

*Luonnontieteiden kokeellisen  
ja tutkimusperustaisen opettamisen  
haasteet alakoulussa*

*Toimintatutkimus luonnontieteiden opetuksesta kolmessa eri  
kontekstissa vuosina 2006-2017*



*Pirjo Häkkinen  
2019*



**Tekijän osoite**

Pirjo Häkkinen  
Kemian laitos  
Jyväskylän yliopisto  
PL 35  
40014 Jyväskylän yliopisto  
pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi

**Ohjaajat**

Professori Jan Lundell  
Kemian laitos  
Jyväskylän yliopisto

Professori Maija Aksela  
Kemian laitos  
Helsingin yliopisto

**Esitarkastajat**

LUMA koordinaattori, FT, DI  
Veli-Matti Ikävalko  
Aalto yliopisto

Yliopistonlehtori, TkT  
Riikka Lahtinen  
Tampereen yliopisto

Vanhempi yliopistonlehtori, dosentti, FT  
Mervi Asikainen  
Joensuun yliopisto

## TIIVISTELMÄ

Tämän työn teoreettisena taustana on toimintatutkimuksen ja tapaustutkimuksen yhdistelmä kolmesta eri kokonaisuudesta liittyen FYKE (FYsiikka ja KEmia) -opetukseen. Nämä kaikki tapaukset olivat osa Jyväskylän yliopiston järjestämää LUMA (LUonnontieteet ja MAtematiikka) -toimintaa ja sijoittuivat vuonna 2004 uudistetun opetussuunnitelman perusteiden jälkeiseen ajankohtaan.

Tutkimus jakautui kolmeen osaan:

- 1) Luokanopettajaopiskelijoille luotiin "Vettä Verkossa" -verkkomateriaali, jonka käyttökelpoisuutta oppimateriaalina arvioitiin kyselyjen perusteella. Materiaalin pohjalta laadittiin kysely, jossa testattiin vastaajien aiheeseen liittyvää aineen hallintaa. Kyselyyn osallistui kaksi luokanopettajaopiskelijaryhmää (n = 21), joista yhdeksän vastaajaa erikoistuivat ympäristö- ja luonnontieteisiin. Loput vastaajista (n = 12) erikoistuivat muihin kuin edellä mainittuihin aineisiin.
- 2) LUMA-asiantuntijan kokeellisuuteen painottuvat vierailut toteutettiin Keski-Suomen maakunnan alakouluissa vuosina 2011-2013. Tämän työn tekijä suunnitteli ja toteutti vierailut, joihin osallistui yhteensä 6220 oppilasta ja 311 opettajaa. Vierailujen aikana tutkija observoi ja piti tutkimuspäiväkirjaa. Vierailujen jälkeen opettajille lähetettiin kysely vierailun sekä LUMA-toiminnan herättämistä ajatuksista (n = 311). Oppituntien sisällöt ja aiheet on kuvattu tarkemmin tässä työssä.
- 3) Kokeellista kemiaa Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella toteutettiin vuosien 2006-2017 aikana. Kaikkiaan vierailupäiviin osallistui 2400 alakoulun oppilasta ja 240 opettajaa. Vuosien 2015-2017 aikana 478 oppilasta osallistuivat kyselyyn vierailupäivästä. Kysely oli laadittu tehtävämonisteeksi, jonka oppilaat täyttivät päivän aikana ja jättivät tutkijalle vierailun lopuksi.

Tutkimuksen ensimmäisen osan tuloksissa havaittiin eroja luokanopettajaopiskelijoiden välillä aineen sisällön hallinnassa. Yliopistossa suoritetuista luonnontieteiden opinnoista oli hyötyä FYKE-opettamiseen liittyvien haastavien käsitteiden oppimisessa. Tutkimuksen toisessa ja kolmannessa osassa tutkimustulokset osoittivat kokeellisen ja arkipäivään liittyvän FYKE-opetuksen vaikuttavan myönteisesti alakoululaisten luonnontieteiden omaksumiseen ja oppimiseen. Kaikissa kolmessa edellä toimintakokonaisuudessa opettajan osuus oli merkittävä uutta asiaa opeteltaessa. Tämän tutkimuksen perusteella voitiin todeta, että opettajalla on keskeinen rooli FYKE-aineiden peruskäsitteiden opettamisessa alakoulussa oppilaan itseohjautuvan omatoimisen opiskelun lisäksi. Luokan- ja aineenopettajien täydennyskoulutuksen muotona LUMA-keskuksen rooli voidaan todeta merkittävänä yliopistojen ja koulutoimen yhteistyön kehittämisen muotona.

**Avainsanat:** Kokeellisuus, luonnontieteet, fysiikka, kemia, FYKE, kehittämistutkimus, toimintatutkimus, monimuoto-opetus, tutkimuksellinen oppiminen

## ESIPUHE

Tämä liseniaatintyö on ollut minulle purjehtimista tuntemattomilla vesillä. Sysäyksen tämän työn tekemiseen antoi aikoinaan isäni. Maisteriksi valmistumiseni jälkeen (1989) hän mainitsi, että et kai sinä tähän ”satamaan” jää. Asia jäi mietityttämään aina vuoteen 2002 asti. Elämäni puhalsivat tuolloin uudet tuulet ja päätin lähteä vesille. Tämä työ on toteutettu Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen opettajankoulutuksessa vuosina 2005-2019. Haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat olleet mukana näinä vuosina tutkimusta tehdessäni.

Kiitokset ansaitsevat kaikki 6220 alakoulun oppilasta ja 311 luokanopettajaa, jotka ottivat luokkaansa LUMA-vierailijan vastaan ja mahdollistivat tutkimuksen toteutumisen.

Haluan lämpimästi kiittää myös kaikkia niitä 2400 alakoulun 5.-6. luokan oppilasta ja 240 opettajaa, jotka jaksoivat oppilaidensa kanssa tulla polkupyörillä Jyväskylän yliopiston kemian laitokselle viettämään Päivää Tutkijana.

Erityiskiitoksen ansaitsee ohjaajani professori Jan Lundell, joka on näiden vuosien aikana kärsivällisesti ja pitkäpinnaisesti jaksanut neuvoa sekä ohjata työtäni. Kiitokset osoitan myös professori Maija Akselalle toisena ohjaajana toimimisesta.

Kiitän myös kemian laitosta, kemian laitoksen hyvää ilmapiiriä ja siellä työskentelyn mahdollistamista. Kiitoksen ansaitsevat myös tutkijakollegat hyvästä ja kannustavasta yhteistyöstä laitoksella sekä vierailujen järjestämisestä. Kiitokset Marjo Mäntylälle ahkerasta ja inspiroivasta yhteistyöstä ”Vettä Verkossa” – materiaalin kehittämisessä.

Kiitokset myös Kaunovoimailijoille, Jaana Nyandulle ja Yliopistoliikunnan vesijumpparyhmälle, jotka saivat minut ajattelemaan muitakin asioita.

Lopuksi viimeiset vaan ei vähäisimmät kiitokset ansaitsevat äitini, poikani Roope ja Juuso, jotka ovat pysyneet rinnallani kivikkoisimmissakin vesissä seilatessani. Suurta tukea ja rohkaisua työni tekemisen eri vaiheissa antanut puolisoni ei valitettavasti ehtinyt nähdä työn valmistumista, mutta omalta osaltaan hän aikoinaan mahdollisti keskittymiseni työn tekemiseen.

*Jotta elämän purjehdusretki onnistuisi,  
on opittava käyttämään hyväkseen vastatuulta eli luovimaan.*

Jyväskylässä, joulukuussa 2019

Pirjo Häkkinen

## TUTKIMUKSEEN LIITTYVÄT JULKAISUT JA ESITYKSET

Tähän on koottu kaikki tieteellisille yhteisöille ja materiaalien käyttäjille laaditut julkaisut sekä esitykset vuosittain.

2006

Vettä Verkossa, Häkkinen, P. ja Mäntylä, M., Kemian opetuksen päivät 2.-3.3.2006 Helsingin yliopisto, Kumpula, posteriesitys.

Vettä Verkossa -verkkomateriaali, Häkkinen, P., Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimuspäivät 27.-28.10.2006 Åbo Akademi, Vaasa, suullinen esitys.

Learning Chemistry of Water Using Web-based Material, Välisaari, J. and Häkkinen, P., 19th International Conference on Chemical Education (ICCE 2006), August 12<sup>th</sup>-17<sup>th</sup> 2006 Soul, Korea, posteriesitys.

2007

Vettä Verkossa, Häkkinen, P. Kemian opetuksen päivät 29.-30.3.2007 Helsingin yliopisto, Kumpula, posteriesitys.

Vettä verkossa -verkkomateriaalin hyödyllisyys luokanopettajaopiskelijoiden arvioimana, Häkkinen, P. Teoksessa Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluun, osa 1: Perusopetuksen vuosiluokat 1-9. Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksessa, M. Aksela ja M. Montonen (toim.), Opetushallitus, Helsinki 2007, 44 - 50.

2008

Vettä Verkossa, Häkkinen, P. Kemian opetuksen päivät 8.-9.5.2008 Jyväskylän yliopisto, Ylistö, suullinen esitys.

Vettä Verkossa, Häkkinen, P. Kemian opetuksen päivät 8.-9.5.2008 Jyväskylän yliopisto, Ylistö, posteriesitys.

Water in The Net, Häkkinen, P. Suomalais-Saksalainen tutkijakoulun yhteistyöseminaari, 9. - 10.6.2008, Helsingin yliopisto, Physicum, suullinen esitys.

Luokanopettajien käsityksiä Vettä verkossa -oppimateriaalista ja sen sovellettavuudesta Häkkinen, P. Teoksessa Kemian Opetuksen Päivät 2008 - Uusia oppimisympäristöjä ja ongelmalähtöistä opetusta, J. Välisaari & J. Lundell (toim.), University of Jyväskylä Research Report, No 129, 45-52.

2009

FYKE alakoulussa – toiminnallisia teemapäiviä eri luokka-asteilla Häkkinen, P. Teoksessa Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluun - IV Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät, Maija Aksela & Johannes Pernaa (toim.), Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy, 111 - 119.

FYKE alakoulussa – teoriaa ja kokeellisuutta, Häkkinen, P. Dimensio 83 (2), 11-14.

2010

Promoting microlevel understanding of Water: web-based material for classroom teachers, Häkkinen, P. 2010, European Conference on Research In Chemistry Education (ECRICE 2010) and (International Conference on Research in DIDactics of the SCIences (DIDSCI 2010), July 4<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> 2010 Krakova, Puola, suullinen esitys.

Helppoja, hyödyllisiä ja halpoja demonstraatioita alakoulun kemian opetukseen Häkkinen, P. Teoksessa Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen - V Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät, Maija Aksela, Johannes Pernaa & Maija Rukajärvi-Saarela (toim.), Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy, Helsinki 2010, 24 - 29.

2011

Erialaista kemiaa, Mirjami Asikaisen tekemä haastattelu Pirjo Häkkisen tutkimuksesta, Lastensuojelun Keskusliitto, Puna Musta, Lapsen maailma 70 (11), 54-55.

Kemian ja fysiikan demoja alakouluun, Häkkinen, P., LUMA tiede- ja teknologiapäivät 5.-6.4.2011, Helsingin yliopisto, Kumpula, suullinen esitys Keski-Suomen LUMA-keskuksen toiminnasta.

2012

Motivating Classroom Teachers into Hand-on Science Experiments in Primary School Science Education, Häkkinen, P. and Lundell, J., 22<sup>nd</sup> international Conference on Chemistry Education (ICCE 2012) and 11<sup>th</sup> European Conference



on Research In Chemical Education (ECRICE 2012), July 15<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> 2012, Rooma, Italia, posteresitys.

2013

Kokeellinen FYKE: Luokanopettajien kokemuksia alakoulun kokeellisista luonnontieteiden tunneista Häkkinen, P. Keski-Suomen LUMA-keskus / Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, LUMAT 1(1), 103-110.

Kokeellisia FYKE:n töitä alakouluun, Häkkinen, P., Valtakunnalliset LUMA-koulutuspäivät 7.-8.11.2013, Helsingin yliopisto, Kumpula, suullinen esitys.

2014

Enhancing Experimental Science Education in Primary School through Involvement of Teachers and Students Alike, Häkkinen, P. and Lundell, J., 12<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE2014), July 7<sup>th</sup> – 10<sup>th</sup> 2014, Jyväskylä, Suomi, suullinen esitys.

Enhancing Experimental Science Education in Primary School through Involvement of Teachers and Students Alike, Häkkinen, P. and Lundell, J. 23<sup>rd</sup> IUPAC International Conference on Chemistry Education (ICCE2014), July 13<sup>th</sup> - 18<sup>th</sup> 2014, Toronto, Kanada, posteresitys.

2016

Vierailulla kemian laitoksella, Häkkinen, P. Dimensio 90(1), 46-47.

Primary School Students in Chemistry Laboratory: Inquiry, Learning and Experience in Authentic Environment, Häkkinen, P. and Lundell, J. 2016, 13<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE2016), August 6<sup>th</sup> – 11<sup>th</sup> 2016, Barcelona, Espanja, suullinen esitys.

2017

Facilitating Experiment-based Learning in Primary School Chemistry and Physics, Häkkinen, P. International LUMAT Symposium 2017, May 22<sup>nd</sup>-24<sup>th</sup> 2017, Helsinki, Kumpula, suullinen esitys.

## KUVIOT

Kuvio 1 Tutkimuksen rakenne.....	15
Kuvio 2 2000-luvun kansalaistaidot .....	17
Kuvio 3 Johnstonen ja Mahaffyn mallit kemian ajattelutasoista .....	19
Kuvio 4 Oppiaineen pedagoginen hallinta(PCK).....	21
Kuvio 5 Oppimisen kokonaismalli.....	22
Kuvio 6 Kokoava näkemys oppimismotivaatiosta.....	29
Kuvio 7 Erilaisia tapaustutkimuksia .....	34
Kuvio 8 Monitapaustutkimusasetelma.....	35
Kuvio 9 Veden miellekartta verkkomateriaalissa.....	42
Kuvio 10 Vastaajan piirros veden käyttäytymisestä kolikon kohdalla.....	44
Kuvio 11 Vesidimeerin rakenne, kuten se on esitetty verkkomateriaalissa.	45
Kuvio 12 Vastausten jakauma kysymykseen "Mikä on veden rakenteen merkitys pintajännitykselle?" .....	47
Kuvio 13 Vastausten jakauma kysymykseen "Mikä on veden sitoutumisen merkitys pintajännitykselle?" .....	48
Kuvio 14 Verkkomateriaalin osien hyödyllisyys.....	50
Kuvio 15 LUMA-vierailut Keski-Suomen maakunnassa.....	55
Kuvio 16 Riisimurot ja ilmapallo.....	58
Kuvio 17 Parsinneulan lämmitys.....	60
Kuvio 18 Kitkaan tutustumista .....	61
Kuvio 19 Paineen vaikutus vaahtokarkkiin.....	62
Kuvio 20 Veden pintajännitys ja kolikko.....	63
Kuvio 21 Lima ja paperikromatografia .....	65
Kuvio 22 Happohyökkäys hampaisiin .....	66
Kuvio 23 Mitalien valmistus.....	72
Kuvio 24 Mittaus lasipurkki ja siihen mahtuvan veden määrästä.....	75
Kuvio 25 Elektronimikroskooppi ja laitteella kuvattu päätäi.....	77

## TAULUKOT

Taulukko 1 Luokanopettajaopiskelijoiden oppiainekohtaisten valintojen osuudet kaikista opintokokonaisuusvaihtoehdoista vuosina 2004-2017.....	11
Taulukko 2 Vastausten luokitteluryhmät .....	45
Taulukko 3 Vastausten ryhmittely .....	47
Taulukko 4 Vastausten jakauma kyselyssä verkkomateriaalin eduista .....	52
Taulukko 5 Vastausten jakauma kyselyssä verkkomateriaalin haasteet.....	52
Taulukko 6 Alakouluvierailut vuosina 2010-2013.....	55
Taulukko 7 Energia ja sähkö (Opetushallitus 2004) .....	57
Taulukko 8 Luonnon rakenteet (Opetushallitus 2004) .....	60
Taulukko 9 Aineet ympärillämme (Opetushallitus 2004).....	62
Taulukko 10 Kolme laboratoriotyöskentelyssä muistettavaa tärkeää asiaa oppilaiden mielestä.....	73
Taulukko 11 Selitä omin sanoin mikä on elektroni.....	74
Taulukko 12 Mihin elektronimikroskooppia käytetään?.....	74
Taulukko 13 Etuliitteet ja niitä vastaavat luvut .....	76
Taulukko 14 Mitä yhteistä näiden astioiden sisällöllä on? .....	76
Taulukko 15 Mitä eroa astioiden aineilla on?.....	77
Taulukko 16 Luotettavuustarkastelu tutkimuksen eri tapauksissa .....	88
Taulukko 17 Eettisyystarkastelu tutkimuksen eri tapauksissa .....	90

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ESIPUHE

TUTKIMUKSEEN LIITTYVÄT JULKAISUT JA ESITYKSET

KUVIOT JA TAULUKOT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Tutkimuksen tausta ja ajankohtaisuus.....	1
1.1.1	Perusopetuksen opetussuunnitelmat (POPS) .....	2
1.1.2	Luokanopettajan kelpoisuus.....	10
1.2	Tutkimuksen päätavoitteet .....	13
1.3	Tutkimuksen rakenne .....	15
2	TUTKIMUKSEN TEOREETTISTA TAUSTAA.....	16
2.1	Opettajien kemian ja fysiikan aineenhallinta .....	18
2.2	Oppiminen.....	22
2.3	Laboratorio oppimisympäristönä .....	23
2.4	Kokeellisuus alakoulussa ja sen pedagogiset mahdollisuudet .....	25
2.5	Oppilaiden LUMA-kiinnostukseen vaikuttaminen .....	28
3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	31
3.1	Toimintatutkimus .....	31
3.2	Tapaustutkimus .....	33
3.3	Tutkimuskysymykset .....	35
3.4	Tutkimuksen tiedonhankintamenetelmät .....	36
3.4.1	Tapaus 1: Vettä Verkossa .....	36
3.4.2	Tapaus 2: LUMA-vierailija luokassamme .....	37
3.4.3	Tapaus 3: Kokeellista Kemiaa Ylistöllä.....	38
3.5	Analyysimenetelmä.....	39
3.5.1	Tapaus 1: Vettä verkossa .....	40
3.5.2	Tapaus 2: LUMA-vierailija luokassamme .....	40
3.5.3	Tapaus 3: Kokeellista Kemiaa Ylistöllä.....	41
4	TAPAUS 1: VETTÄ VERKOSSA.....	42
4.1	Vettä Verkossa –materiaalin tuottaminen .....	42
4.2	Kyselyn vastausten luokittelua ja analyysia.....	43

4.2.1	Kelluva raha .....	43
4.2.2	Vesi kolikon ympärillä.....	44
4.2.3	Vesimolekyylin rakenteen merkitys.....	44
4.2.4	Vesimolekyylin sitoutumisen merkitys.....	47
4.2.5	Näkemyksiä verkkomateriaalista .....	48
4.2.6	Verkkomateriaalin käytettävyys oppimisvälineenä .....	49
4.2.7	Verkkomateriaalin soveltuvuus lisämateriaaliksi .....	51
5	TAPAUS 2: LUMA-VIERAILIJA LUOKASSAMME .....	53
5.1	LUMA-vierailujen tavoitteet.....	53
5.2	LUMA-vierailujen toteutus.....	54
5.3	Oppilastyöt sekä niiden kuvaukset.....	57
5.3.1	Fysiikan työt.....	57
5.3.2	Kemian työt.....	62
5.4	Opettajakyselyjen tuloksia .....	67
6	TAPAUS 3: KOKEELLISTA KEMIAA YLISTÖLLÄ.....	71
6.1	Vierailun ohjelma.....	71
6.2	Kyselyjen tuloksia.....	73
6.3	Yhteenvedoa ”Kokeellista kemiaa Ylistöllä” -päivästä.....	78
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA .....	79
7.1	Kokeellisen FYKEN oppimisen tukeminen eri konteksteissa .....	80
7.1.1	Verkkomateriaali LO-opiskelijoiden FYKEN aineenhallinnan tukena ...	80
7.1.2	Asiantuntijan kokeellisuutta korostavat LUMA-vierailut luokissa .....	82
7.1.3	5.-6. luokkalaisten työskentely autenttisessa ympäristössä .....	84
7.2	Yhteenvedo tutkimustuloksista .....	85
7.3	Tutkimuksen luotettavuusarviointi .....	86
7.4	Tutkimuksen eettisyyden tarkastelua .....	89
7.5	Tutkijan oma reflektio tutkimusprosessista .....	91
7.6	Ajatuksia FYKE-opetuksen kehittämiseksi .....	92
8	LÄHTEET .....	95

## LIITTEET



# 1 JOHDANTO

Lähtökohtana tämän työn toteuttamiselle olivat perusopetuksen opetussuunnitelmassa tapahtuneet muutokset vuosina 2004 ja 2014: miten ne ovat vaikuttaneet luokanopettajaopiskelijoiden sivuainevalintoihin ja mitä nämä muutokset toivat mukanaan vuosiluokkien 5 ja 6 ympäristö- ja luonnontieteiden opetukseen. Tässä työssä käytetään koulumaailman puhemielessä esiintyvää lyhennettä FYKE, jolla tarkoitetaan sellaista oppiainetta, jossa fysiikka ja kemia ovat yhdistyneet yhdeksi oppiaineeksi.

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja ajankohtaisuus

Laki peruskoulusta suomalaisessa koulujärjestelmässä<sup>1</sup> tuli voimaan 1.8.1970. Lakia siirryttiin toteuttamaan vaiheittain vuonna 1972 alkaen silloisesta Lapin läänistä. Viimeisenä peruskouluihin siirryttiin Helsingissä 1977<sup>2</sup>. Peruskoulun opetusta ohjaa opetussuunnitelma, jota uudistetaan noin kymmenen vuoden välein. Opetussuunnitelman muutokset ovat tapahtuneet vuosina 1984, 1994, 2004 ja 2014. Tämä työ liittyy perusopetuksen opetussuunnitelman muutoksiin vuosina 2004 ja 2014: muutokset koskevat erityisesti FYKE-opetusta vuosiluokilla 5 ja 6.

Vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan, että viiden eri oppiaineen oppiaineyhdistelmä ympäristö- ja luonnontieto, joka koostui biologiasta, fysiikasta, kemiasta, maantiedosta ja terveystiedosta eriytettiin kahdeksi uudeksi oppiaineeksi, biologia-maantieto ja fysiikka-kemia (FYKE) viidenneltä luokalta lähtien. Terveystieto integroitiin näihin kahteen uuteen oppiaineeseen. Toinen muutos oli se, että oppiminen on yksilöllinen tietojen ja taitojen rakennusprosessi. Tämä tulee esiin myös oppilaan oppimistavoitteissa ja opetuksen keskeisissä sisällöissä: ”Opetuksen lähtökohtana ovat oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Näiden avulla edetään kohti kemian ja fysiikan peruskäsitteitä ja periaatteita.” (Opetushallitus 2004, 186).

Vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa korostetaan yhteisöllisyyttä, jolloin yksikkömuodon, oppilas tilalle tulee monikon muoto oppilaat. Tämä kuvastaa sosiokonstruktiivista oppimiskäsitystä, jonka mukaan oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa toisten oppilaiden, opettajan ja muiden aikuisten sekä eri yhteisöjen ja oppimisympäristöjen kanssa. Oppiminen on yksin ja yhdessä tekemistä, ajatteleminen, suunnittelua, tutkimista ja näiden prosessien monipuolista arvioimista (Opetushallitus 2014, 17). Opetuksen tulisi olla yhteisöllistä ja laajaa. Tämän seurauksena vuoden 2004 perusopetuksen

<sup>1</sup> <https://www.eduskunta.fi/pdf/saadokset/467-1968.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/kirjasto/aineistot/yhteiskunta/historia/eduskunta-tekee-paatoksen-peruskoulusta/Sivut/peruskoulun-puitelaki-hyvaksytaan.aspx>

opetussuunnitelman perusteissa 5.-6. luokalla eriytetyt biologia-maantieto ja fysiikka-kemia yhdistettiin jälleen omaksi kokonaisuudeksi: ympäristöoppi. Myös terveystieto kuuluu ympäristöoppiin, koska se oli jo aiemman Opetussuunnitelman mukaisesti integroituneena biologia-maantietoon ja FYKEen. Valtakunnan tasolla toivottiin lisättävän paikallistasolla tapahtuvaa opetuksen eheyttämistä ja monialaisten oppimiskokonaisuuksien suunnittelua ja järjestämistä.

### 1.1.1 Perusopetuksen opetussuunnitelmat (POPS)

#### POPS 1970

Peruskouluun eli yhtenäiskouluun siirtyminen Suomessa lähti liikkeelle pääasiassa sosiaalisten ja hallinnollisten näkökantojen pohjalta. Suomessa oli ensin kolmivuotinen kansakoulu, jonka jälkeen oli mahdollisuus siirtyä joko oppikouluun eli keskikouluun tai jatkokouluun, josta myöhemmin tuli kansalaiskoulu<sup>3</sup>. Näistä kouluista keskikoulussa sai yliopisto-opiskeluun suuntaavia opintoja. Ammatillisiin oppilaitoksiin pääsi käytyään ensin kansakoulun ja sen jälkeen jatkokoulun. Kyseinen koulujärjestelmä oli sekava. Elintason nousun ja väestön sivistystarpeen kasvun maalta muuton seurauksena katsottiin, ettei koululaitos tyydytä laadullisesti eikä määrällisesti vallitsevaa sivistystarvetta. Valtion nimittämä opetussuunnitelmakomitean tavoitteiden asettelu pohjana olivat peruskoululaissa hyvin yleisluontoisesti ilmoitetut koulun kasvatuspäämäärät, joiden perusteella komitea laati hyvin yksityiskohtaiset Peruskoulun opetussuunnitelmakomiteamietinnöt I ja II 1970 (POPS I & POPS II, 1970). Näistä ensimmäinen sisälsi opetussuunnitelman perusteet ja toinen oppiaineiden opetussuunnitelmat.

Uuden koulujärjestelmän päätavoitteena oli mahdollistaa oppilaan omaleimainen persoonallisuuden kehittyminen. Tämä tavoite huomioitiin peruskoulun kokonaistavoitteissa kirjaamalla tuolloin (POPS I 1970, 76)

- ihmisen biologian huomioonottaminen
- tiedollinen kasvatus
- eettinen ja sosiaalinen kasvatus
- uskontokasvatus
- esteettinen kasvatus
- käytännön taitojen kehittäminen
- oppilaiden persoonallisuuden eheyden ja mielenterveyden vaaliminen

Näiden kokonaistavoitteiden asettelussa huomioitiin, ettei opetus menisi liian yksipuoliseksi, joka vaarantaisi oppilaitten tasapainoista kehitystä, terveyttä tai persoonallisuuden jonkin alueen kehittymistä. Eräänä luovan toiminnan edistäjänä mainittiin leikki. Koulutyön ja leikin ei katsottu olevan toisiaan poissulkevia vastakohtia. Leikkien kautta saatava energia tulisi ohjata ja käyttää hyödyksi myös kouluopiskelussa.

<sup>3</sup> [www.eduskunta.fi/pdf/saadokset/467-1968.pdf](http://www.eduskunta.fi/pdf/saadokset/467-1968.pdf)



Peruskoulun luokilla 1-6 ei opetettu fysiikkaa ja kemiaa, vaan integroitua oppiainetta ympäristöoppi, johon kuuluivat kansalaistaito, luonnonhistoria(=biologia), fysiikka, kemia, maantieto sekä historia ja yhteiskuntaoppi. Ympäristöoppi muodosti pohjan tuleville reaaliaineiden opetukselle (POPS II 1970, 152). Ympäristöopin tavoitteena vuoden 1970 Opetussuunnitelman perusteiden (POPS II 1970, 152) mukaan on

- auttaa oppilasta sopeutumaan kouluun ja muuhun ympäristöön antamalla tietoa ihmisten välisistä sekä ihmisten, eläinten että muun luonnon välisistä vaikutussuhteista, oikeista terveystottumuksista sekä ohjata oppilaita hyviin tapoihin,
- ohjata oppilaita tekemään tarkkoja havaintoja, rikastuttamaan kokemusvarastoaan, vertailemaan havaintojaan sekä etsimään yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia ja tämän avulla järjestelemään sekä luokittelemaan kokemuksiaan ja täten rikastuttamaan käsitevarastoaan,
- osoittaa oppilaille ympäristön ilmiöt ongelmina, joiden ratkaiseminen on empiiristen tosiasioiden ja johdonmukaisen ajattelun varaista,
- kehittää oppilaiden kielellistä ilmaisua kartuttamalla heidän sanavarastoaan, antamalla heille tilaisuuksia selostaa havaintojaan ensi sijassa suullisesti mutta alustavasti myös kirjallisesti, sekä
- valmentavasti ohjata oppilaita erilaisiin työtapoihin, esimerkiksi ryhmätyöskentelyyn ja tietokirjojen käyttöön.

Alkuopetus eli vuosiluokat 1-2 oli suunniteltu toteutettavaksi pääasiallisesti kokonaisopetuksena, josta eri oppiaineet vähitellen eriytyivät. Ympäristöopin aiheet muodostivat kolme pääryhmää: elollinen luonto, aine ja liike sekä sosiaalinen elämä. Näitä pääryhmiä opetettiin sekä ensimmäisellä että toisella luokalla. Vuoden 1970 opetussuunnitelmassa oli luettelo, käsitteiden opettamisjärjestys kuukausi- ja lukukausitasolla (POPS II 1970, 154-166). Koulutulokkaiden opetus rakentui oppilasryhmien spontaaniin liikkumiseen, yhdessä toimimiseen, tiedon hankkimiseen ympäristöstä sekä keskinäiseen kommunikointiin. Toiminta luokassa toteutetaan oppilaiden virikkeiden ja opettajan ohjauksen avulla. Opettajan tehtäväksi jää liittää eri toiminnot mielekkäiksi ja tavoitteellisiksi oppiainekokonaisuuksiksi.

Vuosiluokilla 3-4 kokonaisopetuksesta luovuttiin ja siirryttiin ympäristöoppiin integroitujen aineiden aihekohtaisiin valintoihin. Aiheet olivat eri käsitteisiin liittyvät kysymykset ja niihin liittyviä ilmiöitä, kuten esimerkiksi (POPS II 1970, 166-167)

- mitä ilma on: ilma on seos, happi, typpi, hiilidioksidi; ilman tärkeys elämän ylläpitäjänä
- veden olomuodot: jää, vesi, vesihöyry, pilvet, sumu, kaste, kuura, jää, lumi, räntä ja rakeet, lumikideaineen olomuodot, kiinteä, neste, kaasu
- musiikki, soittimet, melu, kuulon vahingoittuminen, melun aiheuttamat muut häiriöt

- miten lämpö syntyy, mitkä aineet johtavat lämpöä hyvin, mitkä huonosti, mikä merkitys tällä on elämän olosuhteissa

Vuosiluokilla 5–6 ei ympäristöoppia enää esiintynyt omana oppiaineena. Ympäristöoppi integroitiin luonnonhistoriaan ja maantietoon (POPS II 1970, 24).

## POPS 1985

Peruskoulujärjestelmässä todetut epäkohdat, tasokurssit ja keskiasteen koulutuksen asettamat velvoitteet käynnistivät sekä opetussuunnitelmien kehittämisen, että niiden valtakunnalliset muutokset. Koettiin, että kunnallinen opetussuunnitelma ei saanut sille tarkoitettua pedagogisen ohjausvälineen asemaa. Opettajat olivat epävarmoja oman toimivaltansa rajoista opetusta kehittäessään ja suunnitellessaan. Uudessa opetussuunnitelmassa peruskoulun opetuksen kehittämisen vastuuta siirrettiin kunnille ja kouluille. Kouluhallitus kokosi opetussuunnitelmat perusteisiin kaikki kunnan opetussuunnitelman laadintaan tarvittavat ohjeet (Kouluhallitus 1985, 7-8). Kuntien opetussuunnitelmien on oltava yleisissä periaatteissaan keskenään samansuuntaisia.

Vuoden 1985 opetussuunnitelman perusteet sisälsi ohjeita kunnille tuntijaosta, oppilasarviointista, tukiopetuksesta, oppilaanohjauksesta, koulun ulkopuolella annettavasta opetuksesta, yhdysluokkaopetuksesta, erityisopetuksesta, esiopetuksesta, lisäopetuksesta sekä koulun muusta toiminnasta. Nämä kaikki olivat edellisessä opetussuunnitelmassa tulleet valtakunnan taholta.

Uusi koululainsäädäntö korosti kuntien oikeutta ja vastuuta sekä antoi kunnille mahdollisuuden kehittää opetussuunnitelmiaan sekä koulujen tehdä oma-aloitteista kehittämistyötä. Opetussuunnitelmien paikallinen kehittäminen edellytti oman toiminnan ja tavoitteiden saavuttamisen arviointia aikaisempaa enemmän. Päätäntävalta siirtyi sinne, missä itse koulutyö tehdään. Tämän katsottiin helpottavan mahdollisia korjaustoimia. Pedagoginen suunnittelu sai keskeisen aseman vasta silloin, kun se salli tietynlaista itseohjautuvuutta koulussa. Tämän järjestelmän toimivuus edellytti paitsi väljiä valtakunnallisia ohjeita myös kuntien päätösvallan kasvua. Uudessa opetussuunnitelmajärjestelmässä oli tarkoitus yhdistää valtakunnallisen yhtenäisyyden kannalta tarpeellinen hallinnollinen ohjaus ja kunnissa tapahtuva pedagoginen suunnittelu. Tästä syystä opetussuunnitelman tavoitteiden saavuttaminen ja vastuu peruskoulun opetuksen kehittämisestä jätettiin kuntien tehtäväksi.

Kunnan opetussuunnitelman laadinnassa oli huomioitava seuraavat periaatteet (Kouluhallitus 1985, 19):

- Opetussuunnitelman tulee antaa riittävän selkeät perusteet opetukselle, mutta se ei saa kuitenkaan rajoittaa opetuksen monipuolista toteuttamista
- Opetussuunnitelman tulee olla opetuksen kehittämisen väline. Kunnat ja koulut ovat vastuussa oppilaiden kasvuympäristön kehittymisestä.

Kunnan opetussuunnitelmaa ei ole tarkoitettu jatkuvasti samanlaisena pysyväksi, vaan kouluissa ilmeneviin tarpeisiin sekä ajan ympäröivän yhteiskunnan haasteisiin joustavasti reagoivaksi suunnitelmaksi.

- Koulu voidaan nykyistä joustavammin saattaa läheiseen vuorovaikutukseen ympäröivän yhteiskunnan, erityisesti sen kulttuurin, elinkeinoelämän ja luonnon kanssa. Koulun tulee myös ottaa osaltaan aktiivisesti vastuuta kotiseutunsa kehittämisestä ja sen kulttuurielämän toiminnasta.
- Opetuksen lähtökohdat voidaan nykyistä paremmin hakea läheltä oppilaan kokemuspäiriä. Ensisijaisesti tämä voidaan toteuttaa opetuksen sisältöjä ja opetusmenetelmiä valittaessa.
- Kunnan opetussuunnitelman avulla voidaan vahvistaa oppilaan itsetuntoa ja herättää tietoisuus kuulumisesta yhteisöön, joka on arvokas ja jonka kulttuuria arvostetaan. Sen tulisi kasvattaa heidät arvostamaan kotiseutuaan ja kulttuuriperinnettä.
- Kunnan opetussuunnitelman tulee mahdollistaa koulukohtainen kehittämistyö, jossa opettajien, oppilaiden ja vanhempien toiveet omaleimaisesta koulusta on voitava ottaa huomioon. Koulut ovat ja ne saavat olla erilaisia: niihin vaikuttavat koulun oma traditio, lähiympäristö, kodit yms. Tällä koulukohtaisella kehittämistyöllä saattaa olla myöhemmin suotuisia vaikutuksia koko kunnan peruskoulujen opetuksen kehittämiselle.

Ympäristöopin opetuksen yleistavoite muodostui tiedollisen, taidollisen ja asenteellisen kasvatuksen alueen osista. Jokaisella osalla oli vielä omat tavoitteensa. Ympäristöopin oppiaines valitaan sosiaalisen elämän sekä biologisen ja luonnonopillisen tiedon pääalueilta ja ryhmitellään kouluvuoteen ja vuodenaikarytmiin niveltäviksi sisältöalueiksi (Kouluhallitus 1985, 102-103).

Vuosiluokalla 1 oppiaines jakautui 12 erilaiseen osaan. Nämä samat aihealueet toistuivat toisen luokan ympäristöopissa (Kouluhallitus 1985, 103-106). Kolmannelta vuosiluokalta lähtien ala-asteella opettava luonnonopillinen oppiaines on sisällytetty pääasiassa biologia, maantiedon ja käsityön oppimääriin. Eri oppiaineissa toteutuvan hajautetun opetuksen tarkoituksena on käsitellä sisältöjä omissa asiayhteyksissään, jolloin voidaan edistää asian ymmärtämistä (Kouluhallitus 1985, 106). Kemia ja fysiikka omina oppiaineinaan alkoivat yläasteen seitsemänneltä luokalta.

## **POPS 1994**

1990-luvun alkaessa opetussuunnitelmauudistuksen tarve nousi ajankohtaiseksi yhteiskunnallisten sekä arvoperustaisten muutosten vuoksi. Yhteiskunnan kehityksessä keskusjohtoisuus oli vähentynyt, kansainvälisyys lisääntynyt, muutokset työ- ja elinkeinoelämässä painottivat jatkuvaa kouluttautumista ja verkostoitumisen lisääntymistä. Arvoperustassa kiinnitettiin enemmän huomioita kestävään kehitykseen, arvo- ja moraalikysymyksiin sekä terveyteen ja hyvinvointiin liittyviin kysymyksiin (Opetushallitus 1994, 8-9).

Opetussuunnitelman katsottiin olevan dynaaminen prosessi, joka reagoi jatkuvasti muuan muassa arviointituloksiin ja ympäristön muutoksiin (Opetushallitus 1994, 9). Opetushallitus kiteytti opetussuunnitelmauudistuksen merkitsevän seuraavia asioita koulutuksen tason nostoa, koulutussisältöjen uudistamista, opetuksen yksilöllistämistä ja valinnaisuuden lisäämistä (Opetushallitus 1994, 10).

Uutena asiana peruskouluun tuli muutos valtakunnallisessa tuntijaossa. Oppiaineiden alkamisajankohtaa ei enää määritelty luokkakokohtaisesti eikä oppiaineiden tuntimäärille asetettu ylärajoja. Lisäksi ala-asteen opetussuunnitelma voitiin laatia kokonaisopetussuunnitelmaksi, jossa määritellään usean vuosiluokan opetuksen tavoitteet ja sisällöt yhtenä kokonaisuutena sekä useana vuonna opetettavien oppiaineiden kokonaismäärä.

Toinen ala-asteelle kohdistuva muutos oli uuden integroidun oppiaineen, ympäristö- ja luonnontieto muodostuminen. Tässä oppiainekokonaisuudessa yhdistyivät biologia, maantieto, ympäristöoppi ja kansalaistaito (Opetushallitus 1994, 17). Ympäristö- ja luonnontiedon keskeisenä tavoitteena on tukea ja ohjata oppilaan kasvua tutkivaksi ja toimivaksi kansalaiseksi, joka on kiinnostunut luonnosta, sen tutkimisesta ja suojelusta. Ympäristö- ja luonnontieto jakautui neljäksi osa-alueeksi (Opetushallitus 1994, 79-80):

- aine ja energia,
- eliöt ja elinympäristö,
- maapallo ja sen alueet sekä
- ihminen ja ympäristö.

1994 opetussuunnitelma mainitsee myös aihekokonaisuudet. Aihekokonaisuudet ovat eri oppiaineissa opetettavia kokonaisuuksia, jotka antavat viitteitä kansainvälisyyskasvatukseen, kuluttajakasvatukseen, perhekasvatukseen, terveystietoon, tietotekniikan käyttötaitoon, viestintäkasvatukseen, ympäristökasvatukseen tai yrittäjäkasvatukseen. Aihekokonaisuuksien tarkoitus ei ollut tuoda uutta oppiainetta, vaan osoittaa eri oppiaineiden integraation mahdollisuuksia opetussuunnitelmassa. Kunnilla ja kouluilla oli omissa opetussuunnitelmassaan mahdollisuus lisätä aihekokonaisuuksien määrää. Aihekokonaisuuksia oli mahdollista liittää lasten ja nuorten kokemusmaailman sekä heille ajankohtaisiin sekä merkityksellisiin asioihin (Opetushallitus 1994).

## **POPS 2004**

Vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa tapahtui muutos, jossa integroitui oppiaine ympäristö- ja luonnontieto eriytettiin kahdeksi oppiainekokonaisuudeksi, biologia-maantieto sekä fysiikka-kemia (=FYKE) viidenneltä luokalta lähtien. Ympäristö- ja luonnontiedossa integroituneena ollut terveystieto ei eriytenyt omaksi oppiaineeksi, vaan jäi integroituneeksi biologia maantietoon ja FYKEen. Vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan vuosiluokkien 1–4 opetuksen tavoitteista, että oppilas oppii tuntemaan ja ymmärtämään luontoa ja rakennettua ympäristöä, itseään ja

muita ihmisiä, ihmisten erilaisuutta sekä terveyttä ja sairautta (Opetushallitus 2004, 168).

Ensimmäisten vuosiluokkien opetuksen ja koulutuksen tehtävänä on kehittää valmiuksia myöhempää työskentelyä ja oppimista varten (Opetushallitus 2004, 15). Vuosiluokilla 1–4 kemia ja fysiikka olivat vielä integroituneena ympäristö- ja luonnontietoon yhdessä biologian, maantiedon ja terveystiedon kanssa. Ympäristö- ja luonnontiedon opetuksen pohjana ovat tutkiva ja ongelmakeskeinen lähestymistapa, joka sisältää oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset. Kokeellinen ja elämyksellinen opetus edesauttavat oppilaan ympäristö- ja luontosuhteen kehittymistä myönteisemmäksi (Opetushallitus 2004, 168).

Ympäristö- ja luonnontiedon lähestymistavat ja sisällöt valitaan siten, että opiskelutilanteissa voidaan työskennellä muuallakin kuin luokkatilassa. Ympäristö- ja luonnontietoon liittyvät käsitteet jäsennetään laajemmiksi kokonaisuuksiksi (Opetushallitus 2004, 168). Tavoitteena on, että näiden kokonaisuuksien opiskelu auttaa oppilasta ymmärtämään omaa ympäristöään sekä ihmisen ja ympäristön välistä vuorovaikutusta. Oppilaan tavoitteista perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 (Opetushallitus 2004, 168–169) mainitsee muun muassa oppilaan oppivan

- tiedon hankkimisen luonnosta ja ympäristöstä havainnoimalla, tutkimalla ja erilaisia lähdeaineistoja käyttäen
- tekemään havaintoja eri aisteja ja yksinkertaisia tutkimusvälineitä käyttäen sekä kuvailemaan, vertailemaan ja luokittelemaan havaintojaan
- tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita
- käyttämään niitä käsitteitä, joiden avulla ympäristöä sekä niihin kuuluvia ilmiöitä ja kohteita kuvataan ja selitetään.

Edelleen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus 2004, 170–171) mukaan kuvauksista neljännen luokan päättyessä hyvän osaamisen omaava oppilas

- osaa tehdä havaintoja eri aisteilla sekä osaa kohdistaa huomionsa havaintojen teon kohteen olennaisiin piirteisiin
- osaa kuvailla, vertailla ja luokitella kappaleita ja eliöitä sekä ilmiöitä niiden erilaisten ominaisuuksien perusteella
- osaa tehdä ohjatusti yksinkertaisia tutkimuksia
- osaa käyttää keskeisiä käsitteitä ja hahmottaa käsitteitä kokonaisuuksina
- osaa käyttää yksinkertaisia tutkimusvälineitä.

Kokeellisuutta toivotaan vuosiluokille 1–4 ja sen toivotaan opettavan oppilaille luonnontieteellisen tutkimuksen tekemistapoja (Opetushallitus 2004, 170–171). Viidenneltä luokalta lähtien kemia ja fysiikka eriytyvät omaksi oppiainekokonaisuudeksi FYKE, jolloin opetuksen lähtökohtana ovat oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset, joista edetään kohti fysiikan ja

kemian peruskäsitteitä ja periaatteita (Opetushallitus 2004, 186). Opiskelun tulee innostaa oppilasta luonnontieteiden opiskeluun, auttaa oppilasta pohtimaan hyvän ja turvallisen ympäristön merkitystä sekä opettaa oppilasta huolehtimaan ympäristöstään ja toimimaan siinä vastuullisesti. Opetussuunnitelmassa mainitaan FYKEN kokeellisuudesta tavoitteiden kohdalla, että oppilas oppii tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita, joissa selvitetään ilmiöiden, eliöiden, aineiden ja kappaleiden ominaisuuksia sekä niiden välisiä riippuvuuksia (Opetushallitus 2004, 186).

Opetushallituksen mukaan alakoulun päättyessä fysiikan ja kemian hyvän osaamisen omaavan oppilaan odotetaan muun muassa osaavan (Opetushallitus 2004, 187)

- työskennellä ja toimia turvallisesti itseään ja ympäristöään suojellen sekä noudattaa annettuja ohjeita
- tehdä havaintoja ja mittauksia eri aisteilla ja mittausvälineillä sekä osaa kohdistaa havaintojen teon kohteen olennaisiin piirteisiin, esimerkiksi liikkeeseen tai lämpötilaan ja niiden muutoksiin
- tehdä johtopäätöksiä havainnoistaan ja mittauksistaan, esittää mittaustuloksiaan esimerkiksi taulukoiden avulla sekä selittää luonnon perusilmiöihin ja kappaleiden ominaisuuksiin liittyviä syy-seuraussuhteita, esimerkiksi mitä suurempi massa kappaleella on, sitä vaikeampi se on saada liikkeelle tai pysäyttää
- tehdä yksinkertaisia kokeita
- käyttää käsitteitä, suureita ja niiden yksiköitä aineiden, kappaleiden ja ilmiöiden ominaisuuksien kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa
- koota eri lähteistä löytämänsä tietoa sekä pohtia sen oikeellisuutta aikaisempien tietojensa, tutkimustensa ja muiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella.

## POPS 2014

Opetussuunnitelmaa muutettiin vuonna 2014. Nyt palattiin aikaisempaan käytäntöön, aiemmin viidennellä luokalla eriytetyt fysiikka, kemia, biologia, maantieto ja terveystieteet yhdistettiin integroiduksi oppiaineeksi, ympäristöoppi. Valtioneuvoston perusopetusta koskevan lain Asetuksen 3 §:n mukaan opetuksen keskeisenä tavoitteena on luoda perusta oppilaan laajan yleissivistyksen muodostumiselle sekä maailmankuvan avartumiselle. Tähän tarvitaan eri tiedonalojen tietoja ja taitoja, sekä tiedonaloja läpileikkaavaa ja yhdistävää osaamista (Opetushallitus 2014, 19). Asetus korostaa oppilaan tarpeellisten taitojen (esimerkiksi luku- ja kirjoitustaito) merkitystä ja toteaa lisäksi, että opetettavan tiedon tulee perustua tieteelliseen tietoon (Opetushallitus 2014, 19). Valtioneuvoston asetuksessa säädetyt tavoitteet ohjaavat käsittelemään opetusta kokonaisuutena, joka rakentuu oppilaiden yleissivistykseen ja luo heille pohjaa elinikäistä oppimista varten (Opetushallitus 2014, 19).

Oppilaiden oppimista ja hyvinvointia edistäviä tekijöitä ovat vuorovaikutus, yhteistyö ja monipuolinen työskentely. Oppiva yhteisö tunnistaa

oppimisen ja tiedon rakentumisen moninaisuuden ja toimii joustavasti. Koulutyössä hyödynnetään suunnitelmallisesti eri työtapoja, oppimisympäristöjä ja työskentelyä pyritään säännöllisesti viemään ulos luokkahuoneesta (Opetushallitus 2014, 27).

Ympäristöopin opetuksen tavoitteena on ohjata oppilaita tuntemaan ja ymmärtämään luontoa ja rakennettua ympäristöä, niiden ilmiöitä, itseään ja muita ihmisiä sekä terveyden ja hyvinvoinnin merkitystä. Ympäristöopin monitieteinen perusta edellyttää, että oppilaat harjaantuvat hankkimaan, käsittelemään, tuottamaan, esittämään, arvioimaan ja arvottamaan tietoa erilaisissa tilanteissa (Opetushallitus 2014, 131). Fysiikan kannalta keskeistä on ymmärtää luonnon perusrakenteita ja ilmiöitä, ja selittää näitä ilmiöitä käyttäen myös omissa tutkimuksissa saatavaa tietoa. Kemian kannalta keskeistä on havaita erilaisia aineita ympärillämme sekä tutkia, kuvailla ja selittää niiden ominaisuuksia, rakenteita ja niissä tapahtuvia muutoksia (Opetushallitus 2014, 131). Opetuksen ryhmittelyssä palattiin takaisin kolmeen ryhmään 1.-2. luokka, 3.-6. luokka ja 7.-9. luokka. Vuosiluokilla 1-2 ympäristöopin opetus jäsenetään kokonaisuuksiksi, joissa tarkastellaan oppilaiden omaa ympäristöä sekä oppilaita ja heidän toimintaansa yhteisön jäsenenä. Leikkiin perustuvien ongelmanratkaisu- ja tutkimustehtävien avulla viritetään uteliaisuutta ja kiinnostusta ympäristön ilmiöitä kohtaan ja harjoitellaan ympäristön jäsentämistä ja nimeämistä sekä omaan hyvinvointiin ja turvallisuuteen liittyviä asioita (Opetushallitus 2014, 131). Opetussuunnitelmassa mainittujen ympäristöopin opetuksen tavoitteista tärkeä opetuksen tavoite on numero kuusi (Opetushallitus 2014, 132) eli ”ohjata oppilaita tekemään havaintoja ja kokeiluja koulussa ja lähiympäristössä eri aisteja ja yksinkertaisia tutkimusvälineitä käyttäen sekä esittelemään tuloksiaan eri tavoin.”

