

Aksela Maija & Karjalainen Veikko

**KEMIAN OPETUS TÄNÄÄN:
Nykytila ja haasteet Suomessa**

**Kemian opetuksen keskus
Kemian laitos, Helsingin yliopisto**

ALKUSANAT

Kemia on erottamaton osa arkipäiväämme. Kemia on myös kiehtova ja nopeasti kehittyvä tulevaisuuden tieteenala, joka tuottaa uusia innovaatioita sekä kuluttajien että muun elinkeinoelämän tarpeisiin. Monet tämän päivän polttavimmista globaaleista haasteista ratkaistaan kemian keinoin. Kohtuudella voidaan sanoa, että kaikki tarvitsevat perustietoja kemiasta. Vankat perustiedot kemiasta kuuluvat yleissivistykseen.

Koulujen opetussuunnitelmat ja opetussuunnitelmia toteuttavat kemian opettajat ovat avainasemassa kemian yleissivistyksen rakentajina. Tehtävä ei ole helppo. Kemiaa olisi opetettava monipuolisesti ja nuoria kiinnostavasti rajallisen ajan ja usein tiukkojen taloudellisten resurssien puitteissa. Opettajan tulisi myös voida päivittää tietojaan ja osaamistaan säännöllisesti.

Kehittämistarpeita kemian opetuksessa on tänäkin päivänä, mutta kymmenen vuotta sitten tilanne oli vielä haastavampi. Tuolloin elettiin LUMA -talkoiden aikaa. Pääministeri Lipposen hallitusohjelman päätösten mukaisesti haluttiin edistää valtakunnallisin toimin luonnontieteiden ja matematiikan opetusta ja oppimista. LUMA -talkoot tarjosivat myös kemian opetuksen kehittämislle otolliset lähtökohdat.

Huoli kemian opetuksen asemasta oli yhteinen niin teollisuuden, opetushallinnon kuin opetuksen kehittäjienkin keskuudessa. Toimeen päätettiin tarttua yhdessä käynnistämällä kemian opettajille suunnattu koulutustapahtumien sarja. Syntyi *Kemia tänään* -hanke, jota koordinoi Kemianteollisuus ry, ja jonka suunnitteluun ja toteutukseen osallistuivat merkittävällä panoksellaan opetusministeriö, Opetushallitus, Helsingin yliopiston kemian laitoksen opettajakoulutus ja Matemaattisten aineiden opettajien liitto paikalliskerhoineen.

Kymmenvuotisen toimintansa aikana *Kemia tänään* -hanke on vakiinnuttanut paikkansa kemian opettajien koulutus- ja kohtaamisfoorumina. Järjestäjien tavoitteena on ollut tuoda *Kemia tänään* -tapahtumissa esiin tämän päivän kemiaa opetussuunnitelmalähtöisesti ja

käytännönläheisesti. Osallistujilta kerätyn palautteen mukaan tavoitteessa on myös onnistuttu. Tarjottua täydennyskoulutusta arvostetaan ja pidetään tärkeänä.

Kemian opetuksen tutkimus on ollut alusta asti mukana *Kemia tänään* -hankkeessa. Hankkeen käynnistysvaiheessa tehtiin ensimmäinen *Kemian opetus tänään* -tutkimus, joka antoi monipuoliset eväät opetuksen kehittämiseen. Nyt käsissä on oleva julkaisu esittelee ensimmäisen *Kemian opetus tänään* -tutkimuksen seurantatutkimuksen, joka kertoo positiivisesta ja kannustavasta kehityksestä koulujen kemian opetuksessa.

Tutkimus kertoo ilahduttavasti, että kemian opetus on kehittynyt monella tavoin kuluneiden kymmenen vuoden aikana. Tulokset myös osoittavat, että kemian opetuksen kehittämistyötä on jatkettava. Kemian opettajien tukeminen ja kannustaminen laadukkaaseen opetukseen on jatkuvaa työtä, jonka tulee hyödyntää kemian opetuksen tutkimusta yhä monipuolisemmin.

Yhteistyö opetuksen tutkimuksen, opetushallinnon, elinkeinoelämän ja muiden opetuksen kehittäjien kesken luo myös tulevaisuudessa pohjan kemian opetuksen kehittämiseksi.

Helsingissä elokuussa 2008,

Marja Montonen
Opetusneuvos
Opetushallitus

Riitta Juvonen
Apulaisjohtaja
Kemianteollisuus ry

TIIVISTELMÄ

Kemian aineenopettaja on avainasemassa valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteiden mukaisten tavoitteiden toteuttajina ja innostavan kemian opetuksen kehittäjinä perusopetuksessa ja lukiossa. Opettaja on kemian käytännön opetuksen paras asiantuntija. Tutkimalla aineenopettajien näkemyksiä ja kokemuksia saadaan tietoa kemian opetuksen nykytilasta ja haasteista opetuksen ja sen tutkimuksen kehittämisen pohjaksi. *Kemian opetus tänään* -tutkimus on toteutettu ensimmäisen kerran kymmenen vuotta sitten (Aksela & Juvonen 1999), ja sen pohjalta on käynnistetty useita kehittämishankkeita. Tässä kirjassa esiteltävässä tutkimuksessa kartoitettiin Suomen kemian opetuksen nykytilaa ja haasteita kemian opettajien näkökulmasta sekä verrattiin tilannetta kymmenen vuotta sitten saatuihin tuloksiin. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa opetushallinnon, koulujen, opettajien sekä kaikkien kemian opettamisen kehittämisestä ja tutkimuksesta kiinnostuneiden käyttöön.

Tutkimus antaa suuntaviivoja kemian opetuksen tilasta Suomessa kemiaa opettaneiden aineenopettajien näkökulmasta. Tutkimuksen perusjoukon muodostivat kemiaa opettavat pedagogisen aineenopettajajärjestön, MAOL ry:n jäsenrekisterissä olevat 2400 kemian aineenopettajaa. Yli 80 prosenttia tutkimuksen vastaajista oli toiminut kemian aineenopettajana yli 10 vuotta. Suurimmalla osalla tutkimukseen osallistuneista aineenopettajista oli kemian tuntien osuus määrällisesti suurin opetustunneista. He opettivat erikokoisilla paikkakunnilla ja kouluissa eri puolilla Suomea.

Tutkimusta ohjasivat kaksi pääkysymystä: (i) mikä on kemian opetuksen nykytilanne Suomessa kemian aineenopettajien näkemysten mukaan, (ii) miten kemian opetus on muuttunut Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana kemian opetuksen lähtökohtien, kokeellisuuden, työtapojen, yhteistyön sekä haasteiden ja kehittämisideoiden mukaan. Opettajat vastasivat joko postitse lähetettyyn tai verkossa olevaan tutkimuslomakkeeseen. Kyselylomake sisälsi 49 kappaletta kysymyksiä, jotka oli laadittu aikaisemman tutkimustiedon pohjalta. Suljettujen kysymysten vastaukset analysoitiin SPSS 15.0-tilasto-ohjelmalla: vastauksista laskettiin frekvenssit ja prosentit edellisen tutkimuksen mukaisesti.

Avoimien kysymysten vastaukset luokiteltiin sisällönanalyysi -menetelmää käyttäen. Saatuja luokkia verrattiin kymmenen vuotta sitten saatuihin tuloksiin.

Tutkimus osoittaa, että kemian opetuksen lähtökohdat ovat parantuneet kuluneen kymmenen vuoden aikana kemian kurssitarjonnan, opettajien koulutustaustan ja opetusmahdollisuuksien osalta. Kemian aineenopettajat ovat sisäistäneet kokeellisuuden merkityksen oppimisen tukena kemian opetussuunnitelman perusteiden tavoitteiden mukaisesti. Opetuksen toteutuksessa käytetään erilaisia työtapoja. Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa on monipuolistunut, ja sitä pidetään tärkeänä.

Tutkimus tuo myös esille opetuksen kehittämishaasteita. Kymmenen vuotta sitten suurimpina haasteina olivat vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteiden keskeinen sisältö ja toteutus sekä resurssit. Tämän tutkimuksen mukaan tukea ja toimenpiteitä tarvitaan erityisesti oppilaiden innostuksen ja kemian arvostuksen nostamiseen kemian oppilasmäärien lisäämiseksi. Edelleen lisätukea tarvitaan resursseihin, tiloihin, välineisiin ja materiaaleihin sekä täydennyskoulutukseen. Lähes puolet vastaajista ei ollut osallistunut täydennyskoulutukseen. Opettajien pääkoulutustoiveena on kemia arkielämässä (teknologia). Toiseksi eniten toivottiin koulutusta aikaisemman tutkimuksen mukaisesti tieto- ja viestintätekniikan käytöstä kemian opetuksessa. Opetuksen työtavat ja oman työn kehittäminen olivat myös usein toivottuja aiheita. Tutkimuksen tulokset tulee huomioida jatkossa koulutuksen suunnittelussa.

Kemian opettajien—elinikäisinä oppijoina—tulee saada tukea ammatilliseen kehittymiseen koko uran ajan. Täydennyskoulutuksella on suora yhteys oppilaan kemian saavutuksiin, ja kemian opettajien laatu korreloi merkittävästi oppilaan osaamista. Kemian opettajien mielekkäällä perus- ja täydennyskoulutuksella on tärkeä tehtävä kemian ja sen opetuksen hyvän tulevaisuuden takaamiseksi. Innostunut ja taitava kemian opettaja on avainasemassa kiinnostuksen herättämisessä kemiaan ja sen tukemisessa. Opetuksen kehittämisen pohjaksi tarvitaan tutkimusta eri kouluasteilla perusopetuksen alaluokista lähtien.

SISÄLLYS:

1	JOHDANTO	8
2	KEMIAN OPETUKSEN LÄHTÖKOHDAT.....	9
2.1	Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet	9
2.1.1	Tavoitteet.....	11
2.1.2	Sisällöt.....	12
2.1.3	Kurssit	13
2.2	Aineelliset resurssit	16
2.3	Opettajan tiedot ja taidot	17
3	KOKEELLISUUS JA TYÖTAVAT KEMIAN OPETUKSESSA.....	20
3.1	Kokeellisuuden rooli kemian opetuksessa	20
3.1.1	Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa	22
3.1.2	Kokeellisuus kemian opettajan näkökulmasta	24
3.1.3	Tieto- ja viestintätekniikan käyttö kemian opetuksessa.....	26
3.2	Kemian opettajien käyttämät työtavat.....	27
4	KEMIAN TEKNOLOGIA JA YHTEISTYÖ	30
4.1	Kemian teknologia	30
4.2	Teknologia opetussuunnitelmien perusteissa	32
4.3	Koulun ja ulkopuolisten tahojen välinen yhteistyö	33
5	KEMIAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN	36
5.1	Arvioinnit	36
5.2	Haasteet	38
5.3	Kehittämishankkeet.....	40
5.4	Täydennyskoulutus ja muun tuen tarve.....	42
5.5	Kehittämisideat	43
6	TUTKIMUS.....	45
6.1	Tavoitteet.....	45
6.2	Toteutus.....	46
6.2.1	Kohde	48
6.2.2	Menetelmä	52
6.3	Luotettavuus	53
7	TULOKSET.....	55
7.1	Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen.....	55
7.1.1	Kemian kurssit ja valinnaiskurssit koulujen opetussuunnitelmissa	55
7.1.2	Kemian valinnais-, syventävät- ja soveltavat kurssit kouluissa	58
7.1.3	Kurssit koulujen opetussuunnitelman perusteissa.....	59
7.1.4	Kemian opetusmahdollisuudet kouluissa	60

7.1.5	Kemian opetusryhmien koko kouluissa	64
7.1.6	Vastaajien osallistuminen Kemia tänään -tapahtumiin	66
7.1.7	Kemian opettajien seuraamat tiedotus- ja tukimateriaalit	68
7.1.8	Oppiainerajoja ylittävä yhteistyö	69
7.1.9	Kemian opettajien tarvitsema koulutuksen ja tuen tarve jatkossa	69
7.1.10	Muu tuen tarve jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen	71
7.1.11	Opinto-ohjaus kemian opetuksessa	72
7.2	Kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen toteutuminen	72
7.2.1	Kokeellisten töiden määrä kurssilla	73
7.2.2	Syyt kokeellisten töiden teettämiselle	74
7.2.3	Esteet kokeellisten töiden tekemiseen	74
7.2.4	Kokeellinen työskentely käytännössä	75
7.2.5	Hyvä kokeellinen työ	76
7.2.6	Tietokoneavusteisen kokeellisuuden hyödyntäminen opetuksessa	77
7.2.7	Esteet tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntämiselle	78
7.3	Työtavat kemian opetuksessa	78
7.4	Teknologian ja erilaisen yhteistyön näkyminen kemian opetuksessa	82
7.4.1	Teknologia opettajien määrittelemänä	82
7.4.2	Teknologian näkyminen opetuksessa	83
7.4.3	Yhteistyön hyödyllisyys	84
7.4.4	Yhteistyömuodot ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä	88
7.4.5	Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä	89
7.4.6	Tukimuotoja yhteistyön ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi	90
7.5	Keskeiset haasteet ja kehittämisideat kemian opetuksessa	91
7.5.1	Haasteet koko maan tasolla	91
7.5.2	Koulukohtaiset haasteet	92
7.5.3	Kehittämisaatuksia koulujen kemian opetuksen kursseihin	93
7.5.4	Kehittämisideat koko maan kemian opetukseen	94
7.5.5	Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen	95

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA96

8.1	Kemian opetuksen lähtökohtien täytyminen	96
8.1.1	Kemian kurssien kysyntä ja tarjonta	96
8.1.2	Kemian opetusmahdollisuudet	98
8.1.3	Kemian opetuksen ryhmäkoot	99
8.2	Kokeellisuuden ja työtapojen käyttö kemian opetuksessa	103
8.2.1	Kemian opettajat ja kokeellisuuden merkitys	104
8.2.2	Kokeellisuuden järjestäminen kemian opetuksessa	105
8.2.3	Hyvä kokeellinen työ	106
8.2.4	Tietokonemittausmahdollisuuksien käyttö kemian opetuksessa	106
8.2.5	Työtavat kemian opetuksessa	107
8.3	Teknologia ja yhteistyö kemian opetuksessa	108
8.3.1	Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa	109
8.4	Kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat	111
8.4.1	Kokeellisuuden lisääminen kemian opetuksessa	111
8.4.2	Oppilaiden innostuksen ja arvostuksen sekä oppilasmäärien nostaminen	112

8.4.3	Kemian opetuksen tutkimus	115
9	LÄHTEET	116
10	LIITTEET	134

1 JOHDANTO

Kemian opetuksen kehittämistä on tuettu Suomessa monipuolisesti erityisesti viimeiset 10 vuotta. Sitä varten on käynnistetty monia toimenpiteitä kemian opetussuunnitelman perusteiden uudistamisesta oppimateriaaleihin sekä perus- ja täydennyskoulutuksen vahvistamiseen. Vuonna 1998 aloitetun *Kemia tänään* -hankkeen keskeisimpinä tavoitteina on ollut kemian opetuksen tason ja aseman nostaminen sekä kemian opettajien ammattitaidon kehittäminen ja työskentelymotivaation parantaminen. Hankkeen yhteistyötahoina ovat toimineet Kemianteollisuus ry, Opetushallitus, Opetusministeriö, Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutus sekä MAOL ry. Tämä tilaustutkimus kuuluu yhtenä osana *Kemia tänään* -hankkeeseen. Se on toteutettu vuosina 2007-08 Kemianteollisuus ry:n ja Kemian opetuksen keskuksen yhteistyönä.

Kemian opetus tänään -tutkimuksen tavoitteena on saada lisätietoa kemian opetuksen nykytilanteesta ja haasteista perusopetuksessa sekä lukiossa kemian aineenopettajien näkökulmasta noin kymmenen vuotta ensimmäisen tutkimuksen (Aksela & Juvonen, 1999) jälkeen. Tutkimuksessa kartoitetaan erityisesti nykytilanne uusien opetussuunnitelman perusteiden tavoitteiden mukaisen opetuksen lähtökohdista, kokeellisuuden toteutumisesta, opetuksessa käytettyjen työtapojen ja yhteistyön suhteen eri sidosryhmien kanssa sekä perusopetuksen yläluokilla että lukiossa.

Tutkimus sisältää kolme osaa: (i) teoreettisen viitekehyksen (luvut 2 - 5), (ii) tutkimuksen toteutuksen ja tulokset (luvut 6 - 7) sekä (iii) johtopäätökset ja pohdinnan (luku 8). Teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään tutkimuksen kannalta olennaisia asioita: kemian opetuksen lähtökohtia (luku 2), kokeellisuutta ja työtapoja (luku 3), kemian teknologiaa ja ulkopuolisten kanssa tehtävää yhteistyötä (luku 4) ja kemian opetuksen kehittämistä (luku 5). *Survey* -tutkimus ja sen toteutus esitellään yksityiskohtaisesti luvussa kuusi. Tutkimuksen tulokset esitellään luvussa seitsemän tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä. Luvussa kahdeksan verrataan teoreettisessa viitekehyksessä esitettyä

tutkimustietoa saatuihin tutkimustuloksiin sekä pohditaan tutkimuksen merkitystä kemian opetuksen kehittämisen pohjana.

2 KEMIAN OPETUKSEN LÄHTÖKOHDAT

Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet velvoittavat kemian opettajaa suunnitteleman opetuksensa siinä esitettyjen tavoitteiden ja sisältöjen pohjalta. Taitava kemian opettaja toteuttaa opetuksensa koulutuksessa saamiensa tai muutoin hankkimiensa tietojensa ja taitojensa pohjalta. Hyvät aineelliset resurssit ovat olennaista mielekkään opetuksen toteuttamisessa sekä mahdollistavat tarpeelliset työvälineet, -tilat ja -materiaalit kemian opetukseen.

2.1 Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet

Nykyiset opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat oppimiskäsitykseen, jonka mukaan kemian oppiminen on seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta vuorovaikutuksessa muiden opiskelijoiden, opettajan ja ympäristön kanssa. Oppilas nähdään aktiivisena tiedon hankkijana, käsittelijänä ja arvioijana. Oppiminen on hänen aikaisempien ajatus- ja toimintamalliensa sekä tietorakenteidensa uudelleenjärjestämistä ja täydentämistä.

Kemian opetuksen tulee olla innostavaa ja mielekästä ja sen tulee lähteä siltä menetelmälliseltä ja tiedolliselta tasolta, jonka oppilaat ovat aikaisemmissa opinnoissaan saavuttaneet (POPS 1994). Jokaisen oppijan oma kokemusmaailma antaa erilaiset lähtökohdat uuden oppimiselle. Kemian opettaja voi nämä lähtökohdat tiedostaen luoda optimaaliset oppimisympäristöt opetukseensa sekä herättää ja tukea positiivista oppimishalua erilaisten opetuksen työtapojen kautta. Opettajan rooli on kemian opiskelun ohjaaja ja oppimisympäristön suunnittelija. Opettajan tulisi jatkuvasti arvioida opetustaan ja muuttaa sitä tilanteisiin sopivaksi. (Aksela & Juvonen 1999.) Kemian opetuksen tulisi

innostaa oppilasta sen opiskeluun. Oppimiskäsityksen toteuttaminen käytännössä vaatii opettajalta entistä enemmän ammattitaitoa (Shiland 1999).

Perusopetuksen 7.-9. vuosiluokilla kemian opetuksen ydintehtävä on laajentaa opiskelijoiden kuvaa ja tietämystä kemiasta (POPS 2004). Lukion opetussuunnitelmien perusteissa (LOPS 2003) taas todetaan, että kemian opetuksen tarkoituksena on tukea opiskelijan luonnontieteellisen ajattelun ja nykyaikaisen maailmankuvan kehittymistä osana monipuolista yleissivistystä. Sen mukaan kemian opetukselle on luonteenomaista kemiallisten ilmiöiden ja aineiden ominaisuuksien havaitseminen ja tulkitseminen kokeellisesti, ilmiöiden tulkitseminen ja selittäminen mallien ja rakenteiden avulla, ilmiöiden kuvaaminen kemian merkkikielellä sekä ilmiöiden mallintaminen ja matemaattinen käsittely. (LOPS 2003.)

Tämänhetkisestä opiskelijan omaa aktiivista tiedonrakentamisprosessia korostavasta oppimiskäsityksestä seuraa, että lukion opetuksessa tulee luoda sellaisia opiskeluympäristöjä, joissa opiskelijat voivat asettaa omia tavoitteitaan ja oppia työskentelemään itsenäisesti ja yhteistoiminnallisesti erilaisissa ryhmissä ja verkostoissa. Opettajan on myös annettava mahdollisuus kokeilla ja löytää omalle oppimistyylilleen sopivia työskentelymuotoja. Opiskelijat ovat jokainen yksilöitä, siten opetus- ja opiskelumuotojen on oltava monipuolisia. (LOPS 2003.)

Tämänhetkisten opetussuunnitelman perusteiden (POPS 2004; LOPS 2003) toimivuutta koulussa on tutkittu ja tiedetään, että noin kolmannes osallistuneista kouluista pitää nykyisiä opetussuunnitelman perusteita liian tarkkoina ja ohjaavina. Vastauksissa tuodaan esille perusteiden liian runsaat sisällöt. Toisaalta liian väljät opetussuunnitelman perusteet eivät tarjoa riittävää tukea paikallisten opetussuunnitelmien tekemiselle. (Opetushallitus 2007a.)

2.1.1 Tavoitteet

Kemian perusopetuksen tavoitteet esitetään valtakunnallisiin perusopetuksen (POPS 2004) ja lukion (LOPS 2003) opetussuunnitelmien perusteissa.

Koko perusopetuksen tulisi kattaa ihmisenä kasvamisen aihekokonaisuuden, jonka tavoitteena on tukea oppilaan kokonaisvaltaista kasvua ja elämän hallinnan kehittymistä. Kemian opetuksen näkökulmasta oppilaan tulee tuntee työelämää ja yritystoimintaa sekä ymmärtää näiden merkitys yksilölle ja yhteiskunnalle. Tavoitteena on että oppilas oppii käyttämään luonnontieteellisen tiedonhankinnan kannalta tyypillisiä tutkimusmenetelmiä, myös tieto- ja viestintätekniikkaa, sekä arvioimaan tiedon luotettavuutta. Oppilaan tulisi oppia tekemään luonnontieteellisiä tutkimuksia sekä tulkitsemaan ja esittämään tuloksia. (POPS 2004.) Aiemmassa vuoden 1994 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS 1994) fysiikan ja kemian tehtävänä oli ohjata luonnontieteelle ominaiseen ajatteluun, tiedon hankintaan ja tietojen käyttämiseen elämän eri tilanteissa. Kemian opetuksen tulee tukea kokonaisuuksien hahmottamista yli oppiainerajojen. Opetuksessa lähestymistavan tulee olla kokeellinen. (POPS 1994.)

Yleisiä tavoitteita kemian lukio-opetukselle on opetussuunnitelman perusteissa runsaasti. Niiden mukaan tavoitteena on, että opiskelija osaa kemian keskeisimmät peruskäsitteet ja tietää kemian yhteyksiä jokapäiväisen elämän ilmiöihin sekä ihmisen ja luonnon hyvinvointiin. Opiskelijan tulee osata kokeellisen työskentelyn ja muun aktiivisen tiedonhankinnan avulla etsiä ja käsitellä tietoa elämän ja ympäristön kannalta tärkeitä kemiallisista ilmiöistä ja aineiden ominaisuuksista. Tätä hankkimaansa tietoa opiskelijan tulee osata arvioida sen luotettavuuden ja merkityksen kannalta. Tavoitteena on, että opiskelija saa harjoittaa kokeellisuutta ja näin tehdä ilmiöitä koskevia kokeita ja oppii itse myös suunnittelemaan niitä ottaen huomioon työturvallisuusnäkökohdat. (LOPS 2003.) Kemian opetuksen tavoitteena on tarjota opiskelijoille mahdollisuus perehtyä tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksiin tiedonhankinnan ja mallintamisen välineenä sekä antaa mahdollisuus perehtyä nykyaikaiseen teknologiaan teollisuudessa ja ympäristötekniikassa. (LOPS 2003.)

Tavoitteeksi lukio-opetuksessa on asetettu myös kemiallisen tiedon käytön oppiminen kuluttajana terveyden ja kestävä kehityksen edistämiseksi sekä osallistuessa luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon. Ennen kaikkea tavoitteena on, että opiskelija saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät hänen kiinnostustaan kemiaa ja sen opiskelua kohtaan. Nämä ovat yleisiä kemian opetukselle asetettuja tavoitteita. Lukiossa on valtakunnallisesti laadittu vielä kurssikohtaiset tavoitteet, jotka tulee sisällyttää koulukohtaisiin opetussuunnitelmiin. (LOPS 2003.) Vuoden 1994 lukion opetussuunnitelmien perusteissa ei ole yleisiä tavoitteita kirjattu yhtä tarkasti kuin nykyisissä perusteissa.

Tiedonhankinnan- ja käsittelyn taidot sekä kokeellisuus lähestymistapana sisältyy jokaisen kemian kurssin tavoitteisiin. Tällä pyritään paitsi korostamaan kokeellisen kemian opetuksen asemaa, myös parantamaan paikallisesti kokeellisen opetuksen edellytyksiä. Lisäksi monipuolinen arviointi ja työtapojen käyttö on kirjattu entistä selkeämmin. (Montonen 2003.)

2.1.2 Sisällöt

Vuoden 1994 ja 2000 -luvun opetussuunnitelmien perusteet eroavat jonkin verran toisistaan. Vuoden 1994 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa ei keskeisiä sisältöjä ole annettu kurseittain, vaan on mainittu vain esimerkkejä siitä, kuinka sisältöjä voidaan ryhmitellä. Siinä oleellista oli, että tehdyillä ryhmittelyillä, ja muilla valinnoilla tuettiin rakenteiden ja järjestelmien, vuorovaikutusten, energian ja prosessien sekä kokeellisen työskentelytaitojen oppimista. Yksityiskohtainen sisältöjen valinta jätettiin opettajien tehtäväksi. (Meisalo & Lavonen 1994.)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet antoivat kouluille vapauden päättää itse sisältöjen jäsentämisestä. Sisällöt tuli kuitenkin jäsentää siten, että ne tukevat koulun, luonnontieteiden sekä fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiden saavuttamista. Ne eivät muodostaneet opetuksen lähtökohtaa, vaan oppimisen tuli edetä kohti niiden

hahmottamista. Opetussuunnitelmien sisällöt voitiin jäsentää myös muulla tavalla. Kokeellisuus näkyi vahvasti opetussuunnitelman perusteissa ja se oli laitettu yhdeksi opetuksen sisällöksi. (POPS 1994.)

Voimassa oleviin perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteisiin (POPS 2004) on kirjattu kurssien keskeiset sisällöt. Kokeellisuutta pidetään kemian opetuksen lähtökohtana. Se sisältyy koko kemian opetukseen eikä sitä ole kirjattu omaksi sisältöalueeksi. Kemian ja fysiikan sisällöt kirjattiin perusopetukseen erikseen viime opetussuunnitelman perusteiden uudistuksessa. (POPS 2004.)

Vuoden 2003 lukion opetussuunnitelmien perusteet antavat raamit niille sisällöille ja tavoitteille, joita koulukohtaisiin opetussuunnitelmiin tulee sisällyttää. Viimeisin opetussuunnitelmauudistus toi esille kemian keskeiset sisällöt kurseittain tavoitteiden lisäksi. Kokeellisuutta ei mainita erikseen sisältönä, sillä sitä pidetään kemian lukio-opetuksen lähtökohtana (nk. punainen lanka). Teknologia on kirjattu opetuksen yleisiin tavoitteisiin ja sisältöihin. (LOPS 2003.)

2.1.3 Kurssit

Kemian lukio-opinnot muodostuvat valtioneuvoston antaman asetuksen mukaisesti pakollisista, syventävistä ja soveltavista kursseista. Syventävät kurssit ovat opiskelijalle valinnaisia, oppiaineen pakollisiin kursseihin liittyviä kursseja, joita opiskelijan on valittava opinto-ohjelmaansa vähintään kymmenen. Valtioneuvoston asetuksessa lukiokoulutuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta (955/2002) määrätyn syventävien kurssien vähimmäismäärän lisäksi lukiossa voi olla koulukohtaisia, lukion opetussuunnitelmassa määriteltäviä syventäviä kursseja. Soveltavat kurssit ovat eheyttäviä kursseja, jotka sisältävät aineksia eri oppiaineista, menetelmäkursseja taikka saman tai muun koulutuksen järjestäjän järjestämiä ammatillisia opintoja tai lukiontehtävään soveltuvia muita opintoja. (LOPS 2003.)

Oppilaiden kurssivalintoihin vaikuttavat suuresti opettajan innostus, tiedot ja suhtautuminen oppiaineeseen (esim. Woolnough 1994). Tyttöjä ja poikia kiinnostavat usein eri aihealueet (Gräber 1994; Lavonen et al. 2008). Yleensä oppilaat ovat kiinnostuneita itselle tärkeistä kemian asioista sekä asian yhteiskunnallisesta merkityksestä (Gräber 1994).

Opetussuunnitelmien perusteiden toteutumista kemian valinnaiskurssien suhteen tutkittiin *Kemia tänään* -tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999). Valinnaiskurssi -nimitystä käytettiin, kun tarkoitettiin peruskoulun perusopetuksen valinnaisia opintoja ja lukion valinnaiskursseja (syventävät ja soveltavat lisäkurssit). Tulosten mukaan kouluissa tarjottiin kemian kursseja keskimäärin kaksi kurssia. Kurkseista täyttyi perusopetuksen 7.-9. vuosiluokilla 81 prosenttia ja lukiossa 94 prosenttia. Perusopetuksen kemian opettajista 47 mainitsi, että koulu ei tarjoa yhtään valinnaiskurssia kemiasta (vrt. Anon. 1996a) ja lukion opettajista kolme. (Aksela & Juvonen 1999.)

Perusopetuksen 7.-9. vuosiluokkien oppilaista valitsi kemian valinnaiskursseja keskimäärin noin seitsemän prosenttia ja lukiossa noin 24 prosenttia. Perusopetuksessa korkein osallistujaprosentti oli 30 ja pienin kaksi prosenttia. (Aksela & Juvonen 1999.)

Tyypillisin kurssi kouluissa oli kokeellisuuskurssi (työkurssi) (Aksela & Juvonen, 1999). Työkurssi tai kokeellisen kemian kurssi oli mainittu noin puolessa vastauksista (44 %) (vrt. Anon. 1996a). Lisäksi osassa kouluissa oli kertauskurssi, ympäristökurssi, orgaanisen kemian tai biokemian kurssi tai muita yksittäisiä kursseja, jotka eivät kuulu nimensä perusteella edellisiin kursseihin ja kursseja, joista ei ole mainittu tarkkaa nimeä. Kertauskurssi mainittiin noin 10 prosentissa vastauksista, ympäristökemian kurssi ja orgaanisen kemian tai biokemian valinnaiskurssi alle 10 prosentissa vastauksista. Muita yksittäisiä kursseja oli noin 30 prosenttia vastauksista. (Aksela & Juvonen 1999.)

Lukioiden opetussuunnitelma-analyysin mukaan yli puolet lukioista on kirjannut koulukohtaiseen opetussuunnitelmaansa koulukohtaisia syventäviä tai soveltavia kursseja. Noin puolet lukioista oli sisällyttänyt opetussuunnitelmaan kokeellisen kemian kurssin ja

kertauskurssi kuului opetussuunnitelmaan myös noin puolessa lukioista. Lisäksi esiintyi kuvauksia biokemian (kolme kurssia) ja ympäristökemian (kolme kurssia) kursseista. Paikallista ympäristöä tai elinkeinoelämää oli hyödynnetty soveltavilla kursseilla muutamassa lukiossa. (Opetushallitus 2007b.)

Opetushallituksen raportin mukaan koulujen kemian opetussuunnitelmissa kurssien nimet ja numerot ovat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta opetussuunnitelman perusteiden mukaisia. Kemian kurssien tavoitteet toistavat perusteita melkein kaikissa opetussuunnitelmissa. Kemian kurssien sisältöihin on tehty tarkennuksia kolmessa koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa. Muut lukiot ovat kirjanneet perusteiden sisällöt muuttamattomina. Puolet lukioista ei ole kirjannut kemian opetussuunnitelmaansa mitään kurssien suoritusjärjestyksestä. Lyhyitä kuvauksia kemian opetuksen työtavoista sisältyy kaikkiaan seitsemän lukion opetussuunnitelmaan. Kemian opetuksessa käytettävistä työtavoista on opetussuunnitelman perusteita laajempia kuvauksia kaikkiaan seitsemän lukion opetussuunnitelmassa. Enimmäkseen työtavat koskevat kokeellista työskentelyä ja tutkimusprojekteja. (Opetushallitus 2007b.)

Koulut valitsevat kemian opetussuunnitelmiin valinnaiskursseja useista syistä. Akselan ja Juvosen (1999) saamien tulosten mukaan valinnaiskurssi valittiin suunnitelmaan kokeellisuuden vuoksi joka viidennessä vastauksessa. Kurssia olivat oppilaat pyytäneet vajaan viidenneksessä (18 %) vastuksista. Lähes joka viides (18 %) opettaja halusi antaa syvempää opetusta oppilailleen, koska peruskurssien tuntimäärät eivät riittäneet kaikkien kemian asioiden syvälliseen käsittelyyn. Kursseja valittiin myös kiinnostuksen herättämiseksi (12 %), halusta tarjota kemiaa kiinnostuneille oppilaille (12 %), jatko-opintojen vuoksi (10 %), kemian opetuksen määrän lisäämiseksi (6 %) sekä aiheen alueellisen tärkeyden vuoksi (2 %). (Aksela & Juvonen 1999.)

Tutkimukseen osallistuneiden opettajien opetusryhmäkoko perusopetuksen 7.-9. vuosiluokilla oli keskimäärin 17 oppilasta. Opettajien mielestä ihanteellinen ryhmäkoko olisi perusopetuksessa enintään 15 oppilasta. Lukioden ryhmissä oppilaita oli keskimäärin

31. Opettajien mielestä sopiva koko olisi enintään 19 opiskelijaa. (Aksela & Juvonen 1999.)

2.2 Aineelliset resurssit

Opetussuunnitelman perusteissa veloitetaan kouluja suunnittelemaan ja järjestämään kemian opiskelutilat ja -välineet siten, että ne mahdollistavat monipuolisten työtapojen ja opiskelumenetelmien käytön. Työvälineiden, kirjastopalveluiden ja materiaalien tulee olla oppilaan käytettävissä niin, että ne antavat mahdollisuuden aktiiviseen ja myös itsenäiseen opiskeluun. Opiskeluympäristön tulee tukea oppilaan kehittymistä nykyaikaisen tietoyhteiskunnan jäseneksi ja antaa tilaisuuksia tietokoneiden, muun mediatekniikan sekä mahdollisuuksien mukaan tietoverkkojen käyttämiseen. (POPS 2004; LOPS 2003.)

Oppilaitosrakentamisen normiohjauksesta on luovuttu. Oppilaitokset voivat vapaammin määritellä tilantarpeensa omasta opetussuunnitelmastaan ja tavoitteistaan lähtien. Jokaisen oppilaitoksen on määriteltävä oma toiminta-ajatuksensa, jonka perusteella selvitetään, millaiset tilat, kalusteet ja varusteet oppilaitos toiminnassaan tarvitsee. (Opetushallitus 2008.)

Koulujen suurin ongelma ja työturvallisuusongelman aiheuttaja on tilojen puutteellisuus. Tilaongelmat näkyvät myös reagenssi- ja välinevarastoissa. Varastotilat ovat usein niin pieniä, ettei opettajille ole kunnollista omaa työtilaa tai vetokaappia käytössään. Useissa kouluissa opettajat käyttävät vetokaappia varastonaan. Opettajat tiedostavat hyvin koulujensa kemian opetustiloissa ja varastoissa olevat ongelmat ja puutteet. (Kolis, Väliisaari & Asunta 2008.) Kemian kokeelliseen työskentelyyn tarvittavien tilojen puutteellisuus on vaivannut suomalaisia kouluja jo ainakin 15 vuoden ajan (Jauhiainen 1990; Aksela & Juvonen 1999).

Kokeellisuuden toteuttaminen vaatii tietyt resurssit ja sen, että opettaja noudattaa kokeellista lähestymistapaa opetuksessaan ja ottaa mukaan opetukseensa kokeellisuutta. Kemian kokeellisuus tulisi koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa ilmaista riittävän tarkasti, sillä vain niiden avulla voidaan perustella tilojen, välineiden ja muiden resurssien tarvetta. (Montonen 2003.)

Akselan ja Juvosen (1999) mukaan Suomen kouluista noin kolmasosassa (30 %) opetusmahdollisuudet olivat hyvät tai jopa erinomaiset (8 %) 1990 -luvun loppupuolella. Noin 20 prosenttia vastaajista mainitsi koulunsa opetusmahdollisuuksien olevan huonot tilojen osalta. Kuusi opettajaa oli ilman kemian opetustilaa. Vajaa puolet (41 %) mainitsi opetusmahdollisuuksien olevan kohtuulliset. (Aksela & Juvonen 1999.)

Hyvät välineet kemian opetukseen oli käytössä noin kolmanneksella (30 %) opettajista ja erinomaiset viidellä prosentilla. Välineiden osalta kemian opetusmahdollisuudet arvioi huonoiksi 14 prosenttia opettajista. Kahdella opettajalla ei ollut välineitä kemian opetukseen. Kohtuulliset välineet olivat puolella opettajien kouluista (50 %). Hyvät (35 %) tai erinomaiset (6 %) materiaalit oli käytössä 40 prosentilla vastaajista.

