, joten normaaliin kemian kolmanteen kurssiin työ ei pituutensa puolesta sovellu. Opiskelijoiden työn suoritusta helpottaa jo aikaisempi Spartan-ohjelman tunteminen.

Ongelmalähtöistä oppimista voidaan soveltaa myös kofeiinin eristämiseen ja sen rakenteen selvittämiseen. Työ soveltuu työkurssille, koska kokonaisuudessaan kolmivaiheinen työ vie kuusi tuntia. Kofeiinin eristämistyö on eri työvaiheinen erinomainen harjoitustyö, jossa tutustutaan useisiin työmenetelmiin. Lisäksi työn suorittaminen vaatii huolellisuutta ja tarkkuutta. Opiskelijoiden antaman palautteen perusteella voin kannustaa kokeilemaan projektipainotteista ongelmalähtöistä opetusmenetelmää.

2. Asetosalisylihapon eli Aspiriinin mallintaminen, valmistus ja tuotteen määrittäminen

Asetosalisylihapon valmistus koulussa ei ole uusi oppilastyö ja siihen löytyy paljon ohjeita niin internetistä kuin eri oppikirjoista. Seuraavassa tarjotaan projektipohjainen ongelmalähtöinen (POPBL) lähestymistapa asetosalisylihapon tutkimiseen. Nykyaikaista viestintätekniikkaa hyväksikäyttäen hyväksi käyttäen etsitään tietoa asetosalisylihaposta ja jatketaan asetosalisylihapon mallintamista Spartan-ohjelman avulla. Varsinaisen työn jälkeen Spartan-mallinnohjelman avulla voidaan ajaa IR- ja NMR- spektrit. Näitä spektrejä voidaan verrata omasta tuotteesta ajettuun spektriin.

Harjoitustyön kesto

Kokonaisuudessaan kolmivaiheinen työ vie vähintään kuusi tuntia, joten normaaliin kemian kolmanteen kurssiin työ ei pituutensa puolesta sovellu. Opiskelijoiden työn suoritusta helpottaa jo aikaisempi Spartan-ohjelman tunteminen.

- A. Asetosalisylihapon rakenteen selvittämiseen on syytä varata 1h.
- B. Tutkitaan Spartan-ohjelmalla asetosalisylihapon rakennetta 1h.
- C. Asetosalisylihapon valmistukseen on syytä varata 1 - 2 h
- D Asetosalisylihapon tutkiminen kestää 2 h .

Tavoitteet

Asetosalisylihapon rakenteen selvittäminen ja syntetisointi sopivat lukion kemian työkursseille, jossa opiskelijat voivat samalla perehtyä tutkimustyön rakenteeseen. Työn suorittamien vaatii huolellisuutta, tarkkuutta ja kärsivällisyyttä. Kun opiskelijoilla on tarvittavat teoriatiedot hallussaan, he voivat hyödyntää myös laskennallista kemiaa reaktion saannon määrittämisessä.

Asetosalisylihapon rakenteen selvittämisessä käytetään ongelmalähtöistä oppimista. Työ aloitetaan etsimällä ratkaisua kysymykseen ” Mikä ihmeen asetosalisylihapo?” ja asetosalisylihapon rakenteeseen tutustutaan Spartan-ohjelman avulla. Kun tarvittavat lähtötiedot on etsitty, valmistetaan asetosalisylihapo ja tutkitaan tuotteen puhtaus reagensseilla sekä sulamispisteen avulla. Asetosalisylihapon identifointia jatketaan mallintamalla Spartan –ohjelmalla asetosalisylihapon IR-spektri ja NMR-spektri. Lopullinen tuotteen varmennus saadaan, kun valmistetuista tuotteista mitataan IR-spektri (esim. ATR-FTIR-laitteella) ja verrataan mitattua spektriä mallinnohjelmalla mallinnettuun spektriin. Tässä työssä opiskelija oppii myös tulkinnan avulla arvioimaan ja keskustelemaan työnsä tuloksista.

Käytännön toteutus

A Alustava tutkimus

Selvitä tietokoneen avulla internettiä hyväksikäyttäen

1. Mikä on asetosalisylihapo?
2. Milloin asetosalisylihapo on kehitetty?
3. Missä asetosalisylihappoa esiintyy?
4. Minkälainen on asetosalisylihapon rakenne?
5. Miten asetosalisylihappoa voidaan valmistaa?
6. Miten voidaan tutkia, onko valmistettu tuote asetosalisylihappoa?
7. Miten määritetään tuotteen saantoprosentti?

B Tutkimus Spartan-ohjelmaa hyödyntäen



Tutkitaan Spartan-ohjelmalla Asetosalisylihapon rakennetta.

1. Piirrä asetosalisylihapo valitsemalla oikeasta valikosta sopiva hiili ja rakenna yhdiste.
2. Tutki ohjelman avulla molekyylin massa.
3. Tutki Spartan ohjelmalla molekyylin sidosten pituudet.
4. Selvitä, mitä funktionaalisia ryhmiä asetosalisylihappolla on?
5. Tutki molekyylin varausjakaumat.

C Asetosalisyylihapon valmistus

Tarvittavat välineet:

100 ml erlenmeyer, 400 ml dekanterilasi, lasisauva, lämpömittari, 10 ml mittapipetti, 100 ml mittalasi, 100 ml dekanterilasi, byghnersuodatin, sulamispistekapillaareja, statiivi, koura, kolmijalka ja verkko, sähkölevy tai kaasupoltin

Tarvittavat reagenssit:

salisyylihapo, etikkahappoanhydridi, väkevä H_2SO_4 , etanoli, 2M $FeCl_3$ liuos, parafiiniöljy

Työturvallisuus:

Etikkahapon anhydridillä on hyvin ärsyttävä haju. Huuhdo vedellä, jos syntyy roiskeita.

Rikkihappo on voimakkaasti syövyttävä vahva happo. Roiskeet on huuhdeltava vedellä välittömästi.

Työohje:

Asetosalisyylihapon valmistus

Mitataan 100 ml:n erlenmeyeriin 5,5 g salisyylihappoa (merkitse tarkka punnitustulos vihkoo-si), 7,5 ml (8 g) etikkahappoanhydridiä ja 0,5 ml väkevää H_2SO_4 :a ja sekoitetaan lasisauvalla. Reaktio käynnistyy heti ja se voidaan havaita seoksen lämpenemisenä. Erlenmeyer kiinnitetään statiiviin ja upotetaan vesihauteeseen, jonka lämpötila pidetään 60-70 oC:ssa. Lämpötilaa tarkkaillaan lämpömittarin avulla. Seoksen lämmitystä jatketaan noin 20 minuuttia sekoit-taen välillä.

Seokseen lisätään 20 ml vettä koko ajan sekoittaen. Jäähdytetään liuos juoksevilla vedellä noin 20 asteiseksi. Suodatetaan imulla Byghner -suodattimella. Liuotetaan saatu sakka 100 ml:n dekanterilasissa 50 ml:aan kiehuvaan veteen. Liuos jäähdytetään 15-20 oC:een. Annetaan Asetosalisyylihapon kiteytyä hitaasti noin 20 minuuttia. Muodostunut valkoinen neulasmainen sakka suodatetaan imulla ja tuote kuivataan paperin päällä eksikaattorissa tai vetokaapissa muutaman päivän.

Jätteiden hävitys:

Kaada etikkahappo orgaanisten liuottimien jäteastiaan.

D Asetosalisyylihapon tutkiminen

Punnitse kuivanut tuote.

Tuotteen puhtauden tarkistus ja sulamispisteen määrittäminen

Puhtauden tarkistus:

Tuotteesta voidaan tutkia salisyylihappojäämiä ottamalla lusikan kärjellinen tuotetta, liuottamalla se pieneen määrään etanolia ja lisäämällä siihen rautatrikloridi -liuosta muutama tippa. Jos liuos värjäytyy violetiksi, se sisältää fenolisen OH-ryhmän, joka on salisyylihapossa.

Sulamispisteen määrittäminen:

Pakkaa ohueen sulamispistekapillaariin noin sentin verran näytettä.

Kiinnitä kapillaari lämpömittariin niin, että kapillaarin kärjessä oleva näyte on elohopean kohdalla. Kiinnitä lämpömittari statiiviin ja upota lämpömittari kapillaareineen keitinlasiin, jossa on parafiinia. Aloita parafiinihauteen kuumennus.

Kirjoita ylös lämpömittarin astelukku, kun kiteet alkavat sulaa.

Asetosalisylihapon sulamispisteen arvo on 125-138 C.

Vertaa valmistamasi asetosalisylihapon sulamispistettä teoreettiseen arvoon. Pohdi, mistä näiden arvojen mahdolliset poikkeavuudet voisivat johtua.

Saantoprosentin määrittäminen:

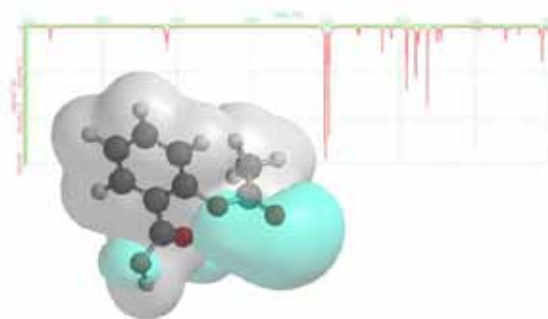
Määritä reaktioyhtälöstä valmistamasi tuotteen teoreettinen saanto.

Tuotteen saantoprosentti = (Punnitun tuotteen määrä / Teoreettinen tuotteen määrä) . 100 %

Pohdi saamaasi saantoprosenttia.

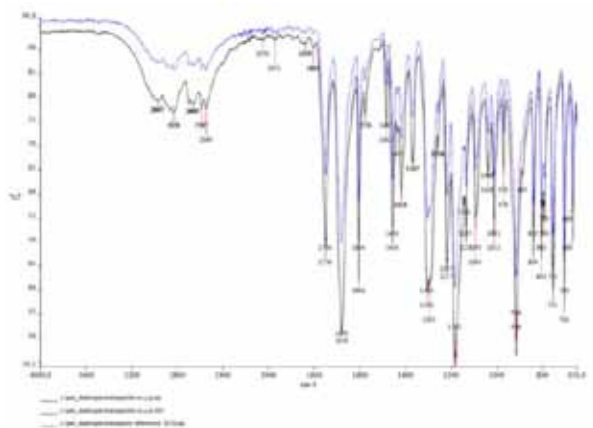
Mitkä tekijät vaikuttavat saantoprosenttiin.

Spartan ohjelmalla mallinnetaan asetosalisylihapon IR - ja NMR –spektrit.



Asetosalisylihapon mallinnus Spartan -ohjelmalla

Syntetisoidusta asetosalisylihaposta mitataan IR -spektri. (esim. ATR-FTIR-laitteella) Centria AMK -laboratoriossa.



Asetosalisylihapon IR -spektri.

Palaute

Opiskelijoiden antama palaute kannustaa jatkamaan projektipainotteista ongelmalähtöistä opetusmenetelmää. Jokaisen työpäivän jälkeen opiskelijat täyttivät oppimispäiväkirjansa, jossa olivat seuraavat kysymykset:

1. Päivän teemana / aiheena oli:
2. Minua kiinnosti erityisesti tänään:
3. Nämä asiat selvisivät minulle:
4. Nämä asiat jäivät epäselviksi:
5. Tästä tänään tulleesta asiasta haluaisin tietää enemmän:
6. Haluaisin jatkaa seuraavan asian selvittämistä:

Opiskelijoiden palautteita:

Minua kiinnosti erityisesti tänään ja nämä asiat selvisivät minulle:

”Työ oli kokonaisuudessa hyvin mielenkiintoinen.”

”Mallinnusohjelma oli mielenkiintoinen. Ei kovin vaikea oppia.”

”Jännitti ajaa itse valmistetusta tuotteesta IR-spektri.”

”Kemian tunnilla opittuun esteröitymisreaktioon oli kiva saada käytännön esimerkki ja ymmärtää reaktio.”

Tästä tänään tulleesta asiasta haluaisin tietää enemmän ja haluaisin jatkaa seuraavan asian selvittämistä:

”Olin halunnut tutkia kuinka monta kertaa pitää puhdistaa tuote kiteyttämällä että saadaan puhdasta tuotetta.”

”Miten Asetosalisyylhappoa valmistetaan teollisesti.”

”Olin halunnut tietää enemmän Spartan-ohjelmasta.”

”Haluaisin tietää, miten valmistetaan aineita, jotka kuuluivat arkipäiväiseen elämään.”

3. Kofeiinin eristäminen ja tuotteen tutkiminen

Johdanto

Työ sopii työkurssille, koska kokonaisuudessaan kolmivaiheinen työ vie 6 tuntia. Opiskelijat ovat tässä vaiheessa jo tutustuneet Spartan-ohjelmaan ja tehneet kemian laborointeja. Tarkoituksena on alkaa ongelmalähtöisesti tutustua kofeiiniin ja eristää kofeiini sekä tunnistaa molekyyli sulamispisteen ja IR-spektrin avulla.

Nyky aikaista viestintätekniikkaa hyväksikäyttäen hyväksi käyttäen etsitään tietoa kofeiinista ja jatketaan kofeiinin mallintamista Spartan-ohjelman avulla. Varsinaisen työn jälkeen Spartan-mallinnusohjelman avulla voidaan ajaa IR- ja NMR- spektrit. Näitä spektrejä voidaan verrata omasta tuotteesta ajettuun spektriin.

Kofeiinin eristämistyö on eri työvaiheineen erinomainen harjoitustyö, jossa tutustutaan useisiin työmenetelmiin. Lisäksi työn suorittaminen vaatii huolellisuutta ja tarkkuutta.

Harjoituksen kesto

Osa I Kofeiinin rakenteen selvittäminen

Ensimmäiseen vaiheeseen on syytä varata yksi oppitunti.

Osa II Kofeiinin eristäminen kahvista

Kofeiinin eristämiseen on varattava kaksi kahden tunnin työkertaa.

Osa III Kofeiinin tutkiminen

Kofeiinin tutkimiseen on varattava kaksoistunti.

Tavoitteet

Tavoitteena on eristää kofeiini kahvista ja tutkia tuotteen puhtaus sekä harjoittaa lukio-opiskelijoita monipuolisen laboratorio työskentelyyn.

Kofeiinin rakenteen selvittäminen ja eristäminen sopivat lukion kemian työkurssille, jossa opiskelijat voivat samalla perehtyä tutkimustyön rakenteeseen. Työn suorittamien vaatii huolellisuutta, tarkkuutta ja kärsivällisyyttä.

Kofeiinin rakenteen selvittämisessä käytetään ongelmalähtöistä oppimista. Työ aloitetaan esimällä ratkaisua kysymykseen " Mikä ihmeen kofeiini?" ja kofeiinin rakenteeseen tutustutaan Spartan-ohjelman avulla. Kun tarvittavat lähtötiedot on etsitty, eristetään kofeiini kahvista ja tutkitaan tuotteen sulamispiste. Kofeiinin identifiointia jatketaan mallintamalla Spartan –ohjelmalla IR-spektri ja NMR-spektri. Lopullinen tuotteen varmennus saadaan, kun valmistetuista tuotteista mitataan IR-spektri (esim. ATR-FTIR-laitteella) ja verrataan mitattua spektriä mallinnusohjelmalla saatuun spektriin.

Tässä työssä opiskelija oppii myös tulkinnan avulla arvioimaan ja keskustelemaan työnsä tuloksista. Lisäksi hän tutustuu erilaisiin työvaiheisiin ja kiinnittää huomionsa myös turvalliseen työskentelyyn koululaboratoriossa. Kofeiinin eristämistyö auttaa opiskelijaa myös kehittämään taitojaan ja tietojaan monipuolisesti yhdistämällä teoriatunnilla opittua tietoa käytännön työskentelyyn.

Käytännön toteutus

Osa I Kofeiinin rakenteen selvittäminen

A) Alustava tutkimus

Selvitä tietokoneen avulla internetiä hyväksikäyttäen

Mikä on kofeiini?

Missä on kofeiinia?

Minkälainen on kofeiinin rakenne?

Miten kofeiinia voidaan eristää?

B) Spartan-ohjelmaa hyödyntäen

Tutkitaan Spartan-ohjelmalla kofeiinin rakennetta.

1. Rakenna kofeiinimolekyyli.

2. Tutki ohjelman avulla molekyylin massa.

3. Tutki Spartan ohjelmalla molekyylin sidosten pituudet.
4. Tutki molekyylin varausjakaumat.

Osa II Kofeiinin eristäminen kahvista

Kofeiini eristäminen kahvista on syytä tehdä kahdessa vaiheessa siten että jätetään kuvamaan kofeiini etyyliasetaattiliuokseen. Seuraavalla työkerralla jatketaan kofeiinin erottamiseen etyyliasetaattiliuoksesta.