Ympäristöopin oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvissä valinnoissa tulee huomioida toiminnallisuus, kokemuksellisuus, elämyksellisyys, draaman ja tarinoiden käyttö sekä ympäristöopin monitieteinen perusta (Opetushallitus 2014, 133). Opetussuunnitelmassa mainitaan ympäristöopin tavoitteiden kannalta keskeisenä oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus yksinkertaisten tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa sekä erilaisten näkökulmien ja ratkaisujen pohtimisessa. Oppilaiden aktiivinen työskentely opiskeltavan ilmiön, teeman tai ajankohtaisen ongelman parissa tukee ympäristöopin tavoitteiden mukaista oppimista (Opetushallitus 2014, 133). Vuosiluokilla 3-6 oppiaineen tehtävät ovat samoja kuin alemmilla luokilla. Eroavaisuudet tulevat esille opetuksen tavoitteissa, joissa korostetaan oppilaan tiedon ja ymmärryksen lisäämistä (Opetushallitus 2014, 241)

- ohjaamalla oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa, luonnossa ja teknologiassa sekä rakentamaan perustaa energian säilymisen periaatteen ymmärtämiselle.
- ohjaamalla oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään kemiallisia ilmiöitä, aineiden ominaisuuksia ja muutoksia sekä

rakentamaan perustaa aineen säilymisen periaatteen ymmärtämiselle

Oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvät tavoitteet ovat samat tavoitteet kuin vuosiluokilla 1–2.

### 1.1.2 Luokanopettajan kelpoisuus

Suomalaisessa peruskoulussa luokanopettajan kelpoisuus edellyttää kasvatustieteen maisterin (KM) tutkintoa<sup>4</sup>, johon sisältyvät perusopetuksessa opettavien aineiden ja aihekokonaisuuksien monialaiset opinnot (= POM-opintokokonaisuus) sekä opettajan pedagogiset opinnot. Tämä POM-opintokokonaisuus rakentuu eri oppiaineiden ydin- ja soveltavista osista sekä integroivien oppimiskokonaisuuksien opintojaksosta. Oppiaineiden ja aineryhmien ydinosat keskittyvät teemoihin, sisältöihin ja ilmiöihin, jotka ovat kullekin oppiaineelle erityisiä. Tämän kokonaisuuden jälkeen luokanopettaja kykenee asettamaan luonnontieteen opettamiseen ja oppimiseen liittyviä tavoitteita sekä osaa soveltaa biologiaan, fysiikkaan, kemiaan, maantietoon ja terveystietoon tarkoituksenmukaisia työtapoja ja opetusmenetelmiä sekä arviointimenettelyjä. POM-opintokokonaisuuden lisäksi luokanopettajaopiskelijan on mahdollista suorittaa opintoja oman tai muiden tiedekuntien tai muiden yliopistojen tarjoamasta valikoimasta esimerkiksi siten, että tutkinto sisältää jonkin perusopetuksessa opettavan oppiaineen tai muun oppiaineen perus- tai aineopinnot<sup>5</sup>.

Peruskoulun opetussuunnitelmissa vuoteen 2004 saakka kemia ja fysiikka olivat osana Ympäristö- ja luonnontieto -kokonaisuutta. Kuten aiemmin on jo mainittu, vuoden 2004 opetussuunnitelman uudistuksessa ympäristö- ja luonnontietokokonaisuus hajotettiin kahdeksi eri oppiainekokonaisuudeksi, biologia-maantieto ja FYKE. Terveystieto integroitui näihin kahteen kokonaisuuteen. Vuoden 2014 opetussuunnitelmauudistuksessa nämä kaksi oppiainekokonaisuutta yhdistettiin takaisin ympäristöopiksi. Samalla FYKE-kokonaisuudesta väheni yksi vuosiviikkotunti. Terveystieto jatkuu integroituneena edelleenkin ympäristöoppiin. Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteella voidaan pohtia millaisia valintoja luokanopettajaksi opiskelevat ovat tutkimusajankohtana valinneet ja onko valintojen suhteen tapahtunut muutoksia opetussuunnitelman uudistumisen ajanjaksona.

Taulukkoon 1 on koottu vuosina 2004-2017 Jyväskylän yliopistossa opiskelevien luokanopettajaopiskelijoiden tekemät peruskoulussa opettavien oppiaineiden opintokokonaisuusvalinnat prosenttiosuuksina kaikista opintokokonaisuusvaihtoehdoista (Jyväskylän yliopisto, tietovarasto, 2018). Kaikkiaan opiskelijoilla on ollut mahdollisuus opiskella 897 erilaista opintokokonaisuutta. Opintokokonaisuudet vaihtelivat vuosittain, jonka vuoksi niiden yhdistäminen oli haastavaa. Taulukon 1 vieraat kielet -kokonaisuus

<sup>4</sup> <https://www.jyu.fi/edupsy/fi/laitokset/okl/opiskelu/luokanopettajakoulutus/>

<sup>5</sup> <https://www.jyu.fi/ops/fi/edupsy/luokanopettajan-maisteriohjelma>



sisältää kaikki muut kielet, paitsi suomen kielen. Reaaliaineista historia, uskonto ja elämäntutkimustieto on jätetty pois, koska ne eivät liity suoraan kemiaan ja fysiikkaan.

Taulukko 1 Luokanopettajaopiskelijoiden oppiainekohtaisten valintojen osuudet kaikista opintokokonaisuusvaihtoehdoista vuosina 2004-2017

Suoritus kokonaisuus	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Luonnontieteet biologia	4,6	4,7	5,0	5,8	6,3	4,3	5,1	5,0	4,4	5,0	4,1	4,5	4,1	4,0
Luonnontieteet FyKe	2,4	3,1	2,7	2,9	3,6	3,5	3,7	3,7	4,0	4,2	3,8	3,9	3,9	3,5
Vieraat kielet	9,0	8,8	9,0	8,1	8,6	7,8	8,4	6,6	7,7	7,8	5,7	6,5	6,5	6,7
Liikunta ja terveystieto	4,1	4,2	4,1	6,4	5,4	7,5	7,7	6,9	7,0	7,3	7,5	8,0	8,6	8,1
Matematiikka	2,1	2,7	2,3	1,8	1,7	2,6	2,2	2,0	1,9	1,6	2,0	1,9	2,1	1,5
Äidinkieli ja kirjallisuus	5,7	4,0	4,2	4,4	3,3	5,0	3,9	4,6	5,1	5,4	5,2	4,8	4,5	4,6
Musiikki	2,3	2,5	2,0	2,5	1,9	2,1	1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	1,6	1,5	1,5
Käsityö	0,8	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1
Kuvataide	3,6	2,0	2,4	2,0	2,1	1,7	2,0	1,6	1,0	1,0	0,6	0,9	0,7	0,7

Jonkin verran muutoksia luokanopettajaksi opiskelevien oppiainekohtaisissa valinnoissa näyttää tapahtuneen tutkimusajankohtana. Taulukosta 1 nähdään liikunta ja terveystieto opintokokonaisuuden selkeä nousu, 4,1 prosentista 8,1 prosenttiin ja vieraiden kielten opintokokonaisuuden selkeä lasku, 9,0 prosentista 6,7 prosenttiin. Luonnontieteissä FYKEN osuus on vaihdellut 2,4 prosentista aina 4,2 prosenttiin, ollen viimeksi 3,5 prosentin tuntumassa. Luonnontieteistä enemmän valittiin biologiaan liittyviä opintokokonaisuuksia kuin FYKE. Lisäksi Taulukosta 1 on havaittavissa kaksi mielenkiintoista yksityiskohtaa. Ensimmäinen on kädentaitoaineiden, kuten käsityön ja kuvataiteen osuuksien huomattava pieneneminen. Näiden opintojen osuuksien vähenemisen vaikutuksia tulevien oppilaiden omiin kädentaitoihin voi vain arvailla. Toinen huomiota herättävä seikka on matematiikan osuuden vähäisyys, joka on noin 2 prosenttia valinnoista ja tämäkin trendi näyttäisi laskevalta. Nämä tiedot ovat vain yhdestä yliopistosta. Opintokokonaisuusvalinnat vaihtelevat yliopistoittain.

Appletonin (2007, 496) keräämässä australialaisten luokanopettajien aineenhallintaa käsittelevässä tutkimuksessa luokanopettajien luonnontieteellisten aineiden pedagoginen aineenhallinta (= PCK) ja heidän heikko itseluottamuksensa opettaa luonnontieteitä nousivat keskeisiksi seikoiksi. Harlen (1997) havaitsi tämän myös omissa tutkimuksissaan ja löysi opettajien vastauksista kuusi erilaista syytä FYKEN opettamisen välttelemiseen

- 1) luonnontieteiden opetuksessa kemiaa/fysiikkaa opetetaan mahdollisimman vähän ja opetusta "korvataan" esimerkiksi biologialla,
- 2) pitäydytään sellaisissa aiheissa, joita osataan parhaiten,
- 3) keskitytään pelkästään tuloksiin eikä siihen, miten ne on saatu,

- 4) luotetaan oppikirjan reseptinomaisiin töihin, eikä käytetä muita töitä,
- 5) vahvistetaan selittävää opetusta eikä aiheesta keskustella enempää,
- 6) tehdään kaikkein yksinkertaisimpia käytännön töitä ja vältetään töitä, joissa välineet tai laite voivat mennä rikki.

Harlenin (1997) havaitsemien luonnontieteiden opettamista rajoittavien tekijöiden lisäksi Appleton (2007, 497) mainitsee vielä opetuksen resurssit, opetukseen käytettävän ajan ja luonnontieteiden tärkeyden koulun oppiaineena. Ratkaisuina hän esittää muun muassa asiantuntijan mukanaoloa tunnilla apuopettajana ja että opetettavia asioita lähestytään poikkitieteellisesti ja integroivasti. Luonnontieteet ja niiden opetus tulisi nähdä laajana kokonaisuutena eikä vain yhtenä oppiaineena. Harlen (1997) toi näitä samoja asioita esille tutkimuksessaan. Hänen mukaansa opettajan luonnontieteellisen faktatiedon lisääminen ja ilman hänen omaa ymmärrystensä asiasta ei ole mielekäästä FYKE:n opettamisessa. Sen sijaan opettajien kannattaa esittää oppilaille asiaan tai ilmiöön liittyviä kysymyksiä, jotka saavat heidät tuomaan esiin omia ajatuksiaan ja pohtimaan niitä yhdessä muiden kanssa. Opettajan ei tarvitse tietää vastauksia kaikkiin kysymyksiin, vaan hän tarjoaa informaatiota ja vaihtoehtoja, jotka vievät asiaa eteenpäin. Opettajien on hallittava sen verran tietoa opetettavasta aiheesta, jotta hän pystyy ohjaamaan lasten kysymyksiä ja edistämään tutkivaa oppimista (Harlen, 1997). Siten alakoulun FYKE opetuksen tarkoituksena on olla oppilaille ideoiden lähteenä, josta he voivat hakea tietoja ja selityksiä ympäristössä kohtaamiinsa haasteisiin sekä toimia ”rakennusmateriaalina” suurempien kokonaisuuksien ja ideoiden rakentamisessa.

## 1.2 Tutkimuksen päätavoitteet

Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa FYKE erotettiin omaksi kokonaisuudekseen biologiasta ja maantiedosta. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus 2004) mainitsevat opetuksen lähtökohtana olevan oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset, joista edetään kohti kemian ja fysiikan peruskäsitteitä ja periaatteita. Tämän perusteella FYKE:n opettamisen alakoulun 5. ja 6. luokalla ei saisi olla liian teoreettista, vaan sen tulisi luoda opettajille mahdollisuuksia erilaisilla tavoilla opettamiseen ja oppilaille innostavaan ja mielekkääseen oppimiseen erilaisissa konteksteissa.

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu oppimistapahtumia kolmessa erilaisessa kontekstissa: virtuaalisessa, tavallisessa luokassa ja autenttisessa ympäristössä kolmelle eri kohderyhmälle: luokanopettajaopiskelijat, luokanopettajat ja alakoulun oppilaat. Tutkimuksen päätavoitteet konkretisoituivat seuraaviksi kysymyksiksi:

- Millä tavoin kemian ja fysiikan oppimista alakoulussa voidaan tukea erilaisissa konteksteissa?
- Millä tavoin tässä tutkimuksessa luotu verkkomateriaali tukee luokanopettajaopiskelijoiden FYKE:n aineenhallintaa?
- Miten tässä tutkimuksessa luotu kokeellisuutta korostava materiaali ja lähestymistapa voidaan toteuttaa FYKE opetuksessa tavallisessa luokkatilassa?
- Miten työskentely autenttisessa ympäristössä motivoi 5.-6. luokkalaisia?

Näiden kysymysten ohella oltiin kiinnostuneita saamaan laadullista tietoa siitä, miten alakoululaiset hahmottavat kemiallisia ilmiöitä, kuvailevat niitä sekä hahmottavat erilaisia suuruusluokkia. Lisäksi opetussuunnitelman muutoksien myötä on tarve kartoittaa, millaista tukea tulevat luokanopettajat tarvitsevat näiden uusien oppiaineiden opettamiseen.

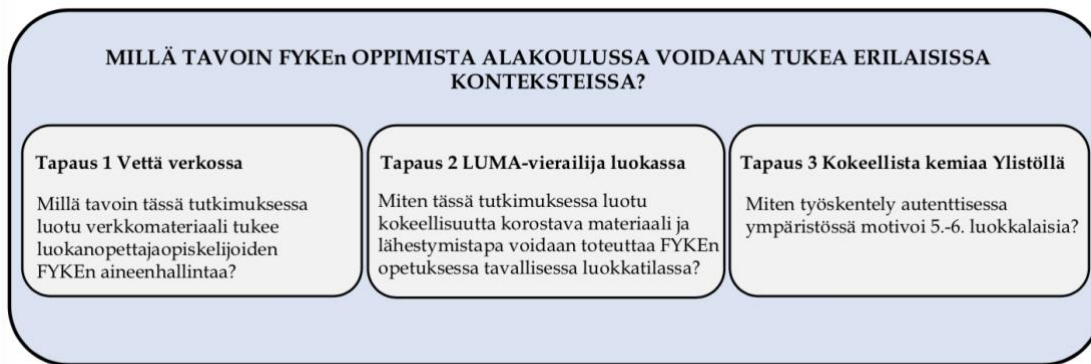
Kemian ja fysiikan erottua omaksi oppiaineeksi – FYKE – vuoden 2004 opetussuunnitelmassa, käynnistettiin Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella projekti, jossa päätettiin tarjota sekä tuleville että jo työelämässä oleville luokanopettajille mahdollisuuksia oman opetuksensa monipuolistamiseen. Luokanopettajaopiskelijoille tehtiin vuonna 2005 verkkomateriaali, joka oli suunniteltu FYKE-opetuksen tueksi ja jota he voivat myöhemmin käyttää opetuksessaan. Myöhemmin projekti liittyi osaksi laajempaa valtakunnallista LUMA-verkostoa. Luokanopettajat saivat konkreettista tukea opetukseensa LUMA-vierailijan pitämän oppituntien ja Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen vierailun muodossa. Oppilaat osallistuivat aktiivisesti LUMA-vierailijan opetukseen luokassa ja vierailukäyntiin Ylistöllä. Tässä tutkimuksessa tutkimusasetelma koostui kolmesta eri tapauksesta. Tapaukset olivat:

1. **“Vettä Verkossa”** on verkkopohjainen oppimiskonteksti, joka on suunnattu luokanopettajaopiskelijoille. Sivusto luotiin auttamaan luokanopettajaopiskelijoita heidän FYKE-opiskelussa. Materiaalissa käydään läpi veteen liittyviä kemian ja fysiikan käsitteitä tekstien, kuvien ja videoiden avulla.
2. **“LUMA-vierailija luokassamme”** on Keski-Suomen LUMA -keskuksen järjestämät vierailut alakouluissa vuosina 2011-13. Vierailut tarjoavat luokanopettajille hyviä, huokeita ja helppoja oppilastöitä toteutettaviksi FYKEN oppitunneille. Vierailujen pääpaino oli FYKE-opetuksen kokeellisen opetuksen toteuttaminen tavallisessa luokkatilassa.
3. **“Kokeellista Kemiaa Ylistöllä”** (= päivä tutkijana kemian laitoksella) on 5. tai 6. luokkalaisten vierailupäivä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella vuosina 2015-2017. Näiden vierailujen tarkoitus on herättää ja lisätä oppilaiden kiinnostusta sekä motivaatiota etenkin kemiaa kohtaan oppilastöillä, joihin oppilaiden on helppo samaistua.

Näiden kolmen erilaisen kokeellisuutta korostavien opetus- ja oppimiskontekstien tavoitteina on tukea luokanopettajien aineenhallintaa luomalla FYKEN tuntien toteuttamiseen kokeellisuuden näkökulmaa, lisätä oppilaiden motivaatiota, kädentaitoja ja eräiden käsitteiden (kuten suurusluokkien) osaamista autenttisessa ympäristössä.

### 1.3 Tutkimuksen rakenne

Tässä tutkimuksessa on tuotettu kontekstisidonnaista empiiristä tietoa käyttämällä hyväksi toimintatutkimuksen ja tapaustutkimuksen menetelmiä (Yin, 2009). Tämä tutkimus koostuu kolmesta tapauksesta, joissa tarkastellaan FYKE:n opettamisen ja opiskelun tukemisen eri tapoja kolmessa kontekstissa kohderyhmien ollessa luokanopettajia, luokanopettajiksi opiskelijoita sekä alakoulun oppilaita. Kuviossa 1 on kuvattu tämän tutkimuksen päätutkimuskysymyksen ja sen kolme alakysymyksen liittymistä tutkimuksen eri tapauksiin.



Kuvio 1 Tutkimuksen rakenne.

Luvussa 2 käsitellään tutkimukseen liittyvää teoreettista viitekehystä, käytettyjä tiedonhankinta- ja analyysimenetelmiä sekä oppilaan motivaatioon vaikuttavia tekijöitä. Luku 3 keskittyy tutkimuksen toteutuksen esittelyyn toimintatutkimuksen ja tapaustutkimusten metodiikkaa hyväksi käyttäen tutkimuskysymyskohtaisesti. Luvuissa 4–6 raportoidaan jokainen tapaus omana kokonaisuutenaan. Ensin esitellään luokanopettajaopiskelijoiden aineenhallintaan liittyviä seikkoja sekä verkkomateriaalin laadintaa, sitten suoritetaan asiantuntijavierailut kouluille ja lopuksi kuvataan oppilaiden tutkimuspäivä yliopiston kemian laitoksella. Luvussa 7 kootaan tutkimustulokset ja johtopäätökset niistä, sekä tarkastellaan tutkimuksen luotettavuutta ja eettisyyttä. Luvun lopussa pohditaan tutkimuksen merkitystä ja suuntia jatkotutkimuksille.

## 2 TUTKIMUKSEN TEOREETTISTA TAUSTAA

Kemian ja fysiikan osaamisen tarpeet ovat muuttuvia yhteiskunnan kehityksen myötä. Iso-Britannian kuninkaallinen kemiaseura (Royal Society of Chemistry (RSC)) on koonnut sivustoilleen tiekartan ihmisiä kohtaavista maailmanlaajuisista haasteista ja niihin vastaamisesta<sup>6</sup>. Sivuston tarkoitus on kemian ja myös fysiikan tiedeyhteisöjen tukeminen kestävän tulevaisuuden luomiseksi. RSCn mukaan haasteita tuovat ympäristö, energia, ruoka, terveys ja vesi. Elintaso ympäri maailmaa on kasvanut, mutta sosioekonomiset erot ovat edelleen olemassa. Tiedeyhteisöt pyrkivät kehittämään innovatiivisia tekniikoita niin veden puhdistamiselle, kuivuutta kestäville viljelykasveille kuin uusille antibiooteille, paristoille ja aurinkokennoille. Näiden lisäksi kansakunnilla on rooli maailmanlaajuisten haasteiden ratkaisemisessa, jotta jokaiselle ihmiselle planeetallamme voidaan tarjota puhdasta vettä, ruokaa, energiaa ja koti kestävän kehityksen ja ympäristöä säästävän mallin mukaisesti.

Vuosien saatossa olemme saaneet aikaan merkittäviä kehityksiä maataloudessa, energiassa ja terveydessä, jotka ovat osaltaan vaikuttaneet ihmisen hyvinvointiin. Kuitenkin jotkut näistä parannuksista elämässämme ovat johtaneet muutoksiin ympäristössämme. Globaali ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on nyt korkeammalla kuin se on aikaisemmin ollut. Vuonna 2015 todettiin hyvänä uutisena kyseisen vuoden olleen ensimmäinen, jolloin uusiutuvat energialähteiden käyttö ylittivät hiilen käytön määrän, ja niistä tuli maailman suurin sähkökapasiteetin lähde<sup>7</sup>.

Ilmastonmuutos ja sen vaikutukset maapalloon ovat edellä mainittujen asioiden lisäksi nousseet ajankohtaisiksi puheenaiheiksi. Kansainvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) julkaiseman ilmastoraportin (The Intergovernmental Panel on Climate Change)<sup>8</sup> jälkeen luonnontieteiden multiosajien (kemian ja fysiikka) ja ongelmaratkaisijoiden tarve yhteiskunnassa kasvaa entisestään.

Ihmisillä on edessään ennennäkemättömiä haasteita - sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöön liittyviä - kiihtyvän globalisaation ja nopeamman teknologisen kehityksen johdosta. Tulevaisuus tuo tullessaan muutoksia ja epävarmuutta, emmekä voi ennustaa sitä; mutta ihmisten on oltava avoimia ja valmiita siihen. Vuonna 2018 koulutukseen tulevat lapset ovat nuoria aikuisia vuonna 2030. Koulut voivat valmistaa heitä tulevaisuuteen antamalla heille eväitä kohdata vielä luomattomia työpaikkoja, tekniikkoihin, joita ei ole vielä keksitty, ratkaisemaan ongelmia, joita ei ole vielä ennakoitu. Selviytyäkseen epävarmuudesta opiskelijoiden on kehitettävä uteliaisuutta, mielikuvitusta, joustavuutta ja itsesääntelyä; heidän on kunnioitettava ja arvostettava muiden ideoita, näkökulmia ja arvoja; ja heidän on selviydyttävä epäonnistumisista ja

---

<sup>6</sup>[www.rsc.org/globalassets/04-campaigning-outreach/tackling-the-worlds-challenges/roadmap.pdf](http://www.rsc.org/globalassets/04-campaigning-outreach/tackling-the-worlds-challenges/roadmap.pdf)

<sup>7</sup> [www.rsc.org/campaigning-outreach/global-challenges/energy/](http://www.rsc.org/campaigning-outreach/global-challenges/energy/)

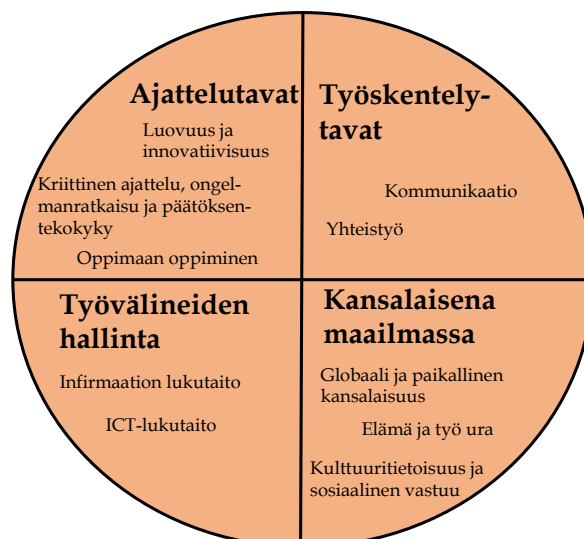
<sup>8</sup> <https://www.ipcc.ch/>

hylkäämisistä ja siirryttävä eteenpäin vastoinkäymisissä. Heidän motivaationsa on enemmän kuin hyvän työn ja korkeiden tulojen saamista; Heidän on myös huolehdittava ystäviensä ja perheidensä, heidän yhteisönsä ja planeetan hyvinvoinnista.

Koulutus voi tarjota opiskelijoille toiminnallaan tarkoituksen tunteen ja tarvittavat kyvyt oman elämänsä muokkaamiseen ja muiden elämään osallistumiseen. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö (OECD) on käynnistänyt Koulutuksen ja Taitojen Tulevaisuus 2030 -hankkeen<sup>9</sup> saadakseen selville, miten se parhaiten tapahtuu. Hankkeen tavoitteena on auttaa maita löytämään vastauksia kahteen kauaskantoiseen kysymykseen:

- Mitä tietoja, taitoja, asenteita ja arvoja nykypäivän opiskelijat tarvitsevat menestyäkseen ja muokatakseen maailmaansa?
- Kuinka ohjausjärjestelmät voivat kehittää näitä tietoja, taitoja, asenteita ja arvoja tehokkaasti?

Tämä sama asia voidaan kuvata Kuvion 2 mukaisella ympyrällä, joka on mukailtu Melbournen yliopiston vetämän ATCS - projektin (Assesment & Teaching of 21<sup>st</sup> Century Skills) verkkosivulta 21.vuosisadan taitojen arviointi- ja opetushankkeesta<sup>10</sup>. Projektin alkoi 2009 ja kesti vuoteen 2012. Projektin aluksi todettiin, etteivät nykyiset opetussuunnitelmat valmista oppilaita täysin elämään ja työskentelemään nykyisessä informaatioyhteiskunnassa. Tämän seurauksena työnantajat haastavat työntekijöitään hankkimaan taitoja, joita tarvitaan ICT yrityksen luomiseen, rakentamiseen ja ylläpitämiseen. Vaikka lukeminen, kirjoittaminen, matematiikka ja luonnontieteet ovat nykypäivän koulutuksen kulmakiviä, opetussuunnitelmissa on mentävä pidemmälle, jotta niihin sisältyy taitoja, kuten yhteistyö ja digitaalinen lukutaito, jotka valmistavat opiskelijoita 2000-luvun työhön.



Kuvio 2 2000-luvun kansalaistaidot. (Binkley ym. 2012)

<sup>9</sup> [https://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

<sup>10</sup> [www.atc21s.org](http://www.atc21s.org)

Koulutuksen on pyrittävä antamaan muutakin kuin vain valmistamaan nuoria työelämään; sen on annettava opiskelijoille tarvittavat taidot tulla aktiivisiksi, vastuuntuntoisiksi ja sitoutuneiksi kansalaisiksi. Näihin RSCn, IPCCn ja OECD:n mainitsemiin haasteisiin voidaan vastata kehittämällä koulutusjärjestelmäämme niin, että kemian ja fysiikan eri aihealueisiin sekä niiden tutkimiseen päästään tutustumaan koko perusopetuksen ajan yhtenäisenä jatkumona.

## 2.1 Opettajien kemian ja fysiikan aineenhallinta

Millaista tieteellistä perustietoa ja sovelluksia kemiasta ja fysiikasta tulee opettaa eri-ikäisille oppijoille, ja miten tämän opettamisen osaamisen tulisi sisältyä opettajien koulutukseen yliopistotasolla on tärkeä kysymys aineenopettajien koulutuksessa. Opetussuunnitelma saattaa rajata ja suunnata opettajien aineenhallinnan jakamista oppilaille ja koska opetussuunnitelmat ovat muuttuvia, myös opettajien aineenhallintaan kohdistuu aika ajoin muutosta. Opettaapa opettaja sitten peruskoulu- tai lukiotasolla on hänen hallittava opettava aineensa (= Subject Matter Knowledge, SMK/Content Knowledge, CK) ja lisäksi vielä kuinka opettaa kyseessä olevaa ainetta oppilaille heidän tasoaan vastaavasti eri opetusmenetelmiä hyödyntäen (=Pedagogical Content Knowledge, PCK).

Kemian ja fysiikan pedagoginen aineenhallinta (= PCK) on opettajien ainutlaatuista tietämystä, ja se perustuu tapaan, jolla he yhdistävät pedagogista osaamistaan (mitä he tietävät opetuksesta) heidän aihepiiriinsä (mitä he tietävät, mitä he opettavat). Voidaankin sanoa pedagogisen aineenhallinnan olevan symbioosi, jossa yhdistyvät opettajien pedagogiset tiedot ja aineosaaminen. Shulmanin (1986) mukaan opettajan pedagoginen aineenhallinta koostuu aiheeseen liittyvistä ideoista, analogioista, demonstraatioista, esimerkeistä ja selityksistä. Näistä kaikista opettaja koostaa oppilaille mielenkiintoisen, ymmärrettävän ja oppimista edistävän kokonaisuuden. Tämä koostaminen tapahtuu eräänlaisessa risteyksessä, jossa aiheen fakta ja oppimiseen liittyvä pedagogia kohtaavat. Opettaja muokkaa opettavan aiheen pedagogisesti sellaiseen muotoon, josta oppilas voi sen omaksua omat kykynsä ja taustansa huomioiden. Opettajan PCK sisältää myös tietämyksen oppilaiden käsitteiden oppimiseen vaikuttavista tekijöistä ja niiden käytöstä. Opettajan PCK kehittyy työvuosien aikana. Tämän vuoksi vastavalmistunut opettaja on oman pedagogisen aineensaamisen kanssa ikään kuin oppipoika-kisällisuhteessa eli jatkuvan aineensaamisen kehityksen tilanteessa (De Jong, Veal & Van Driel 2002).

De Jong, Korthagen ja Wubbels (1998) havaitsivat tutkimuksissaan eri maiden opettajankoulutusohjelmissa eroavaisuuksia, mutta myös yhdistäviä tekijöitä. He löysivät ohjelmista kolme yhteistä tekijää:

- tulevien opettajien aineenhallinnan (=CK) kartoittaminen ja sen kehittäminen

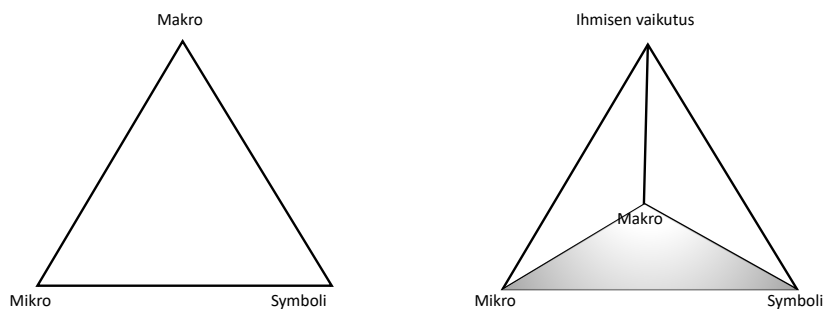


- konstruktivistisiin näkemyksiin ja käsitteen muutokseen pyrkivien opetusmenetelmien lisääntyminen
- yliopisto-opetuksen teoreettisuuden ja luokissa tapahtuvan opetuksen käytännönläheisyyden integrointi keskenään (=PCK).

De Jong, Veal ja Van Driel (2002) ovat samoilla linjoilla kuin Shulman oli vuonna 1987 kirjoittaessaan opettajakoulutuksen uudistamisesta (Shulman, 1987). Hän mainitsee, että aineenhallinnan lisäksi opettajan on osattava soveltaa koulutuksessa oppimia ja omaksumia pedagogiikkoja ja soveltaa niitä tunneilla opiskeltaviin asioihin.

Yliopistotasolla kemian opetuksessa käytetään Johnstonen (2000) kuvaamaa tiedon kolmiotasomallia, joka yhdistää kemian makro-, mikro- ja symbolitason

- makrotaso muodostuu kaikesta siitä mitä voimme nähdä, koskea ja haistaa
- mikrotasolla ovat kaikki mistä aine ja esineet muodostuvat ja
- symbolitasolla ovat asiat, joilla kemiaa kuvataan kemialliset merkit, reaktioyhtälöt, ym.



Kuvio 3 Johnstonen ja Mahaffyn mallit kemian ajattelutasoista (Mahaffy 2006 mukailten)

Tähän malliin on tuonut "syvyyttä" Mahaffy, joka loi Johnstonen kolmiosta tetraedrin lisäämällä ihmisen vaikutuksen (= human element) kemian ajatteluun. Mallin kolmiulotteisuus tuo mukaan pohdinnat siitä, kuinka ja miten kemian makro-, mikro- ja symbolitaso liittyvät arkielämän kemian ilmiöihin. Tämä tuo haastetta opettajalle. Hänen tulee auttaa oppilaita rakentamaan ja kehittämään omia ajatuksiaan sekä muodostamaan maailmankuvaansa arkipäivän ilmiöiden avulla (Mahaffy 2006). Johnstonen että Mahaffyn mallit liittyvät kemiaan ja sen opettamiseen; samojen mallien käyttäminen ja soveltaminen muissa luonnontieteissäkin on mahdollista.

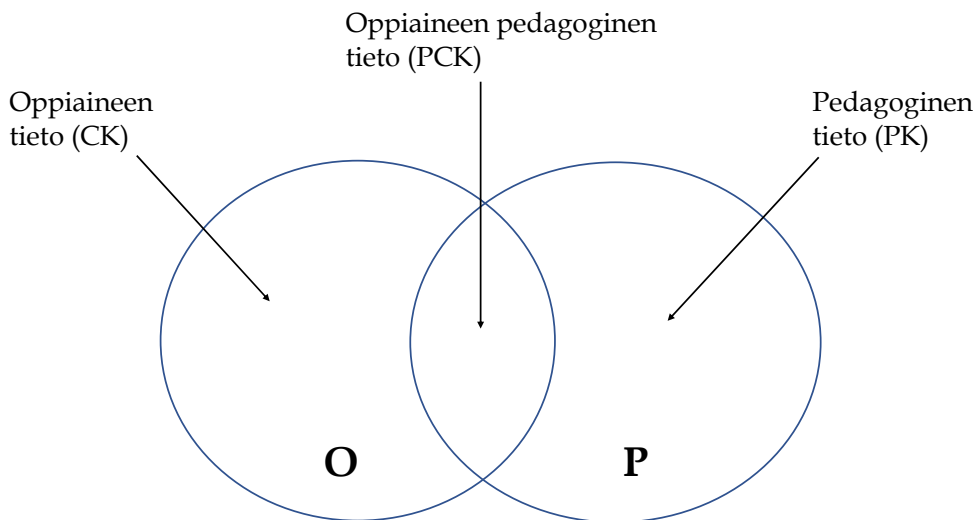
Johnstone (1997) on koonnut kymmenen kohdan listan oppimisen ja opettamisen periaatteista. Tätä listaa voidaan myös pitää eräänlaisena mallina opetuksen ja oppimisen tukemisesta.

- 1) Oppimista ohjaavat ennakkokäsitykset asiasta
- 2) Uuden oppimista ohjaa aikaisempi menestyminen
- 3) Jotta oppiminen olisi mielekäästä, on asia linkitettävä aiemmin opittuun
- 4) Ihminen pystyy käsittelemään kerralla vain rajallisen määrän informaatiota
- 5) Palauteen ja arvioinnin anto ovat välttämättömiä, joten niiden tulisi olla oppijalle sekä rakentavia että inhimillisiä
- 6) Opetuksessa on huomioitava motivaatio sekä eri tavat oppia
- 7) Uuden oppimisen vahvistumiseksi on opetuksen yhdistettävä ja linkitettävä aiemmin opittuun
- 8) Ongelmanratkaisun harjoitteluun ja tekemiseen on annettava tilaa ja mahdollisuuksia
- 9) Luomiselle, hypoteesin tekemiselle ja kokeilemiselle on annettava tilaa
- 10) Toisen opettamiselle tulisi antaa mahdollisuus

Nämä Sirhan (2000) tiivistä väitöskirjassaan viiden kohdan ohjeiksi oppimisen tukemisesta:

- 1) Opettajan on hyvä olla selvillä opiskelijoiden ennakkokäsityksistä, jotta niitä voidaan vahvistaa ja mahdolliset väärinkäsitykset korjata.
- 2) Oppilaat oppivat ja omaksuvat asioita eri tavoin. Opettajan on hyvä huomioida nämä käyttämällä opetuksessaan tapoja, jotka huomioivat eri oppimistyyliä.
- 3) Oppimisprosessin tulisi olla mielekäästä ja tarkoituksenmukaista rakentaen siltoja tiedon saarien välille.
- 4) Sekä asenteet että motivaatio vaikuttavat oppimiseen. Menestyminen ja positiivinen asenne oppimistapahtumassa motivoi oppijoita.
- 5) Arvioinnissa tulisi huomioida oppijan motivaatio käyttää tarkoituksenmukaista oppimista käsitteiden oppimiseksi ja ymmärtämiseksi.

Työssä olevien opettajien ja opettajaksi opiskelevien FYKE aineenhallintaa Childs (2009) kuvaa kahden toisiaan leikkaavan ympyrän avulla (Kuvio 3), jossa yhdistetään pedagoginen ja aineenhallinnan osaaminen opetukseen soveltuvana kokonaisuutena (pedagoginen aineenhallinta, PCK). Tieto ja opetettavan aineen osaaminen (keltainen ympyrä) leikkaa opettajan tai opettajaksi opiskelevan pedagogista tietoa ja osaamista kuvaavaa ympyrää (punainen). Näiden ympyröiden muodostama leikkausalue (oranssi) on opettajan pedagogisen tiedon se osaamisen alue, jossa opettaja käyttää ja soveltaa opetettavaa ainetta pedagogisessa kontekstissa.



Kuvio 4 Oppiaineen pedagoginen hallinta (PCK) (Childs 2009 mukailten)

Tätä samaa asiaa on käsitellyt myös Hellström (2012) kirjoittamassa blogissaan<sup>11</sup> Pedagogiikkaa ja koulupolitiikkaa. Blogissa mainitaan mitä opettajan on muun muassa osattava ollakseen oikea opettaja. Kirjoitus toteaa opettajan tärkeimmäksi työkaluksi pedagogisen osaamisen tetraedrin, jonka kärkinä ovat

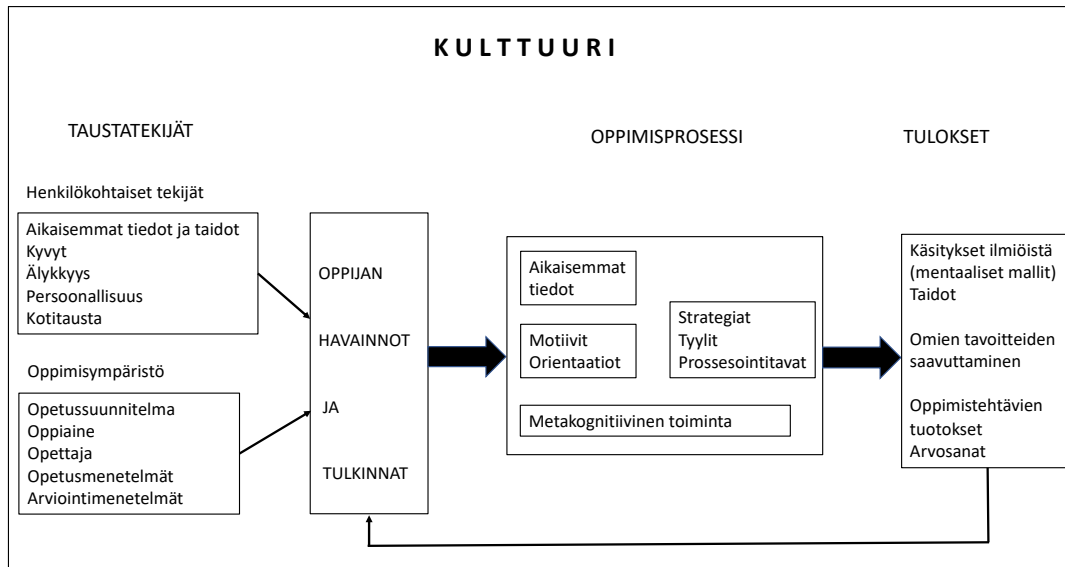
1. aineenhallinta
2. pedagoginen suhde
3. didaktinen suhde ja
4. sosiaalinen suhde (Hellström 2012, Mahaffy 2006)

Tässä työssä esitellyt asiantuntijan toteuttamat LUMA-vierailut alakouluissa muodostavat toimivan myös toiminnallisen mallin luokanopettajien pedagogisen aineenhallinnan täydennyskoulutukseen.

<sup>11</sup> <http://pedagogiikkaa.blogspot.com/2012/01/opettajan-osaaminen-ja-sen-johtaminen.html>

## 2.2 Oppiminen

Oppiminen on monisyinen prosessi ja sitä tapahtuu usealla eri tavalla. Tynjälä (1999) on kuvannut oppimisen Kuviossa 4 olevan kokonaismallin avulla.



Kuvio 5 Oppimisen kokonaismalli Tynjälän mukaan (Tynjälä 1999, 17)

Oppiminen koostuu kolmesta osasta: taustatekijöistä, oppimisprosessista ja oppimisen tuloksista. Oppimisen kokonaismalliin sisältyy ajatus, että oppiminen ei tapahdu tyhjiössä vaan se on ympäröivään tilanteeseen sekä laajempaan sosiaaliseen kontekstiinsa ja kulttuuriin sidottu ilmiö (Tynjälä 1999, 19).

1950-luvulle asti oppimista hallitsi behavioristinen oppimiskäsityssuuntaus, jonka mukaan oppiminen tapahtuu ulkoisesti ärsyke-reaktiokytkentöjen vahvistamisena palkkion kautta (Tynjälä 1999). Oppija nähdään tyhjänä tauluna/astiana, johon opetus piirtää/kaataa tietoa. Suuntaus syrjäytyi 1960-luvulla alkaneella tutkimussuunnalla, konstruktivismilla. Konstruktivismi ei ole oppimisteoria, vaan tiedon olemusta käsittelevä suuntaus. Tynjälän (1999, 37-38) mukaan konstruktivisen oppimiskäsityksessä oppiminen ei ole tiedon passiivista vastaanottamista vaan oppijan aktiivista kognitiivista toimintaa, jossa hän tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemustensa pohjalta. Oppimista ryhdyttiin nyt tarkastelemaan ensisijaisesti sosiaalisena, kulttuuri- ja tilannesidonnaisena ilmiönä. Konstruktivistinen käsitys oppimisesta painottaa sitä, että mielekäs tiedon konstruointi edellyttää asioiden ymmärtämistä. Tynjälä (1999, 173) on kirjoittanut ymmärtämisen olevan myös edellytyksenä sille, että tietoa voidaan kehittää edelleen, muovata erilaiseen muotoon ja käyttää uusissa yhteyksissä..

Konstruktivismi jakautuu vielä kahteen eri suuntaukseen, yksilökeskeiseen konstruktivismiin ja sosiokonstruktivismiin. Jean Piaget (1970) edustaa yksilökeskeistä konstruktivismia, korostaen tiedon rakentuvan ja käsitteiden muodostuvan oppilaan pään sisällä. Oppilas rakentaa uuden

tiedon ja käsitteen itse hänen omien kognitiivisten rakenteiden tai mentaalimallien avulla (Tynjälä 1999, 39). Kolb (1984) esitteli neliosaisen kokemuksellisen oppimisen mallin, joka pohjautuu muun muassa Piaget'n esittämiin tiedon ja käsitteiden rakentumiseen (Piaget 1970, Piaget & Inhelder 1977). Kokemuksellinen oppiminen on prosessi, jossa tieto luodaan ja rakennetaan kokemuksen ja sen tuoman muutoksen kautta. Ensiksi korostetaan oppimista tiedon omaksumisprosessina eikä oppimisena sisällön tai tulosten sijasta. Toiseksi tieto on muutosprosessi, jota luodaan, muokataan ja rakennetaan jatkuvasti, ei itsenäinen kokonaisuus, joka hankitaan tai välitetään. Kolmanneksi, oppiminen muuttaa kokemusta sen objektiivisessa sekä subjektiivisessa muodossa. Neljänneksi ja viimeiseksi ymmärtääksemme oppimista meidän on ymmärrettävä tiedon luonne ja päinvastoin.

Vygotskyn (1978) mukaan oppiminen on sosiaalinen tapahtuma, jossa oppiminen nähdään ensisijaisesti sosiaalisena prosessina, minkä vuoksi opetuksessa pyritään hyödyntämään sosiaalista vuorovaikutusta ja asiantuntijaosaamisen mallintamista. Esimerkiksi lapsen kielen oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa lasta hoitavan henkilön reaktiona lapsen osoittamaan kiinnostukseen ympäristöä kohtaan. Kun pieni lapsi osoittaa lamppua, vanhemmat vahvistavat lapsen käyttäytymistä nimeämällä esineen lamppuksi. Täten sosiaalinen vuorovaikutus siirtää ulkoisen ympäristön seikkoja (kuten ominaisuuksia, piirteitä, käsitteitä, merkityksiä) lapsen sisäiseksi ajatteluksi eli kognitioksi. Kun lapsella on riittävästi sisäistettyjä käsitteitä, hän kykenee ajattelunsa kautta luomaan uusia sisältöjä ja merkityksiä. Toisin sanoen oppimaan oppiminen ja oppimisen oppiminen ovat sisäistyneitä prosesseja.

Keskeistä Vygotskyn ajattelussa on se, että yksilön korkeammat henkiset toiminnot – kuten ajattelu – kehittyvät sosiaalisen vuorovaikutuksen välityksellä. Oppimista tapahtuu, kun toistamisen ja muistamisen sijaan oppimisessa käytetään konstruktiiivisia ja reflektiivisiä toimintoja (Tynjälä 1999, 58). Vygotsky (1978, 87) tuo esiin lähikehityksen vyöhykkeen. Tällä hän tarkoittaa etäisyyttä lapsen kahden kehitystilan, aktuaalisen ja potentiaalisen välillä. Kokeneemman henkilön avustuksella/opastuksella lapsi voi kurottautua pääsemään käsiksi kehittymässä oleviin kyky- ja taitotasoihin. Tässä yhteydessä voidaan puhua kisälli-oppipoika –menetelmästä (ekspertti-noviisi). Vygotsky korosti erityisesti kulttuurin ja sosiaalisen ympäristön suurta vaikutusta kielen ja ajattelun kehitykseen. Hänen mukaansa oppimisen lähikehityksen vyöhyke on todellisen kehitystason ja potentiaalisen kehitystason välinen etäisyys.

## 2.3 Laboratorio oppimisympäristönä

Nykyisen oppimiskäsityksen mukaisesti opiskelu ja oppiminen nähdään oppilaan aktiivisena osallistuvana toimintana ja tiedon rakentamisena. Tähän tarkoitukseen on kehitetty erilaisia oppimisympäristöjä, joissa tuetaan oppilaan oppimisprosessia. Oppimisympäristöjen tulee tukea yksilön ja yhteisön kasvua, oppimista ja vuorovaikutusta<sup>12</sup>. Perusopetuksen opetussuunnitelman

<sup>12</sup> [https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120422\\_4§](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120422_4§)

perusteissa oppimisympäristöiksi määritellään tiloja ja paikkoja sekä yhteisöjä ja toimipaikkoja, joissa opiskelu ja oppiminen tapahtuvat (Opetushallitus 2004, 16). Oppimisympäristöön kuuluvat myös välineet, palvelut ja materiaalit, joita opiskelussa käytetään. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2014) mainitsee hyvin toimivien oppimisympäristöjen edistävän vuorovaikutusta, osallistumista ja yhteisöllistä tiedon rakentamista. Laboratorio oppimisympäristönä tarjoaa tavallista luokkahuonetta paremmat mahdollisuudet niin opetuksen havainnollistamiseen kuin ilmiöiden tutkimiseenkin. Laboratoriossa opiskelu muodostaa pedagogisesti monipuolisen ja joustavan oppimisympäristön (Opetushallitus 2014, 29).

Opetuksessa käytettävistä työtavoista opetussuunnitelma antaa hyvin väljät ohjeet. Monipuoliset työtavat antavat niin oppilaille kuin opettajillekin oppimisen iloa ja onnistumisen kokemuksia sekä tukevat eri ikäkausille ominaista luovaa toimintaa. Kokemukselliset ja toiminnalliset työtavat sekä eri aistien käyttö ja liikkuminen lisäävät oppimisen elämyksellisyyttä ja vahvistavat motivaatiota (Opetushallitus 2014, 30).

Laboratoriossa (=autenttinen ympäristö) työskentely tarjoaa oppilaalle kognitiivisia, metakognitiivisia ja käytännön taitoja harjoittavan oppimisympäristön. Lisäksi laboratorioilla on suuri potentiaali edistää positiivisia asenteita ja tarjota oppilaille mahdollisuuksia kehittää yhteistyö- ja viestintätaitoja. Tässä suhteessa laboratorio on ainutlaatuinen oppimisympäristö. Työskentely autenttisisessa ympäristössä muokkaa oppilaiden asenteita sekä lisää kiinnostusta kemian opiskelua kohtaan (Hofstein 2004). Laboratoriotyöskentelyssä vallitsevan epävirallisen ilmapiirin ja opettajien vuorovaikutukset oppilaiden välillä edistävät myönteisiä sosiaalisia vuorovaikutuksia ja terveellistä oppimisympäristöä, joka edesauttaa järkevää tutkimusta ja yhteistoiminnallista oppimista. Laboratorio tarjoaa näin opiskelijoille ja heidän opettajilleen ainutlaatuisia mahdollisuuksia osallistua yhteistoiminnalliseen tutkimukseen ja toimia tutkijoiden luokkahuoneyhteisönä.

Kemian oppimisesta laboratoriossa ovat laajasti käsitelleet Nakhleh, Polles ja Malina (2002) teoksessa *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Laboratoriossa työskentely on erilaista kuin tavallisessa luokkatilassa. He ovat luvussa käsitelleet laajasti erilaisia tutkimuksia laboratoriotyöskentelyn vaikutuksista kemian oppimiseen. Työskentely laboratoriossa antaa oppilaalle mahdollisuuden kokeilla reaali maailman ilmiöitä turvallisessa ympäristössä. Laboratorion sosiaalinen ympäristö on yleensä epämuodollisempi kuin luokkahuoneessa. Laboratoriossa on kuitenkin omat käyttäytymis- ja järjestysääntönsä, joita tulee noudattaa. Hofstein, Levy ja Shore (2001) eivät havainneet tutkimuksessa merkittäviä eroja laboratorioympäristössä opiskelun ja luokkahuoneopiskelun välillä. Sen sijaan he havaitsivat työskentelyn laboratoriossa lisäävän oppijoiden osallistuvuutta ja avoimuutta toimintaa kohtaan. Työskentely laboratoriossa lisäsi laboratoriotyöskentelyn mielekkyyttä Hofstein ja Lunetta (2004) ovat todenneet laboratorion oppimisympäristönä edistävän oppilas-oppilas, oppilas-opettaja –työskentelyn yhteistyö- sekä vuorovaikutustaitoja. Tähän vaikuttavat osaltaan myös materiaalit, laitteet, resurssit ja tehtävä työ, pääpainon ollessa kuitenkin

ilmapiirissä ja oppilaiden odotuksissa, oppilaiden ja opettajien välisessä yhteistyössä, sosiaalisesta vuorovaikutuksessa sekä laboratoriossa tehtävän tutkimuksen luonteessa (Odotuyi 2015). Akinbobola (2015) tutki tavallisen luokan ja laboratorioluokan välisiä eroja oppimisessa. Tutkimuksen tuloksista käy ilmi, että laboratoriolla oppimisympäristönä on merkittävä vaikutus opiskelijoiden oppimiseen luonnontieteiden alalla. Työskentely laboratoriossa kehittää opiskelijoiden kykyä ratkoa avoimia tehtäviä, toimia yhteistoiminnallisesti, takaa "oikeiden" työvälineiden ja -materiaalien käytön. Laboratoriossa työskentelyyn liittyvät ohjeet kuten suojavarusteet ja laboratorion järjestyssäännöt sekä laboratoriossa käytettävät mittakaavat (esim. suuruusluokat) selkeyttävät siellä työskentelyä.