Materiaalien osalta opetusmahdollisuudet arvioivat huonoiksi 12 prosenttia opettajista. Muutamalla opettajalla ei ollut käytössä lainkaan tarvittavia materiaaleja. Kohtuulliset materiaalit olivat käytössä vajaalla puolella vastaajista (48 %). (Aksela & Juvonen 1999.)

2.3 Opettajan tiedot ja taidot

Shulmanin (1986) mukaan opettajan täytyy hallita työssään kaksi erillistä aluetta: (i) oppiaineen sisältö, toisin sanoen sekä opetettavan aineen tuntemus että opetukseen liittyvä pedagoginen tieto, sekä (ii) opetuksen suunnittelun tuntemus. Matthews (1994) mukaan luonnontieteiden opettaja tarvitsee lisäksi ymmärtää opettamansa tieteen historiaa ja tieteenfilosofiasia sitoumuksia ymmärtääkseen sitä ja osatakseen arvioida sitä.

Kuitunen (1996) käyttää ilmausta "*Didaktisesti ajatteleva opettaja*". Hän näkee kokonaistilanteen ratkaisemattomat kysymykset konkreettisina ja ratkaistavina opetus- ja oppimisongelmina. Näitä ongelmia ratkaistaessa tarvitaan tietoa oppimisprosessin rakentamisesta ja teoreettista tietoisuutta, joka kehittyy jatkuvan refleksion kautta. Tämä kaikki tukee opettajan taitoja strukturoida opetustilanteita, analysoida niitä ja arvioida tilanteisiin kohdistuvia ratkaisuja didaktisesti. (Kansanen 1990) Monipuolisten työtapojen käyttö takaa kemian ilmiöiden jäsentämisen, peruskäsitteiden ymmärtämisen ja ajattelun kehittymisen. (esim. Meisalo & Lavonen 1994.)

Kemian opettajalta vaaditaan opetuksen käytännön toteuttamisen lisäksi syvällistä ymmärtämystä kemian sisällöistä. Kemian opetuksen keskeinen kysymys on, miten tukea oppilaiden korkeamman tason ajattelua kohti kemian ymmärtämistä sekä merkityksellistä kemian oppimista ja siten myös lisätä oppilaiden motivaatiota ja kiinnostusta kemian opiskeluun. Korkeamman tason ajattelutaidot ovat tärkeitä jokaiselle oppilaalle merkityksellisen oppimisen tukena. Niiden tiedostaminen sekä tukeminen tulisi alkaa mahdollisimman aikaisin ja jokaisen oppilaan tulisi olla tietoisempia omista ajattelutaidoistaan, opiskelustrategioistaan ja menetelmistä. (Aksela 2006.) Jokainen oppilas pystyy käyttämään korkeamman tason ajattelutaitoja (Layman 1996; Zohar 2004) hankkiakseen luonnontieteellistä yleissivistystä (Fensham 1986; Hurd 1998; Tiede- ja yhteiskuntatyöryhmän muistio 2004).

Kemia on usein ollut kemian opettajilla kolmas opetettava aine. Akselan ja Juvosen (1999) tutkimuksessa opettajista 70 prosentilla oli vähintään cum laude approbatur -arvosana kemiasta. Noin 30 prosentilla vastaajista oli laudatur kemiasta. Approbatur -arvosana kemiasta oli noin neljänneksellä vastaajista (99 opettajalla 399 opettajasta). Noin 5 prosentilla opettajista ei ollut arvosanaa kemiasta. Tutkimukseen osallistuneilla opettajilla oli keskimäärin korkeammat arvosanat kemiasta kuin muilla MAOL ry:n jäsenillä. (Aksela & Juvonen 1999.) Haasteena tulevaisuudessa on erityisesti, miten saadaan perusopetukseen lisää taitavia opettajia (Osborne & Dillon, 2008).

Elinikäisen oppimisen käsite on tullut osaksi jokaisen opettajan työtä. Helsingin yliopiston elinikäisen oppimisen määritelmän mukaan tavoitteita elinikäisessä oppimisessa ovat osaamisen, tietopojan ja ammattitaidon kehittyminen, itsensä toteuttaminen, aktiivinen kansalaisuus, sosiaalinen eheys sekä työllistyvyys. Elinikäinen oppiminen on jatkumo, jossa opettaja yksilönä ja yhteisön jäsenenä prosessoi eri tavoin hankittua tietoa ja tuottaa sen pohjalta uutta osaamista. (Helsingin yliopisto 2008a.)

Opettaja tarvitsee tutkimuspohjaista koulutusta elinikäisen oppimisen tueksi (Aksela, 2007; Gilbert, 2002). Gilbertin (2002) mukaan: (i) opettajan tulee olla tietoinen kemian opetuksen tutkimuksesta ja seurata sitä aktiivisesti, (ii) opettajalla tulee olla taito käyttää tutkimustuloksia hyväkseen omassa opetuksessaan ja (iii) opettajalla tulee olla kokemusta kemian opetuksen tutkimuksesta esimerkiksi ottamalla itse osaa tutkimukseen, tai tutkimalla omaa työtään.

Opettajan täydennyskoulutuksella turvataan tulevaisuudessa taitavat ja innostuneet kemian opettajat. Muun muassa Helsingin yliopisto on laatinut opettajankoulutuksen strategian vuosille 2003 – 2006 (Helsingin yliopisto 2008b). Strategian visiona on kouluttaa hyvin alansa hallitsevia, pedagogisesti taitavia, kasvatusvastuunsa tuntevia ja omasta ammattitaidostaan huolehtivia opettajia. Opettaminen ja oppiminen, tukeminen ja kasvattaminen sekä vaikuttaminen ja vastuunottaminen ovat strategian pääsisällöt. (Helsingin yliopisto 2008b.)

Täydennyskoulutuksen tulee lähteä erityisesti koulun ja opettajien tarpeista (Opetushallitus, 2005). Alueellista ja koulukohtaista koulutusta tulee tukea ja ohjata. Valtioneuvoston mukaan erityisesti tieto - ja viestintätekniikan koulutuksessa tulee kiinnittää erityinen huomio opettajien osaamiseen ja toimintaedellytysten konkreettiseen tukemiseen (Valtioneuvoston kanslia, 2007). Koulutuksen tavoitteena tulee olla sellaista, että tieto- ja viestintätekniikka on luonteva työväline opetuksessa ja oppimisessa. Uuden innovaation levittäminen opetukseen on kuitenkin haasteellista (mm. Rogers, 1995). Opettajista on yleensä 2,5 % ammattinsa edelläkävijöitä, 13,5 % varhaisia omaksujia ja 34 % aikaista enemmistöä (Rogers, 1995; Kuitunen, 1996).

Mentorointi on yksi mahdollisuus tukea uuden asian opiskelua (esim. Heikkinen & Huttunen, 2008; Maynard & Furlong, 1993). Mentoroinnilla tarkoitetaan yleensä opettajien oppimista toisilta opettajilta. Kysymyksessä on vuorovaikutussuhde, jossa sekä mentoritavat että mentorit antavat ja saavat. Erityisesti vertaismentorointia käyttäen opettajien uusien näkökulmien määrän on todettu lisääntyvän. Opettajan tulee itse kokea uuden asian hyöty työssään, jotta hän voi edelleen välittää tietämystään sekä tukea ja ohjata oppilaita siihen (esim. Bitner & Bitner, 2002).

3 KOKEELLISUUS JA TYÖTAVAT KEMIAN OPETUKSESSA

Tässä luvussa käsitellään yhtä *survey* -tutkimuksen kannalta keskeistä aihetta: kemian opetuksen kokeellisuutta ja työtapoja kemian opettajan näkökulmasta katsottuna. Kokeellisuudesta kemian opetuksessa tuodaan esille aikaisempaa tutkimustietoa. Työtapoja käsitellään opetuksen näkökulmasta ja kemian opettajien kokemana aikaisemman tutkimustiedon valossa.

3.1 Kokeellisuuden rooli kemian opetuksessa

Perinteisesti opetuksen kokeellisuus on demonstraatioita ja oppilastöiden tekemistä tai työskentelyä laajempien projektien parissa. Kokeellisuus voidaan myös määritellä laajemmin: se voi olla omakohtaista toimintaa, laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita, opintokäyntejä ja audio-visuaalisten apuvälineiden tai kerronnan avulla tapahtuvaa toimintaa. (Lavonen & Meisalo 2008a.)

Kokeellisuus on lähestymistapa tai sisältö kemian opetuksessa. Se ei ole yksistään oppilaan toimintaa, vaan se voi sisältää monin eri tavoin toteutettua kemian ilmiöiden tutkimista. Kemian opetuksen kokeellisuus voi olla kvalitatiivista tai kvantitatiivista ja sillä voi olla useita tarkoituksia. Kokeellisen työskentelyn tavoitteena voi olla ilmiön toteaminen tai

havainnollistus, ilmiöön liittyvien suureiden toteaminen tai mittaaminen, ilmiötä koskevien lakien kvantitatiivinen tai kvalitatiivinen osoittaminen, ilmiöön liittyvien käsitteenmuodostuksen havainnollistaminen, tehdyn ennusteen testaaminen, mallin pätevyysalueen tunnistaminen, ilmiön käytön tai sen sovelluksen esittely, laboratorion välineiden käyttöön ja mittaamiseen harjaannuttaminen, tutustuminen mittausvälineiden käyttöön ja mahdollisten mittausarvojen esitystapoihin sekä mittausarvojen laskennallisen käsittelyn harjoittelu. Keskeistä kokeellisuudessa on, että se on osa jäsenneltyä kokonaisuutta ja sillä on selkeä oppilaita motivoiva vaikutus. (Lavonen & Meisalo 2008a.)

Kokeellisuuden ja sen työskentelyn merkitystä voidaan perustella esimerkiksi luonnontieteiden käsitteiden ja periaatteiden omaksumisella, oppimaan oppimisella, taitojen harjaannuttamisella, asenteiden kehittämisellä ja laajemminkin koko oppilaan persoonallisuuden kehittämisellä. Kokeellisen opetuksen tavoitteena on tukea oppilasta oppimaan eli nykyisen oppimiskäsityksen mukaan konstruoimaan uutta tietoa tai kehittämään oppilaan taitoja. (Lavonen & Meisalo 2008a.) Tutkimukset osoittavat, että käytännön työskentely, kokeellinen työskentely, vaikuttaa tieteellisen tietojen, taitojen ja motivaation kehittymiseen (Aksela & Juvonen 1999; Hofstein 2004; Johnstone & Al-Shuaili 2001; Lampiselkä 2003; Millar 2004; Nakhleh, Polles & Malina 2002; Tiberghien, Veillard, Le Marechal, Buty & Millar 2001). Kokeellisessa työskentelyssä voidaan kehittää sosiaalisen vuorovaikutuksen taitoja ja toisaalta antaa valmiuksia itsenäiseen suunnitteluun ja päätöksentekoon (Meisalo & Lavonen 1994). Mielekäs kokeellisuus on olennainen osa merkityksellisen kemian oppimisessa (Csikós & Aksela 2007).

Kokeellista työskentelyä voidaan monipuolistaa käyttämällä mittausautomaatiota hyväksi opetuksessa. Valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteiden mukaan oppilaalle tulee antaa oman tiedon alan luonteenomaisia välineitä tiedon hankkimiseen ja käsittelyyn. (LOPS 2003; POPS 2004). Mittausautomaatiolaitteistolla saadaan kerättyä fysikaalista dataa kemian ilmiöistä ja havainnollistettua hyvin kerätty data kuvaajiksi lähes reaaliajassa (Nakhleh 1994). Sen etuina on, että aikaa saadaan enemmän tulosten käsittelylle, analysoinnille ja ilmiön tarkastelulle. Opetusaika ei mene kuvaajan mekaaniseen

piirtämiseen. Opettajalle ja oppilaalle syntyy enemmän mahdollisuuksia kemian oppimista tukevien keskustelujen käyntiin. (Aksela 2005; Barton 2005.) Mittausautomaation edut tulevat silloin esiin, kun kyseessä on nopea tai hidas reaktio, jonka seuraamisella ilman laitteita ei saavutettaisi työlle asetettuja tavoitteita (Gipps 2004). Mittausautomaation käyttö noudattaa myös vihreän kemian periaatetta, sillä käytettyjen aineiden määrät ovat pieniä (Aksela et al. 2004).

3.1.1 Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa

Peruskoulussa kemian opetus tukeutuu kokeelliseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havaitseminen ja tutkiminen. Havaitsemiseen ja tutkimiseen liitetään ilmiöiden tulkitseminen, selittäminen ja kuvaaminen sekä aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkkikielellä. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet velvoittavat kokeellisuudelta seuraavaa: *”Kokeellisuuden tulee auttaa oppilasta hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja, kehittää käden taitoja, kokeellisen työskentelyn ja yhteistyön taitoja sekä innostaa oppilasta kemian opiskeluun.”* (POPS 2004.)

Vuoden 1994 perusopetuksen opetussuunnitelmassa (POPS 1994) korostettiin kokeellisen työskentelyn laatua. Kokeellisen työskentelyn tavoitteeksi asetettiin, että se tukea tiedon luomisen ja sisäistämisen prosesseja, vaikka käytännössä kokeellinen toiminta ei aina johtaisikaan tiedon aktiiviseen ja oppilaan omakohtaiseen konstruointiin. Kokeellinen toiminta voi olla, niin kuin sen joissakin tilanteissa pitääkin olla, pelkkää motorista toimintaa. (Lavonen & Meisalo 2008a.)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 1994 (POPS 1994) kokeellinen menetelmä asetettiin keskeisten sisältöjen yhdeksi teemaksi. Kokeellisen menetelmän teemaa ei asetettu kokeellisuuden lähtökohdaksi kouluihin, vaan opetuksen tulisi edetä kohti sen hahmottamista. Kokeellisen menetelmän teemaan sisällytetyt sisällöt toivat esiin

kokeellisuuden perustan: ”kysymysten tekemisen ja ongelmien hahmottamisen, vertaamisen ja luokittelun, hypoteesien tekemisen ja niiden testaamisen, havaintojen ja mittausten tekemisen, tulosten käsittelyn ja niiden tulkitsemisen, johtopäätösten tekemisen, tulosten luotettavuuden arvioimisen sekä kokeiden ja tutkimusten suunnittelun”. Sisältöjen pohjalta opetussuunnitelman perusteisiin kirjattiin myös se, mitä kokeellisuus voi käytännössä olla: ”omakohtaista toimintaa, laboratoriotyöskentelyä, demonstraatioita, opintokäyntejä, audiovisuaalisten välineiden tai kerronnan avulla tapahtuvaa toimintaa. Oleellista on johdonmukainen ohjaaminen kokeelliseen tiedonhankinnan menetelmään”. (POPS 1994.)

Lukion vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa (LOPS 1994) kokeellinen kemia esitetään perusopetuksessa hankittuja kokeellisen työskentelyn, tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitoja sekä tietojen esittämisessä tarvittavia taitojen jatkumona. Lisäksi opetuksen tuli antaa valmiudet osata suunnitella ja tehdä yksinkertaisia luonnonilmiöitä koskevia kokeita sekä kyetä tulkitsemaan ja arvioimaan kokeellisesti saamaansa tietoa ja esittää sitä muille. Lukion kokeellisuuteen liittyvät sisällöt olivat samat kuin perusopetuksen puolella vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa. (LOPS 1994.)

Tällä hetkellä voimassa oleviin lukion opetussuunnitelmien perusteisiin (LOPS 2003) on sisällytetty kokeellisuus nk. punaisena lankana kemian opetukseen. Sille on luonteenomaista kemiallisten ilmiöiden ja aineiden ominaisuuksien havaitseminen ja tutkiminen kokeellisesti, ilmiöiden tulkitseminen ja selittäminen mallien ja rakenteiden avulla, ilmiöiden kuvaaminen kemian merkkikielellä sekä ilmiöiden mallintaminen ja matemaattinen käsittely. Tavoitteina opetukselle on, että opiskelija osaa kokeellisen työskentelyn ja muun aktiivisen tiedonhankinnan avulla etsiä ja käsitellä tietoa elämän ja ympäristön kannalta tärkeitä kemiallisista ilmiöistä ja aineiden ominaisuuksista sekä arvioida tiedon luotettavuutta ja merkitystä. Opetuksen tavoitteena on myös, että opiskelija osaa tehdä ja suunnitella kokeita huomioiden työturvallisuusseikat sekä oppilaan tulisi osata tulkita ja arvioida kokeellisesti tai muutoin hankkimaansa tietoa ja keskustella siitä sekä esittää sitä muille. (LOPS 2003.)

Opetuksen kokeellisuus on ollut avainasemassa, kun on kehitetty luonnontieteiden opetusta. Luonnontieteen ensisijaisena tietolähteenä pidetään luontoa, mutta opettajalla on käytössään koulussa luonnontieteellisen tiedon lähteinä oppikirjat, lehdet, tietokirjat, asiantuntijat ja tietokoneet. Opettajan tulee huolella valita kokeelliset työtavat, jotta ne tukevat oppilaiden aktiivista tiedon käsittelyä ja omakohtaisen tiedon konstruointia. (Lavonen & Meisalo 2008a.) Kokeellisuutta voidaan toteuttaa myös luonnossa esimerkiksi koulun lähipiirissä (Sippel, Csikos & Aksela, 2007).

3.1.2 Kokeellisuus kemian opettajan näkökulmasta

Aksela ja Juvonen (1999) tutkimukseen osallistuneista opettajista 95 prosenttia (347 opettajaa) oli sitä mieltä, että kemiaa oppii parhaiten itse tekemällä. Kokeellisuuteen liitettiin myös työskentelytavan vaikutus oppimiseen, vierailut erilaisiin tuotanto- ja tutkimuslaitoksiin, projektityöt sekä ongelmanratkaisutehtävät. Tulosten mukaan suurin osa (65 %) opettajista käytti kemian opetuksessaan kokeellisuutta. Peruskoulun perusopetuksen opettajista 38 prosenttia teetti yli kuusi oppilastyötä kurssin aikana. Joka neljäs lukion opettaja teetti 2-6 kokeellista työtä kurssin aikana. Opettajista 29 prosenttia, jotka olivat lähinnä lukion opettajia, eivät teettäneet kokeellisia oppilastöitä lainkaan. Sanallisesti oppilastöiden määrää kuvanneista opettajista useimmat mainitsivat töiden määrän vaihtelevan kursseittain. Opettajat näkivät tärkeimmäksi perusteluksi oppilastöiden teettämiselle motivoinnin ja kemian oppimisen. Muita perusteluita olivat taitojen oppiminen, vaihtelu sekä kokeellisuuden kuulumisen olennaisena osana kemian opetukseen. (Aksela & Juvonen 1999.)

Kokeellisten töiden teettämättömyydelle syyksi mainittiin seuraavat seikat: aikapula, isot ryhmät, ei laboratorioluokkaa, ei välineitä kaikille, ei tarvittavia kemikaaleja sekä ahtaus luokassa. Osissa perusteluissa tuotiin esille yhtenä syynä kokeellisten töiden liiallinen ajanvienti muulta opetukselta sekä sopivien töiden puute. (Aksela & Juvonen 1999.)

Kokeellinen työskentely järjestettiin käytännössä monella tavalla. Parityöskentely ja työskentely pienissä ryhmissä tai tiimeissä nousivat yleisimmiksi työtavoiksi. Opettajat käyttivät myös työpistetyöskentelyä ja luokan jakamista kahteen ryhmään. Työskentelytavan valintaan vaikutti opettajien mukaan ryhmä, ryhmän koko, aihe, tila, ajankohta sekä välineet ja materiaalit. (Aksela & Juvonen 1999.) Keskusteleva kokeellinen opiskelu on tärkeää oppimisessa (Lazarowitz & Tamir 1994; Millar 2004; Tobin 1990). Erityisesti se on kehittää tieteellisten käsitteiden ymmärtämistä (Driver et al. 1994; Lemke 1990).

Tutkimustulosten mukaan hyvä kokeellinen työ tukee kemian teorian oppimista. Hyvä kokeellinen työ oli myös vastaajien mielestä selkeä ja tulos oli selvästi nähtävissä. Työn tuli olla myös oppilaita motivoiva, yksinkertainen, helppo ja turvallinen toteuttaa. Kokeellisen työn tuli onnistua ja sen tekeminen sai viedä vähän aikaa. Työn aiheen tuli liittyä arkielämään tai se voi olla oppilaan oma aihe. (Aksela & Juvonen 1999.)

Tulosten mukaan tietokoneen hyödyntäminen kokeellisuudessa oli suhteellisen uusi asia kemian opettajille. Vastaajista vain 7 prosenttia (28 opettajaa, lähinnä lukiosta) käytti mittausautomaatiolaitteistoja opetuksessaan. Opettajat mainitsivat tietokoneen käyttöön useita syitä, kuten tulosten helpon käsittelyn, nopeuden ja ajan säästämisen, vaihtelun, modernin nykyaikaisen tekniikan, havainnollistavuuden ja oppilaita motivoivan vaikutuksen. Tietokoneiden käyttämättömyydelle tärkeimmät syyt olivat laitteiden ja resurssien puuttuminen sekä koneiden ja ohjelmien käyttötaidon puuttumisen. Osat opettajista ei katsonut niitä tarpeelliseksi. (Aksela & Juvonen 1999.) Osaltaan tieto- ja viestintäteknologian käytön tarkoitus on myös helpottaa opettajan työtä (Lehtiö 1998). Verkkopohjaiset projektit voivat antaa opiskelijoille rajattoman pääsyn aktiviteettien ja tiedon äärelle ja näin lisätä heidän korkeamman ajattelun taitoja (Coleman, King, Ruth & Stary 2001; Tal & Hochberg 2003; Aksela 2005).

Leskelän ja Akselan (2007) mukaan mittausautomaation käyttö on lukion kemian opetuksessa hiukan lisääntynyt verraten aiempaan tutkimukseen (Aksela & Juvonen 1999).

Tulosten mukaan mittausautomaation käyttö tuki oppilaiden kiinnostusta kemiaa kohtaan ja auttoi havainnollistamaan lämpöenergia -ilmiötä.

3.1.3 Tieto- ja viestintätekniikan käyttö kemian opetuksessa

Tieto- ja viestintätekniikan käytöstä opetuksessa on käyty viime vuosina vilkasta keskustelua (Jonassen 2004; Kozma 2003; Meisalo et al. 2007; OECD 2004; Voogt & van den Akker 2002). Tieto- ja viestintätekniikan monipuolinen käyttö kemian opetuksessa on tavoitteena sekä perusopetuksen että lukion valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa (LOPS 2003; POPS 2004). Tieto- ja viestintätekniikan käyttöä opetuksessa ja opiskelussa tulee edelleen kehittää sekä opettajien perus- ja täydennyskoulutusta vahvistaa (Opetusministeriö 2004). Koulujärjestelmän kaikkien tasojen tulee yhdessä pitää huoli opettajien taidoista ja edellytyksistä käyttää tieto- ja viestintätekniikkaa työssään (Opetushallitus 2005). Opettajien perus- ja täydennyskoulutuksella nähdään olevan avainasema tieto- ja viestintätekniikan hyötykäytön yleistymisessä (Valtioneuvoston kanslia 2007). Toiminnan edellytysten tulee olla kunnossa: koulun johdon tulee olla sitoutunut kehittämiseen, käytössä tulee olla riittävät välineet ja materiaalit sekä toimiva tukijärjestelmä (Opetushallitus 2005).

Kemian opetuksessa tieto- ja viestintätekniikka on mahdollista hyödyntää myös mallinnuksessa ja visualisoinnissa. Tietokoneavusteinen molekyylimallinnus avaa uusia mahdollisuuksia kemian opetukseen eri kouluasteilla eri kouluissa. Mallinnuksen avulla voidaan opettaa ja opiskella sellaisia kemian asioita ja ilmiöitä, joita ei voida paljain silmin havaita. Tapaustutkimuksen mukaan opettajat olivat käyttäneet vaihtelevasti tietokoneavusteista molekyylimallinnusta kemian opetuksessa. Syitä sen käytölle olivat ilmiöiden havainnollistava vaikutus, kemian ymmärtämisen auttaminen ja opettamisen sekä työskentelyn helpottuminen. Syitä molekyylimallinnuksen käyttämättömyydelle olivat ohjelman ja välineiden puute. Opettajat, jotka olivat hieman käyttäneet molekyylimallinnusta, sanoivat vähäisen käytön syyksi lukioden suuren ryhmäkoon ja

kurssien tiiveyden, omien taitojen puutteellisuuden tai koulutuksen oppien unohtumisen. (Aksela & Lundell 2007.)

3.2 Kemian opettajien käyttämät työtavat

Työtapa -käsitteelle voidaan löytää monia eri synonyymejä, joiden sisältö on samankaltainen riippuen tarkastelun lähtökohdista. Suomalaisessa kirjallisuudessa on käytetty lähes synonyymeinä käsitteitä työtapa, opetuksen muoto, opetusmenetelmä, opetusmetodi, opetusmuoto ja työmuoto (Kuitunen 1996). Meisalo ja Erätuuli (1985) käyttävät seuraavaa määritelmää: *”Työtapa määritellään fysiikassa ja kemiassa siksi tieksi, jota opettajan ja oppilaiden työskentely etenee inhimillisen vuorovaikutuksen, luonnon kanssa tapahtuvan vuorovaikutuksen sekä työskentelyyn liittyvän ajatteluprosessin loogisen luonteen suhteen kohti asetettuja tavoitteita”*.

Yhtä monta kuin on teitä opetuksen tavoitteisiin pääsemiseksi, niin monta on myös opetuksen työtapaa. Listattuja hyviä työtapoja on lukuisia, mutta niiden mielekäs käyttäminen ja soveltaminen ovat opettajan vastuulla. Opetuksessa on valittava erilaisia työtapoja riippuen asetetuista tavoitteista, opiskelijoiden oppimistyyleistä, valmiuksista ja aikaisemmista kokemuksista ja käytettävissä olevista resursseista. (Meisalo et al. 2003.) Opetuksen työtapa on hyvä vasta silloin, kun se osoittaa voimansa ja käyttökelpoisuutensa myös todellisessa opetustilanteessa (Sahlberg & Leppilampi 1994).

Työtavan määrittely on sidoksissa opetustapahtuman luonteeseen. Opetustapahtuma voidaan nähdä aikaan ja paikkaan sidottuna inhimillisenä vuorovaikutustapahtumana, jolla on asetetut tavoitteet. Opetustapahtuman keskeisenä tavoitteena on oppimisen aikaansaaminen. Tavoitteisiin pääsemiseen on olemassa monta eri reittiä. Opetustapahtumaa voidaan kuvata erilaisilla malleilla, kuten opettajan käyttäytymisenä, kielellisenä pelinä, loogisena tapahtumasarjana, ongelmanratkaisutoimintana, tehtäväsarjana, interaktiotapahtumana, informaatiojärjestelmänä tai dramaturgian käsittein. Keskeistä kuitenkin on, että eri opetuksen malleja käyttäen opetustapahtuma tehdään tavoitteelliseksi. Menetelmien ja sisältöjen välinen suhde tulee olla oikea, jotta asetettuihin

tavoitteisiin päästäisiin mahdollisimman hyvin. (Kuitunen 1996.) Kemian opetuksessa kemian käsitteiden omaksumista ja periaatteiden ymmärtämistä voidaan tukea työtavoilla, joissa oppilailla on mahdollisuus keskustella ja olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. (Meisalo & Lavonen 1994.) Esimerkiksi keskustelu pienryhmissä on kemian oppimista tukeva työtapa (Aksela 2005).

Kontekstuaalisissa lähestymistavoissa oppilaita ohjaan kohtaamaan kemian käsitteitä ja ilmiöitä sellaisissa tilanteissa ja asiayhteyksissä, joiden uskotaan ja tiedetään kiinnostavan heitä tai osoittavan hyötyä arkielämässä, jatko-opinnoissa tai työelämässä (Bennet, Hogarth & Lubben 2003). Woolnough (1994) ja Osborne (2003) ovat esittäneet, että oppilaan kiinnostus, sisäinen motivoituminen, voidaan synnyttää valitsemalla sellainen työtapa, joka motivoi oppilaan opiskelemaan. Valituilla opetuksen työtavoilla on vaikutusta oppilaan kiinnostukseen ja oppimiseen (Byman 2002).

Suomessa opetussuunnitelman perusteet ohjaavat monipuolisten työtapojen käyttöön. Kemian opetuksessa tulee käyttää oppiaineelle ominaisia menetelmiä ja monipuolisia työtapoja, joiden avulla tuetaan ja ohjataan oppilaan oppimista. Työtapojen tehtävänä on kehittää oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja, työskentelytaitoja ja sosiaalisia taitoja sekä aktiivista osallistumista. Työtapojen tulee edistää tieto- ja viestintätekniikan taitojen kehittymistä ja antaa mahdollisuuksia myös eri ikäkausille ominaiseen luovaan toimintaan, elämyksiin ja leikkiin. (POPS 2004.) Opetussuunnitelman perusteet ovat ohjanneet monipuolisten työtapojen käyttöön kouluissa (Lampiselkä et al. 2007).

Työtapojen toteutumisen ja toivomusten osalta on tutkittu suomalaisia yhdeksäsluokkalaista oppilaita ja heidän luonnontieteiden opettajiaan (Lavonen et al. 2005). Opettajat ja oppilaat ajattelevat hyvin samansuuntaisesti siitä, miten paljon eri työtapoja käytetään ja miten paljon niitä toivottaisiin käytettävän. Oppiminen ei perustu vain kognitiivisiin tekijöihin, vaan oppilaan kiinnostus vaikuttaa siihen, mitä ja miten opitaan. Tulosten mukaan oppilaat eivät juuri haluaisi vähentää opettajan johdolla opiskelua. He toivovat, että kemian tunnilla keskusteltaisiin enemmän opettajan johdolla ja

ryhmissä työskentelyä lisää. Oppilaat haluaisivat lisäävän sellaisia työtapoja, jotka tukevat tiedon käsittelyn ja ajattelun taitojen kehittymistä. (Lavonen et al. 2005.)

Tutkimusten mukaan kemian työtapoja tulisi monipuolistaa. Vaikka opettajan johdolla opiskelua ei haluttaisikaan vähentää, on ilmeisesti sen kustannuksella lisättävä sellaisten työtapojen käyttöä, joissa oppilaita ohjataan opiskelemaan pienissä ryhmissä ja käsittelemään tietoa. Työtapoja monipuolistamalla voidaan myös päästä monipuolisemmin opetukselle asetettuihin tavoitteisiin. (Lavonen et al. 2005.) Esimerkiksi pienryhmätyöskentely ja -keskustelu voivat motivoida oppilaita opiskelemaan kemiaa (Aksela, 2005, Bennett 2004; Woolnough 1997).

Työtapojen käyttöä kemian opetuksessa tutkittiin *Kemian opetus tänään* -tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999). Tuloksista selviää, että yli puolet tutkimukseen osallistuneista opettajista käyttivät jatkuvasti tai usein ryhmätyötä. Seuraavaksi eniten käytettyjä työtapoja olivat kyselyyn harjaannuttaminen, luova ongelmanratkaisu, käsitteen omaksuminen, muistamismallit, yhteistoiminnallinen oppiminen ja ennakkojäsentäjä. (Aksela & Juvonen 1999.) Satunnaisesti käytetyt työtavat jakaantuivat melko tasaisesti kaikkien vaihtoehtoina olleiden työtapojen kesken. Opintokäyntejä ja projektityöskentelyä käytti suurin osa opettajista satunnaisesti. Suggestopediaa käytettiin hyvin vähän. Yli puolet opettajista ei ollut käyttänyt koskaan suggestopediaa, rentoutusta, roolileikkejä tai prosessikirjoittamista kemian opetuksessa. Simulaatio, väittely ja mind map -tekniikka olivat seuraavaksi vähiten käytetyt työtavat. (Aksela & Juvonen 1999.)

Jopa kolmannes kemian opettajista ei tuntenut lainkaan mind map -tekniikkaa. Ennakkojäsentäjä, käsitteen omaksuminen, simulaatiot ja prosessikirjoittaminen olivat työtapoja, joita yli viidennes vastanneista opettajista ei tuntenut lainkaan. Jatkossa kemian opettajat toivoivat oppivansa etenkin suggestopedian, käsitteenomaksumisen, prosessikirjoittamisen, simulaatioiden, mind map -tekniikan ja muistamismallien käyttämisen kemian opetuksessa. (Aksela & Juvonen 1999.)

4 KEMIAN TEKNOLOGIA JA YHTEISTYÖ

Tässä luvussa käsitellään kemian teknologiaa ja koulu-yritysyhteistyötä opettajan näkökulmasta. Kappaleessa 4.1. käsitellään kemian teknologiaa käsitteenä sekä sen opettamista. Kappaleessa 4.1.1. tuodaan esille, kuinka teknologia ja kemian teknologia on esillä valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa. Kappale 4.2. käsittelee koulu-yritysyhteistyötä opetuksen näkökulmasta.

4.1 Kemian teknologia

Teknologian jatkuva kehittyminen edellyttää vankkaa luonnontieteellistä osaamista. Tarvitaan uudenlaisia perusvalmiuksia ja uudenlaista ajattelutapaa. (Meisalo & Lavonen 1994.) Teknologia sanana on peräisin kreikan kielen sanoista *tekhné* (taito, taitavuus, käsityö) ja *logos* (tieto). Sanan määrittely on usein hankalaa, sillä se sekoitetaan arkikielen sanaan tekniikka. Ontologisesti määriteltynä teknologian voidaan katsoa tarkoittavan tieteellistä tietoa, teoriaa, järkeilyä ja ymmärtämistä, joka on tekniikan ilmiöiden käsitteellisen haltuunoton taustalla. Arkikielessä ja yleisessä kielen käytössä teknologialla tarkoitetaan samaa kuin tekniikka tai tekniset laitteet, koneet ja järjestelmät. Robotiikka, elektroniikka, tietotekniikka ja automatiikka herkästi jopa rinnastetaan teknologiaan. Teknologia on käsitteenä paljon laajempi. Se pitää sisällään teknisten laitteiden, raaka-aineiden ja komponenttien, erilaisten teknisten järjestelmien rakenteiden sekä jopa tavaroiden ja palvelujen tuotannossa vastaan tulevien taloudellisten, ekologisten ja kulttuuristen ilmiöiden ymmärtämisen. (Parikka 1997.)

Usein teknologia liitetään myös tietokoneisiin ja teknologian opettaminen tietoteknisten taitojen opettamiseen (Cajas 2001; Jaako 2005). Teknologia opetuksen erilaisia määritelmiä on saatavilla ainakin neljäkymmenen vuoden ajoilta. Erilaiset kaaviot ovat käsitelleet teknologiaopetuksen yhteyttä muuhun opetukseen ja yhteiskuntaan. Teknologiakasvatus ja -opetus on Suomessa sisällytetty muiden aineiden sisältöihin. Teknologia sisältyy kaikkien

luonnontieteellisten aineiden opetussuunnitelmien perusteisiin. Suomessa teknologia nähdään koko opetussuunnitelman läpäisevänä kokonaisuutena. (Kananen et al. 1997.)

Teknologian kehittämisen lähtökohtana on ihmisen tarve parantaa elämänsä laatua ja helpottaa elämäänsä työ- ja vapaa-ajallaan. Teknologian perustana on luonnossa vallitsevien lainalaisuuksien tunteminen. Teknologia sisältää tiedon ja taidon suunnitella, valmistaa ja käyttää teknologisia tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä. Opetuksessa tulee korostaa teknologian ja yhteiskunnan kehittymisen vuorovaikutteista prosessia. (POPS 2004.)

Teknologian ja etenkin kemian teknologian opetusta kemian opettajien kokemana ei ole Suomessa tutkittu lainkaan. Peruskoululaisten käsityksiä kemian teknologiasta tutkittiin opettajille suunnatun täydennyskoulutuskurssin yhteydessä (Laajaniemi & Aksela 2007). Tulosten perusteella kemian teknologia on oppilaille hyvin tuntematon käsite. Se luo haasteen opettajille toteuttaa opetuksessaan opetussuunnitelman perusteiden velvoittamat sisällöt ja tavoitteet kemian teknologian osalta. Oppilaiden kiinnostus teknologian tiedonalan ilmiöitä ja teknologian ja yhteiskunnan välisiä suhteita kohtaan ei ole kovin suurta (Lavonen et al. 2008.)

STS -lähestymistapaa (Science-technology-Society) käytetään teknologian opetuksessa luonnontieteissä. Sillä tarkoitetaan sellaista oppilaskeskeistä opetusta, missä lähtökohtana ovat oppilaita lähellä olevat arkipäivän kokemukset. Joka päivä oppilaat ovat ympäristössä, mikä koostuu sosiaalisesta, keino- ja luonnollisesta ympäristöstä. Oppilaiden maailmankuva kehittyy tästä ympäristöstä saadusta informaatiosta. Siinä kemia saadaan mahdollisimman tukevasti yhdistettyä oppilaan tietämykseen teknologisesta ja sosiaalisesta ympäristöstään. (Laajaniemi & Aksela 2007.) STS -opetus on hyvin yleisesti käytetty menetelmä kontekstuaalisessa oppimisessä (Autio et al. 2007).