Tarvittavat välineet:

250 ml erlenmeyer-kolvi , 100 ml erlenmeyer-kolvi,
kuumennusverkko ja kaasupoltin
imupullo + Buchner-suppilo + suodatinpaperia
250 ml erotussuppilo
100 ml mittalasi
lasisuppilo + suodatinpaperi
tisluslaitteisto
vaippakuumennin
haihdutusmalja
vesi- tai hiekkahaude
sublimointilaitteisto (haihdutusmalja, lasisuppilo, lasivilla)

Tarvittavat reagenssit:

8 g kahvijauhetta, 20 g K_2CO_3 , 90 ml etyyliasetaattia, 4 g $MgSO_4$ (vedetön)

Työturvallisuus:

Etyyliasetaatti on helposti syttyvä liuotin, joten sitä käsiteltäessä ei lähettyvillä saa olla avo-
liekkiä eikä kuumaa sähkölevyä. Uutettaessa etyyliasetaatilla erotussuppilosta on laskettava
ylipaine pois hanan kautta.

Työohje

1. Kofeiinin uutaminen kahvista veteen

Kahvijauhe (8,0 g) laitetaan 250 ml:n erlenmeyeriin, jossa on 110 ml vettä. Seosta keitetään
kuumennusverkolla 10 - 15 minuuttia kaasupolttimella samalla lasisauvalla sekoittaen. Seos
suodatetaan kuumana varovaista imua ja Buchner-suppiloa käyttäen. Suodos siirretään 250
ml:n erlenmeyeriin, lisätään 20 g kaliumkarbonaattia, sekoitetaan ja jäädytetään huoneen
lämpötilaan. Kaliumkarbonaattilisäys saa faasit erottumaan etyyliasetaattiuutossa ja suolaa
kofeiinin ulos vedestä.

2. Kofeiinin uutaminen vedestä etyyliasetaattiin

Jäähtynyt seos kaadetaan 250 ml:n erotussuppiloon ja uutetaan 60 ml:lla etyyliasetaattia 3 x 20
ml:n erissä: 20 ml etyyliasetaattia lisätään erotussuppiloon, jota ravistellaan muutama minuut-
ti, ja hanaa avaamalla lasketaan välillä ylipaine pois. Muista oikea ravisteluasento! Ravistelun
jälkeen faasien annetaan erottua muutama minuutti. Vesifaasi eli alempi kerros lasketaan väli-
aikaisesti 250 ml:n erlenmeyeriin ja ylempi etyyliasetaattifaasi lasketaan 100 ml:n erlenmeye-
riin, jossa on 4 g vedetöntä magnesiumsulfaattia. Vesifaasi kaadetaan uudelleen erotussuppi-
loon ja koko operaatio toistetaan vielä kahdella 20 ml:n etyyliasetaattierällä, jotka lasketaan
kuivausainetta ($MgSO_4$) sisältävään 100 ml:n erlenmeyeriin.



Kofeiinin uuttaminen.

3. Kofeiinin etyyliasetaattiliuoksen kuivaus

Erlenmeyerissa olevan etyyliasetaattiliuoksen (noin 60 ml) annetaan kuivua 10 - 15 minuuttia ja astiaa ravistellaan välillä. Tämän jälkeen liuos suodatetaan lasisuppiloa ja suodatinpaperia käyttäen 250 ml:n pyörökolviin. On syytä käyttää pieneksi leikattua suodatinpaperia, ettei liuosta mene imeytymisen takia hukkaan. Suodatus voidaan myös tehdä laittamalla suppiloon pumpulia, jolloin hukka on vähäisempi. Jos kuivausaine on erlenmeyerin pohjalla, suurin osa liuksesta kannattaa dekantoida tislaukolviin.

4. Etyyliasetaatin poistaminen tislaamalla

Rakennetaan liuottimien poistislaamiseen soveltuva laite ja laitetaan tislaukolviin muutama kiehumakivi, jotta neste kiehuisi tasaisesti. Etyyliasetaatin kiehumispiste on 77 °C, liuottimet voidaan tislata vesihauteella ja keittolevyllä tai vaippakuumentimella. Kolvia tai vesihaudetta ei saa kuumentaa avoliekillä. Tislaamista jatketaan, kunnes kolvissa on jäljellä nestettä enää noin 10 ml. Tämän jälkeen liuos kaadetaan haihdutusmaljaan ja haihdutetaan loppu etyyliasetaatista vetokaapissa hiekka- tai sähköhaudetta käyttäen. Kun kaikki neste on haihtunut maljasta, jäljelle jäänyt epäpuhdas kofeiini puhdistetaan sublimoimalla.

5. Kofeiinin puhdistus sublimoimalla

Haihdutusmalja siirretään asbestiverkolle ja maljan päälle asetetaan ylösalaisin lasisuppilo, jonka kärkeen on laitettu lasisauvalla lasivillatuppo. Maljaa kuumennetaan kaasupolttimella, kunnes alkaa muodostua vaaleita kofeiinihöyryjä. Kun suppilo on täynnä höyryä, kuumennus lopetetaan, jolloin höyryt härmistyvät suppilon seinille ja epäpuhtaudet jäävät haihdutusmaljaan. Suppilon seinämällä oleva valkea kofeiinikerros raaputetaan kellolasille.



Kofeiini puhdistetaan sublimoimalla.

Osa III Kofeiinin tutkiminen

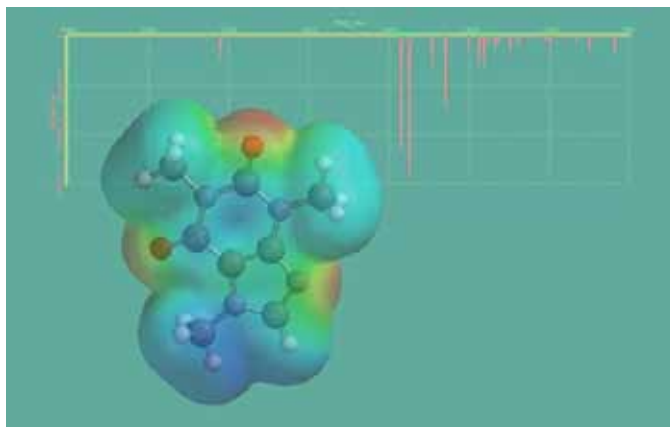
Tuotevarmistus, puhtauden tarkistus ja raportointi

Kiteisestä tuotteesta määritetään sulamispiste, jonka kirjallisuusarvo on 238 C. Sulamispisteen määrittäminen koululla on ongelmallinen. Yliopisto tai korkeakouluvierailun yhteydessä voidaan määrittää sulamispistelaiteella.

Koska kysymyksessä on luonnon tuotteen eristäminen, emme voi laskea teoreettista saantoa kuten synteeseissä. Sen sijaan voimme laskea prosenttisen saaliin sen perusteella, kuinka paljon alkuperäistä näytettä oli ja miten paljon siitä saatiin eristettyä ja puhdistettua tuotetta. Jos esimerkiksi olemme saaneet 8,0 g:sta kahvijauhetta 90 mg kofeiinia, saanto on

$$\% \text{-saalis} = 0,090 / 8,0 \times 100 = 1,1 \%$$

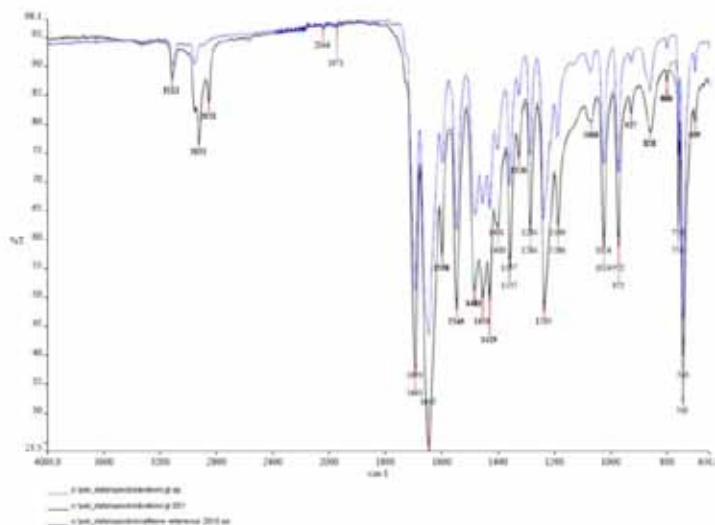
a) Tutkitaan Spartan ohjelmalla kofeiinin IR-spektri



Kofeiinin mallinnus Spartan-ohjelmalla.

Kofeiinin IR-spektriä voidaan tarkastella seuraavasti:
Tarkastellaan molekyylin sormenjälkeä infrapuna-alueella.

b) Eristetystä kofeiinista voidaan ajaa IR-spektri, jos koulun lähetyillä on yliopisto tai korkeakoulu, jossa on IR-spektrometri (Kokkolassa Centria AMK). Verrataan oman tuotteen spektriä Spartanilla saatuun spektriin.



Kofeiinin IR -spektri.

Palaute

Opiskelijoiden antama palaute kannustaa jatkamaan projektipainotteista ongelmalähtöistä opetusmenetelmää. Jokaisen työpäivän jälkeen opiskelijat täyttivät oppimispäiväkirjansa, jossa olivat seuraavat kysymykset:

1. Olivatko työhjeet selkeät? Mihin haluat tarkennusta?

“Työhjeet olivat selkeät ja niitä oli helppo noudattaa.”

2. Onnistuiko Spartan-ohjelmalla kofeiinimolekyylin mallinnus?

“Kyllä. Alussa oli hankala oppia sen käyttö, mutta lopussa käyttö onnistui.”

“Kyllä onnistui ja oli yllättävän helppo”

3. Nämä asiat selvisivät minulle Spartan mallinnuksessa:

“Helppo mallintaa molekyytirakennetta.”

“Ohjelma on aivan mahtava ja sain selville aineen kolmiulotteisen mallin.”

4. Kommentteja kofeiinityöstä

“Mielenkiintoinen työ. Työ oli monivaiheinen, ja samalla näki monia uusia kemian työtapoja.”

“Lopputulokset kruunasi työn.”

“Työ oli mukavan vaativa ja monivaiheinen. Monia eri työmenetelmiä tuli opittua ja työ oli kaiken jälkeen mukava, kun tulokset selvisivät.”

Kokonaisuudessaan kolmivaiheinen työ vie vähintään kuusi tuntia, joten normaaliin kemian kolmanteen kurssiin työ ei pituutensa puolesta sovellu. Opiskelijoiden työn suoritusta helpottaa jo aikaisempi Spartan-ohjelman tunteminen.

Lopuksi

Yhteistyö Centria AMK Kokkolan kanssa

Lopullinen tuotteen varmennus saadaan, kun valmistetuista tuotteista mitataan IR-spektri (esim. ATR-FTIR-laitteella) ja verrataan mitattua spektriä mallinnohjelmaa mallinnettuun spektriin. Tällainen mahdollisuus on Kokkolassa Centriassa. Opiskelijat ovat saaneet ajaa omista näytteistään IR-spektrit syksyllä 2010, 2011 ja 2013.

Kokkolassa Centrian laboratorio toimii erinomaisena paikkana, jossa koulut voivat helposti käyttää sellaisia tutkimusvälineitä, joita koulujen on mahdoton hankkia. Tällaisia laboratorioita ja yhteistoimintaa tarvitaan.

Opiskelijat ovat mielenkiinnolla odottaneet laboratorioon pääsyä.

Opiskelijoiden antama positiivinen palaute kannustaa jatkamaan projektipainotteista ongelmalähtöistä opetusmenetelmää

Minua kiinnosti erityisesti tämä ja nämä asiat selvisivät minulle:

”Työt olivat kokonaisuudessa hyvin mielenkiintoisia.”

”Mallinnohjelma oli mielenkiintoinen. Ei kovin vaikea oppia.”

”Jännitti ajaa itse valmistetusta tuotteesta IR -spektri.”

”Kemian tunnilla opittuun esteröitymisreaktioon oli kiva saada käytännön esimerkki ja ymmärtää reaktio.”

”Haluaisin tietää enemmän, miten valmistetaan aineita, jotka kuuluivat arkipäiväiseen elämään.”

Projektipohjainen ongelmalähtöinen oppiminen kemiassa antaa valmiudet kemian tiedon syvälliseen oppimiseen ja ymmärtämiseen. Projektissa työskentely on selvästi osoittanut, että projektiohjelma on niin opiskelijalle kuin ohjaajalle itsenäistä ja vapaata. Opiskelija joutuu ottamaan enemmän vastuuta oppimisesta sillä hänen on ymmärrettävä enemmän isoja kokonaisuuksia.

Ryhmässä opitaan ratkomaan ongelmia suunnitelmallisesti niin yhdessä kuin yksinäänkin. Tällä tavoin kehitetään sosiaalisuutta, luovuutta ja aloitekykyä. Ongelmien ratkomiseen tarvitaan lisäksi pitkäjänteisyyttä ja itseluottamusta.

12. Biotekniikan harjoitustyöt Kokkolassa 1.3.2013

Päivi Ojala ja Päivi Siirilä Kalajoen lukio, Kalajoki

1. Johdanto

Biotekniikan opettaminen lukion syventävällä kurssilla on haasteellista opetuksen havainnollistamisen kannalta. Opiskelijoille tulee paljon alaan liittyviä uusia termejä, joiden oppiminen ulkoa lukemalla ei ole kovin tehokasta tai motivoivaa. Laborointien avulla useat termit opitaan käytännön työn ohessa lähes huomaamatta ja tehokkaasti. Harjoitustöitä varten ei kaikilla kouluilla ole tarvittavia materiaaleja ja laitteita, joten yhteistyö alan muiden oppilaitosten kanssa on tarpeen.

Vierailu Kokkolassa Centria AMK:n kemian laboratoriossa tarjosi mielenkiintoisen mahdollisuuden tutustua biotekniikkaan liittyviin työtapoihin käytännönläheisesti. Samalla opiskelijoille tuli tutuksi yksi mahdollinen alan jatko-opintoja tarjoava oppilaitos.

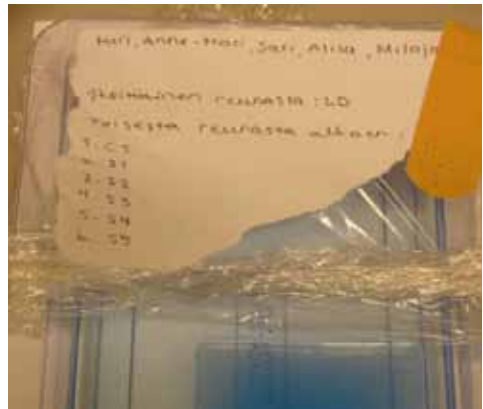
Yhteisvierailu kemian kurssilaisten kanssa oli ekologinen ratkaisu ja madalsi osaltaan oppiainerajoja, esimerkiksi ylioppilaskirjoituksissa voi usein hyödyntää tietämystään yli oppiainerajojen, kunhan hoksaa. Kemian 2 kurssi ja Biologian 5 kurssi sisältävät osin samoja asioita vähän eri näkökulmasta. Esimerkiksi DNA:n rakenne tulee esille molemmissa kurseissa. Harjoitukselle oli kuljetusaikatauluista johtuen varattu tunnin verran vähemmän aikaa, kuin olisi periaatteessa tarvittu. Lomittamalla työt ja korvaamalla ruokatunnin evästuolla ehdittiin varsin hyvin. Ryhmäkoon maksimi oli määritetty hyvin töiden sujumisen kannalta. Vierailua edeltävänä päivänä töiden taustoja selostettiin opiskelijoille. Työohjeet jaettiin tutustuttaviksi ja ryhmät jaettiin valmiiksi. Työt suoritettiin työohjeen mukaisesti.

2. DNA:n eristäminen

Laboratorioon saapuessamme meidät vastaanotti Jana Holm. Työtakkien ja suojalasien pukeamisen jälkeen aloitimme työskentelyn noin 5 hengen ryhmissä.



Suoritimme Centrian laboratoriossa jokaisen oman DNA:n eristämisen irrottelemalla posken sisäpinnalta soluja, jotka siirrettiin koeputkessa olevaan vesiliuokseen. Liuoksesta hajotettiin solun muita rakenteita mm. proteiinit entsyymien avulla vesihauteessa. Tämän jälkeen näytteesseen lisättiin kylmää etanolia, jolloin DNA erottui nesteiden rajapinnassa. DNA kerättiin pipetillä ja siirrettiin sydämenmuotoiseen riipukseen, jonka jokainen sai mukaansa. Palautteiden perusteella työ oli opiskelijoille mieluinen. Oppimisen kannalta DNA:n eristämisen periaate tuli hyvin selville.



Pipetointi oli tarkkaa työtä. Kuudesta näytteestä pipetoitiin tarvittava näyte eppendorffiin. Kun ohjeita noudatettiin, lopputulos oli onnistunut.