## 2.4 Kokeellisuus alakoulussa ja sen pedagogiset mahdollisuudet

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa vuonna 1970 ympäristöopin tavoitteena oli

1. auttaa oppilaita sopeutumaan kouluun ja muuhun ympäristöön antamalla tietoa ihmisten välisistä sekä ihmisten, eläinten sekä muun luonnon välisistä vaikutussuhteista, oikeista terveystottumuksista sekä ohjata oppilaita hyviin tapoihin,
2. ohjata oppilaita tekemään tarkkoja havaintoja, rikastuttamaan kokemusvarastoaan, vertaamaan havaintojaan sekä etsimään yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia ja tämän avulla järjestelemään sekä luokittelemaan kokemuksiaan ja täten rikastuttamaan käsitevarastoaan,
3. osoittaa oppilaille ympäristön ilmiöt ongelmina, joiden ratkaiseminen on empiiristen tosiasioiden ja johdonmukaisen ajattelun varaista,
4. kehittää oppilaiden kielellistä ilmaisua kartuttamalla heidän sanavarastoaan, antamalla heille tilaisuuksia selostaa havaintojaan ensi sijassa suullisesti, mutta alustavasti myös kirjallisesti, sekä
5. valmentavasti ohjata oppilaita erilaisiin työtapoihin, esim. ryhmätyöskentelyyn ja tietokirjojen käyttöön.

Kokeellisuus ei vielä vuoden 1970 opetussuunnitelmassa ollut tärkeä, koska siitä ei alakoulun 1.-6. luokkien kohdalla muualla ole mainintaa. Aihetta sivutaan mainintana oppilaiden ohjauksesta erilaisiin työtapoihin, kuten ryhmätyöskentelyyn. Peruskoulun yläluokkien (7.-9.lk) kohdalla kokeellisesta työskentelystä on maininta oppiaineiden opetussuunnitelmaosassa "Oppilaiden tutustuttaminen fysiikan ja kemian työskentelytapoihin niin, että he saavat käsityksen siitä, miten niitä sovelletaan käytännön elämän eri aloilla."

Tässä työssä tutustutaan tarkemmin kahteen viimeisimpään opetussuunnitelmaan, POPS 2004 ja POPS 2014, koska työhön liittyvät tutkimukset toteutettiin vuosina 2006 - 2017. Tämän hetkinen opetussuunnitelma (Opetushallitus 2014) eroaa edellä lueteltujen peruskoulun opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitteista sikäli, että nyt mainitaan opetuksen eheyttämisen olevan tärkeän osa opetuksen yhtenäisyyttä tukevaa

toimintaa. Opetuksen eheyttäminen edellyttää sekä opetuksen sisältöä että työtapoja koskevaa pedagogista lähestymistapaa, jossa kunkin oppiaineen opetuksessa ja erityisesti oppiainerajat ylittäen tarkastellaan todellisen maailman ilmiöitä ja teemoja kokonaisuuksina (Opetushallitus 2014, 31). Opetuksen eheyttäminen antaa opettajalle mahdollisuuden kokeilla erilaista opetusta, kuten FYKE ilmiöiden kokeellisen tarkastelun reaali maailmassa suurempina kokonaisuuksina. Yhteys reaali maailmaan antaa oppilaille paremmat mahdollisuudet ymmärtää FYKEen liittyviä käsitteitä. Kokeellisesta FYKE opetuksesta ja oppimisesta eri kouluasteilla sekä eri oppimisympäristöissä ovat kirjoittaneet useat suomalaiset tutkijat.

Lampiselkä (2003) kehitti lukion kemian opetukseen uudentyyppisen demonstraatio-opetuksen mallin, joka perustuu kognitiivisen konstruktivismin näkemykseen oppijasta oman tiedon rakentajana. Lukiolaisille järjestettiin opetuskokeilu, jolla hankittiin tietoa mallin toimivuudesta lukion kemian opetuksessa. Tutkimustulosten perusteella luodulla mallilla voidaan edistää opiskelijoiden oppimista ja auttaa heitä muodostamaan jäsennetty mielikuva luonnonilmiön syy-seuraussuhteesta. Aksela (2005) rakensi kehittämistutkimuksessaan kemian aineenopettajaopiskelijoille ja lukion kemian opetukseen tarkoitetun opiskelu ympäristön tavoitteena tukea kemian opiskelijoiden korkeamman tason ajattelutaitoja ja mielekkään kemian oppimisen ymmärtämistä. Juuti (2005) kuvaili suomalaisesta näkökulmasta kehitettyä peruskoulun alaluokille suunnattua oppimisympäristöä ja sen suomaa mahdollisuutta tutkia uutta ilmiötä: alaluokkien fysiikan opetusta ja opiskelua tilanteessa, missä uudet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet julkaistiin. Rukajärvi-Saarela (2015) suunnitteli ja toteutti kehittämistutkimuksen, jonka tavoitteena oli kehittää luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutukseen osallistava koulutusmalli, joka tarjoaa sekä sisällöllisiä että menetelmällisiä työkaluja kemian opettamiseen tutkimuksellisuutta korostaen. Tomperi (2015) raportoi kehittämistutkimuksesta, jonka kuluessa suunniteltiin, toteutettiin ja kehitettiin lukion kemian opettajille tutkimusperustainen ammatillinen koulutusmalli. Tutkimus osoitti, että opettajat tarvitsevat ajallisesti eripituisia koulutusmalleja riippuen koulutettavien oppimiskäsityksistä. Vartiainen (2016) raportoi työssään kehittämistutkimuksesta, joka vastaa tarpeeseen kehittää pienille lapsille (3-6 vuotiaalle) soveltuva aikaan ja paikkaan sitomaton tiedekerho-oppimisympäristö, jossa lapsi voi harjoitella luonnontieteellisten aiheiden kautta tutkimuksellista lähestymistapaa ja harjoitella tutkimisen taitoja. Nuoran (2016) tutkimus raportoi monitapaustutkimuksesta, joka tarkastelee kemian oppimiskokemuksia LUMA-toimintaan liittyvissä oppimisympäristöissä, joita olivat alakouluvierailut, nuorten tiedeleiri, lukiolaisten kemian laboratoriotyökurssi ja kokeellinen kemian kenttäkurssi. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää LUMA-toiminnan kehittämisessä.



Lavonen ja Meisalo ovat koonneet yhteen kokeellisuudesta vuonna 2010 EDU.fi sivustolle tuottamassaan ”Kokeellisuus opetussuunnitelmassa” sivustolle seuraavaa<sup>13</sup>:

#### Kokeellisuuden ajatteluaan

- helpottavan luonnontieteiden käsitteiden ja periaatteiden oppimista
- kehittävän kokeellisen työskentelyn taitoja
- auttavan luonnontieteiden luonteen hahmottamista
- lisäävän oppilaan kiinnostusta, motivoitumista ja positiivista asennoitumista luonnontieteitä kohtaan

Kokeellisen työskentelyn tarkoituksena on luoda sellaiset olosuhteet, että oppiminen olisi mielekästä ja kiinnostavaa. Työskentelyyn ja aiheeseen liittyvät keskustelut oppilaiden kanssa auttavat ja tukevat heitä kohtaamaan kognitiivinen ristiriita, joka on syntynyt esimerkiksi oppilaan ennakkokäsitysten ja tieteellisesti todistetun faktan tai jonkun käsitteen välille. Ristiriita voidaan kohdata aiheen sisällöissä, tutkimusmenetelmässä tai tiedon käsittelyssä. Kokeellista työskentelyä ja erityisesti arkipäivästä esiin nousevia ongelmia käytetään alakoulun FYKEN oppitunneilla työtapana tutustua uusiin käsitteisiin. Tutkimusongelmana voi olla esimerkiksi selvittää, mitä hampaille tapahtuu happohyökkäyksen aikana tai milloin ihminen tarvitsee jarrusukkia ja miksi? Kun tavoitteena on käsitteiden oppiminen, ristiriita tulee esiin sisältöjen kautta. Oppilaan tutkimuksissa saadun tiedon käsittelyssä ongelmaksi saattaa muodostua esimerkiksi muuttujien tunnistaminen ja itse käsitteiden "muuttuja" ja "riippuvuus muuttujien välillä" ymmärtäminen. Tämä haaste on opettajan tiedostettava ja huomioitava opetuksessaan.

Harlen (2012) kirjoittaa, että oppilailta on FYKEN ilmiöistä jo omia ideoita tai ennakkokäsityksiä, jotka he ovat muodostaneet joko omien kokemuksiensa, vanhempien puheiden tai median kautta. Usein nämä tulkitaan väärinkäsityksiksi, jotka kaipaavat hieman korjausta. Pikemminkin nämä ennakkokäsitykset osoittavat oppilaan olevan motivoitunut tutkimaan ja selvittämään ilmiötä ja siihen liittyviä asioita omalla tasollaan (Harlen 2012, 45). Luokanopettajan tehtävänä on auttaa oppilasta kehittämään ja laajentamaan hänellä jo olemassa olevia tieteellisiä käsityksiään FYKEstä tarjoamalla aiheeseen liittyviä tutkimuksia, jotka ovat aiheiltaan lähellä oppilaan arkipäivää.

Arkipäivän ilmiötä käsiteltäessä ja kuvaailtaessa opettajan olisi hyvä kiinnittää huomiota käyttämiinsä sanoihin. Ilmiötä kuvaavilla sanoilla on eri merkitys tieteellisessä kielessä verrattuna puhekieleen. Hyvänä esimerkkinä tästä on sana ”sulaa”. Puhekieleessä sanotaan, että sokeri sulaa kahviin. Tieteellisesti tämä tarkoittaa sokerin liukenemista kahviin. Tällä ristiriidalla voi olla vakavia seurauksia oppilaiden väärinkäsityksissä, kun on epäselvyyttä siitä, mihin merkitykseen sanaa käytetään ja missä tilanteessa. Opettaja ei voi estää samojen sanojen käyttämistä jokapäiväisessä tilanteessa, mutta voi auttaa

<sup>13</sup>[http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka\\_ ja\\_kemia/opetuksen\\_kokeellisuus/kokeellisuus\\_opetussuunnitelmassa](http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka_ ja_kemia/opetuksen_kokeellisuus/kokeellisuus_opetussuunnitelmassa)

oppilaita tunnistamaan, että sanoilla on eri merkityksiä eri konteksteissa. Tätä samaa aihetta on myös käsitellyt Viiri kirjassaan ”Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa?” (Viiri 2005). Kirjan tavoitteena on ohjata ja auttaa luokanopettajia edistämään oppilaan luonnontieteellisen ajattelun kehittymistä. Kirjan alussa kuvataan luonnontieteen oppimis- ja opettamiskäsityksiä Sven Nordqvistin (1988) kirjoittaman lasten kirjan, ”Nasse löytää tuolin” avulla. Kyseinen lastenkirja kertoo miten metsänolento Nasse löytää oudon esineen ja yrittää selvittää mitä sillä tehdään. Parhaimmillaan luonnontieteiden oppiminen on vastaavanlaista ihmettelyä, kyselyä ja johtopäätösten tekoa (Viiri 2005, 9).

## 2.5 Oppilaiden LUMA-kiinnostukseen vaikuttaminen

Meeceen (1991) ja Moeedin (2015) mukaan oppilaat, jotka ovat motivoituneita oppimaan, osallistuvat todennäköisesti toimintaan, joka heidän mielestään auttaa heitä oppimisessaan. He ovat aktiivisia oppitunneilla, kyselevät itselleen epäselvistä asioista, tekevät muistiinpanoja, keskittyvät ohjeiden kuuntelemiseen ja toimimiseen niiden mukaan sekä pyytävät apua, kun eivät osaa mennä asiassa eteenpäin.

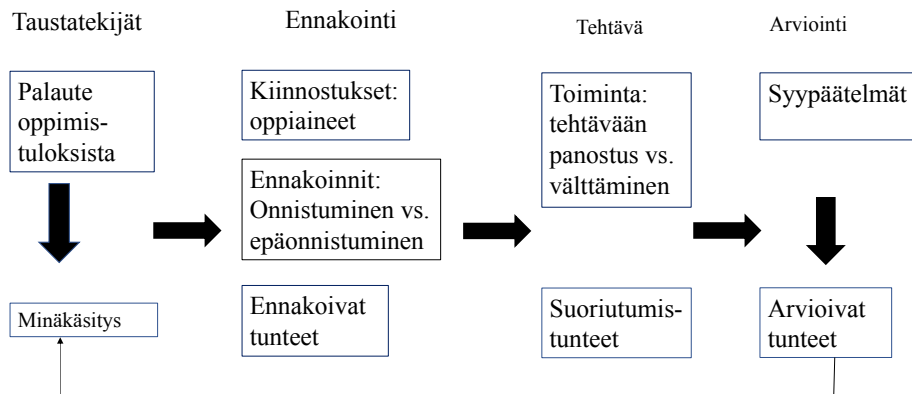
Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus Verkko-tutor – sivustolla<sup>14</sup> puhutaan aikuisopiskeluun liittyvästä motivaatiosta oppimisen motiiveina. Nämä oppimisen motiivit koostuvat ulkoisista ja sisäisistä motiiveista sekä sosiaalisista syistä. Motivaatio voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen motivaatioon, jotka poikkeavat toisistaan käyttäytymistä virittävien ja suuntaavien motiivien sekä palkkioiden puolesta.

- Ulkoinen motivaatio perustuu palautteeseen ja palkintoihin ympäristöstä, tällaisia ovat esimerkiksi arvosanat, raha, kehu, joilla on lähinnä välinearvo.
- Sisäinen motivaatio tarkoittaa, että henkilö kokee toiminnan itsensä palkitsevana ja saa siitä sisäistä mielihyvää. Sisäinen motivaatio on omien arvojen mukaista toimintaa, ja kannustavaa sinänsä.

Nurmi (2013) hahmotteli kokoavan näkemyksen oppimismotivaatiosta tapahtumakulkuna, joka etenee tilannetta koskevista ennakkoinneista oppimistilanteessa toimimiseen ja oppimistuloksen arvioimiseen (Kuvio 5).

<sup>14</sup> <http://www.15.uta.fi/arkisto/verkkotutor/motiivi.htm>

### Motivaatioprosessi



Kuvio 6 Kokoava näkemys oppimismotivaatiosta Nurmen mukaan (Nurmi 2013)

Nurmi (2013) kuvaa oppimismotivaatiota tapahtumakulkuna, joka etenee tilannetta koskevista ennakkoinneista oppimistilanteessa toimimiseen ja oppimistuloksen arviointiin. Kun oppilas kohtaa oppimistilanteen, hänen mielessään aktivoituu ennakoiteja sekä ennakoivia tunteita ja erilaisia kiinnostuksia –tai kiinnostuksen puute – tehtävää kohtaan. Tämän ennakkoinnin pohjana ovat kokemukset aiemmista samankaltaisista oppimistilanteista sekä yksilön muodostamat käsitykset omista kyvyistään. Keskeistä oppimisen onnistumisen kannalta on, kuinka paljon oppilas keskittyy tehtävään, ponnistelee sen ratkaisemiseksi ja suunnittelee erilaisia toimintavaihtoehtoja. Onnistunut oppiminen perustuu palkitsevaan tehtävään, johon ei liity kielteisiä tunteita kuten ahdistuneisuutta ja kyllästymistä. Nurmen mielestä hyvää oppimistehtävää suorittaessaan oppilas keskittyy tehtävään, ponnistelee sen ratkaisemiseksi ja suunnittelee erilaisia toimintavaihtoehtoja (Nurmi 2013).

Opettaja luo ennakoivaa pohjaa motivaatiolle valitessaan kiinnostusta herättäviä oppimisympäristöjä, opetusmenetelmiä ja työvälineitä. Koulun laboratorioluokka on yksi motivoiva tekijä. Opettajan tehtävänä on saada opetussuunnitelman tavoitteet muunnettua sellaisiksi, että oppilaat omaksuvat ne omiksi tavoitteiksi ja virittävät heissä halun opiskella toivottuja tietoja ja taitoja (Torn 2006). Alakoulussa ei ole laboratorioluokkia, mutta tavallisen luokan ”muuttaminen” laboratoriodiksi työvälineiden ja tieteellisen kielen avulla tai vierailu aidossa laboratoriossa monipuolistavat oppilaan kiinnostusta esimerkiksi LUMA-aineita kohtaan.

Luonnontieteet eivät motivoi nuoria enää siten kuin aiemmin. Luonnontieteiden osaaminen on ollut PISA-tutkimuksen pääarviointialue vuosina 2006<sup>15</sup> ja 2015<sup>16</sup>. PISA edellyttää jokaiselta kansalaiselta vaadittavana asiana perustason luonnontieteen osaamista tai yleensä tieteellistä osaamista.

<sup>15</sup> <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79236/opm38.pdf>

<sup>16</sup> <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79052/okm41.pdf>

Tämä edellyttää, että oppija on sisäistänyt tieteelliseen ajatteluun liittyviä perustaitoja. Lisäksi oppija osaa erottaa mielipiteen ja perustellun näkemyksen toisistaan.

PISA-tutkimuksista ilmenee, että luonnontieteissä heikosti menestyvien oppilaiden määrä kasvaa ja huippujen määrä laskee erityisesti poikien osalta ja alueellinen tasa-arvo heikkenee. Motivaatio opiskella luonnontieteitä, arvostus luonnontieteitä kohtaan sekä suoritusluottamus luonnontieteellistä osaamista kohtaan olivat Suomessa selvästi keskimääräistä heikompia tai korkeintaan OECD-maiden keskiarvon tuntumassa. Luonnontieteiden motivaatio- ja asennetekijät ovat kuitenkin vahvasti yhteydessä oppilaiden luonnontieteiden osaamiseen. PISAssa mukana oleva professori Välijärvi on todennut ”Motivaatio kasvattaa osaamista ja osaaminen vastaavasti ruokkii motivaatiota. Tähän kehään pitäisi pystyä vaikuttamaan jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa”<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> [https://minedu.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/pisa-2015-suomalaisnuoret-edelleen-huipulla-pudotuksesta-huolimatta?\\_101\\_INSTANCE\\_0R8wCyp3oebu\\_languageId=en\\_US](https://minedu.fi/artikkeli/-/asset_publisher/pisa-2015-suomalaisnuoret-edelleen-huipulla-pudotuksesta-huolimatta?_101_INSTANCE_0R8wCyp3oebu_languageId=en_US)

## 3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 3.1 Toimintatutkimus

Toimintatutkimus (action research) on tapaustutkimuksen kaltainen tutkimusstrategia, joka kohdistuu tiettyyn erityistapaukseen. Toimintatutkimus on yleisnimitys sellaisille lähestymistavoille, joissa tutkimuskohteeseen pyritään tavalla tai toisella vaikuttamaan, tekemään tutkimuksellisin keinoin käytäntöön kohdistuva interventio (Eskola ja Suoranta 2008, 126).

Tarkoituksena on toteuttaa sekä toiminta että tutkimus samanaikaisesti. Kemmisin (1985) mukaan tapaustutkimus voi olla tyypiltään myös toimintatutkimus (action research), jolla tarkoitetaan käytännössä toimivien henkilöiden suorittamaa omien käytäntöjen tutkimusta. Linnansaari (2004, 115) mainitsee toimintatutkimuksen keskeisenä metodina harkintaan perustuvan vaiheittaisen prosessin, jossa edetään suunnitelman teosta toimintaan. Samalla prosessia havainnoidaan ja muutetaan kokemusten perusteella. Tämä lähestymistapa sopii Linnansaaren (2004, 115-116) mukaan hyvin tilanteisiin, joissa toiminnan avulla pyritään muuttamaan sekä samanaikaisesti lisäämään ymmärrystä ja tietoa muutosta kohtaan. Linnansaari on samassa yhteydessä koostanut yhteen Kurtakon (1989, 21-22), Suojasen (1992, 38) ja Rowleyn (2003, 131-138) kuvaukset toimintatutkimukselle luonteenomaista piirteistä. Tutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat myös kuvanneet Aaltola ja Syrjälä (1999, 18-19). Heidän mukaansa toimintatutkimuksessa on tavoitteena asettua uudelleenlaiseen suhteeseen itse kokemuksen kanssa ja tuloksena on uudella tavalla ymmärretty prosessi. Toimintatutkimus perustuu siihen, että yleistetyt ratkaisut eivät sovi yhteen ainoaan kontekstiin tai ihmisryhmään ja tutkimuksen pyrkimyksenä on löytää sopiva ratkaisu paikallisen tilanteen erityiseen dynamiikkaan (Stringer 2007, 5).

Toimintatutkimuksen lähtökohtana on tieteellisyyden ja käytännöllisyyden yhdistäminen. Toimintatutkimus sisältää tutkimusstrategiana runsaasti erilaisia näkökulmia ja sitä voidaan toteuttaa erilaisten analyysimenetelmien avulla. Painopisteenä ei ole niinkään tarkoitus saada yleistettävää tietoa kuin täsmällistä tietoa tiettyä tilannetta ja tarkoitusta varten. Toimintatutkimus on tapa tutkia jotakin ajatusta käytännössä tarkoituksella muuttaa tai kehittää jotakin, saada tilanteessa aikaan todellista muutosta (Kemmis & Taggant 1988). Toimintatutkimuksen strategiassa vaikuttaminen tapahtuu tutkijan osallistumisella tutkimuskohteen toimintaan. Vaikuttamisen ja kehittämisen perustana on tutkimus, jota tutkija tekee tutkimuskohteen ympäristössä ja joka on yleensä ajallisesti rajattu tutkimus- ja kehittämisprojekti, jossa suunnitellaan sekä kokeillaan uusia toimintatapoja (Heikkinen 2007, 16-38).

Toimintatutkimuksessa sekä tutkitaan että yritetään muuttaa vallitsevia käytäntöjä. Tutkimuksen avulla etsitään ratkaisuja ongelmiin – olivat ne sitten teknisiä, yhteiskunnallisia, sosiaalisia, eettisiä tai ammatillisia. Toimintatutkimus

perustuu yleensä paikallisiin tutkimuksiin, joissa keskitytään siihen, että on ymmärrettävä, miten asiat tapahtuvat, eikä pelkästään siihen, mitä tapahtuu, ja ymmärtää tapoja, joilla sidosryhmät – ihmiset, jotka ovat kiinnostuneita ongelmasta – pohtivat, tulkitsevat ja vastaavat tutkimuksiin liittyviin tapahtumiin (Stringer 2007, 19).

Toimintatutkimus on luokkahuoneisiin sovellettuna lähestymistapa koulutuksen parantamiseen muutoksen kautta kannustamalla opettajia tuntemaan omat käytännöt, olemaan kriittisiä tästä käytännöstä ja olemaan valmiita muuttamaan sitä (McNiff 1988, 4). Toimintatutkimuksessa pyritään vastaamaan johonkin käytännön toiminnassa havaittuun ongelmaan tai kehittämään olemassa olevaa käytäntöä paremmaksi (Metsämuuronen 2009, 234-238).

Toimintatutkimusta on Metsämuurosen (2009) mukaan käytetty kasvatustieteessä jo 1920-luvulta lähtien. Toimintatutkimus soveltuu muun muassa tilanteisiin, joissa halutaan lisätä työskentelyyn uusia näkökulmia, löytää ratkaisu tietyssä tilanteessa havaittuun ongelmaan ja työyhteisön koulutukseen. Linnansaari (2004) mainitsee opettajankoulutuksessa käytetyn toimintatutkimuksen perinteen ulottuvan 1950-luvulle saakka. Hänen mukaansa toimintatutkimuksen tuloksena on uudella tavalla ymmärretty prosessi.

Stringerin (2007) mukaan toimintatutkimus on systemaattinen lähestymistapa tutkimukseen, jonka avulla ihmiset voivat löytää tehokkaita ratkaisuja ongelmiin, joita he kohtaavat jokapäiväisessä elämässään. Toisin kuin perinteinen tutkimus, joka etsii yleistettäviä ratkaisuja ja joita voidaan soveltaa kaikkiin konteksteihin, toimintatutkimus keskittyy erityistilanteisiin ja paikallisiin ratkaisuihin. Toimintatutkimus tarjoaa keinot, joilla opettajat, terveys- ja henkilöstöpalvelut voivat lisätä työnteon tehokkuutta (Stringer, 2007, 1). Periaatteessa toimintatutkimus perustuu laadulliseen tutkimuspohjaiseen paradigmaan, jonka tarkoituksena on selkeyttää ja ymmärtää kysymystä tai ongelmaa (Stringer, 2007, 19). Tutkijan rooli ei ole olla asiantuntija, joka tekee tutkimusta vaan resurssihenkilö. Hänestä tulee ohjaaja tai konsultti, joka toimii katalysaattorina avustaessaan sidosryhmiä ratkaisemaan ongelmansa sekä tukijana heille, kun he pyrkivät tehokkaisiin ratkaisuihin ongelmissaan (Stringer, 2007, 24).

Toimintatutkimusprosessia kuvataan yleensä spiraalisena kehänä, jonka Carr ja Kemmis (1986) toteavat kehittyvän vähitellen ja vaiheittain. Toimintatutkimusprosessi muodostuu jaksoista lähtien liikkeelle muutoksen tarpeista, tavoitteista ja suoritettavista interventioista eli toimintaprosessin diagnosoinnista. Diagnosoinnin jälkeen edetään toiminnan suunnitteluun, itse toimintaan, arviointiin ja uudelleen diagnosointiin. Koko prosessin aikana osallistujien kokemuksia reflektoidaan ja tulkitaan. Näiden avulla prosessia kehitetään eteenpäin seuraavaa kertaa varten. Patton (2015, 527) mainitsee toimintatutkimustulosten tuloksista tiedottamisen vaihtelevan suuresti ja tutkimuksen tuloksena voi olla esimerkiksi tuote kohderyhmälle, jolloin siitä ei raportoida muille kuin tuotteen käyttäjille.

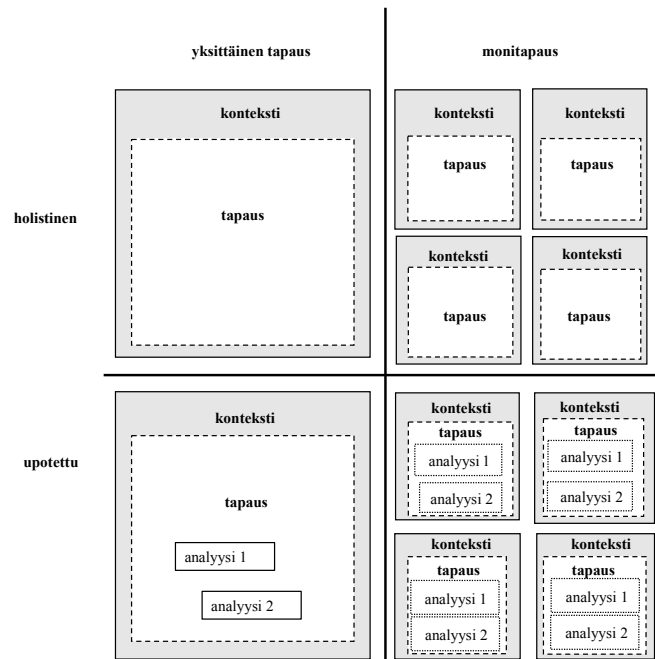
Yhteenvetona toimintatutkimuksesta voidaan todeta, että se on käytäntöön suuntautuvaa, ongelmakeskeistä, jossa tutkijan ja tutkittavien roolit ovat

aktiivisia muutosprosessissa ja toiminta tapahtuu yhteistyössä molempien osallistujatahojen kesken. Tässä työssä toimintatutkimus toimii sateenvarjona, jonka alla on tehty kolme eri interventiota. Interventiot voidaan ymmärtää tässä toimintatutkimuksen viitekehyksessä olevan eräänlaisia tapaustutkimuksia.

## 3.2 Tapaustutkimus

Pattonin (2015, 213) mukaan ongelmanratkaisu- ja oppimisprosessit käyttävät usein laadullista tutkimusta ja tapaustutkimusta tutkimuksen lähestymistapoina, jotta näitä prosesseja voidaan parantaa tai ymmärtää. Tapaustutkimuksista puhutaan useasti tuotteina (Patton 2015, 259). Tutkimuksessa pyritään tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään tämänhetkisiä tapauksia ja ilmiöitä pääasiassa, miten - ja miksi - kysymysten avulla. Tyypillistä tapaustutkimukselle on valita tutkimuskohteeksi yksittäinen tapaus, tilanne, tapahtuma tai joukko tapauksia, joiden tarkastelussa kiinnostuksen kohteena ovat usein prosessit. Syrjälä, Ahonen, Syrjäläinen ja Saari (1994) ovat sanoneet tapaustutkimuksen olevan luonteva lähestymistapa opetuksen ja oppimisen tutkimuksessa, jossa on kyseessä käytännön ongelmien kokonaisvaltainen tarkastelu ja kuvaus, jota ei voi tehdä irrallaan tietystä yksittäisestä tilanteesta tai tapahtumaketjusta. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaaran (2007, 130) mielestä tapaustutkimuksessa pyritään tutkimaan yksittäistapauksia niiden luonnollisessa ympäristössään kuvailemalla tutkittavaa ilmiötä mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Tapausten määrän noustessa kahteen tai useampaan, puhutaan monitapaustutkimuksesta (Yin 2009, 60). Yin (2009, 61) mainitsee monitapaustutkimuksen antavan paremman analyyttisen hyödyn kuin yksittäinen tapaustutkimus.

Tapaustutkimusta suunniteltaessa on hyvä käyttää apuna Yinin laatimaa tapaustutkimuksen nelikenttää (Kuvio 6). Tapaustutkimukset jaetaan kahteen osaan, yksittäis- ja monitapaustutkimukseen (pystysarakkeet). Näissä molemmissa tutkimuksissa voidaan käyttää joko holistista tai upotettua analyysyä (vaakarivit).

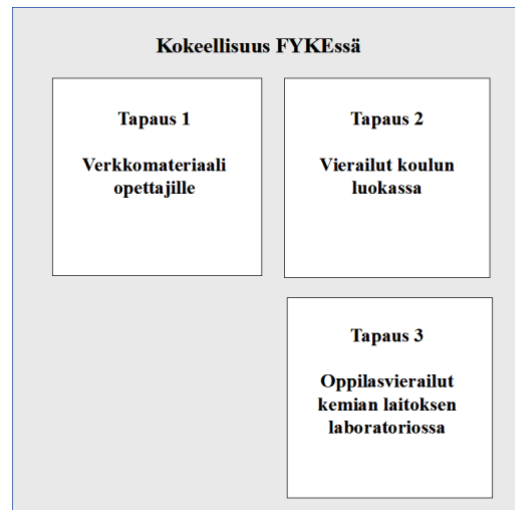


Kuvio 7 Erilaisia tapaustutkimuksia (Yin 2009, mukailten)

Tutkittava tapaus muodostaa aina jonkinlaisen kokonaisuuden. Tapaustutkimus ei rajoita menetelmävalintoja: käytössä voivat olla sekä kvantitatiiviset että kvalitatiivisetkin menetelmät (Yin 2009, 132; Kananen 2013, 59-60). Tämän lisäksi kaikkien laadullisten tutkimusten voidaan ajatella olevan tapaustutkimuksia - tutkitaanhan niissä tiettyjä tapauksia. Kuvailevat menetelmät eivät välttämättä pyri selittämään ilmiöiden välisiä yhteyksiä, testaamaan hypoteeseja tai tekemään ennusteita. Tavoitteena on tutkimuskohteen ominaispiirteiden systemaattinen, tarkka ja totuudenmukainen kuvailu mahdollisimman kokonaisvaltaisesti (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 157). Vaikka tapaustutkimuksessa voidaankin käyttää niin kvantitatiivisia kuin kvalitatiivisia menetelmiä, tutkimuksen arvioinnissa painottuvat yleensä laadullisen tutkimuksen arviointiin liittyvät seikat, ellei kyse ole sitten pelkästään määrällistä aineistoa sisältävästä tutkimuksesta. Tapausta tutkimalla pyritään lisäämään ymmärrystä tietyistä ilmiöistä pyrkimättä kuitenkaan yleistettävään tietoon.

Tässä tutkimuksessa on sovellettu Yinin nelikkoa erilaisista tapaustutkimuksista ja erityisesti Kuvion 6 oikeassa yläkulmassa olevaa mallia. Tämä tutkimus on esitetty Kuviossa 7 mukailten Yinin kuvaa tapaustutkimuksista. Kyseessä oleva tutkimus on siis holistinen monitapaustutkimusasetelma, joka koostuu kolmesta tapauksesta.





Kuvio 8 Monitapaustutkimusasetelma FYKEN kokeellisuudesta erilaisissa ympäristöissä (Yin 2009 mukaillen)

Kaikkien tapausten yhdistävänä tekijänä on FYKEN kokeellisuus (vrt. Kuvio 1) ja tätä kokeellisuutta on tutkittu kolmen tapauksen avulla. Nämä tapaukset ovat: 1) verkkomateriaalin **"Vettä Verkossa"** tuottaminen luokanopettajaopiskelijoille 2) asiantuntijan kouluvierailut alakoululuokassa **"LUMA-vierailija luokassamme"** ja 3) alakoulun 5. ja 6.luokan oppilaiden vierailupäivä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella **"Kokeellista kemiaa Ylistöllä"**. Ensimmäisessä tapauksessa kohderyhmänä olivat luokanopettajaopiskelijat, joiden opintoihin kuului vähän FYKE-opiskelua. Toisen tapauksen kohderyhmänä olivat työssä olevat luokanopettajat, joiden luokassa vierailtiin erilaisten kokeellisen FYKEN tuntien muodossa. Kolmannen ja viimeisen tapauksen kohteena olivat kemian laitoksella vierailleet alakoulun 5. tai 6.luokan oppilaat. Näiden kolmen erilaisen tapauksen suunnittelu, järjestely ja tiedonhankintamenetelmät esitellään luvuissa 3.4.1, 3.4.2 ja 3.4.3.

### 3.3 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on etsiä vastauksia päätutkimuskysymykseen:

- Millä tavoin kemian ja fysiikan oppimista alakoulussa voidaan tukea erilaisissa konteksteissa?

Tutkimuksessa käytettiin apuna kolmea alakysymystä, jotka liittyvät alakoulun opettajiin, oppilaisiin, FYKEN kokeelliseen työskentelyyn ja FYKEN motivaatioon. Alakysymykset olivat:

- Millä tavoin tässä tutkimuksessa luotu verkkomateriaali tukee luokanopettajaopiskelijoiden FYKEN aineenhallintaa?

- Miten tässä tutkimuksessa luotu kokeellisuutta korostava materiaali ja lähestymistapa voidaan toteuttaa FYKEN opetuksessa tavallisessa luokkatilassa?
- Miten työskentely autenttiossa ympäristössä motivoi 5.-6. luokkalaisia?

### 3.4 Tutkimuksen tiedonhankintamenetelmät

Kysely, haastattelu ja havainnointi ovat yleisesti käytettyjä tutkimusmenetelmiä. Kyselyn avulla saadaan helposti kerättyä laajasti tietoa tutkittavasta aiheesta. Menetelmänä kysely on tehokas ja aikaa säästävä. Kyselyyn liittyy myös haastavia tekijöitä: (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 190)

- vastaajien suhtautuminen kyselyyn; ovatko vastaajat vastanneet huolellisesti ja rehellisesti
- valmiiden vastausvaihtoehtojen laatu vastaajan näkökulmasta; tapahtuuko väärinymmärryksiä
- tietävätkö/ovatko vastaajat perehtyneet aiheeseen riittävästi
- ovatko kysymykset laadittu niin, että ne ovat helposti ymmärrettäviä eivätkä johdattele vastaajaa
- laaditut kysymykset ovat tutkimuksen kannalta oikeasti oleellisia, sillä kysely ei saa paisua liian pitkäksi.

Kyselyyn vastaajat voidaan määritellä perusjoukon koosta riippuen esimerkiksi poimimalla nimelistasta joka toinen henkilö. Mikäli ryhmä on pieni, voidaan kysely teettää kaikilla ryhmän jäsenillä.

Kyselyn aineisto voidaan kerätä joko posti- ja verkkokyselynä tai kontrolloituna kyselynä. Kontrolloidun kyselyn kysymykset voidaan muotoilla avoimiin kysymyksiin, monivalintakysymyksiin tai asteikkoihin perustuviin kysymystyyppeihin. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007 191-199)

Ensimmäinen kysely suunnattiin erityisesti tutkimusta varten kehitetyn "Vettä Verkossa" -materiaalin (Häkkinen & Mäntylä 2005) arviointiin. Tiedonhankintamenetelminä tutkimuksen kaikissa vaiheissa käytettiin kyselyä, lisäksi tapauksessa 2 tutkimuspäiväkirjaa ja opettajien strukturoimatonta haastattelua. Tapauksissa 2 ja 3 kyselyn lisäksi myös osallistuva havainnointi oli tärkeä tutkimusaineiston hankintamenetelmä.

#### 3.4.1 Tapaus 1: Vettä Verkossa

Syksyllä 2006 kysyttiin verkkomateriaalin Vettä verkossa -sivujen (LIITE 1) toimivuudesta oppi- ja lisämateriaalina yhdeltä luokanopettajaopiskelijoiden ryhmältä. Ryhmäläiset olivat ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvia luokanopettajaopiskelijoita (=YLLI) ja heitä oli 9 henkilöä. Kyselyn yhteydessä opiskelijat tutustuivat ensin verkkomateriaalin "veden ominaisuudet" sekä "pintajännitys" -osioihin työpisteessä. Tämän jälkeen ryhmäläiset vastasivat paperisiin kyselylomakkeisiin. Opiskelijat käyttivät aikaa materiaaliin tutustumiseen 10-15 minuuttia, jonka jälkeen he saivat vastattavakseen

kyselylomakkeen (LIITE 2). Kyselylomakkeeseen vastaamiseen kului aikaa keskimäärin 15 minuuttia. Kyselyn tehtävä 1. b) oli piirrostehtävä. Yksittäinen vastaaja kommentoi lukeneensa vain pintajännitysosan eikä lainkaan veden ominaisuuksia, jonka seurauksena ohjeita selkeytettiin seuraavaa kyselyä varten.

Vuoden 2007 alussa sivujen toimivuutta testattiin toisella luokanopettajaopiskelijaryhmällä, jossa oli 12 henkilöä. Nämä vastaajat erikoistuiivat muihin aineisiin kuin ympäristö- ja luonnontieto (=LO), jolloin heillä oli vähemmän kemian ja fysiikan opintoja kuin aikaisemmalla vastaajaryhmällä. Käytetty verkkomateriaali oli sama, mutta kysely toteutettiin verkkokyselynä (LIITE 3). Tehtäviä oli muutettu sen verran, että 1 b) -kohdan piirrostehtävä jäi pois. Piirrostehtävän katsottiin olevan tarpeeton tutkimuksen kannalta, koska kaikilla ei ollut samaa tehtävää. Uutena lisättiin kysymykset 2 b) ja 2 c), joissa kysyttiin vesimolekyylin ja pesuaineen rakenteen ja sitoutumisen merkitystä pintajännitykselle sekä kysymys 8, jossa kysyttiin mietteitä sivustosta sekä parannusehdotuksia. Tulosten analyysissä tehtävät 2 b) ja 2 c) on jätetty pois, koska ne teetettiin vain verkkokyselyyn vastanneilla. Vastaajat tutustuivat ensin verkkomateriaaliin, aikaa kului suunnilleen 20 minuuttia, jonka jälkeen he saivat linkin kysymyksiin. Kyselyyn vastaamiseen he käyttivät aikaa saman verran kuin materiaaliin tutustumiseen.

Vastaukset on koodattu lyhenteillä VAST 1 - VAST 21. Tutkimuksen tulokset on esitetty luvussa 4.

### 3.4.2 Tapaus 2: LUMA-vierailija luokassamme

Alakouluihin tehtyjen LUMA-vierailujen pohjalta laadittiin luokanopettajille kaksi kyselyä, joissa kyseltiin muun muassa vierailujen toimivuudesta, kokemuksista ja tuesta omaan FYKE-opetukseen. Kysymykset olivat avoimia kysymyksiä ja ne toteutettiin nettikyselyinä kahteen otteeseen heti vierailujen jälkeen 2013 (LIITE 4) ja toinen vähintään kaksi vuotta vierailun jälkeen 2016 (LIITE 5). Lisäksi tutkija piti vierailuista tutkimuspäiväkirjaa, teki osallistuvaa havainnointia ja kävi luokanopettajien kanssa välitunnin mittaisen (noin 15 minuuttia) strukturoimattoman keskustelun heti vierailun jälkeen.

Vierailujen kesto oli aina kaksi oppituntia, kaksi kertaa 45 minuuttia. Oppituntien välissä pidettiin yleensä välitunti (15 minuuttia), paitsi, jos vierailu osui iltapäivälle ja oppilailta loppui koulu vierailun jälkeen. Tällöin vierailutunnit pidettiin yhteen.

Ensimmäinen kysely tehtiin heti vierailujen loputtua loppuvuodesta 2013, jossa kaikkien vierailujen kohteena olleiden luokkien luokanopettajille lähetettiin sähköposti, jonka liitteenä kysely oli. Vastausaikaa oli joulukuun 2013 loppuun asti. Kyselystä lähetettiin muistutussähköposti tammikuun alussa 2014 ja vastausaikaa oli kuukauden loppuun. Vastauksia saatiin yhteensä 58 kappaletta kaikista 311 vierailusta (19 %). Vuoden 2013 vastauksista ilmeni, että opettajat eivät olleet ehtineet tekemään uudelleen vierailun aikana tehtyjä kokeellisia töitä. Alakouluissa sama opettaja voi opettaa luokkatasoja 1.-2., 3.-4. ja 5.-6., joten saman luokkatason opetus tulee uudelleen eteen vasta parin vuoden kuluttua edellisestä. Tämä huomioitiin vuoden 2016 kyselyn kysymyksissä.

Keväällä 2016 lähetettiin uusi kysely, jonka teema painottui enemmän opettajien kokeellisen työskentelyn käyttöön ja niistä saatuihin kokemuksiin. Vastauksia tähän kyselyyn kertyi vain 35 kappaletta (11 %). Tutkimuksessa hyödynnettiin lisäksi tutkijan pitämää tutkimuspäiväkirjaa ja luokanopettajien strukturoimattomia haastatteluja heti vierailun jälkeen. Tutkimuksen tulokset on esitetty luvussa 5, jossa myös vierailujen aiheet on kuvattu tarkemmin.

### 3.4.3 Tapaus 3: Kokeellista Kemiaa Ylistöllä

Vuosina 2006–2017 Keski-Suomen maakunnan alueen peruskoulun 5.-6. luokkalaisille tarjottiin mahdollisuutta tulla päiväksi työskentelemään kemistinä. Oppilaille jaettiin päivän aluksi työmoniste, jota he täyttivät päivän aikana jokaisen työvaiheen jälkeen. Nämä vierailut tulivat tutkimukseen mukaan vuosina 2015-2017. Noina vuosina vierailut kohdistettiin Jyväskylän kaupungin alueelle ja työmoniste muokattiin kyselyksi, jonka oppilaat täyttivät päivän aikana jokaisen työvaiheen jälkeen. Oppilaiden täyttämät monisteet kerättiin tutkijalle päivän päätteeksi. Kunkin vuoden kyselylomake on omana liitteenään (LIITE 6, LIITE 7, ja LIITE 8).

Kyselyyn vastaajien ollessa alaikäisiä, lupa tutkimukseen osallistumisesta kysyttiin huoltajilta (LIITE 9). Huoltajilta pyydettiin myös lupa oppilaan valokuvaamiseen (LIITE 10) kemian laitoksella. Vierailuun osallistui vuosina 2015-2017 yhteensä 464 oppilasta ja heistä 19 oppilasta ei saanut lupaa osallistua kyselyyn eikä valokuvattavaksi. Kieltäytyneiden osuus koko oppilasmäärästä oli 4,0 %. Heitä ei ole sisällytetty tutkimusanalyysiin. Oppilaiden luona vierailtiin etukäteen kertomassa tulevasta vierailusta kemian laitoksella. Oppilaille näytettiin vierailupäivästä kalvoesitys (LIITE 18), jossa kerrottiin minne, he olivat tulossa, kuinka siellä käyttäytyään ja mitä he tulevat kemian laitoksella tekemään.

Päivä tutkijana kemian laitoksella koostui yhdestä kokopäivän kestävästä työstä. Työssä oli kahden tunnin tauko, jolloin oppilailla oli muuta ohjelmaa. He ruokailivat, tutustuivat kemistin työhön ja harjoittelivat mittaustarkkuutta. Oppilaiden ohjelma oli pääsääntöisesti sama tutkimusvuosina, tosin pientä vaihtelua oli vuosittain. Tämän välijakson aikana oppilaat tutustuivat muun muassa yhteen kemistin käyttämään mittalaitteeseen (elektronimikroskooppi), joka tutustutti ja havainnollisti FYKEssa käytettäviä suuruusluokkia. Suuruusluokkia oli esitelty ja niiden käyttöä harjoiteltiin etukäteen luokkiin tehdyn ennakkovierailun yhteydessä. Lisäksi oppilaat kuvailivat kolmen samanvärisen tuntemattoman aineen välisiä yhtäläisyyksiä ja eroja. Tämän osion tarkoituksena oli opettaa oppilaita käyttämään ja laajentamaan sanavarastoaan. Viimeisenä osiona oppilaat tutustuivat kokeellisten tutkimuksien vaatimaan mittaustarkkuuteen.

### 3.5 Analyysimenetelmä

Laadullisen tutkimuksen analyysimenetelmiä on useita erilaisia. Eskola ja Suoranta (2008, 160) jakavat laadullisen tutkimuksen analyysimenetelmät seuraavasti:

- 1) kvantitatiiviset analyysitekniikat,
- 2) teemoittelu,
- 3) tyypittely,
- 4) sisällönerittely,
- 5) diskursiiviset analyysitavat ja
- 6) keskusteluanalyysi.

Kvantifionnissa saatu aineisto jaetaan eri luokkiin ja niille frekvenssit. Näin saadaan luokille numeroarvot, joita sitten voidaan analysoida tilastollisin menetelmin. Teemoittelussa aineisto jaetaan erilaisiin teemoihin, jotka voivat olla aineistosta esiin nousevia tutkimusongelmaan liittyviä aiheita. Näiden muodostuneiden teemojen esiintymistä tai esiintymättömyyttä aineistossa analysoidaan. Tyypittelyssä aineisto ryhmitellään tyypeiksi etsimällä samankaltaisuuksia, jolloin aineisto esitetään yleensä yhdistettyjen tyyppien, eräänlaisten mallien avulla. Tyypittely sopii tarinallisen aineiston käsittelyyn. Diskurssi-analyysiä käytetään monilla eri tieteen aloilla, jonka vuoksi sen alle on luettu hyvinkin erilaisia asioita. Laajimmillaan sillä tarkoitetaan kaikkea kielen sosiaalista ja kognitiivista tutkimusta, jossa tutkitaan esimerkiksi tuotettua tekstiä ja puhetta. Keskusteluanalyysissä tutkitaan inhimillistä kielenkäyttöä. Menetelmän tavoitteena on pyrkiä ymmärtämään ihmisten arkitoimintaa tarkan kielen käytön analyysin avulla. Eskolan ja Suorannan (2008, 161) mukaan ”On keskeistä huomata, että usein käytännössä eri analyysitavat kietoutuvat toisiinsa eivätkä suinkaan ole mitenkään selvärajaisia.”

Tuomen ja Sarajärven (2009) mukaan laadullisissa tutkimuksissa analyysimenetelmän avulla tutkittavasta ilmiöstä pyritään luomaan kuvaus tiivistetyssä ja yleisessä muodossa. Sisällönanalyysi perustuu tulkintaan ja päättelyyn, jossa edetään empiirisestä aineistosta kohti käsitteellisempää näkemystä tutkittavasta ilmiöstä. Miles ja Huberman (1994) ovat kuvanneet aineistolähtöisen sisällönanalyysin olevan kolmivaiheinen prosessi. Tuomi ja Sarajärvi (2009, 108) ovat suomentaneet vaiheet seuraavasti:

- 1) aineiston pelkistäminen eli redusointi,
- 2) aineiston ryhmittely eli klusterointi ja
- 3) teoreettisten käsitteiden luominen eli abstrahointi.

Aineiston pelkistämisen analysoitava data, joka voi olla asiakirja tai dokumentti, saatu informaatio tiivistetään tai pilkotaan osiin karsimalla epäoleellinen pois. Pelkistämistä ohjaavat tutkimuskysymykset, jolloin auki kirjoitetusta aineistosta etsitään tutkimuskysymyksiä vastaavia tai niitä kuvaavia

ilmaisuja (Tuomi ja Sarajärvi 2009, 110). Seuraavaksi aineisto ryhmitellään, jossa alkuperäisilmaukset käydään läpi ja etsitään niistä samankaltaisuuksia ja/tai eroavaisuuksia kuvaavia käsitteitä. Saadut ryhmitykset muodostavat luokkia samankaltaisuuden tai eroavuuksien perusteella. Luokittelu tiivistää aineistoa, koska se perustuu eri ryhmistä muodostuviin yleisimpiin käsitteisiin. Saadut luokat nimetään luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä. Empiirisestä aineistosta edetään kohti käsitteellisempää näkemystä tutkittavasta ilmiöstä. (Tuomi ja Sarajärvi 2009, 108-113). Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä vastaus tutkimustehtävään saadaan yhdistelemällä saatuja käsitteitä. Tämän työn tutkimuksissa käytetty analyysimenetelmä on aineistolähtöinen sisällönanalyysi.

### 3.5.1 Tapaus 1: Vettä verkossa

Vastaukset analysoitiin kysymyskohtaisesti. Ensimmäisen kysymyksen ”Selitä omin sanoin, miksi kolikko voi pysyä veden pinnalla.” Vastauksissa ryhmittely tehtiin sen perusteella, miten paljon vastauksessa esiintyi ilmiön selittämistä omin sanoin ja oliko vastauksessa osattu yhdistää verkkomateriaalissa esiintyviä Johnstonen kuvaamia (kts. s. 18) makro- ja mikrotasoja. Toisessa kysymyksessä ”Mikä on vesimolekyylin **rakenteen** merkitys pintajännitykselle?” vastaukset jaettiin neljään ryhmään kysymyksen 1 tavoin sen perusteella, miten niissä oli osattu yhdistää verkkomateriaalin tekstiä, kuvia ja videoita. Tämän kysymyksen vastauksissa havaittiin eroja vastaajan kemian osaamisessa ja hallinnassa eri opintotaustatalla olevilla opiskelijoilla. Tämän kysymyksen tarkempi analyysi on esitetty kappaleessa 4.2. Opiskelijoiden aineenhallintaa kartoitettiin myös kysymyksessä ”Mikä on vesimolekyylin **sitoutumisen** merkitys pintajännitykselle?” Tämän kysymyksen vastaukset jaettiin kolmeen ryhmään vastauksen tieteellisen selityksen ymmärtämisen perusteella ja vastausten analyysi on myös eritelty luvussa 4.2.