4.2 Teknologia opetussuunnitelmien perusteissa

Teknologia on esillä vuoden 1994 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista lähtien. Opetuksen tavoitteena oli antaa valmiudet käyttää tekniikan sovelluksia sekä kykyä vaikuttaa teknologian kehityksen suuntaan. Opetuksen tuli tukea teknologian ymmärrystä, jotta kansalaiset voivat tehdä oikeita valintoja tarjolla olevista vaihtoehdoista. Opetuksen tuli sukupuolesta riippumatta antaa mahdollisuus tutustua tekniikkaan. Oppilaiden tulisi osata arvioida teknologian vaikutusta ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksessa sekä osata hyödyntää sen suomia mahdollisuuksia ja ymmärtää niiden vaikutukset. Kemian yhdessä fysiikan kanssa tulisi antaa oppilaille opetus, joka auttaa ymmärtämään luonnontieteiden ja teknologian merkityksen osana kulttuuria. (POPS 1994.) Kemian perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (POPS 2004) kirjatun ihmisen ja teknologia -aihekokonaisuuden päämääränä on auttaa oppilasta ymmärtämään ihmisen suhdetta teknologiaan ja auttaa näkemään teknologian merkitys arkielämässämme.

Lukion vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa todettiin senaikaisen yleissivistyksen olevan teknologista, matemaattista ja luonnontieteellistä tietoa. Kemian osalta tavoitteeksi asetettiin oppilaan perehtyminen nykyaikaiseen teknologiaan kemianteollisuudessa ja ympäristössä sekä käyttää saamaansa tietoa osallistuessaan teknologiaa koskevaan keskusteluun. Muutoin teknologia oli esillä lukion opetuksessa samalla lailla kuin perusopetuksessa. (LOPS 1994.)

Tämän hetken perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on erikseen nimetty *Ihminen ja teknologia* -aihekokonaisuus. Sen mukaan opetuksen päämääränä on auttaa oppilasta ymmärtämään ihmisen suhdetta teknologiaan ja auttaa avaamaan silmiä näkemään teknologian merkitys arkielämässä. Teknologiaopetuksen tavoitteena on, että oppilas oppii ymmärtämään teknologiaa, sen kehittämistä ja vaikutuksia eri elämänalueilla sekä yhteiskunnan eri sektoreilla. Oppilaan tulisi oppia ymmärtämään teknologiaa myös ympäristössä ja oppia käyttämään sitä vastuullisesti, oppia käyttämään tietoteknisiä laitteita ja ohjelmia sekä tietoverkkoja erilaisiin tarkoituksiin. Oppilaan tulee oppia ottamaan kantaa

erilaisiin teknologisiin valintoihin ja arvioimaan tämän päivän teknologiaan liittyvien päätösten vaikutuksia tulevaisuuteen. (POPS 2004.)

Lukion opetussuunnitelmien perusteet kuvaavat teknologian kehittämisen lähtökohtana olevan ihmisen tarve parantaa elämänsä laatua ja helpottaa elämäänsä työ- ja vapaa-ajallaan. Teknologian perustana on luonnossa vallitsevien lainalaisuuksien tunteminen. Teknologia sisältää tiedon ja taidon suunnitella, valmistaa ja käyttää teknologisia tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä. Opetuksessa tulee korostaa teknologian ja yhteiskunnan kehittymisen vuorovaikutteista prosessia. (LOPS 2003.)

Opetuksen on luotava riittävä perusosaaminen, joka vaaditaan jatkokoulutukseen ja työelämään. Teknologia on opetussuunnitelmien perusteissa yhä keskeisemmin esillä. Tutkijat ja opettajien kouluttajat ovat yksimielisiä teknologiaopetuksen haasteista ja merkityksestä, mutta epäselvää on vielä, kuinka teknologiaopetuksen uudet päämäärät toteutetaan opettajien keskuudessa. (Autio et al. 2007.)

4.3 Koulun ja ulkopuolisten tahojen välinen yhteistyö

Koulun ja ulkopuolisten tahojen välinen yhteistyö voidaan toteuttaa monella tavalla. Perinteisesti on käytetty opintokäyntiä, jossa oppilaat menevät opettajan johdolla vierailemaan johonkin kemian alan tai kemiaan liittyvään yritykseen, laitokseen tai virastoon. Toiminnallinen opintokäynti on taas vierailumuoto, johon liittyy vierailukohteeseen tutustumisen lisäksi jotain kokeellisia tai kirjallisia tehtäviä, jotka suoritetaan paikanpäällä vierailukohteessa. Suuremmissa projekteissa tehtäviä voidaan jatkaa koululla. (Jauhiainen 1992.) Opetushallitus on listannut koulun ja sen ulkopuolisten tahojen yhteistyömahdollisuuksia: toiminnalliset opintokäynnit, yritysvierailut, yrityksen edustaja vierailee koulussa, nimikkoluokka tai kummikoulutoiminta, työelämään tutustumisen jaksot ja opettajien yrittäjäyyskurssit. (Lauho 2004.)

Opintokäynnit ja vierailut voivat kohdistua moniin erilaisiin elinkeinoelämän ja julkisen sektorin organisaatioihin. Usein tarkastelun kohteena on koulun ja yritysten välinen yhteistyö, mutta myös esimerkiksi koulujen ja yliopiston välinen yhteistyö on katsottu tärkeäksi. (Aksela & Juvonen 1999.) Hyvä ja kannustava esimerkki yliopistojen kanssa tehtävästä yhteistyöstä on lukion ja yliopiston kemian laitoksen välinen yhteistyö (Holmsten & Sormunen 2008). Lukioiden ja ammatillisen koulutuksen yhteistyöstä on hyvä esimerkki Lohjalla (Leppänen 2007).

TAT:n (Taloudellinen Tiedotustoimisto) nuorisotutkimuksen mukaan nuoret kaipaavat omia konkreettisia kokemuksia työnteosta ja työelämästä ja toivovat nimenomaan yritysvierailuja ja opintokäyntejä koulutus- ja uravalintojensa pohjaksi. Yläkoulun 7. – 9.-luokilla suoritettavat työelämään tutustumis- eli TET -jaksot ovat nuorille usein ainoa mahdollisuus saada käytännön tuntumaa työelämään ja yrityksiin. Myös opettajien yritysjaksoja on alettu toteuttaa. (Kinnunen 2007.)

Koulujen, oppilaitosten ja yritysten välinen yhteistyö hyödyttää kaikkia osapuolia. Se tukee peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa mainittuja avoimen oppimisympäristön tavoitteita osaamisen, oppimismenetelmien sekä ammatinvalinnan tukemista. (Vornamo 2007.) Opetussuunnitelman perusteissa todetaan, että yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa on tärkeää. Koulun tulisi olla mahdollisimman monipuolinen oppimiskeskus, joka tuottaa joustavia ja laadukkaita koulutuspalveluita sidosryhmien kanssa (ulkopuolisten tahojen kanssa). Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa on yksi tapa laajentaa opiskeluympäristöä ja toteuttaa kokeellisuutta eri muodoissa opetuksessa. (POPS & LOPS 1994, 2003, 2004.)

Yritys tai muu organisaatio voi olla yhteistyössä oppimisen kohde, väline tai vastaanottaja. Yhteistyökumppani voi antaa koulun käyttöön asiantuntijoita, välineitä, tiloja, laitteita tai oppimateriaaleja. Yhteistyön tavoitteet voivat olla molemminpuolisia. Oppilaiden ja opettajien yritystuntemus paranee. Oppilaat näkevät kemian tarpeellisuuden todellisessa elämässä. Yritykset oppivat lisää koulujärjestelmästä ja saavat samalla mainostaa omaa

yrittystään yhtenä mahdollisena kemian alan työpaikkana oppilaille tulevaisuudessa. (Vornamo 2007.) Esimerkillistä yhteistyötä lukion ja yritysten välillä toteutetaan Hollolan lukiossa (Hämäläinen 2007). Yhteistyö ei synny itsestään, se tarvitsee molemminpuolista halua, ymmärrystä ja resursseja. Kansainvälisessä LUMA -talkoiden arvioinnissa todetaan, että koulujen ja ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävä yhteistyö on vahvistunut. (Allen, Black & Wallin 2002; Ahtee, Lavonen, Parviainen & Pehkonen 2007.)

Koulun yhteistyötä teollisuuden ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa tutkittiin *Kemian opetus tänään* -tutkimuksessa. Tutkimuksessa aihetta tutkittiin kolmella kysymyksellä. Niiden avulla haluttiin selvittää miten opetussuunnitelman perusteissa mainittu yhteistyö sidosryhmien kanssa oli toteutunut. (Aksela & Juvonen 1999.) Noin puolet vastaajista ilmoitti tekevänsä yhteistyötä. Merkittävä osa yhteistyöstä oli yritysvierailuja. Niistä noin viidennes oli toiminnallisia opintokäyntejä. Materiaaliapua oli saanut seitsemän prosenttia vastanneista ja asiantuntijayhteistyötä oli käyttänyt neljä prosenttia vastanneista. Merkittävin syy yhteistyön tekemättömyydelle oli sijainti. Koulu sijaitsi liian kaukana yhteistyömahdollisuuksista. Paikkakunnalla ei ollut yrityksiä, missä voisi vierailla. Toiseksi suurin syy oli yrityksen haluttomuus tehdä yhteistyötä. Käytössä olevat resurssit, kuten matkarahojen saanti koettiin esteeksi yhteistyölle. Opettajista itsestään johtuvia syitä, kuten suhteiden puutetta tai kokemattomuutta mainittiin myös yhteistyötä estävinä tekijöinä. (Aksela & Juvonen 1999.)

Yhdellä kysymyksellä selvitettiin opettajien toiveita yhteistyön edistämiseksi. Suurelta osin toiveet liittyivät vierailujen käytännön järjestelyihin ja siihen, että ylipäättään saataisiin vierailuja aikaiseksi ja niitä voitaisiin toteuttaa nykyistä enemmän. Myös yhteistyön sisältöjä koskevia toiveita tuotiin tutkimuksessa esille. Vastauksissa toivottiin enemmän mahdollisuuksia tulla työskentelemään yritysten tiloihin, enemmän yritysten aktiivisuutta yhteydenotoissa ja järjestelyissä, aiheeseen sopivaa materiaalia, yritysten yhteystietojen helpompaa saatavuutta ja asiantuntijayhteistyötä. Useissa vastauksissa oli kiinnitetty huomiota siihen, että perusopetuksen oppilaille on vaikeampi järjestää vierailuja kuin

lukiolaisille, koska yritysten kiinnostuksen koettiin painottuvan lukio-yhteistyöhön. (Aksela & Juvonen 1999.)

Yritysten kouluyhteistyötä tutkittaessa todettiin, että huomattava osa yritysten yhteistyöstä suuntautui peruskouluun, mutta oli lähinnä työelämään tutustumisjaksojen toteuttamista, johon ei yleensä liittynyt luonnontieteiden opetukseen. Yritysselvityksen mukaan 82 prosenttia vastanneista yrityksistä teki yhteistyötä ammattioppilaitosten kanssa, 47 prosenttia lukioden kanssa, 75 prosenttia yläkoulujen kanssa ja 15 prosenttia alakoulujen kanssa. (Anon. 1999b.) Esimerkiksi Englannissa 65 prosenttia yrityksistä teki yhteistyötä alakoulujen kanssa, 79 prosenttia perusopetuksen yläluokkien ja lukioden kanssa sekä 57 prosenttia muilla asteilla (Stephenson 1999).

GISEL -projektissa toteutetun tutkimuksen mukaan suomalaiset peruskoulun yhdeksäsluokkalaiset toivoivat enemmän vierailuja koulun ulkopuolelle, kuin mitä tällä hetkellä niitä tehdään. Myös vierailijan käyntiä koululla ja omalla oppitunnilla toivottiin enemmän kuin mitä tällä hetkellä on tehty. (Lavonen et al. 2005.)

5 KEMIAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa tuodaan esille, minkälaisia arviointoja, haasteita ja kehittämishankkeita on käynnistetty Suomessa aikaisemmin kemian opetuksen kehittämiseksi. Lisäksi esitellään aikaisempiin tutkimuksiin pohjautuen, millaista täydennyskoulutusta ja muuta tukea kemian opettajat tarvitsevat ja millaisia kehittämisideoita opettajilla on kemian opetukseen.

5.1 Arvioinnit

Ennen tätä tutkimusta Suomessa on tehty muutamia arviointoja luonnontieteiden opetuksen tilasta. Kemian osuutta ei ole niissä erikseen käsitelty. Koulujen luonnontieteiden opetuksen tilaa ovat kartoittaneet muun muassa Opetushallitus, MAOL ry (Matemaattisten

aineiden opettajien liitto) ja Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto (TT). Syksyllä 1996 Opetushallitus kartoitti LUMA -pilottikoulujen opetustiloja ja -välineitä sekä opettajien kelpoisuutta. Kesällä 1998 Opetushallitus analysoi LUMA -pilottikoulujen opetussuunnitelmia, niiden tavoitteita, opetusmenetelmiä ja arviointia (Anon. 1998). Vuonna 1999 suoritettiin otospohjainen opetussuunnitelma-analyysi (Anon. 1999d).

MAOL ry sekä Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto (TT) toteuttivat keväällä 1996 kartoitustutkimuksen matemaattisten aineiden nykytilasta ja kehittämistarpeista peruskouluissa ja lukioissa (Anon. 1996a). Tehdyssä tutkimuksessa mainittiin kemian työtavoista perusopetuksessa eniten oppilastyöt, pari- ja ryhmätyöt sekä demonstraatiot. Vähemmän käytettyjä työtapoja olivat projektit ja tutkielmat, opetuskeskustelu, yhteistoiminnallinen oppiminen, videot, vierailut, tietokoneavusteinen opetus, työpistetyöskentely ja työselosteet. Yli puolessa lukioista oli kokeellista työskentelyä vähän tai ei ollenkaan. Perusopetuksessa tilanne oli parempi. Kouluista 90 prosentissa järjestettiin kokeellista työskentelyä. Useilta kouluilta puuttuivat kunnolliset laboratoriotilat. Varsinkin lukioden tilanne oli huono. Vain kolmanneksella opettajista oli käytössä riittävästi opetus- ja havaintovälineitä. Yli puolet lukion opettajista ilmoitti, että havaintovälineitä ei ollut riittävästi kaikille oppilaille. (Anon. 1996a.)

Opetushallitus järjesti syksyllä 2001 lukion fysiikan ja kemian oppimistulosten kansallisen arvioinnin. Arvioinnissa selvitettiin opetussuunnitelman perusteissa mainittuja luonnontieteellistä perussivistystä sekä luonnontieteelliseen ajatteluun liittyviä taitoja. Opiskelijat suhtautuivat fysiikkaan ja kemiaan kielteisesti, vaikka totesivat niiden olevan hyödyllisiä yhteiskunnan kannalta. Heidän asenteensa ja kokeessa menestyminen olivat selvästi riippuvaisia toisistaan. Opiskelijat, jotka suhtautuivat oppiaineisiin myönteisesti, menestyivät kokeessa hyvin. Arvioinnin tulokset osoittivat, että vain harvoilla oli monipuolinen perustietämys kemian ilmiöistä. Huolestuttavaa on se, että kemian syventävien kurssien opiskelijoita oli vähän ja että kaikkiaan opiskelijoiden osaaminen oli hataraa. (Halkka 2003).

PISA (Programme for International Students Assessment) tutkimuksen mukaan suomalaisten 15-vuotiaiden nuorten osaaminen on huipputasoa ja tasaista tutkimuksen kaikilla osa-alueilla: luonnontieteissä suomalaiset ovat OECD -maiden parhaita. Heikkojen osaajien määrä on pieni ja hyvien osaajien määrä hyvä. Alueiden ja koulujen väliset erot ovat pieniä. Suomen tulos on merkittävästi parempi kuin millään muulla PISA 2006 -tutkimukseen osallistuneella maalla ja pistemäärä on suurin koskaan tutkimuksessa saavutetuista pisteistä. Oppilaiden osaaminen on korkeatasoista kaikilla luonnontieteen osa-alueilla. Oppilaat arvostavat luonnontieteitä, koska luonnontieteen ja teknologian edistysaskeleet parantavat ihmisten elinoloja ja auttavat ymmärtämään maailmaa ympärillämme. Suomalaisten oppilaiden kiinnostuneisuus luonnontieteen eri aihepiirejä kohtaan oli vähäisempää kuin OECD -maissa keskimäärin. (Opetusministeriö 2008b.)

5.2 Haasteet

Kemian opetuksessa haasteina on esitetty kansainvälisissä tutkimuksissa seuraavat kaksi asiaa: (i) Oppilaat eivät opi opetussuunnitelman perusteissa tavoitteiksi asetettuja kemian käsitteitä ja (ii) opiskelijat eivät valitse riittävästi kemiaa lukiossa tai hakeudu opintoihin luonnontieteelliselle ja luonnontieteitä soveltaville aloille. Yhtenä syynä pidetään kemian sisältöjä sekä opetuksen työ- ja arviointitapojen yksipuolisuutta. (Lavonen 2005.)

Akselan ja Juvosen (1999) tekemän tutkimuksen tulosten mukaan valtakunnallisena kemian opetuksen haasteena kemian opettajat pitivät kemian opetuksen määrää, sisältöä ja ajoitusta koskevia ongelmia (33 % vastauksista). Kemian opetuksen vähyys sekä yläkoulussa että lukiossa oli eniten esille tuotu haaste (54 % kemian opetusta koskevista maininnoista). Kemian oppituntimääriä verrattiin myös muihin matemaattis-luonnontieteellisiin oppiaineisiin. Esille tuotiin kemian kurssin vähäinen määrä. 31 prosenttia vastauksista käsitteli resursseja (tilat, materiaalit, välineet, taloudelliset resurssit ja isot ryhmät). Opetustilat tai niiden puute olivat näistä suurin haaste. Seuraavaksi suurimpina haasteina nähtiin suuret ryhmät ja välineet. Muut materiaalit, lähinnä hyvien oppimateriaalit puutteen toi esille muutama kemian opettaja. (Aksela & Juvonen 1999.)

Yhtenä suurimmista haasteista kemian opetuksen kehittämässä pidetään kehittämistyötä oppilaiden kiinnostuksen lisäämiseksi kemiaa kohtaan. Perinteisesti kemia on koettu vaikeaksi tai tylsäksi oppiaineeksi. Kemian on ajateltu olevan vain joukko kaavoja ja kemiallisia merkkejä, joista ei ole mitään apua tai hyötyä tavalliselle ihmiselle. Vuonna 1986 tehdyn selvityksen mukaan kemia oli oppiaineena turhimprien oppiaineiden joukossa. Kemialla, kuten fysiikallakin, oli pieni luokka-asteen mukaan nouseva kannattajakunta, joka kokee aineet tärkeiksi ja mieluiksi. Lukiolaisten mielestä kemia on helppo ja esimerkiksi yhteiskunnan kannalta hyödyllinen, mutta ikävä oppiaine. (Malinen 1992.) Opetushallituksen tekemän selvityksen mukaan keväällä 1993 oppilaiden asennoituminen fysiikkaa ja kemiaa kohtaan ei ollut muuttunut suotuisammaksi (Meisalo & Lavonen 1994).

Kansainvälisesti on huomattu oppilaiden kiinnostuksen väheneminen matemaattis-luonnontieteellisiä aineita kohtaan. Opiskelijoilta puuttuu usein kiinnostus opiskella kemiaa (Aksela 2005; Asunta 2003; Black & Atkin 1996; Gräber 1994; Halkka 2003; Lavonen et al. 2004; Osborne 2003.) Harvat nuoret ovat kiinnostuneita luonnontieteistä ja tekniikasta (Tomei 2007). Tutkijat ovat osoittaneet, että keskeinen tekijä opiskelijoiden mielenkiintoon on opetuksen laatu (Osborne & Dillon 2008). Suomessa jo pitkään tiedostettu matemaattisten aineiden opetuksen kehittämisen tarve (Anon. 1988; Anon.1989; Anon. 1992 a; Anon. 1996b; Anon. 1999a). Oppilaiden testeissä saamien tulosten ja luonnontieteiden opiskelun kiinnostuksen välillä on voimakas negatiivinen korrelaatio (Osborne & Dillon 2008).

Opetusneuvos Montosen (2007) mukaan yhtenä kemian opetuksen kehittämishaasteena on kemian opettamisen mahdollistaminen joka luokka-asteella perusopetuksen 7.- 9. vuosiluokilla. Yläluokkien fysiikan ja kemian yhteinen tuntimäärä on tällä hetkellä seitsemän vuosiviikkotuntia. Monissa kouluissa on päädytty vuoden 1984 tuntijakoon, missä 9. luokalla opetetaan pelkästään fysiikkaa ja kemiaa ei ollenkaan. Kemian opetukseen jää näin vuoden tauko ennen kuin sitä jatkaa mahdollisesti jatko-opinnoissa. Opetuksen järjestäjän vallassa kuitenkin on, kuinka tunnit kemian ja fysiikan välillä jaetaan. (Montonen 2007.)

Toisena kehittämishaasteena Montonen (2007) pitää kiinnostuksen tukemista perusopetuksessa. Perusopetuksen aikana muodostunut asenne vaikuttaa olennaisesti, kuinka suuria oppimääriä opiskelija jatkossa kemiaa opiskelee. Oppilaat ovat erityisen herkässä iässä kiinnostuksen ja asenteiden muodostumisen kannalta 7. - 9. luokilla. Kiinnostukseen ja sen ylläpitämiseen vaikuttavat pääosin käytetyt opetusmenetelmät ja sisältöjen oppilaan kannalta mielekäs konteksti. Osa opetussuunnitelmien perusteisiin kirjatusta tavoitteista ja sisällöistä edellyttää formaalisen tason ajattelua. Montosen (2007) mielestä oppilaita tulisi tukea sen saavuttamiseksi.

Aineenopettajien nykyistä aineenhallintaa ja pedagogista osaamista Montosen (2007) mielestä voidaan pitää riittävänä, mutta resurssien (riittävät tilat, välineet ja materiaalit) puuttuminen ja liian suuret ryhmäkoot haittaavat kohtuuttomasti kokeellisen lähestymistavan toteuttamista. Montonen pitää tärkeänä myös opettajien täydennyskoulutuksen tarvetta, jotta opetussuunnitelmien perusteiden mukainen opetus ja perusteisiin liittyvien aihekokonaisuuksien käsittely olisi mahdollista.

Yhtenä kemian opetuksen kehittämishaasteena on saada jatko-opintojen edellyttämät määrät kemian osajia (Montonen, 2007). Vuosittain lukion ensimmäisen pakollisen kemian kurssin suorittaa noin 34 000 opiskelijaa, joista vain noin 16 prosenttia lukee kemian laajan oppimäärän. Yliopistojen ja korkeakoulujen jatko-opiskelu paikoista noin 40 prosentissa edellytetään tai on hyötyä laajasta kemian oppimäärästä.

5.3 Kehittämishankkeet

Kemian opetuksen kehittämisen pohjaksi tarvitaan tutkimustietoa kemian oppimisesta, opiskelusta ja opetuksesta. Kemian opetuksen tutkimusta on tehty kansainvälisesti noin 40 vuoden ajan. *Kemian opetus tänään* -tutkimus (Aksela & Juvonen 1999) oli ensimmäinen laaja tutkimus kemian opetuksen tilasta Suomessa. Sen tuloksia on käytetty koulutuksen, opetuksen tavoitteiden suunnittelun pohjana sekä jatkotutkimuksen pohjana. Kemian

opettajien koulutuksella ja opetuksen tutkimuksella on keskeinen rooli kemian osaamisen vahvistajana (Vornamo 2007).

Kemian opetusta ja opiskelua on pyritty uudistamaan muun muassa laatimalla strategioita ja niiden toimeenpanosuunnitelmia; uudistamalla opetussuunnitelmaa, opetuksen työtapoja ja oppimateriaaleja; järjestämällä opettajille perus-, jatko- ja täydennyskoulutusta; sekä pyrkimällä vaikuttamaan opettajien uskomuksiin pitkäkestoisilla PD -ohjelmilla. Opetussuunnitelmia ja oppimateriaaleja on uudistettu järjestämällä, karsimalla tai lisäämällä uusia kiinnostavia sisältöjä. (Lavonen 2005.) LUMA -kehittämistalkoiden väliraportissa (Anon. 1999a) esitetään matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen nykytaso sekä toimenpiteitä ja suunnitelmia sen kohentamiseksi.

Pääministeri Paavo Lipposen ensimmäinen hallitus sisällytti hallitusohjelmaansa tavoitteen, että suomalaisten matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen nostetaan kansainväliselle tasolle. Hallitusohjelman perusteella Opetushallitus käynnisti vuonna 1995 matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishankkeen, LUMA -hankkeen. LUMA -hankkeen loppuraportin mukaan kemian laajojen oppimäärien suorittajien suhteelliset osuudet ovat kaikista kehittämis- ja markkinointitoimenpiteistä huolimatta olleet laskussa 2000 -luvun alkupuolella (Hietamäki 2003a.) LUMA -hankkeessa järjestettiin maksutonta opettajien täydennyskoulutusta. Tutkimusten mukaan (Aroluoma 2001) opettajien yhteistyö yli oppiainerajojen oli lisääntynyt selvästi ja sekä opettajien että oppilaiden motivaatio oli kasvanut. Hankkeen kautta syntynyt runsas yhteistyö yli oppiaine-, kouluaste- ja sidosryhmärajojen on saanut kansainvälistä kiitosta (Hietamäki 2003b).

LUMA -hanke on saanut jatkoa valtakunnallisen LUMA -keskuksen myötä. Keskus palvelee opettajia, opiskelijoita ja tutkijoita opettajan koulutusta antavien toimipisteiden yhteydessä Helsingin yliopistossa. Keskuksen yhtenä tavoitteena on biologian, fysiikan, kemian, matematiikan, maantieteen ja tietotekniikan kouluopetuksen ja opettajankoulutuksen tukeminen. LUMA -keskus järjestää koulutusta opettajille ja oppilaille yhdessä sidosryhmien kanssa sekä vahvistaa olemassa olevaa yhteistyötä lasten ja

nuorten koulutuksessa. Keskus ylläpitää myös nuorten verkkolehteä Luovaa, lasten verkkolehti Jippoa ja kuutta resurssikeskusta sekä koordinoi valtakunnallista LUMA -viikkoa aina marraskuun toisella viikolla. (Aksela 2007a.)

5.4 Täydennyskoulutus ja muun tuen tarve

Opettajien elinikäisen oppimisen tukeminen on opettajankoulutuksen ajankohtaisia haasteita (esim. Euroopan komissio, 2008, Euroopan komission 2007; Opetusministeriö, 2007). Melkein kaikissa OECD maissa on raportoitu puutteita opettajien opetustaidoissa ja vaikeuksia opettajien taitojen päivittämisessä, erityisesti uusissa asioissa, kuten tieto - ja viestintätekniikan käytössä (esim. Meisalo, Lavonen, Juuti & Aksela, 2007; OECD, 2005). Opettajien täydennyskoulutus tulee olla systemaattista parhaan opetuksen laadun takaamiseksi (Opetusministeriö, 2007). Sen kehittämiseksi tarvitaan uudentyyppisiä toteutustapoja ja myös alan tutkimusta. Aikaisemman tutkimuksen mukaan opettajien täydennyskoulutuksella on oppilaan saavutuksiin selvä yhteys (esim. Angrist & Lavy, 2001) ja opettajien laatu korreloi merkittävästi oppilaan osaamista (esim. Darling Hammond et al 2005).

Opettaja hakeutuu sellaiseen täydennyskoulutukseen, joka vastaa hänen näkemystään ja tarpeitaan (Shaw et al. 1991). Kemian opettajien täydennyskoulutusta ovat maassamme järjestäneet Opetushallituksen ja kuntien sekä Kemian opetuksen keskuksen lisäksi useat eri järjestöt: muun muassa MAOL ry, Kemianteollisuus ry sekä Suomalaisten Kemistien Seuran kemian opetuksen jaosto.

Opetushallitus on arvioinut rahoittamansa LUMA -koulutuksen vaikuttavuutta (Korkeakoski 1999). Parhaiten onnistuivat opettajien mielestä ne koulutusohjelmat, joissa koulutus oli muokattu pitkän koulutuskokemuksen omaavien opettajien tarpeisiin. Pelkkä arvosanakoulutus ei saanut yhtä hyvää arviointia. Vanhemmat opettajat pitivät koulutuksen pedagogista hyötyä merkittävämpänä kuin nuoret opettajat. (Anon. 1999c.) LUMA -

talkoiden tavoitteena oli järjestää vuoteen 2002 mennessä lisää täydennyskoulutusta opettajille (Anon. 1999e).

Tietokoneiden käyttö kemian opetuksessa oli toivotuin (38 %) täydennyskoulutusaihe Akselan ja Juvosen (1999) tekemän tutkimuksen tulosten mukaan. Erityisesti mittaushjelmat, opetusohjelmat ja Internetin käyttö kemian opetuksessa olivat eniten toivottuja koulutusaihepiirejä. Yhteistyö yritysten ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa oli toiseksi suosituin koulutustoive (25 %). Yhteistyötä koskevassa koulutuksessa teollisuuteen liittyvää koulusta toivottiin eniten. Kokeellisuuteen liittyvää koulusta toivoi 13 prosenttia vastanneista ja työtapoihin liittyvää koulutusta 12 prosenttia vastanneista. Oppimateriaalikoulutuksen toi esille kuusi prosenttia ja kemian sisältöihin liittyvän koulutuksen viisi prosenttia vastanneista. (Aksela & Juvonen 1999.)

Kemian opettajat toivoivat jatkossa koulutustuen (37 %) lisäksi materiaaleja kemian opetukseen (28 %). Vastaajista 12 prosenttia mainitsi erityisesti tarvitsevansa *Kemian tänään* -tapahtumien kaltaista koulutusta. (Aksela & Juvonen 1999.)

5.5 Kehittämisideat

Kemian opettajilla oli runsaasti kehittämisideoita oman koulunsa opetussuunnitelmien kehittämiseksi. Noin kolmannes (30 %) opettajista mainitsi, että aikoo kehittää kemian opetussuunnitelmia lisäämällä kokeellisuutta ja/tai kehittämällä sen laatua. Suunnilleen saman verran opettajista aikoi lisätä kemian kurssien määrää. Joka viidennessä vastauksessa mainittiin yhteistyön lisääminen koulun opettajien, eri oppiaineiden ja ympäristön (yritykset, yliopistot yms.) kanssa. Muita yksittäisiä syitä ja kommentteja tuotiin esille noin joka viidennessä vastauksessa. (Aksela & Juvonen 1999.)

Kemian opettajilla on Akselan ja Juvosen (1999) saamien tulosten mukaan eniten kehittämisideoita kemian kokeellisen opetuksen suhteen. Opettajien mielestä kokeellisuutta

tulisi lisätä valtakunnallisten opetussuunnitelmien mukaisesti kurssien sisälle myös lukiossa. Myös muilla asteilla pitäisi lisätä oppilaskeskeistä kokeellisuutta. Montosen (2007) mukaan ei ole tarkoituksen mukaista, että kokeellinen työskentely jätetään vapaaehtoisen laboratoriokurssin varaan. Tällä hetkellä ei ole kuitenkaan tiedossa, korvataanko vapaaehtoisilla laboratoriokursseilla kemian kurssien kokeellisuutta. On myös huomioitava, että mahdollisuudet lukioissa kokeellisuuden toteuttamiseen vaihtelevat suuresti. (Montonen 2007.)

Kemian sisällön kiinnostavuuteen tulisi panostaa lisäämällä muun muassa arkielämän aiheita ja kemian merkitystä tulisi korostaa. Peruskouluun ja lukioon toivottiin selkeitä sisältöalueiden määrittelyä tai rajausta (vrt. POPS 1994; LOPS 1994). (Aksela & Juvonen 1999.) Opettajat toivovat kemian opetukseen sisältöjen helpottamista ja karsimista, samoin kurssien sisällön uudelleen ryhmittelyä, varsinkin lukoin ensimmäisen kurssin osalta (vrt. POPS 1994; LOPS 1994). Opettajien mielestä koulussa tarjottavien kurssien laatuun tulisi kiinnittää huomiota: Kemian valinnaiskursseja ei valita, koska muiden aineiden kurssit ovat mielenkiintoisempia (vrt. POPS 1994; LOPS 1994). (Aksela & Juvonen 1999.)

Koulujen resursseihin (tilat, välineet, materiaalit, ryhmäkoko ja taloudelliset resurssit) toivottiin valtakunnallisia toimenpiteitä (vrt. Anon. 1999e). Teollisuuden antama tuki tuotiin yhtenä vaihtoehtona vastauksissa esille. Päättäjien toivottiin vaikuttavan valtakunnan tasolla asianmukaisten opetusmahdollisuuksien saamiseen. (Aksela & Juvonen 1999.) Hallitusohjelman mukaan ikäluokkien pienentymisestä vapautuvat resurssit käytetään koulutuksen laadun kehittämiseen. Tavoitteena on muun muassa ryhmäkokojen pienentäminen. (Opetusministeriö 2008b.) Koulukohtaisia resursseja koskevista kehittämisideoista 31 prosenttia koski varustelutaso tai käytettävissä olevien taloudellisten resurssien parantamista. Ryhmäkoon pienentäminen tuotiin esille 11 prosentissa vastauksista. Kemian opetusta koskevia parannusehdotuksia oli valtakunnallisesti (33 %) enemmän kuin koulukohtaisesti (15 %). Kemian opetukseen liittyviä parannusehdotuksia antoi vain 66 prosenttia opettajista, vaikka ongelmia esitti 79 prosenttia opettajista. (Aksela & Juvonen 1999.)

Luonnontieteen opetuksen tutkijoiden seminaareihin perustuvasta raportissa (Osborne & Dillon 2008) kehoitetaan luonnontieteiden opetuksen kehittämiseen Euroopassa. Raportin mukaan ensimmäinen päämäärä on, että oppilaiden tulisi osata paremmin selittää tieteen tarjoamaa mallia materiaalien maailmasta sekä osata paremmin luonnontieteellinen työskentely. Luonnontieteen kurssien perustarkoitus on antaa luonnontieteellinen pohja tulevaisuuden tiedemiehille ja insinööreille. Euroopan unionin valtioiden tulee panostaa oppilaiden inhimillisiin ja aineellisiin resursseihin ja niiden saatavuuteen koulussa, tiedottaen työmahdollisuuksista luonnontieteissä ja sen eri aloilla – painottaen, miksi työskentely luonnontieteissä ja sen eri aloilla on tärkeää. Euroopan unionin maiden tulee varmistaa, että perusopetuksessa on taitavat opettajat opettamassa. Erityisesti ennen 14 ikävuotta mielenkiintoa tulee ylläpitää luonnontieteellisillä ilmiöillä kokeellisuuden kautta. Koulujen tulisi kehittää keinoja, joilla ylläpidetään kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan. (Osborne & Dillon 2008.)

6 TUTKIMUS

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusta ohjaavat kysymykset. Lisäksi käsitellään tutkimuksen toteuttamista, menetelmällisiä ratkaisuja ja kohdejoukkoa. Lopuksi tuodaan esille tutkimuksen luotettavuuteen liittyvät seikat.

6.1 Tavoitteet

Kemian opetus tänään -tutkimuksen tavoitteena on koota tietoa kemian opetuksen nykytilasta ja haasteista kemian opettajien näkökulmasta ja saada tietoa, kuinka valtakunnalliset opetussuunnitelmien perusteet toteutuvat kemian osalta kouluopetuksessa. Tutkimuksessa tuloksia verrataan aikaisemmin tehtyyn samaan tutkimukseen (Aksela & Juvonen 1999).

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on kemian opetuksen nykytilanne Suomessa kemian opettajien näkemysten mukaan?

Miten kemian opetuksen lähtökohdat täyttyvät kemian opetuksessa?

Miten opetussuunnitelman perusteet ovat toteutuneet kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen osalta?

Miten valtakunnallisiin opetussuunnitelman perusteisiin kirjattu teknologia sekä koulujen ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävä yhteistyö näkyvät kemian opetuksessa?

Mitkä ovat kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat valtakunnallisesti ja koulukohtaisesti opettajien näkökulmasta?

2. Miten kemian opetus on muuttunut Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana kemian opetuksen lähtökohtien, kokeellisuuden, työtapojen, yhteistyön sekä haasteiden ja kehittämisideoiden suhteen?

6.2 Toteutus

Tutkimus toteutettiin *survey* -tutkimuksena. Tutkimus oli sekä posti- että verkkokysely. Kyselylomake (liite 1.) on pääosin sama kuin aiemmin tehdyssä vastaavassa tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999). Kyselylomake lähetettiin postitse 2400 matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL) jäsenrekisterissä olevalle kemian opettajalle. Tutkimukseen oli mahdollista vastata myös sähköisesti internetissä. Kyselylomakkeessa oli osoite sähköiseen lomakkeeseen. Sähköisen lomakkeen osoite ja kehoitus vastata lähetettiin myös valtakunnallisen LUMA -uutiskirjeen mukana postituslistalla oleville opettajille. Paperiset kyselylomakkeet pyydettiin palauttamaan Helsingin yliopiston kemian laitokselle omaa kirjekuorta käyttäen ja sähköiset vastaukset koottiin tietokantaan Helsingin yliopiston e-lomakepalveluun.

Paperilla olleet vastaukset siirrettiin vastaus kerrallaan alkuperäisessä muodossaan tietokannasta otettuihin Excel - ja SPSS 15.0 (Statistical Package for Social Science 2006) -tiedostoihin analysointia varten. Suljettujen kysymysten vastaukset analysoitiin SPSS 15.0 -ohjelmalla ja avoimet sekä osittain avointen kysymysten avoimet osiot analysoitiin sisällönanalyysi -menetelmällä aineistolähtöisesti Excel -taulukko-ohjelmaa käyttäen. Vastaukset koodattiin numeeriseen muotoon. Muuttujien luokat voitiin erotella toisistaan omiksi luokikseen. Vastauksista laskettiin prosentit ja frekvenssit aikaisemman tutkimuksen (Aksela & Juvonen 1999) mukaisesti.