3. Murhamysteeri

Toisessa biotekniikan työssä selvitettiin, mikä tuntemattomista DNA näytteistä oli samanlainen malli DNA:n kanssa. Kuudesta näytteestä pipetoitiin tarvittava näyte eppendorffiin. Näytteesseen lisättiin entsyymi ja putket laitettiin vesihauteeseen uiskentelemaan solumuovialustaan kiinnitettyinä. Näytteisiin lisättiin väriaine ja putkia käytettiin sentrifugissa. Elektroforeesiin tarvittavat geelit oli tehty meille valmiiksi, geeli asetettiin varovasti elektroforeesialtaaseen ja kustakin näyteputkesta pipetoitiin elektroforeesigeelin kaivoon näyte. Näytteiden järjestys

kirjattiin huolellisesti. Virta kytkettiin ja ajon suorittamisen aikana pidettiin kahvitauko. Kahvitauon merkitys näkyy selvästi positiivisesti oppilaspalautteessa. Ajon ja kahvin jälkeen geelit pestiin ja pakattiin kotimatkaa varten sekä jäljet siivottiin.

4. Tavoitteet

Tavoitteena oli valaista käytännön kautta biotekniikan käytännön suorittamista ja sitä kautta helpottaa teorian omaksumista. Tavoitteena oli tuoda myös tutuksi laboratoriovälineistöä, erityisesti sellaista, mitä koululla ei ole kuten mikropipetit. Työskentely oikeasta laboratorioissa oli myös hyvä kokemus opiskelijoille. Motivoituminen biologian ja kemian opiskeluun lukiossa ja mahdollisesti myöhemmin myös jatko-opinnoissa oli myös tavoitteena.

5. Palaute

Lähemmäs tavoitteita päästiin. Opiskelijat kuuntelivat tarkasti ohjeet, koska tiesivät, että kohta piti toimia annettujen ohjeiden mukaisesti. Työt onnistuivat hyvin. DNA:n eristäminen oli yksilötyö ja kaikki onnistuivat sen suorittamaan. Myös opettajat.

Murhamysteerissä onnistuminen vaihteli enemmän. Yksi ryhmä onnistui jossain työn vaiheessa hukkaamaan näytteensä. Tämä aiheutti paljonkin pohdintaa, mutta rakentavassa hengessä. Samalla opiskelijat oppivat, että epäonnistuminenkin voi olla kiinnostavaa.

Opiskelijoiden palaute kerättiin tuoreeltaan kotimatalla bussissa. Palaute kertoo paljon siitä, miten opiskelijat töistä hyötyivät, siksi se on liitetty selostukseen kokonaisuudessaan. Töihin on viitattu monta kertaa teorian opiskelun yhteydessä ja tämä on helpottanut biotekniikan opiskelua. Opettajina olimme tyytyväisiä reissuun ja koimme, että sekä opettajat että opiskelijat saivat suuren hyödyn päivästä. Kemian 2.:n kurssissa DNA:n rakenne selvitetään vetysidosten avulla. Työ antoi käytännön esimerkin heikkojen sidosten toiminnasta ja sai täydennyksen biologian 5. kurssiin.

Oppilaspalautteet:

- Oli kiva, kun sai itse tehdä tutkimuksia ja pääsi tutustumaan laboratorioon. Oli hyvä nähdä erilaisia tutkimusvälineitä.
- Oli hauskaa saada käydä kunnon labrassa ja itse kokeilla uusia välineitä. Kiva tehdä välillä myös käytännön hommia ja sellaista tutkimusta, mitä myös oikeasti tehdään. Lisää tällöisiä reissuja!
- Oppi uusia työtapoja ja näki millainen paikka Centria on.
- Kiinnostavaa, ilmaista kahvia, pipetit
- Oli jännää ja mielenkiintoista. Oman DNA:n eristys hyvä kokemus. Mielellään ois tutustunut ruokapuoleenkin
- Mukavaa vaihtelua normaalista koulusta. Ilmaista kahvia ja kaakaota. Kivannäköinen laboratorio. Ylipäänsä kiinnostavaa.
- Opetus oli hyvää ja selkeää. Tilat oli hienot. Aikataulu hyvin järjestetty. Oli hauska saada oma DNA mukaan.
- Selkeät ja kattavat ohjeet sekä hyvä opastus töitä tehtäessä. Työmateriaalit hyvin esillä. Aikataulu toimi. Mielenkiintoiset työt. Oli mukava päästä omatoimisesti tekemään. Mukava

päivä, Kiitos.

- Olisi ollut kiinnostavampaa, jos olisi paremmin tajunnut mitä kukin tulos tarkoitti. Selkeästi kerrottiin ohjeet, mitä piti tehdä seuraavaksi. Tietää mitä tehdään tällä alalla paremmin ja nyt tietää että jos on kiinnostunut tästä alasta voi hakea jatko-opintoihin.

- Oppi hyvin työtapoja ja tutustui samalla uuteen kouluun. Oli mielenkiintoista.

- Ohjeistus OK ja selkeää. Aika vähän pääsi kuitenkin tekemään. Kahvit plussaa.

- Hyvä aikataulu. Selkeä opetus. Mielenkiintoiset aiheet. Sopivan kokoiset ryhmät. Hyvää kaakaota.

- Kiinnostavaa oli. Enemmän aikaa olisi voinut olla.

- Päivä oli mukava ja mielenkiintoinen. Opin uutta ja korusta jää hyvä muisto. Ohjeet olivat hyvät ja selkeät. Kahvi oli hyvää. Kiitos.

- Päivä onnistui hyvin ja tehdyt työt olivat mielenkiintoisia. Aikataulu toimi hyvin. Opetus oli selkeää ja se, että kaikki tekivät työt samassa tahdissa oli hyvä juttu.

- Ohjeet olivat selkeät. Aikataulu ei ollut kovin tarkka, koska jäi aikaa myös kahville. Vaikka työt eivät onnistu niin kuin olisi pitänyt, niin siitä ei syntynyt mitään ongelmaa vaan kiinnostus vain kasvoi. Oma DNA korussa on oikein mukava muisto tästä vierailusta.

- Plussaa: opin käyttämään pipettiä. Sopivan tiukka aikataulu. Mukava nähdä kuinka asioita tehdään käytännössä ja oli kiva tehdä niitä itse! Ryhmätyöskentely oli hyvä, koska ei tarvinnut olla itse vastuussa kaikesta. Miinusta: Tilat vähän ahtaat ryhmän kanssa.

- Oli mukavaa. Selkeät ohjeet. Käytettiin uusia laitteita. Mukavan rentoa. Ryhmätyöskentely onnistui hyvin.

13. Tutkimus liikenteen typpidioksidipäästöjen vaikutuksesta ilmanlaatuun

Päivi Ojala ja Päivi Siirilä Kalajoen lukio, Kalajoki

1. Typpidioksidimittaus-projektin taustaa

Kestävän kehityksen perusteiden mukaista on, että oppilas osaa mitata, arvioida ja analysoida sekä luonnonympäristössä että kulttuuri- ja sosiaalisessa ympäristössä tapahtuvia muutoksia. Opetussuunnitelmassa korostetaan myös kokeellisuutta. Kokeellisuus on tullut kouluihin jäädäkseen, eikä se ole enää harvinaista kouluissa. Veden määrittämiseen löytyy paljon erilaisia kouluille sopivia ohjeita ja jokaiselta koululta löytyvät myös tarvittavat välineet, mutta maaperän ja ilman laadun kokeelliseen tutkimiseen kouluilla ei kuitenkaan ole sopivia välineitä. Täten esimerkiksi ilman kokeellinen tutkiminen usein jääkin heikoksi.

Miten voitaisiin kouluissa uudella tavalla tutkia ilman laatua?

Mielenkiinto heräsi muutama vuosi sitten Liikkeelle! –hankkeessa toteutetussa NO₂-mittausprojektissa, jossa käytettiin HSY:n käyttämää ja kehittämää analyysimenetelmää. Passiivikeräimiä voidaan käyttää mittaamaan kuukauden ajan typen oksideja oppilaiden valitsemissa paikoissa. Keräimien asentaminen maastoon tuo tutkimuksen käytännönläheiseksi opiskelijoille.

Ennen käyttöä passiivikeräimet pitää aktivoida metanolilla. Metanolin käsittely voi tuottaa hieinan ongelmia kouluille, koska aktivointiin tarvitaan vetokaappi ja kuivauskaappi. Antureiden analyysi ei onnistu tavallisessa koulussa, koska kouluissa ei ole tarvittavia laitteita, spektrofotometriä ja ionisaatioallasta.

Missä keräinten aktivointi ja analyysi voisi toteutua?

Useimmilla korkeamman asteen oppilaitoksilla ja yliopistoilla on laaja välinevalikoima ja osaa va henkilökuunta. Välineiden puute voisi aktivoida kouluja tekemään yhteistyötä lähellä olevien ammattikorkeakoulujen, yliopistojen ja LUMA -keskusten kanssa. Kokkolan Cantria AMK soveltuu erinomaisesti tällaiseen alueellisesti toteutettavaan mittaukseen.

Koulut voisivat käsitellä ilmanlaadun tutkimustuloksia eri oppiaineissa. Myös yhdessä paikkakunnan viranomaisten kanssa opiskelijat voisivat etsiä sopivat mittauskohteet, jolloin tulokset hyödyntäisivät myös paikkakunnan ympäristöviranomaisia. Näin korostuisi yhteistyö myös kunnan päättäjien kanssa.

Eri paikkakunnilla tapahtuva samanaikainen mittaaminen herättää erityisen mielenkiinnon muiden paikkakuntien mittaustuloksia kohtaan. Internet-pohjainen tiedotusalue on erinomainen väline tällaiseen verkostoitumiseen. Opiskelijat voivat silloin kommentoida, vertailla ja kysellä muiden tuloksia. He voivat kysellä myös asiantuntijoilta ratkaisuja ongelmiin.

Kokonaisuudessaan ilman laadun mittaaminen on mielenkiintoinen aihealue. Se ei pelkästään anna kouluille mahdollisuuden mitata ilman typpidioksidipitoisuutta kokeellisesti, vaan se luo myös hyvän mahdollisuuden verkostoitumiseen.

2. Typpidioksidimittauskeräin

Diffuusio- eli passiivikeräinten avulla voidaan määrittää kaasumaisten ilmansaasteiden kuten typpidioksidin (NO₂) tai rikkidioksidin (SO₂) pitoisuuksia vähällä vaivalla ja edullisesti. Keräimet ovat pieniä, kevyitä, uudelleen käytettäviä sekä äänettäviä.

Passiivikeräimen toiminta perustuu ilmansaasteiden diffuusion keräimen absorboivalle pinnalle. Kaasun siirtymisnopeus ilmasta keräysalustalle riippuu kaasun pitoisuudesta ilmassa, diffuusiokertoimesta sekä keräimen geometriasta. Keräysalustaan sitoutuneen epäpuhtauden määrä analysoidaan laboratoriossa. Analyysituloksesta saadaan laskettua ilman keskimääräinen pitoisuus keräysaikana.



Keräimiä voidaan käyttää suuntaa antavina mittausmenetelminä alueella, joilla muita mittauksia ei ole tehty. Keräimiä käytetään myös kartoituksissa, joissa selvitetään pitoisuustasoja useissa paikoissa yhtäaikaaisesti.

Pääkaupunkiseudulla käytetty passiivikeräin

Vuodesta 2004 lähtien HSY (Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut, entinen YTV) on käyttänyt typpidioksidin (NO₂) passiivikeräyksissä ns. IVL -tyyppisiä keräimiä. Keräimet vaativat pitkän näytteenkeräysajan, joten niillä määritetään NO₂ -pitoisuuksien kuukausikeskiarvoja. Kuukausiarvoista voidaan laskea NO₂ -vuosikeskiarvo.

Tulokset ovat suuntaa-antavia, eivätkä ne ole täysin vertailukelpoisia jatkuvatoimisiin mittauksiin nähden. Passiivikeräimillä tehdyt mittaukset yliarvioivat pitoisuuksia talvella, lokakuusta helmikuulle ja muulloin aliarvioivat pitoisuuksia. Vuositasolla yli- tai aliarviointi on alle 10 %.

3. Koulujen NO₂ -mittaus

Keräyksillä selvitetään liikenteen vaikutusta ilman typpidioksidipitoisuuksiin. Suurin osa ulkoilman typen oksidien pitoisuuksista aiheutuu liikenteen päästöistä. Typenoksideilla (NO_x) tar-

koitetaan typpimonoksia (NO) ja typpidioksia (NO₂), joka on terveydelle haitallista. Päästöissä oleva typpimonoksidi muuttuu ilmassa mm. otsonin (O₃) kanssa reagoiessaan edelleen terveydelle haitalliseksi typpidioksidiksi. Typpidioksidin pitoisuuksille on raja-arvot, joita ei saa ylittää. Vuosipitoisuuden raja-arvo on 40 µg/m³ ja tällä tutkimusmenetelmällä saatuja kuukausipitoisuuksia voidaan verrata tähän normiin.

Jokaisella koululle on varattu neljä keräintä, joista kolme sijoitetaan kolmeen eri mittauspaiikkaan (A-C). Yksi keräin jätetään muovipussiin vertailukeräimeksi (D).

4. Mittauspaikan valinta

Keräimet sijoitetaan liikenteellisesti erilaisille alueille. Keräyspaikkoja valittaessa voidaan käyttää hyväksi kunnan keräämää liikennetietoa (liikennemäärät, ajoneuvojakauma). Keräimet voivat sijaita esimerkiksi:

- koulun pihalla
- lähimmällä vilkasliikenteisten teiden risteysalueella
- koulun valitsemissa kiinnostavassa paikassa.



Keräin tulee sijoittaa noin 4 metrin korkeuteen.

Toinen vaihtoehto on sijoittaa keräimet loittonevaksi sarjaksi vilkasliikenteisen väylän varrelle eri etäisyyksille (esim. 3, 20 ja 50 metriä).

Keräintelineet sijoitetaan paikkoihin, joihin ne voidaan turvallisesti kiinnittää tikkaiden avulla. Lisäksi valitaan sellainen paikka, jossa keräimen joutuminen ilkvallan kohteeksi on mahdollisimman vähäistä.

Keräintelineet sijoitetaan riittävän korkealle esim. puuhun tai valopylvääseen. Kiinnityksessä voidaan käyttää nippusidettä, sähköteippiä tms. Yleensä telineet on kiinnitetty noin 3-4 metrin korkeudelle, jolloin ne eivät herätä huomiota ja joudu ilkvallan kohteeksi niin helposti.

5. Mittausten suoritus ja dokumentointi

Koulu saa keräimet Centria AMK:lta. Keräys aloitetaan viikolla 36 (esim 3.9) ja päätetään viikolla 40 (esim 1.10). Tärkeää on, että keräin on mittauspisteessä 30 vuorokautta.

Keräys alkaa, kun keräin kiinnitetään telineeseen, joka on kiinnitetty esim. tolppaan. Keräin poistetaan rasiasta ja pussista vasta kun keräys aloitetaan. Katso tarkemmat ohjeet liitteenä olevasta mittausohjeesta.

Keräyspaikat kuvataan ja lomakkeelle kirjataan:

- Sijainti: osoite, koordinaatit, korkeus
- Paikan kuvaus: sanallinen luonnehdinta
- Lähimmät tiet ja risteykset: etäisyys mittauspisteestä, liikennemäärätiedot
- Lisäksi tulee arvioida, mitkä tekijät vaikuttavat kyseisen mittauspaikan ilmanlaatuun.

Mittausaikana, jokaisen aamun lämpötila kirjataan ylös lomakkeelle. Näin voidaan laskea mittausajan (30 vrk) keskilämpötila.

Keräyksen loputtua keräimet irrotetaan telineistä ja laitetaan välittömästi minigrip-pusseihin, jotka suljetaan tiiviisti. Pussit pakataan rasioihin. Rasiat ja kopio tutkimuslomakkeesta toimitetaan Centria AMK:hon analysoitavaksi.



Keräinten aktivointi ja analyysi.

Koulu saa tulokset laboratorionista sähköpostitse ja ne lasketaan koulussa. Tulos on keräimessä oleva NO₂-määrä mikrogrammoina.

Tulokset dokumentoidaan ja raportoidaan Liikkeelle! -oppimisympäristössä <http://linkki.liikkeenleymparisto.fi/>.