Opiskelijat arvioivat verkkomateriaalin käytettävyyttä (teksti, kuvat ja videot) Likert-asteikon mukaisesti. Tämän lisäksi kyselyssä vastaajilta kysyttiin heidän mielipiteitään verkkomateriaalin eduista sekä haitoista oppikirjaan nähden. Vastaukset käsiteltiin kysymyskohtaisesti. Verkkomateriaalin etujen vastaukset jaettiin ensin kahdeksaan ryhmään. Toisella lukukierroksella tarkasteltiin saatuja ryhmiä ja näihin ryhmitellyt maininnat uudelleen. Alkuperäisiä ryhmiä yhdisteltiin viideksi luokaksi, jotka on lueteltu taulukossa 4 (s. 49). Vastaukset kysymykseen verkkomateriaalin haasteista kirjoihin nähden jakautuivat viiteen ryhmään. Ryhmät on lueteltu taulukossa 5 sivulla 49.

### 3.5.2 Tapaus 2: LUMA-vierailija luokassamme

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin aineistotriangulaatiota uusimalla kysely kahden vuoden kuluttua. Vuoden 2013 lopussa kaikkien vierailujen jälkeen, luokanopettajille lähetettiin ensimmäinen kyselylomake. Kysely toistettiin hieman muunneltuna helmikuussa 2016 reilun kahden vuoden kuluttua edellisestä. Molemmissa kyselyissä kysymykset olivat avoimia kysymyksiä,

joissa kysyttiin opettajien mielipiteitä LUMA-vierailusta ja sen merkityksestä heidän omaan opetukseensa. Vastajien vähäisen lukumäärän vuoksi niille ei tehty mitään tilastollista analyysiä, vaan vastaukset analysoitiin kysymyskohtaisesti ja etsittiin yhteneväistä vastausta, joka on liitetty tekstiin. Kyselyjen tuloksena saatua aineistoa on analysoitu tarkemmin luvussa 5.4.

### 3.5.3 Tapaus 3: Kokeellista Kemiaa Ylistöllä

Tutkimuksen viimeisessä osassa keskityttiin oppilailta saatuihin vastauksiin ja niiden analysointiin. Oppilaiden kanssa keskusteltiin ennakkovierailun yhteydessä henkilökohtaisista suojavarusteista ja niiden merkityksestä. Näitä asioita kerrattiin ja niistä kysyttiin oppilailta vierailun alussa pyytämällä heitä mainitsemaan kolme laboratoriotyöskentelyssä muistettavaa tärkeää asiaa.

Vastaukset luokiteltiin esiintymisfrekvenssin mukaan (taulukko 10 s. 68). Ennakkovierailun yhteydessä oppilaille opetettiin uutena asiana matemaattisia lyhenteitä lukuarvoineen (LIITE 19). Näiden osaamista testattiin yhdessä työpisteessä päivän aikana. Vastaukset jaettiin ryhmiin oikein/väärin. Oikeat vastaukset ja tulosjakauma on esitetty taulukossa 13 sivulla 71. Oppilaiden keskittymistä vierailuun, heidän havaintojen tekemistä ja toimintaa laboratoriossa kysyttiin työn edistyessä.

Lopuksi oppilailta tiedusteltiin mielipidettä vierailupäivän onnistumisesta "Mikä päivässä oli mielestäsi kivointa?". Yhtenä vuonna oppilailta kysyttiin "Voisiko sinusta tulla kemisti isona?" (LIITE 6, 5/7). Oppilaat eivät vielä osanneet sanoa tulevaisuudestaan mitään, sillä yleisin vastaus oli ehkä.

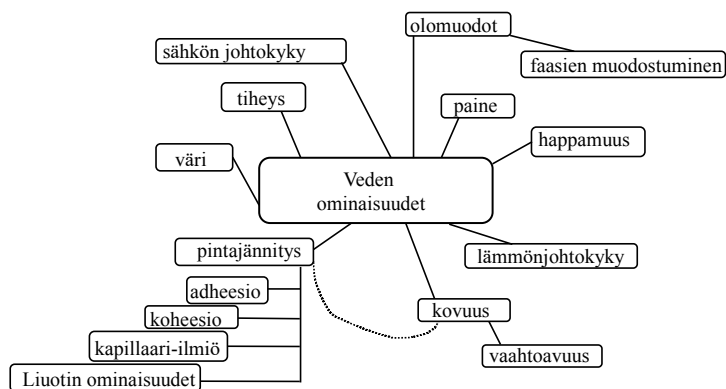
## 4 TAPAUS 1: VETTÄ VERKOSSA

### 4.1 Vettä Verkossa -materiaalin tuottaminen

Vuoden 2004 opetussuunnitelman tuomia muutoksia lähestyttiin tuottamalla verkkomateriaali Vettä verkossa (<https://koppa.jyu.fi/avoimet/kemia/ako>, Häkkinen ja Mäntylä 2005), joka sisälsi tekstiosion, veden ominaisuudet, sekä veden ominaisuuksiin liittyviä ja niitä kuvaavia piirroksia, valokuvia ja videoita. Materiaalin tuottaminen alkoi syksyllä 2005 ja sen tuottamisesta vastaisi pääosin tämän opinnäytetyön tekijä. Tarkoituksena oli antaa luokanopettajaopiskelijoille valmista opintomateriaalia tiettyjen veteen liittyvien FYKE-käsitteiden opiskelua varten.

Kozma (2003) havaitsi tutkimuksessaan asioiden erilaisten esitystapojen (teksti, kuvat) käyttö yhdessä tutkimuslaboratorioiden kanssa tarjoavan opiskelijoille kognitiivisia ja sosiaalisia etuja, jotka tukevat tieteellisten ymmärtämisen (CK) rakentumista ja tukee opiskelijoiden ajattelun kehittymistä sekä lisää heidän keskustelua aiheesta. Nämä periaatteet hyödynnettiin verkkomateriaalin rakentamisessa. Lisäksi työn opastamisessa käytettiin Helsingin yliopiston julkaisemaa ja Nevgin, Löfströmin ja Evälän (2005) toimittamaa teosta ”Laadukkaasti verkossa Yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet” sekä materiaalin toisen tekijän yhteyksiä (konsultaatiota) verkkopohjaisen materiaalin tuottamiseen, jolloin hyödynnettiin työn tekemisen ajankohdassa saatavilla olleita verkkopohjaisen opiskelun hyviä käytäntöjä.

Veden ominaisuuksien käsittely aloitettiin laatimalla veden miellekartta (Kuvio 8), jossa kukin veden ominaisuus on eritelty omaksi laatikoksi. Miellekartta on kuin käsittekartta ilman käsitteitä yhdistäviä sidosanoja.



Kuvio 9 Veden miellekartta verkkomateriaalissa (Vettä Verkossa, 2006 mukailen).

Veden ominaisuuksia käsittelevän miellekartan rakentamisen, teoriatextien, kuvien ja video-osioiden pohjana olivat tutkijan koulutustausta sekä aiheeseen liittyviä kirjallisia materiaaleja kuten Härmä, Nurmi ja Tiilikainen (1979), Hannola-Teitto, Jokela, Leskelä, Pohjakallio ja Rassi (2004), Lampiselkä, Sorjonen, Vakkilainen, Aroluoma, Kanerva ja Mäkelä (2004), Lehtiniemi ja



Turpeenoja (2004), Kaila, Meriläinen, Ojala, Pihko ja Salo (2006), Brown, LeMay ja Burstenin (2006). Vettä Verkossa -materiaali laadittiin, koska oppikirjoissa veteen liittyvät asiat olivat oppikirjan eri kohdissa ja jopa eri kirjoissa. Verkkomateriaalin tarkoitus on, että kaikki veteen liittyvät asiat löytyisivät yhdestä paikasta, joka näin lisäsi oppiaineiden integraatiota ja kontekstioppimista. Miellekartan jokainen veden ominaisuus -sana on aktiivinen päästään opiskelijan tutustumaan käsitteeseen. Veden ominaisuutta kuvaavasta käsitteestä pääsee lukemaan käsitteeseen liittyvää teoriaa. Teoriaosuuksia oli lisäksi täydennetty ilmiötä kuvaavilla piirustuksilla, valokuvilla ja lyhytkestoisilla videoilla. Verkkomateriaalia oli täydennetty myös demonstraatio-osuuksilla videoineen ja ohjeineen. Tätä tutkimusta varten vain veden käsite pintajännitys ja siihen liittyvät ilmiöt ovat kyselytutkimuksen kohteena. LIITE 1 sisältää Vettä Verkossa -materiaalista ne sivut, joita käytettiin tässä tutkimuksessa.

## 4.2 Kyselyn vastausten luokittelua ja analyysia

Aluksi luokanopettajaopiskelijat tutustuivat verkkomateriaalin teksti- ja video-osioihin. Vastaajilla oli mahdollisuus käyttää apunaan verkkomateriaalia. Kyselyn (LIITE 2 ja LIITE 3) aluksi opiskelijat vastasivat omin sanoin, miksi kolikko pysyi veden pinnalla. Seuraavaksi heiltä kysyttiin tieteellisiä perusteluja kolikon kellumiselle. Tarkoituksena oli tutkia, miten hyvin vastaajat pystyivät verkkomateriaalin perusteella liittämään yhteen veden pintajännitykseen liittyvät tekstit ja videot keskenään (makro vs. mikro). Tällöin saadaan tietoa materiaalin soveltuvuudesta syvemmän tason oppimiseen. Viimeisenä vastaajilta tiedusteltiin verkkomateriaalin soveltuvuudesta tavallisen opetuksen lisämateriaaliksi. Saadut vastaukset luokiteltiin kolmeen tai useampaan ryhmään riippuen kysymyksestä. Kunkin ryhmän vastausten kriteereinä käytettiin materiaalissa olevien asioiden ymmärtämistä ja soveltamista.

### 4.2.1 Kelluva raha

Kyselyn aluksi vastaajia pyydettiin selittämään omin sanoin, miksi kolikko voi pysyä veden pinnalla. Vastausten ryhmittely tehtiin sen perusteella, miten paljon vastauksessa esiintyi ilmiön selittämistä omin sanoin ja oliko vastauksessa osattu yhdistää verkkomateriaalissa esiintyviä Johnstonen kuvaamia makro- ja mikrotasojen tasoja oikein. Ryhmän 1 vastauksissa ilmiö on selitetty omin sanoin, yhdistämällä materiaalin video (= makrotaso) tekstiin ja kuviin (= mikrotaso).

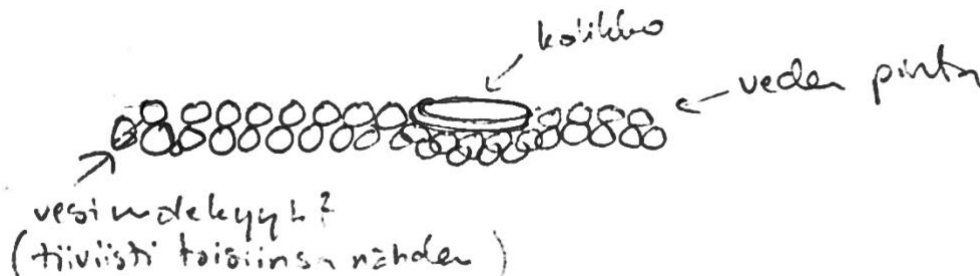
"Veden pinnalla olevat molekyylit ovat toisten vesimolekyylien kanssa yhteydessä vain toiselta puoleltaan. Eli syvemmällä vedessä olevilla on joka puolella vesimolekyyliä, mutta pinnassa olevilla ei. Pinnan vesimolekyylit kohdistavatkin jännitteen vahvasti vieressään oleviin molekyyleihin, jolloin niiden välille muodostuu suurempi jännite, kuin "syvemmällä" olevien vesimolekyylien välillä on mahdollista. Kevyt kolikko ei ole niin painava, että se pystyisi rikkomaan pinnan vesimolekyylien välisen jännitteen. Siksi se pysyy veden pinnalla." (VAST 18)

Tähän ryhmään (Ryhmä 1) sijoittui 5/21 kaikista vastauksista eli tieteellisesti tarkimmat vastaukset. Seuraavan ryhmän (Ryhmä 2) vastauksissa esiintyy mm. seuraavia termejä, jotka ovat peräisin materiaalista "adheesio/koheesio", "tiheys". Tähän ryhmään sijoittui neljä kaikista 21 vastauksesta. Ryhmän 3 vastauksissa käytetään termiä "kalvo", joka on peräisin materiaalista. Vastauksissa selittäminen omin sanoin on selvemmin esillä kuin aikaisemmissa ryhmissä. Tähän ryhmään sijoittui eniten yhdeksän kaikista vastauksista (9/21). Ryhmän 4 vastauksissa on maininta pintajännityksestä, mutta ei lainkaan perusteluja pintajännitykselle, esimerkiksi tyyliin "pintajännityksen vuoksi" (VAST 20). Näitä laadullisesti heikoimpia vastauksia oli kolme kappaletta.

#### 4.2.2 Vesi kolikon ympärillä

Tämän jälkeen vastaajia pyydettiin kuvaamaan, miten vesi käyttäytyy rahan kohdalla? Tämä piirrostehtävä oli vain ensimmäisellä vastausryhmällä eli ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvat luokanopettajaopiskelijat (=YLLI). Vastausten analyysistä tämä piirrostehtävä jätettiin pois, koska kaikilla ei ollut mahdollisuutta vastata tähän. Useat piirretyt kuvat olivat samoja mitä materiaalissakin. Tämä osoittaa vastaajien muistavan visuaaliset esitykset paremmin kuin tekstin. Kuvien samanlaisuus herättää kysymyksen vastaajien pintaoppimisesta. Materiaali oli käytössä → kopioivatko vastaajat vain. Tässä yhden vastaajan piirros (Kuvio 10).

##### b) Piirrä kuva, miten vesi käyttäytyy pennin kolikon kohdalla.



Kuvio 10 Vastaajan piirros veden käyttäytymisestä kolikon kohdalla

#### 4.2.3 Vesimolekyylin rakenteen merkitys

Seuraavaksi vastaajilta haettiin tieteellistä perustelua veden pintajännitykselle. "Mikä on vesimolekyylin **rakenteen** merkitys pintajännitykselle?" Opiskelijoiden vastauksista kartoitetaan lisää heidän tieteellistä osaamistaan (CK=content knowledge). Vastaukset jaettiin jälleen neljään ryhmään sen perusteella, miten niissä oli osattu yhdistää verkkomateriaalin tekstiä, kuvia ja videoita. Kysymykseen saaduista vastauksista voidaan todeta, että ympäristö- ja luonnontieteisiin erikoistuvan (=YLLI) ryhmän vastaajat selviytyivät paremmin, koska heille aiheeseen liittyvät käsitteet olivat tutumpia kuin luonnontieteisiin erikoistumattomien (=LO) ryhmäläisille. YLLI-ryhmäläisillä on takanaan kemian opintoja niin lukioajalta kuin yliopistostakin, jolloin heille veteen liittyvä kemia

ja sen ominaisuuksia kuvaava termistö oli ennestään tuttua. LO-ryhmäläisillä ei ole ollut lainkaan kemiaa sisältäviä yliopisto-opintoja, joten heidän kemian tietonsa perustuivat lukioaikaisiin kemian opintoihin. Muissa vastauksissa ryhmien vastaukset yhdistettiin, koska vastauksissa ei ilmennyt ryhmien välillä merkittäviä eroja. Ryhmittely on esitetty taulukossa 2.

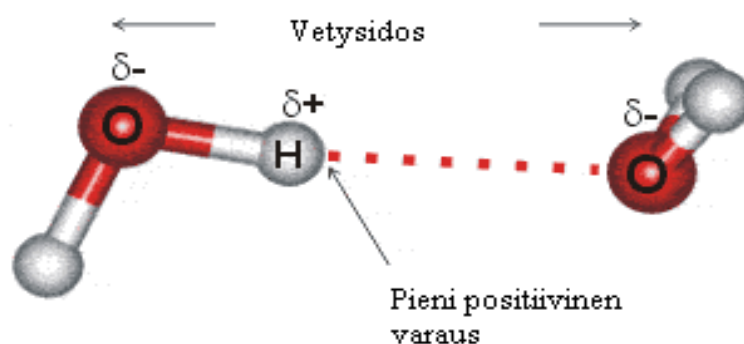
Taulukko 2 Vastausten luokitteluryhmät

Ryhmä 1	vastaa tieteellistä kuvausta
Ryhmä 2	osittain tieteellinen vastaus
Ryhmä 3	osittain, selittää omin sanoin
Ryhmä 4	ei vastaa tieteellistä kuvausta

Laadullisesti tässä osiossa vastausten luokittelu kohdennettiin neljään ryhmään siten, että Ryhmän 1 vastaukset edustavat parhaita ymmärtämisen tasoa ja ryhmä 4 huonointa. Ryhmän 1 vastauksissa vesimolekyylin rakenteen ja poolisuuden merkitys on ymmärretty. Verkkomateriaalissa mainitaan vesimolekyylin rakenteesta seuraavaa:

“Näistä hapen elektroneista kaksi sitoutuu vetyjen elektronien kanssa ja tällöin muodostuisi lineaarinen H - O - H. Näin ei kuitenkaan tapahdu, sillä hapella on vielä neljä vapaata elektronia elektronipilvessä. Sitoutuminen vetyjen kanssa aiheuttaa vesimolekyylissä pienen varausjakauman. Molemmille vedylle tulee positiivinen varaus ja hapelle negatiivinen vapaiden elektroniparien vuoksi. Vesimolekyylistä tulee taittunut ja varauksellinen. Nämä taittuneet vesimolekyylit voivat sitoutua toisiinsa vetysidoksen avulla.”

Materiaalissa pääsee tarkastelemaan vesimolekyylin varausjakaumaa klikkaamalla varausjakauma -sanaa. Tällöin avautuu sivu, jossa on kuva vesimolekyylidimeeristä, sen vetysidoksesta ja varausjakaumasta (Kuvio 10).



Kuvio 11 Vesidimeerin rakenne kuten se on esitetty verkkomateriaalissa

Tämän kysymyksen vastauksista vastausryhmään 1 ei tullut yhtäkään vastausta. Tämä on tulkittavissa siten, että vastaajat eivät olleet ymmärtäneet vesimolekyylin rakenteen merkitystä veden pintajännitykselle. Yhdessä vastauksessa vesimolekyylin rakenteen vaikutus oli huomioitu, mutta vedyn ja

hapon sähkövaraukset ovat menneet sekaisin. Vastaaja kuului YLLI-ryhmään, jolloin virhe todennäköisesti on syntynyt väärinymmärryksestä tai asian syvemmän ymmärtämisen puutteesta.

”Vesimolekyylin rakenne: kaksi vetyä (H) ja yksi happi (O), joka on kuusitoista kertaa vedyn kokoinen. Molekyylissä vedyt saavat negatiivisen varauksen ja happi positiivisen. Tästä syystä molekyylit eivät ole suorassa linjassa H-O-H. Ei- suoralinja on pintajännityksen kannalta suotuisampi rakenne.” (VAST 14)

Tämän ajatteluvirheen vuoksi kyseinen vastaus sijoittuu ryhmään 3. Vastauksessa on selkeästi ymmärretty vesimolekyylin rakenteen merkitys sen pintajännitykseen, mutta vastaus on virheellinen. Ryhmän 2 vastauksista esiintyi sanoja poolisuus, polaarisuus tai vetysidos yleisesti. Veden rakenteen merkitys ei tullut ilmi. Ainoa ja merkittävä ero vastausryhmien välillä ilmeni tämän kysymyksen vastauksissa. Kaikki tämän ryhmän vastaajat olivat YLLI-ryhmäläisiä.

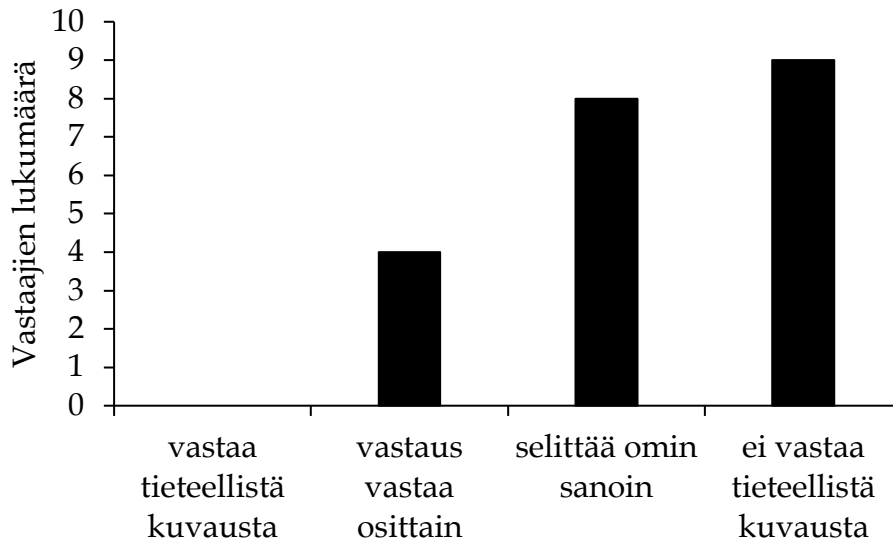
”Vesimolekyyli on poolinen, minkä seurauksena vesimolekyylien välille muodostuu vetysidoksia. Ilman vetysidoksia vedellä ei olisi niin voimakasta pintajännitystä.” (VAST 1)

Ryhmään sijoittui kaikkiaan neljä vastausta (4/21). Ryhmän 3 vastauksissa esiintyi vesimolekyylien välinen vetovoima, ja merkitystä oli selitetty omin sanoin. Tähän ryhmään sijoitettiin kahdeksan (8/21) vastausta, joista kaksi oli YLLI-ryhmäläisiltä ja loput kuusi LO-ryhmäläisiltä. Vastauksissa on maininta vesimolekyylin rakenteen edullisuudesta, joka johtaa veden vahvaan sitoutumiskykyyn ja sitä kautta edesauttaa pintajännitystä. Rakenteen merkityksestä ei ollut mainintaa. Poikkeuksena tässä ryhmässä on vastaajan yhdeksäntoista vastaus, joka voitaisiin sijoittaa ryhmään 1 ellei vastauksessa olisi ajatteluvirhettä.

”Vesimolekyyli rakentuu kahdesta negatiivisesti varautuneesta happiatomista ja yhdestä positiivisesta vetyatomista. Eri varaukset vetävät toisiaan puoleensa vahvasti.” (VAST 19)

Ryhmään 4 sijoitetut vastaukset tulkittiin, että vastaaja ei ollut ymmärtänyt kysymystä tai kysymykseen ei osattu vastata. Vastauksista yhdeksän sijoittui tähän ryhmään (9/21). Enemmistö vastaajista (6/21) kuului LO-ryhmään. Veden pintajännitystä koskevan kysymyksen vastausten kasautuminen ryhmään 4 paljastaa opettajan roolin merkityksen opeteltaessa haastavaa asiaa. Vastaajat kykenivät erottelemaan pintajännityksen makrotason (videot kokeista) ja mikrotason (teksti ja kuvat), mutta he eivät pystyneet yhdistämään näitä keskenään. Siten he eivät kyenneet selittämään mikä merkitys veden rakenteella on pintajännityksen syntyyn, joka toisaalta liittyy Johnstonen esittämän tiedon kolmen tason yhdistämisen vaikeuteen (kts. s. 18). Opiskelijoilta puuttui makro- ja mikrotasojen yhdistämistä selventävä tekijä eli opettaja, joka omalla opetuksellaan auttaa opiskelijoita yhdistämään näitä tasoja keskenään.

Vastausten jakauma kysymykseen veden rakenteen merkityksestä pintajännitykselle on esitetty Kuviossa 12.



Kuvio 12 Vastausten jakauma kysymykseen "Mikä on veden rakenteen merkitys pintajännitykselle?"

#### 4.2.4 Vesimolekyylin sitoutumisen merkitys

Opiskelijoiden aineenhallintaa kartoitettiin lisää seuraavassa kysymyksessä. Osallistujilta kysyttiin "Mikä on vesimolekyylin **sitoutumisen** merkitys pintajännitykselle?" Tämän kysymyksen vastaukset jaettiin kolmeen ryhmään vastauksen tieteellisen selityksen ymmärtämisen perusteella. Vastausten ryhmittely on esitetty taulukossa 3. Ryhmän 1 vastauksissa vesimolekyylin sitoutuminen oli ymmärretty tieteellisesti. Ryhmän 2 vastauksissa sitoutuminen oli ymmärretty, mutta se selitettiin omin sanoin. Ryhmän 3 vastaukset muodostuivat vastauksista, jotka eivät vastanneet tieteellistä kuvausta ja olivat muutenkin puutteellisia.

Taulukko 3 Vastausten ryhmittely

Ryhmä 1	tieteellisesti ymmärretty
Ryhmä 2	selitetty omin sanoin
Ryhmä 3	ei vastaa tieteellistä kuvausta

Ryhmän 1 vastauksissa vesimolekyylin sitoutumisen merkitys on vastausten perusteella ymmärretty. Kaikista vastauksista vain neljä (4/21) vastausta sijoittui tähän ryhmään.

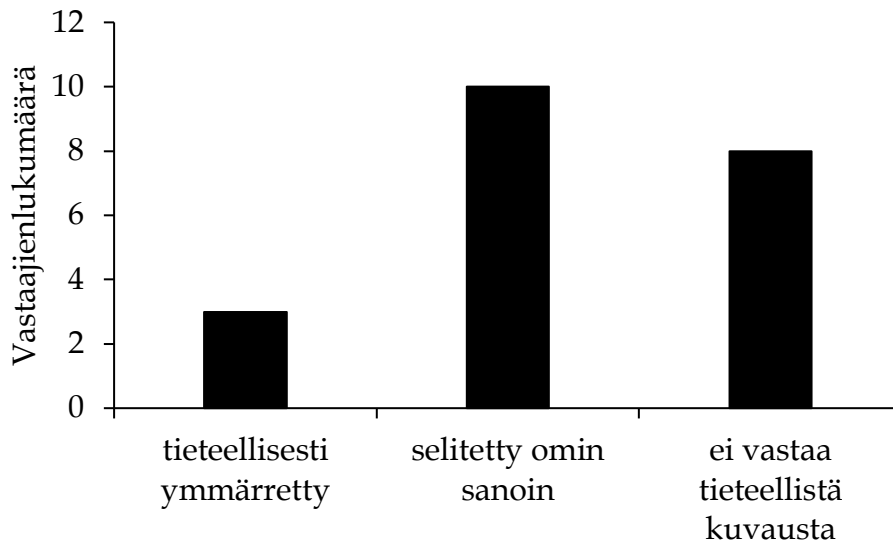
"Vesimolekyylit koostuvat kahdesta vedystä (H) ja yhdestä hapesta (O). Molekyylit liittyvät toisiinsa vetysidoksella, jossa toisen molekyylin vety ja toisen molekyylin happi liittyvät toisiinsa tämän sidoksen avulla. Vetysidos ei ole niin kova kuin kovalenttinen

sidos, mutta kuitenkin sen verran kova, että se mahdollistaa veden pintajännityksen.” (VAST 17)

Erikoista tässä vastauksessa on puhekielisen sanan ”kova” käyttö tieteellisessä vastauksessa. Vastauksen sanaa käytetään kuvaamaan tieteellistä sanaa vahva. Ryhmään 2, jossa asia oli selitetty omin sanoin, sijoittui suurin osa vastauksista 10/21. Vastauksista puuttuivat esimerkiksi maininnat kovalenttisista sidoksista tai vetysidoksista.

”Koska vesimolekyylit pystyvät sitoutumaan veden pinnassa vain viereisiin ja alapuoleisiin vesimolekyyleihin, muodostuu näiden molekyylien välille voimakkaampi vuorovaikutus.” (VAST 9)

Viimeiseen vastausten ryhmään, joka luokiteltiin ryhmään ”ei vastaa tieteellistä kuvausta”, sijoittui vastaajista kahdeksan (8/21). Vastausten jakautuminen kysymykseen ”Mikä on veden sitoutumisen merkitys pintajännitykselle?” on esitetty kuviossa 13.



Kuvio 13 Vastausten jakauma kysymykseen ”Mikä on veden sitoutumisen merkitys pintajännitykselle?”

Kuvion 13 vastausten keskittymisen ryhmiin selitetty omin sanoin /ei tieteellistä kuvausta, osoittaa opettajan merkityksen tärkeyden oppimisprosessin fasilitoijana. Veteen liittyvät käsitteet ovat haastavia ja työläitä oppia omatoimisesti. Tutkimustulokset tukevat käsitystä, että havainnollistavan ja kuvallisen materiaalin tukena tarvitaan opettajan aktiivista roolia edesauttamaan oppijan ymmärtämistä.

#### 4.2.5 Näkemyksiä verkkomateriaalista

Luokanopettajaopiskelijoilta kysyttiin materiaalin toimivuudesta: ”Mitä mielessäsi on päällimmäisenä tutustumaasi ja lukemaasi verkkomateriaaliin

liittyen?”. Opiskelijoiden vastaukset jakautuivat sen mukaan, miten paljon eri osa-alueet auttoivat vastaajaa ja miten kiinnostunut hän oli aiheesta. Materiaalin visuaalisuuden vaikutus asian omaksumiseen ja ymmärtämiseen muodosti yhden vastausryhmän. Visuaalisuuden todettiin havainnollistavan ja tuovan opetukseen haastavia ja vahvasti teoreettisia asioita. Videoissa olevat konkreettiset esimerkit helpottivat ja selkeyttivät asioiden ymmärtämistä.

”Videot olivat hyvin suuri plussa, niitä oli mielenkiintoista katsoa ja ne auttoivat ymmärtämään sekä tekstiä, että kuvioita.” (VAST 12)

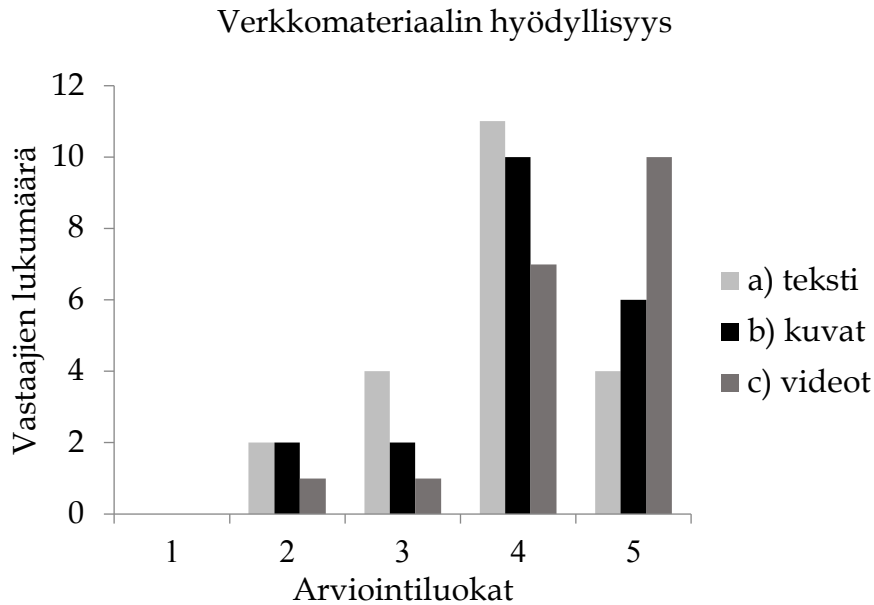
Materiaali sisälsi runsaasti tekstiä ja vastaajat eivät ole tottuneet tekstin paljouteen. Tekstin lukeminen ja sen sisältämien käsitteiden ymmärtäminen vaativat aikaa tekstin ollessa tiivistä ja oppikirjamaista. Tekstin sisältämät kemian käsitteet olivat haastavia ja niiden omaksuminen lyhyessä ajassa on vaativa tehtävä. Osa vastaajista koki tekstin uutena asiana ja osalle teksti taas toimi hyvänä lukio-opintojen kertauksena.

Vastauksissa kiinnitettiin myös huomiota materiaalin esittämiseen verkossa. Huomio kiinnittyi tekstin luettavuuteen ja esittämiseen verkossa. Osa vastaajista ei kokenut kemiaa kiinnostavana tai kokivat omat tietonsa kemiasta heikoiksi. Näistä vastauksista ilmenee opiskelijoiden kiinnostuksen ja motivaation puute kemiaa kohtaan.

”Vaikeaa tekstiä, piti lukea moneen kertaan ymmärtääkseni asian. Asiaan kylläkin vaikuttaa se, etten ole koskaan ollut kovin kiinnostunut kemian aiheista taikka sitten osaisin niitä ennestään hyvin.” (VAST 20)

#### **4.2.6 Verkkomateriaalin käytettävyys oppimisvälineenä**

Kuvioon 14 on koottu luokanopettajaopiskelijoiden vastaukset kysymykseen koko verkkomateriaalin hyödyllisyydestä. Tässä tutkimuksessa hyödyllisyydellä tarkoitetaan opiskelijan näkemystä verkkomateriaalin (tekstit, kuvat ja videot) eri osien soveltuvuudesta opiskelijan oman oppimisen tukena. Vastaajia oli yhteensä 21 luokanopettajaksi opiskelevaa. Vastaajat arvioivat tekstin, kuvien ja videoiden hyödyllisyyttä oman oppimisensa kannalta. Vaaka-akselilla ovat eri hyödyllisyyden arviointiluokat ja pystyakselilla vastaajien lukumäärä. Arviointiluokat muodostettiin pohjautuen Likert - asteikkoon. Arviointiluokat ovat 1 = ei lainkaan hyödyllistä, 2 = hieman hyödyllistä, 3 = en osaa sanoa / en ota kantaa, 4 = melko hyödyllistä ja 5 = erittäin hyödyllistä.



Kuvio 14 Verkkomateriaalin osien hyödyllisyys

Tarkasteltaessa verkkomateriaalin eri osia yhdessä huomataan, että vastaajista suurimman osan mielestä verkkomateriaalin kuvat ja videot ovat hyödyllisempinä kuin pelkän tekstin. Vastaajat totesivat kuvien ja videoiden olevan avuksi tekstien lukemisessa. Yksikään vastaajista ei kokenut verkkomateriaalin olevan hyödytön.

Jokaisen osan tekstin, kuvien ja videoiden hyödyllisyys käydään läpi aihekohtaisesti. Kuhunkin osaan on liitetty opiskelijoiden perusteluja vastauksilleen. Näissä on mainittu yhden yksittäisen seikan hyödyllisyys vastaajan kannalta. Saadut tulokset edustavat vain pientä joukkoa valmistuvia luokanopettajia, ja siksi arvioinnit ovat suuntaa antavia. Suurin osa (15/21) vastaajista koki tekstin melko tai erittäin hyödylliseksi (Kuvio 14, vaalean harmaa palkki). Osa vastaajista kertoi hyötyvänsä riittävästi pelkästä tekstistä.

"Lukemalla oppiminen on minulle helpointa." (VAST 3)

Teksti koettiin hyödylliseksi myös sen vuoksi, että kuvien ja videoiden sisältämä teoria ei olisi avautunut ilman selittävää tekstiä ja näin ollen helpottanut oppimista. Pelkkä teksti koettiin haastavana ja liian teoreettisena. Osa tekstin sisältämistä käsitteistä oli vastaajille uusia, vaikka ne on käsitelty lukion ensimmäisellä kurssilla. Seuraavaksi tiedusteltiin kuvien hyödyllisyyttä oppimisen kannalta. Vastaajien mielestä kuvat tukivat hyvin tekstiä ja muistamista. Myös negatiivista palautetta jaettiin, sillä kuvien koettiin olevan liian pieniä ja vähän epäselviä. Kuusitoista vastaajaa 21 vastaajasta (musta palkki, Kuvio 14) koki kuvien olevan heille melko tai erittäin hyödyllisiä oppimisen kannalta.

"Kuvien avulla asiat on helpompi sisäistää ja ne jäävät paremmin mieleen. Pelkkä teksti ja kaavat alkavat nopeasti väsyttämään ja kiinnostus loppuu ennen pitkää!" (VAST 11).



Viimeisenä kohtana kysyttiin videoiden hyödyllisyydestä oppimisen kannalta. Videot havainnollistivat tekstiä ja kuvia. Tekstissä olevaa käsitettä havainnollistettiin käytännön esimerkkien avulla. Kymmenen vastaajan mielestä videot olivat erittäin hyödyllisiä (tumman harmaa palkki, Kuvio 14).

”Teksti oli vaikeaselkoista kaikkien vaikeiden asiakäsitteiden vuoksi. Kuvat auttoivat myös tekstin ymmärtämistä ja videot yksinkertaistivat ja muuttivat teoreettisen tiedon käytäntöön.” (VAST 13)

Vastattuaan kysymykseen Vettä verkossa –materiaalin hyödyllisyydestä opiskelijat joutuivat perustelemaan kantansa edellä olleisiin kohtiin. Näissä perusteluissa todettiin materiaalin eri osien tekstin, kuvien ja videoiden toimivan toistensa tukena oppimisprosessissa. Pelkkä teksti koettiin vaikeaselkoisena ja liian teoreettisena. Tekstin osalta asian ymmärtämistä ja oppimista helpottivat materiaalissa olevat kuvat ja videoleikkeet.

”Aihepiiri on itselleni vieras. Teksti oli niin faktapitoista, että asioiden ymmärtäminen tarvitsee kuvia ja videoita avukseen. Yleensä teksti hyödyttää oppimista paljonkin, mutta nyt (uutta) asiaa tuli kerralla liikaa. Niinpä videot ja kuvat olivat tärkeä apu.” (VAST 12)

Puutteellisuus omissa kemian pohjatiedoissa koettiin myös materiaalin ymmärtämistä hankaloittavana tekijänä. Lukioaikaisista kemian opinnoista oli kulunut sen verran aikaa, että materiaalin edellyttämät kemian perustiedot tuntuivat etäisiltä ja uusilta. Veteen liittyvien käsitteiden esittäminen eri muodoissaan näytti helpottavan opiskelijoiden ymmärtämistä.

#### **4.2.7 Verkkomateriaalin soveltuvuus lisämateriaaliksi**

Kyselyn viimeisessä osiossa vastaajilta kysyttiin heidän mielipiteitään verkkomateriaalin eduista sekä haitoista oppikirjaan nähden. Esitetyt kysymykset olivat seuraavat:

- Mitä etua verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?
- Mitä haittaa verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?

Vastauksia on käsitelty kysymyskohtaisesti. Verkkomateriaalin etujen vastaukset jaettiin ensin kahdeksaan ryhmään: 1) havainnollisuus, 2) helppo saatavuus, 3) konkreettisuus, 4) opetuksen monipuolistaminen, 5) tiiviys, 6) motivoivuus, 7) päivitettävyyys ja 8) taloudellisuus. Toisella lukukierroksella tarkasteltiin saatuja ryhmiä ja näihin ryhmitellyt maininnat uudelleen. Alkuperäisiä ryhmiä yhdisteltiin viideksi luokaksi, jotka on lueteltu taulukossa 4.

Taulukko 4 Vastausten jakauma kyselyssä verkkomateriaalin eduista

Materiaalin havainnollisuus	4/21
Oleellinen tieto tiivistettynä yhteen paikkaan, helppo saatavuus	7/21
Materiaalin monipuolisuus	6/21
Materiaalin motivoivuus	4/21
Materiaalin taloudellisuus, päivitettävyyys ja muokattavuus	2/21

Suurin osa vastaajista (7/21) katsoi eduksi materiaalin tiiviyn, konkreettisuuden sekä helpon saatavuuden.

”Verkkomateriaali on helposti saatavilla, eikä kirjojen kautta voi oikein hahmottaa kemiallisia reaktioita samalla tavalla kuin verkon videoklippien kautta.” (VAST 20)

Vastaajien mukaan verkkosivusto oli havainnollisempi kuin kirja, sillä materiaalin visuaalinen osa täydensi ja selvensi kirjan tekstiä. Materiaalin totesi monipuoliseksi kuusi vastaajaa (6/21). Vastaajat totesivat materiaalin antavan opettajalle mahdollisuuden opetuksen eriyttämiseen.

Opettajaopiskelijoilta tiedusteltiin verkkomateriaalin haasteista kirjoihin nähden. Vastaukset jaettiin viiteen ryhmään, joista suurimpana epäkohtana (1/3) koettiin tietokoneella työskentelyn aiheuttamat fysiologiset oireet, mitä ovat pää- tai silmäsärky (Taulukko 5). Näiden haittojen lisäksi mainittiin tekniset ongelmat, kuten Internet-yhteyden toimivuus. Internetissä olevan tiedon luotettavuuden tai oikeellisuuden vastaajat kokivat haasteena, ellei tiedonlähde ollut heille ennestään tuttu.

Taulukko 5 Vastausten jakauma kyselyssä Verkkomateriaalin haasteet

Fyysiset oireet ja haitat	7/21
Kirjan käyttömukavuus	3/21
Internet-yhteys, tekniset ongelmat ja valvonta	4/21
Materiaalin luotettavuus	5/21
Ei haittaa	2/21

Vastaajat kokivat alakoulun oppilaiden itsenäisen tietokoneella työskentelyn haastavaksi. Jos oppilaiden kanssa työskennellään tietokoneluokassa, oppilaiden Internet-sivustoilla liikkumisen valvonta ja ohjaus on haasteellista. Mikäli opettaja esittelee sivustoja itse esim. videotykillä luokassa - jolloin tilanne on paremmin opettajan ohjailtavissa - sivusto koettiin hyvänä lisämateriaalina opetukseen. Vastaajien mukaan myös tietokoneiden käyttöön liittyvät tekniset ongelmat, kuten Internet-yhteyden takkuilu tulivat myös vastauksissa esille. Oppikirjan katsottiin olevan kaikkien helposti saatavilla, toisin kuin tietokoneen. Kirjan käyttömukavuuden verrattuna verkkomateriaaliin toi esiin kolme vastaajaa.

## 5 TAPAUS 2: LUMA-VIERAILIJA LUOKASSAMME

### 5.1 LUMA-vierailujen tavoitteet

LUMA-keskus Suomen tavoitteena on innostaa ja kannustaa lapsia ja nuoria matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian harrastamiseen ja opiskeluun uusien tiede- ja teknologiakasvatuksen avausten kautta, tukea ja innostaa niin virassa olevia kuin tulevia opettajia elinikäiseen oppimiseen varhaiskasvatuksesta korkeakouluihin koko Suomessa, sekä vahvistaa tutkimuspohjaista opetuksen kehittämistyötä<sup>18</sup>.

Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa mainitaan, että oppilaan oppiminen on aktiivista ja päämääräsuuntautunutta, itsenäistä tai yhteistä ongelmaratkaisua sisältävä prosessi. Lisäksi oppiminen on tilannesidonnaista, joten erilaiset oppimisympäristöt vaikuttavat oppimiseen. Opetuksessa on huomion arvoista, että eri aineiden väliset riippuvuudet ja asiayhteydet eivät jää oppilaille vieraksi. Fysiikka ja kemia eivät ole pelkkiä lukuaineita, joten itsetekeminen ja ilmiöiden tutkimuksellinen havainnointi ovat opiskelussa merkittävässä roolissa. Opetushallituksen mukaan opiskelun tulee myös innostaa oppilasta luonnontieteiden opiskeluun (Opetushallitus 2004). Opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2004, 186) mainitaan 5.-6. luokan fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiksi, että oppilas oppii

- työskentelemään ja liikkumaan turvallisesti ja ympäristöään suojellen sekä noudattamaan annettuja ohjeita
- tekemään havaintoja ja mittauksia, etsimään tietoa tutkittavasta kohteesta sekä pohtimaan tiedon luotettavuutta
- tekemään johtopäätöksiä havainnoistaan ja mittauksistaan sekä tunnistamaan luonnonilmiöihin ja kappaleiden ominaisuuksiin liittyviä syy-seuraussuhteita
- tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita, joissa selvitetään ilmiöiden, eliöiden, aineiden ja kappaleiden ominaisuuksia sekä niiden välisiä riippuvaisuuksia
- käytetään luonnontieteellisen tiedon kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa fysiikan ja kemian alaan kuuluvia käsitteitä
- ymmärtämään päihde- ja vaikuteaineiden vaarallisuuden.

Opetussuunnitelman (Opetushallitus 2004) kuvauksissa hyvästä osaamisesta 4. ja 6. luokan päättyessä mainitaan seuraavaa:

- 4. luokan päättyessä oppilas osaa käyttää keskeisiä fysiikkaan ja kemiaan liittyviä käsitteitä ja hahmottaa näitä kokonaisuuksina

---

<sup>18</sup> <https://www.luma.fi/>

- 6. luokan päättyessä osaa käyttää käsitteitä ja niiden yksiköitä aineiden, kappaleiden ja ilmiöiden ominaisuuksien kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa

Nämä hyvän osaamisen kuvaukset ja muut edellä mainitut oppilaan oppimisen tavoitteet vaikuttivat oleellisesti oppilasvierailujen töiden sisältöjen suunnitteluun. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi vierailujen suunnittelussa ja toteutuksessa sekä niiden aikana toteutettavissa töissä hyödynnettiin vierailujen toteuttajan eli tutkimuksentekijän monivuotisista opettajankokemusta peruskoulun luokkien 7-9 matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajana.

LUMA-vierailujen yhtenä tavoitteena on aktiivisesti tukea luokanopettajia LUMA-aineiden opettamiseen ja opiskeluun liittyvissä asioissa, sekä edistää LUMA-aineiden opiskelumotivaatiota.

## 5.2 LUMA-vierailujen toteutus

Muutokset vuoden 2004 opetussuunnitelmassa saivat luokanopettajat kommentoimaan, miten uudet muutokset vaikuttaisivat heidän opetukseensa. Opettajat ilmoittivat tarvitsevansa tukea opetukseensa, sillä he kokivat omaavansa osin jo vanhentunutta tai liian vähän tai puutteellista tietoa fysiikasta ja kemiasta (von Wright, Jaatinen ja Pirkkanen 2008, 89-91). Opettajat kertoivat sekä omassa FYKEN aineenhallinnassa (CK) että sen pedagogisessa aineenhallinnassa (PCK) olevan puutteita.

Keväällä 2011 Keski-Suomen LUMA -keskus yhdessä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen kanssa ryhtyi aktiivisesti tukemaan luokanopettajia LUMA-aineiden opettamiseen ja opiskeluun liittyvissä asioissa sekä edistämään LUMA-aineiden opiskelua. Yhtenä motivointikeinona käytettiin kouluihin suunnattuja alakouluvierailuja, jotka toimivat samalla luokanopettajan henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. Alakouluvierailut ajoittuivat kevätlukukaudella helmi-, maaliskuu- ja huhtikuulle ja syyslukukauden aikana syys-, loka- ja marraskuulle. Tämä mahdollisti kaksi vierailua samalle oppilasryhmälle vuoden aikana. Tätä hyödynnettiin siten, että viidennen luokan keväällä oli kemia-aiheinen vierailu ja syksyllä, kun samat oppilaat olivat kuudennella luokalla, vierailu keskittyi fysiikkaan. Vierailuja varatessaan opettajilla ei aina ollut toivomusta aiheesta tai teemasta, joten heille kerrottiin erilaisista FYKE-opetukseen liittyvistä vaihtoehdoista, joista ehdotettiin luokalle sopivaa aihetta ja työtä, joka tukisi opetussuunnitelman sisältöä sekä sisältyisi opetettavaan aiheeseen. Vierailut olivat pääasiassa kahden oppitunnin mittaisia kokeellisuuden painottuvia tunteja, joiden aiheet olivat oppilaiden arkipäivässä kohtaamia sekä heidän kokemusmaailmaansa liittyviä ilmiöitä. Työt toteutettiin paritöinä noudattaen vuoden 2004 peruskoulun opetussuunnitelman vuosiluokkien 5-6 fysiikan ja kemian oppiaineiden tavoitteita ja keskeisiä sisältöjä.

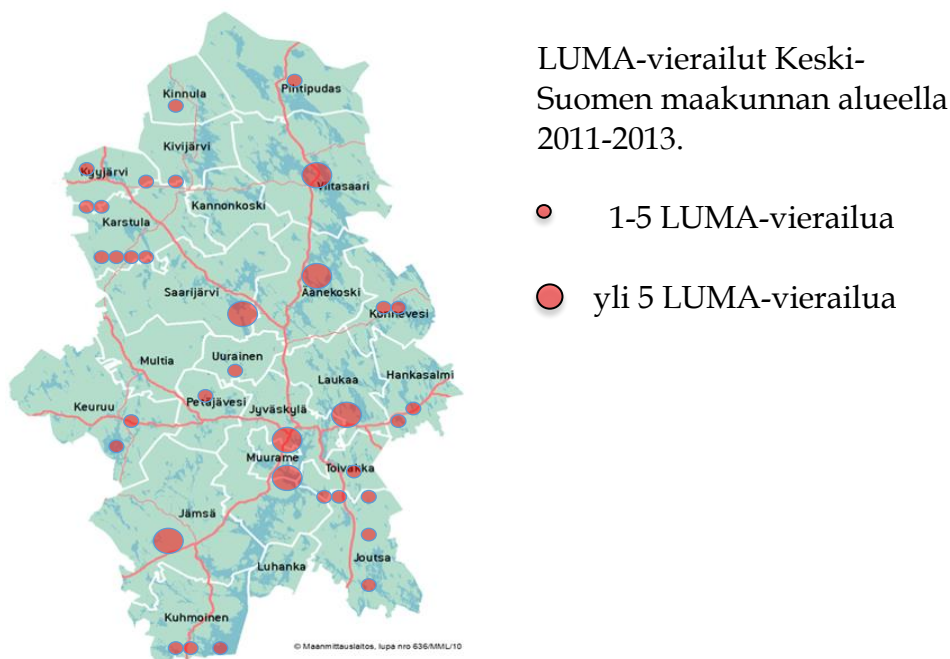
Vierailut suunnattiin aluksi kaikille alakoulun luokka-asteille 1-6. Kahtena viimeisenä vuotena vierailut keskittyivät 5.-6. luokille, koska kemia ja fysiikka olivat tulleet vuoden 2004 opetussuunnitelmassa 5.-6. luokille uusina oppiaineina ja vierailun tarkoituksena oli tutustuttaa oppilaita kemian ja fysiikan

ilmiöihin arkipäivää hyödyntäen. Taulukossa 6 on esitetty tutkimukseen osallistuneiden vierailujen määrät kouluilla.