Avoimien kysymysten vastaukset luokiteltiin aineistolähtöisesti. Laadullisen aineiston analyysi tehtiin Milesin ja Hubermanin (1994) mukaan kolmivaiheisena prosessina, johon kuuluu 1) aineiston redusointi eli pelkistäminen, 2) aineiston klusterointi eli ryhmittely ja 3) abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen. Aineiston redusoinnissa eli pelkistämisessä analysoitava informaatio eli data pelkistettiin siten, että aineistosta karsitaan tutkimukselle epäolennainen pois. Aineiston klusteroinnissa eli ryhmittelyssä aineistosta koodatut alkuperäisilmaukset käytiin läpi tarkasti, ja aineistosta etsittiin sanakaltaisuuksia ja/tai eroavaisuuksia kuvaavia käsitteitä tai asioita. Samaa asiaa tarkoittavat käsitteet tai asiat ryhmiteltiin ja yhdistettiin luokaksi sekä nimettiin luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä. Aineiston klusteroinnista seurasi aineiston abstrahointi, jossa erotettiin tutkimuksen kannalta olennainen tieto ja valikoidun tiedon perusteella muodostettiin teoreettisia käsitteitä (Tuomi & Sarajärvi 2006).

Vastaukset luettiin kahteen kertaan ja sen jälkeen aineistosta muodostettiin sisältöluokat. Sisältöluokiksi valittiin erityisesti ne luokat, joita oli noussut esille aiemman tutkimuksen (Aksela & Juvonen 1999) yhteydessä. Tämä tehtiin siksi, että tulosten vertaaminen keskenään ja niistä tehtävät johtopäätökset olisivat luotettavia. Lisäksi muodostettiin myös uusia luokkia. Vastaukset jaettiin sisältöluokkiin ja niiden perusteella laskettiin frekvenssit ja prosentit.

6.2.1 Kohde

Tutkimuksen perusjoukkona oli matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL) jäsenrekisterissä olevat 2400 kemian opettajaa. Opettajat toimivat pääasiallisesti lukioissa, peruskoulussa, molemmissa tai jossain muualla. Muutama tutkimukseen osallistunut opettaja toimi ammattikorkeakoulussa, ammattiopistossa, kymppiluokalla tai kansanopistossa. Kolme opettajaa oli ollut jonkin aikaa eläkkeellä.

Tutkimukseen osallistui 162 kemian opettajaa kaikista Suomen maakunnista. Vastaajista naisia oli 120 (74 %) ja miehiä 41 (25 %), yksi vastaajista ei ilmoittanut sukupuoltaan. Vastaajat olivat pitkään toimineita kemian opettajia. Yli puolet (54 %) vastaajista oli toiminut opettajana yli kaksikymmentä vuotta, noin neljännes (28 %) 11 - 20 vuotta, 5-10 vuotta yhdeksän prosenttia ja 1-5 vuotta kahdeksan prosenttia. Kysymykseen vastasi 99,4 prosenttia tutkimukseen osallistuneista (161 opettajaa). Lähes puolet vastaajista (48 %) opetti kemiaa peruskoulun perusopetuksessa, noin kolmannes (31 %) opetti lukiossa ja 12 prosenttia opetti molemmissa. Vastaajista seitsemän prosenttia opetti jossain muualla kuin perusopetuksessa tai lukiossa. Kysymykseen vastasi 98 prosenttia tutkimukseen osallistuneista (159 opettajaa).

Suurimmassa osassa vastaajien kouluista (64 %) oli useita kemian opettajia. Vajaa viidennes (19 %) oli kouluja, joissa oli vain yksi kemian opettaja. Kaksi kemian opettajaa oli 16 prosentissa kouluista. Kysymykseen vastasi 99,4 prosenttia vastaajista (161 opettajaa). Noin kolmannes (36 %) vastaajista oli opettajia, joilla kemian osuus pidetyistä tunneista oli suurin lukuvuonna 2006 – 2007. Noin kolmanneksella kemian tuntien osuus oli toiseksi suurin (39 %). Kemian tuntien osuus opetettavista tunneista oli kolmanneksi suurin 17 prosentilla ja neljänneksi suurin 2,5 prosentilla. Vastaajista kuusi prosenttia ei opettanut kemiaa lainkaan lukuvuonna 2006 - 2007. Kysymykseen vastasi 99 prosenttia tutkimukseen osallistuneista (161 opettajaa).

Noin kolmannes (37 %) vastaajista opetti kemian lisäksi vain matematiikkaa. Vajaa kolmannes (27 %) vastaajista opetti kemian lisäksi matematiikkaa ja fysiikkaa. Vajaa viidennes (18 %) vastaajista opetti kemian lisäksi ainoastaan fysiikkaa. Muita opetettavia aineita olivat kemian lisäksi biologia ja tietotekniikka. Lukiossa suurin osa (61 %) opettajista opetti kemian lisäksi matematiikkaa (ks. taulukko 1.). Toiseksi yleisin yhdistelmä oli kemia, matematiikka ja fysiikka (15 %). Ainoastaan fysiikkaa kemian lisäksi opetti 10 prosenttia vastanneista lukio-opettajista. Aineyhdistelmää kemia, matematiikka, fysiikka, tietotekniikka tai kemian lisäksi jokin muu aine opetti viisi prosenttia vastanneista.

Perusopetuksessa suosituin aineyhdistelmä (38 %) oli kemia, matematiikka ja fysiikka. Fysiikka (26 %) ja matematiikka (19 %) olivat seuraavaksi yleisimmät opetettavat aineet kemian lisäksi. Vastaajista 13 prosenttia opetti neljää ainetta perusopetuksessa: kemiaa, matematiikkaa, fysiikkaa ja tietotekniikkaa. Pelkästään tietotekniikkaa tai jotain muuta kemian lisäksi opetti 3 prosenttia vastanneista. Muualla kuin perusopetuksessa tai lukiossa opettavista opettajista matematiikkaa kemian lisäksi opetti kaksi opettajaa, matematiikkaa ja fysiikkaa yksi opettaja, fysiikkaa yksi opettaja, biologiaa kaksi opettajaa, muuta viisi opettajaa ja lisäksi kaksi opettajaa opetti matematiikkaa, fysiikkaa ja tietotekniikkaa kemian lisäksi.

TAULUKKO 1. Kemian opettajan muut opetettavat aineet (n = 153; 94 %).

Kouluaste Aine/aineyhdistelmä kemian lisäksi	Lukio		Yläaste		Muu	
	f	%	f	%	f	%
Matematiikka	25	61	15	19	2	15
Matematiikka + Fysiikka	6	15	30	38	1	8
Fysiikka	4	10	21	26	1	8
Matematiikka + fysiikka + tietotekniikka	2	5	10	13	2	15
Biologia	2	5	0	0	2	15
Tietotekniikka	0	0	2	3	0	0
Muut	2	5	2	3	5	38
Yhteensä	41	100	80	100	13	100

Suurin osa vastaajista (41 %) oli suorittanut kemian laudatur -opinnot, noin kolmannes (33 %) cum laude approbaturin ja vajaa viidennes (17 %) approbaturin. Jatko-opintoja oli suorittanut kuusi prosenttia vastanneista ja jotain muuta täydennyskoulutusta 2,5 prosenttia. (Vrt. kappale 2.3) Kysymykseen vastasi 99,4 prosenttia (161 opettajaa).

Lähes puolet vastaajista (43 %) ei ollut käynyt lainkaan täydennyskoulutuksessa. Noin kolmannes (35 %) kävi koulutuksessa 1-4 kertaa vuodessa ja kerran vuodessa kävi 12 prosenttia vastaajista. Vastaajista yhdeksän prosenttia kävi useammin kuin neljä kertaa vuodessa täydennyskoulutuksessa. Kysymykseen vastasi 99,4 prosenttia tutkimukseen osallistuneista (161 opettajaa).

Vajaa kolmannes (28 %, ks. taulukko 2.) opettajista oli ollut täydennyskoulutuksessa, jossa oli käsitelty kokeellisuutta. Seuraavaksi eniten opettajien käymissä täydennyskoulutuksissa oli käsitelty ympäristökemiaa, ylioppilaskoetta, teknologiaa ja molekyyylimallinnusta. Muita aiheita täydennyskoulutuksessa on ollut muun muassa mikrokemia ja uusia tuulia opetukseen.

TAULUKKO 2. Kemian opettajien täydennyskoulutuksen aihepiirit (n = 79; 49 %).

Aihepiirit täydennyskoulutuksessa	f	% vastauksista
Kokeellisuus	22	28
Ympäristökemia	13	16
Ylioppilaskoe	11	14
Teknologia	10	13
Molekyyylimallinnus	10	13
Opetussuunnitelma	8	10
Muu	23	29

Vastaajien opetuspaikkakunnan asukasmäärä jakautui suurten ja pienten paikkakuntien kesken kohtalaisen tasaisesti (ks. taulukko 3.). Noin kolmannes (34 %) opetti paikkakunnalla, missä asukasmäärä oli 11 000 – 50 000. Vajaa kolmannes vastaajista toimi paikkakunnalla, minkä asukasmäärä oli yli 100 000. Yhtä suuri osa (14 %) vastaajista tuli

niiltä paikkakunnilta, joissa asukasmäärä oli 5000 – 10 000 tai 51 000 – 100 000 asukasta. Pienistä, alle 5000 asukkaan paikkakunnista oli vastaajia 11 prosenttia.

TAULUKKO 3. Vastaajien opetuspaikkakunnan asukasmäärä (n = 162; 100 %).

Asukasmäärä	f	% vastauksista
yli 100 000	43	27
51 000 - 100 000	23	14
11 000 - 50 000	55	34
5000 - 10 000	23	14
alle 5000	18	11
Yhteensä	162	100

Opettajista suurin osa työskenteli oppilasmäärältään keskikokoisessa koulussa: noin 70 prosenttia 100 – 500 oppilaan kouluissa ja viidennes (25 %) isoissa yli 500 oppilaan kouluissa. Alle 100 oppilaan kouluja edusti tutkimuksessa 2,5 prosenttia vastaajista (neljä opettajaa).

Noin kolmannes vastaajista (36 %, ks. taulukko 4.) kertoi koulussaan painotettavan kestävä kehitystä, joka pitää sisällään ympäristöön liittyvän painotuksen. Viidennes vastaajista (20 %) ilmoitti, ettei koulussa painoteta mitään erityisesti. Noin kymmenesosa vastaajista (13 %) vastasi koulussaan painotettavan kansainvälisyyttä. Muita painotuksia olivat muun muassa ilmaisutaito, mediakriittisyys, terveet elämäntavat, historia, taide ja musiikki. Monissa kouluissa painotettiin kaikkia tasaisesti.

TAULUKKO 4. Painotettavat aihekokonaisuudet/teemat kouluissa (n = 126; 78 %).

Painotusaiheet	f	% vastauksista
Kestävä kehitys	46	36
Ei painotusta	25	20
Kansainvälisyys	17	13
Yrittäjyys	19	8
Teknologia	9	7
Kokeellisuus	8	6
Muu	37	29

6.2.2 Menetelmä

Tutkimusotteeksi valittiin sekä kvantitatiivinen että kvalitatiivinen tutkimus ja tutkimusmenetelmäksi *survey* –tutkimus. Se on kyselyn muoto, jossa aineisto kerätään standardoidusti ja jossa koehenkilöt muodostavat otoksen tietystä perusjoukosta. Aineiston keruu standardoidusti *survey* –tutkimuksessa tarkoittaa kysymysten esittämistä täsmälleen samassa muodossa kaikille vastaajille. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007.)

Survey –tutkimuksen etuna voidaan pitää yleensä sitä, että sillä saadaan kerättyä laaja aineisto. Tutkimukseen voidaan saada paljon henkilöitä ja samalla kyselyllä voidaan kysyä monia asioita. Etuna on myös kyselyn tehokkuus ja tutkijan helppous kerätä aineisto. Myös lomakkeen huolellinen suunnittelu säästää aikaa ja vaivaa käsiteltäessä aineistoa, kun vastaukset voidaan suoraan siirtää tietokoneelle analysointia varten. (Hirsjärvi et al. 2007.)

Survey –tutkimuksessa on myös heikkouksia. *Survey* –tutkimusta toteutettaessa ei ole mahdollista varmistua siitä, miten tosissaan ja rehellisesti vastaajat vastaavat kyselyyn ja kuinka huolellisia he ovat vastatessaan. Aina ei ole myöskään selvää, miten onnistuneita vastausvaihtoehdot ovat vastaajan näkökulmasta ja miten väärinymmärryksiä voidaan kontrolloida. *Survey* –tutkimusta toteutettaessa ei aina voida myöskään tietää, miten tietoinen vastaaja on kysytystä aihealueesta. Kato eli vastaamattomuus voi jäädä suureksi joissakin tapauksissa. (Hirsjärvi et al. 2007.)

Kyselylomakkeessa oli sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia kysymyksiä yhteensä 49 kappaletta. Kvalitatiiviset kysymykset olivat avoimia kysymyksiä ja niitä lomakkeessa oli 24 kappaletta. Kvantitatiiviset kysymykset oli suljettuja tai osittain avoimia monivalintakysymyksiä ja niitä oli 25 kappaletta. Osittain avoimissa monivalintakysymyksissä oli strukturoitu osuus, missä oli annettu vastausvaihtoehdot valmiiksi ja avoin osuus, missä vastaajalla oli mahdollisuus ilmaista jokin muu vaihtoehto vastaukseen.

6.3 Luotettavuus

Tutkimuksen sisäinen validius tiedetään hyväksi, sillä aiemman tutkimuksen (Aksela & Juvonen 1999) tulosten analysoinnissa ei havaittu puutteita. Tutkimuksessa mitattiin juuri niitä asioita, joita tutkimuskysymyksissä määritettiin. *Survey* –tutkimuksessa mittarin kykyyn antaa tutkimuskysymyksiin päteviä vastauksia vaikuttaa se, miten hyvin kyselylomakkeen kysymykset onnistutaan laatimaan (Heikkilä 2001). Tutkimuksen ulkoinen validius varmistettiin lähettämällä kyselylomake suurelle määrälle (2400 opettajan lisäksi LUMA –uutiskirjeen sähköpostilistan käyttäjät) kemian opettajia. Tutkimuksessa ei päästy samalle ulkoisen pätevyyden tasolle kuin aikaisemmassa tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999). Cohenin, Mainion ja Morrisin (2000) mukaan tutkimusjoukko tulee olla vähintään 30, jotta voidaan saada luotettava tulos. Aikaisempaa tutkimusta vähäisempään vastaajamäärään on voinut vaikuttaa se, ettei lähetetyissä kyselylomakkeissa ollut postimerkein varustettua palautekuorta ja kyselytutkimuksen ajankohta oli helmikuu, jolloin ylioppilaskirjoitukset olivat meneillään lukioissa.

Luotettavuuteen vaikuttaa suuresti myös tutkijoiden huolellisuus. Tutkimuksessa pyrittiin työskentelemään järjestelmällisesti ja huolellisesti. Virheitä pyrittiin välttämään tarkastamalla tilasto-ohjelmiin koodatut tiedot ja uudelleen luokittelemalla kvalitatiivisten mittareiden antamat vastaukset.

Tutkimuksen otos vaikuttaa myös tutkimuksen luotettavuuteen. Otos ei saa olla vino eli epäedustava. Tutkimuksen otos valittiin perusjoukosta, kemian opettajista. Otoksen valintaa voidaan pitää sattumanvaraisena, sillä Matemaattisten aineiden opettajien liiton jäsenrekisteriin opettajat päätyvät oman ilmoittautumisen jälkeen.

Kyselylomakkeessa käytettiin avoimia ja suljettuja kysymyksiä. Joissakin suljetuissa kysymyksissä käytettiin järjestys- ja välimatka-asteikollisia mittareita. Likert –asteikot olivat viisiportaisia järjestysasteikkoja. Metsämuurosen (1996) Likert –asteikkoa pidetään välimatka-asteikkona, mutta tässä tapauksessa asteikko skaalattiin positiivisista

negatiivisiin, joten asteikkoa voidaan pitää järjestysasteikkona. (Metsämuuronen 2006.) Tuloksien esittelyssä käytetään frekvenssejä ja prosentuaalisia osuuksia vastanneista tulosten hahmottamisen helpottamiseksi. Frekvenssijakauma näyttää selkeästi vastausten jakautumisen eri sisältöluokkien tai vastausvaihtoehtojen välille, mutta se näyttää hyvin myös vastauksissa esille tulevat ääripäät.

Näkemyksiä kartoittavassa tutkimuksessa avoimien kysymysten runsas määrä lisää tutkimuksen luotettavuutta (Hirsjärvi et al. 2007). Avoimilla kysymyksillä annettiin vastaajille mahdollisuus ilmaista tunteitaan, näkemyksiään ja kokemuksiaan kysytystä asiasta. Opettajat pystyivät ilmaisemaan itseään monin sanoin ja tietämystään kysytystä asiasta. Avoimilla kysymyksillä annettiin mahdollisuus ilmaista, mikä on keskeistä ja merkityksellistä vastaajien mielestä.

Kyselylomakkeessa oli suljettujen tai osittain avointen kysymysten jälkeen jätetty mahdollisuus vastata vaihtoehdolla: Jotain muuta tai muuta mitä? Tällä haluttiin varmistaa, että vastaaja voi vastata kysymykseen siten kuten ajattelee, mikäli mikään annetuista vaihtoehdoista ei ole sopiva. Lisäksi joissakin kysymyksissä pyydettiin perusteluita annetuille vastauksille. Tällä haluttiin saada tarkempi ja laajempi kuva opettajan antamasta vastauksesta.

Aikaisempaan tutkimukseen verratut tulokset ovat suuntaa antavia. Tilastollisten analyysimenetelmien käyttö vertailun pohjana lisää luotettavuutta, mutta tutkijoille ei ollut mahdollista enää käyttää aikaisemman tutkimuksen SPSS –aineistoa, joten vertailu oli tehtävä kvalitatiivisella tasolla.

7 TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimus tulokset tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä.

7.1 Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen

7.1.1 Kemian kurssit ja valinnaiskurssit koulujen opetussuunnitelmissa

Suurin osassa (75 %) kemian opettajien kouluista kemian valinnaiskursseja valitsi alle viisi prosenttia koulun oppilaista (ks. taulukko 5.). Vastaajien kouluista kahdeksassa prosentissa kemian valinnaiskursseja valitsi 6 – 10 prosenttia koulun oppilaista ja saman verran oli kouluja, missä valinneiden osuus oli yli 20 prosenttia. Suurin kemian valinnaiskursseja valinneiden osuus yksittäisessä koulussa oli 60 prosenttia koulun oppilaista.

TAULUKKO 5. Valinnaiskursseja perusopetuksessa valinneiden osuus koulun oppilaista (n = 67; 41 %).

Valinnaiskursseja perusopetuksessa valinneiden osuus koulun oppilaista %	f	% vastauksista
0-5	50	75
6-10	5	8
Yli 20	5	8
11-15	2	3
16-20	2	3
Muu	3	5

Aikaisemman tutkimuksen tulosten mukaan perusopetuksessa valitsi keskimäärin noin seitsemän prosenttia koulun oppilaista kemian valinnaiskursseja (Aksela & Juvonen 1999).

Lukion tuloksissa oli hajontaa kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valinneiden osuudessa koulun oppilaista huomattavasti enemmän kuin perusopetuksessa (ks. taulukko 6.). Puolet vastaajista edusti kouluja, missä kemian valinnaiskursseja valitsi viidennes tai alle viidennes koulun oppilaista. Noin viidenneksessä (22 %) vastaajien kouluista syventäviä ja soveltavia kursseja valitsi 31 – 40 prosenttia koulun oppilaista. Vajaa

viidennes (17 %) vastaajista edusti kouluja, missä kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valitsi 21 – 30 prosenttia koulun oppilaista.

TAULUKKO 6. Syventäviä ja soveltavia kursseja lukiossa valinneiden osuus koulun oppilaista (n = 79; 49 %).

Valinnaiskursseja lukiossa valinneiden osuus koulun oppilaista %	f	% vastauksista
0-10	20	25
11-20	20	25
31-40	17	22
21-30	13	17
41-50	5	6
Muu	4	5

Aikaisempien tutkimuksentulosten mukaan lukiossa valitsi kemian valinnaiskursseja keskimäärin 24 % koulun oppilaista (Aksela & Juvonen 1999).

Suurin osa kouluista tarjosi kemian valinnaiskursseja koulukohtaisessa opetussuunnitelmassaan. Valinnaiskursseista tässä tutkimuksessa puhuttaessa tarkoitetaan perusopetuksessa valinnaiskursseja ja lukiossa kemian syventäviä sekä soveltavia kursseja. Perusopetuksessa opetussuunnitelmassa tarjottujen kemian valinnaiskurssien määrä vaihteli kouluittain (ks. taulukko 7.). Noin viidennes (22 %) vastaajista ilmoitti, että hänen koulussaan ei tarjota yhtään kemian valinnaiskurssia opetussuunnitelmassa. Vastaajista 16 prosenttia ilmoitti koulunsa tarjoavan yhden kemian valinnaiskurssin ja saman verran vastaajista ilmoitti koulunsa tarjoavan kolme kemian valinnaiskurssia opetussuunnitelmassa.

TAULUKKO 7. Perusopetuksessa opetussuunnitelmassa tarjottujen kurssien määrä (n = 83; 51 %).

Perusopetuksessa opetussuunnitelmassa tarjotut kemian kurssit	f	% vastauksista
Ei yhtään	18	22
Yksi	13	16
Kolme	13	16
3,5	11	12

Neljä	8	10
Kaksi	4	5
Viisi	4	5
Yli viisi	2	2
Muu	10	13

Lukiossa tarjottujen kurssien määrä oli suurimassa osassa lukioista suuri (ks. taulukko 8.). Lähes puolet (47 %) vastaajista ilmoitti, että heidän lukiossaan tarjotaan koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa 7 – 8 kemian kurssia. Noin viidennes (22 %) lukioista tarjosi 5 – 6 kemian kurssia opetussuunnitelmassaan. Opetussuunnitelmassa tarjotaan 9 – 10 kurssia 14 prosentissa vastaajien kouluista.

Opetussuunnitelmassa tarjotuista kursseista 5 – 6 kurssia toteutui noin kolmanneksessa (38 %) lukioista (ks. taulukko 9.). Hiukan vähemmän (35 %) oli niitä lukioita, missä toteutui 7 – 8 kurssia. Tarjotuista kursseista toteutui 3 – 4 kurssia 11 prosentissa lukioista ja lähes saman verran (8 %) oli lukioita, missä toteutui 9 – 10 kurssia.

TAULUKKO 8. Lukiossa tarjotut ja toteutuneet kemian kurssit (n (tarjotut) = 74; 46 %), n (toteutuneet) = 74; 46 %).

Kurssien määrä	Tarjotut		Toteutuneet	
	f	%	f	%
7-8	35	47	26	35
5-6	16	22	28	38
9-10	10	14	6	8
Yli 10	4	5	1	1
3-4	4	5	8	11
0	1	1	1	1
1-2	1	1	2	3
Muu	3	4	2	3

Lukioissa toteutui suuri määrä kemian valinnaiskursseja. Lähes puolet (45 %) lukioista toteutti kaikki heidän tarjoamansa kemian syventävät ja soveltavat kurssit (ks. taulukko 9.). Yli kolmannes (36 %) lukioista pystyi toteuttamaan tarjoamistaan kursseista 80 – 99 prosenttia. Lukioista 12 prosenttia pystyi toteuttamaan 70 – 79 prosenttia tarjoamistaan

kemian syventävistä ja soveltavista kursseista. Kolme prosenttia lukioista oli niitä, jotka pystyivät toteuttamaan 90 – 99 prosenttia tarjoamistaan kemian kursseista.

TAULUKKO 9. Kurssin toteutumisprosentti lukiossa.

Kurssin toteutumisprosentti lukiossa %	f	% vastauksista
100	33	45
80 – 89	24	33
70 – 79	9	12
<70	3	4
90 – 99	2	3
Muu	2	3

Aiemman tutkimuksen tulosten mukaan kemian valinnaiskursseja tarjottiin keskimäärin kaksi kurssia koulua kohti (Aksela & Juvonen 1999).

7.1.2 Kemian valinnais-, syventävät- ja soveltavat kurssit kouluissa

Suurin osa vastaajista (70 %) kertoi koulunsa tarjoavan työkurssin tai kokeellisen kemian kurssin opetussuunnitelmien perusteiden mukaisten kurssien lisäksi (ks. taulukko 10 a.). Kertauskurssi mainittiin 40 prosentissa vastauksista. Seuraavaksi eniten oli mainittu orgaanisen kemian tai biokemian kurssi. Muita kursseja oli lueteltu 183 kappaletta (ks. taulukko 10 b, osa mainituista muista kursseista).

TAULUKKO 10a. Kursseja valtakunnallisessa opetussuunnitelmassa mainittujen kurssien lisäksi.

Mainitut kurssit opetussuunnitelmassa	f	%	Aksela & Juvonen 1999 (%)
Työkurssi tai kokeellinen kemia	76	70	44
Kertauskurssi	43	40	10
Orgaaninen kemia tai biokemia	13	12	<10
Ympäristökemia	10	9	<10
Muu	67	62	30

TAULUKKO 10b. Muita mainittuja kursseja valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa mainittujen kurssien lisäksi (nimet on ilmaistu opettajien esittämässä muodossa) (n = 108; 67 %).

Kurssin nimi	Kurssin nimi	Kurssin nimi
Reaktio	Arkipäivän kemiaa	Science-luonnontiedekurssi
Makromolekyylit	Abikurssi	Kemian kokonaiskuva
Metallinelinkaari	Malu	Fysiikan ja kemia tutkimuskurssi
Ravintokemia	Tieteiden passikurssi	Kemian maailma
Hitech	Tiedekurssi	Teollisuusyhteistyökurssi
Biokemia	Teollisuus ja teknologia	Lukion keskeinen kemia
Laskennallisen kemian	Ympäristötieteen	Luonnontiedon historiaa
Teknologia	Makromolekyylien kemia	Ympäristökemia
Fysikaalinen kemia	Yliopistoyhteistyökurssi	Teollisuuskemia
kemiaa kaikkialla	Liusten salat selville	Kokeilevat kemistit
Kemisti kokeilee	Chemistry in laboratory	

7.1.3 Kurssit koulujen opetussuunnitelman perusteissa

Valinnaiskurssit oli valittu koulun opetussuunnitelman perusteisiin useista syistä (ks. taulukko 11.). Ylioppilaskirjoitukset oli suurin syy järjestää valinnaiskurssi. Ne oli mainittu (22 % vastauksista) yleensä kertauskurssin yhteydessä, jolla valmistaudutaan kirjoituksiin. Lähes yhtä moni vastaajista (20 %) ilmoitti kurssin järjestämisen syyksi kemian opetuksen määrän lisäämisen. Monessa vastauksessa kävi ilmi, että tavallisten kurssien aikana ei ehdi opettaa asioita riittävästi. Lisäkurseilla voidaan opettaa laajemmin ja siten auttaa oppilaita ymmärtämään kemiaa paremmin. Seuraavaksi yleisin syy oli kokeellisuuden lisääminen (14 % vastanneista). Vastauksissa korostui kokeellisuuden merkitys kemiassa ja opettajien halu tarjota oppilaille mahdollisuus tehdä kokeellisia kemian töitä. Koulun erityispainotus näkyi myös vastauksissa. Vastaajista 10 prosenttia ilmoitti tarjoavansa kurssia koulun luonnontiedepainotuksen vuoksi. Muina syinä (17 %) mainittiin muun muassa (i) opettajan halu järjestää kurssi, (ii) kurssin pitkät perinteet ja (iii) halu saada yhteinen kurssi jonkin muun aineen kanssa.

TAULUKKO 11. Syy valinnaiskurssien järjestämiseen (n = 87; 54 %).

Syy kurssin järjestämiseksi	f	%	Aksela & Juvonen 1999 (%)
Ylioppilaskirjoituksia varten	19	22	
Kemian opetuksen määrän lisäämiseksi	17	20	6
Kokeellisuuden lisäämiseksi	12	14	22
Koulun painotuksen vuoksi	9	10	
Kemiaa kiinnostuneille oppilaille	9	10	12
Syventävää opetusta oppilaille	9	10	18
Kurssia on pyydetty	6	7	18
Oppilaiden kiinnostuksen herättämiseksi	4	5	12
Jatko-opintojen vuoksi	1	1	10
Aihe on alueellisesti tärkeä			2
Muu	15	17	

7.1.4 Kemian opetusmahdollisuudet kouluissa

Opetusmahdollisuudet kouluissa vaihtelivat erinomaisista erittäin huonoihin riippumatta siitä, katsotaanko tilannetta välineiden, materiaalien vai tilojen suhteen. Suurin osa (58 %) lukio-opettajista koki opetusmahdollisuudet tilojen suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi (ks. taulukko 12.). Erittäin hyviksi opetusmahdollisuudet kokivat opettajista 18 prosenttia ja saman verran opettajia arvioi ne välttäviksi lukiossa. Erittäin huonoiksi opetusmahdollisuudet tilojen suhteen arvioi vastanneista kuusi prosenttia.

Suurin osa (80,7 %) perusopetuksessa opettavista opettajista arvioi opetusmahdollisuudet tilojen suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi. Erinomaisina opetusmahdollisuuksia tilojen suhteen piti yhdeksän prosenttia ja välttävinä 10,3 %. Yksikään opettaja perusopetuksessa ei arvioinut opetusmahdollisuuksia erittäin huonoiksi tilojen suhteen. Muissa kouluissa opettajat arvioivat opetusmahdollisuudet tilojen suhteen erinomaisiksi (8,3 %), hyviksi tai kohtuullisiksi (75 %), välttäviksi tai erittäin huonoiksi (8,3 %).

TAULUKKO 12. Kemian opetusmahdollisuudet tilojen suhteen (n = 140; 86 %).

Opetusmahdollisuudet tilojen suhteen							
Kouluaste		erinomaiset	hyvät	kohtuulliset	välttävät	erittäin huonot	yhteensä
Lukiossa	f	9	14	15	9	3	50
	%	18,0%	28,0%	30,0%	18,0%	6,0%	100,0%
Perusopetuksessa	f	7	31	32	8	0	78
	%	9,0%	39,7%	41,0%	10,3%	0%	100,0%
Muulla asteella	f	1	4	5	1	1	12
	%	8,3%	33,3%	41,7%	8,3%	8,3%	100,0%
Yhteensä	f	17	49	52	18	4	140
	%	12,3%	34,6%	37,0%	13,0%	3,1%	100,0%

Kemian opettajien arviot opetusmateriaaleista jakautui tasaisemmin kuin tilojen suhteen. Tulokset painottuvat kuitenkin kouluasteesta riippumatta hiukan huonompiin opetusmahdollisuuksiin (ks. taulukko 13.). Lukiossa opetusmahdollisuudet materiaalien suhteen arvioi hyviksi tai kohtuullisiksi 60 prosenttia vastanneista. Erinomaisina opetusmahdollisuuksia materiaalien suhteen piti 16 prosenttia ja välttävinä 24 % vastaajista. Yksikään lukio-opettaja ei arvioinut opetusmahdollisuuksia materiaalien suhteen erittäin huonoiksi.

Perusopetuksessa lähes puolet (48,7 %) vastaajista arvioi opetusmahdollisuudet kohtuullisiksi ja hyviksi noin neljännes (25,6 %) vastaajista. Erinomaisiksi opetusmahdollisuudet arvioivat perusopetuksessa 7,7 prosenttia ja välttäviksi 14,1 % vastaajista. Kolme opettajaa arvioi perusopetuksessa opetusmahdollisuudet erittäin huonoiksi materiaalien suhteen.

Muissa kouluissa opetusmahdollisuudet arvioi kohtuullisiksi tai hyviksi suurin osa (91,7 %) vastaajista ja loput (8,3 %) vastaajista arvioivat opetusmahdollisuudet välttäviksi materiaalien suhteen. Yksikään opettaja muissa kouluissa ei arvioinut opetusmahdollisuuksia materiaalien suhteen erinomaisiksi tai erittäin huonoiksi.

TAULUKKO 13. Kemian opetusmahdollisuudet materiaalien suhteen (n = 140; 86 %).

Opetusmahdollisuudet materiaalien suhteen							
Kouluaste		erinomaiset	hyvät	kohtuulliset	välttävät	erittäin huonot	yhteensä
Lukiassa	f	8	13	17	12	0	50
	%	16,0%	26,0%	34,0%	24,0%	0%	100,0%
Perusopetuksessa	f	6	20	38	11	3	78
	%	7,7%	25,6%	48,7%	14,1%	3,8%	100,0%
Muulla asteella	f	0	5	6	1	0	12
	%	0%	41,7%	50,0%	8,3%	0%	100,0%
Yhteensä	f	14	38	61	24	3	140
	%	10%	27,1%	43,6%	17,1%	2,2%	100,0%

Suurin osa lukion opettajista (68 %) arvioi opetusmahdollisuudet hyviksi tai kohtuullisiksi välineiden suhteen (ks. taulukko 14.). Erinomaisiksi opetusmahdollisuudet välineiden suhteen arvioi 10 prosenttia ja välttäviksi 20 prosenttia vastaajista. Yksi lukio-opettaja arvioi opetusmahdollisuudet välineiden suhteen erittäin huonoiksi.

Myös perusopetuksessa suurin osa (80,8 %) opettajista arvioi opetusmahdollisuudet välineiden suhteen kohtuullisiksi tai hyviksi. Erinomaisiksi perusopetuksen opettajista arvioi opetusmahdollisuudet 5,1 % ja välttäviksi 12,8 % vastaajista. Yksi perusopetuksen opettaja arvioi opetusmahdollisuudet erittäin huonoiksi välineiden suhteen. Muissa kouluissa vastaajista suurin osa (75 %) arvioi opetusmahdollisuudet välineiden suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi ja välttäviksi 25 prosenttia. Yksikään opettaja muissa kouluissa ei arvioinut opetusmahdollisuuksia välineiden suhteen erinomaisiksi tai erittäin huonoiksi.

TAULUKKO 14. Kemian opetusmahdollisuudet välineiden suhteen (140; 86 %).

Opetusmahdollisuudet välineiden suhteen							
Kouluaste		erinomaiset	hyvät	kohtuulliset	välttävät	erittäin huonot	yhteensä
Lukiossa	f	5	18	16	10	1	50
	%	10,0%	36,0%	32,0%	20,0%	2,0%	100,0%
Perusopetuksessa	f	4	28	35	10	1	78
	%	5,1%	35,9%	44,9%	12,8%	1,3%	100,0%
Muulla asteella	f	0	5	4	3	0	12
	%	0%	41,7%	33,3%	25,0%	0%	100,0%
Yhteensä	f	9	51	55	23	2	140
	%	6,4%	36,4%	39,3%	16,4%	1,4%	100,0%

Perustellessaan opetusmahdollisuuksia lähes neljännes (23 %, ks. taulukko 15.) vastaajista mainitsi koulunsa hyvät tilat, noin viidennes (21 %) mainitsi hyvät välineet ja vajaa viidennes (17 %) mainitsi hyvät materiaalit. Hyviä tiloja perustellessaan opettajat mainitsivat useimmin vasta tehdyn remontin. Myös vanhat tilat nähtiin hyviksi, mikäli ryhmäkoko ei ollut liian suuri. Eräs opettaja mainitsi opettavansa hyvissä tiloissa, mutta ei omassa koulussaan. Hän teki yhteistyötä ulkopuolisen tahon kanssa, jonka laboratoriota hän sai lainata.

Kaikki vanhat välineet eivät ole huonoja. Remontin yhteydessä useisiin kouluihin oli hankittu myös uudet välineet. Pääasia opettajien mielestä oli se, että välineitä oli riittävästi ja ne olivat ehjiä. Hyvien materiaalien osalta mainittiin yleisimmin se, että niitä oli riittävästi. Materiaalien laatuun ei kiinnitetty vastauksissa huomiota. Muissa perusteluissa tuotiin esille (i) kemian tuntien päällekkäisyys toisten kemian tai muiden kurssien kanssa, mikä estää tilojen käytön sekä (ii) remontit ja (iii) opetusluokan vaihtelu.

TAULUKKO 15. Perusteluja opetusmahdollisuuksiin (n = 101; 62 %).

Perustelut tilojen, välineiden ja materiaalien suhteen	f	% vastauksista
Hyvät tilat	23	23
Hyvät välineet	21	21
Hyvät materiaalit	17	17
Vanhat tilat	15	15
Vanhat välineet	14	14

Pienet tilat	13	13
Ei tiloja	11	11
Vähän välineitä	9	9
Niukasti materiaaleja	4	4
Muu	29	29

7.1.5 Kemian opetusryhmien koko kouluissa

Kemian opetusryhmien ryhmäkoko peruskoulussa oli lähes kaikissa kouluissa (96 %) alle 20 oppilasta (ks. taulukko 16.). Vajaa viidennes (18 %) vastaajista ilmoitti kemian ryhmäkoon olevan 11 – 15 oppilasta. Vain neljä prosenttia vastaajista ilmoitti heidän koulussaan olevan suurempia kuin 20 oppilaan ryhmiä.

TAULUKKO 16. Kemian ryhmien keskimääräinen oppilasmäärä perusopetuksessa (n = 103; 64 %).