6. Typpidioksidimittaus TUKEMIA-hankeessa

Oppilaat asensivat syyskuussa 2012 ja tammikuussa 2013 Centria Kokkolan LUMA -keskuksessa aktivoituid typpidioksidikeräimet kuukauden ajaksi valitsemiinsa kohteisiin. Typpidioksidimittaus tehtiin syyskuussa 8 koulussa Kokkolan ympäristössä. Tällöin vertailukouluina oli Helsingin seudulta Vantaa, Helsinki ja Harakan luontokeskus. Tammikuussa mukana oli neljä koulua Kokkolan ympäristöstä. Keräimet lähetettiin Centria-Kokkolan LUMA -keskukseen analysoitaviksi. Oppilaat laskivat lopulliset typpidioksidipitoisuudet analyysitulosten perusteella. Prosesseja koulut seurasivat Liikkeelle! –hankkeen Linkki –oppimisympäristön kartta-alustalla vertaamalla omia tuloksia muiden koulujen tuloksiin.

Aikataulu TUKEMIA-hankeessa

tammikuu:

vko 3: keräinten aktivointi 14.1 Centria Kokkola

vko 3: Keräimet saapuvat kouluille. Opiskelijat kirjautuvat Linkin ilmastoryhmään <http://linkki.liikkeenleymparisto.fi/>

helmikuu

vko 4: Keräys alkaa esim.21.1.13. Liikkeelle! -oppimisympäristöön täydennetään koulun tiedot ja lisätään koulun mittauspisteet kartalle. Aloitetaan päivittäinen ulkolämpötilan seuranta. Seurannan voi tehdä esimerkiksi koululla olevan digitaalilämpömittarin vieressä olevaan listaan.

vko 8: Keräys päättyy esim.19.2.13 (Typpidioksidin keräysaika on 30 vrk.) Yhteysopettaja toi-

mittaa keräimet, telineet ja lomakkeen Kokkolaan AMK:hon. (Toimituksesta voidaan sopia erikseen kunkin keräyskoulun kanssa.) Keräinten on oltava AMK:ssa viimeistään 22.2.13

vko 9: Keräimet analysoidaan AMK:ssa 25.2.

AMK lähettää analysoidut tulokset yhteysopettajille sähköpostiin.

vko 11: Koulut laskevat omat tuloksensa, lähettävät lopputulokset Päivi Ojalalle paivi.ojala@kalajoki.fi ja raportoivat niistä Liikkeelle! –oppimisympäristön kartta-alustalla.

vko 12: Keskustelu ja tulosten yhteenveto Liikkeelle! –oppimisympäristössä. Jokainen koulu osallistuu keskusteluun.

7. NO₂ –pitoisuuden laskeminen

Keräyksen jälkeen analysoidaan suodatinpaperin sisältämä NO₂ –määrä. NO₂ uutetaan tislattuun veteen, ja määritetään spektrofotometrisesti diatsotoinnin jälkeen. Laboratoriosta saadaan tieto kerätystä NO₂ -määrästä.

Keräysajan keskimääräinen NO₂ -pitoisuus saadaan laskettua kaavasta

$$C_0 = \frac{X}{t \cdot D} \cdot \text{Keräinvakio}$$

C₀ = ulkoilman NO₂ –pitoisuus (µg/m³)

Keräinvakio = 70,37 l/m

X = NO₂ –määrä suodattimessa (µg) (Luma-keskus lähettää kouluille)

t = keräysaika (s)

D = diffuusio kerroin (D = 1,54 · 10⁻⁵ m²/s (T=21°C))

diffuusiokertoimessa otetaan huomioon ilman lämpötilan vaikutus

$$D = \left(\frac{T}{294,15} \right)^{1,5} \cdot 1,54 \cdot 10^{-5}$$

T = Keskimääräinen keräysajan lämpötila Kelvineinä (K)

Mitä typpidioksidin mittaustulokset kertoivat?

Typpidioksidimittauksen tulokset syksyllä 2012

Koulu	Ryhmä	Keräin A $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keräin B $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keräin C $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Raumankarin koulu, Himanka	1	5,2259	10,84447	3,7472
Lucina Hagmanin koulu, Kokkola	2	6,389	4,806	4,679
Kokkolan aikuislukio	3	13,8	11,8	6,0
Ylivieskan lukio	4	9,576	hajotettu	hajotettu
Kalajoen lukio	5	6,521 (K)	10,350 (8-tie)	11,673 (KT)
Kokkola AMK	6	10,28	14,59	3,47
Lyseon lukio, Kokkola	7	14,736	8,097	5,970
Harakka	8	11,075	15,547	9,194
Helsingin tuloksia	8	21,868	20,615	
Vantaan tuloksia	8	19,392	22,683	

Typpidioksidimittaustulokset talvella 2013

Keräin	Mittauspiste	typpidioksidipitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Yka koulun piha	16,69
2	Yka Halpa-Hallin vieressä	23,71
3	Yka Kärkkäinen valoristeys	18,40
4	Kjoki Kirjasto	11,83
5	Kjoki Kaupungintalo	17,55
6	Kjoki 8-tie	17,18
7	Hka	
8	Hka	
9	Hka	
10	Kla Sokoja	8,42
11	Kla Veteli	4,87
12	Kla Hällskär	5,59
13	Kla teollisuusalue tie	26,91
14	Kla Halkokarin ranta	9,14
15	Kla Prisma liikenneympyrä	9,24
16	Kla Karstantekijänkatu	29,43
17	Kla Välskärinkatu	18,62
18	Kla teollisuusalue tie	20,62
19	Kla pohjoisväylä	19,47

Mittaustuloksista voitiin päätellä, että suurin osa ulkoilman typen oksidien pitoisuuksista aiheutuu liikenteen päästöistä. Vilkasliikenteisten väylien varrelta ja tiheään asutuilla alueilla saatiin selvästi suuremmat typpidioksidiarvot kuin harvaan asutuilla alueilla. Ennako-odotuksia muuttivat myös mittausolosuhteet. Mittauksen aikana vallitsevat tuulet muuttivat tuloksia selkeästi. Koe osoitti, että tarvitaan jatkuvaa ympärivuotista mittausta, jos halutaan saada luotettavia tuloksia typpidioksidipäästöistä.

Talvella mitatut pitoisuudet olivat huomattavasti syyskuun mittaustuloksia suuremmat. Syyinä voivat olla alhaiset mittauslämpötilat ja autojen suuremmasta polttoainekulutuksesta johdettavat suuremmat päästöt. Samoin voitaisiin pohtia autojen joutokäynnin merkitystä ja tässä yhteydessä aikaansaada keskustelua tästä ympäristöongelmasta, johon jokainen voi osaltaan vaikuttaa.

Onnistuiko typpidioksidimittaus kouluissa?

Projektin alussa sopivan passiivikeräimen kasaamien tuotti yllättävän suuria ongelmia. Keräimet saatiin kuitenkin kasattua juuri ennen sovittua typpidioksidin mittaussajakohdtaa ja aktiivoitujen keräinten asentaminen pilottikoulujen lähiympäristöön on myös onnistunut. Passiivikeräin ei onneksi ole kertakäyttöinen vaan se voidaan aktivoinnin jälkeen ottaa uudelleen käyttöön. Yleensä ottaen projektiin osallistuneissa koulussa eri vuosikurssit ja oppiaineet sekä yläkoulu ja lukio ovat tehneet hyvää yhteistyötä ja typpioksidimittaus onnistui hyvin.

Missä keräinten aktivointi ja analyysi voisi toteutua?

Ensimmäisellä kerralla keräinten aktivoinnit ja analyysit toteutettiin Helsingin yliopiston LUMA-keskuksen Gadolin –luokassa. 148 keräimen käsittelyssä oli riittävästi työntekijöitä, jotta keräimet ja myöhemmin tulokset saatiin suhteellisen nopeasti lähetys- ja julkaisukuntoon. Kokkolan alueella syksyllä 2012 ja talvella 2013 keräinten aktivoinnit ja analyysit tehtiin Centria Kokkolan laboratoriossa.

Onnistuiko yhteistyö?

Koulut käsittelivät ilmanlaadun tutkimustuloksia eri oppiaineissa ja jonkin verran yhteistyötä tehtiin myös paikkakunnan viranomaisten kanssa. Eri paikkakunnilla tapahtuva samanaikainen mittaaminen herätti mielenkiinnon muiden paikkakuntien mittaustuloksia kohtaan. Linkki-alusta oli erinomainen väline tämän kaltaiseen mittaustulosten tarkasteluun. Opiskelijat kommentoivat, vertailivat ja kyselivät tuloksista. He saivat myös asiantuntijoilta vastauksia kysymyksiinsä. Linkki toimi hyvin tällaisessa laajassa koko Suomen kattavassa projektissa.

8. Yhteenveto

Kokonaisuudessaan ilmanlaadun mittaamisprojekti oli hyvin mielenkiintoinen sen laajuuden takia. Kokeilu osoitti, että typpidioksidipitoisuuden kokeellinen mittaus, tulosten käsittely ja vertaaminen on mahdollista toteuttaa yhdessä ja lähes yhtäaikaisesti samanikäisten oppilaiden kanssa eri paikkakunnilla. Opiskelija voi myös tarkemmin pohtia erilaisia vaihtoehtoja, joilla voitaisiin mahdollisimman vähän kuormittaa ympäristöä. Tämä projekti antoi myös hyvän mahdollisuuden verkostoitua eri tahojen välillä Linkki –oppimisympäristössä.

Opettajan näkökulmasta ilmanlaadun mittausprojekti tuo opetukseen kaivattua käytännönläheisyyttä ja kokeellisuutta. Oppilaiden päästessä valitsemaan mittauspaikkoja ja analysoidessa tuloksia he ymmärtävät paremmin mahdollisuutensa vaikuttaa lähiympäristönsä tilaan. Kokeellisuus motivoi opiskelijoita ja kannustaa heitä miettimään alaa myös jatko-opintojen kannalta.

Lopuksi vielä muutamia oppilaiden kommentteja:

”Tällaista mittausta pitäisi olla enemmän”

” Linkki on hyvä ja toimia tällaiseen yhteistoimintaan. Näkee mitä muut tekevät”

” Nykyään kouluissa ollaan ehkä hieman liikaakin sisätiloissa, joten toivottavasti jatkossakin tulee tämän tyyllisiä hankkeita.”

”Oli mukavaa päästä ulos luokahuoneesta ja opiskella käytännön kemiaa ihan konkreettisesti. Lisäksi oli mukavaa tehdä ryhmätyötä.”

14. Tutkimalla oppii kemiaa - alakoulussakin!

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

On syksyinen aamu Kokkolassa Centria ammattikorkeakoulun tekniikan ja liiketalouden yksikön pihamaalla. Insinööri- ja tradenomiopiskelijoita saapuu opinahjoonsa tasaisena virtana. Paikalle tulee myös linja-auto, josta purkautuu pihalle 5. luokkalaisia tyttöjä ja poikia opettajansa kanssa. He ovat ruotsinkieliseltä Kirkonmäen koululta ja tulevat kemian laboratorioon tekemään tutkimuksia, jotka liittyvät heidän koulussa aloittamaansa projektiin. Tällä kertaa vuorossa on veden ominaisuuksien tutkiminen. Ohjaajat jo odottavat heitä aulassa.

Ennen laboratorioon menoa jutellaan heidän edellisestä vierailustaan ja silloin tehdyistä tutkimuksista. Samalla kerrataan myös turvallisuuteen liittyviä asioita. Laboratorioon tullessa oppilaat panevat suojalasit päähänsä, pukevat kaapista ottamansa työtakit päällensä ja asettuvat kuuntelemaan tulevaan tutkimukseensa liittyviä ohjeita. Esille on asetettu tarvittavia materiaaleja ja työvälineitä, joista monet välineet kuten pipetti ja keitinlasi ovatkin jo tuttuja viime kerrasta. Kun on opeteltu uusien työvälineiden ja tutkimuksessa käytettävien aineiden nimiä, siirrytään parin kanssa omalle työskentelypaikalle miettimään hypoteesia ja aloittamaan tutkimista. Ryhmissä työ etenee omaa tahtiaan ja tulee valmiiksi vähitellen. Ennen ohjaajien vettä yhteistä loppukeskustelua kerrataan vielä työpisteiden siistiminen ja huolellinen välineiden tiskaaminen. *”Mietin vain, että miten sitten, jos...”,* sanoo eräs nuorista tutkijoista pois lähtiessään. *”Mutta sitähän olisi mielenkiintoista tutkia koulussa”,* vastaa ohjaaja. Aina löytyy uutta tutkittavaa!

Alkuviikosta laboratorioissa työskentelivät Hakalahden yläkoululaiset ja seuraavalla viikolla tutkijoina ovat esikoululaiset Kirkonmäeltä. Heidän projektinsa on Vatten i olika former ja he ovat olleet aikaisemminkin tekemässä tutkimuksia laboratorioissa.

Miten kaikki alkoi?

Yhteistyö Kokkolan koulujen ja ammattikorkeakoulun välillä alkoi jo vuonna 2002. Ongelmaksi tutkimuksellisen opiskelun järjestämiseen perus- ja lukio-opetuksessa opettajat kokivat sopivien laboratoriotilojen puutteellisuuden ja heikon varustetason. Kemiantekniikan yksiköllä oli hyvät tilat sekä välineet ja kemikaalit. Heillä oli myös osaavia ja innostuneita opettajia. Lisäksi laboratoriotilat olivat ajoittain vapaina, joten niitä voitiin tarjota oman käytön ohella muillekin oppilasryhmille. Tavoitteena oli samalla tutustuttaa koululaisia tekniikan yksikköön ja herättää kiinnostusta LUMA -aineita kohtaan. Tästä sai molempia osapuolia hyödyttävä yhteistyö alkunsa.

Vuonna 2004 yhteistyöhön mukaan tulivat lukioiden ja yläkoulujen lisäksi myös peruskoulujen 5- ja 6-luokkalaiset opettajiensa kanssa; tällöin alkoi kemia erillisenä oppiaineena perusopetuksen alaluokilla. Myös 0 – 4 luokkien opettajat kiinnostuivat toiminnasta. Haastetta alakoulujen opettajille toivat lisäksi esimerkiksi seuraavat opetussuunnitelman yleisessä osassa olevat maininnat liittyen oppimiskäsitykseen, oppimisympäristöön ja työtapoihin:

- Oppiminen tapahtuu tavoitteellisena erilaisissa tilanteissa itsenäisesti, opettajan ohjauksessa sekä vuorovaikutuksessa opettajan ja vertaisryhmän kanssa.
- Opittavana on uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimis- ja työskentelytavat, jotka ovat elinikäisen oppimisen välineitä.



Kuvat vasemmalta: Oppimisympäristöllä on merkitystä. Mittaaminen on tarkkaa puuhaa.

- Oppiminen on kaikissa muodoissa aktiivinen ja päämääräsuuntautunut, itsenäistä tai yhteistä ongelmaratkaisua sisältävä prosessi.
- Oppiminen on tilannesidonnaista, joten oppimisympäristön monipuolisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.
- Tavoitteena on avoin, rohkaiseva, kiireetön ja myönteinen ilmapiiri, jonka ylläpitämisestä vastuu kuuluu sekä opettajalle että oppilaille.
- Tavoitteena on tukea oppilaan oppimismotivaatiota ja uteliaisuutta sekä edistää hänen aktiivisuuttaan, itseohjautuvuuttaan ja luovuuttaan tarjoamalla kiinnostavia haasteita ja ongelmia.

Laboratoriotiloissa ilmiöiden havainnoiminen ja tutkiminen antoi uusia mahdollisuuksia. Pienten oppilaiden kohdalla opetellaan erityisesti työskentelytaitoja, esimerkiksi nesteiden mittaamista ja pipetointia sekä tutustutaan laboratoriovälineisiin. Samoin opetellaan tekemään hypoteeseja ja tarkkoja havaintoja. Tutkimusaiheet löytyvät opetussuunnitelmasta, tutkimustehtävät arkipäivästä ja aineet kodin kaapeista.

Vähitellen tieto laboratorion korvauksettomasta käyttömahdollisuudesta levisi myös Kokkolan ulkopuolelle, joten yhteistyötä haluttiin laajentaa niin itään, pohjoiseen kuin eteläänkin. Taloudellisesti asia on vuosien 2010 – 12 aikana ollut järjestyksessä ESR -rahoitteisen TUKEMIA -hankkeen ansiosta, joka on mahdollistanut Centria ammattikorkeakoulun ja Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen yhteisessä kemian laboratoriossa Kokkolan Kampuksella TEKNOKAS kemianluokka –toiminnan aloittamisen. Tämä toiminta palvelee alueen laajaa oppilaitosten kirjoa: esikouluja, peruskoulun alaluokkia, yläluokkia ja lukioita sekä ammatillista kemian ja kemiantekniikan opetusta kuin myös luokanopettajakoulutusta. TEKNOKAS kemianluokka -toiminnan tavoitteena on kehittää kemian ja kemiantekniikan tutkivaa opetusta ja oppimista sekä tukea positiivista kuvaa kemiasta. Sitä ohjaa valtakunnallisten opetussuunnitelmien mukainen tutkimuksellinen ja kokeellinen opiskelu ja työskentely, jossa hyödynnetään innovatiivisesti oppilaiden arjesta nousevia kemian sisältöjä ja sovellutuksia. Oppilaille tarjotaan ongelmia ratkaistaviksi ja heitä kannustetaan kekseliäisyyteen turvallisuusnäkökohtia unohtamatta.