Taulukko 6 Alakouluvierailut vuosina 2010-2013

Vierailuvuosi	Vierailuja yhteensä
2011	85
2012	121
2013	105

Kuviossa 15 on kuvattu punaisella ympyrällä paikkakunnat, joissa LUMA-vierailut tapahtuivat vuosina 2011-2013. Mitä suurempi pallo on, sitä useampi vierailu. Vierailujen määrä koulussa kertoo koulun oppilas- ja rinnakkaisluokkamäärästä. Vierailualueen ollessa koko Keski-Suomen maakunta joukkoon mahtuu paljon pien- ja kyläkouluja. Pienkouluissa oli yleensä yksi kappale viidettä ja kuudetta luokkaa. Kyläkouluissa luokat ovat yhdistelmäluokkia esimerkiksi 1. ja 2. luokkalaiset, 3. ja 4. luokkalaiset, 5. ja 6. luokkalaiset tai 1.-2. luokkalaiset ja 3.-6. luokkalaiset yhdessä. Yhdistelmäluokat asettivat aina haasteita vierailun aiheen valinnan ja toteutuksen suhteen. Vierailujen aiheeksi valikoitui sellainen arkipäivään liittyvä kemian tai fysiikan ilmiö, joka oli vierailun oppilaille jollainlailla tuttu ja sopi kyseisille luokkasteille.



Kuvio 15 LUMA-vierailut Keski-Suomen maakunnassa

Liitteessä 4 on lueteltu koulut, joissa vierailut tapahtuivat ja niiden lukumäärät (LIITE 4). Vierailun lukumäärän ollessa suurempi kuin yksi tai kaksi on kohteena ollut useampi 5. tai 6. luokka. Vierailuja toteutettiin kaikkiaan 56 eri

alakoulussa. Näistä 33 koulussa (56%) LUMA-vierailu toteutettiin vain yhtenä vuotena, 20 koulussa (20%) vierailtiin kahtena vuotena ja kolmessa koulussa (5 %) vierailtiin kaikkina kolmena vuotena.

### 5.3 Oppilastyöt sekä niiden kuvaukset

Toiminnallisten ja konkreettisten sekä alakouluun sopivien oppilastöiden valintaa varten tutkija kävi läpi useita kemian ja fysiikan demonstraatiokirjoja, peruskoulun kemian ja fysiikan oppikirjoja, kemian ja fysiikan opettajaoppaita, lukion kemian ja fysiikan kurssikirjoja sekä omia muistiinpanojaan.

Työt ryhmiteltiin kemian ja fysiikan töiksi opetussuunnitelman perusteissa 2004 mainittujen fysiikan ja kemian keskeisten sisältöjen alle. Vaikka opetussuunnitelmassa on yhteinen oppiaine fysiikka ja kemia, jakaantui oppiaine keskeisten sisältöjen kohdalla fysiikan sisällöksi ja kemian sisällöksi (POPS 2004, 186). Fysiikassa keskeisiä sisältöjä oli kaksi: energia ja sähkö sekä luonnon rakenteet. Kemiassa keskeisenä sisältönä oli aineet ympärillämme.

#### 5.3.1 Fysiikan työt

Taulukoihin 7 ja 8 on koottu fysiikan kuhunkin keskeiseen sisältöön liittyvät työt. Kunkin työn toteutus ja sisältö on kerrottu taulukon alla. Jokainen oppilastyö on käsitelty omana lukunaan.

Taulukko 7 Energia ja sähkö (Opetushallitus 2004, 186)

Keskeisen sisällön osa-alue	Oppilastyö
Lämmön, valon ja liikkeen aikaansaaminen sähkön avulla sekä sähköturvallisuus	Hankaussähkö, sähkönjohtavuus ja sähköturvallisuus, sähköopin peruskytkenät
Erilaisia sähkön ja lämmön tuotantotapoja sekä energiavarat	Sähkövirran lämpövaikutus

Osa-alueeseen energia ja sähkö kuuluivat neljä työtä: hankaussähkö, sähköopin peruskytkenät, sähkönjohtavuus ja sähköturvallisuus sekä sähkövirran lämpövaikutukset. Vierailujen joukosta kaikki sähköön liittyvät aiheet olivat opettajista sopivia aiheita. Syiksi he mainitsivat muun muassa laitteiden puuttumisen koululta sekä omien sähköön liittyvien tietojen puutteellisuuden.

#### Hankaussähkö

Hankaussähkö työssä oppilaat saivat ilmapallon ja astiaan riisimuroja. Oppilaiden tehtävän oli nostaa mahdollisimman monta riisimuroa lautaselta itselle "aamiaiseksi". Kuviossa 16 on kuvattu lähtötilanne. Tämän jälkeen oppilas hankasi ilmapallolla hiuksiaan ja vei varautuneen ilmapallon riisimurojen yläpuolelle, jolloin muret hyppäsivät kiinni ilmapallon pintaan.



Kuvio 16 Riisimurot ja ilmapallo

Aamiaismurojen lisäksi keskusteltiin syntymäpäiväkutsujen koristeluista ilmapalloilla ja uuden kampauksen tekemisestä juhliin. Hankaussähköön liittyviä töitä tekivät 3.luokan oppilaat. Tehty työ oli erittäin havainnollinen ja toteutti erästä opetussuunnitelmassa olevaa vuosiluokkien 1-4 oppimistavoitetta:

”Oppilas oppii tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita ja käyttämään niitä käsitteitä, joiden avulla ympäristöä sekä niihin kuuluvia ilmiöitä ja kohteita kuvataan ja selitetään.” (Opetushallitus 2004).

Oppilas käytti yksinkertaisia ja arkielämään liittyviä välineitä ilmiön havaitsemiseen. Nämä työt jäivät pois, kun vierailuissa keskityttiin FYKE-opintonsa aloittaneihin viidensiiin ja kuudensiiin luokkiin.

### Sähkön johtavuus ja sähköturvallisuus

Sähkön johtumiseen ja sähköturvallisuuteen liittyvässä työssä tutkittiin sähkönjohtavuutta erilaisissa vesissä (LIITE 12). Yhteys oppilaiden arkipäivään saatiin pohtimalla ”Miksi ukkosenilmalla ei saa mennä järveen uimaan?”. Tästä seurasi vilkas keskustelu oppilaiden kanssa ja he kertoivat, että vesi johtaa sähköä, siksi ei saa mennä uimaan. Asiaa ryhdyttiin tutkimaan paikalle tuodun sähkönjohtavuusilmaisimen avulla. Sähkönjohtavuusilmaisimella kysyttiin ääni- ja valomerkillä johtaako neste sähköä vai ei. Sähkönjohtavuutta mitattiin kolmesta juomalasissa olevasta vesinäytteestä, jotka olivat merivesi, hanavesi ja ionivaihdettu vesi. Oppilaille ei kerrottu etukäteen mitään muuta kuin nämä nimet. Näistä merivesi ja juomavesi johtavat sähköä. Oppilaat päättelivät merivedessä olevan suolan olevan syy sähkönjohtavuuteen perustuen heidän aiempiin kokemuksiinsa/tietoihin asiasta. Juomaveden sähkönjohtavuus sai aikaan oppilaissa kognitiivisen ristiriidan, miksi se johtaa sähköä, vaikka siinä ei ole suolaa? Ilmiötä ja siihen liittyvää teoriaa ryhdyttiin käsittelemään biologian kautta; ihmisen solut tarvitsevat toimiakseen erilaisia suoloja ja kivennäisaineita, joita juomavesi sisältää. Näitä ravinteita saamme juomaveden ja ravinnon mukana. Kolmannessa lasissa ollut ionivaihdettu vesi oli oppilaille uusi käsite. He kyselivät mitä se on ja missä sitä käytetään? Käsitettä lähestyttiin oppilaille tutun arkielämän kautta. Heille kerrottiin, että ionivaihdetun vesi on vettä, joka sisältää vain vesimolekyylejä, arkikielessä puhutaan akkuvedestä. Oppilaille mainittiin myös laboratorioden käyttävän erilaisissa tutkimuksissaan ionivaihdettua vettä. Tämän veden juominen on ihmiselle haitallista, koska siitä



on poistettu veteen liuenneita meidän tarvitsemiamme kivennäisaineita joko tislamalla tai ionivaihdolla. Vesien sähkönjohtavuuden tutkimisen jälkeen oppilaat pohtivat miksi ihminen saa sähköiskun uudessaan ukkosenilmalla vedessä? ja miten sähkö ”kulkeutuu” ihmiseen? Oppilaita avustettiin kysymällä heiltä mitä ainetta ihmisessä on eniten? Oppilaat antoivat vastaukseksi, että vettä. Tämän jälkeen tutkittiin oppilaiden oma sähkönjohtavuus tutkijan mukanaan tuomalla laitteella. Oppilaiden sähkönjohtavuuden mittaamiseksi heidän pitäisi liikkua sen verran, että heille tulisi pieni hiki. Tuntien väliin osui välitunti, jonka aikana oppilaita pyydettiin liikkumaan. Seuraavan tunnin alkaessa jokaisella oppilaalla oli enemmän tai vähemmän hiestä kostea hiusraja. Oppilaiden sähkönjohtavuus testattiin ja todettiin heidän johtavan sähköä. Nämä molemmat demonstraatiot herättivät oppilaat keskustelemaan sähkön vaarallisuudesta ihmisille. Lopuksi viikkoon koottiin yhteinen vastaus uimakiellosta ukkosenilmalla. Kodin sähköturvallisuus ja erityisesti pesutilojen pistorasian vieressä oleva varoitustaulu teksteineen palasivat oppilaiden mieliin ja he totesivat tekstin erittäin hyödylliseksi. Keskustelua sähköturvallisuudesta jatkui vierailun jälkeenkin, sillä oppikirjassa käsiteltiin samaa aihetta.

### Sähköopin peruskennät

Tämä sähköoppiin liittyvä työ oli yksinkertaisen virtapiirin rakentaminen sekä lamppujen sarjaan- ja rinnankytkennät (LIITE 13). Aluksi tutustuttiin ja piirrettiin sähkölaitteiden piirrosmerkit. Tämän jälkeen kaikista näistä kolmesta työstä piirrettiin kytkentäkaaviot vihkoihin. Piirtäminen otettiin mukaan, koska viivoittimen avulla piirtäminen harjoitti oppilaiden käden motoriikkaa sekä tutustutti heidät tekniseen ja tarkkaan piirtämiseen. Perusopetuksen opetussuunnitelma 2004 mainitsee työtavoista muun muassa

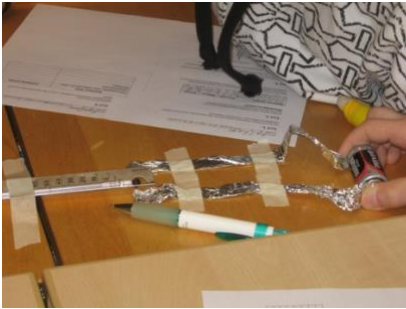
”Opetuksessa tulee käyttää oppiaineelle ominaisia menetelmiä ja monipuolisia työtapoja.”  
(Opetushallitus 2004)

Työn toteuttivat kuudennen luokan oppilaat rakentamalla ja piirtämällä ensin yhdessä yksinkertaisen virtapiirin. Tehtävän haasteellisuutta lisättiin. Oppilaita pyydettiin kytkemään kaksi lamppua siten, että aluksi molemmat palavat. Kun ensimmäinen lamppu kierretään irti, toinenkin sammuu. Tästä piirrettiin yhdessä kytkentäkaavio, joka nimettiin sarjaan kytkennäksi. Oppilailta kyseltiin, muistavatko he kotoa laitetta, joka toimisi samalla periaatteella. Oppilaiden mietittyä hetken aikaa, vastaukseksi saatiin joulukuusen kynttilälamput. Tällä kysymyksellä haettiin kytkennän yhteyttä arkielämään. Seuraavaksi työtä muutettiin niin, että aluksi kaksi lamppua palaa, mutta kun toinen lamppu kierretään irti jää ensimmäinen lamppu palamaan. Kytkentä poikkeaa jonkin verran sarjaan kytkennästä, jolloin tehtävän ratkaisemiseen kului hieman enemmän aikaa ja yrityksiä. Kytkentä nimettiin rinnankytkennäksi ja se piirrettiin vihkoihin. Tälle kytkennälle löydettiin keskustelun jälkeen käytännön sovellus kotoa, esimerkiksi kodin eri huoneiden sähköpiirit. Kun omasta huoneesta palaa lamppu, palavat valot silti muissa huoneissa eli kodin eri huoneiden sähköpiirit on kytketty keskenään rinnan. Nämä yhteydet

arkielämään oppilaat kokivat asioita selventävinä ja ymmärrettävinä. Työ oli vierailun fysiikan töistä suosittu ja lisäksi samoja asioita käsiteltiin kuudennen luokan FYKE:n opetuksessa.

### Sähkövirran lämpövaikutus

Tässä työssä oppilaat lämmittivät parsinneulaa ilman etuvastusta 1,5 Voltin paristolla. Koejärjestelyt on esitetty kuviossa 17. Oppilaille jaettu työmoniste on kuvattu liitteessä 14 (LIITE 14).



Kuvio 17 Parsinneulan lämmitys

Oppilaat mittasivat kuinka suureksi lämpötila voi nousta ja tilastoivat tuloksensa monisteeseen. Parsinneulan lämpötila nousee korkealle, jolloin oppilaiden kanssa mietittiin ja pohdittiin, mikä laite kotona toimii samalla periaatteella. Vastaukset koottiin yhdessä monisteeseen ja lopuksi moniste liimattiin oppilaan FYKE-vihkoon. Oppilaita pyydettiin mainitsemaan vähintään viisi kotoa löytyvää laitetta, jotka toimisivat samalla periaatteella. Yhden ehdotetun laitteen toimintaperiaatteen selvittyä oppilaat muistivat lisää vastaavasti toimivia laitteita helposti kotoa, kuten esimerkiksi leivänpaahdin. Nämä keskustelut olivat erittäin antoisia kaikille osapuolille. Oppilaat huomasivat miten FYKE liittyy heidän jokapäiväiseen elämäänsä.

### Pyramidirakentajien kuljetusongelma

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 mainitsee viidennen ja kuudennen luokan fysiikan toisena keskeisenä sisältönä luonnon rakenteet. Taulukoon 8 on koottu tämän fysiikan keskeisen sisällön osa-alue sekä siihen liittyvä työ.

Taulukko 8 Luonnon rakenteet (Opetushallitus 2004, 186)

Keskeisen sisällön osa-alue	Oppilastyö
Maan vetovoima ja kitka sekä voimista aiheutuvia liike- ja tasapainoilmiöitä	Pyramidirakentajien kuljetusongelmat

Pyramidirakentajien kuljetusongelmat oppilastyössä tutustutetaan eri kitkalajeihin, joita ovat lepokitka, liukumiskitka ja vierimiskitka sekä niihin vaikuttaviin tekijöihin. Työn toteuttajina olivat viidennen luokan oppilaat. Oppilaat olivat egyptiläisiä pyramidirakentajia ja heidän tehtävänä oli siirtää "kivenlohkareita" (=punnus) pyramidin rakennustyömaalle aikana, jolloin pyörää ei vielä ollut otettu käyttöön. Oppilaat tutustuivat eri kitkalajeihin, kitkan suuruuteen vaikuttaviin tekijöihin sekä kitkan hyötyihin ja haittoihin (Kuvio 18).



Kuvio 18 Kitkaan tutustumista

Kitkan hyötyihin ja haittoihin päästiin tutustumaan kysymällä oppilailta, miksi maanteille laitetaan hiekkaa talvella ja miten maastopyörässä hyödynnetään kitkaa? Lisäksi heitä pyydettiin mainitsemaan ajankohdat, jolloin ihminen tarvitsee jarrusukkia ja miksi? Tämä työ oli hyvin toiminnallinen ja haastava. Jatkossa viidensillä luokilla keskityttiin kemiaan liittyviin töihin.

### 5.3.2 Kemian työt

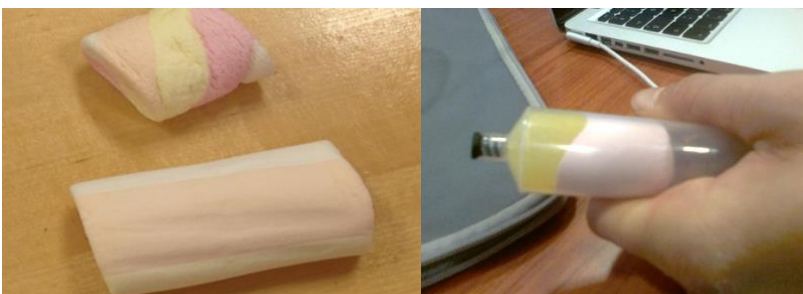
Kemian keskeisen sisällön muodostaa aihe aineet ympärillämme, joka jakautui viiteen alaosaan. Taulukossa 9 on koottuna yhteen kemian keskeisen sisällön alaosat sekä niihin liittyvät oppilastyöt. Oppilastyöt on esitelty osa-alueissaan.

Taulukko 9 Aineet ympärillämme (Opetushallitus 2004, 186)

Keskeisen sisällön osa-alue	Oppilastyö
Ilman koostumus ja ilmakehä	Ilman tiheyden ilmiötä, paineen havainnollistaminen
Veden ominaisuudet ja sen merkitys liuottimena, luonnonvesien tutkiminen sekä veden puhdistus	Pintajännitys, kapillaari-ilmiö, lämpötilan mittaaminen ja jäätymispisteen alenema, tutustuminen liukenemiseen vaikuttaviin tekijöihin
Maaperästä saatavien aineiden luokittelu sekä aineiden erotusmenetelmät	Ongelma kalastusretkellä, liman teko, paperikromatografia, kemian käsitteisiin tutustumista ja alkuainebingo
Elinympäristöön kuuluvien aineiden ja tuotteiden alkuperä, käyttö ja kierrätys sekä niiden turvallinen käyttö	Happohyökkäys hampaisiin, happamat ja emäksiset aineet sekä kemikaalien käyttöturvallisuusmerkit

#### Ilman koostumus ja ilmakehä

Ilman koostumus ja ilmakehä osioon liittyi kaksi työtä: ilma ja sen tiheyteen tutustuminen sekä ilmanpaine ja sen vaikutuksia. Ilman tiheyteen liittyvässä työssä tutkittiin miten suljetussa systeemissä (=ilmapallolla suljettu keittopullo) lämpötilan muutos vaikuttaa sen tilavuuteen. Työssä sovellettiin yleistä kaasujen tilayhtälöä ( $pV = nRT$ ), jossa lämpötilan nousu lisää tilavuutta. Kuviossa 19 on kuvattu paineen vaikutus vaahtokarkkiin sekä suljettu systeemi. Tässä työssä, paineen havainnollistaminen tutkittiin miten suljetussa systeemissä (=injektioruisku) paineen muutos vaikutti vaahtokarkin muotoon ja kokoon. Työssä tutustuttiin Boylen lakiin ( $pV = \text{vakio}$ ). Molemmat työt ovat erittäin visuaalisia ja hyvin ilman ilmiötä havainnollistavia. (LIITE 15)



Kuvio 19 Paineen vaikutus vaahtokarkkiin ja suljettu systeemi

## Veden ominaisuudet ja sen merkitys liuottimena

Veteen liittyviä töitä olivat tutustuminen veden pintajännitykseen ja kapillaari-ilmiöön. Nämä käsitteet, pintajännite ja kapillaari-ilmiö olivat oppilaille vieraita, oppilaat eivät osanneet yhdistää ilmiötä ja siihen liittyvää käsitettä toisiinsa. Oppilaat olivat käyneet aikaisemmin oppitunneilla läpi teoriaa kyseisistä ilmiöistä ja niiden esiintymisistä luonnossa. Oppilaat tutustuivat rahan kellumiseen sekä veden "kiipeämiseen" lasiputkessa. Heillä oli eräänlaista epäuskoa ilmiöihin ja niihin liittyviin käsitteisiin, he pitivät käsitteitä taikatemppeina. Vierailun aikana he pääsivät itse toteuttamaan ja havainnollistamaan nämä aiheeseen liittyvät ilmiöt vierailijan tuomilla välineillä. Tämän vierailun aikana oppilaille selvisi, että kyseiset ilmiöt mitä käsitteet pintajännitys ja kapillaari-ilmiö tarkoittavat. Kuviossa 19 on oppilaiden tekemä työ veden pintajännityksestä ja kolikosta.



Kuvio 20 Veden pintajännitys ja kolikko

Veden lämpötilan mittaaminen ja jäätymispisteen alenema -työssä oppilaat mittasivat aluksi jäämurskan lämpötilan. Näin harjoiteltiin mittaustulosten lukemista ja mittaustarkkuutta. Tämän jälkeen astiassa olevan jäämurskan annettiin sulaa hieman, jotta astiassa oli vettä sekä nesteinä että kiinteässä olomuodossa. Astiaan lisättiin tavallista ruokasuolaa ja katsottiin, mitä lämpötilalle tapahtui. Oppilaat yllättyivät lämpötilan laskusta ja siitä, että osa vedestä oli kuitenkin nesteinä. Lämpötilan mittaamiseen ja jäätymispisteen alenemaan liittyvät välineet löytyivät yleensä kouluilta jäämurskaa lukuun ottamatta. Työn lopuksi oppilaiden kanssa keskusteltiin ilmiön esiintymisestä arkielämässä eli teiden suolauksesta sekä sen hyödyistä ja haitoista talviliikenteessä. Kun tämä työ tehtiin kerran vierailijan tuomilla välineillä ja opettajat näkivät nämä yksinkertaiset välineet, totesivat he työn onnistuvan koulun omilla välineillä.

Näiden töiden jälkeen opettajien kanssa keskusteltiin muistakin oppilaille sopivista kemiaan ja fysiikkaan liittyvistä kokeellisista töistä. He tiedustelivat myös alakouluun sopivista veteen ja sen ominaisuuksiin liittyvistä opettajademonstraatiosta, niiden toteutuksista ja tarvikkeista. Opettajille esiteltiin myös Vettä Verkossa sivusto, josta löytyy veteen liittyvää teoriaa, kuvia ja lyhyitä videopätkiä. Muita veteen liittyviä oppilastöitä oli oppikirjoissa riittävästi, joten jatkossa nämä jäivät pois vierailuaiheista.

## Ongelma kalastusretkellä

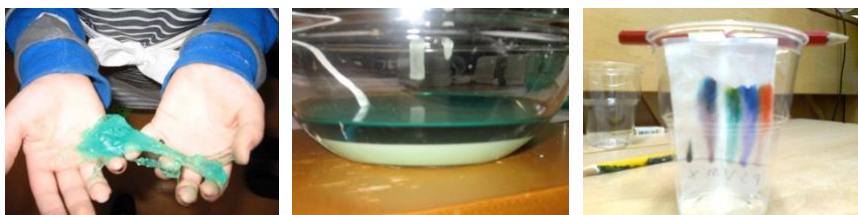
Ongelma kalastusretkellä käsitteli aineiden erotusmenetelmiä (Torn 2006, 32-35) ja kuului osa-alueeseen maaperästä saatavien aineiden luokittelu sekä aineiden erotusmenetelmät. Oppilaat laativat ja esittivät ensin ongelman ratkaisemiseksi toteutus suunnitelman, jonka he sitten toteuttivat. Tehtävä oli avoin oppilastyö, johon liittyi seuraava kertomus. "Ville oli kalastusretkellä ja retken päätteeksi hän aikoi savustaa saaliinsa. Savustuspöntön viereen hiekalle oli kasattu sahanpuruja sytykkeiksi, helpottamaan tulen sytyttämistä. Tullessaan savustuspaikalle hänen suolapussinsa putosi ja suola levisi sahanpurukeon päälle. Ville sai kerättyä talteen melkein kaiken hiekan, suolan ja sahanpurun seoksen savustuspaikalla olleeseen pesuvatiin. Hän istui miettimään, miten saisi nämä kolme asiaa erilleen toisistaan. Tehtävänänne on nyt auttaa Villeä ja laatia suunnitelma, miten Ville saa suolan, hiekan ja sahanpurut erilleen toisistaan omiin astioihinsa. Tämän jälkeen toteutate suunnitelmanne."

Oppilaat miettivät ja laativat työparinsa kanssa ratkaisusuunnitelman, jonka he sitten esittelivät tutkijalle. Työ oli oppilaille haastava ennakkosuunnitelman laadinnan vuoksi, mutta he tekivät työn innolla arkipäiväisyyteen liittymisen vuoksi. Tähän työhön opettajat olivat tyytyväisiä, koska kokeellinen työskentely oli pääosassa ja oppiminen tapahtui ilman oppikirjaa.

## Lima ja paperikromatografia

1.-2. luokilla vierailujen aiheena oli työ nimeltään "Liman teko ja paperikromatografia", jonka tärkeimpänä tarkoituksena oli kannustaa oppilaita havaintojen tekemiseen ja niistä kertomiseen sekä tutustuttaa oppilaita kemiaan liittyviin käsitteisiin. Työt ohjeineen on kuvattu liitteissä 16 ja 17 (LIITE 16, LIITE 17). Töissä toteutuvat erittäin hyvin vuosiluokkien 1-4 opetussuunnitelmasta oppimistavoite, yksinkertaisten luonnontieteellisten kokeiden tekeminen sekä ilmiön kuvaamiseen liittyviin käsitteisiin tutustuminen ja niiden käyttö. Havaintojen kirjalliseen tuottamiseen ei kiinnitetty niin paljon huomiota kuin suulliseen esitykseen.

Ensimmäisillä luokilla oppilaiden kirjoittaminen on hieman haastavaa, joten työn koontivaiheessa keskityttiin oppilaiden suulliseen palautteeseen. Oppilaat kertoivat ja kuvailivat mahdollisimman tarkasti mitä työssä tehtiin ja miltä tuotos näytti. Töitä tehdessään he tutustuivat uusiin kemiaan ja fysiikkaan liittyviin käsitteisiin sekä opettelivat niiden käyttöä. Ensimmäisellä vierailutunnilla yhdistettiin eri aineita yhteen, valmistettiin seosta eli limaa (LIITE 16). Oppilaat yhdistivät vettä ja perunajauhoja sopivassa suhteessa, joista muodostui limaa, joka on veden ja perunajauhojen suspensio eli heterogeeninen seos. Jotta limasta tuli värillinen, käytetty vesi värjättiin aluksi elintarvikevärillä. Koska seos oli heterogeeninen, kaikki limat koottiin tunnin lopussa yhteen isoon lasiastiaan ja seosta tarkasteltiin uudelleen vierailun lopussa, jolloin vesi- ja perunajauhokerrokset erottuivat selvästi.



Kuvio 21 Lima ja paperikromatografia

Toisella tunnilla oppilaiden tehtävänä oli erotella tutkittavasta seoksesta osat erilleen (LIITE 17). Tämä toteutettiin tutkimalla mistä eri väreistä vesiliukoinen tussi on koostunut. Oppilaat tutkivat mistä ei väriestä musta tussi koostuu. Molemmat työt ovat yksinkertaisia tehdä, joten työskentelyn pääpaino olikin luonnontieteellisten työtapojen opettelemisessa ja uusiin käsitteisiin tutustumista. Molemmat työt toimivat samalla hyvänä integraationa äidinkieleen. Tuntien aikana harjoiteltiin työohjeiden kuuntelemista ja niiden mukaan työskentelemistä. Ohjeiden kuuntelun lisäksi huomiota kiinnitettiin käden motorisiin taitoihin harjoittelemalla ja opettelemalla viivoittimen sekä saksien käyttöä. Kuvia oppilaiden tuotoksista on Kuviossa 21. Työ jäi pois vierailujen keskittyessä ylempille luokille.

### Alkuainebingo

Eräs mielenkiintoinen aihepiiri oli tutustuminen kemian käsitteisiin ja alkuainebingon pelaaminen. Luonnontieteiden ja varsinkin kemian opiskelun aloittaminen on samanlaista kuin uuden kielen opetteleminen. Alkuaineen niminä käytetään IUPACn (International Union of Pure and Applied Chemistry) laatimia alkuaineiden nimiä ja kemiallisia merkkejä, joista RSC on koonnut verkkosivustoilleen kattavan osion<sup>19</sup>. Alkuaineiden nimet ja kemialliset merkit on lueteltu kemian oppikirjoissa, mutta niitä on alkanut esiintymään tavallisissa keskusteluissa ja puheissa joko alkuaineen nimillä tai vain kemiallisella merkillä. Kemian keskeisiin käsitteisiin kuten atomi, molekyyli ja kemiallinen yhdiste tutustuttiin opetukseen tarkoitettujen konkreettisten ja haptisten (tuntoaistiin perustuva) molekyyylimallien avulla. Vierailun aikana oppilaat tutustuivat konkreettisesti näihin edellä mainittuihin kemian käsitteisiin ja mitä ne tarkoittavat. Samanaikaisesti oppilaiden kanssa keskusteltiin käsitteiden käytöstä puhekielessä.

Oppilaat opiskelevat alkuaineiden nimiä ja niiden kemiallisia merkkejä viidennellä luokalla, jolloin niistä on luettelot FYKE-oppikirjan lopussa. Aluksi oppilaat piirsivät 4\*4 -ruudukon, jonka ruudut he täyttivät alkuaineiden kemiallisin merkein. Alkuainebingossa bingoemäntä sanoi alkuaineen nimen ja oppilaat etsivät bingoruudukostaan alkuaineen kemiallisen merkin. Saatuaan neljä rastia peräkkäin, oppilas huusi bingo. Pelin tarkoituksena on tutustuttaa oppilaat tunnistamaan ja merkitsemään alkuaineita niiden kemiallisilla merkeillä. Bingoa pelattaessa oltiin hyvin tarkkoja alkuaineen kemiallisen

<sup>19</sup> <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>



merkin oikeinkirjoituksesta. Oppilaiden kanssa keskusteltiin, miksi on tärkeää, että alkuaine on kirjoitettu oikein. Hyvä esimerkki tästä ovat merkinnät Co ja CO, jossa Co tarkoittaa alkuainetta koboltti ja CO kemiallista yhdistettä hiilimonoksidi eli häkä.

### Happohyökkäys hampaisiin

Elinympäristöön kuuluvien aineiden ja tuotteiden alkuperä, käyttö ja kierrätys sekä niiden turvallinen käyttö osioon liittyvät työt nousivat 5.luokkalaisten suosikkiaiheeksi kemiassa. Työ oli aineen happamuuteen ja pH-käsitteeseen liittyvä työ "Happohyökkäys hampaisiin". Viidennen luokan oppikirjoissa käsitellään happamia ja emäksisiä aineita, joten tämä sopi heille erittäin hyvin, koska työssä sovelletaan ja selitetään aineen happamuuteen liittyvää arkipäivän ilmiötä oppilaille sopivalla ja ymmärrettävällä tasolla. Työ on kuvattu liitteessä (LIITE 18).



Kuvio 22 Happohyökkäys hampaisiin

Aluksi oppilaat mittasivat suunsa pH-arvon ja kirjoittivat sen vihkoon. Seuraavaksi he purskuttelivat suussa limonadia viitisen minuuttia, sylkäisivät sen pois ja mittasivat suun pH-arvon uudelleen ja merkitsivät tuloksen vihkoonsa. Seuraavaksi oppilaat pureskelivat ksylitolipurukumia ja mittasivat lopuksi suun pH-arvon (Kuvio 22). Suun pH-arvojen lisäksi oppilaita pyydettiin kuvaamaan miltä heidän suussaan tuntui kokeen aikana. Kaikki nämä tuntemukset ja havainnot oppilaiden tuli kirjoittaa muistiin vihkoonsa.

Työssä oppilaat harjoittelivat käytännössä tieteellistä työskentelyä, ilmiön kuvaamista ja havaintojen tekoa sekä niiden kirjoittamista muistiin vihkoon. Oppilaiden kanssa keskusteltiin reikien muodostumisesta, ksylitolin merkityksestä ja hampaidenpesun tärkeydestä. Lopuksi tutustuttiin vielä sekä käytöstä poistuviin että uusiin kemikaalien varoitusmerkkeihin. Tuntien lopuksi oppilaille demonstroitiin väkevällä hapolla ja emäksellä, mitä eri aineelle tapahtuu niiden joutuessa kosketuksiin syövyttävien aineiden kanssa. Syövyttävät aineet sekä niiden reaktiot toisten aineiden kanssa herättivät hyvin vilkasta keskustelua oppilaiden, opettajan ja tutkijan välillä. Keskustelu syövyttävien aineiden kuljettamisesta ja niihin liittyvistä vaaratekijöistä nousivat esille varsinkin niissä kouluissa, jotka sijaitsivat lähellä E75 (entinen valtatie 4) ja valtatie numero 13. Tämä työ kokonaisuudessaan toimii erinomaisena



esimerkkinä perusopetuksen opetussuunnitelman 2004 5. vuosiluokan FYKEN tavoitteiden toteutumisesta.

## 5.4 Opettajakyselyjen tuloksia

Vuonna 2013 joulukuussa kaikkien vierailujen jälkeen, luokanopettajille lähetettiin kyselylomake, joka oli sähköpostin liitetiedostona (LIITE 5). Koulujen joulukiireiden vuoksi vastausaikaa oli tammikuun 2014 loppuun asti. Tässä kyselyssä kysyttiin muun muassa vierailun ajankohtaa, kohderyhmää, aihetta, vierailun odotuksista ja haasteista tunneille/opetukseen.

Kysely toistettiin hieman muunneltuna helmikuussa 2016 reilun kahden vuoden kuluttua edellisestä (LIITE 6). Tässä toisessa kyselyssä keskityttiin enemmän kokeellisten töiden uudelleen käyttöön opetuksessa, oliko kokeellinen lähestymistapa muuttanut omaa käsitystä luonnontieteiden opetuksesta ja/tai opettamisesta. Molemmissa kyselyissä kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, joissa kyseltiin opettajien mielipiteitä LUMA-vierailusta ja sen merkityksestä omaan opetukseen. Vastaajien vähäisen lukumäärän vuoksi niille ei tehty mitään tilastollista analyysiä, vaan vastaukset analysoitiin kysymyskohtaisesti ja etsittiin yhteneväistä vastausta, joka on liitetty tekstiin.

Ensimmäiseksi molemmissa kyselyissä tiedusteltiin, milloin LUMA-vierailu oli ollut koulussa. Vastauksia kertyi kaikkiaan 82 kappaletta kaikista 311 vierailusta (26 %). Kysyttäessä kokemuksia kokeellisista töistä, suurin vastausryhmä muodostui vastaajista, jotka kokivat kokeelliset työt erittäin tärkeänä ja tarpeellisena kemian ja fysiikan opetuksen motivoijana ja oppilaiden kiinnostuksen herättäjänä. Vastaajat olivat myös erittäin tyytyväisiä kokeellisuuden pääosaan vierailussa, koska tämä antoi heille mahdollisuuden seurata oppilaitaan osin ulkopuolisena tarkkailijana.

*”On ihana myös seurata toisen aikuisen opettaessa omia oppilaita.” Opettaja 4*

Vastaajat olivat tyytyväisiä vierailun käytännönläheisyyteen ja ammattimaiseen otteeseen.

*”Teoria oli käyty etukäteen kirjasta oppitunneilla, vierailutunneilla oppilaat pääsivät käytännössä tekemään vesikokeita. Heidän oli helpompi ymmärtää teoria-asiat.”  
Opettaja 18*

Useat opettajat mainitsivat osan tehdyistä töistä jääneen oppilaiden mieliin, sillä näihin töihin oli palattu vielä kotona perheenjäsenten välisissä keskusteluissa sekä koulussa toisten oppilaiden kanssa muilla oppitunneilla vielä useiden kuukausien jälkeenkin. Oppilaiden kiinnostuksen lisäämisen ohella vastauksista löytyy ryhmä vastaajia, joiden mielestä vierailun asiantuntijalla koettiin olevan käsitteellisesti napakka ja tarkka ote aiheesta.

*”Lapset nauttivat saadessaan käsitteellisesti napakkaa ja tarkkaa tietoa samalla, kun he it se tekivät kytkentöjä.” Opettaja 10*

Vierailijan mukana tuli myös uusinta tietoa aiheesta oppilaille. Näiden katsottiin tuovan enemmän konkretiaa sekä havainnollistavan opetusta, mikä puolestaan lisää asioiden syvällisempää ymmärtämistä.

”Saatiin asiantuntijan tietoa, toi tiedettä ja tutkimusta elävästi oppilaiden maailmaan. Innosti oppilaita tutkimukseen ja fysiikan ja kemian opiskeluun.” Opettaja 15

Vierailun yhteydessä opettajille annetut vinkit toimivista opetusmenetelmistä ja niihin sopivista töistä koettiin henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. Vierailun aikana tehtävät työt tukevat ilmiöpohjaista ja tutkivaa oppimista, sillä niissä lähdettiin liikkeelle oppilaille tutuista arkipäivään liittyvistä ilmiöistä ja oppilaille esitettiin aiheeseen liittyviä kysymyksiä, joita sitten ryhdyttiin yhdessä tutkimaan kokeellisilla menetelmillä.

”Sain hyviä käytännön vinkkejä esim. välineiden hankkimiseen ja kokeiden tekemiseen. Tällaiset vierailut ovat tervetullutta vaihtelua sekä opettajalle että oppilaille.” Opettaja 28

”Sain varmuutta siihen, että kokeellinen FyKe-opetus ei ole monimutkaista, eikä suuria ennakkovalmisteluja tarvita. Toki oppikirjan kokeita tehty koko ajan, mutta vain ohessa, nyt ne ovat välillä pääosassa ja oppimisen uskaltaa antaa tapahtua ilman oppikirjaa.” Opettaja 36

Opettajat kertoivat tämän työtavan auttavan oppilaita hahmottamaan, ymmärtämään ja muistamaan tutkittavaa ilmiötä. Vierailujen jälkeen luokanopettajille lähetettiin kaksi kyselyä, joissa kysyttiin vierailujen toteutumisesta ja onnistumisesta. Kysyttäessä opettajan oman käsityksen muuttumisesta luonnontieteiden opetuksessa ja kokeellisuuden lisäämisestä, heidän vastauksistaan nousi erityisesti esiin kokeellisuuden merkitys luonnontieteiden motivoijana. Opettajat mainitsivat myös oppilaiden innostuneisuuden sekä heidän kokeellisesta työskentelystänsä nauttimisen vahvistaneen heidän omia käsityksiään kyseisen työtavan merkittäväyydestä.

”Ei muuttunut, sillä olen kyllä pitänyt kokeellisuutta perustavaa laatua olevana oppimismenetelmänä etenkin luonnontieteissä. Vierailut ovat vahvistaneet tätä käsitystä entisestään.” Opettaja 1

”Lasten innon näkeminen on ollut parasta. He todella nauttivat kokeellisesta työskentelystä.” Opettaja 2

Opettajat eivät kokeneet vierailussa olleen suurimpia haasteita. Suurimman työn he joutuivat tekemään vierailutuntien ja -tilojen käytännön järjestelyissä. Vierailukäynti aiheutti joillekin opettajille muutoksia heidän omaan opetukseensa.

”Vierailun aikana tutkimuksissa noudatettiin selkeästi ja tarkasti tutkimuksenteon eri vaiheita. Vierailun jälkeen olen yrittänyt pitää niistä tarkemmin kiinni.” Opettaja 3

Vierailun jälkeen opettajat eivät olleet käyttäneet samoja kokeita kuin vierailussa, mutta he olivat käyttäneet samankaltaisia tai samaan aiheeseen liittyviä töitä. Oppilaiden kanssa tehtyjen töiden yhtenä tarkoituksena oli lisätä luokanopettajan pedagogista aineenhallintaa (PCK) FYKE-opetuksessa eli antaa opettajille virikkeitä ja malleja kokeellisen oppitunnin toteuttamiseen sekä toimia myös opettajan motivoijana. Ensimmäinen kysely tehtiin keväällä 2014, jolloin osa opettajista ei ollut vielä toteuttanut vierailun töitä. Kun sama kysymys kysyttiin uudelleen keväällä 2016, 2/3 vastaajista oli käyttänyt joko samoja tai samantapaisia kokeita, riippuen oppilasryhmästä. Vastaajista 1/3 oli siirtynyt opettamaan eri luokka-asteen oppilaita, joten he eivät voineet käyttää töitä. Kaikissa tapauksissa tunneilla tehdyt kokeet siirtyivät osaksi opettajan ”työkalupakkia” tuleville FYKEN tunneille. Vierailun opettajalle antamasta tuesta kokeellisen työskentelyn toteuttamiseen luokassa, opettajat toivoivat saavansa ideoita, vinkkejä ja rohkeutta jonkin toisen FYKEN aiheen kokeellisesti opettamiseen. Vierailujen aiheista opettajat olivat yksimielisiä siitä, että aiheen tuli olla opetussuunnitelman mukainen, tukea juuri opetettavaa aihetta ja olla arkipäivään liittyvä ilmiö. Vierailujen suosituimmaksi aiheeksi kemiassa nousi aineen happamuuteen ja pH-käsitteeseen liittyvä työ ”Happohyökkäys hampaisiin”. Fysiikan puolella suositun aihe liittyi sähköoppiin, yksinkertaisen virtapiirin rakentaminen ja piirtämiseen sekä lamppujen sarjaan ja rinnankytkennät. Oppilaiden kanssa tehtäviin töihin opettajat olivat erittäin tyytyväisiä, sillä ne tehtiin yksinkertaisilla, helpoilla ja edullisilla välineillä, jotka eivät vaatineet juuri mitään erikoisia järjestelyjä.

Kysyttäessä täydennyskoulutuksesta vastauksissa mainitaan ”matalan kynnyksen” koulutus. Tällä opettajat tarkoittivat neuvoja ja opastusta siihen, miten he saisivat oppitunneistaan toiminnallisia, ei liian teoreettisia. Tämä seikka muistuttaa vygotskyläistä lähikehitysvyöhykettä, jossa opettajakin (eikä vain oppilas) tarvitsee mentoria ohjaamaan, jatkokehittämään ja uudistamaan työtään. Lisäksi he toivoivat valmiita malleja ja ohjeita konkreettisista töistä suoraan viidennen ja kuudennen luokan opetussuunnitelman sisältöihin liittyen. Erilaisten työskentelytapojen esittelyä ja toteuttamista FYKE-tunneilla toivottiin myös. Opettajat halusivat täydennyskoulutusta, jossa he voisivat täydentää omaa FYKE aineenhallintaansa (=CK) ja FYKE-opetuksen pedagogista aineenhallintaansa (=PCK). Täydennyskoulutusta opettajat toivoivat järjestettävän työaikana. Lisäksi LUMA-keskukselta toivottiin konsultaatiota koulun omista välineistä sekä apua tulevissa koulun välinehankinnoissa.

”Pajatyöskentelyä ja rinnakkaisopetusta asiantuntijan kanssa. Siten oppii omassa ympäristössä eikä tarvitse mennä merta edemmäs kalaan. Yhdessä LUMA-kouluttajan kanssa voisi myös tarkastaa koulun välineistön, kun tehdään hankintoja uuteen yhtenäiskouluun.” Opettaja 5

Viimeisenä kysymyksenä kysyttiin LUMA-keskukselle parannusehdotuksia ja ideoita. Vastaajat toivoivat, että vierailut jatkuisivat, koska vierailun aikana tehdyt työt koettiin oppilaita innostavina, motivoivina, juuri heille suunniteltuina ja toteutettuina töinä. Opettajien täydennyskoulutus toiveena mainittiin vielä tutustuttamista hyödyllisiin verkkomateriaaleihin sekä

opastamista niiden tehokkaaseen käyttämiseen. Jatkumoksi tälle toivottiin hyviä alustoja ja koulutusta omien materiaalien tuottamiseen. Viimeiseksi opettajat toivoivat valmista materiaalia kouluille, koska he eivät itse ehdi etsiä sopivia materiaalia oppitunneille. Tätä toivottiin FYKEN lisäksi myös biologiamaantietoon.

## 6 TAPAU 3: KOKEELLISTA KEMIAA YLISTÖLLÄ

Jyväskylän yliopisto on järjestänyt yhdessä Keski-Suomen LUMA -keskuksen kanssa alakoulujen viides- tai kuudesluokkalaisille suunnatun tutkimusvierailupäivän kemian laitokselle toukokuussa vuosina 2006-2017. Näiden vuosien aikana kemian laitoksella vierailujen tavoitteina oli antaa oppilaille kokemus työskentelystä autenttiossa oppimisympäristössä eli laboratoriossa. 2015-2017 tutkimuspäivään lisättiin kysely, jota oppilaat täyttivät päivän aikana ja jonka tutkija keräsi päivän päätteeksi.

Kemian laitoksella vierailevan oppilasryhmän luo tehtiin ennakkovierailu luokassa, jossa kerrottiin millaiseen paikkaan, oppilaat olivat tulossa, käytettävistä suojavarusteista ja käyttäytymisestä kemian laboratoriossa sekä päivän ohjelma. Käytännön asioiden selvittämisen lisäksi jokainen oppilasryhmä tutustutettiin atomin rakenteeseen käyttäen apuna elektronipilvi- ja Bohrin atomimalleja. Tämä tehtiin vierailun kohteena olevaa elektronimikroskoopin toiminnan selventämisen ja ymmärtämisen vuoksi.

Luokkien kanssa kerrattiin ensin koulussa opitut mittayksiköiden etuliitteet kuten kilo, milli-, sentti-, desi- ja niiden lukuarvot. Oppilaille esiteltiin lisäksi myös puhekielessä esiintyviä etuliitteitä kuten mega-, nano- ja gigerialaisin esimerkein. Nämä etuliitteet lukuarvoineen opetettiin oppilaille etukäteen ennakkovierailun yhteydessä. Liitteeseen 19 (LIITE 19) on koottu materiaali siinä muodossa kuin se esitettiin luokille ennakkovierailun yhteydessä. Oppilaille mainittiin, että näihin asioihin palattaisiin kemian laitokselle tapahtuvan vierailun yhteydessä. Ennakkovierailun päätteeksi oppilaat saivat kotiin vietäviksi lupalaput, joissa huoltajilta kysyttiin lupaa lapsen osallistumisesta kyselyyn ja valokuvaamiseen laboratoriossa (LIITE 9 ja LIITE 10).

### 6.1 Vierailun ohjelma

Itse vierailu oli koko päivän mittainen tutkimiseen ja kokeelliseen työskentelyyn painottuva päivä kemian laitoksella. Päivän aikana oppilaat toimivat kemistinä ja tutustuvat lähemmin kemiaan sekä kemistin maailmaan käytännössä. Päivän aluksi oppilaille jaettiin työmoniste, jota he täyttivät päivän aikana (LIITE 6, LIITE 7 ja LIITE 8). Työ on moderni versio alkemistien työstä valmistaa "kultaa" muista metalleista. Oppilaat saivat kolme kuparilevyn palaa, joista kaksi he päällystivät sinkillä, jolloin levyistä tuli hopeanvärisiä. Lopuksi he kuumensivat toisen hopeanvärisistä paloista, joka muuttui messingiksi vaihtaen samalla väriään kullanväriseksi. Päivän aikana käytettävät työvälineet, yksi työvaihe ja valmiit mitalit on kuvattu Kuviossa 23.



Kuvio 23 Mitalien valmistus.

Päivä alkoi suojarusteisiin tutustumisella ja niihin pukeutumisella. Seuraavaksi vuorossa olivat ohjeet turvalliseen laboratoriotyöskentelyyn ja tutustuminen mitalien valmistuksessa käytettäviin välineisiin sekä työn aloitus. Päivän aikana tehtävä työ, mitalisarjan valmistus on alakoululaiselle erittäin haastava työ. Työn tekemistä oli helpotettu punnitsemalla lähtöaineet valmiiksi astioihin. Lisäksi oppilaiden työturvallisuuden parantamiseksi kiinteä aine, sinkki, Zn ei ollut jauheena vaan pieninä granuleina ( $\varnothing = 0,3-1,5$  mm). Tähän päädyttiin, koska Zn-jauhe on liian hienojakoista ja syttyy helposti hankauksesta palamaan. Yläkouluissa käytettävä Zn-rae ( $\varnothing = 5-6$  mm) on taas liian suuri ja reaktio ei onnistu hyvin, joten päädyttiin käyttämään Zn-granuleita.

Mitalien valmistus on monivaiheinen ja pitkä työ, joten päivän aikana oppilailla oli muutakin ohjelmaa. Oppilaat jaettiin kolmeen ryhmään ja he tutustuivat tutkijoiden työhön tutustuen ja kiertäen puolen tunnin ajan kolmessa eri pisteessä. Ohjelman yhtenä pisteenä oli laitehuone, jossa oppilaat pääsivät tutustumaan tutkijoiden käyttämään elektronimikroskooppiin. Laitetta käytetään hyvin pienten asioiden kuvaamiseen ja alkuaineanalyysiin eli kertomaan mitä alkuaineita tutkittava näyte sisältää ja kuinka paljon.

Näytteen koko aiheuttaa haasteita: ei riitä, että oppilaille mainitaan hyvin pieni esine vaan heille on konkreettisesti näytettävä mitä hyvin pieni tarkoittaa reaali maailmassa. Esimerkkinä tästä käytettiin kuva-arvoitusta, jossa lähdettiin liikkeelle hyvin läheltä esinettä ja joka arvauksen jälkeen suurennosta pienennettiin eli siirryttiin kauemmaksi esineestä. Kuvattu esine oli raha, 10 sentin kolikko. Kun mennään alle millimetrin suuruusluokkiin, asioiden esittäminen ja selittäminen sanallisesti oppilaille on hyvin haastavaa. Asioiden kuvaamiseen ja esittämiseen käytettiin paljon mielikuvia sekä samaistuksia oppilaiden maailmasta.

Toisessa pisteessä oppilaiden kanssa kerrattiin ennakkovierailulla käsiteltyjä kemiassa ja fysiikassa esiintyviä etuliitteitä sekä niiden lukuarvoja. Oppilaiden tehtävän oli yhdistää etuliite oikeaan lukuarvoon.

Kolmannessa pisteessä oppilaat opettelivat mittaamaan nestemäärän mahdollisimman tarkasti, kuvailemaan astiassa olevien aineiden erilaisuuksia sekä samanlaisuuksia. Tämän työpisteen tarkoituksena oli tukea ja edistää oppilaiden silmä-käsikoordinaatiota ja kuvailevan kielen käyttöä. Työpisteiden jälkeen palattiin mitalisarjan valmistukseen. Päivän päätteeksi jokaisella oppilaalla oli kolme omaa eri väristä "mitalia" kotiin vietäväksi. Oppilaille jaettiin päivän aluksi työmoniste, johon kaikki havainnot ja merkinnät kirjattiin

muistiin. Monisteessa oli myös kysymyksiä työnkulusta ja -vaiheista, joihin oppilaat vastasivat töiden aikana. Moniste palautettiin päivän päätteeksi tutkijalle. Seuraavassa on koottu vuosina 2015-17 oppilailta saatuja vastauksia.

## 6.2 Kyselyjen tuloksia

Oppilaille jaetun työmonisteen, joka toimi samalla kyselylomakkeena, kysymykset olivat avoimia kysymyksiä. Lomake oli laadittu niin, että kukin aihe oli omalla sivullaan.