Keskimääräinen oppilasmäärä kemian ryhmässä perusopetuksessa	f	% vastauksista
16 – 20	75	73
11 – 15	19	18
21 – 25	4	4
0 – 5	2	2
6 – 10	2	2
26 – 30	0	0
31 – 35	0	0
Muu	1	1

Lukiossa kemian opetuksen ryhmäkoossa oli suurinta vaihtelua (ks. taulukko 17.). Sitä selittää osaksi se, että vastaajat opettavat sekä pakollista 1. kurssia että vähemmän valittuja valinnaiskursseja. Neljännes vastaajista (25 %) opetti koulussa, missä kemian opetuksen ryhmäkoko oli 20 – 25 oppilasta. Lähes saman verran (22 %) oli kuitenkin opettajia, joilla ryhmäkoon vaihteluväli oli 30 tai yli 30 oppilaan ryhmiin. Vajaa viidennes (17 %) vastaajista opetti koulussa, missä kemian opetuksen ryhmäkoko oli 26 – 30 oppilasta ja saman verran oli vastaajia kouluista, missä ryhmäkoko vaihteli 16 – 20 oppilaaseen.

Vastaajista neljä prosenttia ilmoitti opettavansa kemiaa ryhmissä, minkä koko oli 31 – 35 oppilasta.

TAULUKKO 17. Kemian ryhmien keskimääräinen oppilasmäärä lukiossa (n = 76; 47 %).

Keskimääräinen oppilasmäärä kemian ryhmässä lukiossa	f	% vastauksista
21 - 25	19	25
Vaihteluväli yli 30:n	17	22
16 - 20	13	17
26 - 30	13	17
6 - 10	6	8
31 - 35	3	4
11 - 15	2	3
0 - 5	0	0
Muu	2	3

Lähes puolet (46 %) vastaajista piti 16 - 20 oppilaan kemian opetuksen ryhmäkoko sopivana perusopetuksessa (ks. taulukko 18). Pienemmän ryhmäkoon, 11 – 15 oppilasta ryhmässä, haluaisi 38 prosenttia vastaajista. Muut vaihtoehdot olivat ryhmäkooltaan 10 – 20 oppilasta.

TAULUKKO 18. Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko perusopetuksessa (n = 110; 68 %).

Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko perusopetuksessa	f	% vastauksista
16-20	50	46
11-15	42	38
6-10	6	5
0-5	3	3
21-25	0	0
26-30	0	0
Muu	9	8

Vastaajista yli puolet (55 %) kertoo sopivan kemian opetuksen ryhmäkoon lukiossa olevan 16 – 20 oppilasta (ks. taulukko 19.). Vajaa viidennes (17 %) vastaajista on sitä mieltä, että sopiva ryhmäkoko kemian opetuksessa olisi 21 – 25 oppilasta. 14 prosenttia haluaisi

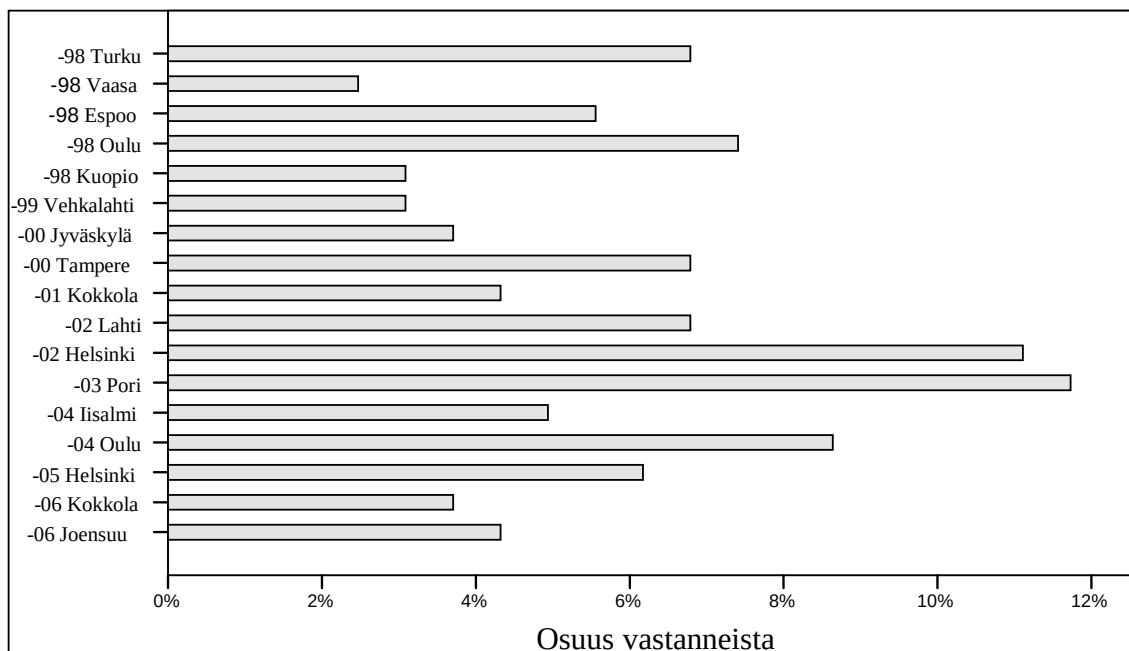
ryhmäkoon olevan 11 – 15 oppilasta. Muina sopivina ryhmäkokoina pidettiin 10 – 20 ja 15 – 25 oppilaan ryhmiä lukiossa. Nämäkin vaihtoehdot sisältyvät suurin osaan vastaajista.

TAULUKKO 19. Opettajien mielestä sopiva ryhmäkokoo lukiossa (n = 78; 48 %).

Opettajien mielestä sopiva ryhmäkokoo lukiossa	f	% vastauksista
16-20	43	55
21-25	13	17
11-15	11	14
6-10	3	4
0-5	0	0
26-30	0	0
Muu	8	10

7.1.6 Vastaajien osallistuminen Kemia tänään -tapahtumiin

Vastaajien osallistuminen Kemia tänään -tapahtumiin vaihteli vuosittain ja eri tapahtumissa paikkakuntien mukaan (ks. Kuvio 1.). Suurin osallistujamäärä vastaajista (12 %) oli vuonna 2003 järjestetyillä Porin *Kemia tänään* -päivillä. Vuotta aikaisemmin Helsingissä pidetyille päiville osallistui lähes yhtä paljon vastaajia. Yli puolet (59 %) vastaajista on osallistunut tapahtumiin. 41 prosenttia vastaajista ilmoitti, ettei ole osallistunut *Kemia tänään* -tapahtumiin.



KUVIO 1. Vastaajien osallistuminen Kemia tänään -tapahtumiin tapahtuma paikkakunnittain (n = 162;100 %).

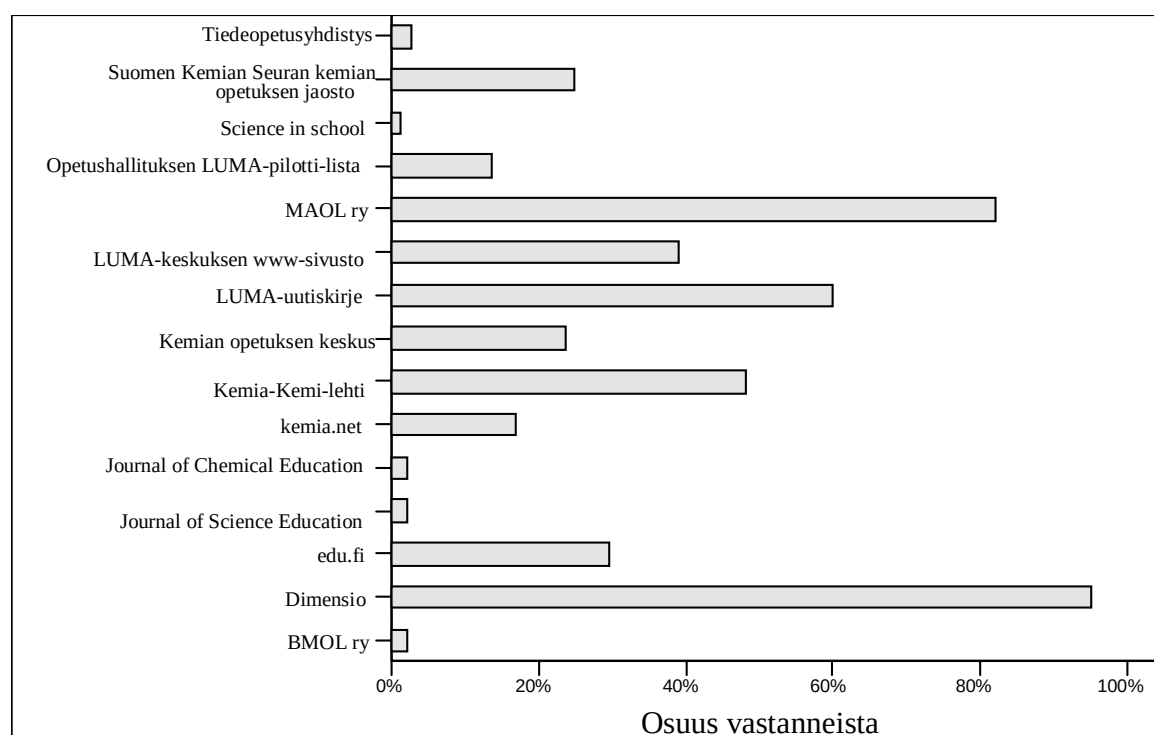
Suurin osa (73 %) opettajista, jotka eivät osallistunut *Kemia tänään* -tapahtumiin, eivät käy myöskään täydennyskoulutuksessa (ks. taulukko 20.). Kemia tänään -tapahtumiin osallistumattomista kerran vuodessa käy täydennyskoulutuksessa 9,1 prosenttia ja 1 - 4 kertaa noin 17 prosenttia. Useamman kerran vuodessa täydennyskoulutuksessa *Kemia tänään* -tapahtumiin osallistumattomista käy yksi opettaja.

TAULUKKO 20. Kemia Tänään -tapahtumiin osallistumattomien käynti täydennyskoulutuksessa (n = 66; 41 %).

Kemia tänään -tapahtumiin osallistumattomien käynti täydennyskoulutuksessa					
	1-4 kertaa	en ollenkaan	kerran vuodessa	useamman kerran vuodessa	Yhteensä
f	11	48	6	1	66
%	16,7%	72,7%	9,1%	1,5%	100,0%

7.1.7 Kemian opettajien seuraamat tiedotus- ja tukimateriaalit

Kemian opetukseen liittyvistä tuki- ja tiedotusmateriaaleista Dimensio -lehti oli seuratuin (yli 90 % vastaajista, ks. kuvio 2.). MAOL ry:n kautta tuleva materiaali ja tiedotus olivat toiseksi seuratuinta (yli 80 %). Kohtalaisen vasta perustettu LUMA -uutiskirje tavoittaa sekin kaksi kolmasosaa (n. 60 %) vastaajista. Kirje lähetetään noin sadalle tuhannelle opettajalle ja opetuksen ystävälle. Puolet vastaajista ilmoitti seuraavansa Kemia - Kemi -lehteä. Myös LUMA -keskuksen www -sivuja seuraa noin 40 prosenttia vastaajia. Muita materiaaleja ilmoitti seuraavansa 12 prosenttia (20 opettajaa) vastaajista. Muita materiaaleja taulukon ulkopuolelta, olivat Kemira ja Kemira -action, Kemilärarnas Resurscentrum, Kemira -lehti, Helsingin sanomat, TAT:n www -sivut ja Tiede -lehti.



KUVIO 2. Kemian opettajien seuraamat kemian opetukseen liittyvät tiedotus- ja tukimateriaalit.

7.1.8 Oppiainerajoja ylittävä yhteistyö

Puolet vastanneista (50 %, ks. taulukko 21.) kertoi tekevänsä biologian kanssa oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä. Yhteistyömuotoina olivat (i) vesitutkimukset ja muu ympäristöön liittyvä yhteinen opetus, (ii) yhteiset kurssit ja (iii) ihmisen biologiaan liittyvä yhteistyö. Vajaa viidennes (18 %) opettajista ei tehnyt minkäänlaista yhteistyötä muiden aineiden kanssa. Seuraavaksi eniten tehtiin yhteistyötä fysiikan ja kotitalouden kanssa. Fysiikan kanssa mainittiin tehtävän yhteistyötä joidenkin yhteisten työkurssien muodossa ja välineyhteistyönä. Kotitaloudessa yhteistyö painottui elintarvikkeiden ja ravintoaineiden kemiaan eli koski tiettyjä aihekokonaisuuksia. Muuna yhteistyönä mainittiin muun muassa opettajien välinen keskustelu ja ajatusten vaihto.

TAULUKKO 21. Opettajien tekemä yhteistyö yli oppiainerajojen (n = 122; 75 %).

Oppiainerajojen ylitys	f	% vastauksista
Biologian kanssa	61	50
Ei mitään yhteistyötä	22	18
Fysiikan kanssa	18	15
Kotitalouden kanssa	16	13
Kielten kanssa	8	7
LUMA -aiheinen yhteistyö	7	6
Matematiikan kanssa	6	5
Tietotekniikan kanssa	4	3
Muuta	22	18

7.1.9 Kemian opettajien tarvitsema koulutuksen ja tuen tarve jatkossa

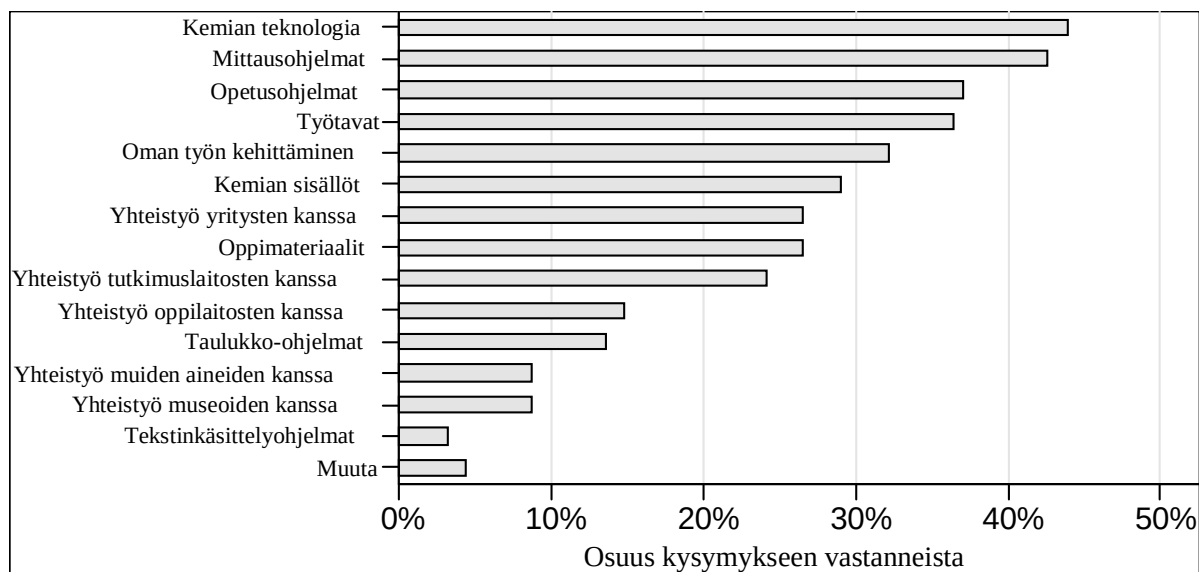
Täydennyskoulutusta tarvitaan lisää. Aihetoiveet jakaantuvat laajalle alueelle kemian opetusta (ks. kuvio 3.). Suurin osa (44 %) vastaajista tarvitsee koulusta kemian opetuksessa kemian teknologiaan liittyvissä asioissa. Aihealueena teknologiakoulutukseen korostui kaikenlainen aiheeseen liittyvä koulutus. Muita haluttuja aihealueita olivat muun muassa molekyylihallinnus ja biokemia. Lähes yhtä moni (43 %) tarvitsee koulutusta mittausohjelmien käytössä. Toivottuina aihealueina mittausohjelmia koskevaan koulutukseen kelpaa suurimalle osalle mikä vain aihe. Nimeltä mainittiin *Logger Pro*.

Vastaajista noin kolmannes sanoi tarvitsevansa koulutusta internetissä olevista opetusohjelmista (37 %) ja työtavoista (36 %). Internetissä oleviin opetusohjelmiin liittyvää koulutusta voisi pääosin opettajien mielestä olla mistä vain aiheesta. Vastauksissa kävi ilmi myös opettajien halu saada tietoa hyvistä opetusohjelmista.

Koulutusta työtavoista tarvitsee 36 prosenttia vastaajista. Työtapojen koulutuksen aihealue toiveita olivat muun muassa, verkko-opetus, mikrokemia, ongelman ratkaisu ja eriyttäminen. Oman työn kehittämiseen tarvitsee koulutusta noin kolmannes vastaajista (32 %). Oman työn kehittämiseen liittyvän koulutuksen aihealueina olivat muun muassa erityistä tukea tarvitsevien oppilaiden opetus, oppimaan oppimisen opetus ja uudet tuulet kemian opetuksessa. Erityistä tukea ja mukautusta haluttiin koulutusaiheeksi kolmessa vastauksessa.

Kemian sisältöihin liittyvää koulutusta haluaisi noin neljännes vastaajista (29 %). Koulutusta voisi olla bio- ja sähkökemiasta, kemiaan liittyvistä uutuuksista ja materiaalikemiasta. Yritysten kanssa tehtävästä yhteistyöstä toivottiin jonkinlaisia malleja, kuinka yhteistyötä voisi toteuttaa. Vastaajista noin neljännes (26 %) tarvitsee koulutusta yritysten kanssa tehtävään yhteistyöhön liittyen. Yhtä moni vastaajista tarvitsee internetissä oleviin oppimateriaaleihin liittyvää koulutusta. Tutkimuslaitosten kanssa tehtävään yhteistyöhön koulutusta tarvitsee vajaa neljännes (24 %) vastaajista. Aihealueeksi koulutukseen toivotaan uusia tutkimustuloksia ja lahjakkaiden opiskelijoiden huomioon ottamista.

Alle viidennes kysymykseen vastanneista (16 %) tarvitsee koulutusta yhteistyöstä oppilaitosten kanssa, taulukko-ohjelmista, yhteistyöstä muiden aineiden kanssa, yhteistyöstä museoiden kanssa tai tekstinkäsittelyohjelmista. Muita erityisiä koulutusaiheita olivat muun muassa REACH -ohjaus, oppimisympäristöt, kuten *Fronter*, kokeelliset työt ja demonstraatiot oppilaille tunnille teetettäväksi.



KUVIO 3. Kemian opettajien tarvitsema koulutus aihepiireittäin.

7.1.10 Muu tuen tarve jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen

Kemian opetuksen kehittämisen jatkoa ajatellen toivotuin tukimuoto on koulutuksen lisääminen (ks. taulukko 22.). Vastaajista noin neljännes (28 %) haluaisi tukea lisäkoulutuksen muodossa kemian opetuksen kehittämiseen jatkossa. Toiseksi halutuin tukimuoto on materiaalituki (17 %). Lähes yhtä moni vastaaja toivoi saavansa tukea ideoiden tai vertaistuen muodossa muilta kollegoilta. Muita tukimuotoja vastaajat luettelivat runsaasti (39 %). Niissä nousivat esille (i) taloudellinen tuki, (ii) tietoa kemian uusista tuulista, (iii) toimenpiteitä ryhmäkoon pienentämiseksi ja (iv) toimenpiteitä resurssien parantamiseksi.

TAULUKKO 22. Vastaajien haluamia tukimuotoja jatkossa kemian opetukseen (n = 82; 51 %).

Tukimuoto opetuksen kehittämiseen	f	% vastanneista
Koulutusta lisää	23	28
Materiaali tukea	14	17
Ideoita ja vertaistukea muilta	13	16
Materiaaleja internetiin	5	6
Muuta	32	39

7.1.11 Opinto-ohjaus kemian opetuksessa

Opinto-ohjaus kemian opetuksessa tapahtuu pääosin opettajan puheiden kautta (ks. taulukko 23.). Lähes puolet (48 %) kysymykseen vastanneista aktiivisista opettajista sanoi esittelevänsä opetuksen yhteydessä kemian alan työpaikkoja ja lähes yhtä moni (40 %) opettaja vastasi puhuvansa tai kannustavansa kemian alan jatko-opintoihin. Opettajista 11 prosenttia toi myös esille opetuksessaan kemian mahdollisuuksia yhteiskunnassa. Viisi prosenttia vastanneista opettajista ei sisällytä opintojen ohjausta omaan opetukseensa.

TAULUKKO 23. Opinto-ohjauksen näkyminen opetuksessa (n = 114; 70 %).

Opinto-ohjauksen näkyminen opetuksessa	f	% vastanneista
Opettaja esittelee kemian alan työpaikkoja	55	48
Opettaja puhuu/kannustaa jatko-opinnoista	46	40
Opettaja esittelee kemian mahdollisuuksia	14	12
Ei mitenkään	6	5
Opinto-ohjaaja hoitaa tehtävän	2	2
Muu	14	12

7.2 Kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen toteutuminen

Tutkimuksessa kartoitettiin valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden (LOPS 2004 & POPS 2004) toteutumista kouluissa kokeellisuuden osalta. Opettajilta kysyttiin kokeellisten töiden määrää kurssin aikana, perusteluja miksi he teettävät tai eivät teetä kokeellisia töitä oppilailla, kuinka he käytännössä järjestävät kokeellisen työskentelyn sekä minkälainen on heidän mielestään hyvä kokeellinen työ (liite 1, kysymykset 21 - 24). Lisäksi kokeellisuuteen liittyen kysyttiin, kuinka usein opettajat käyttävät tietokonemittausmahdollisuutta kemian opetuksessa ja miksi he käyttävät tai eivät käytä sitä (liite 1, kysymykset 25 a – c).

7.2.1 Kokeellisten töiden määrä kurssilla

Lähes kaikki (87,7 %) peruskoulun opettajat teettivät yli kuusi kokeellista kemian työtä kurssin aikana (ks. Taulukko 24.). Kuusi, kolme tai kaksi kokeellista työtä kurssin aikana teetti 3,5 prosenttia vastanneista. Vain yksi opettaja mainitsi, ettei teetä yhtään kokeellista kemian työtä kurssin aikana. Lukiossa kokeellisten töiden määrä oli lähes päinvastoin. Vain yksi opettaja mainitsi teettävänsä yli kuusi kokeellista työtä kurssin aikana. Suurin osa (77,1 %) lukionopettajista mainitsi teettävänsä kahdesta neljään kokeellista työtä kurssin aikana. Neljä lukion opettajaa ei teettänyt yhtään kokeellista työtä kurssin aikana. Kolmasosa (30 %) muissa kouluissa opettavista opettajista teetti yli kuusi kokeellista työtä kurssin aikana. Noin viidennes vastaajista kuvaili oppilastöiden määrää sanallisesti. Useimmat opettajat mainitsivat määrän riippuvan kurssista. Lähinnä peruskoulun opettajat sanoivat tekevänsä niitä jatkuvasti.

TAULUKKO 24. Oppilailla teetettyjen kokeellisten töiden määrä kurssilla (n = 102; 63 %).

Töiden määrä		Opetan kemiaa		
		perusopetuksessa	lukiossa	jossain muualla
en yhtään	f %	1 1,8%	4 11,4%	0 0%
yhden	f %	0 0%	0 0%	0 0%
kaksi	f %	0 0%	7 20,0%	1 10,0%
kolme	f %	2 3,5%	13 37,1%	1 10,0%
neljä	f %	2 3,5%	7 20,0%	2 20,0%
viisi	f %	0 0%	2 5,7%	0 0%
kuusi	f %	2 3,5%	0 0%	2 20,0%
yli kuusi	f %	50 87,7%	1 2,9%	3 30,0%
Työt tehdään pääosin työkurssilla	f %	0 0%	1 2,9%	1 10,0%
Yhteensä	f %	57 55,9%	35 34,3%	10 9,8%

7.2.2 Syyt kokeellisten töiden teettämiselle

Sekä perusopetuksessa (36 %) että lukiossa (24 %) tärkein perustelu kokeellisten töiden teettämiselle oli kemian oppiminen (ks. Taulukko 25.). Kokeellisten töiden yhteys teoriaan nähtiin sekä perusopetuksessa (16 %) että lukiossa (17 %) toiseksi tärkeimmäksi syyksi teettää kokeellisia oppilastöitä oppilailla. Kokeellisen työn asiayhteyttä havainnollistava vaikutus nähtiin myös syyksi teettää kokeellisia töitä oppilailla perusopetuksessa (12 %) ja lukiossa (14 %). Muita perusteluja olivat (i) töiden motivoiva vaikutus, (ii) taitojen oppiminen, (iii) kemia on kokeellinen luonnontiede, (iv) kokeellisuus kuuluu oleellisena osansa kemian opetukseen, (v) vaihtelu/mukavuus sekä (vi) opetussuunnitelman perusteiden vaikutus. Perustelut vaihtelivat suuresti.

TAULUKKO 25. Syyt kokeellisten töiden teettämiselle (n = 150; 93 %).

Perustelut	Lukio		Yläaste		Aksela & Juvonen 1999
	f	%	f	%	%
Kemian oppimisen vuoksi	14	24	37	36	29
Teoria yhteys	10	17	16	16	-
Havainnollistavuus	8	14	12	12	-
Motivoinnin vuoksi	3	5	9	9	40
Taitojen oppimisen vuoksi	5	9	6	6	6
Kemia on kokeellinen luonnontiede	3	5	6	6	-
Kuuluu olennaisena osana kemian opetukseen	6	10	1	1	10
Vaihtelu/mukavuus	3	5	4	4	3
Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa	1	2	5	5	-
Muu	5	9	7	7	12

7.2.3 Esteet kokeellisten töiden tekemiseen

Vastaajista lähes puolet (46 %) sanoivat ajan puutteen olevan suurin syy kokeellisten töiden tekemättömyyteen (ks. taulukko 26.). Jokainen opettaja saa itse suunnitella opetuksensa ja sen aikataulun. Noin kolmannes (36 %) vastaajista mainitsi syyksi resurssit. Resurssit

pitävät sisällään materiaalit, tilat ja välineet. Viidennes vastaajista (21 %) mainitsi ryhmäkoon suuruuden syyksi kemian kokeellisten töiden teettämättömyyteen. Muita syitä olivat muun muassa opettajan oma epävarmuus ja "liiallinen sähläys" luokassa.

TAULUKKO 26. Miksi kemian opettajat eivät teetä kokeellisia oppilastöitä (n = 28; 17 %).

Perustelut	f	% vastauksista
Ajan puute	13	46
Resurssit	10	36
Ryhmäkokoo	9	21
Muut	7	25

7.2.4 Kokeellinen työskentely käytännössä

Kemian opettajat järjestivät kokeellisen työskentelyn käytännössä monella tavalla (ks. taulukko 27.). Yleisimpiä työskentelytapoja olivat parityöt (38 %) ja pienryhmätyöt (27 %). Ryhmän oppilasmäärän jakaminen kahteen osaan, tunnin pito laboratorioluokassa sekä työpistetyöskentely ja muu yhteistoiminnallinen työskentely olivat yhtä käytettyjä järjestelyjä (10 – 11 %). Ryhmän oppilasmäärän jakaminen kahteen osaan tapahtui usein järjestämällä toinen puoli luokasta tekemään jotain muuta sillä aikaa (yleensä teorian opiskelua eri tilassa), kun toinen osa oppilaista tekee kokeellisia töitä. Vaihto tapahtui yleensä saman tunnin aikana, tunnin puolesta välissä.

Työskentelytavan valintaan vaikuttivat opettajien mukaan etukäteisvalmistelut, tilat, välineet, materiaalit, tunnin pituus ja tehtävä työ. Muutama opettaja mainitsi lisäksi kotona tehtävät työt. Etukäteisvalmistelut mainitsivat kahdeksan prosenttia opettajista. Niillä he tarkoittivat sitä, että he itse valmistelevat suurimman osan kokeellisista töistä. Vastaajista 19 prosenttia mainitsivat kokeellisuuden järjestelyihin liittyvän myös tulosten pohdinta tai työselostuksen laadinta. Muita järjestelyjä olivat työstä riippuvat tavat toteuttaa kokeellisia töitä ja kemian kaksoistunnit, joiden aikana kokeelliset työt tehtiin pääasiassa.

TAULUKKO 27. Miten kemian opettajat järjestävät kokeellisen työskentelyn käytännössä (n = 145; 90 %).

Järjestelyt	f	% vastauksista	Aksela & Juvonen 1999 (%)
Parityöskentely	55	38	37
Pienryhmätyöskentely	39	27	25
Luokan kahtia jakaminen	16	11	6
Työpestyöskentelynä ja muu yhteistoiminnallisuus	15	10	11
Laboratorioluokassa	14	10	-
Muu	3	21	20

7.2.5 Hyvä kokeellinen työ

Hyvä kokeellinen työ tukee opettajien mukaan teorian oppimista (ks. taulukko 28.). Perusopetuksen opettajista 19 prosenttia ja lukion opettajista 30 prosenttia koki hyvän kokeellisen työn tukevan teoriaa. Perusopetuksen opettajista 17 prosenttia ja lukion opettajista 19 prosenttia oli sitä mieltä, että hyvässä kokeellisessa työssä on havaittava muutos tai loppu. Työn tulisi olla myös selkeä ja ajallisesti lyhyt opettajien mielestä. Ainoastaan neljä prosenttia sekä perusopetuksen että lukion opettajista koki hyvään kokeelliseen työhön kuuluvan pohdintaosuuden. Muuta hyvään kokeelliseen työhön kuuluvaa on muun muassa: (i) työn tulisi jättää ”muistijälki” oppilaan mieleen, (ii) töiden kautta tulisi luoda yhteys arkipäivään, (iii) työn todenmukaisuus ja (iv) haasteellisuus.

TAULUKKO 28. Hyvään kokeelliseen työhön kuuluvat asiat kemian opettajan mielestä (n = 140; 86 %).

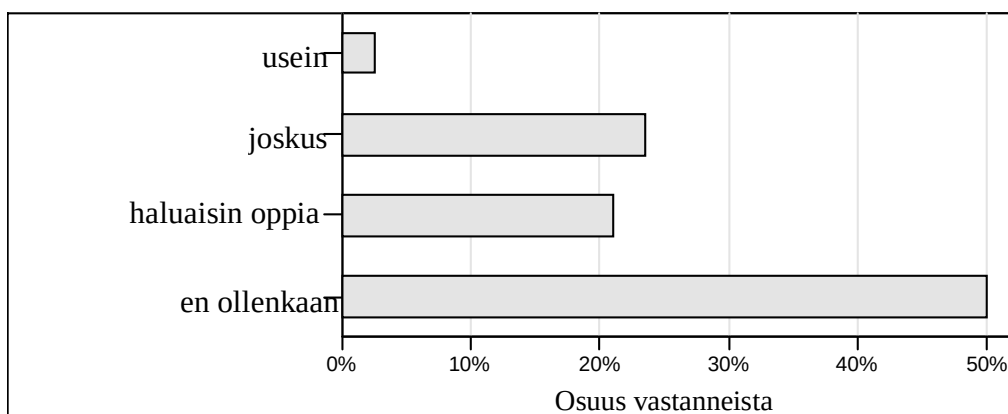
	Lukio		Yläaste	
Hyvä kokeellinen työ	f	%	f	%
Tukee teoriaa	23	30	25	19
Havaittava loppu/muutos	8	10	22	17
Selkeä	8	10	20	15
Lyhyt	10	13	10	8
Työ on onnistunut	2	3	14	11
Opettavainen	9	12	4	3
Yksinkertaiset välineet	3	4	6	5
Yksinkertainen	5	6	7	5
Työn lopussa on pohdintaosuus	3	4	5	4

Turvallinen	0	0	7	5
Monipuolinen	0	0	3	2
Muu	6	8	10	8
Yhteensä	77	37	133	63

7.2.6 Tietokoneavusteisen kokeellisuuden hyödyntäminen opetuksessa

Puolet (50 %) vastanneista opettajista ei käytä lainkaan tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa (ks. kuvio 4.). Vain neljä opettajaa sanoi käyttävänsä usein tietokonemittausmahdollisuutta kemian opetuksessa. Joskus tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa käytti noin neljännes (24 %, 38 opettajaa) vastaajista. Vastaajista noin viidennes (21 %) haluaisi oppia käyttämään tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa.

Perusteluissa, miksi opettajat käyttivät tietokonemittausmahdollisuuksia, tuotiin esille seuraavat asiat: (i) graafisen esitysten selkeys, (ii) havainnollistavuus ja (iii) tulosten saannin nopeus. Perusteluja lisäsi 22 prosenttia tutkimukseen osallistuneista opettajista (35 opettajaa).



KUVIO 4. Tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntäminen kemian opetuksessa (n = 157; 97 % vastaajista).

7.2.7 Esteet tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntämiselle

Suurin osa vastaajista (63 %) esitti tietokonemittausmahdollisuuksien käyttämättömyydelle syyksi laitteiston puutteen (ks. taulukko 29.). Toiseksi yleisin syy (12 %) tietokonemittausmahdollisuuksien käyttämättömyydelle oli opettajilta puuttuva tieto ja taito laitteiden käyttöön. Osa vastaajista (10 %) jätti käyttämättä tietokonemittausmahdollisuutta kemian opetuksessa ajatellen, että opetus on parempaa ilman laitteita. Lähes yhtä moni opettaja (7 %) ajatteli kemian sisältöjen hukkuvan laitteiden käytön taakse.

TAULUKKO 29. Esteet, miksi opettajat eivät käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa (n = 122; 75 %).

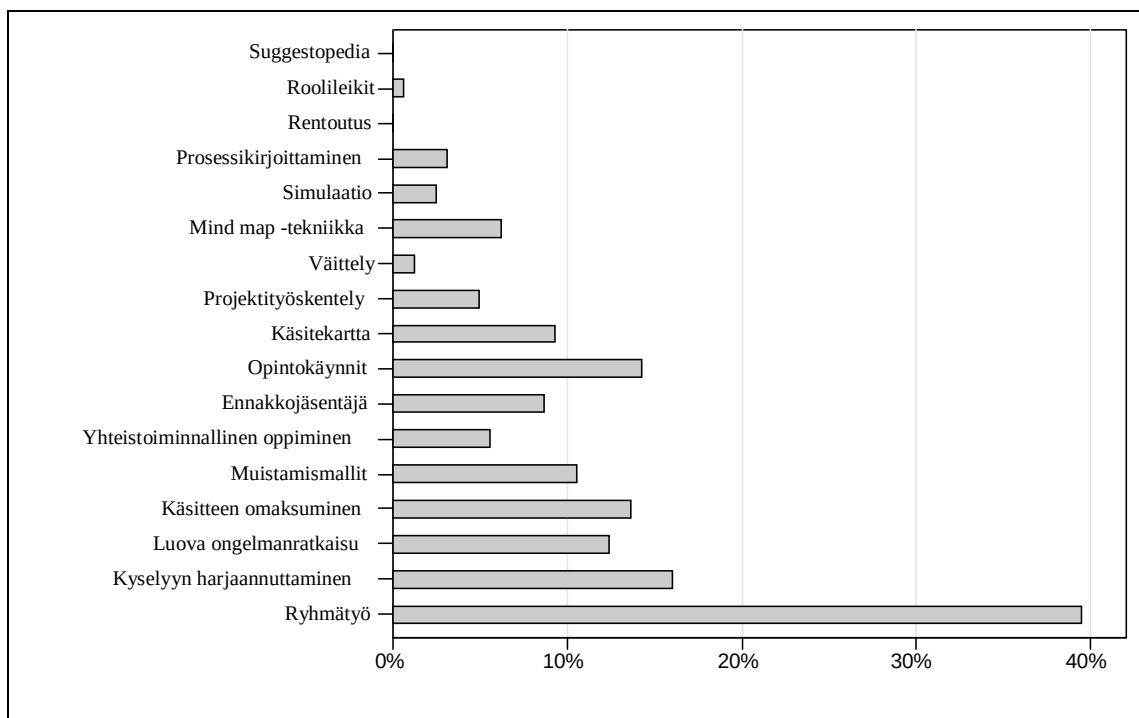
Syy käyttämättömyyteen	f	% vastanneista
Ei ole laitteita/ohjelmia	77	63
Ei ole tarvittavia taitoja	15	12
Opetus parempaa ilman laitteita	12	10
Sisällöt hukkuvat laitteiden taakse	9	7
Muu	17	14

7.3 Työtavat kemian opetuksessa

Tutkimuksessa kysyttiin opettajilta eri työtapojen käyttöä kemian opetuksessa valmiita vaihtoehtoja sisältäneillä kysymyksillä. Lomakkeessa (liite 1.) oli 17 työtapaa ja lisäksi mahdollisuus lisätä muita omia vaihtoehtoja.