15. TUKEMIA täydentämässä luokanopettajan järjestämää fyke-opetusta

Margetta Sarkkinen, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Kirkonmäen koulu Kokkolassa on ollut yksi aktiivisimmista TUKEMIA -hankkeeseen osallistuneista alakouluista. Näin Maria Hartman-Salminen, joka on yksi tämän ruotsinkielisen alakoulun opettajista, kertoo:

”Jo ennen TUKEMIA-hanketta olen käynyt toiminnallisilla laboratoriovierailuilla AMK:n laboratoriossa oppilaiden kanssa. Kun sitten TUKEMIA-hanke alkoi v. 2010, Majja Rukajärvi-Saarela kysyi lähtisimmekö mukaan hankkeeseen. Meillä oli silloin kehitteillä oman koulun projekti ”Miljön är i våra egna händer”. Projekti tuntui sopivalta toteuttaa TUKEMIA -hankkeen puitteissa.

Mukaan hankkeeseen lähtivät myös esikoulun opettaja Carola Brunell-Niemi ja luokanopettaja Anna Store. Projektia toteutettiin koulussa ja siihen liitettiin myös erilaisia vierailuja. Jo ensimmäisen laboratoriovierailun jälkeen oppilaat olivat innostuneita: ”Oikea valkoinen takki, suojalasit ja ihan oikea laboratorio!” Mikä kokemus! Niinpä jatkuvasti kysyttiin: ”Koska mennään laboratorioon seuraavan kerran?”

Oppilaat siis innostuivat, samoin mukaan tulleet opettajat. Kirkonmäen koulu sijaitsee parin kolmen kilometrin päässä AMK:lta. Moni opettaja kokee vaikeaksi sovittaa koulupäivään tällaisia oppimisympäristön vaihtamisia. Täytyy tehdä järjestelyjä, sopia muiden opettajien kanssa ja oppilaiden kanssa kulkeminenkaan ei ole ongelmaton. Kydditys maksaa ja rahat ovat tiukassa. TUKEMIA-hankkeen puitteissa oppilaiden kydditys on kuitenkin voitu maksaa hankkeen rahoista, kunhan on etsitty halvin vaihtoehto. TUKEMIA-hankkeen puitteissa on järjestetty opettajille myös useita seminaareja ja koulutuksia, jotka ovat olleet osallistujille ilmaisia. Maria jatkaa:

”Oman luokkani kanssa olen tottunut liikkumaan ympäri kaupunkia. Oppilaiden vanhemmat ovat tukenani. He avustavat kuljetuksissa, mutta usein kuljemme pyöräillen. On totta, etteivät opettajat välttämättä halua liikkua koulun pihapiiristä minnekään. Kaikki muutokset koetaan hankalina. Luokanopettajana olen suunnitellut kouluviikkoni niin, että perjantai on ”pyhitetty” omalle luokalleni, jotta voi tehdä opintokäyntejä ilman, että sotken koulun muiden opettajien lukujärjestystä. Omat oppilaani nauttivat, kun saavat oppia kokemalla ”oikeita” asioita. Tavallinen luokassa puurtaminen maistuu oppilaille paremmalta, kun vähän välillä saa tehdä jotain muuta luokan ulkopuolella.

Koulumme rehtori on mukana tukemassa toimintaani. Tosin mikään ei saisi maksaa! Koulutoimenjohtaja Nyström on myötämielinen hankkeilleni. Saan osallistua koulutuksiin, vaikka niitä kertyykin aikalailla kouluvuoden aikana. Nekään eivät saisi maksaa muuta kuin ”palkallisen virkavapaan” sekä sijaisen. Kysyin TUKEMIA -hankkeen loppuseminaarissa koulutoimenjohtajalta, onko hän tietoinen, kuinka paljon resursseja saamme AMK:lta, kun saamme käydä toiminnallisilla laboratoriovierailuilla.”

Useinkaan alakoulun tiloja ei ole suunniteltu sopiviksi fysiikan ja kemian toiminnallisella ja tutkivalle opetukselle. Puuttuu vesipisteitä eikä varustetaso ole kaksinen. Myös tästä syystä mahdollisuus tällaiseen laboratorioympäristössä tapahtuvaan oppimiseen koetaan tarpeellisena. TUKEMIA-hankkeen puolelta vierailulle tulleita koululaisryhmiä varten on ollut mahdollisuus käyttää useita eri opettajia asiantuntijoina. He ovat suunnitelleet laboratoriotyöt ko. oppilas-

ryhmän koulussa opittavaan asiaan sopivaksi. Maria kertoo omalta osaltaan:

”Koulumme tilat ovat heikot ajatellen fyken opetusta, tavallinen luokkahuone, ei vesipistettä, ei keittolevyjä! Niinpä laboroinnilla ei ole ollut suurta asemaa opetuksessani. Projektin myötä olemme hankkineet lisää laborointimateriaalia kouluun. Jos vierailu AMK:n laboratorioon on tulossa, käsittelen aihetta ennakkoon koulussa. Palaamme siihen vielä laboratoriokäynnin jälkeen. Monet asiat ja aiheet olen kokenut liian vaikeiksi havainnollistaa puutteellisessa luokkatilassa.”

Kun Kirkonmäen koulun oppilaat ovat käyneet usein ensimmäisen kerran jo esikoululaisina toiminnallisilla opintovierailuilla tekemässä pienimuotoisia kokeita laboratorioissa ja jatkaneet vierailuja alakoulun ajan, pohdimme sen vaikutusta oppilaiden kiinnostukseen kemiasta. Ohjaajat ovat huomanneet työskentelyn sujuvan ja esimerkiksi loppukeskusteluissa käy ilmi, että osataan tehdä johtopäätöksiä ja löydetään uutta tutkittavaa. Tähän Maria sanoo:

”Vaikea sanoa, ovatko oppilaat saaneet uusia valmiuksia. Omat entiset oppilaani, jotka ovat olleet tässä projektissa, ovat nyt yläkoulussa. Heureka ja Tietomaan käynneillä he olivat kyllä tosi innostuneita. Ei heitä meinannut saada ulos rakennuksista. Hypoteeseja oli heidän mielestään hauska tehdä. Ennen tytöt vieroksuivat fykeä aineena, nyt he ovat yhtä innoissaan kuin pojatkin. Kun kemiankerho on nyt alkamassa koulullamme, muistelevat oppilaat aikaisempia kokemuksiaan: ”Kuinka kivaa oli labrassa tehdä kokeita!”

16. Torkinmäen kakkosluokkalaiset tutkimassa kodin aineita Centria ammattikorkeakoulun kemian laboratoriossa

Marketta Mäenpää-Lahti, Torkinmäen koulu, Kokkola

Torkinmäen koulun kakkosluokkalaiset ovat olleet mukana TUKEMIA-hankkeessa, jota ovat vetäneet Margetta Sarkkinen ja Maija Rukajärvi-Saarela. Ensimmäisellä luokalla saimme olla tutkimassa, voiko maidosta tehdä muovia. Toisen luokan syksyllä kävimme tutkimassa tanssiva rusinoita. Nyt toisen luokan kevätpuolella tutkimusaiheena olivat kodin aineet. Tutkimme aineiden happamuutta ja emäksisyyttä.



Kuvat vasemmalta: Happoja ja emäksiä. Tarkkaa mittaamista.

Tiistaina keskityimme tutkimaan kodin aineiden happamuutta. Ensin puimme päällemme valkoiset työtakit ja suojalasit. Opettaja Margetta Sarkkinen kertasi oppilaille työturvallisuusasioita. Kertasimme myös tutkimusvälineiden nimiä. Muistiin palautuivat niin keitinlasin kuin mittalasinikin nimet. Uutena työvälineenä oppilaille tuli pipetti. Seuraavaksi perehdyimme yhdessä tutkimusaiheeseen eli mitkä kodin aineista ovat happamia. Margetta Sarkkinen selitti hyvin havainnollisesti käsitteet hapan ja emäs.

Kun tutkimusongelma oli yhdessä käyty läpi, oppilaat pääsivät työpisteidensä ääreen tekemään tutkimusta. Tutkittavat aineet olivat sitruunamehu, kirkas limsa, etikkaliuos ja appelsiinimehu. Indikaattorina oli punakaalimehu.

Kemian laboratoriossa pienet tutkijanalut työskentelivät innokkaasti aineiden parissa. Pian työtilassa kuului ihastuneita huudahduksia, kun keitinlaseihin alkoi tulla kauniin punaisia liuoksia. Lopuksi keitinlasit piti laittaa "happamuusjärjestykseen". Ensimmäiseksi piti laittaa happamin liuos.

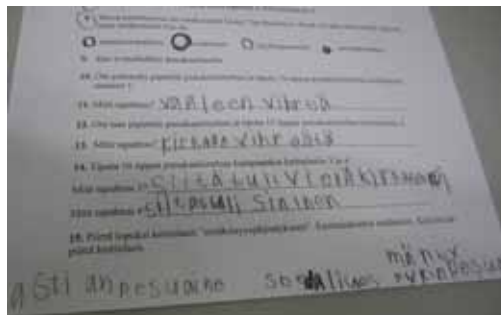


Kuvat vasemmalta: Punakaali-indikaattori värjää veden violetiksi. Indikaattoriliuos kertoo emäksisyyden.

Torstaina itse tutkimusprosessi toistui samana kuin tiistainakin. Tutkittavana olivat vain emäksiset kodin aineet eli mäntysuopaliuos, soodaliuos, pyykinpesuaine ja astianpesuaine. Nyt oppilaat ihastelivat keitinlasien liuosten kauniin sinisen vihreitä värejä. Torstaina töihin ryhtyminen sujui oppilailta kuin tutkijoilta ainakin. Olimmehan jo tiistaina olleet siellä töitä tekemässä. Torstaina Margetta Sarkkinen näytti myös demona neutralisoinnin ja se oli oppilaiden mielestä melkoinen taikatempu!

Molempina päivinä tutkimuksen jälkeen kokoontuimme keskustelupiiriin. Keskusteluissa kävimme läpi tutkimusta. Mitkä olivat olleet lasten hypoteesit eli ennako-oletukset? Mihin lopputulokseen tutkimus oli johtanut? Mikä oli ollut helppoa ja mikä puolestaan vaikeaa?

Lasten mielestä hypoteesi oli helppo tehdä. Muutamilta se oli tosin unohtunut, koska oli ollut niin kiire päästä itse tutkimuksen pariin. Tutkimusta oli ollut mielenkiintoista tehdä. Lapsia viehätti värien syntyminen keitinlaseihin. Työohjeet olivat olleet selkeät ja niitä oli ollut helppo noudattaa. Pipetin käyttö oli ollut jännittävää. Jonkun mielestä pipettiä oli ollut vaikea käyttää, koska helposti sitä puristi liian kovaa ja pitkään ja silloin lorahti ainetta liikaa. Tiskaaminen oli ollut myös kivaa ja helppoa (Terveisiä äideille!).



Muistiinpanoihin palataan loppukeskustelussa.

Kaikkein vaikeinta lasten oli määrittää liuosten väriä. Mikä oli happaminta eli missä lasissa oli kirkkaimman punaista liuosta? Tai missä lasissa oli emäksisintä liuosta eli puhtaimman vihreän väristä liuosta. Se, miten ymmärsi liuoksen värin, vaikutti tietysti tutkimuksen tulokseen. Hienosti oppilaat pohtivat näitä kysymyksiä ja taidokkaasti opettaja Margetta Sarkkinen johdatti oppilaita oivaltamaan asian oikein.



Mikä on emäksisin?

Loppukeskustelussa tehtiin myös monia oivalluksia, joita arkielämässä voi tarvita. Vielä pitkän ajan jälkeen oppilaat ovat muistaneet, että jos muurahainen puraisee, voi siihen kohtaan laittaa soodaa ja olo helpottuu. Tai jos ampiainen pistää, voi pistokohtaan laittaa esim. limsaa. He muistavat myös sen, että limsa on hapanta ja syövyttää hampaita. Muistiin on jäänyt sekin, että kodin aineet on merkitty koodikuvalla, jos ne ovat myrkyllisiä.



Mitä tänään opittiin?

TUKEMIA-projekti on tarjonnut luokanopettajalle hienon mahdollisuuden viedä oppilaansa oikeaan laboratorioon työskentelemään. Se on ihan eri asia kuin välineet vietäisiin oppilaiden luokkahuoneeseen! Oppilaat saavat työskennellä oikeilla laboratoriovälineillä. He työskentelevät innokkaasti ja motivoituneesti. Työrauhaongelmia ei ole! Kun valkoinen tutkijan takki on päällä, lapsista tulee tutkijoita. Heti alkuopetusluokasta lähtien oppilaat oppivat, mitä työturvallisuuteen liittyviä asioita pitää työskentelyssä huomioida. Lisäksi yhteistyö aikuisten kanssa on ollut antoisaa. Luokanopettaja tuo tutkittavan aiheen ja TUKEMIA-hankkeen opettajat suunnittelevat työskentelyn juuri tämän ikäisille lapsille sopivaksi. Tietenkin Torkinmäen koulun sijainti on loistava yhteistyön toteutumiseksi. Meillä on lyhyt kävelymatka Centria ammattikorkeakoulun kemian laboratorioon.

17. Luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä ja kokemuksia tutkimuksellisesta opiskelusta fyke-kurssilla

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius, Kokkola

Tutkiva oppiminen / tutkimuksellinen opiskelu (inquiry-based learning) on EU:n suosittelema lähestymistapa opetukseen. Sen avulla halutaan lisätä innostusta opiskella luonnontieteitä ja tukea oppijoiden luonnontieteellisen ajattelun kehittymistä. Artikkelissa esitellään tapaustutkimusta, joka on osa luokanopettajien aikuis- ja täydennyskoulutuksessa tapahtuvaa kemian opetuksen laajempaa kehittämistutkimusta. Lähtökohtina koko kehittämistutkimuksessa ovat kemia luonnontieteenä, opetussuunnitelman perusteet ja luokanopettajien tarpeet sekä opettamisesta ja oppimisesta saatu tutkittu tieto. Tapaustutkimuksessa tarkasteltu koulutus järjestettiin keväällä 2010 luokanopettajien aikuiskoulutuksen yhteydessä heidän fysiikka/kemia -kursseinaan ollen samalla myös osana TUKEMIA -hanketta. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa opettajaopiskelijoiden käsityksistä ja kokemuksista fysiikka/kemian tutkimuksellisesta opiskelusta, kun heidän kanssaan opiskelutilanteessa oli myös 5.- 6. luokkien oppilaita. Tutkimusaineistoa on kerätty puolistrukturoidun kyselykaavakkeen, opettajien päiväkirjojen ja osallistuvan havainnoinnin ja ryhmäkeskustelujen avulla ja sitä on analysoitu käyttäen laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Kehittämistutkimuksessa on käynyt selville, että teoriasolla kokeellisuus ja tutkiva oppimismenetelmä ovat luokanopettajilla ja -opettajaopiskelijoilla tiedossa. Tässä tapaustutkimuksessa kävi ilmi, että opettajan rooli samanaikaisesti sekä tutkivana opettajana että tutkimusta tekevien oppilaiden ohjaajana on haastavaa. Opettajaopiskelijat kokivat, että tutkimuksellisen opiskelun idean aukeamiselle oppilaiden mukanaolo opiskelutilanteessa oli erittäin antoisa. Lisäksi oppimispäiväkirjat, pohdinnat toisten opettajaopiskelijoiden kanssa sekä yhteiset, ohjatut keskustelut antavat tutkimuksen mukaan opettajaopiskelijoille itsevarmuutta lähteä kentälle opettamaan kemiaa, vaikka kaikki kemian käsitteet ei vielä olekaan täysin hallinnassa.

1. Taustaa

Uteliaisuus on ihmisen perusominaisuus, jonka turvin sekä lajin henkiinjääminen että kulttuurin jatkuva kehittyminen on mahdollistunut. Sokrates haastoi nuoria ajattelemaan, kyselemään vanhemmilta ja etsimään vastauksia ratkaisemattomiin ongelmiin. Intohimo tutkimiseen ei ole peritty vain antiikin kreikkalaisilta vaan myös renessanssin ajan Galileolta ja Leonardolta sekä valistusajan Lockelta ja Rousseaulta. Tämän päivän ihmisille kyky ajatella omilla aivoilla lienee paras työkalu selvittää yhä monimutkaistuvassa maailmassa. Näin ollen koulutuksen erityisavoitteina tulisi olla kehittää taitoa epäilevään kyselyyn ja itsenäiseen ajatteluun.