Ensimmäisessä tehtävässä oppilaita pyydettiin mainitsemaan ainakin kolme tärkeää asiaa, jotka he oppivat aamupäivän aikana. Tämän kysymyksen vastaukset ryhmiteltiin ja analysointiin esiintymisfrekvenssin mukaisesti. Tärkeimpinä esiin nousivat henkilökohtaiset suojarusteet (Taulukko 10). Toiseksi tärkeimmäksi vastaajat nostivat tavaroiden ja kemikaalien varovaisen käsittelyn ja työskentelyn. Kolmantena oppilaat vastasivat työskentely ohjeiden mukaan. Näitä kaikkia kohtia painotettiin jo kouluvierailun aikana. Lisäksi laboratoriossa oppilaille näytettiin demonstraatio, jossa oppilaat näkivät mitä alumiinifoliopalalle käy väkevässä NaOH-liuoksessa. Vastauksista nähdään oppilaiden omaksuneen työturvallisuusasiat omikseen. Vierailu autenttisessa ympäristössä oli oppilaille uusi ja ihmeellinen asia, johon he suhtautuivat asiallisen varovaisesti. He myös työskentelivät rauhallisesti ja ohjeita noudattaen.

Taulukko 10 Kolme laboratoriotyöskentelyssä muistettavaa tärkeää asiaa oppilaiden mielestä

	2015	2016	2017
Suojavarusteet: työtakki, suojalasit ja -hanskat mainittu	67	158	137
Työskentele ja käsittele tavaroita sekä aineita varovasti	42	152	34
Toimia annettujen ohjeiden mukaan	36	150	22

Tämän jälkeen oppilaat aloittivat oman työnsä tekemisen. Työssä on pitkäkö odottelujakso. Tämän jakson aikana oppilaat ruokailivat ja vierailivat kolmessa pisteessä tutustumassa syvemmin tutkijan maailmaan.

Ensimmäisessä pisteessä he tutustuivat elektronimikroskooppiin ja sen toimintaan.

Työmonisteessa oli seuraavat tehtävät:

- 1) Tavallinen mikroskooppi toimii näkyvän valon avulla. Elektronimikroskooppi taas käyttää elektronisuihkua näkyvän valon sijaan. Selitä omin sanoin mikä on elektroni.
- 2) Mihin elektronimikroskooppia käytetään?

Vastaukset jaettiin ryhmiin sen perusteella esiintyikö vastauksissa tiettyä sanaa tai tiettyjä sanoja. Oppilaiden työmonisteeseen kirjoittamat vastaukset näihin kysymyksiin on koottu Taulukoihin 11 ja 12.

Taulukko 11 Selitä omin sanoin mikä on elektroni

	2015	2016	2017
Atomin osa	46	179	94
Tyhjä/epämääräinen	12	3	7

Taulukko 12 Mihin elektronimikroskooppia käytetään?

	2015	2016	2017
Erilaisten näytteiden tutkiminen isoilla suurennoksilla	20	177	97
Alkuaineanalyysi	50	103	66
Tyhjä/epämääräinen	-	4	7

Näiden kahden tehtävän vastauksista ilmenee, miten oppilaat muistivat ennakkovierailutunnilla opetetun atomin rakenteen ja kuinka hyvin he poimivat vastaukset suoraan pisteen esittelijän puheesta. Vaikka aihe oli oppilaille haastava, he olivat kuunnelleet esitystä erittäin keskittyneesti. Pienten asioiden kuvaamisen havainnollistamiseksi oppilaille esitettiin kuva-arvoitus. Laboratoriomestari näytti aluksi todella monta kertaa suurennettua kuvaa tutusta esineestä eli kuva esineestä tuli aluksi hyvin läheltä ja oppilaat arvuuttelivat mikä kuvassa on. Väärä vastaus aiheutti suurennoksen pienenemisen eli kuvan etäännyttämisen esineestä, jolloin uudesta kuvasta oli helpompi päätellä, mikä esine on. Muutaman etäännytyksen jälkeen oppilaat antoivat oikean vastauksen, kymmenen sentin kolikko. Oppilailta kysyttäessä ”Mitä asioita haluaisit itse katsella elektronimikroskoopilla?”, yleisin vastaus heiltä oli hyönteisiä. Seuraavina tulivat ihmisen osia, hiusta, kynsiä sekä kasveja. Tutkittavien esineiden koko hämmensi oppilaita, koska itse laite oli suuri ja tutkittava kohde erittäin pieni.

Toisen työpisteen aiheena oli mittaustarkkuus. Oppilaiden tuli mitata mahdollisimman tarkasti pisteellä olevien mittalasiin ja pipetin avulla, kuinka paljon vettä (ml) mahtuu astiaan (Kuvio 23). Piste oli oppilaille haastava, koska astian haluttiin olevan niin täynnä vettä kuin mahdollista. Työn tarkoituksena oli opettaa ja harjaannuttaa oppilaiden kädentaitoja kemian välineistön käytössä ja opettaa heille mittatarkkuutta. Mittaustuloksia ei kirjattu sen tarkemmin



muistiin, mutta oppilaiden kanssa käytiin vilkasta keskustelua siitä, milloin astia on täysi.

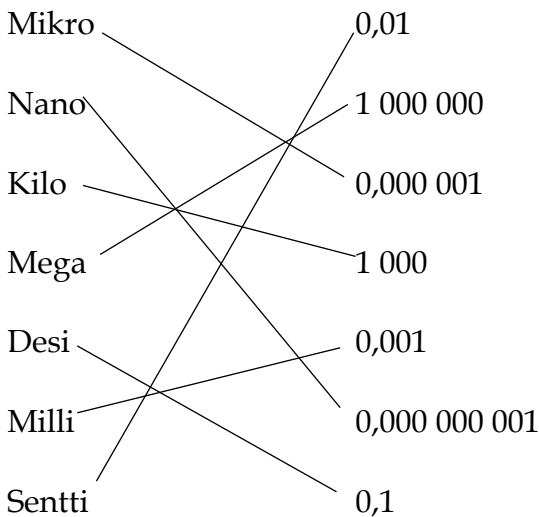


Kuvio 24 Mittaus lasipurkkiin mahtuvan veden määrästä.

Kolmannessa osiossa tutustuttiin ja käytettiin FYKEssa esiintyviin etuliitteisiin ja niiden matemaattiseen merkintään. Kemistit ja fyysikot käyttävät matemaattisia etuliitteitä mittaustulostensa ilmoittamiseen. Etuliitteet kuvaavat kuin-ka moninkertainen tai monesko osa luku on ykkösestä, toisin sanoen etuliite ilmaisee sen miten suuresta/pienestä luvusta on kyse. Vuoden 2004 perusopetuksen opintosuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2004, 159) mainitaan vuosiluokkien 3-5 matematiikan keskeisissä sisällöissä muun muassa oppilaan tietävän lukujen merkityksen määrän ja järjestyksen ilmaisemisessa ja tietävän lukujen kirjoittamisen. Lisäksi opetussuunnitelma mainitsee viidennen luokan päättyessä oppilaan ymmärtävän kymmenjärjestelmän myös desimaalilukujen osalta ja osavan käyttää niitä varmasti (Opetushallitus 2004, 160). Etuliitetehtävässä oppilaan tuli yhdistää etuliitettä tarkoittava sana oikeaan kokonais- tai desimaalilukuun. Etuliitteitä nimineen esiintyy myös puhekielessä, nyt oppilaat tutustuivat mitä puhekielessä esiintyvä sana tarkoittaa lukuarvona. Tämä hyödytti sekä opettajia että oppilaita, koska saatiin integraatio matematiikkaan. Luokkiin tehtyjen ennakkovierailujen yhteydessä oppilaiden kanssa keskusteltiin puhekielessä esiintyvistä lyhenteistä, kuten kilo, mega ja nano. Nyt siihen palattiin ja oppilailta oli monisteessa tehtävä, jossa he yhdistivät oikean etuliitteen sitä tarkoittavaan lukuarvoon. Tämä tehtävä oli vuosien 2016 ja 2017 kyselyissä (LIITE 7 ja LIITE 8). Molempina vuosina suurin osa oppilaista osasi yhdistää oikean etuliitteen sitä tarkoittavaan lukuarvoon. Taulukkoon 13 on koottu oppilaiden vastaukset.

Taulukko 13 Etuliitteet ja niitä vastaavat luvut

Yhdistä oikea etuliite oikeaan lukuun.



Vastaukset:

vuosi	oikein	väärin
2016	170	21
2017	85	21

Neljännessä ja viimeisessä työpisteessä oppilaat saivat eteensä kolme astiaa, joissa kaikissa oli sisällä valkoista kiinteää ainetta. Monisteessa oli seuraava teksti: "Kaikissa astioissa on samaa ainetta, sokeria. Älä avaa purkkeja. Kuvaile astioiden sisältöjä vastaamalla seuraaviin kysymyksiin." Taulukkoon 14 on koottu vastaukset mitä yhteistä näiden astioiden sisällöillä on.

Taulukko 14 Mitä yhteistä näiden astioiden sisällöllä on?

	2016	2017
Samaa ainetta	56	54
Kaikki valkoisia	132	66
Kiinteitä aineita	25	16

Uusea oppilas vastasi tehtävässä olevalla vaihtoehdolla samaa ainetta. Kun heiltä kysyttiin, onko mitään muuta yhteistä, vastauksena oli tällöin "Ne ovat kaikki valkoisia." Monelle oppilaalle riitti, kun kertoi yhden ainoa yhteisen asian. Seuraavaksi heiltä kysyttiin "Mitä eroa astioiden aineilla oli?" Taulukossa 15 on koottuna vastaajien löytämiä aineiden eroavaisuuksia. Vastaukseksi riitti ilmoittaa yksi eroavaisuus. Kohdissa eri käyttötarkoitus ja eri tuntuksia, oppilaat hyödynsivät omia reaali maailman tietoja aineesta.

Taulukko 15 Mitä eroa astioiden aineilla on?

	2016	2017
Eri käyttötarkoitus		9
Hienojakoisuus/raekoko	149	73
Eri tuntuksia		4
Kuuluu eri äänet ravistettaessa		12
Epämääräinen vastaus	30	15

Näiden työpisteiden jälkeen oppilaat palasivat vetokaapin luo, jonne kuparipalat oli aiemmin jätetty jäähtymään. Seuraavaksi heidän tuli tarkkailla paloja vetokaapin lasin läpi ja toimia annettujen ohjeiden mukaisesti. Toiminnastaan oppilaat tekivät muistiinpanoja vastaten monisteessa oleviin kysymyksiin. Mitä sinun pitää tehdä seuraavaksi? Miltä palat näyttävät nyt? Miltä yksi kuparipala näyttää kuumennuksen jälkeen? Alakoululaiset osasivat kyllä tehdä työn annettujen ohjeiden perusteella, mutta tekstin tuottaminen paperille oli monelle haastavaa, he eivät osanneet päättää mitä he kirjoittaisivat. Lisäksi oppilaat olivat epävarmoja tekemisistään, koska oltiin aivan uudessa ja vieraassa paikassa, jossa oli omat ohjeet ja säännöt. Jo vierailujen alussa korostui oppilaiden tarve tehdä työ oikein. He kyselivät tuon tuostakin oman tekemisensä riittävydestä ja oikeellisuudesta. Tekstit, joita he tuottivat, olivat lähinnä yksi kuvaileva sana. Tämän vuoksi osa kysymyksistä oli laadittu niin, että vastaukseksi riitti yksi ainoa kuvaileva sana.

Lopuksi oppilailta tiedusteltiin ”Mikä oli päivässä kivointa” ja ”Oliko päivässä jotain, mistä et pitänyt?” Pääosin oppilaat pitivät vierailupäivästä kemian laitoksella. Tästä näkyy selvästi, miten oppilaat arvostavat itsetekemistä autenttisessa ympäristössä. Vuosittain oli vähäisiä vaihteluja eri työpisteiden välillä, joinakin vuosina mitalien valmistus oli suosituin, joskus vierailu elektronimikroskoopin luona. Osa oppilaista ei pitänyt vierailusta elektronimikroskoopin luona, syynä tähän saattoivat olla suurennetut kuvat hyönteisistä, kuten hämähäkki ja päättäi (Kuvio 25).



Kuvio 25 Elektronimikroskoopi ja laitteella otettu kuva päättäistä.

### 6.3 Yhteenvetoa ”Kokeellista kemiaa Ylistöllä” -päivästä

Vierailupäivää on toteutettu yli kymmenen vuotta perätysten ja päivä on koettu niin yliopiston kuin alakoulujen puolelta erinomaiseksi. Alakoululaisten vierailupäivä kemian laitoksella on yksi tapa tukea FYKE-opetusta ja sen oppimista erilaisessa kontekstissa. Yliopistolle tämä on erinomainen tapa esitellä toimintaansa opettajille ja oppilaille.

Vierailun tärkein tarkoitus on tutustuttaa oppilaat laitoksen toimintaan antamalla heidän ohjatusti tehdä kemian töitä oikeilla laboratoriovälineillä ja autenttisessa ympäristössä. Oppilaiden motivaatiota luonnontieteitä ja erityisesti kemiaa kohtaan voidaan kehittää tällaisilla järjestelyillä muuttumaan myönteisempään suuntaan. Oppilaiden ja opettajien palautteiden mukaan tätä voidaan tulkita tapahtuvan. Luokanopettajien varatessaan keväistä alakoululuokan vierailusta kemian laitoksella tutkijan kanssa, ovat he keskusteluissa maininneet iloisina aikaisempina vuosina vierailleista oppilaista muutaman suuntautuneen lukion jälkeiseen jatkokoulutukseen kemian alalle. Tämä voidaan tulkita kouluaikana saadun kiinnostuksen jatkumona korkeakouluopintoihin alalle.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Tässä tutkimuksessa pääkysymystä eli sitä, millä tavoin kokeellista FYKE-oppimista voidaan tukea perusopetuksen alakoulussa, arvioitiin kolmessa eri kontekstissa. Tutkimus jakautui kolmeen osaan: 1) Luokanopettajaopiskelijoille luotiin "Vettä Verkossa" -verkkomateriaali, jonka käyttökelpoisuutta arvioitiin kyselyjen perusteella 2) LUMA-asiantuntijan kokeellisuuteen painottuvat vierailut Keski-Suomen maakunnan alakouluissa vuosina 2011-2013, joissa kyselyn kohderyhmän muodostivat työssä olevat luokanopettajat 3) Kokeellista kemiaa Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella vuosien 2006-2017 aikana, jossa kohderyhmänä oli vierailuun osallistuneet alakoulun oppilaat.

Tämä tutkimus on luonteeltaan toimintatutkimusta, jossa kehitettiin toiminnallisia malleja kokeellisen opetuksen toteuttamiseksi alakouluissa. Näin jälkikäteen arvioituna tutkimus sisältää myös piirteitä kehittämistutkimuksesta. Kehittämistutkimuksen yhtenä kriteerinä on pidetty tuotosten ja teorioiden uutuutta ja käyttökelpoisuutta (vrt. Vartiainen 2016). Tämän tutkimuksen yhteydessä tuotettu verkkomateriaali "Vettä Verkossa" on omalta osaltaan tuote eli design. Samalla se antaa mallin tuotteen jatkokehittelylle, esimerkiksi eri luokkatasoille sovellettavaksi materiaaliksi. LUMA-vierailijan teettämät kokeelliset FYKE-työt ovat myös tuotteita, jotka soveltuvat sellaisenaan alakoulun luonnontieteiden tunneille.

Toiminta- ja oppimisympäristöjen muuttuessa joudutaan luonnontieteellisen oppimateriaalin tuotossa eri-ikäisille oppilasryhmille uuden haasteen eteen. Miten kehityspsykologinen tieto nivotaan oppimateriaalin tuottamiseen eriytyneesti eri luokka- ja ikätasolle, on keskeinen kysymys, sillä Piaget'n (Piaget 1970, Piaget & Inhelder 1977) mukaan lapsen kehitystasossa ja ajattelussa tapahtuu laadullista muuttumista erityisesti ikävuosien 7 - 15 välillä, mutta myös myöhemminkin (Kallio 1992). Tässä tutkimuksessa kehitetty "Vettä Verkossa" -materiaali soveltuu paremmin luokanopettajaopiskelijoiden kuin alakoulun oppilaiden opettamiseen. Oppilaiden käyttöön tarkoitettua veden ominaisuuksia käsittelevää verkkomateriaalia voitaisiin muokata enemmän oppilaiden kehitystaso huomioon ottaen. Näin on mahdollista luoda edustavat kehittämistutkimukselle keskeiset tuotokset, jotka soveltuvat eri ikätasolle.

Tutkimus noudatti toimintatutkimusta kahden viimeisen osan kohdalla, jotka olivat asiantuntijan suorittamat LUMA-vierailut koululuokissa ja alakoulun 5. tai 6.luokkien vierailut kemian laitoksella. Vierailut antoivat samalla luokanopettajille mallin kokeellisesta ja toiminnallisesta FYKE-oppitunnista. Nämä vierailut saivat myönteistä palautetta niin opettajilta kuin oppilailta. Toteuttamisvuosien 2011-2013 aikana vierailuista muodostui käyttökelpoinen malli eri luokka-asteille suuntautuvista kokeellisista vierailuista. Vierailujen aikana opettajat olivat Vygotskyn (1978) kuvaamassa eksperti-noviisi-tilanteessa, jossa he näkivät, kuinka opetuksessa pyritään hyödyntämään sosiaalista vuorovaikutusta ja asiantuntijaosaamisen mallintamista lähikehityksen vyöhykkeellä (vrt. Vartiainen 2016). Vierailijan avustuksella ja opastuksella oppilaita autettiin pääsemään käsiksi kehittymässä oleviin kyky- ja taitotasoihin ja lisäksi luokanopettajat saivat tukea opetukseensa asiantuntijan

taholta. He kertoivat ottaneensa tutkimusta varten luotuja kokeellisia oppilastöitä käyttöönsä ja sisällyttäneen niitä työkalupakkiinsa myöhempää käyttöä varten. Oppilaat olivat olleet opettajien havaintojen mukaan motivoituneita FYKEN opiskeluun erityisesti kokeellisten oppilastöiden tekemisen ansiosta. Oppilaiden kiinnostusta luonnontieteiden opetusta kohtaan lisäsivät myös heidän vierailunsa autenttisessa laboratorioissa Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella ja siellä tehtävät tutkimusorientoidut työt.

## 7.1 Kokeellisen FYKEN oppimisen tukeminen eri konteksteissa

Tutkimuksen pääkysymys oli: Millä tavoin kokeellista FYKE-oppimista voidaan tukea erilaisissa konteksteissa?

Tässä tutkimuksessa tuotettiin kolme erilaista tapaa toteuttaa kokeellisuutta alakoulun FYKE-opetuksessa pyrkimällä saamaan vastaus pääkysymykseen. Näitä tapaustutkimuksia toteutettiin eri aikoina vuosien 2005 - 2017 välillä havaintojen, haastattelujen ja kyselyjen avulla sekä osallistumalla itse opetukseen ja oppilasvierailuihin. Myös suoraan opetukseen liittyvää oppimateriaalia tuotettiin luokanopettajaopiskelijoille teemana "Vettä Verkossa". Alakouluvierailuissa tehdyistä töistä muodostui luokanopettajalle "työkalupakki" kokeelliseen työskentelyyn toteuttamiseen tavallisessa luokassa.

Vuoden 2004 ja 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet erosivat FYKE-opetuksen toteuttamisesta siten, että vuoden 2014 opetussuunnitelman perusteissa yhdistettiin aiemmin eriytetyt oppiaineet FYKE ja biologia-maantieto integroiduksi oppiaineeksi ympäristöoppi. Käsillä oleva tutkimus keskittyy perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden FYKE-opetuksen vaiheeseen eli vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelmaan (POPS 2004).

### 7.1.1 Verkkomateriaali LO-opiskelijoiden FYKEN aineenhallinnan tukena

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa selvitettiin luokanopettajaopiskelijoille luodun verkkomateriaalin "Vettä Verkossa" käyttökelpoisuutta oppimateriaalina. Tutkimuksen ensimmäinen apukysymys oli: "Millä tavoin verkkomateriaali tukee luokanopettajaopiskelijoiden FYKEN aineenhallintaa?"

Luokanopettajaopiskelijat kokivat "Vettä Verkossa" materiaalin pääasiassa myönteisenä, mutta antoivat myös kriittisiä kommentteja. Tekstiä pidettiin osin vaikeaselkoisena ja liian teoreettisena, mutta jotkut kokivat myös puutteita omissa pohjatiedoissa. Opettajan rooli verkkomateriaalin ymmärrettäväksi tekemisessä korostuu; oppilasta ei voida jättää oman itseohjautuvuuden varaan. Verkkomateriaalin tekstiosoiden muokkaaminen pois oppikirjamaisuudesta, aiheeseen liittyvien käsitteiden selittäminen sekä niitä selittävien piirrosten tai kuvien lisääminen helpottaisivat käsitteiden oppimista, kuten Kozma (2003) (kts. s. 39) on todennut.

Luokanopettajaopiskelijat kouluttautuvat eri oppiaineiden moniosaajiksi päätehtävänänsä lasten koulunkäyntiin kasvattaminen (=pedagogia) ja sen lisäksi perehtyvät eri aineiden teoriaan, oppimis- ja opiskelutaitojen opettamiseen

monin tavoin. Oppilaiden oppimis- ja opiskelutaitojen omaksuminen on riippuvainen oppijasta. Verkkomateriaali on yksi tapa monipuolistaa sekä opettajien opetusta että oppilaiden oppimista. ”Vettä Verkossa” tarjoaa luokanopettajille mahdollisuuden käyttää sivustoa osana monimuoto-opetusta. Sähköisten opetus- ja oppimateriaalien lisääntyessä ”Vettä Verkossa” antaa osina käytettynä erinomaiset mahdollisuudet FYKE opetuksen havainnollistamiseen, kun kokeita ei voida tehdä itse.

Verkkomateriaalin todettiin olevan opettajalle positiivinen lisätyökalu oppikirjan rinnalle. Verkkosivusto luo vaihtelua perinteiseen luokkaopetukseen, mahdollistaa monimuotoisen opetuksen ja motivoi oppilaita erilaisuudellaan. Tutkimukseen osallistuneiden mukaan materiaali koettiin varsin toimivaksi, jossa vaikeahkoa aihetta on käsitelty monipuolisesti ja selkeästi. Verkkosivuston tekstien ulkoasuun toivottiin lisää kappalejakoa ja kuvia, joiden väriskaala ei olisi liian häiritsevää. Lisäksi tekstin selkeys ja tilankäyttö tulisi huomioida esimerkiksi lisäämällä tekstiin enemmän selventäviä linkkejä käsitteistä ja käytetyistä termeistä.

Tutkimukseen osallistuneiden luokanopettajaopiskelijoiden mukaan materiaalin käytettävyyden ja soveltuvuuden ei sellaisenaan alakoulun oppilaille osaksi heidän opetustaan. Tähän saattoi olla osasyynä luokanopettajaopiskelijoiden puutteellinen ja riittämätön FYKE-aineenhallinta, mikä ilmeni kyselyn vastauksissa. Sivusto koettiin liian teoriapainotteiseksi, joka sisälsi haastavia veden kemian ja fysiikkaan liittyviä käsitteitä. Opettaja voi käyttää sivuja joko oppilaiden kanssa yhdessä oppimistilanteessa tai käyttää sivustoja omana tutkimuspohjana oppimateriaalina. Opetustilanteessa materiaalissa ei saisi olla luettavaa liikaa, koska alakoulun oppilaiden huomio saattaa suuntautua muualle kuin käsillä olevaan asiaan. Tutkimukseen osallistuneita luokanopettajaopiskelijoita huolettivat myös mahdolliset fysiologiset oireet, kuten pään ja silmien särky, jotka voivat häiritä ja vaikeuttaa niin oppimista kuin keskittymistäkin. Fysiologisia oireita voidaan välttää soveltamalla verkkomateriaalia pienissä osissa muun opetuksen tukena osana monimuoto-opetusta.

Tutkimukseen osallistuneiden luokanopettajaopiskelijoiden mielestä videot koettiin arvokkaina, koska ne voivat auttaa opettajaa oppimateriaalin lisäksi myös omien opetustuntien valmisteluissa omakohtaisessa oppimisessa. Kuvatut demonstraatiot ovat lisäksi sellaisenaan yksinkertaisin välinein luokassa toteutettavia, jolloin niiden avulla voidaan luoda tutkimuksellisen oppimisen kokonaisuuksia osana monimuoto-opiskelua.

Verkkotyöskentelyn todettiin olevan vaihtoehtoinen opiskelumuoto oppilaille, joille tietokoneella työskentely on luonnollista. Verkkotyöskentelyssä opettajan on hyvä antaa riittävästi aikaa oppilaiden keskinäiseen keskusteluun, mielipiteiden vaihtoon käydystä aiheesta, sekä asioiden kypsyttelyyn. Tällöin luodaan mahdollisuuksia asian ymmärtämiseen ja syväoppimiseen.

Vuosien 2004 ja 2014 opetussuunnitelmissa (Opetushallitus 2004 ja 2014) korostetaan ilmiöiden havaitsemista ja kokeellisuutta. Opiskelun tavoitteena on innostaa oppilaita luonnontieteiden opiskeluun. Molemmissa opetussuunnitelman perusteissa painotetaan kokeellisuutta ja tutkivaa

oppimista. Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan todetaan, että materiaali soveltuu opettajan käyttöön lisämateriaaliksi oppikirjan rinnalle. Verkkomateriaali "Vettä Verkossa" ei tutkimustulosten mukaan sellaisenaan sovellu alakoulun oppilaille. Materiaalissa esiintyy mahdollisesti vaikeiksi ymmärrettäviä käsitteitä. Liikkuvan tai staattisen kuvan lisääminen oppimateriaaliin ei itsessään luo lisäarvoa, ellei näitä liitetä osaksi aktiivista toimintaa. Tällöin materiaalia voidaan soveltaa osana pedagogisesti suunniteltuja oppimis- tai opintotehtäviä. Visuaalisesti näyttävä ja monipuolinen virtuaalinen oppimateriaali on tutkimuksen perusteella haluttua materiaalia tulevien luokanopettajien keskuudessa ja "Vettä verkossa" -verkkomateriaali näyttääkin soveltuvan tutkimustulosten perusteella erinomaisena lähdemateriaalina osana monipuolista ja innostavaa monimuoto-opetusta. Haasteena luokanopettajakoulutuksessa on ottaa huomioon luokanopettajaopiskelijoiden perustaso-osaaminen FYKE-aineissa. "Vettä Verkossa" -verkkomateriaalin tarkoituksena on auttaa ja tukea tulevia luokanopettajia heidän opiskellessaan aineenhallintaan liittyviä opintojaan sekä herättää luokanopettajien ja oppilaiden kiinnostusta ja innostusta FYKEen.

Tutkimuksen ensimmäistä osaa Vettä Verkossa -materiaalia on esitelty kansainvälisessä kemian opetuksen alan konferenssissa (Välisaari & Häkkinen 2006) ja kolmessa kotimaisessa kemian opetuksen konferenssissa (Häkkinen & Mäntylä 2006, Häkkinen 2006, Häkkinen 2007a). Materiaaliin liittyvästä tutkimuksesta raportoitii kahdessa eurooppalaisessa kemian opetuksen tutkimuksen konferensseissa (Häkkinen 2008a, 2008b, 2010a), yhdessä eurooppalaisessa yhteistyöseminaarissa (Häkkinen 2008c) sekä kansallisessa kemian opetuksen konferenssissa (Häkkinen 2008c). Aiheesta on lisäksi kirjoitettu kaksi tieteellistä artikkelia (Häkkinen 2007b, 2008d).

### 7.1.2 Asiantuntijan kokeellisuutta korostavat LUMA-vierailut luokissa

Tutkimuksen toisessa osassa selvitettiin, kuinka LUMA-asiantuntijan kokeellisuuteen painottuvat vierailut Keski-Suomen maakunnan alakouluissa herättivät kiinnostusta LUMA-aineita kohtaan vuosina 2011-2013. Toinen apututkimuskysymys oli muotoa "Miten kokeellisuutta voidaan toteuttaa FYKEN opetuksessa tavallisessa luokkatilassa?"

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa vuodelta 2004 (Opetushallitus 2004, 187) mainitaan 6. luokan päättyessä oppilaan osaavan muun muassa tehdä yksinkertaisia kokeita. Luokissa tehdyt kokeelliset työt ohjaavat oppilaita havaintojen ja mittausten tekoon eri aisteilla ja mittausvälineillä<sup>20</sup>. Luokanopettajat kokivat vierailut erinomaisina FYKE opetuksen aiheiden konkretisoijina, mikä auttoi sekä heitä että oppilaita havaitsemaan mihin FYKEN teoriaan jokin arkipäivän ilmiö liittyy. Opettajien mielestä vierailuissa tehdyt käytännön työt toimivat heille opetuksen monipuolistajana ja henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena aidossa

<sup>20</sup>

[http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka\\_ ja\\_kemia/opetuksen\\_kokeellisuus/kokeellisuu s\\_opetussuunnitelmassa](http://www.edu.fi/perusopetus/fysiikka_ ja_kemia/opetuksen_kokeellisuus/kokeellisuu s_opetussuunnitelmassa)



kontekstissa. Oppilastyöt harjaannuttivat oppilaiden motorisia taitoja ja keskinäisiä yhteistyötaitoja. Erityisesti oppilaiden arkipäivään liittyvät työt, jotka tehdään turvallisessa ympäristössä eli luokkatilassa, auttavat oppilaita keskittämään huomionsa FYKEN ilmiöiden oppimiseen. Lisäksi luokissa oppilaiden tekemillä töillä pyrittiin selittämään arkielämän ilmiöiden liittymistä luonnon perusilmiöihin sekä niiden syy-seuraussuhteisiin. Töissä käytetyt työvälineet ovat sellaisia, joita löytyy koulusta ja joiden hankintahinnat eivät ole korkeita. Lisäksi työskentelyvälineiden käytössä huomioitiin ajatuksia kestävästä kehityksestä, esimerkiksi lasisten lastenruokapurkkien uudelleen käyttö.

Vuosina 2011-2013 tehtyihin 311 alakouluun suunnattuun kokeelliseen LUMA-vierailuun olivat kaikki luokanopettajat tyytyväisiä, vaikka kyselyyn saapui vain 82 vastausta. Opettajien tyytyväisyys vierailuun nousi esille heti vierailun jälkeen heidän kanssaan käydyissä keskusteluissa. Opettajat mainitsivat kokeellisten töiden olevan opetussuunnitelman mukaisia, vaikka työt eivät löytyneetkään suoraan oppikirjasta.

Opettajat, joiden luokassa kokeelliseen työskentelyyn painottuva vierailu toteutettiin, kokivat tapahtuman henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. Vierailu antoi valmiin mallin toteuttaa kokeellinen FYKE-tunti yksinkertaisilla välineillä. Opettajat sanoivat oppilaiden oman tekemisen ja aiheen yhteyden heidän arkipäiväänsä olevan tärkeässä asemassa kemian ja fysiikan innostuksen ja kiinnostuksen herättämisessä oppilaille. Vierailua toisen kerran samassa ryhmässä voidaan tulkita merkinä niin opettajan kuin oppilaiden kiinnostuksen heräämisestä. Vierailijan tullessa uudestaan, oppilaat odottivat innostuneina aihetta ja siihen liittyviä kokeellisia töitä. Palautteessaan opettajat toivoivat kokeellisten vierailujen jatkuvan. Oppilaiden motivoinnin ja kiinnostuksen herättämisen lisäksi opettajat olivat tyytyväisiä tutkimuksissa käytettyyn tieteelliseen tutkimustapaan. Opettajat mainitsivat vierailijan käyttämän tieteellisen kielen ja siihen liittyvien termien käytön sekä niiden selittämisen olleen erinomaista. Oppilaille selvitettiin puhekielen ja tieteellisen kielen, tässä tapauksessa kemian kielen eroja esimerkein.

Vierailuihin liittyvien työohjeiden laadinnassa pyrittiin pois oppikirjamaisuudesta muotoilemalla ne ongelmiksi tai kysymyksiksi, jotka liittyivät oppilaiden arkielämään (Harlen 2012 kts. s. 26). Näitä ongelmia ja kysymyksiä tutkittiin ja ratkottiin yhdessä vierailun aikana. Tulevaisuudessa tämän tyyppisiä tutkimukseen orientoivia ja keskittyviä LUMA-vierailuja kannattaisi toteuttaa jokaisella luokka-asteella, sillä ne toteuttavat oppilaslähtöistä tutkimuksellista oppimista uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti.

Vierailujen toteutuksia sekä niiden pohjalta laaditun kyselyn tuloksia on esitelty kansainvälisessä kemian opetuksen konferenssissa (Häkkinen and Lundell 2014b), eurooppalaisessa kemian opetuksen tutkimuksen konferenssissa (Häkkinen and Lundell 2014a) ja kansallisessa kemian opetuksen konferenssissa (Häkkinen 2010a). Aiheesta on lisäksi kirjoitettu artikkeleita kansallisissa kemian opetuksen alan julkaisuissa (Häkkinen 2009b, 2010b, 2013a) sekä pidetty esitelmä kansallisen LUMA-keskuksen 10-vuotisjuhlassa Helsingissä (Häkkinen 2013b).

### 7.1.3 5.-6. luokkalaisten työskentely autenttisisessa ympäristössä

Tutkimuksen kolmannessa osassa selvitettiin alakoululaisten kiinnostuksen muuttumista ja innostusta kemiaa kohtaan vierailupäivän Kokeellista Kemiaa Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella vuosien 2006-2017 aikana. Kolmas tutkimuksen apukysymys liittyi kiinnostuksen herättämiseen oppilaisissa. Herättääkö työskentely autenttisisessa ympäristössä kiinnostusta 5.-6. luokkalaisissa?

Laboratoriotyöskentelyssä on erityisesti huomioitava oppilaiden työturvallisuus. Työturvallisuuden lisäksi laboratoriossa työskentelyssä on huomioitava työtavat, miten laboratoriossa ollaan ja työskennellään. Oppilaiden tullessa vieraskäynnille paikkaan, jossa on ja käytetään vaarallisia kemikaaleja, on vierailijoiden taustat, kuten allergiat ja käyttäytyminen kartoitettava huolellisesti. Informatiivinen ennakkovierailu koululuokassa selvensi oppilaiden ennakkokäsityksiä ja antoi heille lisämotivaatioita. Vieraileva luokka tarvitsee ennakkoinformaatiota tulevasta paikasta, koska heidän vierailukohteessa ei tavallisesti työskentele alle 18-vuotiaita. Kun nämä edellä mainitut asiat huomioitiin ja käsiteltiin etukäteen, itse vierailussa pystyttiin keskittymään olennaiseen eli olemaan kemisti-tutkijana.

Alakoululaisille vierailu autenttisisessa ympäristössä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella ja toimiminen kemistinä innosti sekä herätti kiinnostusta kemiaa ja luonnontieteitä kohtaan. Kädentaidot yleensä ja etenkin silmä-käsi yhteistyö ovat motorisia taitoja, joita tarvitaan jatkuvasti. Laboratoriotyöskentelyssä hyvä silmä-käsi yhteistyö, havainnointi, mittaustarkkuus ja rauhallinen työskentely ovat taitoja, joiden osaamisesta on hyötyä muissakin aineissa. Mitä enemmän oppilailla oli itse tekemistä vierailun aikana, sitä kiinnostuneempia kemiaa kohtaan he olivat ja saivat pohjaa tieteellisen ajattelun kehittymiseen. Oppilaille oli tärkeää osoittaa omat kädentaidot ja niiden hallinta. Tämän he kokivat tärkeäksi, koska tavallisessa luokassa mahdollisuudet itsetekemiseen ovat rajalliset elleivät mahdolliset. Antoisia hetkiä koettiin oppilaiden arvatessa, mikä arkipäiväinen esine oli kuvattuna elektronimikroskoopilla. Toinen oppilaille mieliinpainuva hetki oli täyteen lasipurkkiin mahtuvan veden tarkan millilitramäärän mittaaminen ja sen ilmoittaminen. Oppilaiden kanssa keskusteltiin muun muassa "Milloin lasipurkki on täynnä vettä?". Kolmantena tärkeänä seikkana oppilaat mainitsivat mitalien valmistuksen sekä niiden itselle saamisen. Lopuksi oppilaille mainittiin, että säilyttäessäsi mitaleja muutaman vuoden suljetussa muovipussissa, on sinulla kaksi "kultaista" mitalia ja yksi "pronssinen". Nämä muistot ja mielikuvat vierailusta kemian laitoksella ovat yläkoulun opettajien kertoman mukaan jääneet hyvin oppilaiden muistiin.

Alakoulun 5.-6. luokkalaisille suunnattuja vierailuja kemian laitoksella on toteutettu vuodesta 2006 lähtien. Vierailujen ohjelma on hieman vaihdellut ja etsinyt muotoaan vuosien saatossa. Perusajatuksena on aina ollut oppilaiden aktiivinen ja tavoitteellinen toiminta, mitalien valmistus sekä tutustuminen

kemian maailmaan. Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteissa mainitaan opetuksen toteuttamisesta muun muassa seuraavaa:

”Oppimisympäristön tulee tukea oppilaan kasvua ja oppimista. Sen tavoitteena on tukea oppilaan oppimismotivaatiota ja uteliaisuutta sekä edistää hänen aktiivisuuttaan, itseohjautuvuuttaan ja luovuuttaan tarjoamalla kiinnostavia haasteita ja ongelmia.” (Opetushallitus 2004)

Vierailupäivä kemian laitoksella on erilaisen oppimisympäristön lisäksi tarjonnut sekä oppilaille että opettajille tutustumisen kemian laitoksen toimintakulttuuriin ja työtapoihin aidossa ympäristössä haasteineen ja anteineen. He ovat saaneet tutustua kemian kieleen ja joutuneet käyttämään sitä valmistaessaan mitaleita ja vieraillessaan päivän aikana eri pisteissä.

Lopuksi oppilailta tiedusteltiin mielipidettä vierailupäivän onnistumisesta ”Mikä päivässä oli mielestäsi kivointa?”. Yhtenä vuonna oppilailta kysyttiin ”Voisiko sinusta tulla kemisti isona?” (LIITE 6, 5/7). Oppilaat eivät vielä osanneet sanoa tulevaisuudesta mitään, sillä yleisin vastaus oli ehkä. Oppilailta saatujen palautteiden pohjalta nämä vierailut ovat olleet antoisia. Opettajien palautekeskusteluissa vierailujen toivotaan jatkuva edelleen. Päivä kemian laitoksella tarjoaa kouluille antoisan ja laajan tiedon sekä oppimisen kemiasta autenttisessa ympäristössä. Tämä on kemian laitokselle yksi tapa olla mukana yhteiskunnallisessa vaikuttamisessa ja avata ovia kouluihin päin.

Oppilaiden osallistumista Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella työskentelyyn, ”Kokeellista Kemiaa Ylistöllä” on esitelty kansainvälisessä kemian opetuksen konferenssissa (Häkkinen & Lundell 2016) sekä kirjoitettu artikkeli kansallisen tason matemaattisten aineiden opettajien julkaisussa (Häkkinen 2016).

## 7.2 Yhteenveto tutkimustuloksista

Tässä tutkimuksessa esitetyt kolme erilaista opetuksen tapaa toivat konkretiaa ja kokeellisuutta kahteen hyvin teoreettiseen oppiaineeseen kemiaan ja fysiikkaan. Etenkin asiantuntijan vierailut luokissa opettajan apuna ja toiminnalliset vierailut kemian laitoksella olivat tapahtumia, joissa oppilaat olivat päässeet itse tekemään tutkimusta, suunnittelemaan, raportoimaan ja miettimään sovelluksia asiantuntijan avulla.

Luokanopettajien henkilökohtainen täydennyskoulutus toteutui tutkimuksen kuluessa siten, että asiantuntija toimi oppituntien vetäjänä luokkavierailujen aikana. Opettajien on usein hankalaa päästä koulusta täydennyskoulutukseen kouluaikana. Tutkimuksessa tehdyt kouluvierailut toimivat opettajan henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena aidossa oppimisympäristössä, jota opettajat suuresti arvostivat ja tuntuivat kaipaavan. Opettajat kokivat oppilailta saamansa palautteen erittäin tärkeänä heille. Välitön palaute toimi myös hyvänä motivoijana ja innostajana kokeellisen työskentelyn lisäämiseen FYKE-tunneilla ja jatkossa ympäristöopin tunneilla.

Vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet mainitsevat ympäristöopin opetuksen tavoitteissa vuosiluokilla 3-6 muun muassa seuraavaa: Opetuksen tavoitteena on (Opetushallitus 2014, 241)

”ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa, luonnossa ja teknologiassa sekä rakentamaan perustaa energian säilymisen periaatteen ymmärtämiselle.”

ja edelleen

”ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään kemiallisia ilmiöitä, aineiden ominaisuuksia ja muutoksia sekä rakentamaan perustaa aineen säilymisen periaatteen ymmärtämiselle.”

Tämä tutkimus pyrki osaltaan täyttämään edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamista. Vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2014, 31-32) mainitaan opetuksen eheyttämisen edellyttävän sekä opetuksen sisältöä että työtapoja koskevaa pedagogista lähestymistapaa, jossa kunkin oppiaineen opetusta ja erityisesti oppiainerajat ylittäen tarkastellaan todellisen maailman ilmiöitä tai kokonaisuuksia. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien tarkoituksena on käsitellä toiminnallisesti oppilaiden kokemusmaailmaan kuuluvia ja sitä avartavia asioita, jolloin voidaan tarjota mahdollisuuksia yhdistää koulun ulkopuolinen oppiminen koulutyöhön (Opetushallitus 2014, 32). Kokeelliseen työskentelyyn painottuva vierailu autenttiossa ympäristössä tarjoaa tästä erinomaisen esimerkin.

Koko tutkimusta on esitelty kansainvälisissä symposiumissa (Häkkinen 2017).

### 7.3 Tutkimuksen luotettavuusarviointi

Tässä tarkastellaan toimintatutkimuksen luotettavuutta ensin yleisesti ja sitten tapauskohtaisesti. Perinteisen kvalitatiivisen tutkimuksen tarkkuus perustuu yleisesti vakiintuneisiin rutiineihin tutkimuksen luotettavuuden ja pätevyyden määrittämiseksi, mutta toimintatutkimus, joka on pääosin laadullista, käyttää erilaisia kriteerejä. Toimintatutkimuksen tarkkuus perustuu tutkimuksessa saatuihin tuloksiin, jotka ovat luotettavia ja eivät pelkästään heijasta tutkijan erityisiä näkökulmia, puolueellisuutta tai maailmankuvaa ja ne eivät perustu pelkästään tutkittujen aiheiden pinnallisiin tai yksinkertaistettuihin analyyseihin (Stringer 2007, 57). Toimintatutkimuksen luotettavuus perustuu Lincoln ja Guban (1985) aikoinaan laatimiin luotettavuuskriteereihin:

- 1) uskottavuus (Credibility),
- 2) siirrettävyys (Transferability),
- 3) luotettavuus (Dependability) ja
- 4) vahvistettavuus (Confirmability).

Tutkimuksessa on tavoitteena täyttää nämä neljä kriteeriä. Tutkimuksen uskottavuudella tutkijat yrittävät osoittaa, että tutkittavana olevasta ilmiöstä on annettu oikea kuva. Siirtokelpoisuuden mahdollistamiseksi ne tarjoavat riittävän

yksityiskohtaisia kenttätöiden konteksteja, jotta lukija voi päättää, onko vallitseva ympäristö samanlainen kuin toinen tuttu tilanne ja voidaanko havaintoja perusteltavasti soveltaa toiseen tilanteeseen. Laadullisessa työssä luotettavuutta lisää se, että tutkimuksessa annetaan riittävän yksityiskohtaiset tiedot tutkimuksen toteutustavasta niin, että toiset tutkijat tai tutkimusryhmät voivat sen helposti replikoida. Tämä seikka varmistaa sen, että havainnot on saatu luotettavasti ja samalla ne varmistavat sen, että kyseessä on sellainen havainto tai tieto, joka ei pohjaudu tutkijan/tutkijoiden omiin alttiuksiinsa. Luotettavuuskriteerin saavuttaminen on vaikeaa laadullisessa työssä, vaikka tutkijoiden tulisi ainakin pyrkiä antamaan tulevalle tutkijalle mahdollisuus toistaa tutkimus. Siksi tässä työssä kehitetty videomateriaali on sellaisenaan muiden tutkijoiden käytettävissä. Samoin yksityiskohtaiset selostukset (kuten oppilastyöt ohjeineen) asiantuntijavierailuista kouluihin ovat riittävällä tarkkuudella kenen tahansa toteutettavissa; ohjeistus ja ennakkoinformaatio Jyväskylän yliopiston kemian laitoksessa tapahtuvalle vierailulle ja siellä tehtäville harjoituksille on yksityiskohtaisesti esitetty tässä tutkimuksessa ja liitteissä.

Tutkimuksen tulosten arvioinnin pohjana on hyvä dokumentaatio. Tämän tutkimuksen aineistot koottiin kvalitatiivisella menetelmällä ja luotettavuustarkastelussa sovellettiin Kanasen (2013, 117) esittämää luotettavuuskriteeristöä. Luotettavuuskriteeristöistä esiintyy useita versioita, riippuen suomennoksesta. (vrt. Stringer 2007, 57; Tuomi ja Sarajärvi 2009, 137-139; Kananen 2013, 122.) Eskolan ja Suorannan (2008, 213) mukaan aineiston tulkinta on reliaabeli, mikäli se ei sisällä ristiriitaisuuksia. Validiteetilla puolestaan tarkoitetaan, että tutkimuksessa on tutkittu sitä, mitä on luvattu. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2003, 213; Tuomi ja Sarajärvi 2013, 136.) Tutkimuksen uskottavuus ja luotettavuus paranevat käytettäessä triangulaatiota, jolloin mukaan sisällytetään useita tietolähteitä (Stringer 2009, 58). Eskola ja Suoranta (2008) ovat maininneet, että käyttämällä useampia tutkimusmenetelmiä eli triangulaatiota, tällöin kohde tulee kuvattua useasta eri näkökulmasta, on mahdollinen luotettavuusvirhe korjattavissa. Triangulaatiota käytetään myös tutkittavan ilmiön kokonaiskuvan hahmottamiseen (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 144).

Tämä toimintatutkimus, joka koostuu kolmesta erilaisesta tapauksesta, raportoidaan yhtenä, sillä tällöin on helpompi havaita kokeellisen ja tutkimusperustaisen opetuksen lähestymistavan merkitys alakoulun FYKE-opetuksessa. Tämän tutkimuksen kolmen eri osan luotettavuustarkastelut on koottu yhteen Taulukoon 16. Objektiivisuuden ja luotettavuuden lisäämiseksi tutkimuksen vaiheita on esitelty säännöllisesti tieteelliselle yhteisölle ja käytännön toimijoille, kuten opettajille ja oppilaiden vanhemmille. Jokaista näistä kolmesta eri tutkimuksesta on pidetty tieteellisiä esityksiä sekä kansainvälisissä että kansallisissa konferensseissa.

## TAULUKKO 16 Luotettavuustarkastelu tutkimuksen eri tapauksissa

Tutkimus	Luotettavuustarkastelu
<p>Tapaus 1: Vettä Verkossa materiaali (Luku 4)</p>	<p>Kysely toteutettiin kahdella luokanopettajaopiskelijaryhmillä siten, että opiskelijat tutustuivat ensin verkkomateriaalin veden ominaisuudet sekä pintajännitysasioihin. Tämän jälkeen opiskelijat siirtyivät vastaamaan kyselyyn. Ensimmäinen ryhmä vastasi kyselyn paperiseen versioon. Toisen ryhmän kysely toteutettiin verkkokyselyynä. Kaikki tutkimusprosessin valinnat on dokumentoitu ja tehdyt ryhmittelyt perusteltu, jotta lukija voi seurata ja arvioida tutkijan johtopäätöksiä. Pienen osallistujamäärän vuoksi kyselyn vastaukset esitettiin sisällönanalyysin avulla Taulukot 4 ja 5). Kyselyn vastaukset analysoitiin sisällönanalyysin keinoin ja tuloksia esiteltiin poimintoina alku peräisaineistosta. Analyysitulokset on perusteltu esimerkkien avulla. Kaksi tutkijaa analysoivat aineiston ulkoisesti ja muodostivat luokat. Tämän jälkeen tuloksista keskusteltiin yhdessä ja päädyttiin konsensusukseen luokittelun suhteen. Tutkimuksen uskottavuutta lisättiin tutkimuksen toteuttamisen, tutkimuskohteiden ja aineiston sekä tulosten analyysien yksityiskohtaisella kuvaamisella. Tutkimustuloksia on esitelty tieteellisissä konferensseissa. Tutkimus on toteutettu tieteellisen tutkimuksen toteuttamista yleisesti ohjaavien periaatteiden mukaan.</p>
<p>Tapaus 2: LUMA- vierailija luokassamme (Luku 5)</p>	<p>Tutkimuksen luotettavuutta lisättiin monilähteisyydellä 1) luokanopettajille suunnatulla kyselyllä, 2) luokanopettajien strukturoimattomilla haastatteluilla, 3) havainnoinnilla, 4) oppilaiden kirjeillä tutkijalle ja 5) tutkijan tutkimuspäiväkirjalla. Kyselyn vastaukset analysoitiin sisällönanalyysin keinoin ja tuloksia esiteltiin poimintoina alkuperäisaineistosta. Tutkimuksen luotettavuutta lisättiin soveltamalla ajan triangulaatiota, kysely toistettiin kaksi vuotta LUMA-vierailujen päättymisen jälkeen. Tutkimus on toteutettu tieteellisen tutkimuksen toteuttamista yleisesti ohjaavien periaatteiden mukaan. Tutkimustuloksia on esitelty tieteellisissä konferensseissa.</p>
<p>Tapaus 3: Kokeellista Kemialla Ylistöllä (Luku 6)</p>	<p>Tutkimukseen liittyvä kysely toistettiin kolmena vuonna jokaiselle vierailuryhmälle. Tutkimuksen luotettavuutta lisättiin monilähteisyydellä 1) oppilaiden vastausmonisteella, 2) havainnoinnilla ja 3) oppilaiden kirjeellä vierailusta tutkijalle. Tutkimuksen luotettavuutta lisättiin toteuttamalla aineiston analyysi sisällönanalyysin keinoin ja tuloksia esiteltiin poimintoina alkuperäisaineistosta. Tutkimuksen uskottavuutta lisättiin tutkimuksen toteuttamisen, tutkimuskohteiden ja aineiston sekä tulosten analyysien yksityiskohtaisella kuvaamisella. Tutkimus on toteutettu tieteellisen tutkimuksen toteuttamista yleisesti ohjaavien periaatteiden mukaan. Tutkimustuloksia on esitelty tieteellisissä konferensseissa.</p>

## 7.4 Tutkimuksen eettisyyden tarkastelua

Laadullista tutkimusta tekevällä tutkijalla on institutionaalinen asema, jonka vuoksi toisen väärin kohtelu saa aivan eri tulkinnan kuin arkielämässä. Lisäksi tiedonkeruujärjestelmien vapaamuotoisuus tuovat mukanaan tutkimusasetelmaan mahdollisesti liittyvien eettisten ongelmien punnitsemisesta haastavampaa (Tuomi & Sarajärvi 2009, 125). Eettinen kestävyys Tuomi ja Sarajärven (2009, 127) mukaan asettaa lisävaatimuksen hyvälle laadulliselle tutkimukselle. Taulukkoon 17 on koottu tämän tutkimuksen eri tapausten eettiset pohdinnat.