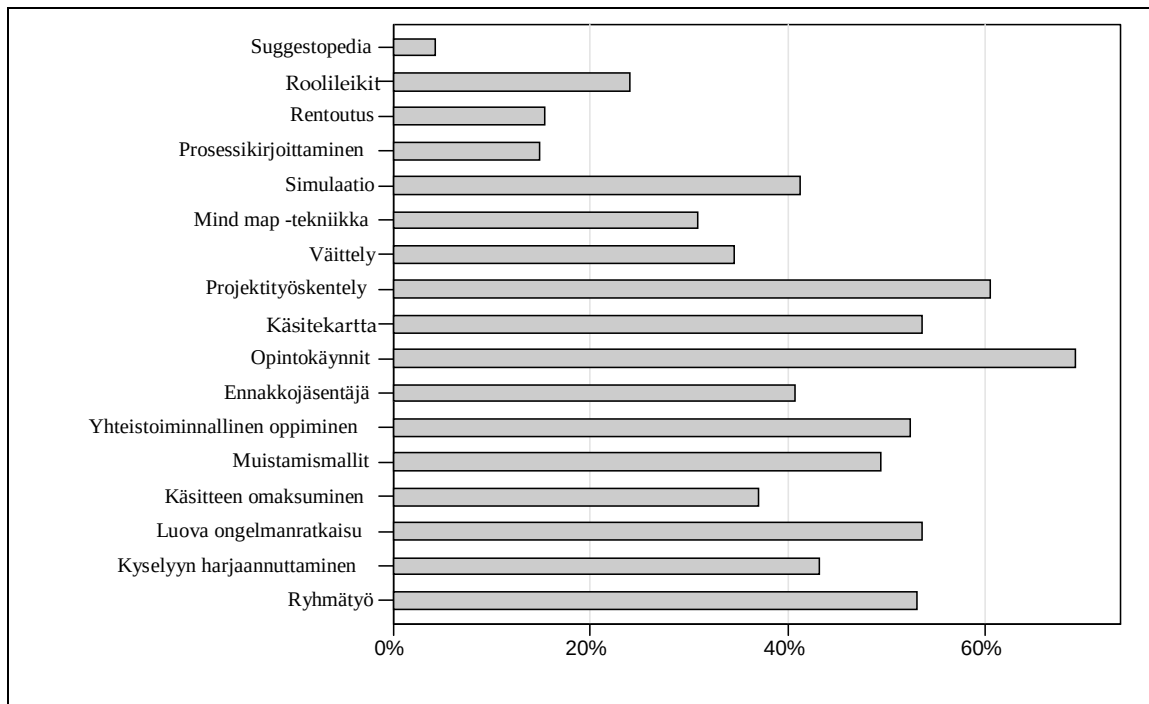
Lähes neljäkymmentä prosenttia (39,6 %) opettajista käytti opetuksessaan jatkuvasti tai usein ryhmätyötä (ks. kuvio 5.). Kyselyyn harjaannuttaminen, luova ongelmanratkaisu, käsitteen omaksuminen, muistamismallit, opintokäynnit ja käsitekartta olivat työtapoja, joita käytti jatkuvasti tai usein 10 – 20 prosenttia opettajista. Muita työtapoja käyttivät jatkuvasti tai usein kutakin työtapaa alle kymmenen prosenttia opettajista. Lisäksi opettajat mainitsivat käyttävänsä jatkuvasti tai usein muun muassa seuraavia menetelmiä:

hahmottavaa lähestymistapaa, teemaopiskelua, oppimisalustaa ja perinteistä puhe sekä taulumuistiinpano -menetelmää.



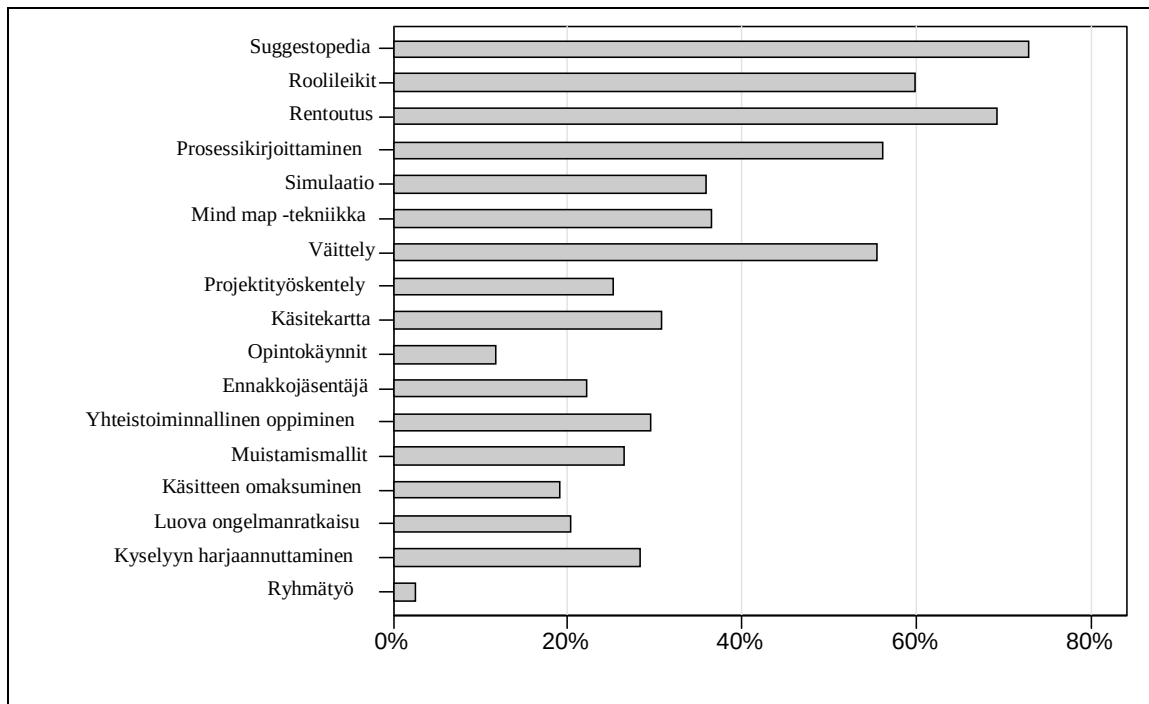
KUVIO 5. Jatkuvasti tai usein käytetyt työtavat kemian opetuksessa.

Kuviossa 6. on esitetty satunnaisesti käytetyt työtavat. Niistä yleisin oli opintokäynnit. Puolet opettajista ilmoitti käyttävänsä satunnaisesti myös ryhmätyötä, luovaa ongelmanratkaisua, yhteistoiminnallista oppimista ja käsitekarttaa. Suurinta osaa työtavoista opettajat käyttivät satunnaisesti. Satunnaisesti käytetyistä työtavoista väittelyä satunnaisesti käyttävien opettajien osuus on pienentynyt noin 10 prosenttia verrattuna aikaisempaan tutkimukseen. Lisäksi opettajat mainitsivat käyttävänsä satunnaisesti muun muassa seuraavia työtapoja: videoita, opettajan alustuksia, demonstraatioita ja pelejä.



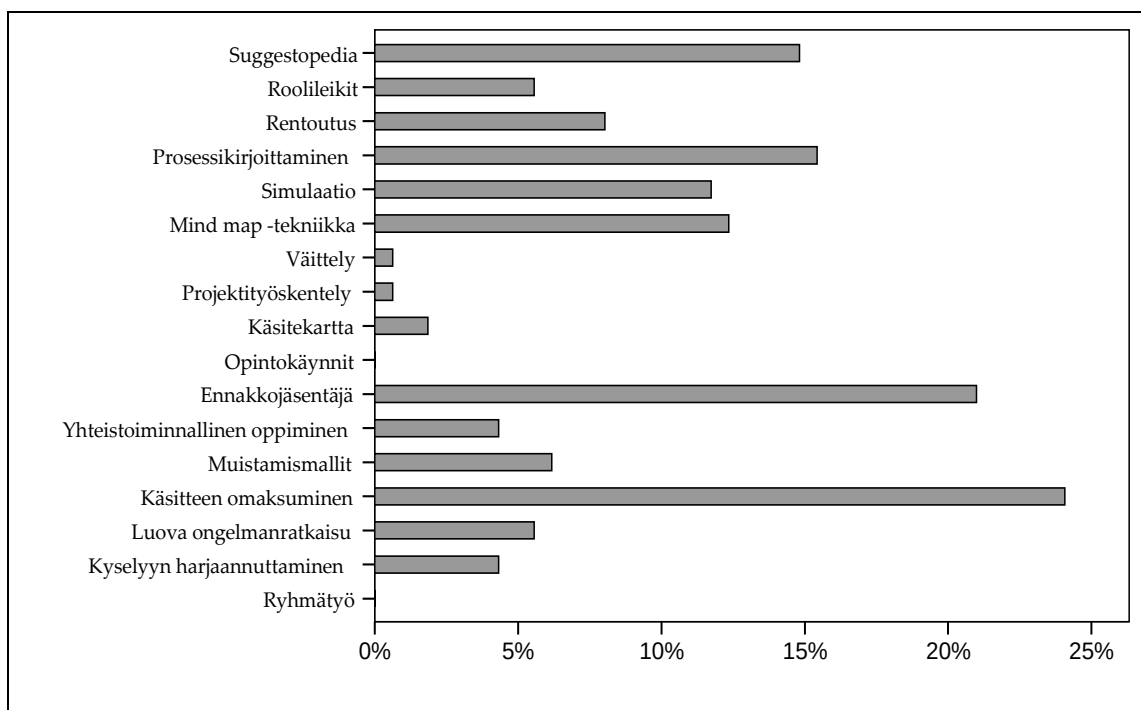
KUVIO 6. Satunnaisesti käytetyt työtavat kemian opetuksessa

Kuviossa 7. on esitetty työtavat, joita opettajat eivät käyttäneet koskaan opetuksessaan. Suggestopedia ja rentoutus olivat työtapoja, joita suurin osa (noin 70 %) opettajista eivät käytä opetuksessaan. Yli puolet opettajista ei käytä myöskään prosessikirjoittamista, roolileikkejä ja väittelyä koskaan opetuksessaan. Tulos oli suunnilleen sama vuonna 1998 (Aksela & Juvonen 1999).



KUVIO 7. Työtavat, joita kemian opettajat eivät olleet koskaan käyttäneet opetuksessa

Noin viidennes opettajista vastasi, ettei tunne ennakkojäsentäjää ja käsitteen omaksumista työtapana (ks. kuvio 8.). Suggestopedia ja prosessikirjoittaminen olivat seuraavaksi oudoimmat työtavat. Ryhmätyö ja opintokäynnit olivat parhaiten tunnetut työtavat.



KUVIO 8. Työtavat, joita kemian opettajat eivät tunteneet.

7.4 Teknologian ja erilaisen yhteistyön näkyminen kemian opetuksessa

7.4.1 Teknologia opettajien määrittelemänä

Kemian opettajien määritelmät kysytystä kemian teknologiasta olivat hyvin kirjavia (ks. taulukko 30.). Neljännes (25 %) määritelmistä olivat sellaisia, missä tuli esille kemian teollisuus. Siinä olivat mukana kemian prosessit, tutkimustulosten soveltaminen kemian teollisuudessa ja laitteiden sekä teknologian soveltaminen teollisuudessa. Lähes saman verran (24 %) oli määritelmiä, missä tuli esille kemian soveltaminen yleensä. Tämä tarkoitti kemian tietojen ja taitojen soveltamista. Kemian teknologian määritelmissä nousivat laitteet myös esille (19 %). Niissä mainittiin mittausvälineistöä ja kemiassa käytettävät laboratorio- ja apuvälineet. Muita määritelmissä esille tulleita asioita oli runsaasti. Vastauksissa selvästi tuli esille kemian teknologian määrittelemä uutena asiana kemian opettajilla. Vastaukset olivat lähinnä luetteloita asioista, mitä vastaajien mielestä kuuluu kemian teknologian määritelmiin.

TAULUKKO 30. Vastaajien kemian teknologian määritelmissä esille tulleet asiat (n = 101; 62 %).

Määritelmässä esille tulleet asiat	f	% vastauksia
Kemian teollisuus	25	25
Kemian soveltaminen	24	24
Laitteet	19	19
Kemian innovaatiot	8	8
Kemian tutkimus	7	7
Tietokone	5	5
Mallinnus	3	3
En tiedä/osaa	2	2
Muu	25	25

7.4.2 Teknologian näkyminen opetuksessa

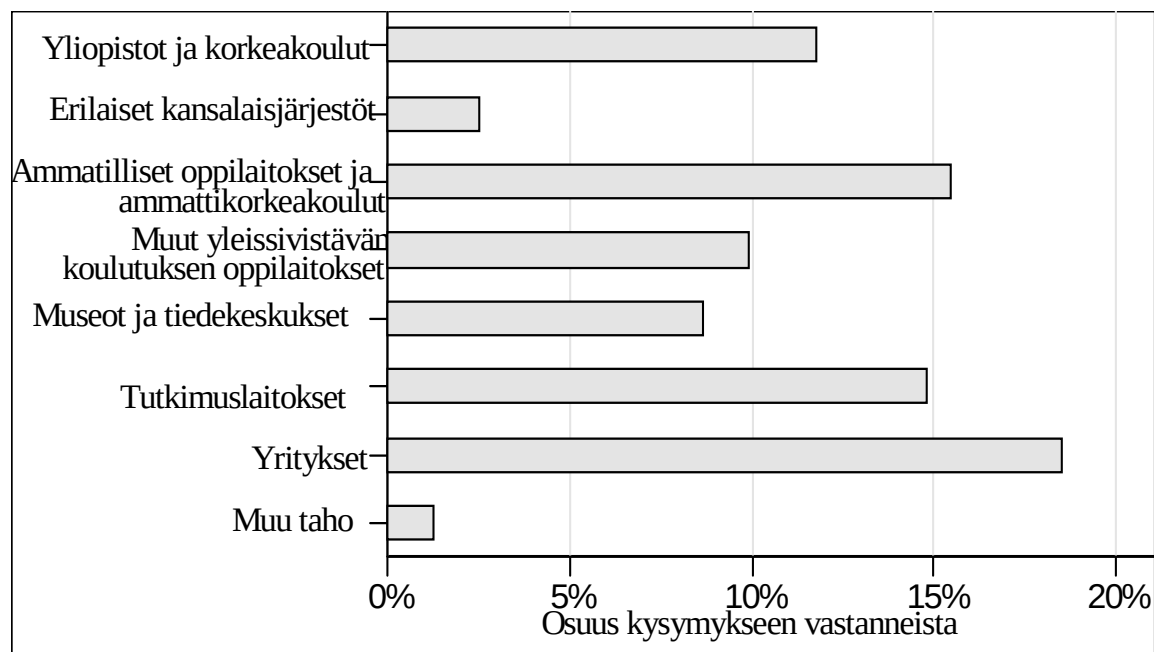
Kemian teknologia on opetuksessa esillä monella eri tavalla (ks. taulukko 31.). Suurin osa vastaajista (20 %) vastasi, että kemian teknologia tulee esille opetuksessa opettajan puheissa. Teknologia näkyy myös yritysvierailujen yhteydessä (17 %) ja videoiden sekä lehtileikkeiden kautta (13 %). Osa vastaajista (9 %) sanoi, että kemian teknologia ei kuulu mitenkään heidän opetukseensa. Lähes yhtä suuri osa (8 %) vastaajista sanoi teknologian olevan liian vähän heidän opetuksessaan. Muita mainintoja (16 %), kuinka kemian teknologia kuuluu vastaajien opetukseen, olivat muun muassa: (i) työ- ja ajattelutapoina, (ii) koko ajan ja kaikissa kursseissa sekä (iii) teknologian näkyminen opetuksen taustalla.

TAULUKKO 31. Kuinka kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa (n = 102; 63 %).

Kemian teknologian näkyminen opetuksessa	f	% vastauksia
Opettajan puheissa	20	20
Yritysvierailujen yhteydessä	17	17
Videoiden ja lehtileikkeiden kautta	13	13
Laitteiden käyttönä ja niiden opetteluna	10	10
Kemian sovelluksissa ja yhteydessä arkielämään	9	9
Ei näy mitenkään	9	9
Kemian prosessien kautta	8	8
Tietotekniikan hyödyntämisessä	8	8
Liian vähän näkyy	8	8
Kirjan kautta	6	6
Muu	16	16

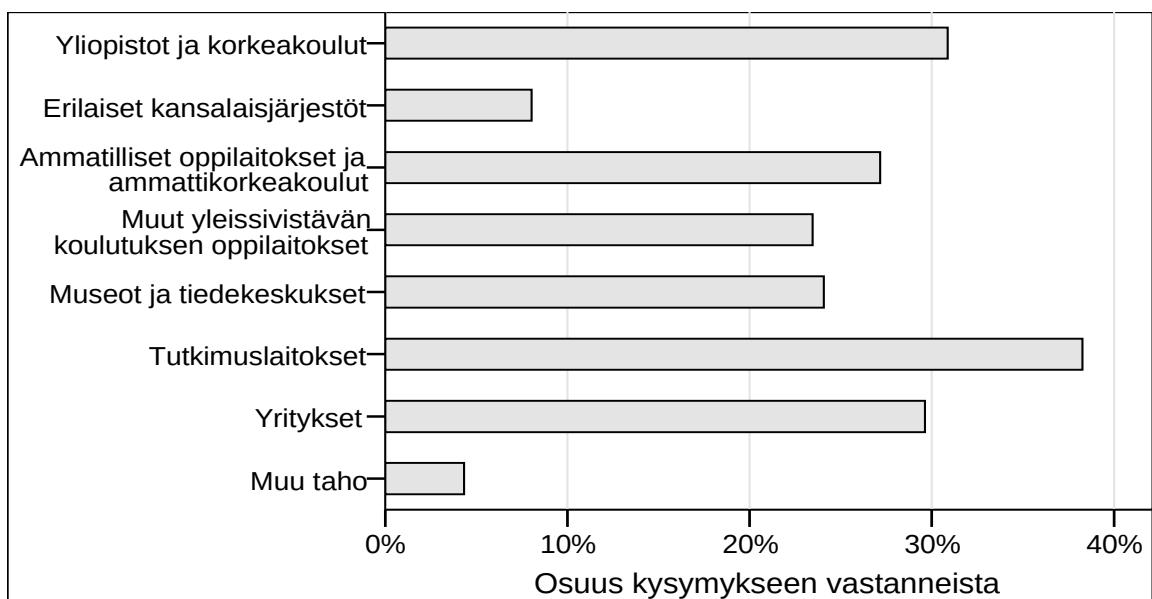
7.4.3 Yhteistyön hyödyllisyys

Tutkimuksessa kartoitettiin tilannetta kemian opettajien tekemästä yhteistyöstä ulkopuolisten tahojen kanssa. Lähinnä selvitettiin seuraavia asioita: mitä, millaista yhteistyötä ja miten sitä tehdään. Kahdella kysymyksellä kerättiin tietoa yhteistyön tavoitteista ja niiden toteutumisesta. Lisäksi kerättiin tietoa opettajien esittämistä tukimuodoista ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävään yhteistyöhön. Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävän yhteistyön opettajat näkivät kokonaisuudessaan hyödylliseksi (ks. kuviot 9. - 13.). Erittäin tärkeänä yhteistyötä yritysten kanssa pitivät vastaajista lähes viidennes (19 %). Yhteistyötä ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen (15 %) sekä tutkimuslaitosten (15 %) kanssa pitivät erittäin tärkeänä vastaajista yhtä suuri osa. Yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa yhteistyötä pitivät erittäin tärkeänä vastaajista 12 prosenttia. Muita tahoja, joiden kanssa yhteistyötä pidettiin erittäin tärkeänä, olivat muun muassa: kemikaalivirasto, vanhemmat ja kaupungin organisaation osat esim. tekninen virasto.



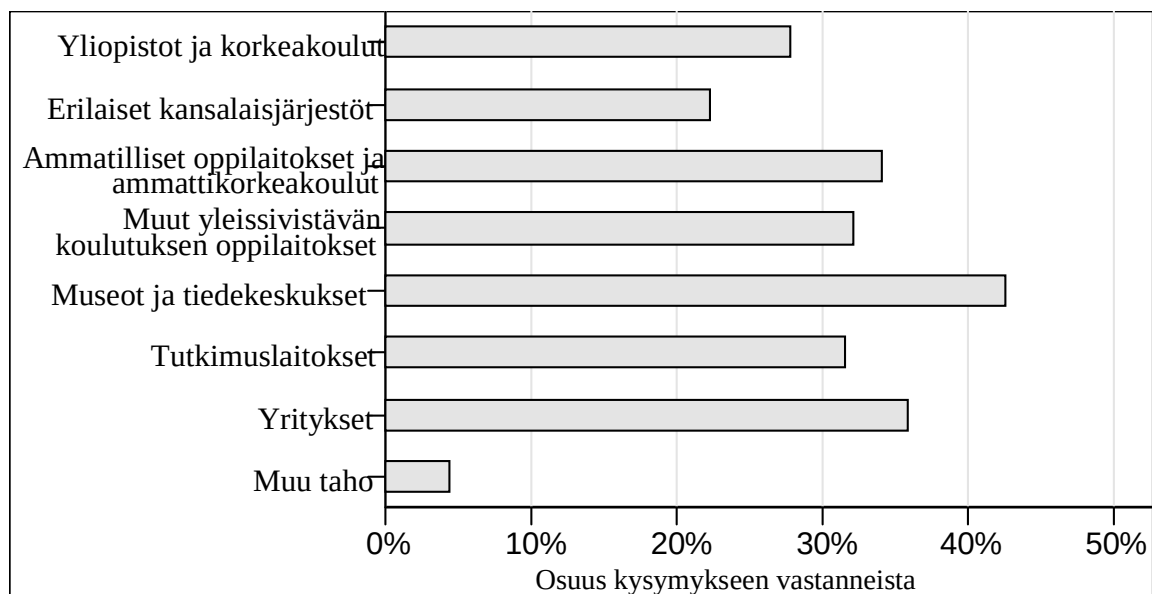
KUVIO 9. Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään erittäin tärkeänä.

Vastaajista noin kolmannes (38 %) pitivät tutkimuslaitosten kanssa tehtävää yhteistyötä tärkeänä. Tärkeänä yhteistyön yliopistojen ja korkeakoulujen (31 %) sekä yritysten (30 %) kanssa kokivat vajaa kolmannes vastaajista. Lähes yhtä suuri osa (27 %) vastaajista piti tärkeänä yhteistyötä ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa. Muita yhteistyötahoja, joiden kanssa yhteistyötä pidettiin tärkeänä, olivat muun muassa: matemaattisten opettajien liitto (MAOL), säteilyturvakeskus, julkinen sektori, apteekki, urheiluseurat ja kansainväliset tahot.



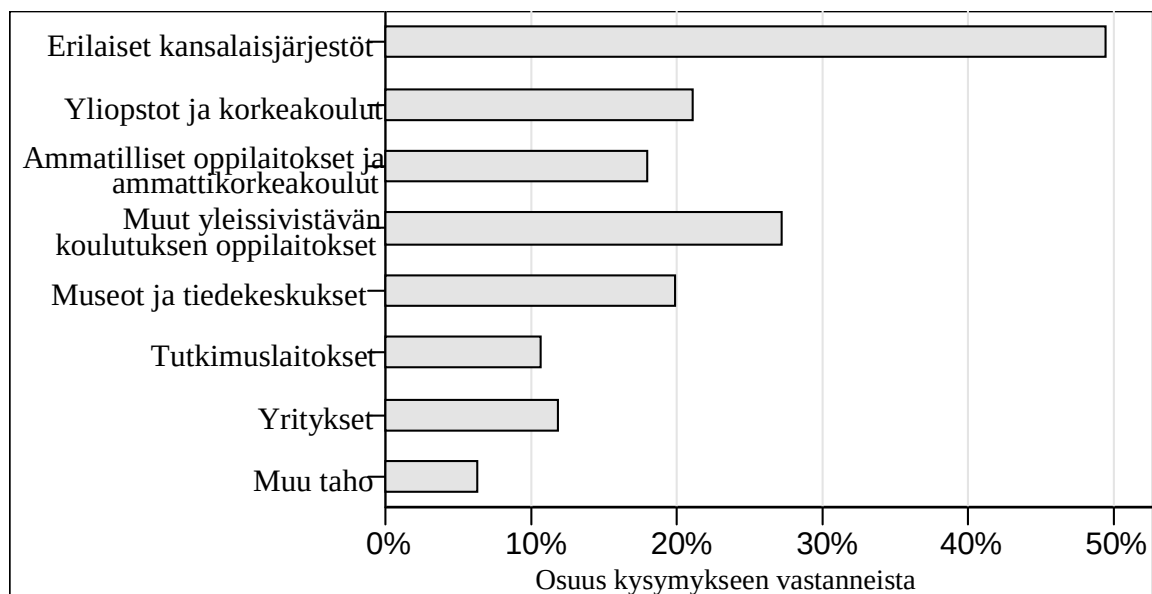
KUVIO 10. Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään tärkeänä.

Suurin osa vastaajista (43 %) piti kohtalaisen tärkeänä yhteistyötä museoiden ja tiedekeskusten kanssa. Yhteistyötä yritysten (36 %), ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen (34 %), muiden yleissivistävän koulutuksen oppilaitosten (32 %) ja tutkimuslaitosten (32 %) kanssa pitivät kohtalaisen tärkeänä noin kolmannes vastaajista. Muita tahoja, joiden kanssa tehtävää yhteistyötä pidettiin kohtalaisen tärkeänä, olivat muun muassa: kuntatekniikka, teollisuuslaitokset ja yliopistojen opiskelijajärjestöt.



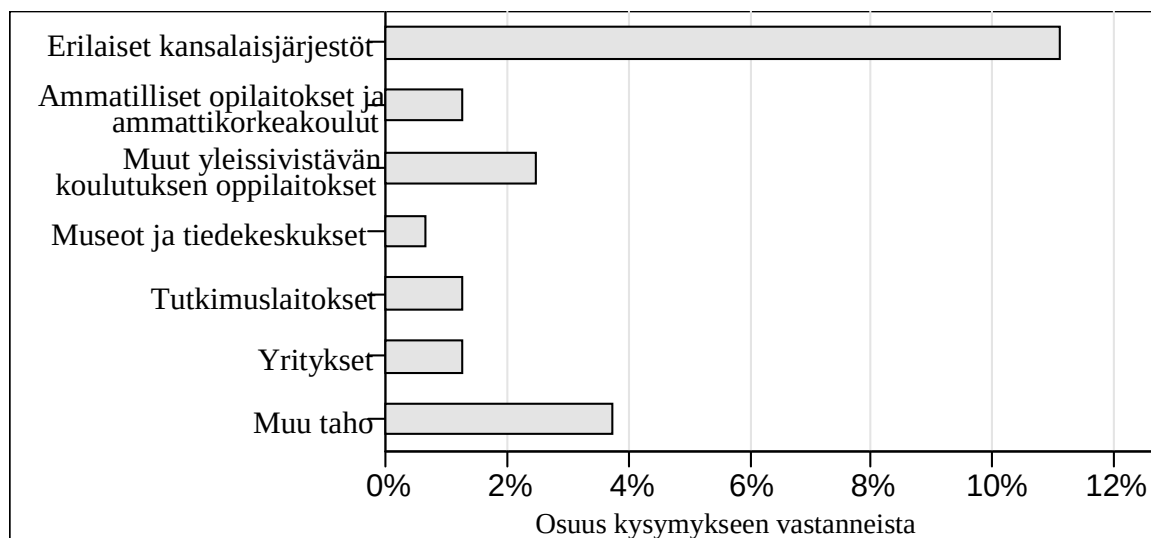
KUVIO 11. Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään kohtalaisen tärkeänä.

Vastaajista lähes puolet (49 %) ei pidä kovin tärkeänä yhteistyötä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa. Noin neljännes (27 %) ei pidä kovin tärkeänä yhteistyötä muiden yleissivistävän koulutuksen oppilaitosten kanssa. Yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa tehtävää yhteistyötä ei pitänyt kovin tärkeänä noin viidennes (21 %) vastaajista. Muita tahoja ei mainittu, joiden kanssa tehtävää yhteistyötä ei pidetä kovin tärkeänä.



KUVIO 12. Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä ei pidetä kovin tärkeänä.

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävän yhteistyön hyödyllisyys tuli esille kysyttäessä tahoja, joiden kanssa yhteistyötä ei pidetä lainkaan tärkeänä. Vain muutamat opettajat kokivat, että yhteistyö joidenkin tahojen kanssa ei ole lainkaan tärkeää. Vastaajista suurin osa (11 %) ei pidä yhteistyötä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa lainkaan tärkeänä.



KUVIO 13. Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä ei pidetä lainkaan tärkeänä.

7.4.4 Yhteistyömuodot ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävän yhteistyön pääasiallinen toimintamuoto oli vierailut (ks. taulukko 32.). Vastaajista suurin osa (78 %) mainitsi tekevänsä yhteistyötä vierailujen muodossa. Toiseksi yleisin toimintamuoto oli kokeellisten töiden tekeminen koulun ulkopuolella (14 %). Tässäkin tapauksessa oppilaat menevät vierailulle koulun ulkopuoliseen yritykseen tai muuhun vastaavaan laitokseen. Ainoastaan kuusi prosenttia vastanneista ilmoitti yhteistyön toimintamuodon olevan sellainen, missä ulkopuolisen tahon edustaja tulee kouluun vierailuille. Näissä tapauksissa yleensä edustaja pitää luennon tai luentoja koululla. Materiaalin ja tiedon vaihtoa oli myös vähän koulujen ja ulkopuolisten tahojen välillä. Ainoastaan neljä prosenttia vastaajista vastasi yhteistyön toimintamuodon olevan materiaalin tai tiedon vaihtoa.

TAULUKKO 32. Yhteistyömuodot koulun ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä (n = 135; 83 %).

Yhteistyömuoto	f	% vastauksista
Vierailut	105	78
Kokeellisten töiden tekemistä koulun ulkopuolella	19	14
Ei ole yhteistyötä	12	9
Ulkopuolinen vierailija koululla	8	6
Materiaalin/tiedon vaihtoa	5	4
Muu	14	10

7.4.5 Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävän yhteistyön tavoitteissa ja painotuksissa tuotiin esille kemian konkretisoituminen yhteistyön kautta (ks. taulukko 33.). Vastaajista noin kolmannes (32 %) sanoi tavoitteiden ja painotuksen olevan kemian konkretisoitumisessa. Tavoitteina ja painotuksina olivat myös (i) tutustuminen kemian alaan koulun ulkopuolella (16 %), (ii) tiedon saanti eri ammateista (9 %) ja (iii) kiinnostuksen herättäminen/motivoiminen tai vain vaihtelun tuominen opiskeluun (8 %). Muita tavoitteita ja painotuksia olivat muun muassa: kemian oppimisen edistäminen, ympäristöön liittyvät seikat ja ajanhermolla pysyminen.

TAULUKKO 33. Yhteistyössä korostuvat tavoitteet ja painotukset (n = 85; 52 %).

Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä	f	% vastauksista
Kemian konkretisoituminen	27	32
Tutustuminen alaan koulun ulkopuolella	14	16
Tietoa eri ammateista	8	9
Kiinnostuksen herättäminen/motivointi/vaihtelu	7	8
Laite/materiaali/asiantuntija apua	7	8
Ei painotusta	2	2
Muu	23	27

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävälle yhteistyölle asettamansa tavoitteet toteutui hyvin

yli puolessa (52 %) vastaajien kouluissa (ks. taulukko 34.). Kohtalaisesti saivat tavoitteet toteutettua 11 prosenttia vastaajista.

TAULUKKO 34. Asetettujen tavoitteiden toteutuminen (n = 63; 39 %).

Kuinka mainitut tavoitteet ovat toteutuneet	f	% vastauksista
Hyvin	33	52
Kohtalaisesti	7	11
Erittäin hyvin	3	5
Ei osaa sanoa	2	3
Ei mitenkään	2	3
Huonosti	0	0
Muu	16	25

7.4.6 Tukimuotoja yhteistyön ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi

Vajaa puolet (44 %, 71 opettajaa) tutkimukseen osallistuneista opettajista ehdotti erilaisia tukimuotoja yhteistyön tekemiseen ulkopuolisten tahojen kanssa (ks. taulukko 35.). Lähes puolet heistä (49 %) ehdotti tulimuodoksi taloudellista tukea. Niissä korostuivat matkakustannuksiin tarvittavat varat, joita kunnat ovat usein vähentäneet. Lähes puolet (23 %) vastaajista toivoisi ymmärrystä ja aktiivisuutta yritysten puolelta yhteistyön mahdollistamiseksi. Koulun puolesta yhteistyön merkitys on paremmin ymmärretty: vain kahdeksan prosenttia vastaajista toivoi ymmärrystä ja aktiivisuutta koulun puolelta. Yhtä moni (8 %) ehdotti tukimuodoksi lisäresursseja koulun ulkopuolelta.

TAULUKKO 35. Kuinka yhteistyötä voitaisiin vastaajien mielestä tukea (n = 71; 44 %).

Tukimuoto	f	% vastanneista
Taloudellinen tuki	35	49
Ymmärrystä/aktiivisuutta yrityksen puolelta	16	23
Ymmärrystä/aktiivisuutta koulun puolelta	6	8
Ulkopuolisia resursseja lisää	6	8
Informaatiota lisää	3	4
TET -paikkoja yrityksiin	3	4
Muu	15	21

7.5 Keskeiset haasteet ja kehittämisideat kemian opetuksessa

Kemian opettajien näkemiä haasteita valtakunnallisesti ja koulukohtaisesti tutkittiin kahdella kysymyksellä (liite 1. kysymykset 32 a ja 32 b). Kehittämisideoita kemian opetuksen kehittämiseksi kysyttiin kolmella kysymyksellä (liite 1. Kysymykset 18 c, 33 a ja 33 b).

7.5.1 Haasteet koko maan tasolla

Suurin osa (42 %) piti keskeisenä kehittämishaasteena koko maan tasolla innostuksen sekä arvostuksen ja kemiaa opiskelevien määrän nostamisen nykytasosta (ks. taulukko 36). Vastauksissa toiveina esitettiin oppilaiden asenteiden muuttaminen ja innostuksen nostaminen kemiaa kohtaan. Toiseksi keskeisimpänä haasteena nähtiin nykyisten resurssien ylläpidot ja uusien resurssien hankkimisen (12 %). Vastauksien mukaan kouluille tulisi hankkia ajanmukaiset välineet ja tilat, jotta opetusta voisi toteuttaa kunnolla. Vaikeustason sopivuus nähtiin myös haasteena koko maan tasolla (8 %). Osa opettajista, jotka näkivät kemian vaikeustason sopivuuden haasteena, kokivat vaikeustason olevan liian vaativa. Heidän mielestään tulisi keskittyä perusasioihin opetuksessa ja näin luoda hyvä pohja jatkokoulutukselle. Vaikka kemian ryhmäkokoko lukioissa on suuri, ainoastaan kuusi prosenttia vastaajista piti ryhmäkoon keskeisenä haasteena koko maassa.

Muita keskeisiä haasteita olivat muun muassa hyvien kemistien saaminen työelämään, kehityksessä mukana pysyminen, alakoulun opettajien koulutus, pätevien opettajien saaminen sekä kemian ja arkipäivän kohtaaminen.

TAULUKKO 36. Koko maan tasolla olevat kemian opetuksen keskeiset haasteet (n = 113; 70 %).

Keskeiset haasteet maan tasolla	f	% vastanneista
Innostuksen/arvostuksen ja oppilasmäärien nostaminen	47	42
Resurssien ylläpito ja hankinta	14	12
Vaikeustason sopivuus	9	8
Ryhmäkokoo	7	6
Opetussuunnitelma	7	6
Ympäristöasioiden huomioiminen	4	4
Taloudelliset resurssit	3	3
Muu	29	26

Aikaisemmassa tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999) keskeisin haaste oli kemian opetus: sisällöt, määrä ja ajoitus (33 %). Resurssit (tilat, välineet ja materiaalit) kemian opettajat näkivät silloin lähes yhtä suurena (31 %) haasteena kuin kemian opetuksen. Oppilaiden asenne (13 %) sekä opettajatilanne (10 %) nousivat aikaisemmassa tutkimuksessa esille myös. Vain kahdeksan prosenttia vastanneista kemian opettajista näki aikaisemman tutkimuksen tulosten mukaan kemian opetuksen huonon arvostuksen haasteeksi.

7.5.2 Koulukohtaiset haasteet

Koulukohtaisia keskeisimpiä haasteita kysyttäessä tuli esille samat haasteet hiukan korostuneemmin esille kuin koko maan tasolla (ks. taulukko 37.). Innostuksen kemiaa kohtaan sekä kemian arvostuksen ja -oppilasmäärien nostamista piti lähes puolet (48 %) vastaajista keskeisimpänä haasteena koulukohtaisella tasolla. Noin viidennes vastaajista (22 %) piti nykyisten resurssien ylläpidon tai niiden parantamisen keskeisenä haasteena koulukohtaisella tasolla. Koulukohtaisesti, ryhmäkoon pienentämisen, koki keskeisenä haasteena hiukan suurempi osa vastaajista (9 %) kuin koko maan tasolla (vrt. taulukko 35.).

Muita koulukohtaisia keskeisiä haasteita olivat muun muassa kokeellisuuden kehittäminen ja perusasioiden opetus.

TAULUKKO 37. Koulukohtaiset kemian opetuksen keskeiset haasteet (n = 109; 67 %).

Opetuksen haasteet omassa koulussa	f	% vastanneista
Innostuksen/arvostuksen ja oppilasmäärien lisääminen	52	48
Resurssien ylläpito/parantaminen	24	22
Ryhmäkokoo pienemmäksi	10	9
Lisää kursseja	6	6
Taloudellisia resursseja lisää	4	4
Muu	25	23

7.5.3 Kehittämisaatuksia koulujen kemian opetuksen kursseihin

Opettajien kemian kurssien kehittämisaatuksissa tuotiin esille kokeellisuuden merkitys esille kaikkein eniten (ks. taulukko 38.). Neljännes vastaajista (26 %) halusi kehittää kemian opetuksen kursseja tavoitteenaan kokeellisuuden lisääminen kemian opetuksessa.