Toisen maailmansodan alla 1930 -luvulla kasvattaja ja filosofi John Dewey (1938, 111) on todennut: "Tieteellinen menetelmä on ainoa käytössämme oleva luotettava tapa päästä käsiksi arkipäivän kokemustemme tarkoituksiin ja merkityksiin." Deweylle tutkiva opettaminen tarkoitti sitä, että lasten annettiin oppia suorista kokemuksista ja heidän luontaista uteliaisuuttaan ruokittiin. Hän uskoi, että luovan ajattelu on aina mukana tieteellisessä toiminnassa ja ihmisen intellektuaalinen toiminta on periaatteessa samanlaista oltiin sitten lastentarhassa tai tiedelaboratoriossa. (Dewey, 1938)

Jean Piaget ja Jerome Bruner (1966) ovat lisänneet kognitiivisen eli tiedollisen tutkimuksen tekemisen Deweyn filosofisiin väittämiin. Brunerin mielestä opiskelijoita tulisi auttaa tarttumaan

ajattelun syviin käsiterakenteisiin, jotka ovat tieteen taustalla pikemminkin kuin muistamaan ulkoa irrallisia yksityiskohtia (Bruner & Kenney, 1966).

2. Luonnontieteellinen ajattelu

Kasvaessaan ihminen kehittää maalaisjärkeään ja arkiajatteluaan, jotka auttavat ymmärtämään nähtyä ja koettua käytännön tasolla. Arkiajattelu ei aina ole yhteisymmärryksessä nykyisen tieteeseen pohjaavan maailmankuvan kanssa. Maalaisjärjellä ajateltuna esimerkiksi maapallo näyttää litteältä ja aurinko näyttää liikkuvan taivaalla. Opetuksella meidät on kuitenkin saatu näkemään ja ymmärtämään toisin. Luonnontieteiden opetuksen yksi tärkeä tavoite on auttaa lapsia kehittämään tieteellistä maailmankuvaansa ja ymmärtämään tieteellisten käsitteiden merkityksen.

Bloomin taksonomia auttaa määrittelemään osaamisen ja ajattelun tason. Siinä osaaminen jaetaan kuuteen tasoon: tietäminen ja muistaminen, ymmärtäminen, soveltaminen ja analysoiminen sekä synteessin tekeminen ja arviointi. Tietämisen tasolla asia ainoastaan muistetaan, mutta sitä ei vielä ymmärretä. Soveltamisen tasolla opittua asiaa osataan jo soveltaa, ja vastaavasti analysoimisen tasolla opittua pystytään jo analysoimaan. Syntetisoimisen tasolla opittu osataan yhdistää aiemmin opittuun tietoon ja arvioinnissa opittua asiaa pystytään arvioimaan. (Bloom 1980). Oppimisessa kaikki tavoitetasot ovat tarpeen.

Hyvä tiedeopetus vaatii sekä luonnontieteellisten käsitteiden oppimista että luonnontieteellisen ajattelutaitojen kehittämistä. Luonnontieteellisessä ajattelussa tarvittavia taitoja ovat mm. vertailu, yhteenvedon tekeminen, havaitseminen, luokittelu, sisäistäminen, arvostelu, johtopäätösten tekeminen, mielikuvien käyttäminen ja kuvittelu, tiedon kerääminen ja järjestäminen, hypoteesin esittäminen, tosiasioiden ja periaatteiden soveltaminen uudessa tilanteessa, päätöksenteko, muuttujien kontrollointi, yleistäminen, tutkimuksen suunnittelu ja tutkiminen sekä virheiden korjaaminen. Tehokkaan luonnontieteiden opetuksen tulee nojata monipuoliseen opetukseen ja tutkimuksellisuudella on tärkeä rooli oppimisessa, koska se tukee korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymistä. Tutkimuksellisen opiskelun avulla on mahdollista pitää ihmettely ja uteliaisuus elävänä luokkahuoneessa. (esim. Rukajärvi-Saarela&Aksela 2009; Aksela 2005; Lavonen ym. 2008; Meisalo&Lavonen 1994)

3. Tutkimuksellinen opiskelu

Tutkimuksellinen opiskelu (inquiry based learning) on luonnontieteiden oppimisen (science learning) ydin. Englanninkielinen sana inquiry tulee latinan sanoista "in" tai "inward" (sisäinen, sisään suuntautunut) ja "quirer", mikä tarkoittaa verbiä kysyä, kysellä "to question". Inquiry ei ole vain kysymysten tekemistä vaan se on kyselyä, jonkin tutkimista, tiedustelua. Inquiry sisältää käsityksen syvällisyydestä. Se tarkoittaa johonkin tunkeutumista sisään niin, että nähdään jotakin, mitä ei ole ennen nähty.

Tutkimuksellinen opiskelu on tutkimista, mikä johtaa kysymysten esittämisen, löytöjen tekemisen ja tehtyjen löytöjen perusteellisen testauksen avulla uuteen ymmärrykseen. Luonnontieteiden opetuksessa tutkimuksellisen opiskelun tulisi mahdollisimman hyvin seurata oikeaa tieteentekemistapaa. Tutkimusprosessia vie eteenpäin tutkijan oma uteliaisuus, ihmettely tai intohimo ymmärtää tehtyä havaintoa tai ratkaista ongelmaa. Prosessi alkaa, kun oppija huo-

maa jotakin kiehtovaa tai yllättävää tai jokin aiheuttaa kysymyksen - joku on uutta tai joku asia ei tunnu järkevältä suhteessa oppijan aikaisempaan kokemukseen tai senhetkiseen ymmärrykseen. Seuraava askel on ryhtyä toimiin, eli jatkaa havainnointia, herättää kysymyksiä, tehdä hypoteeseja ja testata niitä ja muodostaa teorioita sekä käsitteellistää malleja. Jotta saatu kokemus olisi merkityksellinen, tarvitaan reflektointia, keskustelua, vertailua toisten saamiin tuloksiin, datan ja havaintojen tulkintaa sekä uusien käsitteiden soveltamista uusiin asiayhteyksiin. Samalla oppijat kehittävät omia korkeamman tason ajattelutaitojaan syntetisoidessaan uutta tietoa. (esim. Aksela 2005; Lavonen ym. 2008; Näsäkkälä ym. 2001; St John 2000, 109-111; Hakkarainen ym. 1999b, 6-23)

Hakkarainen, Lonka ja Lipponen (1999a) ovat teoksessaan Tutkiva oppiminen kuvanneet asioita, jotka he näkevät keskeisinä tutkivassa oppimisessa tai pikemminkin tutkimuksellisessa opiskelussa. Heidän mukaansa liikkeellelähtö tapahtuu avoimesti määrittelystä ongelmasta, johon ei ole olemassa kaavamaisista ratkaisua. Tietoa rakennetaan sosiaalisesti ryhmässä ja tärkeää on asiantuntijuuden jakaminen. Opettaja on tutorin tai valmentajan roolissa ja hän tukee ryhmätoimintaa sekä ymmärryksen ja tiedon etsinnän prosesseja. Heidän mukaansa tutkivan oppimisen tavoitteita ovat: sisällön oppiminen, ongelmaratkaisutaidot, tiedonhankintataidot, yhteistyötaidot, itseohjautuvan oppimisen taidot, oman oppimisen arvioinnin taidot sekä tieteellisen ajattelun ja päättelyn taidot. Tieto tulee ankkuroida tieteenalojen moniulotteisiin ja haastaviin kysymyksiin sekä opiskelijoiden omiin kysymyksiin. Olennainen osa tutkivaa oppimista on prosessin tulosten yhteenveto ja tulosten julkistaminen, jolloin oppijoiden tuottama tieto ei jää ainoastaan heidän omaksi tiedokseen. Tutkiva oppiminen siis tarkoittaa oppijan sitoutumista asteittaisesti syvenevään oppimisprosessiin ja opettajan tehtävänä on tukea oppijan kehittymistä asiantuntijaksi ja tutkijaksi. (Hakkarainen ym. 1999a)

4. Opettajan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Opettaessaan luonnontieteitä tutkimuksellisella menetelmällä opettajan on sallittava lasten itse hallita oppimisprosessiaan. Tämä tarkoittaa, että lapsille annetaan mahdollisuuksia liittää asioita kysymyksiin, jotka heitä kiinnostavat ja hakea vastauksia näihin kysymyksiin. Opettajan tulee olla tietoinen siitä, mitä käsitteitä lasten tulee oppia, mutta silti sallia runsaasti vaihtelua lasten tutkimuksissa ja hyväksyä, että samaan ongelmaan voi olla monia ratkaisuja. Hän helpottaa ja ohjaa toimintaa ja laatii käsitteellisen kehyksen, josta lapset kehittävät omia tutkimuksiaan. Tämä käsitteellinen kehys on pohja lasten ohjaamiselle oppimaan jotakin syvällisempää tieteellisessä mielessä. (Hakkarainen ym. 1999b, 6-23)

Tutkiva opetus ei ole kaotista, vaan tarkoin suunniteltua toimintaa. Se vaatii erilaista suhdetta opettajan ja oppilaan välillä kuin mitä perinteiset opetustavat sekä korkeamman tason organisointia, suunnittelua ja jäsentelyä niin opettajalta kuin oppilaitakin.

Ideaalitapauksessa prosessit, joita käytetään tieteellistä tutkimusta tehdessä tai kehitettäessä käsitteellistä ymmärrystä ja tietoa, toimivat yhteistyössä. Prosessin ja sisällön saumaton yhteenkutoutuminen riippuu sekä opettajan että oppilaiden kokemuksesta ja itsevarmuudesta tehdä tutkimusta (esim. Rankin 2000). Opettajien tehtävä on auttaa oppilaita kehittämään taitojaan olla hyviä tutkijoita. Nämä taidot kehittyvät ja kasvavat aikaa myöten.

Opiskelutilanteessa opettaja ohjaa opetuskeskustelua ja opastaa oppilaita kokeellisten luonnontieteiden käytäntöihin. Tutkimusprosessin aikana opettaja kulkee luokassa keskustellen eri

ryhmien oppilaiden kanssa, kun he tekevät kokeitaan. Hän kuuntelee heidän kysymyksiään ja ajatuksiaan koko ajan arvioiden heidän edistymistään ja miettien heidän oppimiseensa sopivia seuraavia vaiheita. Hän kerää aina välillä oppilaat yhteen ja antaa tärkeää lisätietoa esimerkiksi pitämällä opetustuokion, tekemällä demon tai herättämällä keskustelun jostakin luokassa esilennousseesta asiasta.

Jotta tutkimuksellinen opiskelu on tehokasta, on opettajan luotava pohja, jonka varassa oppilaat voivat alkaa ottaa vastuuta omasta oppimisestaan. Hänen on luotava virikkeellinen oppimisympäristö, jossa lapset oppivat järjestämään ja käsittelemään materiaaleja (esim. Ruka-järvi-Saarela&Aksela 2009). Opettajan tulee kehittää kannustava sosiaalinen ilmapiiri, jossa oppilaat voivat työskennellä pienemmissä tai isommissa ryhmissä, osallistua keskusteluihin ja oppia kunnioittamaan toistensa ideoita ja ajatuksia.

5. Tutkimuksen lähtökohdat

Tässä artikkelissa kuvattava tutkimus on tapaustutkimus (Hannerslay & Foster 2000) ja se toteutettiin Tutkimalla oppiminen ja opettaminen – fysiikka/kemia -kurssin puitteissa keväällä 2010 luokanopettajien aikuiskoulutuksen yhteydessä. Tapaustutkimuksen päätavoitteena oli selvittää, miten fysiikka/kemian -kurssilla järjestetty tutkimuksellinen opiskelu tukee tulevien luokanopettajien omien käsityksen mukaan heidän valmiuksiaan lähteä opettamaan fysiikka/kemiaa peruskoulun alaluokilla.

Tutkimuskysymykset

Tutkimusta ohjasivat tutkimuskysymykset:

1. Mikä on oppilaan rooli tutkivassa opiskelussa?
2. Miten opettajaopiskelija kokee roolinsa tutkivana opettajana?
3. Mikä on opettajaopiskelijan rooli tutkivana opiskeijana?

Tapaustutkimus on osa kehittämistutkimusta, jonka päätehtävinä ovat:

1. Luokanopettajille ja luokanopettajaopiskelijoille tarkoitetun fysiikka/kemian (täydennys) koulutuksen suunnittelu ja toteutus.
2. Selvittää, miten tutkittavat kokevat oman roolinsa tutkimuksellisessa opiskelussa toisaalta opettajana ja toisaalta oppijana.

Aineistonkeruu ja tutkimusmenetelmät

Kurssille osallistui 34 luokanopettajien aikuiskoulutuksessa opiskelevaa opettajaopiskelijaa ja koulutus pidettiin opetuslaboratorioympäristössä. Koulutus käsitti 12 tuntia kontaktiopetusta, joista 2 tuntia oli varattu koontiin ja opettajaopiskelijoiden tekemien demojen yhteiseen tarkasteluun. Kontaktiopetuksesta 2 x 4 tuntia toteutettiin niin, että mukana oli myös 5. – 6. -luokan oppilaita oman opettajansa kanssa. Tällöin muodostettiin pientyöryhmiä, joihin kuului keskimäärin kaksi opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta. Opettajaopiskelijat toimivat samanaikaisesti sekä oppilasparin ohjaajina että itse tutkivina oppijoina kurssin vetäjien toimiessa heidän ohjaajinaan. Kurssin vetäjinä toimivat tutkija itse ja toinen ohjaava opettaja.

Ennen kontaktijakson alkamista opettajaopiskelijoilla oli ennakkotehtävänä selvittää annetun listan mukaan kemiaan ja fysiikkaan liittyviä ilmiöitä ja käsitteitä, jotka oli poimittu 5.-6. luokan

peruskoulun opetussuunnitelman valtakunnallisista perusteista (POPS 2004). Samoin he saivat ennakkoon oppilastyöohjeet. Opettajaopiskelijat kirjoittivat koko ajan omaa oppimispäiväkirjaansa, jossa he pohtivat tutkimuksellista opiskelua, fy/ke -kursssia ja oppimiskokemuksiaan.

Aineiston hankinnassa käytettiin ensinnäkin 1) kyselykaavaketta, jonka puolistrukturoidut avokysymykset oli laadittu tutkimuskirjallisuutta ja omia aikaisempia tutkimuksia hyväksikäyttäen. Tutkimuskysymykset oli laadittu teemoittain, ja kyselyrunko on toiminut apuna aineiston analysoinnin teemaluokittelussa (Alasuutari 1993). Kysely tehtiin käyttäen samaa kyselykaavaketta sekä kurssin alussa että lopussa. Toisen tärkeän osan tutkimusaineistosta muodostavat opettajaopiskelijoiden kirjoittamat 2) päiväkirjat. Niiden analysoinnissa on käytetty hyväksi samaa teemaluokittelua kuin kyselykaavakkeiden analysoinnissa. Johtopäätöksiin ovat antaneet lisätietoa myös kurssin aikana tehdyt kurssin vetäjien 3) havainnot ja käydyt 4) ryhmäkeskustelut.

6. Tutkimustulokset ja niiden luotettavuustarkastelua

Ilmiö, jota tässä tutkimuksessa tutkitaan, on opiskelutapahtuma ja välineenä käytetään opettajaopiskelijoiden omia kuvauksia ja tulkintoja asiasta sekä tutkijan tekemiä havaintoja. Aineistona ovat tutkittavien kirjoittamat kyselyvastaukset ja päiväkirjat sekä havainnoinnit ja ryhmäkeskustelusta tullut aineisto. Kirjallista aineistoa (kyselyvastaukset ja päiväkirjat) on aluksi luettu useaan kertaan läpi ja katsottu, mitä sieltä nousee esille. Sitten aineisto on koodattu ja jäsennelty teemoittain tutkimuskysymyksiä apuna käyttäen. Laadulliselle tutkimukselle tyyppilliseen tapaan jo aineiston keruuvaiheessa tutkija on alkanut tehdä tulkintaa, joten aineiston keruu ja analysointi ovat ajallisesti kulkeneet käsi kädessä. Tutkimustuloksia esitellään tutkimukselle asetettujen tutkimuskysymysten mukaan. Lukujen sisällä tuloksien kuvaaminen ja analysointi perustuvat edellä kerrotun mukaisesti aineistolähtöiseen sisällönanalyyysiin ja niistä tehtyihin tulkintoihin (Tuomi&Sarajärvi 2001).

Oppilaan rooli tutkimuksellisessa opiskelussa

Kun kurssille osallistuneet opettajaopiskelijat tarkastelivat tutkivaa opiskelua oppilaan näkökulmasta, nostivat he tärkeänä asiana esille oppilaan oman hypoteesin tekemisen ja totesivat sen lähtevän oppilaan omasta tieto- ja kokemusmaailmasta. Usea opettajaopiskelija kirjoitti, että oppilaiden ei ollut helppoa esittää omia hypoteesejaan. He pohtivat päiväkirjoissaan syitä tähän pelkoon ja mahdollisia opettajan toimia pelon poistamiseen.