Tutkimusaiheen eettinen pohdinta selkeyttää sen, kenen ehdoilla tutkimusaihe valitaan ja miksi tutkimukseen ryhdytään (Tuomi & Sarajärvi 2009, 127). Tähän tutkimukseen päädyttiin perusopetuksen opetussuunnitelmassa tapahtuneiden muutosten vuosina 2004 ja 2014 vuoksi. Miten ne ovat vaikuttaneet luokanopettajaopiskelijoiden sivuainevalintoihin ja mitä nämä muutokset toivat mukanaan vuosiluokkien 5 ja 6 ympäristö- ja luonnontieteiden opetukseen. Tutkija oli mukana vuoden 2004 opetussuunnitelmatyössä ja oli kiinnostunut uusien oppiaineiden, kemian ja fysiikan opetuksesta ja sen toteuttamisesta alakoulussa. Jyväskylän yliopiston kemian laitos ja valtakunnallinen LUMA-verkosto sekä sen toiminta antoivat tähän oivan mahdollisuuden.

## TAULUKKO 17 Tutkimuksen eettisyys eri tapauksissa.

Tutkimus	Eettisyystarkastelu
Tapaus 1: Vettä Verkossa -materiaali (Luku 4)	<p>Tutkimukseen osallistui kaksi luokanopettajaopiskelijaryhmää, ensimmäinen syksyllä 2006 ja toinen keväällä 2007. Kaikille vastaajille kerrottiin heidän osallistuvan tutkijan lisensoitun tutkimukseen.</p> <p>Vastaajat tutustuivat aluksi Vettä Verkossa -verkkomateriaalin, jonka jälkeen he vastasivat kyselylomakkeessa oleviin kysymyksiin. Kyselyyn vastattiin anonymisti ja vastaajat käyttivät aikaa kyselyyn vastaamiseen saman verran kuin materiaaliin tutustumiseen, 10-15 minuuttia. Vastaajilla oli mahdollisuus olla osallistumatta kyselyyn.</p> <p>Ensimmäinen ryhmä vastasi kyselylomakkeen paperiseen versioon ja jälkimmäinen ryhmä vastasi tutkijan laatimaan Internet-kyselyyn. Jälkimmäisen ryhmän vastaukset tutkija tulosti ja sekoitti ne yhdeksi vastausryhmäksi ensimmäisten vastausten kanssa. Ryhmä oli pieni (n=21), joten kyselyn tulokset ovat suuntaa-antavia. Molempien ryhmien osallistujat suostuivat vastaamaan kyselyyn. Avointen kysymysten vastaukset on luokiteltu sisällönanalyysia noudattaen. Mukaan on otettu vain ne kysymykset, jotka olivat samoja molemmilla ryhmillä.</p>
Tapaus 2: LUMA- vierailija luokassamme (Luku 5)	<p>LUMA-vierailija luokassa toteuttiin jo vuodesta 2006 alkaen, mutta tutkimukseen mukaan otettiin vuodet 2010-2013. Kaikille vierailuluokan opettajille ja oppilaille kerrottiin jo vierailun yhteydessä vierailun olevan osa vierailijan tutkimusta. Tutkimuskysymykset kerrottiin lähetettävän myöhempänä ajankohtana. Tutkimuksessa noudatettiin monilähteisyyttä ja se kohdistui vierailussa läsnäolevien luokanopettajien tuntemuksiin ja herättämiin ajatuksiin LUMA-vierailusta.</p> <p>Tutkimukseen liittyvät kyselyt toteutettiin Internet-kyselyinä vierailujen jälkeen tammikuussa 2014 ja kysely uusittiin kahden vuoden kuluttua vierailuista, helmikuussa 2016.</p> <p>Kyselyistä lähetettiin sähköpostimuistutus vastausmääräraajojen umpeuduttua. Vastaajilla oli molemmissa kyselyissä mahdollisuus olla osallistumatta.</p>
Tapaus 3: Kokeellista Kemiaa Ylistöllä (Luku 6)	<p>Tutkijan vierailusta luokassa oli yhden luokan jo kainen oppilas kirjoittanut tutkijalle kirjeen. Nämä kirjeet opettaja oli koonnut yhteen ja muokannut niistä anonymoimia kirjeitä. Nämä kirjeet otettiin mukaan tutkimukseen.</p> <p>Kokeellista kemiaa Ylistöllä -päivää ryhdyttiin toteuttamaan jo vuonna 2006, mutta kyselyyn otettiin mukaan vuodet 2015-2017. Kullekin vierailevalle oppilasryhmälle käytiin etukäteen kertomassa vierailusta (LIITE 18) ja annettiin tutkimuslomake oppilaille mukaan kotikäyntiä varten. Lomakkeessa oli kaksi lupalappua, jotka huoltajan tuli täyttää (LIITE 10 ja 11) ja oppilaan palauttaa tutkijalle ennen vierailun alkua.</p> <p>Huoltajilta kysyttiin luvat oppilaan osallistumisesta tutkimukseen sekä lupa oppilaan valokuvaamiseen vierailun aikana. Oppilaiden vierailusta kemian laitoksella kirjoittamat kirjeet oppilaat kirjoittivat anonyyminä ja luokanopettaja kokosi ne yhteen ja lähetti tutkijalle.</p>



## 7.5 Tutkijan oma reflektio tutkimusprosessista

Tässä työssä hyödynnettiin sekä yksilökeskeistä että sosiaalista konstruktivismia sovellettuna alakoulun FYKE-opetukseen. ”Vettä Verkossa” –materiaali toimii luokanopettajaopiskelijoille hyvänä yksilökeskeisenä opetusmateriaalina opiskelijoiden rakentaessa omaa aineenhallintaansa. Missä määrin luokanopettajaopiskelijat tarvitsevat lisää kokeellisuutta ja miten LO-opiskelijoiden kemian ajattelutasojen erot näkyivät vastauksissa. Tässä tutkimuksessa oli viitteitä siihen, että LO-opiskelijoiden kemian oppiaineiden sisältöjen taso ei ollut homogeeninen. Itse asiassa LO-opiskelijoiden oppiainesisällöissä oli selvää eroavuutta siinä, missä määrin tieteellisiä vastauksia ”Vettä verkossa” -videomateriaalista tehtyihin kysymyksiin annettiin. Se, miten LO-opiskelijoiden mahdollinen kemian oppiainesisällöissä oleva perustasoero otetaan huomioon opettajankoulutuksessa, on haaste sinänsä.

LUMA-vierailijan käynti luokassa toimi luokanopettajalle erinomaisena esimerkkinä haastavan oppiaineen, FYKEN opettamisesta kokeellisesti. Vierailu antoi luokanopettajalle myös mallin pedagogisesta aineenhallinnasta (PCK) ja sen kehittamisestä. Vierailut toimivat opettajan henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. Näiden vierailujen tuomat edut, kuten helpot ja yksinkertaiset kokeet sekä luokanopettajien henkilökohtainen täydennyskoulutus ovat huomionarvoisia asioita ja vierailut antavat kunnille toteutuskelpoisen mallin. Kuntien yhdessä paikallisen LUMA-keskuksen kanssa kannattaisi järjestää tämän tyyppistä täydennyskoulutusta, joka koskisi koko kouluyhteisöä.

Tämän työn eri tapauksissa korostui opettajan merkitys uuden asian tai käsitteen opettelussa. Kemia ja fysiikka ovat oppiaineina hyvin vaativia ja haastavia. Tällöin näiden aineiden omatoiminen oppiminen asettaa oppilaat ja heidän oppimisensa hyvin hataralle pohjalle erityisesti alakoulussa. Piaget'n (1970) mukaan ajattelun laadullinen kehittyminen on huomattavaa juuri alakouluikäisten kehitysvaiheessa ja siksi perusopetuksen opettajan rooli kasvaa merkittäväksi uusien käsitteiden oppimisen ohjaajana ja käsitteiden rakentajana. Vygotskylainen (1978) ajattelu lähikehityksen vyöhykkeestä korostaa myös opettajan ohjaavaa roolia oppilaan ajattelun kehittämisessä.

FYKEN kuten myös biologia-maantiedon kokeellinen opettaminen edesauttaa oppilaiden sosiaalisten ja kädentaitojen kasvua sekä kehitystä. Ilmiöihin tutustuminen ja niiden tutkiminen tutkivalla otteella kestävä kehitys huomioiden antavat oppilaille eväitä tieteellisen tutkimuksen tekoon ja siitä raportointiin.

Tämän tutkimuksen keskeinen teorettinen viitekehys yhdisti toimintatutkimuksen erilaisiin tapaustutkimuskonteksteihin, joiden avulla pyrittiin saamaan viitteitä kehittämistutkimukselle (Design Research). Tässä tutkimuksessa käytetty toimintatutkimuksen viitekehys ei pyrkinyt valmiin mallin esittämiseen, vaan antamaan suuntaa jatkuvalla opetuksen kehittämistyölle tulevaisuudessa.

## 7.6 Ajatuksia FYKE-opetuksen kehittämiseksi

Verkkomateriaalin jatkokehittäminen on perusteltua ja suotavaa, koska tämänhetkinen "Vettä Verkossa" materiaali keskittyy muutamaa veden ominaisuuteen. Materiaali tulisi muokata siten, että videot olisivat oppilaille näytettävä osa ja teksti sekä kuvat toimisivat tietopankkina opettajalle. Videoiden vaikutus alakoulun oppilaiden ympäristöopin oppimiseen antaisi lisää tietoja eri opetustapojen vaikutuksista oppilaiden tiedon omaksumiseen. Yleisestikin luonnontieteiden oppimateriaalien kehittämisessä tulisi ottaa huomioon oppilaiden kognitiivinen kehitystaso. Oppilaiden itseohjautuvuuden kautta tapahtuva oppiminen ei luonnontieteissä ole itsestään selvää; pikemminkin tällöin tarvitaan opettajan vahvaa roolia oppimisen ohjaamisessa. FYKE-opetuksessa keskeistä on oppisisällön käsitteiden ja luonnonlakien perusasioiden oppiminen, eikä sitä voi siirtää oppilaan oman itseohjautuvuuden varassa tapahtuvaksi.

Kokeellisuuteen painottuvia LUMA-vierailuja kouluissa tulisi kehittää enemmän oppiaineita integroivaan suuntaan arkipäivän ilmiöitä unohtamatta. Tämä antaisi oivan mahdollisuuden tutkia kokeellisuuden vaikutusta ympäristöopin opetuksessa. Luokkakohtaiset ja kokeellisuuteen painottuvat asiantuntijavierailut luokassa toimivat erinomaisena opettajan henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. Tätä voisi kehittää tutkimalla, miten vierailut ja niiden tuoma kokeellisuus ovat vaikuttaneet luokanopettajien FYKE-aineiden hallintaan ja lisääntykö kokeellisuus kemian ja fysiikan kohdalla ympäristöopin tunneilla eli lisäsikö aineenhallinnan kehittäminen myös opettajien pedagogista aineenhallintaa.

Tulevien luokanopettajien erikoistumisen ympäristö- ja luonnontietoon sekä suoritettavien erikoistumiseen liittyvien kurssien sisällöt ja soveltuminen peruskoulun opetussuunnitelmaan antaisivat myös viimeisintä tutkimustietoa opettajille. Luokanopettajille erikoistumiseen suunnattujen kurssien sisältönä olisivat kemian ja fysiikan perusasiat ja erikoistumiskurssien tulisi olla sellaisia, jotka integroisivat mahdollisimman monta eri oppiainetta. Tällöin näkyisi sekä kemian että fysiikan soveltaminen eri aineissa. Herää kysymys, pitäisikö nykyisiä luokanopettajakoulutuksessa olevia ympäristö- ja luonnontietoon liittyviä kursseja muuttaa ja mihin suuntaan.

Luokanopettajille LUMA-vierailu -kyselyiden vastauksista nousi esille tarve ideoille ja vinkeille sekä valmiita malleja opetuksen toteuttamiseen. Vierailujen kullekin luokkatasolle nähtiin toimivan luokanopettajalle henkilökohtaisena täydennyskoulutuksena. LUMA-keskusten roolia tulisi uudelleen arvioida ja kehittää se pysyväksi opettajien täydennyskoulutuksen muodoksi. Ympäristössämme ja yhteiskunnassa tapahtuvien jatkuvien muutosten seurauksena on oleellista panostaa työssä olevien luokanopettajien täydennyskoulutukseen, puhutaan elinikäisestä oppimisestä. Tai paremminkin jatkuvasta oppimisestä. Yliopiston yhteistyö paikallisen LUMA-keskuksen kanssa antaa oivan mahdollisuuden kemian ja fysiikan opetuksen kehittämiseen alakouluissa. Näihin tarpeisiin yhtenä modernina mahdollisuutena on vuonna

1996 perustettu LUMA-projekti, joka on nykyisin nimeltään LUMA-keskus Suomi ([www.luma.fi](http://www.luma.fi)). Valtakunnallinen LUMA-keskus Suomi -verkosto koostuu tällä hetkellä kolmestatoista toimipisteestä. Nämä toimipisteet kattavat maantieteellisesti koko Suomen ja sijaitsevat yleensä lähellä paikallista yliopistoa. Toimipisteiden toimintamallia on kuvattu LUMA-keskuksen verkkosivuilla seuraavasti:

”LUMA-keskus Suomi edistää matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian alojen eri toimijoiden vuorovaikutusta ja pyrkii rakentamaan kestäviä yhteistyön malleja. Keskus saattaa yhteistyöhön oppilaat, opiskelijat ja opettajat eri koulutusasteilla varhaiskasvatuksesta yliopistoon, lapset ja nuoret koulun ulkopuolella, lasten ja nuorten huoltajat sekä muut tahot yhteiskunnassa, kuten yritysten ja muiden yhteisöjen henkilöstön.”<sup>21</sup>

Keskuksen sivuilla mainitaan toiminnan kohderyhmiksi muun muassa luokanopettajaopiskelijat.

”Merkittävässä osassa monien LUMA-keskusten toimintaa ovat lastentarhan-, luokan- tai aineenopettajaksi opiskelijat. Opettajien elinikäisen oppimisen kasvuprosessia tuetaan opettajaopiskelijoiden yliopisto-opintojen alusta lähtien. Monia LUMA-toimintoja toteuttavat käytännössä matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijat, lähinnä opettajaopiskelijat, sekä luokan- ja lastentarhanopettajaopiskelijat. Tieteenalasta/oppiaineesta riippuen opiskelijoiden toiminta on joko integroitu tutkinto-opetukseen ja tutkimukseen tai he tekevät sitä palkallisesti opiskelun rinnalla hankkien samalla hyödyllistä työkokemusta.”<sup>21</sup>

Valtakunnallinen LUMA-verkosto tarjoaa mahdollisuuksia opettajien monialaisen osaamisen ja pedagogisen aineenhallinnan kehittämiseen. LUMA-keskukset yhdessä yliopistojen opettajankouluttajien kanssa voivat panostaa oppiainekohtaisiin täydennyskoulutuksiin sekä erityisesti tarjota kaikkia luonnontieteitä integroivaa täydennyskoulutusta myös luokanopettajalle. Tämän täydennyskoulutuksen olisi tapahduttava työaikana ja mielellään autenttisessa ympäristössä, koululuokassa.

Opiskelijoiden lisäksi jokaisella paikallisella LUMA-keskuksella olisi hyvä olla mentoreita, jotka ovat tarvittaessa alueen opettajien käytettävissä. Nämä mentorit olisivat LUMA-aineista kiinnostuneita, innostuneita ja opetustaustaisia henkilöitä, LUMA-mentoreita. LUMA-mentori on henkilö, joka on vuorovaikutuksessa yliopiston ja ympäröivän yhteiskunnan (koululaitos) välillä tarjoamalla ammattiosaamistaan ja toimien samalla matalan kynnyksen täydennyskouluttajana antamalla ideoita, vinkkejä ja valmiita malleja FYKEN kokeellisen opetuksen toteuttamiseen. Tällainen ammatillinen mentorointi on luonteeltaan jatkuvaa ja se kehittyy aikojen kuluessa tarjoten uusia näkökulmia luonnontieteiden opettamiseen ja opettamisen tapoihin. LUMA-keskus Suomi verkosto muodostaisi koko maan kattavan mentorointiverkoston.

LUMA-keskusten tuen lisäksi eräs mahdollinen tuki luokanopettajille voisi olla yhteistyö yläkoulun tai lukion aineenopettajien kanssa. Mikäli kyseessä on

<sup>21</sup> [www.luma.fi/keskus](http://www.luma.fi/keskus)

yhtenäiskoulu, opetusluokat 1-9 on yhteistyö helpommin järjestettävissä koulun sisällä.

Myös opettajille virkaehtosopimuksen mukaan kuuluvista VESO-päivistä suurin osa voitaisiin käyttää opettajien ainekohtaisiin täydennyskoulutuksiin tai useita aineita integroiviin monialaisiin kokonaisuuksiin. Täydennyskoulutuksissa esiteltäisiin uusinta tutkimustietoa ja sen soveltuvuutta opetuskäyttöön. Jatkossa LUMA-keskusten roolia täydennyskouluttajana ja mentoreiden toimittajana kannattaisi korostaa entisestään ja saattaa tämä hyväksi koettu toimintamuoto pysyväksi.

Koulutuksellisen tasa-arvon kannalta LUMA-keskus Suomen rooli valtakunnallisena opettajien täydennyskoulutuskeskuksena voidaan nähdä muiden toimijoiden lisänä (kuten Matemaattisten Aineiden Opettaja Liitto MAOL ry, Biologian ja Maantiedon Opettajien Liitto BMOL ry ja Suomen Luokanopettajat ry). LUMA-keskus Suomen rooli laajentuu elinikäisen oppimisen ajatuksen siivittämänä koskemaan myös varhaiskasvatuksen toimijoiden täydennyskoulutusta ja siten voidaan nähdä luonnontieteen eri alojen opettajien jatkokoulutuksen koordinoijana.

Tämän tutkimuksen kaikki kolme tapausta liittyvät LUMA-toimintaan<sup>22</sup>, ollen mukana toimintamalleissa ”Eheyttävään opetukseen ja monialaisuuteen” sekä ”Projekti-oppimiseen ja projektimaisen työskentelyyn” kehittämisteemoissa. Lisäksi kaikki toiminta on kytköksissä LUMA-verkoston tavoitteisiin ”tutkimukseen perustuvia matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian opetuksen ratkaisuja lasten ja nuorten innostamiseksi sekä opettajien työn ja ammatillisen kehittymisen tueksi” (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2019).

---

<sup>22</sup> <https://suomi.luma.fi/raportointi/>

## 8 LÄHTEET

- Aaltola, J. & Syrjälä, L. (1991). Tiede, toiminta ja vaikuttaminen. Teoksessa Heikkinen, H., Huttunen, R. & Moilanen, P. (toim.) *Siinä tutkija missä tekijä. Toimintatutkimuksen perusteita ja näköaloja*. Jyväskylä: Atena.
- Akinbobola, AO. (2015). Evaluating science laboratory classroom learning environment in Osun State of Nigeria for national development. *Journal of Resources Development and Management*, 9, 14-19.
- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer assisted inquiry: A design research approach*. Helsingin yliopisto. Helsinki: Yliopistopaino, Väitöskirja.
- Appleton, K. (2007) Elementary science teaching. Teoksessa Abell, S., Appleton ja K., Hanuscin, D., L. (toim.) *Handbook of Research on Science Education* (1<sup>st</sup> ed.), 493-535. New York, USA: Routledge.
- Binkley M. et al. (2012) Defining Twenty-First Century Skills. Teoksessa Griffin P., McGaw B., Care E. (toim.) *Assessment and Teaching of 21<sup>st</sup> Century Skills*. 17-66. Springer, Dordrecht.
- Brown, T. L., LeMay, Jr. H. E. Bursten, B., E. (2006). *Chemistry the Central Science* (10<sup>th</sup> ed.). Pearson Education, USA.
- Carr, W. & Kemmis, S. (1986). *Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research*. Lontoo: The Farmers Press.
- Childs, P., E. (2009). Improving chemical education: turning research into effective practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 189-203.
- De Jong, O., Korthagen, F., & Wubbels, T. (1998). Research on science teacher education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change. Teoksessa B. Fraser ja K.G. Tobin (toim.) *International Handbook of Science Education* 745-758. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- De Jong, O., Veal, W. R., Van Driel, J. H. (2002). Exploring Chemistry Teachers' Knowledge Base. Teoksessa: Gilbert, J. K., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. & van Driel, J. H. (toim.) *Chemical Education: Toward Research-based Practice* 369-390. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Eskola, J. ja Suoranta, J. (2008). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. 126-130. Jyväskylä: Vastapaino, Gummerus Oy.
- Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Nässäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. (2004). *Neon 1 - Ihmisen ja elinympäristön kemia. Lukion kemia*. Helsinki: Edita.
- Harlen, W. (1997). Primary Teachers' Understanding in Science and its Impact in the Classroom, *Research in Science Education*, 27(3), 323-337.
- Harlen, W. (2012). What do we know about learners' ideas at the Primary level? Teoksessa Oversby, J. (toim.) *ASE Guide to Research in Science Education* (44-50). Iso-Britannia: Association for Science Education, College Lane, Hatfield, Herts AL10 9AA.
- Heikkinen, H.L.T. 2007. Toimintatutkimuksen lähtökohdat. Teoksessa Heikkinen, H.L.T., Rovio, E. ja Syrjälä, L. (toim.) *Toiminnasta tietoon*

*Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat* 16-38. Vantaa: Kansanvalistusseura, Dark.

- Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A., Nahum, T., L. and Shore, R. (2001). Assessment of the learning environment of inquiry-type laboratories in high-school Chemistry. *Learning Environments Research*, 4(2), 193-207.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in science education: Foundation for - The 21st century. *Science Education* 88(1), 28-54.
- Häkkinen, P. & Mäntylä, M. (2006). Vettä Verkossa, Kemian opetuksen päivät 2.-3.3.2006. Helsingin yliopisto, Kumpula, posteriesitys.
- Häkkinen, P. (2007a). Vettä Verkossa, Kemian opetuksen päivät 8.-9.5.2007. Helsingin yliopisto, Kumpula, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. (2007b). Vettä Verkossa – verkkomateriaalin hyödyllisyys luokanopettajaopiskelijoiden arvioimana”. Teoksessa: Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluun, osa 1: Perusopetuksen vuosiluokat 1-9*. 44-50. Helsinki: Opetushallitus.
- Häkkinen, P. (2008a). Vettä Verkossa, Kemian opetuksen päivät 8.-9.5.2008, Jyväskylän yliopisto, Ylistö, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. (2008b). Vettä Verkossa, Kemian opetuksen päivät 8.-9.5.2008 Jyväskylän yliopisto, Ylistö, posteriesitys.
- Häkkinen, P. (2008c). Water in The net, Suomalais-Saksalainen tutkijakoulun yhteistyöseminaari, 9.-10.6.2008, Helsingin yliopisto, Physicum, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. (2008d). Luokanopettajien käsityksiä ”Vettä Verkossa” -oppi-materiaalista ja sen sovellettavuudesta. Teoksessa: Välisaari, J. & Lundell, J. (toim.) *Kemian Opetuksen Päivät 2008 – Uusia oppimisympäristöjä ja ongelmalähtöistä opetusta*. 45-52. University of Jyväskylä Research Report, No 129.
- Häkkinen, P. (2009a). FYKE alakoulussa – teoriaa ja kokeellisuutta. *Dimensio* 83(2), 11-14.
- Häkkinen, P. (2009b). FYKE alakoulussa – toiminnallisia teemapäiviä eri luokka-asteilla. Teoksessa: Aksela, M. & Pernaa, J. (toim.) *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluun*. 111-119. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy.
- Häkkinen, P. (2010a). Promoting microlevel understanding of Water: web-based material for classroom teachers, 10<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemistry Education (ECRICE 2010) and (International Conference on Research in DIDactics of the SCIences (DIDSCI 2010), July 4<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> 2010 Krakova, Puola, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. (2010b). Helppoja, hyödyllisiä ja halpoja demonstraatioita alakoulun kemian opetukseen Teoksessa: Aksela, M., Pernaa, J. &

- Rukajärvi-Saarela, M. (toim.) *Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen – Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät*. 24–29. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino Oy
- Häkkinen, P. & Lundell, J. (2012). Motivating classroom teachers into hand-on science experiments in primary school science education, 22<sup>nd</sup> International Conference on Chemistry Education ja 11<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemical Education (ICCECRICE 2012), July 15<sup>th</sup>–20<sup>th</sup> 2012, Rooma, Italia, posteresitys.
- Häkkinen, P. (2013a). Kokeellinen FYKE: Luokanopettajien kokemuksia alakoulun luonnontieteen tunneista. Keski-Suomen LUMA-keskus/kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, *LUMAT 1*(1), 103-110.
- Häkkinen, P. (2013b). Kokeellisia FYKEN töitä alakouluun, Valtakunnalliset LUMA-koulutuspäivät 7.-8.11.2013, Helsingin yliopisto, Kumpula, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. & Lundell, J. (2014a). Enhancing experimental science education in primary school through involvement of teachers and students alike, 12<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE 2014), July 7<sup>th</sup>–10<sup>th</sup> 2014, Jyväskylä, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. & Lundell, J. (2014b). Enhancing experimental science education in primary school through involvement of teachers and students alike, Häkkinen, P. and Lundell, J. 23<sup>rd</sup> IUPAC International Conference on Chemistry Education (ICCE 2014), July 13<sup>th</sup> -18<sup>th</sup> 2014, Toronto, Kanada, posteresitys.
- Häkkinen, P. (2016). Vierailulla kemian laitoksella. *Dimensio 90*(1), 46-47.
- Häkkinen, P. & Lundell, J. (2016). Primary school students in chemistry laboratory: Inquiry, learning and experience in authentic environment, 13<sup>th</sup> European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE 2016), August 6<sup>th</sup>–11<sup>th</sup> 2016, Barcelona, Espanja, suullinen esitys.
- Häkkinen, P. (2017). Facilitating experiment-based learning in primary school chemistry and physics, International LUMAT Symposium, May 22<sup>nd</sup>-24<sup>th</sup> 2017, Helsinki, Suomi, suullinen esitys.
- Härmä, H., Nurmi, U. ja Tiilikainen, M. (1984). *Yläasteen fysiikka ja kemia 7•8•9*. Porvoo: WSOY.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? *Chemistry education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Juuti, K. (2005). *Towards Primary School Physics Teaching and Learning: Design Research Approach*. Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki, Research Report No. 256. Väitöskirja.
- Jyväskylän yliopisto, tietovarasto, 2018.
- Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. ja Salo, K. (2006). *Reaktio 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Tammi.
- Kallio, E. (1992) Formaali ajattelu ja tehtäväsällöt. *Psykologia-lehti*, 5, 380-386.
- Kananen, J. (2013). *Case-tutkimus opinnäytetyönä*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

- Kemmis, S. (1985). Action research. Teoksessa T. Huse & N.T. Postlethwaite (toim.) *The International Encyclopedia of Education Research and Studies*. Oxford: Pergamon.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Deakin: University Press.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.
- Kolb, D., A. (1984). *Experiential Learning*. Prentice-Hall, Inc., USA, New Jersey: Englewood Cliffs.
- Kouluhallitus (1985). *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1985*. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Kurtakko, K. (1989). *Toiminta, ajattelu, tieto. Opetus kasvu ympäristöstä orientoituvaksi -projektin loppuraportti*. Lapin korkeakoulun kasvatustieteellisiä julkaisuja B. Tutkimusraportteja ja selvityksiä 11.
- Lampiselkä, J. (2003). *Demonstraatio lukion kemian opetuksessa*. Department of Chemistry, University of Jyväskylä, Research Report No. 102. Väitöskirja.
- Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K. ja Mäkelä, R. (2004). *Kemisti 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: WSOY.
- Lazarowitz, R. (1991). Learning biology cooperatively: An Israeli junior high school study. *Cooperative Learning*, 11, 18-20.
- Lazarowitz, R., Baird, J., H., Hetz-Lazarowitz, R., & Jenkins, J. (1985). The effect of modified jigsaw on achievement, classroom social and self-esteem in high school science classes. Teoksessa Slavin, R., Sharan, S., Hertz-Lazarowitz, R., Webb & Schmuck, R. (toim.) *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*. 231-253. Plenum, New York.
- Lehtiniemi, K. ja Turpeenoja, L. (2004). *MOOLI 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Otava.
- Linnansaari, H. (2004). Toimintatutkimus – tutkimus muutoksen palveluksessa. Teoksessa Kansanen, P. & Uusikylä, K. (toim.) *Opetuksen tutkimuksen monet menetelmät*. 113-131. PS-kustannus. WS Bookwell, Juva.
- Mahaffy, P. (2006). Moving Chemistry Education into 3D: A Tetrahedral Metaphor for Understanding Chemistry. *Journal of Chemistry Education*, 83(1), 49-54.
- McNiff, J. (1988). *Action Research: Principles and Practice*, Hong Kong: Macmillan Education.
- Meece, J., L. (1991). The classroom context and students' motivational goals. Teoksessa Maehr, M., L. & Pintrich, P., R. (toim.) *Advances in Motivation and Achievement: A Research Annual: Vol. 7*. Greenwich, CT: JAI Press.
- Metsämuuronen, J. (2009). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä 4*. Tutkijalaitos. Helsinki: International Methelp.
- Miles, M., B. & Huberman, A., M. (1994). *Qualitative data analysis (2<sup>nd</sup> ed.)* USA, Kalifornia: Sage.

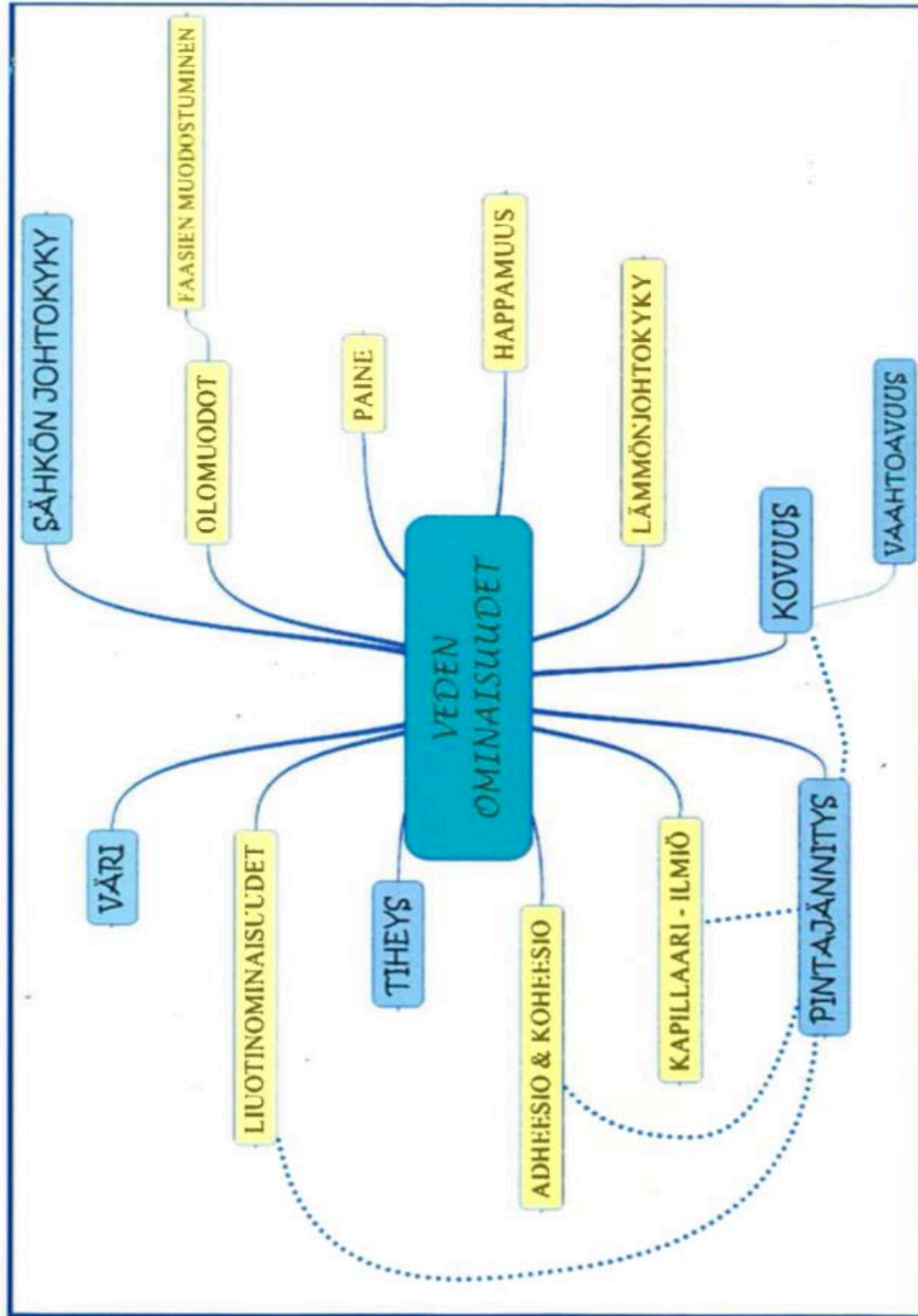


- Moeed, A. (2015). *Science investigation Students Views about Learning, Motivation and Assessment*. Faculty of Education, Victoria University of Wellington, Uusi Seelanti, Springer Briefs in Education.
- Nakhleh, M. B., Polles, J. & Malina, E. (2002). Learning Chemistry in Laboratory Environment. Teoksessa: Gilbert, J. K., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. & van Driel, J. H. (toim.) *Chemical Education: Toward Research-based Practice*. 69-94. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Nevgi, A., Löfström, E., & Evälä, A. (toim.) (2005). *Laadukkaasti verkossa: yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Nordqvist, S. (1988). *Nasse löytää tuolin*. Helsinki: OTAVA.
- Nuora, P. (2016). *Monitapaustutkimus LUMA-toimintaan liittyvissä oppimisympäristöissä tapahtuvista kemian oppimiskokemuksista*. Department of Chemistry, University of Jyväskylä, Research Report No. 197. Väitöskirja.
- Nurmi J-E. (2013). Motivaation merkitys oppimisessa. *Kasvatus* 44(5), 548-554.
- Odutuyi, M. O. (2015). Effects of Laboratory Learning Environment on Students' Learning Outcomes in Secondary School Chemistry. *International Journal of Arts and Sciences*, 08(02), 507-525.
- Opetushallitus (1994). *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994*. (POPS 1994) Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Opetushallitus (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. (POPS 2004). Vammalan kirjapaino.
- Opetushallitus (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. (POPS 2014). Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2019). *LUMA – yhdessä olemme enemmän! : Intoa matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian opetukseen ja opiskeluun Raportti kansallisen LUMA SUOMI -kehittämishajelmasta vuosilta 2014-2019*. (toim.) Aksela, M. ja Lehto, S. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2019:35, Helsinki 2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-663-8>. (luettu 3.12.2019)
- Patton, M. Q. (2015) *Qualitative Research & Evaluation Methods*. 4<sup>th</sup> ed. USA: SAGE Publications.
- Peruskoulun opetussuunnitelmakomitean mietintö I (POPS I). Opetussuunnitelman perusteet. Komiteamietintö 1970: A 4. (1970) Helsinki: Valtion Painatuskeskus.
- Peruskoulun opetussuunnitelmakomitean mietintö II (POPS II). Oppiaineiden opetussuunnitelmat. Komiteamietintö 1970: A 5. (1970) Helsinki: Valtion Painatuskeskus.
- Piaget, J. (1970). *The Principles of Genetic Epistemology*. Iso-Britannia, Lontoo: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1977). *Lapsen psykologia*. Jyväskylä: Gummerus.
- Rowley, J. (2003). Action research: An approach to students work based learning. *Education + Training*, 45(3), 131-139.
- Rukajärvi-Saarela, M. (2015). *Tutkimuksellisuudesta innostusta alakoulujen kemian opetukseen: Kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämisestä*. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House. Väitöskirja.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

- Shulman, L. S. (1987.) Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Sirhan, G., (2000). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20.
- Stringer, E. T. (2007). *Action Research*. 3<sup>rd</sup> ed. USA: SAGE Publications.
- Suojanen, U., (1992). *Toimintatutkimus koulutuksen ja ammatillisen kehittymisen välineenä*. Helsinki: FinnLectura.
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. ja Saari, S. (1994). *Laadullisen tutkimuksen työtapoja*. Rauma: Kirjapaino West-Point..
- Tobin, K. (1990). Research on laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Tomperi, P. (2015). *Kehittämistutkimus: Opettajan ammatillisen kehittymisen tutkimusperustainen tukeminen käyttäen SOLO-taksonomiaa – esimerkkinä tutkimuksellinen kokeellisen kemia opetus*. Helsinki: Helsingin yliopistopaino. Väitöskirja.
- Torn, E. 2006. *Kemiasta kivaa didaktiikkaa kemian opetukseen*. Helsinki: Otava.
- Tuan, H.-L., Chin, C.-C. & Shieh, S.-H., (2005), The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning, *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654.
- Tuomi, J. & Sarajarvi, A., (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tynjälä, P. (1999). *Oppiminen tiedon rakentamisena Konstrukttiivisen oppimiskäsityksen perusteita*. Tampere: Kirjayhtymä.
- Vartiainen, J. (2016). *Pienten lasten tutkimuksellisen luonnontieteiden opiskelun edistäminen tiedekerho-oppimisympäristössä*. Helsinki: Helsingin yliopistopaino. Väitöskirja.
- Viiri, J. (2005). *Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa?*, Helsinki: WSOY.
- Välisaari, J. & Häkkinen, P. (2006). Learning Chemistry of Water Using Web-based Material, 19th International Conference on Chemical Education (ICCE 2006), August 12<sup>th</sup>-17<sup>th</sup> 2006 Soul, Korea, posteresitys.
- Wright, A. von, Jaatinen, K. ja Pirkkanen, S. (2008). Kemia alakoulun oppiaineena. Teoksessa Välisaari, J. ja Lundell, J. (toim.). *Kemian opetuksen päivät 2008: Uusia oppimisympäristöjä ja ongelmalähtöistä opetusta*. 89-91. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society the Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press Cambridge, Massachusetts and London, England.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research – Design and Methods*. 4<sup>th</sup> ed., USA: SAGE Publications Los Angeles CA.

## LIITTEET

1. Vettä verkossa -materiaalin paperiset versiot
2. Paperinen luokanopettajaopiskelijoiden kyselylomake
3. Luokanopettajaopiskelijoiden nettikyselylomake
4. Vierailut alakoulut ja vierailujen määrät
5. Nettikyselylomake LUMA-vierailuista luokanopettajille 2013
6. Nettikyselylomake LUMA -vierailuista luokanopettajille 2016
7. Kokeellista kemiaa Ylistöllä 2015 lomake
8. Kokeellista kemiaa Ylistöllä 2016 lomake
9. Kokeellista kemiaa Ylistöllä 2017 lomake
10. Lupa huoltajilta oppilaan osallistumisesta kyselyyn
11. Lupa huoltajilta oppilaan kuvaamiseen
12. Työmoniste sähkön johtavuudesta
13. Työmoniste lamppujen kytkennöistä - sähköopin peruskytkenät
14. Työmoniste sähkövirran lämpövaikutuksista
15. Boylen lain konkretisointia — Vaahtokarkkityö
16. Liman valmistus
17. Paperikromatografia
18. Happohyökkäys hampaisiin
19. Vierailupäivä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella — kalvoesitys



Veden kovuus [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index\\_html/document\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index_html/document_view)] [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index\\_html/document\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index_html/document_view)] aiheutuu siihen liuenneista magnesium- ja kalsiumyhdisteistä. Sadevesi on melko puhdasta, mutta siihenkin on liuenneena ilmakehän kaasuja kuten hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) ja ilman saasteita.

Liuotuskynysä vuoksi vesi on tärkeä aine elämälle. Siksi vesi ei juuri koskaan esiinny luonnossa täysi puhtaana, vaan siihen on aina liuenneet muita aineita. Liuotuskynky on seurausta veden polaarisuudesta. Kaikki eliöt käyttävät vesiliuosta toimintaympäristönään. Tämän takia vesien saastuminen on erittäin haitallista. Jo pienikin kemikaalien määrän lisäys vedessä esim. torjunta - aineet, tekee vedestä käyttökelvotonta.

Sähkölyhtokv [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/>] kuvaa veteen liuenneiden erilaisten suolojen määrää. Näitä suoloja ovat mm. merissä oleva natriumkloridi eli ruokasuola(NaCl). Vesi johtaa paremmin sähköä, kun siinä olevien suolojen määrä kasvaa.

### **Videoita kokeellisista demonstraatioista:**

**Veden pintajännitys** [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/index\\_html/document\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/index_html/document_view)] -demonstraatiot:

Pintajännitys ja kolikko [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/kolikko>]

Pintajännityskalvon rikkoutuminen [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/vahva%20saippualliuos/movie\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/vahva%20saippualliuos/movie_view)]

Pintajännitys ja saippuakupla [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/pintajännitys2/>]

Veden pintajännityksen toteaminen laimealla saippualliuoksella [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/moniviestinsivu.2006-09-24.6990128089/movie\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajännitys/moniviestinsivu.2006-09-24.6990128089/movie_view)]

**Veden kovuus** [[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index\\_html/document\\_view](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/veden%20kovuus/index_html/document_view)] -demonstraatiot:

Kalkkivesi-demonstraatio [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/veden%20kovuus/kalkkivesi>]

Vaahtoavuus- demonstraatio [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/veden%20kovuus/vaahto>]

Veden kovuuden määrittäminen titraamalla [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/veden%20kovuus/titraus>]

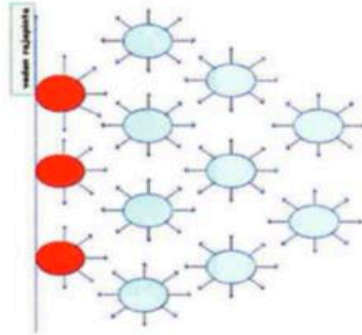
**Säkökemian** [<http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/vedenvarikaselektrolyysi/>] -demonstraatiot:

## Pintajännitusteoriaa

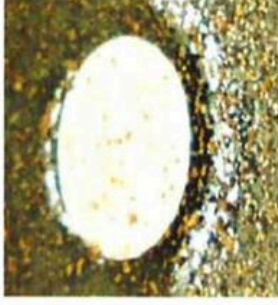
### Veden käsittekartta

[[http://virtuaalivyliopisto.jyu.fi/oppi/ako/index\\_html/document\\_view?portal\\_status\\_message=Document%20changes%20saved.1](http://virtuaalivyliopisto.jyu.fi/oppi/ako/index_html/document_view?portal_status_message=Document%20changes%20saved.1)]

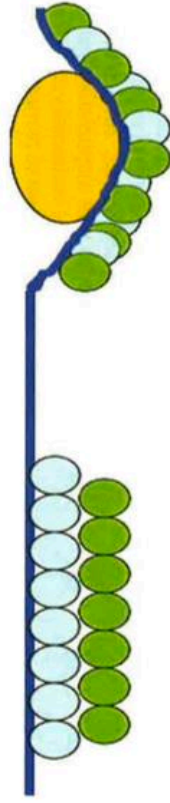
Veden pinnalla pintajännitys on helposti nähtävissä. Vesimolekyylien väliset koheesivoimat (koossapitävät voimat) aiheuttavat pintajännityksenä tunnetun ilmiön. Pinnalla olevat vesimolekyylit muodostavat tiukasti toisiinsa liittyneiden vesimolekyylien kerroksen, jonka tiheys on suurempi kuin veden alapuolella. Molekyylien vetovoima keskenään on sama kaikkien suuntiin, kun ympärillä on samoja molekyylejä. Kuvassa olevat nuolet eivät ole voimavektoreita, vaan ne kuvaavat vesimolekyylien välistä vuorovaikutusta.



Tätä vetovoimaa kutsutaan koheesioksi (siniset vesimolekyylit). Niillä vesimolekyyleillä, jotka muodostavat veden pinnan ei ole samoja molekyylejä yläpuolella. Ne ovat tiukemmin "liittyneet yhteen" pinnan molekyylin kanssa. Näiden vetovoima naapurimolekyylien kanssa ei ole tasapainossa, koska ne vetävät puoleensa vain alapuolella olevia molekyylejä. Tätä "epätasapainoista" vetovoimaa kutsutaan adheesioksi (punaiset vesimolekyylit). Tästä syystä veden pinnalle muodostuu ohut ja joustava "kalvo"/"filmi", joka kestää pienen hyöntetisen tai kevyen esineen painon. Samasta syystä vesipisaran muoto on pyöreä



Astiaan on ripoteltu ohut kerros esim. kanelia, jotta veden pintakalvo erottuisi ( DEMO\_1 [<http://virtuaalivyliopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/vahva%20saippuainuos>] ja DEMO\_2 [<http://virtuaalivyliopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/laimea%20pesuaine%20ja%20vesi>]). Kurvassa näkyy hyvin veden pinnan kaareutuminen kolikon painosta. Alumiinikolikko on sen verran kevyt, että sen massan aiheuttama painovoima ei riitä rikkomaan veden pintakalvoa. Sama asia on esitetty myös alla olevassa piirroksessa (pallot kuvaavat vesimolekyyliä):



veden pinta

kolikko veden pinnalla

Pintajännityksen yksikkö voi olla  $N/m$  (= voima metriä kohti) tai  $J/m^2$  (= energia pinta - alaa kohti). Eli pintajännitys on riippuvainen siitä voimasta, joka tarvitaan kalvon rikkomiseen ja pintakontaktin pituudesta. Jälkimmäinen yksikkö ( $J/m^2$ ) tarkoittaa sitä, että pintajännitys voidaan ajatella myös pintaenergiana.

Pintajännitys on rajapintailmiö, jossa vedellä on pyrkimys pientää pinta - alansa saavuttaakseen energiainimien. Näin ollen vesi pyrkii ilmassa (tai kaasussa yleensä) pallomaiseen muotoon saadakseen mahdollisimman pienen pinta - alan ( DEMO\_4 [<http://virtuaalivyliopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/saippuakupla%201>]).

Veden korkeampi lämpötila alentaa pintajännitystä ja vesi tuntuu "märemältä". Tällöin vesimolekyylien keskinäinen vetovoima myös vähenee. Lämmön lisääntyessä molekyylin liike kasvaa, jolloin se antaa vesimolekyyille paremman mahdollisuuden tunkeutua toisen materiaalin huokosiin ja "halkeamiin" kuin jäädä "kiinni" vesimolekyyliihin. Tunkeutuminen paranee huomattavasti, kun veteen lisätään



pesuainetta. Pesuaineet vähentävät veden pintajännitystä ( DEMO.3 [<http://virtuaalilyloft-o.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/kolikko%20ia%20veden%20pinta>] ). Pesuaineet ovat yksi esimerkki pinta – aktiivisista aineista. Näillä pinta – aktiivisilla aineilla on vesiliuoksessa hydrofobinen (= vesipakoinen) osa sekä hydrofiilinen (= vesihakuinen) osa.

### Pinta - aktiivinen aine



hydrofobinen osa

hydrofiilinen osa

Kun pinta – aktiivisen aineen osuus (= pitoisuus) liuoksessa kasvaa, pintajännitys pienenee. Kun tämä pitoisuus saavuttaa kullekin aineelle tyypillisen raja – arvon, alkaa liuoksessa muodostua misellejä. Nämä misellit muodostuvat siten, että pinta – aktiivisen aineen hydrofobiset osat kerääntyvät yhteen. Tällöin hydrofiiliset osat muodostavat misellin.



Monet veteen liukenemattomat aineet kuten esim. rasvahapot leviävät veden pinnalle yhdeksi ohueksi molekyylikerrokseksi. Tämä kerros pienentää veden pintajännitystä.

### Kokeellisia demonstraatioita pintajännityksestä:

Pintajännityskalvon toteaminen vedessä (DEMO.1)



[\[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/vahva%20saippualliuos/movie\\_view\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/vahva%20saippualliuos/movie_view)

[Laimaan saippualliuoksen lisäys \(DEMO 2\)](#)

[\[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/laimea%20pesuaine%20ja%20vesi/movie\\_view\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/laimea%20pesuaine%20ja%20vesi/movie_view)

[Kolikon kellunta ja pudotus \(DEMO 3\) \[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/kolikko%20ja%20veden%20pinta\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/kolikko%20ja%20veden%20pinta)

[Pintajännitys saippuakuplassa \(DEMO 4\) \[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/saippuakupla/movie\\_view\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/Pintajannitys/saippuakupla/movie_view)

### **Kokeellisia demonstraatioita sähkökemiasta:**

[Elektrolyysilaitteiston rakentaminen \[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/elektrolyysilaitteisto\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/elektrolyysilaitteisto)

[Veden värikäs elektrolyysi \[http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/vedenvarikaselektrolyysi\]](http://virtuaaliviopisto.jyu.fi/oppi/ako/kuvia/vaahtoavuus/vedenvarikaselektrolyysi)



2. Selitä omin sanoin, miten pesuaineen lisääminen vaikuttaa veteen.

**Seuraavissa kysymyksissä tarkastellaan mielipidettäsi ja kokemuksiasi verkkomateriaalitamme oppimisen tukena.**

3. Mitä mielessäsi on päällimmäisenä lukemaasi verkkomateriaaliin liittyen?

4. Verkkomateriaalissa esitettiin tietoa tekstinä, kuvina ja videoina. Missä muodossa oleva tieto oli sinulle hyödyllistä oppimisen kannalta?

- 1 = ei lainkaan hyödyllistä  
2 = hieman hyödyllisiä  
3 = en osaa sanoa/en ota kantaa  
4 = melko hyödyllisiä  
5 = erittäin hyödyllistä

a) teksti	1	2	3	4	5
b) kuvat	1	2	3	4	5
c) videot	1	2	3	4	5

Ole hyvä ja perustele kantasi.

## **Verkkomateriaalin edut ja haitat**

5. Mitä etua verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?

6. Mitä haittaa verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?

7. Ota kantaa seuraaviin väitteisiin.

- 1 = olen täysin samaa mieltä  
 2 = olen melko samaa mieltä  
 3 = en osaa sanoa/en ota kantaa  
 4 = olen melko eri mieltä  
 5 = olen täysin eri mieltä

a) navigointi verkkomateriaalissa oli minulle helppoa	1	2	3	4	5
b) löysin itselleni sopivan tason oppia kemiaa	1	2	3	4	5
c) materiaali oli liian monitahoista (teksti, video, kuva,..)	1	2	3	4	5
d) tietokoneen käyttö motivoi minua	1	2	3	4	5
e) verkkomateriaaliin tutustuminen oli mukavaa	1	2	3	4	5
f) olisin mieluummin lukenut pintajännityksestä kirjasta	1	2	3	4	5
g) olisin mieluummin opiskellut luentotyylisesti	1	2	3	4	5
h) tunsin tutustuvani aktiivisesti pintajännitykseen	1	2	3	4	5
g) minulla oli teknisiä ongelmia materiaaliin tutustumisessa	1	2	3	4	5
h) koin tietokoneella työskentelyn häiritsevänä	1	2	3	4	5
i) minun oli vaikea nähdä oleellisia asioita	1	2	3	4	5
j) aihe oli eitetty selkeästi verkossa	1	2	3	4	5
k) tämän tyyppinen opetuskokeilu sopii minulle	1	2	3	4	5
l) opin asian paremmin kuin perinteisellä opetuksella	1	2	3	4	5
m) verkkoympäristö oli helppokäyttöinen	1	2	3	4	5

Kiitos osallistumisestasi tutkimukseen ja vastauksistasi!

LIITE 3  
1/2

**Kysely luokanopettajaopiskelijoille Vettä verkossa -sivuston pintajännitysosiosta.**

**Veden ominaisuuksiin ja pintajännitykseen tutustuminen verkkomateriaalin avulla**

1. a) Selitä omin sanoin, miksi kolikko voi pysyä veden pinnalla.  
b) Mikä on vesimolekyylin rakenteen merkitys pintajännitykselle?  
c) Mikä on vesimolekyylin sitoutumisen merkitys veden pintajännitykselle?
2. a) Selitä omin sanoin, miten pesuaineen lisääminen vaikuttaa veteen.  
b) Mikä on vesimolekyylin ja pesuaineen rakenteen merkitys pintajännitykselle?  
c) Mikä on vesimolekyylin ja pesuaineen sitoutumisen merkitys pintajännitykselle?

**Seuraavissa kysymyksissä tarkastellaan mielipidettäsi ja kokemuksiasi verkkomateriaalitamme oppimisen tukena.**

3. Mitä mielessäsi on päällimmäisenä lukemaasi verkkomateriaaliin liittyen?
4. Verkkomateriaalissa esitettiin tietoa tekstinä, kuvina ja videoina. Missä muodossa oleva tieto oli sinulle hyödyllistä oppimisen kannalta?

1 = ei lainkaan hyödyllistä  
2 = hieman hyödyllisiä  
3 = en osaa sanoa/en ota kantaa  
4 = melko hyödyllisiä  
5 = erittäin hyödyllistä

a) teksti	1	2	3	4	5
b) kuvat	1	2	3	4	5
c) videot	1	2	3	4	5

Ole hyvä ja perustele kantasi.

## Verkkomateriaalin edut ja haitat

5. Mitä etua verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?
6. Mitä haittaa verkkomateriaalista on mielestäsi oppimisen kannalta kirjoihin nähden?
7. Ota kantaa seuraaviin väitteisiin.

1 = olen täysin samaa mieltä  
2 = olen melko samaa mieltä  
3 = en osaa sanoa/en ota kantaa  
4 = olen melko eri mieltä  
5 = olen täysin eri mieltä

- |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| a) navigointi verkkomateriaalissa oli minulle helppoa         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| b) löysin itselleni sopivan tason oppia kemiaa                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| c) materiaali oli liian monitahoista (teksti, video, kuva,..) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| d) tietokoneen käyttö motivoi minua                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| e) verkkomateriaaliin tutustuminen oli mukavaa                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| f) olisin mieluummin lukenut pintajännityksestä kirjasta      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| g) olisin mieluummin opiskellut luentotyyliä                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h) tunsin tutustuvani aktiivisesti pintajännitykseen          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| g) minulla oli teknisiä ongelmia materiaaliin tutustumisessa  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h) koin tietokoneella työskentelyn häiritsevänä               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| i) minun oli vaikea nähdä oleellisia asioita                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| j) aihe oli eitetty selkeästi verkossa                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| k) tämän tyyppinen opetuskokeilu sopii minulle                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| l) opin asian paremmin kuin perinteisellä opetuksella         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| m) verkkoympäristö oli helppokäyttöinen                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

8. Kirjoita tähän mietteitä ja parannusehdotuksia.

Kiitos osallistumisestasi tutkimukseen ja vastauksistasi!



## Vierailut alakoulut ja vierailujen määrät

Vierailukoulu	2011	2012	2013
Haapaniemen koulu, Viitasaari		4	4
Halssilan koulu, Jyväskylä		5	2
Huhtasuon koulu, Jyväskylä	33	4	4
Isolahden koulu, Muurame	1		1
Jokelan koulu, Jyväskylä	14	17	6
Jokivarren koulu, Jämsä	2	2	
Juokslahden koulu, Jämsä			1
Jyskän koulu, Jyväskylä			4
Kalmarin koulu, Saarijärvi		2	
Kankaisten koulu, Toivakka	1		
Keljon koulu, Jyväskylä		2	8
Keljonkankaan koulu, Jyväskylä	2	2	
Keltinmäen koulu, Jyväskylä	3		1
Keski-Palokan koulu, Jyväskylä		6	
Keskuskoulu, Äänekoski	10	10	
Kinkomaan koulu, Muurame		10	
Kolkanlahden koulu, Saarijärvi		2	
Konginkankaan koulu, Äänekoski			4
Konneveden koulu, Konnevesi	2	2	
Korpilahden yhtenäiskoulu, Jyväskylä			2
Kortepohjan koulu, Jyväskylä	2	4	1
Kuhaniemen koulu, Laukaa			2
Kuhmoisten Yhtenäiskoulu, Kuhmoinen		3	
Kuuhankaveden koulu, Hankasalmi	3		
Kuusaan koulu, Laukaa			1
Kypärämäen koulu, Jyväskylä		5	2
Kyvnamöisten koulu, Uurainen			1
Lanneveden koulu, Saarijärvi		3	2
Lehtisaaren koulu, Jyväskylä			2
Leppäveden koulu, Laukaa			3
Linnan koulu, Saarijärvi		2	
Lohikosken koulu, Jyväskylä		3	
Luonetjärven koulu, Jyväskylä		5	
Mieskonmäen koulu, Joutsa			2
Muholan koulu, Kinnula			2
Mäntykallion koulu, Jämsä			6
Nopolan koulu, Kyvyjärvi		2	2
Normaalikoulu, Jyväskylä			2
Nurmelan koulu, Kinnula			1
Pohjalammen koulu, Jyväskylä		6	2
Pohjoislahden koulu, Keuruu			2
Puistokoulu, Jyväskylä		1	4
Pupuhuhdan koulu, Jyväskylä	10		2
Puuppolan koulu, Jyväskylä			4
Saakosken koulu, Jyväskylä	2		
Tarvaalan koulu, Laukaa		2	2
Tarvaalan koulu, Saarijärvi		2	2
Tikan koulu, Jyväskylä		3	3
Toivakan koulukeskus, Toivakka			3
Tolppilan koulu, Karstula		4	4
Tyvypälän koulu, Jyväskylä			3
Vaajakummun koulu, Jyväskylä		3	
Valkolan koulu, Laukaa		1	
Vehniän koulu, Laukaa			4
Vesangan koulu, Jyväskylä		2	4
Vespuolen koulu, Jyväskylä		2	
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>85</b>	<b>121</b>	<b>105</b>

## Kysely Keski-Suomen LUMA-keskuksen alakouluvierailuista vuosina 2011 - 2013.

Arvoisa Opettaja!

9.12.2013

LUMA-keskus on viime vuosina toteuttanut n. 100 alakouluihin suuntautunutta kokeellisen työskentelyn vierailua kemian ja fysiikan eri osa-alueilta.

Toimintaamme kehittäksemme ja menneiden vuosien toimintaa arvioidaksemme, pyytäisimme Teiltä palautetta toteutuneista vierailuista.

Toivomme, että Teiltä liikenisin muutama minuutti palautteen antamiseksi tämän tärkeän asian kehittämiseksi. Samalla keräämme tietoa tulevien täydennyskoulutusten suunnitteluun.

Liitetiedostona on lyhyt sähköinen kysely tähän liittyen. Pyydämme jokaisesta vierailusta oman palautteen. Lomakkeen voi palauttaa joko sähköisesti tai postitse alakouluvierailujen koordinaattorille, Pirjo Häkkiselle. Toivomme lomakkeen palautusta ennen joulua.

Kiitos jo etukäteen runsaista kommentteistanne ja ehdotuksistanne.

Yhteistyöterveisin

Pirjo Häkkinen  
Projektikoordinaattori  
Keski-Suomen  
LUMA-keskus  
PL 35  
40014 Jyväskylän yliopisto

Jan Lundell  
Johtaja  
Keski-Suomen  
LUMA-keskus

s-posti:  
[pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi](mailto:pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi)

s-posti:  
[jan.c.lundell@jyu.fi](mailto:jan.c.lundell@jyu.fi)

**Kysely Keski-Suomen LUMA-keskuksen alakouluvierailuista vuosina 2011 - 2013.**

Koulun nimi:

Vastaajan nimi:

1. Milloin LUMA-vierailu oli koulussasi?

Keväällä            2011            —

Syksyllä            2011            —

Keväällä            2012            —

Syksyllä            2012            —

Keväällä            2013            —

Syksyllä            2013            —

2. Mille luokka-asteelle vierailu kohdistui?

3. Mikä oli vierailun aiheena?

4. Monenko oppitunnin mittainen vierailu oli?

5. Vastasiko vierailu odotuksiasi?

6. Millaista hyötyä vierailu toi tunneillesi/opetuksesi?

7. Millaisia haasteita vierailu toi tunneillesi?

8. Oletko vierailun jälkeen käyttänyt samoja kokeita opetuksessasi?

9. Millaisista aiheista haluaisit uusia alakouluvierailuja?

10. Millaista täydennyskoulutusta kaipaisit opetuksesi kehittämiseksi ja toteuttamiseksi?

11. Millaisia parannusehdotuksia ja ideoita sinulla on LUMA-keskuksen toimintaan liittyen?

**Kysely koskee Keski-Suomen LUMA-keskuksen alakouluvierailujen vaikutuksia omaan FYKE-opetukseesi.**

Arvoisa luokanopettaja !

18.2.2016

Tässä kyselyssä kartoitetaan Keski-Suomen LUMA-keskuksen vuosina 2011-2013 toteuttamien vierailujen vaikutuksia omaan FYKE-opetukseesi. Tämä on samalla osa jatko-opintotutkimustani FYKE:n kokeellisuudesta alakoulun 5. ja 6.luokilla.

Toivon, että Teiltä liikenisi muutama minuutti kyselyn täyttämiseksi ja palautteen antamiseksi. Kyselyyn vastaaminen vie aikaa noin kymmenisen minuuttia. Vastauksesi voit palauttaa joko sähköisesti tai postitse jatko-opiskelija, Pirjo Häkkiselle. Toivon lomakkeen palautusta ennen pääsiäistä eli keskiviikkoon 23.3.2016 mennessä.

Vastauksista etukäteen kiittäen

Lisätietoja antavat:

Jatko-opiskelija

Keski-Suomen LUMA-keskuksen johtaja

Pirjo Häkkinen

Jan Lundell

pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi

jan.c.lundell@jyu.fi

Koulun nimi:

Vastaajan nimi:

Milloin LUMA-vierailu oli koulussasi? Rastita kaikki luokassasi tapahtuneet vierailukerrat.

Keväällä 2011 —

Syksyllä 2011 —

Keväällä 2012 —

Syksyllä 2012 —

Keväällä 2013 —

Syksyllä 2013 —

1. Oletko vierailun jälkeen käyttänyt samoja kokeita opetuksessasi?
2. Millaisia kokemuksia sinulla on ollut kokeellisista töistä?
3. Koetko tarvitsevasi lisää tukea kokeelliseen työskentelyyn? Millaista?
4. Ovatko tehdyt työt mielestäsi tukemassa uuden opetussuunnitelman soveltamista omassa opetuksessasi?
5. Onko oma käsityksesi luonnontieteiden opetuksesta ja/tai oppimisesta muuttunut vierailujen ja kokeellisuuden lisäämisen seurauksena muuttunut?

# Kokeellista kemiaa Ylistöllä



Jyväskylän yliopisto  
Kemian laitos  
LUMA-KS

Tervetuloa kemian laitokselle.

Päivän aikana toimit kemistinä ja tulet valmistamaan kolmesta kuparipalasta kullan-, hopean- ja pronssinvärisen mitalin. Kemian työ on moderni versio muinaisesta alkemistien työstä, jonka tarkoituksena oli valmistaa kultaa vähemmän jaloista metalleista kuten kuparista.

Työ on monivaiheinen ja pitkä, joten sinulla on päivän aikana myös muuta ohjelmaa. Päivän aikana pääset muun muassa katselemaan pikkuruusia kohteita elektronimikroskoopin avulla, tutustut ja testat vetyautoa sekä pääset kuulemaan ja näkemään kemisti-Juhalta, kuinka kemistiksi tullaan.

Päivä aloitetaan suojarusteisiin tutustumisella ja niihin pukeutumisella. Seuraavana ovat vuorossa ohjeet turvalliseen laboratoriotyöskentelyyn, tutustuminen työssä käytettäviin välineisiin ja mitalien valmistuksen aloitus. Työ jatkuu ruokailuun saakka. Ruokailun jälkeen tutustut kolmessa kohteessa mitä muuta kemian laitoksella tehdään ja tutkitaan.

Vierailukohteiden jälkeen mitalien valmistus jatkuu. Päivän päätteeksi sinulla on kolme omaa eri väristä mitalia kotiin vietäväksi.

Kerro ainakin kolme tärkeää asiaa, jotka opit aamupäivän aikana.

Koulun nimi: \_\_\_\_\_

Oppilaan nimi: \_\_\_\_\_

Kerro ainakin kolme tärkeää asiaa, jotka opit aamupäivän aikana.

---

---

---

---

Tutustuit elektronimikroskooppiin.

- 1) Tavallinen mikroskooppi toimii näkyvän valon avulla. Elektronimikroskooppi taas käyttää elektronisuihkua näkyvän valon sijaan.

Selitä omin sanoin mikä on elektroni.

---

---

---

---

- 2) Kuinka pieniä asioita elektronimikroskoopilla voidaan katsella ja tutkia?

---

---

---

---

- 3) Mihin elektronimikroskooppia käytetään?

---

---

---

---



Pääset nyt testaamaan vetyautoa, jonka polttoaineena käytetään vetykaasua. Selvitä vastaukset seuraaviin kysymyksiin.

1) Mitä vetykaasulle tapahtuu autossa ja mitä tulee ulos auton pakoputkesta?

---

---

---

---

2) Syrjäyttävätkö vetyautot jossain vaiheessa nykyiset bensiiniautot Suomessa?

---

---

---

---

3) Miten nopeasti ja miksi tämä tapahtuisi?

a. Miten nopeasti?

---

---

b. Miksi tämä tapahtuisi?

---

---

---

Juha kertoo sinulle, miten hänestä tuli kemisti ja näyttää samalla erilaisia kemiaan liittyviä demonstraatioita.

1) Mitä kemisti tekee?

---

---

---

2) Miksi kemistejä tarvitaan?

---

---

---

3) Voisiko sinusta tulla kemisti isona?

---

---

---

Palaat nyt vetokaappiin jäähtymään jätettyjen kuparipalojen luo. Tarkkaile paloja varovasti ensin vetokaapin lasin läpi. Kuuntele tarkasti ohjeet ja toimi niiden mukaan.

1) Mitä sinun pitää tehdä seuraavaksi?

---

---

---

2) Miltä palat näyttävät nyt?

---

---

---

3) Miltä yksi kuparipala näyttää kuumennuksen jälkeen?

---

---

---

Nyt olet saanut kaikki kolme mitalia valmiiksi. Vastaapa vielä näihin kahteen kysymykseen vierailupäivästä kemian laitoksella.

1) Mikä päivässä oli mielestäsi kivointa?

---

---

---

---

---

---

---

2) Oliko päivässä jotain, josta et pitänyt?

---

---

---

---

---

---

---

# Kokeellista kemiaa Ylistöllä



Jyväskylän yliopisto  
Kemian laitos  
LUMA-KS

Tervetuloa kemian laitokselle.

Päivän aikana toimit kemistinä ja tulet valmistamaan kolmesta kuparipalasta kullan-, hopean- ja pronssinvärisen mitalin. Kemian työ on moderni versio muinaisesta alkemistien työstä, jonka tarkoituksena oli valmistaa kultaa vähemmän jaloista metalleista kuten kuparista.

Työ on monivaiheinen ja pitkä, joten sinulla on päivän aikana myös muuta ohjelmaa. Päivän aikana pääset muun muassa katselemaan pikkuruusia kohteita elektronimikroskoopin avulla, opettelet kemiassa ja fysiikassa käytettäviä etuliitteitä sekä kuulemaan, kuinka kemistiksi tullaan.

Päivä aloitetaan suojarusteisiin tutustumisella ja niihin pukeutumisella. Seuraavana ovat vuorossa ohjeet turvalliseen laboratoriotyöskentelyyn, tutustuminen työssä käytettäviin välineisiin ja mitalien valmistuksen aloitus. Työ jatkuu ruokailuun saakka. Ruokailun jälkeen tutustut kolmessa kohteessa mitä muuta kemian laitoksella tehdään ja tutkitaan.

Vierailukohteiden jälkeen mitalien valmistus jatkuu. Päivän päätteeksi sinulla on kolme omaa eri väristä mitalia kotiin vietäväksi.

Koulun nimi: \_\_\_\_\_

Oppilaan nimi: \_\_\_\_\_

Kerro ainakin kolme tärkeää työturvallisuusasiaa, jotka opit aamupäivän aikana.

---

---

---

---

Tutustuit elektronimikroskooppiin.

- 1) Tavallinen mikroskooppi toimii näkyvän valon avulla. Elektronimikroskooppi taas käyttää elektronisuihkua näkyvän valon sijaan.

Selitä omin sanoin mikä on elektroni.

---

---

---

---

---

- 2) Mihin elektronimikroskooppia käytetään?

---

---

---

---

---

- 3) Mitä asioita haluaisit itse katsella elektronimikroskoopilla?

---

Kemistit ja fyysikot käyttävät mittaustulosten ilmoittamiseen etuliitteitä. Nämä etuliitteet kuvaavat kuinka moninkertainen tai kuinka mones osa luku on ykkösestä.

Yhdistä oikea etuliite oikeaan lukuun.

<b>Mikro</b>	<b>0,01</b>
<b>Nano</b>	<b>1 000 000</b>
<b>Kilo</b>	<b>0,000 001</b>
<b>Mega</b>	<b>1 000</b>
<b>Desi</b>	<b>0,001</b>
<b>Milli</b>	<b>0,000 000 001</b>
<b>Sentti</b>	<b>0,1</b>



Juha kertoo sinulle, miten hänestä tuli kemisti ja näyttää samalla erilaisia kemiaan liittyviä demonstraatioita.

Näet kolmessa purkissa sokeria. Mitä **yhteistä** näiden purkkien sisällöllä on?

---

---

---

Mitä **eroa** purkin aineilla on?

---

---

---

Miksi kemian opiskelu on sinusta tärkeää?

---

---

Palaat nyt vetokaappiin jäähtymään jätettyjen kuparipalojen luo. Tarkkaile paloja varovasti ensin vetokaapin lasin läpi. Kuuntele tarkasti ohjeet ja toimi niiden mukaan.

Mitä sinun pitää tehdä seuraavaksi?

---

---

---

---

Miltä palat näyttävät nyt?

---

---

---

---

---

Miltä yksi kuparipala näyttää kuumennuksen jälkeen?

---

---

---

Nyt olet saanut kaikki kolme mitalia valmiiksi. Vastaa vielä näihin kahteen kysymykseen vierailupäivästä kemian laitoksella.

Mikä päivässä oli mielestäsi kivointa?

---

---

---

---

---

---

---

Oliko päivässä jotain, josta et pitänyt?

---

---

---

---

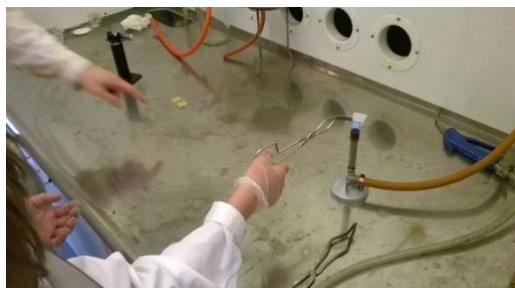
---

---

---

**KIITOS.**

# Kokeellista kemiaa Ylistöllä



Jyväskylän yliopisto  
Kemian laitos  
LUMA-KS

Tervetuloa kemian laitokselle.

Päivän aikana toimit kemistinä ja tulet valmistamaan kolmesta kuparipalasta kultan-, hopean- ja pronssinvärisen mitalin. Kemian työ on moderni versio muinaisesta alkemistien työstä, jonka tarkoituksena oli valmistaa kultaa vähemmän jaloista metalleista kuten kuparista.

Työ on monivaiheinen ja pitkä, joten sinulla on päivän aikana myös muuta ohjelmaa. Päivän aikana pääset muun muassa katselemaan pikkuruusia kohteita elektronimikroskoopin avulla, opettelet kemiassa ja fysiikassa käytettäviä etuliitteitä sekä kuulemaan, kuinka kemistiksi tullaan.

Päivä aloitetaan suojarusteisiin tutustumisella ja niihin pukeutumisella. Seuraavana ovat vuorossa ohjeet turvalliseen laboratoriotyöskentelyyn, tutustuminen työssä käytettäviin välineisiin ja mitalien valmistuksen aloitus. Työ jatkuu ruokailuun saakka. Ruokailun jälkeen tutustut kolmessa kohteessa mitä muuta kemian laitoksella tehdään ja tutkitaan.

Vierailukohteiden jälkeen mitalien valmistus jatkuu. Päivän päätteeksi sinulla on kolme omaa eri väristä mitalia kotiin vietäväksi.

Koulun nimi: \_\_\_\_\_

Oppilaan nimi: \_\_\_\_\_

Kerro ainakin kolme tärkeää työturvallisuusasiaa, jotka opit aamupäivän aikana.

---

Tutustuit elektronimikroskooppiin.

Tavallinen mikroskooppi toimii näkyvän valon avulla. Elektronimikroskooppi taas käyttää elektronisuihkua näkyvän valon sijaan. Selitä omin sanoin mikä on elektroni.

---

Mihin elektronimikroskooppia käytetään?

---

Kuinka pieniä asioita elektronimikroskoopilla voidaan katsella ja tutkia?

---

---

Kemistit ja fyysikot käyttävät mittaustulosten ilmoittamiseen etuliitteitä. Nämä etuliitteet kuvaavat kuinka moninkertainen tai kuinka mones osa luku on ykkösestä.

Yhdistä oikea etuliite oikeaan lukuun.

<b>Mikro</b>	<b>0,01</b>
<b>Nano</b>	<b>1 000 000</b>
<b>Kilo</b>	<b>0,000001</b>
<b>Mega</b>	<b>1 000</b>
<b>Desi</b>	<b>0,001</b>
<b>Milli</b>	<b>0,000000001</b>
<b>Sentti</b>	<b>0,1</b>

Saat tutkittavaksesi lasiastian. Tehtävänäsi on mitata, kuinka monta millilitraa astiaan mahtuu vettä. Muunna tilavuus vielä desilitroiksi.

Astian numero: \_\_\_\_\_

Astiaan mahtui vettä: \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

Sinulla on edessäsi kolme samanlaista astiaa. Kaikissa astioissa on samaa ainetta, sokeria. Älä avaa purkkeja. Kuvaile astioiden sisältöjä vastaamalla seuraaviin kysymyksiin.

1) Mitä **yhteistä** näiden astioiden sisällöllä on?

---

2) Mitä **eroa** astioiden aineilla on?

---

Palaat nyt vetokaappiin jäähtymään jätettyjen kuparipalojen luo. Tarkkaile paloja varovasti ensin vetokaapin lasin läpi. Kuuntele tarkasti ohjeet ja toimi niiden mukaan.

Mitä sinun pitää tehdä seuraavaksi?

---

---

Miltä palat näyttävät nyt?

---

Miltä yksi kuparipala näyttää kuumennuksen jälkeen ?

---

---



Nyt olet saanut kaikki kolme mitalia valmiiksi. Vastaa vielä näihin kahteen kysymykseen vierailupäivästä kemian laitoksella.

Mikä päivässä oli mielestäsi kivointa?

---

---

---

---

---

---

---

Oliko päivässä jotain, josta et pitänyt?

---

---

---

---

---

---

---

---

**KIITOS.**

TUTKITTAVAN SUOSTUMUS

Jyväskylän yliopisto/Kemian laitos

SUOSTUMUS KESKI-SUOMEN LUMA -KESKUKSEN KYSELYTUTKIMUKSEEN, JOKA ON OSA LISENSIAATTITYÖTÄ "ERILAISTEN OPPIMISYMPÄRISTÖJEN VAIKUTUKSISTA ALAKOULUN KEMIAN OPE-TUKSEEN". TUTKIMUSAINEISTO KÄSITELLÄÄN ANONYYMINA, JOLLOIN LAPSEN NIMI EI TULE ESIIN MISSÄÄN VAIHEESSA. KYSELYTUTKIMUS TEHDÄÄN VIERAILUN AIKANA JA VASTAUKSET KERÄTÄÄN VIERAILUN PÄÄTTEEKSI.

Lapseni \_\_\_\_\_ saa osallistua liseniaattitutkimukseen  
nimi

erilaisten oppimisympäristöjen toimintaa kartoittavaan kyselytutkimukseen.

\_\_\_\_\_ Kyllä

\_\_\_\_\_ Ei

Paikka \_\_\_\_\_ Aika \_\_\_\_\_

Huoltajan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimen selvennös

Ystävällisin terveisin,

LUMA-KS  
Tuntiopettaja  
Pirjo Häkkinen  
pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi

LUMA-KS  
johtaja/ kemian laitoksen johtaja  
prof. Jan Lundell  
jan.c.lundell@jyu.fi

## TUTKITTAVAN SUOSTUMUS

Jyväskylän yliopisto/Kemian laitos

SUOSTUMUS VALOKUVAAMISEEN KEMIAN LAITOKSEN VIERAILUPÄIVÄN AIKANA JA KUVIEN KÄYTTÖÖN TIETEELLISISSÄ ARTIKKELEISSA SEKÄ KESKI-SUOMEN LUMA -KESKUSTA JA KEMIAN LAITOSTA KÄSITTELEVISSÄ JULKAISUISSA.

Lastani \_\_\_\_\_ saa kuvata vierailun yhteydessä.  
\_\_\_\_\_ nimi

\_\_\_\_\_ Kyllä

\_\_\_\_\_ Ei

Lapseni kuva ja nimi saavat olla asianmukaisesti esillä Keski-Suomen LUMA -keskusta ja kemian laitosta käsittelevissä tieteellisissä julkaisuissa ja artikkeleissa.

\_\_\_\_\_ Kyllä

\_\_\_\_\_ Ei

Lapseni kuva ja nimi saavat olla asianmukaisesti esillä Keski-Suomen LUMA -keskusta ja kemian laitosta käsittelevissä WWW-julkaisuissa.

\_\_\_\_\_ Kyllä

\_\_\_\_\_ Ei

Paikka \_\_\_\_\_ Aika \_\_\_\_\_

Huoltajan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimen selvennös

Ystävällisin terveisin,

LUMA-KS  
Tuntiopettaja  
Pirjo Häkkinen  
pirjo.h.h.hakkinen@jyu.fi

LUMA-KS  
johtaja/ kemian laitoksen johtaja  
prof. Jan Lundell  
jan.c.lundell@jyu.fi

**Sähkönjohtavuustutkimus.**

Vierailijalla on mukanaan sähkönjohtavuuslaite, joka ilmoittaa värin ja äänen avulla johtaako esine/ aine sähköä.

<b>Esineen nimi</b>	<b>Johtaa/ei johda</b>
Ionivaihdettu vesi (laboratorio vesi)	
Vesijohtovesi	
Merivesi	
Minä itse	

Kannattaako ukkosenilmalla mennä uimaan? Perustele.

Miten ja missä kotona on huomautettu sähkön vaaroista?

## Sähköopin peruskytkenät

Opetellaan rakentamaan yksinkertainen virtapiiri, lamppujen sarjakytkentä sekä lamppujen rinnankytkentä. Lisäksi tutustutetaan oppilaat kytkentäkaavion tekniseen piirtämiseen.

### Välineet:

- 5 kpl hauenleukaisia sähköjohtimia
- 2 kpl polttimoita pidikkeineen
- 4,5 V paristo

### Työohje:

1. Rakenna kytkentä, jossa yksi lamppu palaa.
2. Piirrä kytkentäkaavio piirrosmerkein vihkoosi.
3. Rakenna kytkentä, jossa palaa aluksi kaksi lamppua. Kun yksi lamppu kierretään irti, toinenkin lamppu sammuu.
4. Piirrä vihkoosi tämä sarjakytkentä.
5. Mieti mikä kotona löytyvä sähkölaite toimii samoin?
6. Rakenna kytkentä, jossa palaa aluksi kaksi lamppua. Kun toinen lamppu kierretään irti toinen jää palamaan.
7. Eroaako lampun kirkkaus alkutilanteesta?
8. Piirrä vihkoosi rakentamasi rinnankytkentä.
9. Yhdistä kaksi ryhmää, jolloin tarvikkeiden määrä kaksinkertaistuu.
10. Rakentakaa kytkentä, jossa aluksi kaikki neljä lamppua palavat. Kun yksi kierretään irti kaikki muutkin sammuvat.
11. Rakentakaa kytkentä, jossa aluksi kaikki neljä lamppua palaa. Kun yksi lamppu kierretään irti kaksi lamppua jää palamaan. Tarkkaile lamppujen kirkkautta.
12. Rakentakaa kytkentä, jossa aluksi kaikki neljä lamppua palaa. Kun yksi lamppu kierretään irti vain yksi jää palamaan. Tarkkaile lamppujen kirkkautta.

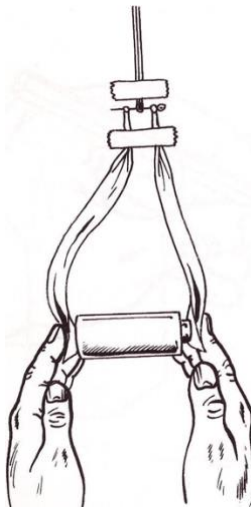
## Sähkövirran lämpövaikutuksen tutkimus

Kiinnitä lämpömittari maalarinteipillä työpöytään niin, että sen pää koskettaa neulaan. Katso alla olevaa kuvaa. Merkitse lämpömittarin lukema muistiin.

Paina liuskojen toiset päät kiinni pariston napoihin ja seuraa lämpömittarin lukemaa noin viisi minuuttia.

Kuinka monta astetta saat lämpömittarin lukeman nousemaan paristolla ja lämpövastuksella (=neulalla) ?

alkulämpötila \_\_\_\_\_ loppulämpötila \_\_\_\_\_



Mainitse ainakin kolme kodin sähkölaitetta, joka toimii samalla periaatteella.

---

---

## Boylen lain konkretisointia

*Työssä tarkastellaan kaasun paineen ja tilavuuden suhteisiin. Tämä laki tunnetaan myös Boylen lakina. Boylen lain mukaan kaasun tilavuus muuttuu käänteisesti paineeseen verrattuna vakiolämpötilassa ja vakiomäärällä kaasua. Siten tilavuuden kasvaessa paine pienenee. Vastaavasti tilavuuden pienentyessä paine kasvaa. Kaavan muodossa:*

$$pV = \text{vakio, kun } T \text{ on vakio.}$$

*Esimerkiksi suljettuna systeeminä toimii ruisku, jonka pää on suljettu sinitarralla. Kun mäntää vedetään, tilavuus kasvaa ja paine ruiskun sisällä pienenee.*

### Tarvikkeet ja välineet

- 50 – 60 ml injektioruisku
- sinitarraa ruiskun päään sulkemiseen
- vaahtokarkkeja 2 kappaletta

### Työohje

- Vedä mäntä pois ruiskusta ja laita vaahtokarkki ruiskuun.
- Aseta mäntä paikoilleen ja työnnä mäntää varovasti kiinni vaahtokarkkiin.
- Tuki ruiskun suuaukko sinitarralla.
- Vedä männästä ja pidä sitä paikoillaan. Mitä havaitset?
- Päästä irti männästä. Mitä nyt tapahtuu?
- Vedä männästä uudelleen ja vapauta mäntä. Toista tämä useita kertoja.



Poista venyttelemäsi vaahtokarkki ruiskusta ja vertaa sitä pöydälläsi olevaan vertailuvaahdokarkkiin. Miksi ne näyttävät erilaisilta? Onko vaahtokarkkia nyt enemmän vai vähemmän?

Laadi havainnoistasi raportti vihkoosi, jossa vastaat kysymyksiin.

## Liman valmistus

Tutustutaan erilaisiin seostyypppeihin ja valmistetaan "limaa" eli tärkkelyksen ja veden seos (eli liete =suspensio). Oppilaat valmistavat "liman" ja tutkivat sen ominaisuuksia, kuten leikattavuutta, muovailtavuutta, lämpötilan muutoksen vaikutusta ja "liman" palautuvuutta takaisin vedeksi ja tärkkelykseksi.

Tarvikkeet opettajalle:

Ruokalusikat tärkkelyspakettiin  
perunajauhoja tai maissitärkkelystä 2 pkt/luokka

Tarvikkeet oppilasta kohden:

lasinen astia, jossa lima valmistetaan (= pilttipurkki)  
sekoitusväline (= kahvilusikka, mieluusti metallinen)  
tarjotin (voi pyytää ruokalasta lainaan) tai jokin muu kosteutta kestävä alusta  
juomalasi vettä varten  
essu tai muu vaate, joka saa sotkeutua hieman

Pirjo tuo:

yksi iso kirkas lasinen astia  
pipetit  
elintarvikeväriä  
kuumennuslevy



## Paperikromatografia

Paperikromatografia on eräs kromatografian muoto, jossa tutkittavat tussien värit imeytetään pienelle alueelle suodatinpaperin reunaa, minkä jälkeen liuottimen (=vesi) annetaan nousta kapillaarivoimien vetämänä paperiin.

Tutkittavina olevat värit nousevat tällöin liuottimen mukana eri korkeudelle paperiarkkia, josta ne voidaan sopivalla havaita.

Käytettiin ensimmäisen kerran kasvien lehtivihreän ainesosien toisistaan erottamiseen.

### Tarvikkeet

- suodatinpaperia (suodatinpussista saa kaksi)
- erivärisiä vesiliukoisia tusseja 4 kpl, joista yksi musta ja yksi sprilliukoinen tussi
- juomalasi
- lyijy- tai värikynä
- teippiä
- juomalasi tai jokin muu kirkas pieni lasiastia
- viivoitin
- sakset

Tarvikkeet on kuvattu yhtä oppilasta kohden, mutta he työskentelevät työpareina. Kaikki välineet löytyvät koululta paitsi suodatinpussit ja tussit, Pirjo tuon ne.



P = punainen  
S = sininen  
V = vihreä  
M = musta  
X = tuntematon

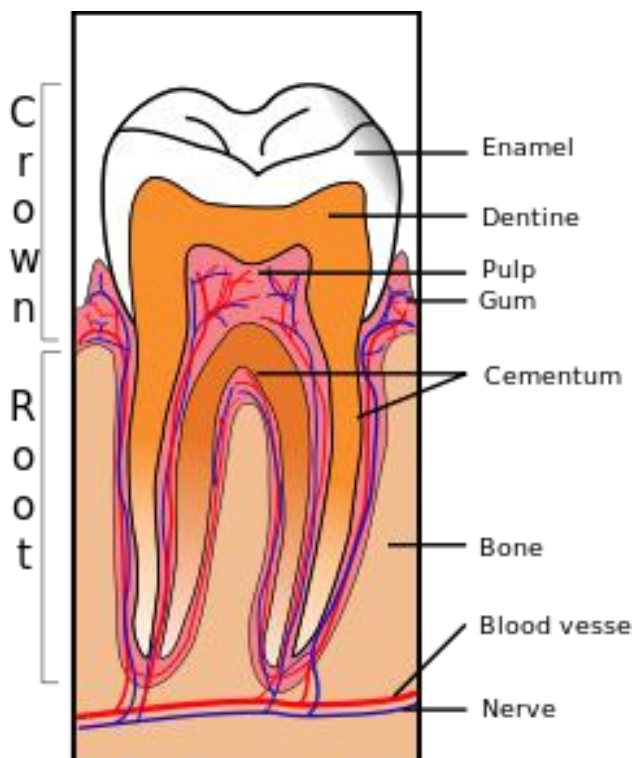
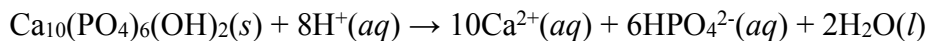
## Happohyökkäyksen vaikutus suun happamuuteen eli pH-arvoon ja hampaisiin

### Teoriaa hampaista

Hampaan näkyvää osaa kutsutaan teräksi eli kruunuksi ja sitä peittää elimistön kovin kudος, **kiille** (= enamel), joka sisältää noin 98 prosenttia epäorgaanista apatiittia, loput ovat vettä ja orgaanista ainesta. Kiille kestää hyvin kulutusta, mutta se uusiutuu huonosti. Kiille on paksuimmillaan hampaan purupinnoilla. Ikenen sisällä olevaa osaa kutsutaan hampaan kaulaksi ja leukaluun hammaskuopassa olevia osia juuriksi. Hampaalla on juuria tavallisesti yhdestä kolmeen. Hampaan sisällä on sidekudoksinen ydinontelo, joka kapenee juuren alueella juurikanavaksi. Ydinontelossa kulkevat hampaan verisuonet ja hermosyyt, joita on hampaassa paljon, koska hammas toimii tärkeänä aistinelimenä.

Hampaassa on kiilteen lisäksi kahta luukudosta. Hampaan pääosan muodostaa hammasluu, jonka kudosta muodostavat solut ovat yhtenäisenä kerroksena hammasluun ja hammasytimen rajalla, jonka vuoksi hampaaseen tullut vaurio ei yleensä korjaudu hyvin. Hampaan kaulan alueella kiille muuttuu pehmeämmäksi hammassementiksi. Hammas kiinnittyy leukaluuhun kollageenisidosten välityksellä.

Hydroksyyliapatiitin eli kiilteen reaktio happamassa liuoksessa.



Kaavio hampaasta.

**Sylki** suojelee hampaita. Se osallistuu ruuansulatukseen ja poistaa suusta haitallisia aineita sekä estää suun bakteerien lisääntymistä. Se vastustaa suun pH:n muutoksia puskurointikyvyllään, vähentää hapontuoton määrää ja aikaa ja kovettaa hammaspintoja happohyökkäyksen jälkeen. Kaikki vaikutukset heikkenevät, jos syljen erityks on vähäistä. Eritystä vähentävät tietyt lääkkeet ja sairaudet mutta myös rasitus ja urheilu ja sylkirauhasten käyttämättömyys pureskelun puuttuessa. Runsas bakteeri- eli plakkikerros haittaa syljen puskuritoimintaa.

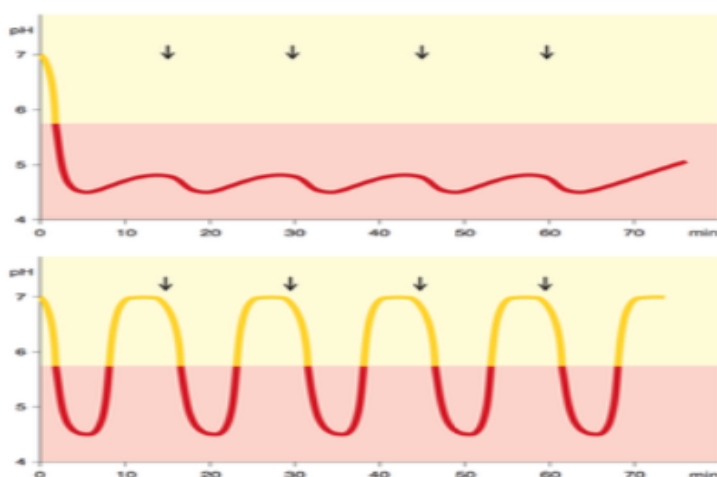
**Hammaseroosio** on hampaiden pinnan kemiallista liukenemista happojen vaikutuksesta ilman bakteeritoimintaa. Eroosiota aiheuttavat ne ravintoaineet, joiden oma happamuus alittaa hammaskiilteen kriittisen pH-arvon 5,7.

Hampaat kuluvat kahdella tavalla

- Reikiintymällä (karies)
- Hampaissa tapahtuu eroosiota

**Kariessä** syljen mukana suuhun tulee streptokokkibakteereja. Streptokokit muodostavat ravinnon sokereista happoja ja alkavat liuottaa kulkureittiään kiilteen sisään. Kiilteen kovempi pintakerros hajoaa vasta myöhemmin, ellei vauriokohta korjaannu esimerkiksi fluorin avulla. Alkava reikiintyminen voidaan pysäyttää ja jopa parantaa käyttämällä fluoria sopivasti ja riittävän usein. Kariesalueella fluori alkaa kiihdyttää kiteiden uusiutumista. Ksylitoli heikentää bakteerien aineenvaihduntaa ja niiden hapontuotto pienentyy, jolloin vauriokohdan bakteerit kuolevat.

Hampaiden **eroosiossa** kiille liukenee suuhun joutuneiden ylimääräisten happojen vaikutuksesta. Näitä happoja tulee suuhun joko mahasta happamien röyhtäisyjen tai oksentelun johdosta. Suun happamuustaso nousee myös sitruhedelmiä tai happamia virvoitusjuomia nauttimalla. Kun ylimääräistä happoa joutuu suuhun ja kosketuksiin hampaan pinnan kanssa, kiilteen kalkkikiteitä irtoaa ja hampaan pinta pehmenee. Tällainen vaurio näkyisi aluksi vain mikroskoopilla. Kun tämä toistuu tarpeeksi usein, on kiilteen pinnalla kuoppa. Jos hapon pehmentämää pintaa ei hangata, palautuu siihen syljestä kalkkikiteitä, ja se kovettuu uudelleen. Fluorilla voidaan myös kovettaa kiilteen pintaa kestävämpään paremmin hapon vaikutusta. Ksylitoli heikentää bakteerien happotuotannon hampaiden pinnalla pysäyttäen happohyökkäyksen. Ksylitoli tekee hammasplakista harjauksessa helpommin irtoavaa. Lisäksi ksylitoli voimistaa syljen eritystä.



Kun sokerilla makeutettua juomaa siemäillään 15 min. välein, syljen pH pysyy jatkuvasti kiilteen liukenemispisteen (pH 5,7) alapuolella.

Kun sokeritonta hapanta kevytjuomaa siemäillään 15 min. välein, syljen pH nousee ja laskee.

Lisätietoja löytyy [www.hammaslaakariliitto.fi/suun-terveys/suun-hoito/](http://www.hammaslaakariliitto.fi/suun-terveys/suun-hoito/)

Työssä havainnollistetaan suussa juomisen tai syömisen aikana tapahtuva pH-arvon eli happamuuden muutosta ja mikä merkitys ksylitolipurukumin nauttimisella on suun pH-arvolle.

### Tarvikkeet ja välineet

pH-paperia n. 3cm pätkä  
limonadia  
ksylitolipurukumia

### Työohje

1. Jaa pH-paperi neljään osaan ja ota ensimmäinen osa käyttöösi.
2. Mittaa syljen pH kostuttamalla pH-paperin pala syljellä.
3. Kirjaa pH-paperissa tapahtuva muutos muistiin.
4. Purskuttele limonadia suussa kertaa 5 minuutin ajan. Purskuttelun jälkeen voit joko juoda limsan TAI sylkeä sen pois.
5. Tee purskuttelu vielä kaksi kertaa.
6. Mittaa limsan pH-arvo toisella pH-indikaattoripaperin palalla.
7. Mittaa syljen pH uudelleen vasta kolmannen purskuttelun jälkeen kostuttamalla kolmas pH-paperin pala syljellä.
8. Kirjaa muutos muistiin.
9. Pureskele ksylitolipurukumia noin 1-2 minuutin ajan ja sylje purukumi pois.
10. Mittaa syljen pH-arvo kolmannella pH-paperin palalla.
11. Kirjaa muutos muistiin.

Suun pH alussa	
Limsan pH	
Suun pH purskuttelun jälkeen	
Suun pH ksylitolipurukumin jälkeen	

### Työhön liittyviä kysymyksiä

1. Miltä hampaat tuntuivat limsan juonnin jälkeen ?
2. Mitä havaitsit suun pH-arvosta ?
3. Mitä ksylitoli tekee hampaille ?
4. Miksi ksylitolia kannattaa käyttää ?
5. Miksi ksylitolituotteiden nauttiminen ruokailun jälkeen on suositeltavaa ?
6. Kumpi on vaarallisempaa hampaille, limonadissa oleva sokeri vai limonadin happamuus?

## Happohyökkäyksen vaikutus hampaissa

Työ havainnollistaa, mitä hampaiden pinnalla tapahtuu happohyökkäyksen aikana. "Hampaana" työssä käytetään marmorilaattaa ( $\text{CaCO}_3$ ) ja etikkaa ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), joka on happo. Jos saat apteekista sitruunahappoa, niin kokeile sillä. Sitruunahappoa on nimittäin kaikissa limonadeissa.

### Tarvikkeet ja välineet

Marmorilaatta (kalsiumkarbonaattia  $\text{CaCO}_3$ )

Etikkaa tai sitruunahappoa

Pumpulipuikko tai pipetti

### Työohje

1. Koita laatan pintaa sormella, miltä se tuntuu.
2. Tiputa 3 tippaa etikkaa marmorilaatan päälle.
3. Odota noin puoli minuuttia.
4. Tee havaintoja tapahtumista eri aistien avulla.
5. Kirjaa havainnot muistiin.
6. Pyyhi neste pois laatan pinnalta ja tutki laatan pintaa uudelleen.
7. Laita laatan pinnalle hammastahnaa.
8. Pese ja huuhtelee "hammas".
9. Kuivaa laatan pinta ja tutki sitä uudelleen. Mitä havaitset?

### Työhön liittyviä kysymyksiä

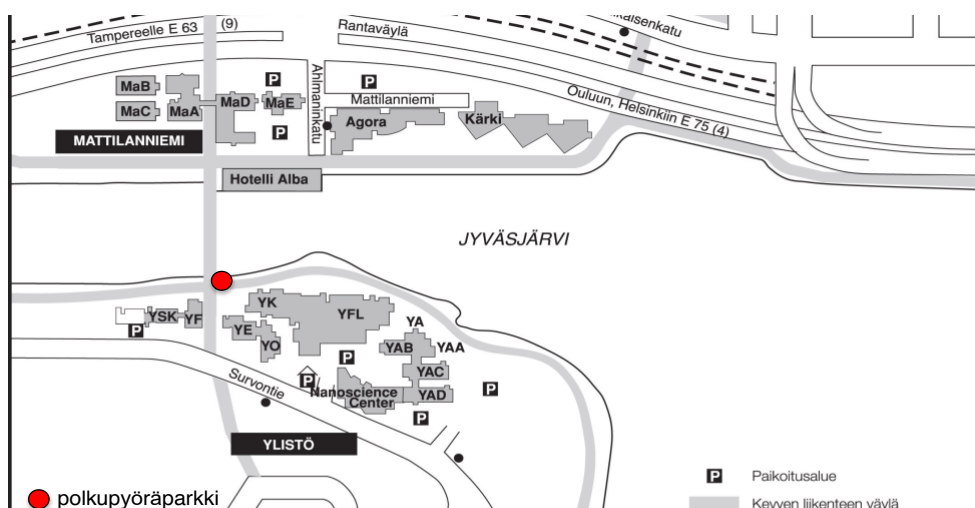
1. Mitä laatan pinnalla tapahtui?
2. Miltä laatan pinta näyttää ja tuntuu?
3. Miten tai millä tapahtuman voisi estää tai sitä voisi hidastaa?
4. Mikä muu kuin ksylitoli auttaa?
5. Mihin auttaminen perustuu?

# Vierailupäivä Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella



2

## Mihin tullaan



Käyntiosoite:  
Survontie 9C  
40500 Jyväskylän yliopisto

Pirjo Häkkinen



# Vierailupäivän aikataulu

• klo 09.00 **Saapuminen kemian laitoksen eteen Ylistölle**

- opettajalaboratorioon (YF310) siirtyminen
- työtakkien ja muiden suojarusteiden pukeminen
- turvallisuusohjeiden kertaus ja työhjeisiin tutustuminen

• klo 09.30 **”mitalityön” aloitus ja tavaroiden jako**

- kuparipalojen laitto ja ”keitto” vahvassa NaOH -liuoksessa
- työ jätetään jäähtymään

• klo 11.30 **Siirrytään syömään eväät YF522**

Pirjo Häkkinen



# Vierailupäivän aikataulu

• klo 12.00 **Kemiaa yliopistolla (kolme kohdetta)**

- oppilaat jaetaan kolmeen ryhmään ja kukin ryhmä tutustuu puoli tuntia/kohde
  1. vetyauto
  2. elektronimikroskooppi
  3. kemisti ja kemistin työ

• klo 13.30 **”mitalityön” jatkaminen ja loppusiivous**

- palojen ottaminen pois haihdutusmaljasta ja yhden varovainen kuumentaminen liekissä
- pala laitetaan jäähtymään
- astioiden tiskaus (”kemistityyliin”)
- pöytien pyyhkiminen
- tavaroiden palautus
- mitalit pussiin ja takkien palautus kaappeihin

• klo 14.00 **Kotiinlähtö**

Pirjo Häkkinen



## Mitä vaatteita päälle

- ▣ Mukavan löysät vaatteet
- ▣ Jalkineiksi esim. lenkkarit (ei sandaaleja)
- ▣ Pitkät hiukset kiinni
- ▣ Ei mielellään pitkiä kaulakoruja
- ▣ Ei rannekoruja eikä kelloa

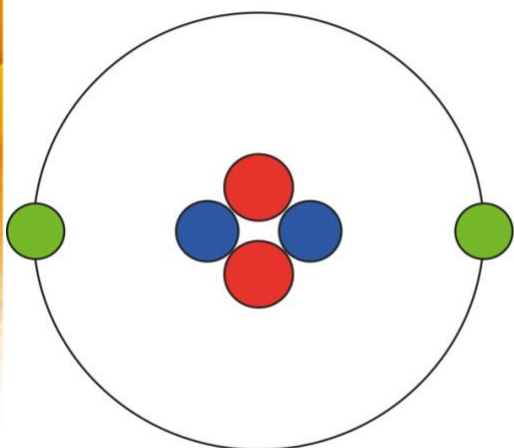
## Mitä voit ottaa mukaan

Uteliaan tutkivan mielen ja kameran kuvaamista varten

Pirjo Häkkinen



6



Malli Atomista

Pirjo Häkkinen



Malli Atomista





# Vetyauto



Pirjo Häkkinen



hehto                      milli                      tera  
kilo    mikro  
giga                                      deka  
sentti    desi  
mega    nano

Pirjo Häkkinen





Pirjo Häkkinen