Se (hypoteesin tekeminen) oli mielenkiintoinen pointti, sillä monesti oppilaat ajattelevat että heidän pitää olla oikeassa ja on huono jos kokeessa ei käykään niin että oma hypoteesi pitää paikkaansa. Tämän korostaminen auttaa varmasti oppilaita miettimään oikeasti omilla aivoilla. --- Hypoteesien teko paljasti hiukan heidän ajattelumaailmaansa. (Opettajaopiskelija7)

Opettajaopiskelijat kirjoittivat, että tutkivaan opiskeluun kuuluu havainnointi ja asioista keskustelu. Useimmat heistä mainitsivat, että opettajan innostus oppiaineeseen on merkittävä oppilaiden opiskelua motivoiva tekijä. Samoin maininnat oppilaan aktiivisesta osallistamisesta oppimistapahtumaan ja oppimistilanteessa saadut kokemukset tulevat esille useissa vastauksissa. Päiväkirjoissa todetaan, että omien havaintojensa kautta oppilas pääsi testaamaan opettajan ohjauksessa omia oletuksia ja rakentamaan omaa tietämystään.

Tutkivassa oppimisessa tuli selvästi esiin oppilaslähtöinen ajatus. Se laittoi oppilaan oikeasti miettimään. --- Kaiken kaikkiaan fyke on oppiaine, jonka merkittävin opetuksen asia on havaintojen tekeminen. Sekä se, että tulee luottaa omaan havaintoon ja sitten voidaan yhdessä pohtia, onko omat havainnot yleisen tiedon "tutkijoiden tiedon" kanssa samassa linjassa. Jos ei ollut, niin mitkä tekijät siihen mahdollisesti vaikutti. (Opeopiskelija13)

Opettajaopiskelijoiden mukaan asioiden ihmettely, pohdinta, kyseenalaistaminen ja niistä keskustelu tutkimuksen teon aikana vievät oppilaan ymmärrystä eteenpäin. Päiväkirjoissa opettajaopiskelijat kirjoittavat, että tutkimuksen teon aikana oppilaille ei tule antaa suoria vastauksia, vaan he saavat itse etsiä, tutkia ja selvittää ongelmia.

Kokonaisuudessaan hyvä oppimistilanne ja kiva kuulla oppilaiden ajatuksia koonnin aikana, monet pojat olivat silminnähden innostuneita ja olivat varmasti jo kokeilleet yhtä sun toista omin nokkinensa, mutta myös tyttöjen uteliaisuus ja innostus näkyi! (Opeopiskelija27)

Opettaja ohjaamassa tutkivaa opiskelua

Kysyttäessä opettajaopiskelijoilta, miten he toimivat opettajana tutkimuksellisessa opiskelussa, he kertoivat, että opettajan tehtävä on toiminnan ohjaaminen. Oppilas voi tukeutua pulmatilanteessa opettajaan, jonka on hyvä pysytellä toiminnan aikana enemmän taustalla, mutta kuitenkin läsnäolevana.

Opettajana kiinnitin huomiota myös siihen, kuinka tärkeää on asettaa hyviä kysymyksiä. Oppilaiden omille pohdintoille on annettava aikaa, eikä saa olla itse heti äänessä oikeine vastauksineen, kun jokin ajatus on heitetty ilmaan. On tärkeää perehtyä itse siihen, mitä on tekemässä, jotta ohjaustilanteesta ei tule sekava. (Opeopiskelija24)

Opettajaopiskelijat kertoivat, että kun sai olla mukana lasten tutkimuksia ohjaamassa, oppi väistämättä itse koko ajan. Lasten ilo onnistuessa ja oppiessa antaa parasta palautetta myös opettajalle onnistumisesta työssä.

Käytännössä kurssi toteutettiin laboratoriossa ja käydyissä keskusteluissa pohdittiin paljon oppimisympäristön merkitystä. Se näkyy vastauksissa: niissä mietitään, millaisilla muutoksilla tavallisesta luokahuoneesta saadaan motivoiva ympäristö. Päiväkirjapohdintoissaan opiskelijat miettivät paljon tutkimalla opettamista ja oppimista sekä opettajan että oppilaan kannalta.

Opettajan tärkeänä tehtävänä on yhdessä oppilaiden kanssa luoda turvallinen, kiireetön ja innostava ilmapiiri ja työympäristö, jossa jokainen voi turvallisesti ja luottavaisesti tehdä pienimuotoisia tutkimuksia ja kokeiluja yksin, pareittain ja pienryhmissä. (Opeopiskelija17)

Tutkivassa oppimisessa tuli selvästi esiin oppilaslähtöinen ajatus. Se laittoi oppilaan oikeasti miettimään ja antoi opettajalle ohjaajan ja kannustajan roolin. (Opeopiskelija5)

Heti kurssin jälkeen tehdyssä kyselyssä opiskelijat korostivat enemmän opettajan roolina ohjaamista ja oikeiden kysymysten merkitystä prosessin eteenpäin viejänä. Samoin sanottiin, että opettaja on mahdollistaja ja vastuullinen koko oppimistilanteesta. Vasta päiväkirjapohdintoissa pohdittiin enemmän opettajan omaa aineenhallintaa ja nimenomaan opettajan suhdetta aineeseen ja opetusmenetelmiin. Oppimispäiväkirjoissaan opiskelijat pohtivat myös erilaisia oppilastehtäviä ja niiden opetuksellista merkitystä. Kurssilla oli niin avoimia kuin ohjattuja teh-

täviä. Ennakkosuunnittelun merkiys alkoi selkiintyä opettajaopiskelijoille heidän työskennellessään kurssilla oppilaiden kanssa. Samoin opettajaopiskelijat alkavat pohtia oppimateriaaliin tutustumisen ja käsitteistön haltuunoton tärkeydestä. He huomasivat työskennellessään oppilaiden kanssa, että ennakkotehtävänä annettu käsitteistö tuli vastaan oppilastehtävissä.

Kun sai kokeilla lasten kanssa, niin tietää paremmin, minkälaisia haasteita on odotettavissa tulevissa opetustilanteissa ja mitä kenties muuttaisi vastaisuudessa. (Opeopiskelijazo)

Opettaja oppijana

Opettajaopiskelijat kertoivat huomanneensa, että toimisessaan yhtä aikaa sekä pienryhmän ohjaajana mutta myös oppijana tutkiva oppiminen on mukavaa. Oppimista tapahtuu kuin itsestään, kun saa itse kokeilla. Tutkimuksen tekemisen aikana opettajaopiskelijoille selkiintyi esimerkiksi omista lähtökohdista lähtevien hypoteesien tekemisen merkitys. Myös havaintojen teon tarkkuudella on merkitystä. Omiin havaintoihin tulee luottaa ja ne tulee kirjoittaa ylös. Ja vain yksi asia kerralla tulee ottaa tutkimuskohteeksi.

... jäi kutkuttava ajatus siitä, että kokeita pitäisi päästä ehdottomasti tekemään lisää, jotta oma käsitys tuloksista ja tutkimuksen kulusta varmentuisi. (Opeopiskelijaz)

Upeinta oli se, että itse oppi myös uutta opettajilta sekä oppilailta. Upea, että saadaan konkreettisesti osallistua tutkimustyöhön, vaikka oppilaat kokeet tekivätkin. Kyllä tutkimalla oppiminen jää mieleen vahvemmin kuin se, että lukee vain teorian kirjoista. (Opeopiskelijaz9)

Kun opettajaopiskelijat miettivät omaa osuttaan oppijoina, he toivat esille, että myös oma kiinnostus luonnontieteellisiä asioita kohtaan lisääntyi ja asiat selkiintyivät, kun niitä tutkittiin yhdessä oppilaiden kanssa. Opettajana oli opeteltava johdattelemaan oppilaita kysymyksiin ja annettava heille tilaa ja aikaa siirtymällä itse sivuun. Tästä seurasi, että fysiikka/kemia alkoi kiinnostaa opettajaopiskelijaa itseäänkin eri tavalla: tuli tunne, että hänestä itsestä löytyy pieni tutkija.

Koe, jonka me teimme riitti aukaisemaan silmät, mitä tutkimalla oppiminen on. Jos me aikuiset innostuimme noin asiasta, niin varmasti koululaisetkin (Opeopiskelijaz3)

Itse olen näistä fyken työpajoista ihan tykännyt, vaikka ehkä ennakkotietoni ja asenteeni ei ollut hirveän positiivinen. Kuitenkin opin että täytyy kokeilla, eikä aina ehkä osaa selittää miksi jokin asia tapahtuu, mutta siitä voi sitten ottaa selvää yhdessä oppilaiden kanssa. Uskon, että olen saanut vahvistettua pajojen tehtävien avulla fyken käsitteistöä, joka on ollut hyvin huterä alunperin!! (Opeopiskelijaz3)

Tutkimukseen osallistuneet opettajaopiskelijat huomasivat, että toimiessaan yhdessä oppilaiden kanssa pienryhmässä syntyi paljon kysymyksiä ja ihmettelyä. Opettajan vastuulla oleva loppukoonti ja käsitteiden varmentamisen tärkeys korostui, samoin halu jakaa kokemuksia ja ideoita kollegoiden kanssa.

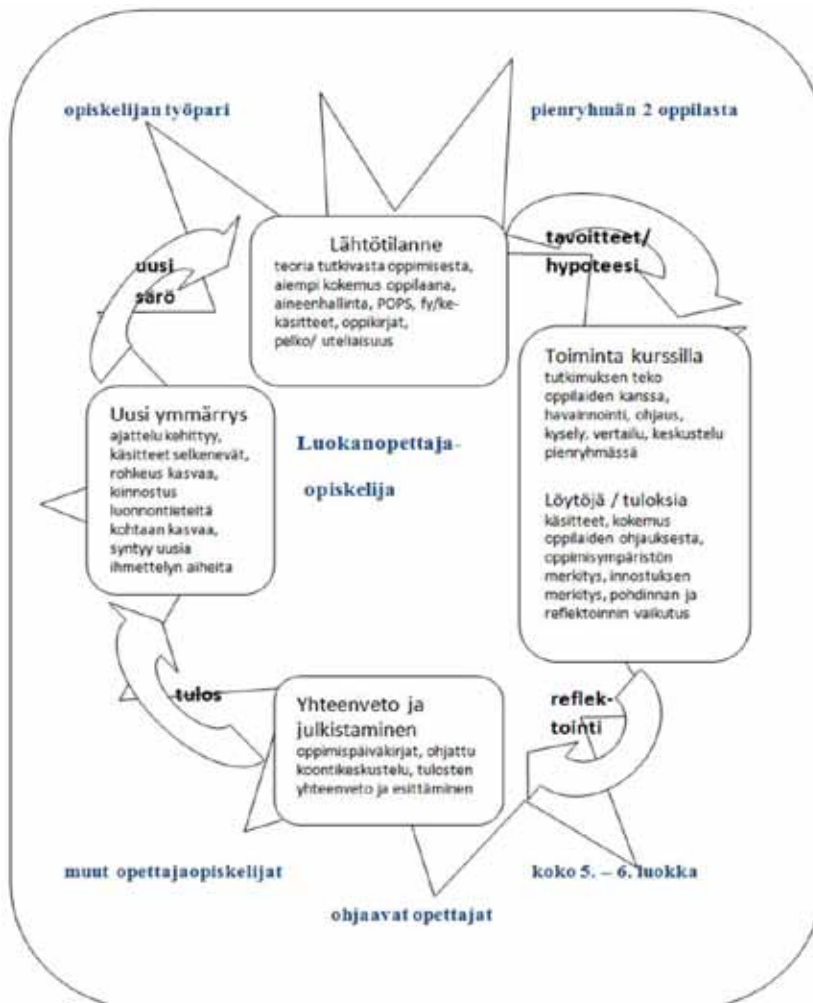
Kun sai kokeilla lasten kanssa, niin tietää paremmin, minkälaisia haasteita on odotettavissa tulevissa opetustilanteissa ja mitä kenties muuttaisi vastaisuudessa (Opeopiskelijazo)

Luotettavuustarkastelua

Laadullista aineistoa tässä tutkimuksessa on kerätty käyttäen useita aineistonkeruumenetelmiä (kyselyvastaukset, päiväkirjat, havainnointi ja ryhmäkeskustelut). Tutkimuksen tiedonantajina ovat olleet opettajaopiskelijat. Saatu monipuolinen aineisto on ensin koodattu ja sitten käsitelty teemoittain, jotta on päästy tekemään tulkintoja. Havainnoinneista ja ryhmäkeskusteluista saatua tietoa on käytetty apuna tulosten tulkinnassa ja yhteenvetovaiheessa. Tulosten esittelyssä on tuotu lukijalle myös vastaajien suoria lainauksia lisäämään analysoinnin läpinäkyvyyttä. Näin toimien on pyritty parantamaan tutkimuksen luotettavuutta (esim. Hirsjärvi & Hurme 2001, Denzin & Lincoln 2000, 5, Eskola & Suonranta, 1996, Varto 1992,112).

Yhteenvedoa tuloksista

Tutkimukseen osallistuneet luokanopettajien aikuiskoulutuksen opiskelijat opiskelivat samanaikaisesti sekä aineenhallintaa että harjoittelivat tutkimuksellisen opiskelun ohjausta fysiikka/kemia -kurssilla. Tutkimustulokset opettajaopiskelijan näkökulmasta on esitetty alla olevan kuvion avulla.



Luokanopettajaopiskelijan tutkimuksellinen opiskelu luokanopettajakoulutuksen fysiikka/kemia -kurssilla.

Fysiikka/kemia -kurssin toimintakehyksen muodostivat luokanopettajaopiskelijat, 5.-6.luokan oppilaat opettajansa kanssa sekä koulutuksen ohjaavat opettajat. Toiminta tapahtui pienryhmissä, joihin kuhunkin kuului keskimäärin kaksi opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta. Opettajaopiskelijan tutkimuksellinen opiskelu lähti tilanteesta, jossa opettajaopiskelijat kartoittivat oman lähtötilanteensa ja etätehtävänä he tutustuivat peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden mukaan koottuun alakoulun fysiikan ja kemian käsitteistöön. He tekivät hypoteesinsa ja asettivat omat tavoitteensa kurssille. Varsinainen laborointi eli toiminta fysiikka/kemia -tehtävien parissa tapahtui 5.-6. luokalaisten kanssa pienryhmissä, jolloin opettajaopiskelijat sekä opiskelivat aineenhallintaa että opiskelun ohjausta tutkimuksellisen opiskelun menetelmin. Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen sekä fysiikan ja kemian käsitteet alkoivat selkiintyä ja opettajana toimimisen ydin alkoi kiteytyä opettajaopiskelijoille. Opettajaopiskelijoiden oma pedagoginen taito kehittyi, kun oli mahdollisuus keskusteluihin pienryhmissä vertaisopiskelijoiden kanssa. Erittäin tärkeä rooli oli koko ryhmän kanssa yhdessä käydyllä ja ohjaavien opettajien ohjaamalla koontikeskustelulla sekä henkilökohtaisilla päiväkirjapohdinnoilla, joissa oli paljon pohdintaa opettajuudesta, opettajan osuudesta tutkimuksellisessa opiskelussa, opettajan suhteesta opetettavaan aineeseen ja sen merkitystä itse oppimistapahtumassa. Syntyi uutta ymmärrystä fysiikka/kemian aineenhallinnan tasolla ja tapahtui oman opettajuuden kasvamista. Opettajaopiskelijat kertoivat olevansa valmiimpia lähtemään kentälle opettamaan. Sekä kyselyjen vastaukset että oppimispäiväkirjat tulevat olemaan suurena apuna koulutuksen kehittämisessä.

Lähteet

Aksela, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer assisted inquiry: A design research approach. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.

Alasuutari, P. (1993). Laadullinen tutkimus. Jyväskylä, Vastapaino.

Bloom, B. (1980). All Our Children Learning. New York: McGraw-Hill.

Bruner, J.S., and Kenney, M.J. (1966). Studies in cognitive growth. New York: Wiley.

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2000). The Discipline and Practice of Qualitative Research. Kirjassa N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Toim.) Handbook of qualitative research (1-28). Sage. Thousand Oaks. CA.

Dewey, J. (1938). Experience and education. New York: Macmillan. Wilson, E.O. (1998). Consilience: The unity of knowledge. New York: Knopf.

Dow, P. (2000) Why Inquiry? A Historical and Philosophical Commentary. Foundations, 2, 5-8. <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf>, luettu 1.9.2010.

Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Vastapaino.

Hakkarainen, K., Bollström-Huttunen, M., Pyysalo, R., & Lonka, K. (2005). Tutkiva oppiminen käytännössä: matkaopas opettajille. Helsinki: WSOY.

Hakkarainen, K., Lipponen, L., Ilomäki, L., Järvelä, S., Lakkala, M., Muukkonen, H., Rahikainen,

M., & Lehtinen, E. (1999a). Tieto- ja viestintäteknikka tutkivan oppimisen välineenä. Helsingin kaupungin opetusvirasto. Helsinki: Multiprint. http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/texts/to_opas.pdf, luettu 10.9.2010.

Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. (1999b). Tutkiva oppiminen: Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Helsinki: WSOY.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2001). Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Yliopistopaino. Helsinki.

Lavonen, J. & Meisalo, V. (2008). Opetuksen kokeellisuus. <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/lahestymist/index.htm>, luettu 21.3.2009.

Meisalo, V. & Lavonen J. (1994). Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa. Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus

Näsäkkälä, E., Flinkman, M. & Aksela, M. (2001). Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen koulussa. Helsinki, Opetushallitus.

POPS (2004). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki, Opetushallitus.

Rankin, L. (2000). Lessons learned: Addressing common misconceptions about inquiry. *Foundations*, 2, 33-38. <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf>, luettu 1.9.2010.

Rukajärvi-Saarela, M. & Aksela, M. (2009). Luokanopettajien käsityksiä ja kokemuksia tutkivasta kokeellisuudesta ja tarvittavista välineistä kemian opetuksessa. Kirjassa M. Aksela & J. Pernaa (Toim.) *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluihin*. IV valtakunnalliset kemian opetuksen päivät. Helsinki: Yliopistopaino Oy.

St John, M. (2000) End paper: The value of knowing what you do not know. *Foundations*. 2, 109-111. <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf>, luettu 1.9.2010.

Tuomi, P. & Sarajärvi, A. (2001) *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki, Tammi.

Varto, J. (1992). *Laadullisen tutkimuksen metodologia*. Kirjayhtymä. Helsinki. tai Tammer-Paino Oy. Tampere

18. FyKe-kurssi tutkimalla oppien luokanopettajakoulutuksessa

Maija Rukajärvi-Saarela ja Margetta Sarkkinen, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius, Kokkola

1. Koulutuksen järjestäminen

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen luokanopettajien aikuiskoulutukseen sisältyy Tutkimalla oppiminen- jakso, jonka sisällä on 12 kontaktitunnin FyKe -kurssi. Tunnit pidetään Centria AMK kemian laboratoriossa. Luokanopettajakoulutuksen FyKe -kurssi on yksi ESR-rahoitteen TUKEMIA -hankkeen projektista.

FyKe -kurssi alkaa alkukyselyllä, jossa opiskelija pohtii mm. omia kokemuksia ja suhdetta kemiaan ja fysiikkaan sekä tutkimukselliseen opiskeluun. Lisäksi hän saa informaatiota kurssin tavoitteista ja toteutustavasta sekä asettaa itselleen omakohtaiset oppimistavoitteet. Ennen kontaktijakson alkamista opiskelijoilla on ennakotehtävänä selvittää annetun listan mukaisesti ilmiöitä ja käsitteitä, jotka on poimittu 5.- 6.- lk:n opetussuunnitelman valtakunnallisista perusteista. Apuna suositellaan käytettäväksi oppikirjoja. Näille kaikille kurssin ennakotehtäville on varattu paikka Optima-oppimisympäristössä, jossa he käyvät myös keskustelua peruskoulun luonnontieteiden opetussuunnitelman sisällöistä ja niiden opetuksesta.



Liukeneminen tutkimuksen kohteena.

Kurssin kontaktiopetus alkaa kahden tunnin laboratoriotyöskentelyllä, jossa opettajaopiskelijat tutustuvat laboratorion turvallisuuskäytänteisiin, työvälineisiin ja tutkimukselliseen opiskeluun tehden itse pienen tutkimustehtävän. Näiden tuntien jälkeen he aloittavat oman oppimispäiväkirjan kirjoittamisen Optima-oppimisympäristössä. Opiskelijat saavat tällä ensimmäisellä kerralla myös ohjeet demo-videon tekemisestä sekä tutustuttavakseen seuraavilla kerroilla tehtävien laboratoriotöiden työohjeet. Töihin on sisällytetty ennakotehtävän mukaisia ilmiöitä ja käsitteitä. Kaksi seuraavaa neljän tunnin laboratoriotyöskentelykertaa toteutetaan niin, että opettajaopiskelijoiden lisäksi koulutuksessa on mukana jokin 5. tai 6. luokka opettajansa kanssa joltakin Kokkolan alakoululta. Opettajaopiskelijat työskentelevät molemmilla kerroilla

samoissa pientyöryhmissä, joihin kuuluu kaksi opettajaopiskelijaa ja kaksi oppilasta. Näin opiskelijat toimivat sekä oppilasparin ohjaajina että itse opiskelijoina kurssin kouluttajien toimiessa heidän ohjaajinaan. Opettajan rooli samanaikaisesti sekä tutkivana opettajana että tutkimusta tekevien oppilaiden ohjaajana on haastava. Tutkimuksellisen opiskelun idean aukaisemiselle oppilaiden mukanaolo laborointitunneilla on koettu erittäin antoisaksi. Samoin ovat tärkeitä jokaisen työskentelykerran päätteeksi käydyt, ohjaajien vetämät, yhteenvetokeskustelut ensin oppilaiden ja heidän opettajiensa kanssa, jota keskustelua opettajaopiskelijat seuraavat, ja sitten vielä oppilaiden mentyä keskustellaan opettajaopiskelijoidenkin kanssa.

Viimeinen kahden tunnin kontaktikerta pitää sisällään opiskelijoiden tekemien demo-videoitten yhdessä katsomisen ja niistä keskustelemisen. Kurssin loppukoonton jälkeen opiskelijat antavat kirjallisen palautteen.

2. Mitä kokemuksesta on opittu?

Valtakunnallinen opetussuunnitelma ohjaa tutkimuksellisuuteen! Sen opettajaopiskelijat tuovat selkeästi esille Optimassa käymässään keskustelussa. Kun opettajaopiskelijoilla on aikaisempaa opetuskokemusta ja he ovat tutkineet omien koulujensa ja / tai omien kuntiensa opetussuunnitelmia, he ovat havainneet helposti sen kirjavuuden, jolla valtakunnan opetussuunnitelman perusteita on avattu ja yksilöity käytännön tasolla, esimerkiksi miten ympäröivä luonto huomioidaan opetuksessa. Mutta hyvin usein kokonaan huomiotta on jäänyt fyke-osuus. Osassa kouluista on otettu vain valtakunnallisen opetussuunnitelma sellaisenaan, eikä sitä ole lainkaan yksilöity koulukohtaiseksi. Optimassa käymänsä keskustelu on pannut opettajaopiskelijoita ajattelemaan ja paneutumaan opetussuunnitelmaan ainakin jollakin tasolla.



Tutkimuksen suunnittelua ryhmässä.

Fyke-kurssin alkukyselyn ja loppupalautteen lisäksi opettajaopiskelijat kirjoittivat koko ajan oppimispäiväkirjaa, jossa he pohtivat oppimiskokemuksiaan ja peilasivat niitä asettamiinsa oppimistavoitteisiin ja alkulähtökohtiin. Palautteista ja päiväkirjoista kävi ilmi, että jakson alkaessa opiskelijat kokivat itsensä epävarmoiksi ja aineenhallintansa puutteelliseksi. Suhde fyysiikkaan ja kemiaan ei läheskään aina ollut positiivinen ja innostunut. Tutkimuksen tekeminen

oppilaiden kanssa laboratoriossa toi haasteita: kuinka ohjata havainnoimaan, kuinka auttaa oppilasta eteenpäin kyselemällä, miten tehdä luotettavaa vertailua, kuinka ohjata keskustelua pienryhmissä. Lisäksi arvelutti oma aineenhallinta. Alla muutamia poimintoja opettajaopiskelijoiden päiväkirjoista:

Tuntemukset omalta kouluajalta

- POSITIIVISIA: opettajan innostus tarttui, tekeminen, ilmiöt, filmi, demo ja ylipäättään oivaltaminen
- NEGATIIVISIA: kokee itsensä tyhmäksi, ei ymmärrä, kuivaa ja vaikeaa, opettajan asenne nui-va ainetta ja oppilaita kohtaan

Tutkimalla oppiminen tarkoittaa

- kokeillaan, yritetään, etsitään ja välillä erehdytään
- toiminnallisuus, aktiivinen osallistuminen (oppilas ja opettaja), jakaminen, vuorovaikutus
- ilmiöiden tutkiminen
- johdattelevat kysymykset
- opettaja antaa työkaluja ja mahdollisuuksia, tilaa lapsille, heittäytyy itsekin

Kiinnostuksen herättäminen ainetta kohtaan

- havainnollisuus, osallistuminen, arkipäivän ilmiöihin sitominen
- arviointi motivoi
- opettajan innostus, opettaja valmistee opetuksensa
- oppilaiden kiinnostuksen hyödyntäminen, lapsista lähtevät kysymykset otetaan huomioon
- mielekäs tekeminen
- ihminen ihmiselle tapa
- kokemus, että lapset pitävät fykestä (mutta kuinka säilyttää se innostus)

Haasteita itselle

- hyvä päivittää omia tietoja käsitelistan avulla
- tavoitteet vielä aika levällään, mutta halu oppia niin opettamisesta kuin sisällöistä

Opettajaopiskelijat kirjoittivat päiväkirjoissaan, että huolimatta tuntimäärällisesti lyhyestä kurssista oma ajattelu kehittyi, käsitteet selkeytyivät, rohkeus kasvoi ja kiinnostus luonnontieteitä kohtaan lisääntyi. Samoin syntyi uusia ihmettelyn aiheita. Kurssilla tehdyt työtähän on valittu siten, että ne saumattomasti liittyvät opetussuunnitelmaan, niissä opetetaan selkeästi joku uusi työtapa, esimerkiksi nesteen tarkka mittaaminen tai suodattaminen, tai paneudutaan johonkin ilmiöön, esimerkiksi palaminen tai neutraloituminen. Kurssilla käytetyt välineet ja aineet ovat sellaisia, että ne on helppo ottaa käyttöön myös tavallisessa luokassa.

Opiskelijat kertoivat havainneensa, että sekä opettajan että oppilaiden innostuminen ja kiinnostuksen herääminen oli merkityksellistä oppimisen kannalta. Oppilaiden kanssa käyty pohdintaa ja reflektointi olivat erittäin tärkeä osa oppimiskokonaisuutta. Niinpä oppimispäiväkirjat, pohdinnat toisten opettajaopiskelijoiden kanssa sekä yhteiset ohjatut keskustelut antoivat itsevarmuutta tulevalle luokanopettajalle. Oppimisympäristönä laboratorio oli motivoinut niin opettajaopiskelijoita kuin oppilaitakin.

19. Antaa uusien tuulien puhaltaa

Maija Rukajärvi-Saarela, Centria ammattikorkeakoulu, Kokkola

Tutkimalla oppii kemiaa TUKEMIA -hankkeen tavoitteiksi oli asetettu: 1) vastata yhteiskunnan asettamiin haasteisiin koulutuksen ja työelämäsuhteiden kehittämisessä, 2) vahvistaa ja ajantasaistaa opettajien tietotaitotasoa ja 3) vahvistaa metsä- ja kemianalan koulutusta, jotta osaan van työvoiman saanti varmistuisi myös tulevaisuudessa.

TUKEMIA -hankkeen aikana on luotu yhteistyöverkostoa hankkeessa olevien 24 eri oppilaitoksen välille asterajat ylittäen. Koulujen johto ja kuntien koulutoimet on tehty tietoisiksi hankkeen tavoitteista ja toiminnasta. Oppilaitosten sisällä vuoropuhelua on alettu käydä ei vain saman aineen opettajien kesken, vaan myös oppilaanohjaajat ovat tulleet kuvioon aktiivisesti mukaan, sillä he ovat tärkeässä roolissa nuoren miettiessä omaa alaansa. Jo ensimmäisen hankkevuoden aikana jalkauduttiin myös Kokkolan suurteollisuusalueelle ja keskustelujen tuloksena KIP:n (Kokkola Industrial Park) alueelta on löytynyt useita yrityksiä, jotka ovat lähteneet tekemään yhteistyötä eri oppilaitosten kanssa esimerkiksi ottamalla vastaan koululaisvierailuja, tarjoamalla kesätyöpaikkoja, opinnäytetyöpaikkoja, projektiaiheita jne. Juuri nyt on toteutumassa LUMA -keskuksen kautta kemianopettajille ja opoille suunnattu koulutus Kemiaa työelämässä heidän kanssaan yhteistyössä. Hankkeen kautta on myös tehty opettajat tietoisiksi valtakunnallisista yhteisöistä ja yhdistyksistä, esimerkiksi Kemianteollisuus, Teknologiateollisuus, Metsäyhdistys, Taloudellinen tiedotustoimisto TAT, jotka tarjoavat paljon hyödyllistä materiaalia ja erilaisia palveluja koulujen käyttöön. Onhan heillä ja opetuksella sama intressi: Saada nuoret innostumaan luonnontieteistä ja sitä kautta alasta.

Opettajien tietotaitotasoa on vahvistettu ja ajantasaistettu kehittämällä yhdessä innostusta ja mielenkiintoa lisääviä uusia tapoja opettaa ja menetelmiä opiskella ja oppia uusia asioita. Oppimisympäristöllä on myös valtavan suuri merkitys innostuksen luojana. Hankkeen aikana opettajat ovat voineet yhdessä ryhmänsä kanssa lähteä luokan ovien ulkopuolelle hakemaan tietoa ja tulla esimerkiksi korkeakoulun laboratorioon harjoittelemaan sellaista, mitä omalla koululla ei voi tehdä tai menneet tehtaalle katsomaan vaikkapa kuinka se sinkki pelkistyy metalliksi elektrolyysin avulla. Se, että opettaja on yhteistyössä hankkeen ohjaajien kanssa voinut suunnitella omaa projektia ja hän on oman ryhmänsä kanssa voinut tulla kemian laboratorioon tekemään oppilaiden projektiin kuuluvaa, vaikkapa veden rautapitoisuuden määrittystä tai aspiriinin valmistusta ja sen mittaamista IR:llä, on mitä suurimmassa määrin ollut täsmätäydennyskoulutusta opettajille. Tällaisen täydennyskoulutuksen lisäksi TUKEMIA -hankkeen aikana on järjestetty lukuisia seminaareja, esimerkiksi Onko koululaboratoriosi turvallisuus kunnossa? tai Metsä tarvitsee uusia osaajia –koulutus.

Oppilaiden harrastuneisuutta ja sitä innostusta ja kiinnostusta, jota alakoulun oppilailla jo on, on lähdetty ruokkimaan kehittämällä kemiankerho -toimintaa 3. -4. -luokan oppilaille. Tämän toiminnan kanssa on päästy alkuun ja yhteistyökumppaneita ollaan hakemassa tähän toimintaan. Tänä päivänä kerhomäärärahoja kouluilla tuntuu olevan, mutta sopivien ohjaajien ja kerho-ohjelmien puute sen sijaan on ilmeinen. Opettajat eivät työpäivänsä päälle enää ole halukkaita itse kerhoja pitämään, joten katsetta on suunnattava kohti muita toimijoita. Tässä asiassa on lähdetty avaamaan ovia esimerkiksi 4H -yhdistysten ja Pirityiset ry:n suuntaan.

Ovia on avattu. Antaa uusien tuulien puhaltaa ja tuoda uusia tapoja toimia entisten lisäksi!

OVIA ON AVATTU

Keski-Pohjanmaan alueella, erityisesti Kokkolassa ja sen ympäristössä kemia on osa ihmisten hyvää elämää, sillä onhan monen paikkakuntalaisen työpaikka Kokkolan Suurteollisuusalueella Ykspihlajassa. Tämä paikallinen erityispiirre tuo haasteita koulutuksen järjestäjille, sillä luonnontieteistä ja erityisesti kemiasta innostuneita ja motivoituneita nuoria tarvitaan myös tulevaisuudessa.

Kokkolassa käynnistyi vuonna 2010 kolmivuotinen, ESR-rahoitteinen Tutkimalla oppii TUKEMIA-hanke vastaamaan omalta osaltaan tähän haasteeseen.

Tässä julkaisussa olevien artikkelien kautta päästään avaamaan ovia eri asteilla tapahtuvan kemian opetuksen ja oppimisen maailmaan TUKEMIA-hankkeessa tehtyjen projektien kautta. Artikkelien kirjoittajat ovat TUKEMIA-hankkeessa mukana olleita opettajia, jotka ovat avanneet luokkiensa ovet ja lähteneet ryhmiensä kanssa liikkeelle. He ovat antaneet uusien tuulien puhaltaa ja tuoda uusia tapoja toimia entisten lisäksi.

-  B: Ajankohtaista - Aktuellt
-  ISBN 978-952-6602-46-2 (nid.)
-  ISBN 978-952-6602-47-9 (PDF)
-  ISSN 1239-0755