Toiseksi yleisimpänä (17 %) kemian kurssien kehittämisaatena esitettiin lisäkurssin tai -kurssien saamista. Muita kehittämisaatuksia olivat muun muassa ryhmäkoon pienentäminen ja kurssien monipuolistaminen. Osa vastaajista kertoi uuden opetussuunnitelman sisäanajon olevan vielä käynnissä, joten heillä ei ollut nyt juuri kehittämisaatideoita. Kysymykseen vastanneista opettajista 14 prosenttia oli sitä mieltä, että heillä ei ollut mitään kehitettävää kemian opetuksen kurssien suhteen.

TAULUKKO 38. Opettajien kehittämisaatuksia kemian opetuksen kurssien suhteen (n = 87; 54 %).

Opettajien kehittämisaatuksia	f	% vastauksista
Kokeellisuuden lisääminen	23	26
Lisää kurssi/kursseja	15	17
Ei kehitettävää	12	14
Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa	6	7
Yhteistyö biologian kanssa	5	6
Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa	5	6

Tyytyväinen tilanteeseen	3	3
Yhteistyö fysiikan kanssa	1	1
Muu	24	26

7.5.4 Kehittämisideat koko maan kemian opetukseen

Kysyttäessä opettajien kemian opetuksen kehittämisideoita koko maassa saatiin hyvin paljon ideoita (ks. taulukko 39.). Eniten kemian opettajat antoivat ideoita ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävään yhteistyöhön. Vastaajista lähes viidennes (18 %) haluaisi ulkopuoliset tahot mukaan yhteistyöhön paremmin. Vastauksissa haluttiin enemmän yhteistyötä jo peruskoulussa, ettei opetuksen liiallinen teoreettisuus ajaisi oppilaita liian kauas kemian arjesta. Myös yritysten taholta voisi tulla taloudellista apua opettajien kouluttamiseen. Kemian opettajat uskovat että, laadukkaan opetuksen kautta saataisiin lisää kiinnostuneita alalle.

Toiseksi eniten (12 %) opettajat esittivät ideoita perusopetukseen liittyen. Hyvillä perustiedoilla olisi helppo jatkaa opintoja yliopistossa ja korkeakouluissa. Resursseja parantamalla kemian opetusta kehittäisi 10 prosenttia vastanneista ja ryhmäkokoja pienentämällä yhdeksän prosenttia vastanneista. Muita kehittämisideoita olivat muun muassa kemian opettajien ajan hermolla pitäminen, kemian näkyvämpi esille tuonti ja ylioppilaskokeen merkitys kemialle.

TAULUKKO 39. Vastaajien kemian opetuksen kehittämisideat koko maan tasolla (n = 68; 42 %).

Kehittämisidea koko maan tasolla	f	% vastanneista
Ulkopuoliset tahot yhteistyöhön	12	18
Keskitytään perusopetukseen	8	12
Lisää resursseja	7	10
Ryhmäkoko pieneksi	6	9
Opetussuunnitelma uusiksi	4	6
Lisää rahaa	3	4
Opetusmateriaalit paremmiksi	3	4
Muuta	28	41

7.5.5 Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen

Koulukohtaisissa kemian opetuksen kehittämisideoissa (ks. taulukko 40.) eniten esitettiin resurssien parantaminen (17 %). Resursseihin kaivattiin modernimpia laitteita, mutta toisaalta esitettiin myös vanhojen laitteiden uusimista. Kemian opetustilojen kunnostaminen ja uusiminen oli myös monessa vastauksessa esillä. Yhteistyön kehittäminen ulkopuolisten tahojen kanssa oli toiseksi yleisin kehittämisidea (11 %). Muita esille tulleita ideoita olivat muun muassa opettajien innostuksen nostaminen ja heidän täydennyskouluttaminen nuorten opettajien voimavarojen käyttö.

TAULUKKO 40. Vastaajien kehittämisideat oman koulunsa kemian opetukseen (n = 70; 43 %).

Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen	f	% vastauksista
Resurssien parantaminen	12	17
Yhteistyön lisääminen ulkopuolisten tahojen kanssa	8	11
Lisää kokeellisuutta	6	9
Ryhmäkoko sopivaksi	6	9
Lisää yhteistyötä koulun sisällä	5	7
Lisää rahaa	4	6
Lisää kemian kursseja	2	3
Muu	32	46

Muita opettajien kommentteja:

”Vaikutti jälleen kerran siltä, että ollaan kiinnostuneita vain kemian opetuksen tilasta lukiossa. Meillä tilanne alakoulujen (entinen ala-aste) luokkien FYKE opetus on hyvin järjestetty, koska niitä opettavat aineenopettajat. Muissa kouluissa ei näin ole ja se kyllä näkyy oppilaiden käsitteellisissä tiedoissa ja toiminnallisissa taidoissa siirtyessään luokalle 7. Luokanopettajilla ei ole riittäviä tietoja eikä taitoja nykyistenkään FYKE-kokonaisuuksien opettamiseen eikä halua mennä koulutukseen, kun 'FYKE- on niin vaikeaa ja siinä tarvitaan matematiikkaa.' Kurssit ovat huonosti suunniteltuja ja olettavat, että 15 vuotta opettanut ei osaa mitään edes opettamisesta. Valitettavasti monet kurssit ovat tyhjänpäiväisiä, siksi niille ei edes halua mennä, kun kurssin vetäjä olettaa kurssilaiset taidoiltaan vajaavimmiksi kuin 1. vuosikurssin opiskelijat yliopistossa.”

”Kohta 33. Nykyisin opiskelijoilla on liian usein heikot pohjatiedot siirryttäessä seuraavalle asteelle. Mielestäni tämä johtuu kurssimuotoisuudesta. 5-6 tuntia 5-6 viikkoa ja koe. Harva pystyy omaksumaan siinä ajassa kaiken sen mitä kurssilla käydään. Mikään kasvatustieteellinen oppikäsityskään ei tue tätä ja miksi muualla maailmassa edelleen opiskellaan hajautetusti????”

” Ruotsin kieli rajoittaa melkoisesti materiaalin hankintaa. Tammisaarella suomen kieli on hyvin vaikeaa joten kaikki täytyy olla ruotsiksi...”

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tutkimus antaa suuntaviivoja Suomen kemian opetuksen tilasta pitkään kemiaan opettaneiden opettajien näkökulmasta. Yli 80 prosenttia vastaajista oli toiminut opettajana yli 10 vuotta. Opettajista suurimmalla osalla oli kemian tuntien osuus suurin kaikista opetettavista tunneista. Tutkimukseen osallistuneet opettajat opettivat erikokoisilla paikkakunnilla ja erikokoisissa kouluissa, mikä parantaa kokonais kuvan saamista Suomessa.

8.1 Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen

8.1.1 Kemian kurssien kysyntä ja tarjonta

Suurin osa kouluista tarjosi kemian valinnaiskursseja opetussuunnitelmissaan. Kuitenkin noin viidennes perusopetuksen opettajista ilmoitti, ettei heidän kouluissaan tarjota yhtään kemian valinnaiskurssia. Perusopetuksen kurssitarjonta on kasvanut kuitenkin vähän viimeisten kymmenen vuoden aikana. Perusopetuksessa kemian valinnaiskursseja valinneiden osuus koulun oppilaista oli hyvin pieni. Muutosta viimeisen kymmenen vuoden aikana ei ole tapahtunut. Lukiossa tilanne on parempi, sillä 60 prosenttia vastanneista opetti lukioissa, joiden oppilaista 10 – 30 prosenttia valitsi kemian valinnaiskursseja.

Tutkimus toi esille myös kouluissa olevia kemian kursseja sekä niiden nimiä. Kurssien nimissä kannattaa huomioida, etteivät ne olisi ohjaavia, ellei niitä ole suunnattu tarkoituksella joko tytöille tai pojille. Tyttöjä ja poikia kiinnostavat eri aihealueet kemiassa (Gräber 1994; Lavonen et al. 2008). Perusopetuksessa tulisi suunnata nuorille, heidän omassa kiinnostuskontekstissaan tapahtuvaa mainontaa kemian mahdollisuuksista (Lavonen et al. 2008).

Vastanneista lukion opettajista 61 prosenttia mainitsi, että heidän koulussaan tarjotaan jopa 7 - 10 kemian kurssia. Kurssien toteutumisprosentti oli lukiossa myös erittäin hyvä. Vastanneista opettajista 91 prosenttia mainitsi, että heidän koulussaan tarjotuista kemian kursseista toteutui yli 80 prosenttia. Korkea kurssien toteutumisprosentti kertoo tältä osin onnistuneesta opetussuunnitelmatyöstä ja opetuksesta. Kursseja ei laadita turhaan eikä myöskään liian vähän. Lukiossa kemian kursseja valinneiden osuus pitäisi saada nousemaan, jotta päästäisiin LUMA -hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin ja etenkin saataisiin kemiasta kiinnostuneita opiskelijoita lisää (Anon. 1999e).

Suurin osa (70 %) opettajista mainitsi, että heidän koulussaan tarjotaan ainakin työkurssi tai kertauskurssi (40 %). Näiden kurssien osuus tarjotuista kursseista on noussut viimeisen kymmenen vuoden kuluessa selvästi (vrt. Aksela & Juvonen 1999). Orgaanisen- ja bio-sekä ympäristökemian kurssien osuus tarjotuista kursseista on säilynyt samana. Kokeellisuuden merkityksen kasvu viimeisen kymmenen vuoden aikana on todennäköisesti vaikuttanut myös työkurssien tarjonnan määrän kasvuun. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kokeellinen lähestymistapa on lähtökohta kemian kursseilla ja kokeellisuutta tulisi olla myös peruskursseilla.

Ylioppilaskirjoitusten merkitys ja viimeisin reaalikoeuudistus ehkä lisäävät kertaavien kurssien tarjontaa. Ne mainittiin suurimpana syynä järjestää kemian valinnaiskurssi. Opetussuunnitelman perusteiden mukaista ei kuitenkaan ole järjestää kurssia pelkästään ylioppilaskirjoituksia varten, vaikka opetussuunnitelman perusteissa mainitaankin, että opetuksen tulisi antaa hyvät valmiudet jatko-opintoihin (POPS 2004 & LOPS 2003). Yksistään yksittäisessä kokeessa pärjääminen voi antaa jatko-opiskelupaikan, mutta se ei takaa hyviä valmiuksia kemian ymmärtämisen syventämiseen.

Kemian opetuksen määrän lisääminen oli lähes yhtä merkittävä syy järjestää kemian valinnaiskurssi. Vaikka, suurin osa opettajista järjesti työkurssin, vain 12 opettajaa mainitsi valinnaiskurssin järjestämisen syyksi kokeellisuuden lisäämisen. Kurssin järjestämisen

syissä ei nouse voimakkaasti esille myöskään kemian tietojen ja taitojen syvempi oppiminen tai kemian luonne kokeellisena luonnontieteenä.

Syy valinnaiskurssin järjestämiseksi on muuttunut kymmenessä vuodessa. Aikaisemmassa tutkimuksessa ensisijainen syy valinnaiskurssien järjestämiselle oli kokeellisuuden lisääminen opetuksessa (viidennessä vastaajista). Vastauksissa ei silloin ylioppilaskirjoituksia mainittu ollenkaan ja kemian opetuksen määrän lisääminenkin oli hyvin pienessä osassa (6 % silloisista vastanneista).

8.1.2 Kemian opetusmahdollisuudet

Kemian opetusmahdollisuudet kouluissa eivät ole tasapuolisia: ne vaihtelevat erinomaisista erittäin huonoihin. Lukioissa hajontaa opetusmahdollisuuksissa tilojen suhteen on enemmän kuin perusopetuksessa, missä suurin osa opettajista koki opetusmahdollisuudet tilojen suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi. Joissakin kouluissa tilat oli remontin yhteydessä uusittu ja opettajat näissä kouluissa kokivat opetusmahdollisuudet tilojen suhteen erinomaisiksi. Osa opettajista oli ilman omaa kemian luokkaa ja osa joutui vaihtamaan luokkaa useaan kertaan kurssin aikana. Muissa kouluissa suurin osa koki opetusmahdollisuudet tilojen suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi, mutta sekä hyviä että huonoja löytyi niistäkin.

Kemian opetusmahdollisuudet materiaalien suhteen koettiin huonommiksi kuin tilojen suhteen. Lukiossa on paremmat materiaalit kuin perusopetuksessa. Muissa kouluissa opetusmahdollisuudet materiaalien suhteen koettiin pääsääntöisesti hyviksi tai kohtuullisiksi. Perusopetuksessa on myös opettajia, jotka kokevat opetusmahdollisuudet erittäin huonoiksi materiaalien suhteen. Suurin osa kemian opettajista käyttää kemian opetuksessaan hyviä tai kohtuullisia välineitä. Myös välineiden suhteen opettajien kokemukset vaihtelevat erinomaisista erittäin huonoihin. Opettajien antamat perustelut opetusmahdollisuuksiin vahvistavat opetusmahdollisuuksien olevan ylipäättään parhaimmat tilojen suhteen, toiseksi parhaat välineiden suhteen ja huonoimmat materiaalien suhteen.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana ovat opetusmahdollisuudet parantuneet hieman tilojen ja välineiden suhteen (vrt. Aksela & Juvonen 1999).

Koulut ovat eriarvoisessa asemassa toisiinsa nähden kemian opetusmahdollisuuksien suhteen. Normiohjauksesta luopuminen antoi vapauden kouluille päättää omien tilojensa käytöstä ja sen vaikutukset voivat heijastua tiettyjen aineiden hyvinä tai huonoina opetustiloina (opetushallitus 2008). Tulokset tukevat Kolisin, Välisaaren ja Asunnan (2008) saamia tuloksia. Opetussuunnitelmien perusteet eivät toteudu näiltä osin kaikissa kouluissa. Opetussuunnitelman perusteet velvoittavat kouluja suunnittelemaan ja järjestämään opiskelutilat ja -välineet siten, että ne mahdollistavat monipuolisen työtapojen ja opiskelumenetelmien käytön. Materiaalien tulee olla oppilaan käytettävissä niin, että ne antavat mahdollisuuden aktiiviseen ja myös itsenäiseen opiskeluun. (POPS 2004 & LOPS 2003.)

8.1.3 Kemian opetuksen ryhmäkoot

Lukiossa kemiaa opetetaan suurissa ryhmissä ja perusopetuksen 7.- 9.vuosiluokilla opettajien toiveiden mukaisesti. Peruskoulussa opetusryhmäkoko on lähes poikkeuksetta alle 20 oppilasta. Se vastaa hyvin myös kemian opettajien ajattelemaa sopivaa ryhmäkokoja. Osa opettajista kuitenkin haluaisi laskea ryhmäkoon alle 15 oppilaaseen. (vrt. Perkkilä & Lehtelä 2007)

Lukioissa tilanne ei ole yhtä hyvä kuin perusopetuksessa. Lähes puolet lukio-opettajista opettaa yli 20 kymmenen oppilaan ryhmiä. Jopa viidennes lukion opettajista ilmoitti, että heidän ryhmien maksimikoko vaihtelee yli 30 oppilaaseen. Lukiossa opettajat haluaisivat huomattavasti pienempiä ryhmäkokoja kemian opetukseen. Vain 17 prosenttia opettaa 16 - 20 oppilaan ryhmissä, mutta yli puolet näkee sen olevan sopiva ryhmäkoko kemian opetuksessa. Vastaavasti lähes puolet opettajista opettaa yli 20 oppilaan ryhmiä, mutta 17 prosenttia näki ne sopiviksi.

Suuret ryhmät kemian lukio-opetuksessa luovat haasteita kokeellisuuden toteutukselle. Se ei kuitenkaan ole suurin este kokeellisuuden toteuttamiselle, kuten useimmat opettajat esittivät. Eri työtapojen käytöllä (ks. luku 4) voidaan opettaa kokeellisuutta isoissakin ryhmissä, jos välineitä ja materiaaleja on saatavilla. Kokeellisuutta voidaan myös toteuttaa koulun ulkopuolella (ks. luku 5). Edullisia välineitä on saatavilla: esimerkiksi kehitetyt mikrokemian työvälineet antavat hyviä mahdollisuuksia toteuttaa monipuolista kokeellisuutta suurissakin ryhmissä. Lisäksi se on kestävä kehityksen mukaista ja luontoa säästävää. Luonnollisesti työturvallisuusseikkojen huomioiminen huononee merkittävästi, kun ryhmä koko kasvaa. Ryhmäkokoja lukioissa tulisi voida pienentää opetussuunnitelman perusteiden mukaisen kokeellisen työskentelyn mahdollistamiseksi.

Kemian opettajat täydentävät kemian opetuksen osaamistaan vaihtelevasti. 43 % vastaajista ei ole käynyt täydennyskoulutuksessa ollenkaan. Kemian opettajista noin puolet osallistuu *Kemia tänään* -tapahtumiin. Tulos voisi olla kuitenkin huomattavasti parempi ottaen huomioon, että tapahtumia on järjestetty kattavasti ympäri Suomen. *Kemia tänään* -tapahtumista pois jäävät opettajat lähtevät myös huonosti muuhun täydennyskoulutukseen.

Täydennyskoulutuksessa ja *Kemia tänään* -tapahtumien kaltainen toiminta tukee monella tavalla kemian opettajia. Tässäkin tutkimuksessa useissa vastauksissa esille nousutta vertaistuen tarvetta voivat opettajat saada *Kemia tänään* -tapahtumissa. Tapahtumat tuovat aina esille paljon toivottuja kemian ”uusia tuulia” tutkimuksen ja opetuksen kentältä. Niiden tapahtumien ohessa voi myös konkreettisesti tutustua uusiin kokeellisiin töihin, tietokoneavusteiseen molekyyli mallinnukseen, opetusohjelmiin ja muuhun toimintaan kemian opetuksen tueksi. Joka vuosi järjestettävät valtakunnalliset kemian opetuksen päivät antavat myös mahdollisuuden tutustua kemian opetuksen uusimpaan tutkimukseen.

Dimensio, MAOL ry:n kautta tuleva tiedotus- ja tukimateriaali sekä LUMA -uutiskirje olivat seuratuimpia tiedotus- ja tukimateriaaleja. Tieteellisiä englanninkielisiä kemian opetuksen julkaisuja kuten Science in School, Journal of Chemical Education ja Journal of Science Education seuraa hyvin pieni osa kemian opettajia. Suomessa ilmestyvät Dimensio,

Kemia-Kemi -lehti, MAOL ry:n kautta tuleva informaatio sekä LUMA -uutiskirje eivät välttämättä pysty tuomaan riittävän kattavaa kuvaa kemian viimeisimmistä kehitysaskelista. Opettajalta vaaditaan omaa aktiivisuutta seurata myös kansainvälisiä julkaisuja sekä osallistua koulutukseen. Päivittäin julkaistaan lukuisia uusia tutkimusartikkeleita kemian ja sen opetuksen parissa. Viimeiset kuusi vuotta kemian opettajankoulutuksessa on koulutettu nk. tutkivia kemian opettajia elinikäiseen oppimiseen (esim. Aksela, 2007b). Koulutuksessa eri lähteiden seuraaminen ja monipuolinen käyttö on avainasemassa.

Kemian opettajat tekevät eniten oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä biologian kanssa. Fysiikka ja kotitalous ovat toiseksi suosituimpia yhteistyöaineita. Lähes viidennes kemian opettajista kuitenkin ilmoitti, ettei tee ollenkaan oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä. Pääosin fysiikan kanssa tehdään yhteistyötä yhteisten kurssien ja välineiden jakamisen muodossa. Kotitalouden kanssa yhteistyö painottuu ravintoaineiden ja elintarvikkeiden kemiaan. Kaikenlainen yhteistyö on hyväksi molemmille osapuolille. Konkreettisten työvälineiden jakaminen helpottaa resurssipulaa. Sisältöintegraatiot eri aineiden välillä laajentavat kuvaa molemmista aineista ja helpottavat oppilaita luomaan yhteyksiä eri aineiden välillä. Vastauksissa mainittu opettajien kahdenvälinen keskustelu ja ajatustenvaihto voi parantaa viihtyvyyttä työssä ja antaa uusia ideoita omaan opetukseen.

Kemian opettajat tarvitsevat koulutusta kemian teknologiaan liittyvässä opetuksessa. Koulutuksessa tulisi ottaa huomioon kaikki teknologiaan liittyvät aihealueet. Teknologian painotus opetussuunnitelmien perusteissa on nostanut teknologian vastaajien toivotuimmaksi koulutusalueeksi. Kymmenen vuotta sitten teknologian koulutusta ei toivottu lainkaan.

Tietokoneiden käyttö kemian opetuksessa on yhä toivottu koulutusalue. Mittausohjelmien käytössä kemian opettajat tarvitsevat lisäkoulutusta. Suurin osa opettajista on valmis ottamaan vastaan kaikenlaista aiheeseen liittyvää koulutusta. Internetissä olevat opetusohjelmat, työtavat ja oman työn kehittäminen ovat myös aihealueita, mitä tulisi lisätä koulutuksissa. Oman työn kehittämisessä esimerkiksi erityistä tukea tarvitsevien oppilaiden

opettaminen nousi esille yhtenä aihealueena. Kemia on haastava oppiaine kaikille oppilaille. Erityistä tukea tarvitsevat korostuvat kemian opetuksessa, sillä kemian syvälinen ymmärtäminen vaatii korkeamman ajattelun taitoja (Aksela 2005). Kemian opettajille tulisi antaa koulutusta, mikä parantaisi kemian opettajien valmiuksia opettaa myös erityistä tukea tarvitsevia oppilaita.

Kemian sisältöihin, yhteistyöhön yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa sekä oppimateriaaleihin liittyvää koulutusta tarvitaan kemian opettajille. Koko opetus lähtee kemian sisältöjen hallinnasta, jotka opettajan tulee hallita (Matthews 1994). Opettajalla tulee olla erityisen hyvä pedagoginen aineenhallinta. Sisältöjen tuntemisella ei ole merkitystä, jos ei tiedä, miten saada oppilas ymmärtämään kemiasta ja innostumaan siitä. Kaiken opetuksen kohde on oppilas.

Opetusmateriaalit monipuolistuvat koko ajan ja internetin käyttö lisääntyy. Kemian opettajan opetuksen keskeisenä tukena pitkään toiminut oppikirja on vain yksi lähde. Opettajan tulee monipuolisesti käyttää eri materiaaleja opetuksessaan. Kemian opetuksessa on tärkeä huomioida opetusmateriaalien monitahoisuus: sisältö, käytettävyyys, visuaalisuus ja pedagogisuus. Opetusmateriaalien tulee tukea kemian ymmärtämistä.

Kemian opettajilla on paljon ideoita kemian opetuksen kehittämisen tukemiseen. Kemian opettajat tukisivat kemian opetuksen kehittämistä lisäämällä koulutusta ja parantamalla opetusmateriaaleja. Koulutusta vaaditaan lisää, mutta vain noin puolet kemian opettajista käy täydennyskoulutuksessa. Jos syy käymättömyyteen on opettajissa itsessään, ovat vaatimukset niiltä osin perusteettomia. Mikäli syy käymättömyyteen on riippumaton opettajista itsestään, on kehitettävä tukimuotoja, jotka mahdollistavat täydennyskoulutukseen pääsyn. Toisilta opettajilta saatuja ideoita ja vertaistukea kemian opettajat arvostavat ja haluaisivat sitä kautta tukea kemian opetuksen kehittämistä. Muita tukimuotoja kemian opetuksen kehittämiseksi tulisi olla taloudellinen ja muu resursseihin liittyvä tuki, kemian kehityksestä tiedottaminen sekä toimenpiteet ryhmäkoon pienentämiseksi. Kemian opettajille on runsaasti tarjolla erilaista tukea esimerkiksi

valtakunnallisen kemian opetuksen keskuksen ja LUMA -keskuksen kautta. Vuodesta 2006 on järjestetty mm. valtakunnalliset kemian opetuksen päivät *Kemia tänään* -päivien lisäksi. Vuonna 2008 on ilmestynyt ensimmäinen kemian opetusta eri asteilla käsittelevä kemian opetuksen kirja (Aksela & Montonen, 2008), joka sisältää 47 artikkelia 60 eri kirjoittajan kirjoittamana.

Kemian opettajat ovat ottaneet hyvin huomioon opinto-ohjauksen muutoksen opetussuunnitelmien perusteissa (ks. POPS 2004 & LOPS 2003). Puolet kemian opettajista esittelee kemian alan työpaikkoja ja kannustaa tai kertoo jatko-opiskelu mahdollisuuksista. Hyvin harvat kemian opettajat ajattelevat opinto-ohjauksen edelleen kuuluvan vain opinto-ohjaajalle. Kemian opettajat ovat alansa asiantuntijoita ja he pystyvät kattavasti tuomaan esille kemian mahdollisuuksia työelämässä ja jatko-opinnoissa. Kemian opettajat pystyvät laajentamaan oppilaidensa kuvaa kemiasta toiminnallaan.

Verraten aikaisempaan tutkimukseen (Aksela & Juvonen 1999) ovat tutkimukseen vastanneiden kemian opettajien arvosanat nousseet hieman. Aiempiin tuloksiin verraten on laudaturin lukeneita vastasi nyt 11 % enemmän. Approbaturin suorittaneiden osuus on vähentynyt, mikä näkyy cum laude approbaturin ja laudaturin lukeneiden osuuden nousuna. Suuri huolenaihe, mikä nousi myös opettajien tuomissa vastauksissa esille, on pätevien kemian opettajien saaminen kemian opetukseen. Suomessa on vastattu siihen haasteeseen mm. perustamalla kemian opettajankoulutusyksikkö Helsingin yliopiston kemian laitokselle (esim. Aksela, 2007).

8.2 Kokeellisuuden ja työtapojen käyttö kemian opetuksessa

Kokeellisten kemian töiden määrä kurssin aikana vaihtelee suuresti riippuen koulusta. Perusopetuksessa opetussuunnitelman perusteet toteutuvat kokeellisuuden osalta. Kokeellisia töitä tehdään lähes kaikissa kouluissa useita kemian kurssien aikana. Kokeellisuutta ei myöskään ole keskitetty vain työkursseille. Se ei ole opetussuunnitelman

perusteiden mukaista, sillä kokeellisuus on lähestymistapa kemian opetuksessa ja sen tulee toteutua jokaisella kurssilla ja kaikissa sisältöalueissa.

Lukiossa ei kuitenkaan opetussuunnitelman perusteet toteudu kokeellisuuden osalta kaikissa kouluissa. Vaikka kokeellisuus nähdään tänä päivänä hyvin laajasti (ks Lavonen & Meisalo 2008a), ovat oppilaiden itsensä tekemät työt keskeisessä roolissa kokeellisessa opetuksessa. Opetussuunnitelman perusteissa mainitut tavoitteet kokeellisuuden osalta (ks POPS 2004 & LOPS 2003) eivät toteudu täysin, jos kurssin aikana tehdään vain kahdesta neljään kokeellista työtä. Töiden teettämättömyyttä ei voida perustella esimerkiksi ryhmäkoolla. Mikrokemia ja erilaiset työtavat antavat mahdollisuuden toteuttaa hyvin monipuolista kokeellisuutta isoissakin ryhmissä. Välineiden ja tilojen merkitystä kokeellisessa kemiassa ei voida vähätellä, mutta niillä ei voi myöskään perustella kokeellisten töiden täydellistä teettämättömyyttä. Omia ideoita tulee soveltaa kokeelliseen kemiaan.

8.2.1 Kemian opettajat ja kokeellisuuden merkitys

Kemian opettajat ovat sisäistäneet kokeellisuuden merkityksen. Kemian opettajien tärkein peruste teettää kokeellisia töitä on kemian oppiminen. Viimeisen kymmenen vuoden aikana tilanne on muuttunut: kymmenen vuotta sitten opettajat teettivät kokeellisia töitä oppilaillaan motivoimistarkoituksessa. Nyt siinä tarkoituksessa kokeellisia töitä teettää perusopetuksessa yhdeksän prosenttia ja lukiossa viisi prosenttia opettajista. Tutkimukset osoittavat, että kokeellisuus vaikuttaa motivaation kehittymiseen (Hofstein 2004; Johnstone & Al-Shuaili 2001; Lampiselmä 2003; Millar 2004). Kokeellisuuden merkitys kemian opetuksessa on kuitenkin tärkeämpi kuin pelkästään motivaation nostamisessa (ks. Lavonen & Meisalo 2008a; Meisalo & Lavonen 1994). Kokeellisuuden merkitys kemian teorian opetuksen tukena on myös lisääntynyt kemian opetuksessa. Vajaa viidennes sekä lukion että perusopetuksen kemian opettajista teettää kokeellisia oppilastöitä auttaakseen oppilaita ymmärtämään kemian teoreettista taustaa. Opettajat havainnollistavat kemian ilmiöitä ja

käsitteitä kokeellisuuden avulla. Muut syyt teettää kokeellisia oppilastöitä ovat säilyneet samana viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Ajan puute on suurin syy olla teettämättä kokeellisia kemian töitä. Jokainen kemian opettaja saa kuitenkin itse suunnitella kemian tuntinsa ja niiden aikataulut. Resurssien puute ja liian suuri ryhmäkoko on myös mainittu esteeksi kokeellisuuden toteuttamiselle. Opettajan epävarmuus ja liiallinen rauhattomuus luokassa koettiin joidenkin opettajien mielestä esteeksi kokeellisuudelle. On huolestuttavaa mikäli, kokeelliset työt jäävät tekemättä opettajan oman epävarmuuden vuoksi. Kokeelliset työt samoin kuin esimerkiksi demonstraatiot tulee suunnitella ja kokeilla etukäteen niin, että niiden käyttö on luontevaa ja ne tukevat kemian oppimista.

8.2.2 Kokeellisuuden järjestäminen kemian opetuksessa

Kokeellinen työskentely järjestetään käytännössä monella tavalla. Pari- ja pienryhmätyöskentely ovat edelleen käytetyimpiä muotoja kokeellisuuden järjestelyissä (vrt. Aksela & Juvonen 1999). Luokan kahteen ryhmään jakaminen, työpistetyöskentely sekä muu yhteistoiminnallinen oppiminen nähdään edelleen hyvänä vaihtoehtona toteuttaa kokeellisuutta. Näin toteutettuna kokeellisuus saa laajemman merkityksen. Se nivoutuu yhteen opetussuunnitelman perusteisiin asetettujen tavoitteiden kanssa. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan opetus tulee järjestää käyttäen monipuolisia työtapoja (POPS 2004 & LOPS 2003). Kemian opettajat sisällyttävät kokeellisuuden järjestelyihin huolestuttavan vähän tulosten pohdintaa ja työselostuksen laadintaa. Tulosten pohdinta ja työselostuksen laadinta ovat kuitenkin keskeinen osa kokeellista työtä. Pohtiessaan työtä ja laatiessaan työselostusta joutuu oppilas käymään tarkasti läpi toteuttamaansa työtä. Sen avulla voi kemian ymmärrys kasvaa ja kokeellisuudelle asetetut tavoitteet täyttyä paremmin.

8.2.3 Hyvä kokeellinen työ

Hyvä kokeellinen oppilastyö pitää sisällään kemian opettajien mielestä monia asioita. Ennen kaikkea hyvä kokeellinen oppilastyö tukee teorian oppimista. Hyvässä kokeellisessa työssä tarkasteltava ilmiö tulee esille selkeästi. Sen voi joko havaita selkeästi työn aikana tai työ päättyy tarkkailtavan ilmiön havaitsemiseen. Titraus tai muodostuneen vetykaasun toteaminen palavalla puutikulla voisivat olla esimerkkejä. Kemian opettajat eivät liitä pohdintaa kokeellisiin oppilastöihin. Kokeellisen työn yksi tärkeimmistä vaiheista on tulosten pohtiminen silloin, kun kokeellisen työn tavoitteena on kemian oppiminen. Silloinkin, kun kokeellisuuden tavoitteena on pelkästään motoristen taitojen harjaannuttaminen tai työvälineiden tutustuminen on syytä pohtia, miksi kyseisiä välineitä käytetään tai miksi välineet ovat tietynlaisia. Onnistunut luonnon tutkiminen vaatii juuri oikeat ja tietynlaiset välineet ja menetelmät.

Kemian ilmiöiden ymmärtäminen vaatii pohdintaa ja kyseenalaistamista miten, miksi ja mitä tapahtuu. Jatkossa pitäisi kemian opettajille täydennyskoulutuksen yhteydessä painottaa pohdinnan merkitystä kokeellisen työn aikana ja jälkeen sekä antaa koulutusta siitä, kuinka tuloksekas pohdinta tulisi suorittaa. Kemian opettajien mielestä hyvän kokeellisen työn tulee olla onnistunut, mutta vaikka työ epäonnistuisikin, tulisi silloin pohtia syitä, miksi työ epäonnistui. Kriittinen ajattelu kuuluu osana kemian kokeellisuuteen. Lisäksi kemian opettajien mielestä hyvän kokeellisen työ tulee olla ajallisesti riittävän lyhyt, opettavainen, yksinkertainen ja toteutettavissa yksinkertaisilla välineillä, turvallinen ja monipuolinen. Yksikään lukion ja vain viisi prosenttia perusopetuksen opettajista mainitsi, että kokeellisen työn tulee olla turvallinen. Jokaisen kemian kokeellisen työn tulee olla turvallinen.

8.2.4 Tietokonemittausmahdollisuuksien käyttö kemian opetuksessa

Puolet kemian opettajista ei käytä lankaan tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa. Tietokonemittausmahdollisuuksia käyttävät opettajat käyttävät sitä vain

joskus. Opettajat toivoisivat oppivansa käyttämään tietokonemittausmahdollisuuksia. Tämä tulisi huomioida täydennyskoulutuksessa ja laitehankinnoissa. Tietokonemittausmahdollisuuksien käyttö kemian opetuksessa ei ole näiden tutkimusten tulosten mukaan muuttunut lainkaan verrattuna aiempaan tutkimukseen (Aksela & Juvonen 1999). Tämän tutkimuksen tulokset eivät ole vertailukelpoisia Leskelän ja Akselan (2007) saamien tulosten kanssa, joiden mukaan muutosta olisi vähän tapahtunut.

Suurin syy olla käyttämättä tietokonemittausmahdollisuuksia on laitteiden puute ja opettajien taitojen puute. Käyttämättömyyden syy ei ole muuttunut viimeisen kymmenen vuoden aikana (vrt. Aksela & Juvonen 1999). Käyttämättömyyden syynä on myös opettajien käsitys siitä, että opetus on parempaa ilman laitteita tai että sisällöt hukkuvat laitteiden alle. Tällöin ei ole ymmärretty niitä mahdollisuuksia, joita tietokonemittausmahdollisuudet kemiassa tarjoavat. Niin kuin kaikissa työtavoissa ja uusissa opiskelutavoissa, tulee oppilaiden kanssa käyttää useaan kertaan kyseisiä menetelmiä, jotta oppilaat ymmärtävät kuinka kyseinen menetelmä tukee oppimista ja kuinka sen avulla voidaan opetella eri asioita.

Mittausautomaatiolaitteiston käytöllä on monenlaisia etuja kemian opetuksessa (Nakleh 1994; Aksela 2005; Barton 2005; Gipps 2004; Aksela et al. 2004). Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaille tulee antaa oman tiedon alan luonteenomaisia välineitä tiedon hankkimiseen ja käsittelyyn (POPS 2004; LOPS 2003). Näiltä osin opetussuunnitelman perusteet toteutuvat vain harvoissa kouluissa.

8.2.5 Työtavat kemian opetuksessa

Työtapoja käytetään edelleen monipuolisesti kemian opetuksessa. Jatkuvasti käytetyistä työtavoista ryhmätyö on säilynyt käytetyimpänä työtapana. Opintokäynnit jatkuvasti käytettynä työtapana on tullut suosituimmaksi kuluneen kymmenen vuoden aikana. Suggestopedian ja rentoutuksen käyttö on vähentynyt entisestään viimeisen kymmenen vuoden aikana. Myös väittelyn käyttö on vähentynyt. (vrt. Aksela & Juvonen 1999.)

Satunnaisesti käytetyt työtavat ei ole muuttunut kuluneen kymmenen vuoden aikana. Projektityöt ja opintokäynnit ovat säilyttäneet satunnaisesti käytetyimpinä työtapoina.

Kemian opettajat käyttävät erittäin vähän suggestopediaa ja rentoutusta. Roolileikit ja väittely ovat myös työtapoja, joita suurin osa kemian opettajista ei käytä lainkaan opetuksessaan. Käsitteen omaksuminen, ennakkojäsentäjä, prosessikirjoittaminen ja suggestopedia ovat oudoimmat työtavat kemian opettajille. Mind map -tekniikka ja simulaatioiden käyttö on myös vähän tunnettuja työtapoja kemian opetuksessa. Näiden suhteen ei ole tapahtunut muutosta viimeisen kymmenen vuoden aikana. Jos ne aiotaan saada osaksi kemian opetusta, niin tarvitaan lisää täydennyskoulutusta.

Tutkimukseen vastanneet opettajat ovat pääosin pitkään toimineita opettajia, mutta heidän koulutukseensa ei ole kuulunut pedagogisia opintoja siinä määrin kuin nykyisin kemian opettajaksi opiskelevat saavat. Opetussuunnitelman perusteet toteutuvat monipuolisten työtapojen osalta kemian opetuksessa. Saadut tulokset osoittavat, että kemian opetuksessa käytetään niitä työtapoja, joita myös oppilaat haluavat käytettävän (vrt. Lavonen et al. 2005).

8.3 Teknologia ja yhteistyö kemian opetuksessa

Kemian teknologia käsitteenä on kemian opettajille uusi. He liittävät kemian teknologian määritelmään niitä asioita, joita siihen yleensä liitetään, kuten tutkimus, innovaatiot, sovellukset ja teollisuus. Kemian teollisuus, kemian sovellukset ja laitteet ovat yleisimmin kemian teknologian määritelmään liitettyjä asioita (vrt. Cajas 2001; Jaako 2005). Yksiselitteistä kemian teknologian määritelmään ei ole olemassa. Keskeistä kuitenkin on, että kemian opettajalla on käsitys käsitteen sisällöstä opettaessaan siihen liittyviä asioita oppilaille.

Kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa monella tavalla: opettajan puheissa, yritysvierailujen yhteydessä, videoiden ja lehtileikkeiden kautta sekä laitteiden käyttönä. Joidenkin kemian opettajien mielestä kemian teknologia näkyy liian vähän opetuksessa. Kemian teknologian korostuneempi kuva nykyisissä opetussuunnitelmien perusteissa ja yhteiskunnassa yleensäkin näkyy vastauksissa.

Yhteiskunnan teknologinen kehitys vaatii osaajia ja koulutus on avainasemassa niiden tuottajana. Kemian teknologiaan liittyvää täydennyskoulutusta tulee lisätä opettajien toiveiden mukaisesti (ks. Autio et al. 2007). Kemian teknologian roolin vahvistuminen opetussuunnitelman perusteissa vaatii koulutusta, jotta opetussuunnitelman perusteet toteutuisivat paremmin sekä kemian teknologian merkitys ja tärkeys oppilaiden mielessä vahvistuisi. Tämän tutkimuksen tulosten pohjalta ei voi sanoa, että opetussuunnitelman perusteet toteutuisivat kemian teknologian opetuksen osalta. Opettajan tulee tuntea opettamansa asiat (Matthews 1994). Tilanteen muutosta ei tiedetä kemian teknologian suhteen kymmenessä vuodessa, sillä sitä ei kysytty viime tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999).

8.3.1 Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa

Kemian opettajat näkevät yhteistyön ulkopuolisten tahojen kanssa hyödylliseksi. Erittäin tärkeänä yhteistyötä pidetään etenkin yritysten, ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen, tutkimuslaitosten sekä yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa. Tärkeänä kemian opettajat pitävät yhteistyötä tutkimuslaitosten kanssa. Suunnilleen yhtä tärkeänä pidetään yhteistyötä yliopistojen ja korkeakoulujen, yritysten, ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen, museoiden ja tiedekeskusten sekä muiden yleissivistävien koulutuksen oppilaitosten kanssa. Kohtalaisen tärkeänä yhteistyötä pidetään etenkin museoiden ja tiedekeskusten kanssa. Erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa tehtävän yhteistyötä pitää kohtalaisen tärkeänä noin viidennes kemian opettajista. Puolet kemian opettajista ei pidä kovin tärkeänä yhteistyötä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa. Noin viidennes kemian opettajista ei pidä kovin tärkeänä yhteistyötä myöskään muiden

yleissivistävää koulutusta antavien oppilaitosten, yliopistojen ja korkeakoulujen, museoiden ja tiedekeskusten sekä ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa.

Vierailut ovat edelleen suosituin yhteistyömuoto kemian opetuksen ulkopuolisten tahojen välillä. Vierailuja tekevien opettajien osuus on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana (vrt. Aksela & Juvonen 1999). Lähes viidennekseen vierailuista liittyy kokeellisen työ tekeminen vierailukohteessa. Vierailut ovat myös oppilaiden toivomia yhteistyömuotoja (ks. Kinnunen 2007). Muutoin yhteistyömuodot ovat säilyneet viimeisen kymmenen vuoden aikana muuttumattomana. Materiaaliapua yrityksiltä on saatavilla vähän, sillä vain neljä prosenttia vastanneista mainitsi yhteistyömuodon olevan materiaalien tai tietojen vaihtoa. Yrityksille kuuluu yhteiskuntavastuu tehtävänä. Esimerkiksi antamalla koulujen käyttöön materiaaleja ja vanhempia laitteita sekä muita välineitä he voivat toteuttaa tehtävää. Myös asiantuntijat, jotka kertovat omasta työstään tai kemian uusista tuulista kouluille, ovat toivottuja yhteistyömuotoja.

Kemian halutaan konkretisoituvan yhteistyössä ulkopuolisten tahojen kanssa. Yhteistyön tavoitteena on myös tutustuminen kemian alaan koulu ulkopuolella. Kemian opettajat pitävät tavoitteena yhteistyössä myös tiedon saantia eri ammateista, oppilaiden kiinnostuksen herättämistä, motivointia, vaihtelua sekä laite ja asiantuntija avun saantia yrityksiltä. Opettajien asettamat tavoitteet yhteistyölle toteutuvat hyvin joka toisella kemian opettajalla.

Taloudellista tukea tarvitaan lisää yhteistyön keittämiseksi ja sen ylläpitämiseksi. Ulkopuolisten tahojen puolelta kemian opettajat toivovat enemmän ymmärrystä ja aktiivisuutta. Myös koulujohdon ymmärrystä yhteistyön merkityksestä toivottiin lisää. Oleellinen ongelma on kuljetusten järjestäminen vierailukohteisiin. Siinä voi tulla sama ongelma eteen kuin leirikoulujenkin suhteen. Vanhemmilta ei voida pyytää maksuja kyydityksiin, sillä he peräänkuuluttavat koulun maksuttomuutta. Kaikilla paikkakunnilla ei ole kemian alan yrityksiä. Ne eivät ole ainoa vaihtoehto yhteistyö kohteena. Joka paikkakunnalla on yleensä esimerkiksi apteekki, huoltoasema ja vesien käsittelylaitoksia.

8.4 Kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat

Kemian opettajat näkevät lukuisia haasteita kemian opetuksessa niin koulukohtaisesti kuin valtakunnallisesti. Opettajilla on myös itsellään kehittämisideoita kokemiinsa haasteisiin.

8.4.1 Kokeellisuuden lisääminen kemian opetuksessa

Kokeellisuuden lisääminen on säilyttänyt asemansa yleisimpänä kehittämisajatuksena koulujen kemian kursseihin verraten aiempaan tutkimukseen. Tässä tutkimuksessa vain hieman pienempi osuus vastanneista (4 prosenttia pienempi) aikoi kehittää kursseja kokeellisuutta lisäämällä. Kemian opettajat voivat parhaiten itse vaikuttaa kokeellisuuden lisäämiseen opetuksessaan, mikäli se ei ole kiinni esimerkiksi puuttuvista resursseista. Niidenkin puutetta osittain voi omalla kekseliäisyydellä paikata.

Kehittämisideana kemian kurssien määrän lisääminen säilytti asemansa toiseksi yleisimpänä kehittämisideana. Tässä tutkimuksessa tämän kehittämisidean maininneiden osuus vastaajista oli lähes puolet pienempi verraten aiempaan tutkimukseen (Aksela & Juvonen 1999). Osa kemian opettajista (14 %) ei näe mitään kehitettävää kemian kurssien suhteen. Akselan ja Juvosen (1999) saamista tuloksista ei voi vetää samanlaista johtopäätöstä. Tämän pohjalta ei voi sanoa, onko kehitystä tapahtunut vai onko niiden opettajien joukko kasvanut, jotka eivät ole kiinnostuneita kemian opetuksen kurssien kehittämisestä.

Kemian opettajat kehittäisivät kemian kursseja myös lisäämällä kurssimääriä. Kurssimäärien lisääminen vaatii yhteistyötä koulun johdon ja muiden aineiden opettajien kanssa. On hyvä, että kemian opettajat haluavat lisätä mahdollisuuksia opettaa kemiaa enemmän ja monipuolisemmin. Osa kemian opettajista haluaisi kehittää kemian kursseja lisäämällä tietokoneen hyödyntämistä sekä yhteistyötä ulkopuolisten tahojen, biologian ja fysiikan kanssa. Yhteistyön lisääminen edellä lueteltujen tahojen kanssa voi lähteä opettajista itsestään. Paikkakunnalla olevat kemian opettajat voisivat koota

kehittämisryhmän, joka voi ottaa omalähtöisesti kontaktia paikkakunnan tai vieraspaikkakunnan ulkopuolisiin mahdollisiin yhteistyötahoihin ja näin oma aloitteisesti kehittää yhteistyötä.

8.4.2 Oppilaiden innostuksen ja arvostuksen sekä oppilasmäärien nostaminen

Oppilaiden innostuksen sekä kemian arvostuksen ja oppilasmäärien nostaminen on keskeisin haaste koko maan tasolla kemian opettajien mielestä. Opettajat eivät näe enää kemian opetukseen liittyviä haasteita (sisällöt, määrä ja ajoitus) koko maan tasolla niin keskeisenä kuin kymmenen vuotta sitten (Aksela & Juvonen 1999). Ilmeisesti sisällöllisesti tarkemmat opetussuunnitelman perusteet ovat auttaneet ko. asiassa. Useissa yhteyksissä niin kansallisesti kuin kansainvälisesti on todettu kemian arvostuksen alhainen taso sekä oppilaiden kiinnostuksen vähyys kemiaa kohtaan (Asunta 2003; Black & Atkin 1996; Gräber 1994; Halkka 2003; Lavonen et al. 2004; Osborne 2003; Tomei 2007). Siinä on paljon tehtävää eri tahoilla.

Osbornen ja Dillonin (2008) mukaan keskeinen tekijä opiskelijoiden mielenkiintoon on opetuksen laatu. Samoin heidän saamien tulosten mukaan opiskelijoiden testeissä saamien tulosten ja kiinnostuksen välillä on voimakas negatiivinen korrelaatio. On vaikea kuvitella, että kemia ei kiinnosta, kun katsoo suomalaisten osaamista luonnontieteissä.

Oppilaiden innostukseen kemiaa kohtaan vaikuttaa suuresti opettajan oma innostuneisuus ja merkityksen antaminen kemiaa kohtaan. Opettajien tulee näyttää oman asiantuntemuksensa kautta kiinnostuneisuutensa ja innostuneisuutensa kemiaa kohtaan. Kemian merkitys ja tärkeys yhteiskunnassa näkyy esimerkiksi jatko-opintojen pääsykoe vaatimuksissa. Monien alojen jatko-opintoihin edellytetään kemian osaamista ja kemian tiedoista ja taidoista hyvitetään pääsykokeissa. Esimerkillisen LUMA -hankkeen kaltaisilla projekteilla saadaan kemian asemaa parannettua koko yhteiskunnassa ja sitä kautta lisättyä myös oppilaiden innostuneisuutta ja mielenkiintoa kemiaa kohtaan. Etenkin yläkouluun tulisi suunnata tukea kemian arvostuksen ja oppilaiden kiinnostuksen nostamiseksi. Oppilaat ovat herkässä iässä

kiinnostumaan aineesta ja silloin tehdyt valinnat kantavat pitkälle heidän tulevaisuudessaan. Tarvitaan myös innostuneita ja taitavia kemian opettajia lisää.

Kemian opettajat näkevät myös resurssien ylläpidon ja hankinnan sekä vaikeustason sopivuuden valtakunnallisena haasteena. Tulosten pohjalta näyttää siltä, että koulutoimeen kohdistuneet säästöt vaikuttavat kemian opetuksen laatuun. Kuntien ja koulujen voidessa itse päättää varojen kohdentamisesta koulutoimen sisällä, ohjaavat tehdyt päätökset eri oppiaineiden asemaa. Kouluissa olevat erilaiset painotukset voivat vaikuttaa myös kemian asemaan oppiaineena ja käytettävissä oleviin resursseihin.

Kemian opettajat ovat avainasemassa kemian opetuksen kehittämisessä. Tukemalla opettajia monipuolisesti, luomalla opettajille mahdollisuuksia täydennyskoulutukseen, jossa opettajilla on mahdollisuus kartuttaa sekä aineenhallintaa että pedagogista osaamistaan, voidaan koulukohtaisia resurssipuutteita jossain määrin paikata. Välineiden, tilojen ja materiaalien minimitaso tulee säilyttää, jotta opetussuunnitelman perusteiden mukaista opetusta voidaan toteuttaa. Aksela ja Juvonen (1999) kysyvät jo aikaisemman tutkimuksen yhteydessä, tulisiko lainsäädännössä määritellä opetuksen puitteille vähimmäisvaatimukset. Kemian opetuksen ollessa kysymyksessä jo pelkästään turvallisuuden varmistaminen voisi edellyttää tätä.

Kemian opettajista 113 nimesi valtakunnallisia haasteita, mutta vain 68 opettajaa antoi kehittämisideoita. Kehittämisideoita on hyvin monenlaisia. Keskeisimpiä kemian opettajien antamia ideoita ovat: ulkopuolisten tahojen saaminen yhteistyöhön mukaan, perusopetukseen keskittyminen, resurssien lisääminen sekä ryhmäkoon pienentäminen. Myös opetussuunnitelma tulisi uudistaa kemian opettajien mielestä ja opetusmateriaaleja tulisi parantaa. Nykyiset opetussuunnitelman perusteet saavat palautetta opettajan vastauksissa. Opetukseen käytettävissä oleva aika on liian niukka, jotta kaikki opetussuunnitelman perusteissa olevat sisällöt voisi käydä kurssin aikana. Kemian opettajien ei tulisi pitää oppikirjoja opetussuunnitelmina, sillä nykyiset oppikirjat ovat hyvin laajoja. Niiden seuraaminen voi tehdä kursseista liian täysiä. Opettajien tulisi poimia

opetussuunnitelman perusteista keskeiset sisällöt. Myös sisältöjen vaatimustaso koettiin vastauksissa liian korkeaksi. Tulosten mukaan näyttäisi siltä, että opetussuunnitelman perusteiden velvoittamia sisältöjä tulisi tarkastaa kursseittain.

Kemian opettajat näkevät keskeisimpänä koulukohtaisena haasteena oppilaiden innostuksen sekä kemian arvostuksen ja oppilasmäärien nostamisen. Joka viides kemian opettaja näkee keskeisenä haasteena omassa koulussaan resurssien ylläpidon ja parantamisen. Kemian opettajat haluaisivat myös lisää kemian kursseja kouluihinsa ja opetusryhmien kokoa pienemmäksi.

Koulukohtaisia haasteita nimesi 109 opettajaa, mutta vain 70 opettajaa antoi kehittämisideoita. Koulukohtaiset haasteet ovat suunnilleen samoja kuin valtakunnallisten haasteiden kanssa. Ryhmäkoon pienentämisen kemian opettajat näkevät koulukohtaisesti suuremmaksi haasteeksi kuin valtakunnallisesti. Opettajilla ei välttämättä ole tarkkaa tietoa valtakunnallisesta tilanteesta kemian opetusryhmien kokojen suhteen. Osittain sama syy, tietämättömyys kemian opetuksen valtakunnallisesta tilanteesta, vaikeuttaa varmasti opettajien arviointia koulukohtaisten ja valtakunnallisten haasteiden erottelemisessä.

Myös aikaisemmassa tutkimuksessa nousi esille eniten parannusehdotuksia koulukohtaiseen kemian opetukseen resurssien osalta. Kemian opetukseen (sisällöt, määrä ja ajoitus) liittyviä parannusehdotuksia tuli toiseksi eniten. Tässä tutkimuksessa resursseihin liittyvät kehittämisideat olivat eniten esille nousseita, mutta kemian opetukseen (sisällöt, määrä ja ajoitus) liittyviä kehittämisideoita oli vähän. (Aksela & Juvonen 1999.) Opettajien koulutuksessa tulisi käsitellä kokeellisuutta puutteellisissa oloissa ja tuoda esille erilaisia vaihtoehtoja.

8.4.3 Kemian opetuksen tutkimus

Jotta pystytään vastaamaan kemian opetuksen haasteisiin, tarvitaan kehittämisen pohjaksi lisää tutkimusta kemian opetuksesta, oppimisesta ja opiskelusta eri koulutusasteilla ja eri näkökulmista. Tehty tutkimus oli tarpeellinen kemian opetuksen tilan kartoittamiseksi. Tehty tutkimus nosti esille monia kysymyksiä, joihin lisätutkimuksilla voidaan hakea vastauksia ja näin kehittää kemian opetusta edelleen. Tämä tutkimus osoitti monessa kohdin, kuinka paljon perusopetuksen ja lukion kemian opetus eroavat. Tulevaisuuden tutkimuksia suunniteltaessa on syytä ottaa huomioon, suuntautuuko tutkimus perusopetuksen, lukion vai jonkin muun opetusta järjestävän asteen kemian opettajiin.

Kemian teknologia kemian opetuksessa vaatii jatkokoulutusta. Koulutuksen vaikutuksia kemian opettajien kemian teknologia -käsitteen muodostumiseen tulee tutkia ja edelleen, kuinka kemian opettajat saavat oppilaat sisäistämään kemian teknologian käsitteen. Työtapojen käytön tutkiminen on myös tärkeää. Nyt ylivoimaisesti käytetyin työtapana on ryhmätyö. Sillä kuitenkin on hyvin monia muotoja ja ryhmätyö voi itsessään sisältää useampia työtapoja.

Lukion opettajien käyttämä kokeellisuus on vähäistä. Lähestymistapana oleva kokeellisuus tarvitsee lisätutkimusta seuraavista kysymyksistä: kuinka opettajat lähestyvät lukion sisältöjä kokeellisesti ilman kokeellisuutta? Mitä eri kokeellisuuden muotoja lukion kemian opettajat käyttävät? Mitkä tekijät tarkkaan ottaen estävät kokeellisuuden käytön lukio-opetuksessa? Korvataanko vapaaehtoisilla työ- tai laboratoriokursseilla muiden kurssien kokeellisuutta?

Kemian opetuksen kehittämisen tutkimiseen kemian opettajat antoivat erittäin arvokasta tietoa laajasti kemian opetuksen todellisuudesta. Opettajilta saatavaa tietoa on hyödynnettävä kehitettäessä kemian opetusta. Ainoastaan oppimisen tutkimisen näkökulmasta lähtevä kehittäminen on yksipuolista. Sitä kautta saamme malleja ja ohjeita, kuinka opettaa, mutta emme lisää välttämättä opettajien omanarvontuntoa, innostusta ja

kiinnostusta kemian opetuksen kehittämistä kohtaan, mikäli he eivät tunne pystyvänsä itse vaikuttamaan kehittämistyöhön. Akselan ja Juvosen (1999) tekemä tutkimus sai palautetta opettajilta, että tärkeää on yhteistyö ja se, että heitä kuunnellaan. Kemian opetuksen tulevaisuus on taitavissa ja innostavissa kemian opettajissa. Kemian opettajien perus- ja täydennyskoulutus elinikäisen oppimisen tukena sekä yhteistyö eri tahojen kanssa ovat avainasemassa kemian hyvään tulevaisuuteen.

9 LÄHTEET

Anon. 1989. Matemaattis - luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö. Komiteamietintö 1989:45. Valtion painatuskeskus. Helsinki.

Anon. 1988. Science achievement in seventeen countries. A preliminary report. IEA. Pergamon Press. Oxford.

Anon. 1992a. Matematiikan ja luonnontieteiden perus- ja jatkokoulutus Suomessa vuosina 1971-1990. Luonnontieteiden koulutuksen arviointiryhmän arvio.

Anon. 1996a. Matemaattiset aineet yläasteissa ja lukioissa – opetusmenetelmät, -tilat ja -välineet. Matemaattisten aineiden opettajien liitto & Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto. Helsinki.

Anon. 1996b. Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002. Kansalliset kehittämistalkoot. Opetusministeri Olli- Pekka Heinonen 23.4.1996. Opetusministeriö. Koulutus- ja tiedepolitiikan osaston julkaisusarja. Helsinki.

Anon. 1998. LUMA -projekti tiedottaa 3, Toimintakatsaus. Matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishanke. Moniste 43/1988. Edita Oy. Helsinki.

- Anon. 1999a. Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002. Kansallisten kehittämistalkoiden väliarvio. Opetusministeriö. Koulutus- ja tiedepolitiikan osaston julkaisusarja. Helsinki.
- Anon. 1999b. Raportti kouluyhteistyötiedustelun tuloksista. Kemianteollisuus ry.
- Anon. 1999c. LUMA -projekti tiedottaa 5. indikaattorit 2. Matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishanke 1996 - 2002. Opetushallitus. Moniste 23/1999. Edita Oy. Helsinki.
- Anon. 1999d. Opetushallitus. Julkaisematon materiaali.
- Anon. 1999e. Tarkistetut LUMA -tavoitteet 12.10.1999. Opetusministeriö.
- Ahtee, M. & Pehkonen, E. 2000. Johdatus matemaattisten aineiden didaktiikkaan. Helsinki 2000. Edita Oy.
- Ahtee, M., Lavonen, J., Parviainen, P. & Pehkonen, E. 2007. Influential factors outside of school. Teoksessa Pehkonen E., Ahtee M. & Lavonen J.(toim.) How Finns Learn Mathematics and Science. Sense Publishers. Rotterdam Taipei. 2007
- Aksela, M. 2005. Supporting Meaningful Chemistry Learning and High-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach. Kemian opettajankoulutusyksikkö. Helsingin yliopisto. 2005. 217.
- Aksela, M. 2006. Kemian ymmärtämisen ja ajattelutaitojen tukeminen. Dimensio 1/2006 51-53.
- Aksela, M. 2007a. Valtakunnallinen LUMA -keskus elinikäisen oppimisen tukena. Teoksessa: Taina Kaivola (toim.) Opettajaksi -kokemuksia aineenopettaja

- koulutuksen kehittämisestä 2004 - 2006. *Pedagogica* 25. Käyttäytymistieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto 2007. 49 - 56.
- Aksela, M. 2007b. Tutkimusperusteinen kemian opettajankoulutus. Opettajankoulutuksen muuttuvat rakenteet. Turku: Turun opettajankoulutuslaitos 2007. B77 (2007), 111 – 119.
- Aksela, M., Juuti, K., Lavonen, J. & Meisalo, V. 2004. *FyKe-virtuaalikoulu 3: TVT tukena mallintamisessa fysiikan ja kemian opetuksessa. Dimensio* 4/2004 18-21.
- Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. *Kemian opetus tänään* -tutkimusraportti. Opetushallitus. Moniste 27/1999. Edita Oy. Helsinki. 1999.
- Aksela, M. & Lundell, J. 2007. Kemian opettajien kokemuksia tietokoneavusteisesta molekyylihallinnuksesta. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M.(Toim.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*. Opetushallitus. Helsinki. 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Aksela, M. & Montonen, M. 2008. *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin* Opetushallitus. Helsinki. 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Aksela, M. & Saarikko, H. 2004. LUMA -keskus yhteistyön ja vuorovaikutuksen tueksi. *Dimensio*. 3/2004. 53-55.
- Allen, A., Black, P. & Wallin, H. 2002. An evaluation report on the LUMA programme prepare for the ministry of education. Ministry of education committee reports 48:2002. Helsinki university press. Helsinki. 2002.
- Angrist, J.D., & Lavy, V. 2001. Does teacher Training Affect Pupil Learning? Evidence

- from Matched Comparisons in Jerusalem Public Schools, *Journal of Labor Economics*, 19(2) 343-369.
- Aroluoma, I. 2001. ”Tunnilla ei tympäse” LUMA -talkoot opetuskäytänteidenmuuttajana 1996 – 1999. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Asunta, T. 2003. Knowledge of environmental issues- Where pupils acquire information and how it affects their attitudes, opinions and laboratory behaviour. Research reports no. 221. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä. 2003.
- Autio, O., Kaivola, T. & Lavonen, J. 2007. Context-based approaching in teaching science and technology. Teoksessa: Pehkonen E., Ahtee M. & Lavonen J.(toim.) *How Finns Learn Mathematics and Science*. Sense Publishers. Rotterdam Taipei. 2007. 202 - 214.
- Barton, R. 2005. Supporting Teachers in making innovative changes in the use of computer aided practical work to support concept development in physics education. *International Journal of science Education*, vol. 27 (3), 345-365.
- Bennett, J., Hogarth, S. & Lubben, F. 2003. A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science. Version 1.1 In *Research Evidence in Education Library*. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S. & Campbell, B. 2004. A systematic review of the use of small-group discussions in science teaching with students aged 11-18, and their effects on students’ understanding in science or attitude to science. In *Research Evidence in Education Library*. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Bitner, N. & Bitner, J. 2002. Integrating technology into the classroom. Eight keys to

- success. *J. Technol. Teach. Educ.* 10, 95-100.
- Black, J. & Atkin, J. M. 1996. *Changing the Subject: Innovations in Science, Mathematics and Technology Education*. Lontoo: Routledge in association with OECD. 1996.
- Byman, R. 2002. Voiko motivaatiota opettaa? Teoksessa P. Kansanen ja K. Uusikylä (toim.), *Luovuutta, motivaatiota, tunteita. Opetuksen tutkimuksen uusia suuntia*. PS-kustannus 2002. Opetus. 25 - 41
- Cajas, F. 2001. The Science/Technology Interaction: Implications for Science Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 38, 715-729.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2000. *Research Methods in Education*. 5th ed. London : Routledge.
- Coleman, C., King, F., Ruth, M. H. & Stry, E. 2001. Developing higher-order thinking skills through the use of technology. ERIC Document Reproduction Service No. ED459702. (luettu: 17.4.2008) [www-dokumentti]
- Csikós, J. & Aksela, M. 2007. Mielekästä kokeellisuutta kemian opetukseen. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin* Opetushallitus. Helsinki. 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Darling Hammond, L., Holtzman, D.J., Gatlin, S.J. & Heilig, J.V. 2005. Does teacher preparation matter? Evidence about teacher certification, Teach for America, and teacher effectiveness, *Education Policy Analysis Archives*, 13(42) 1-48.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. 1994. Making sense of secondary science: Research into children's ideas. New York: Routledge. 1994.

Euroopan komissio 2008. Structures of education, vocational training and adult education systems in Europe.

http://www.eurydice.org/ressources/eurydice/pdf/041DN/041_FI_EN.pdf

Euroopan komissio 2007. The life-long learning program 2007 - 2013

http://ec.europa.eu/education/programmes/newprog/index_en.html

Fensham, P. F. 1986. Science for all. *Educational Leadership*, vol. 44, 18 – 23.

Foddy, W. 1995. Constructing questions for interviews and questionnaires. Theory and practice in social research. 3. painos. Cambridge University Press. Cambridge 1995.

Gilbert, J. K., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D. & Van Driel, J. (Toim.) 2002. Chemical education: Towards research-based practice. Dordrecht: Kluwer.

Gipps, J. 2004. So Many Data Loggers!. *Teaching Science*. vol. 50 (3), 32-35.

Gräber, W. 1994. Favorite Subject: Chemistry? Some Ideas About Chemistry Lessons That Promote Interest. Teoksessa H. Silverberg & K. Seinelä (toim.), Ainedidaktiikan teorian ja käytännön kohtaaminen. Tampereen opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 18. Tampere. 1994.

Grönroos, M. 2003. Johdatus tilastotieteeseen. Kuvailu, mallit ja päättely. Finn Lectura Oy. Tammer-paino Oy. Tampere 2003. 16 - 17.

Halkka, K. 2003. Lukion fysiikka ja kemia. Oppimistulosten kansallinen arviointi. Dimensio, 5/2003. 26-28

- Heikkilä, T. 2001. Tilastollinen tutkimus. Edita Oy. 3. uudistettu painos. Helsinki 2001.
- Heikkinen, H. & Huttunen, R. 2008. Hiljainen tieto, mentorointi ja vertaistuki. Teoksessa J. Onnismaa & A. Toom (toim.) Hiljainen tieto ja oppiminen. Aikuiskasvatuksen 47. vuosikirja. Helsinki, KVS, 205–221.
- Helsingin yliopisto. 2008a. Elinikäisen oppimisen suunnitelma 2007 – 2009. [www-dokumentti], (luettu 08.05.2008), < <http://www.helsinki.fi/suunnittelu/eloppi.html>>
- Helsingin yliopisto. 2008b. Helsingin yliopiston opettajankoulutuksen strategia 2003 – 2006. [www-dokumentti], (luettu 08.05.2008), < <http://www.helsinki.fi/opettajaksi/pdf/strategia-fin.pdf>>
- Hietamäki, A. 2003a. Opetusministeriö LUMA -loppuraportti. Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden taidot. Dimensio. 2/2003. 14-18.
- Hietamäki, A. 2003b. Kansainvälinen loppuarvio LUMAsta. Dimensio. 2/2003. 19-20.
- Hirsjärvi, S. , Remes, P. , Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Otavan kirjapaino Oy, Keuruu 2007.
- Hofstein, A. 2004. The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chemistry Education and Practise, 3, 247 – 264.
- Holmsten, K. & Sormunen, K. 2007. Yhteistyötä lukion ja yliopiston välillä. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0

- Hurd, P. D. 1998. Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, vol. 82, 407 – 416.
- Hämäläinen, E. 2007. Yhteistyö lukion ja elinkeinoelämän välillä. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Jaako, J. 2005. Teknologiakasvatus – terminologiako hukassa? [www-dokumentti] (luettu 25.8.2007)
<http://ntsat.oulu.fi/Henkilokunta/jaako/Julkaisut/Teknologiakasvatus_Jaako_Paperi.pdf>
- Jauhiainen, P. 1990. Kemikaalilaki ja -asetukset muuttuivat. *Dimensio* 9/1990, 48.
- Jauhiainen, P. 1992. Perusopetuksen fysiikan ja kemian opetuksen sekä teollisuuden välinen yhteistyö. Lisensiaatti työ. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteellinen tiedekunta. Helsinki 1992.
- Johnstone, A. H. & Al-Shuaili, A. 2001. Learning in the laboratory: some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, vol.5, 42 - 51.
- Jonassen, D. H. 2004. (Ed.) Handbook of research on educational communication and technology (2nd ed.): A project of the association for educational communications and technology. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates 2004.
- Juuti, K., Lavonen, J., Aksela, M. & Meisalo, V. 2004. Oppimisolustat opiskelun monipuolistajana. *Dimensio*. 1/2004, 57-58

- Kananoja, T. , Kari, J. , Parikka, M. 1997. Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30. Jyväskylän yliopisto. Opettajan koulutuslaitos. Jyväskylä 2004.
- Kansanen, P. 1990. Didaktiikan tiedetausta. Kasvatuksen teoriaa didaktiikan näkökulmasta. Yliopistopaino. Helsinki 1990.
- Kinnunen, K. 2007. Ope-TET vahvistaa työelämäntuntemusta ja tukee nuorten TET -jaksoa. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Kolis, A., Väliisaari, J. & Asunta, T. 2008. Työturvallisuus kemian opetuksessa. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin. Opetushallitus. Helsinki 2008.
- Korkeakoski, E. (toim.) 1999. Opettajien täydennyskoulutuksen tuloksellisuus. Opetushallitus. Arviointi 3/1999. Yliopistopaino. Helsinki 1999.
- Kozma, R. B. 2003. Technology and classroom practices: An international study. *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 36 (1), 1 – 14.
- Kuitunen, H. 1996. Finiste -tietoverkko innovaation välineenä luonnontieteiden työtapoja monipuolistettaessa. Tutkimuksia 159. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Helsinki 1996.
- Laajaniemi, A. & Aksela, M. 2007. Peruskoululaisten käsityksiä kemian teknologiasta. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki. ISBN 978-952-13-3557-0

- Lampiselkä, J. 2003. Uudentyyppinen demonstraatio-opetus tehostaa oppimista. Research report no. 102. Department of Chemistry, University of Jyväskylä.
- Lampiselkä, J., Savinainen, A & Viiri, J. 2007. Teaching Methods in Science. Teoksessa Pehkonen E, Ahtee M & Lavonen J. (toim.) How Finns Learn Mathematics and Science. Sense Publishers. Rotterdam Taipei 2007.
- Lauho, A. 2004. Teknologia ja yhteiskunta teemat kemian opetuksessa - kemian opettajien kokemana. Pro gradu tutkielma. Kemian opettajankoulutuksen yksikkö. Kemian laitos. Helsingin yliopisto 2004.
- Lavonen, J. 2005. Fysiikan ja kemian opetuksen uudistaminen. Didacta Varia vol. 10 (1) 2005. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Helsinki 2005.
- Lavonen, J. & Erätuuli, M. 1998. Tuulta purjeisiin matemaattisten aineiden opetus 2000 - luvulle.
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2008a. Opetuksen kokeellisuus. [www-dokumentti], (luettu 29.4.2008)
<<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/lahestymist/index.htm>>
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2008b. Arvioinnin monipuolistaminen. [www-dokumentti], (luettu 1.3.2008)<<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/arviointi/>>.
- Lavonen, J. , Juuti, K. , Byman, R. , Uitto, A. , Meisalo, V. 2005. Fysiikan ja kemian työtavat. Dimensio. 1/2005, 22 – 24.
- Lavonen, J., Byman, R., Juuti, K., Meisalo, V. & Uitto, A. 2008. Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa. [www-dokumentti], (luettu 29.4.2008)
<www.mirror4u.net/opettajat/Mirror6j_tutkimus.pdf>

- Layman, J. 1996. Inquiry and learning: realizing science standards in the classroom, The College Board. New York 1996. 70. ISBN-0-87447-547-3
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. 1994. Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning: A project of the national science teachers association. New York: MacMillan 1994. 94 – 128
- Lehtiö, P. 1998. Tietoverkot ja digitaaliset oppimateriaalit. Sitran teknologia-arviontihanke. Tieto- ja viestintätekniikka opetuksessa ja oppimisessa. Sitra. 193. Helsinki 1998.
- Lemke, J. 1990. Talking science: Language, learning, and values. Ablex. Norwood 1990.
- Leppänen, T. 2007. Yhteistyötä lukion ja ammatillisen koulutuksen välillä. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Leskinen, H. & Aksela, M. 2007. Mittausautomaatio lukion kemian oppimisen ja opiskelun tukena. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin Opetushallitus. Helsinki. ISBN 978-952-13-3557-0
- LOPS. 1994. Lukion opetussuunnitelmien perusteet. Opetushallitus. 1994.
- LOPS. 2003. Lukion opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus. 2003.
- Malinen, P. 1992. Opetussuunnitelmat koulutyössä. Helsinki: Valtion painatuskeskus. 1992.
- MAOL. Matemaattisten aineiden opettajien liiton jäsenrekisteri. Tiedot otettu 2/07

- Mason, D. 2004. Teachers Teaching Teachers. *Journal of Chemical Education*, vol. 81. (5) 617.
- Matthews, M. R. 1994. Science teaching: the role of history and philosophy of science. London. Routledge 1994.
- Maynard T. & Furlong, J. 1993. Learning to Teach and Models of Mentoring, teoksessa McIntyre, D., Hagger, H. & Wilkin, M. (toim.) Mentoring: perspectives on School-based Teacher Education, Kogan Page, Lontoo.
- Meisalo, V. & Erätuuli, M. 1985. Fysiikan ja kemian didaktiikka. Helsinki: Otava 1985.
- Meisalo, V. & Lavonen, J. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelman perusteissa - teoriasta käytäntöön opetuksen uudistamiseksi. Opetushallitus. Helsinki.
- Meisalo, V. Lavonen, J., Juuti, K. & Aksela, M. 2007. Information and communication technology in school science in Finland. Teoksessa Pehkonen, E., Ahtee M. & Lavonen J. (toim.) How Finns learn mathematics and Science. Sense Publishers. Rotterdam Taipei 2007.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2003. Modernit oppimisympäristöt. Tieto- ja viestintätekniikka opetuksen ja opiskelun tukena. 2. uudistettu painos. Tietosanoma 2003. 400. ISBN: 951-885-214-6
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Gummerrus kirjapaino. Jyväskylä 2006.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. 1994. Quantitative data analysis (2. painos). California: Sage 1994.

- Millar, R. 2004. *The role of practical work in the teaching and learning science*. Paper presented at meeting: High school science laboratories: Role and vision. National Academy of Sciences, Washington, DC 2004.
- Montonen, M. 2003. Uudistuva lukion kemian opetussuunnitelma. *Dimensio*. 6/2003. 14-15.
- Montonen, M. 2007. Kemian opetuksen tila. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluun*. Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Nakhleh, M. B. 1994. A Review of Microcomputer-Based Labs: How Have They Affected Science Learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. vol.13 (4), 368-681.
- Nakhleh, M. B., Polles, J. & Malina, E. 2002. Learning chemistry in a laboratory environment. Teoksessa: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. Van Driel (Toim.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* Dordrecht: Kluwer 2002. 69 – 94.
- OECD 2004. Information and communications technologies. OECD. Information Technology Outlook.
- OECD Report 2005. Teachers matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers, <http://www.oecd.edu/teacherpolicy>
- Opetushallitus 2005. Perusopetuksen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön sekä oppilaiden tieto- ja viestintätekniikan perustaitojen kehittämissuunnitelma. Moniste 7/2005. Edita Prima Oy. Helsinki 2005.

- Opetushallitus. 2007a. Kartovaara, E. (toim.) Perusopetuksen vuoden 2004 opetussuunnitelmauudistus. Kehittämisyhteistyön ja kokeiluun osallistuneiden kuntien ja koulujen näkemyksiä ja ratkaisuja. Opetushallitus. 2007.
- Opetushallitus. 2007b. Lukion opetussuunnitelma-analyysi 2006. Moniste 6/2007. Edita Prima Oy. Helsinki 2007.
- Opetushallitus. 2008. Suunnittelu ja mitoitus. [www-dokumentti], (luettu 11.3.2008)
<<http://www.oph.fi/SubPage.asp?path=1,443,3765,3768>>
- Opetusministeriö 2004. Koulutus ja tutkimus 2003-2008. Opetusministeriön julkaisuja 2004:6. [www-dokumentti], (luettu 29.4.2008)
<http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2004/liitteet/opm_190_opm06.pdf?lang=fi>
- Opetusministeriö 2008a. PISA 2006. [www-dokumentti], (luettu 22.2.2008)
<<http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/artikkelit/pisa-tutkimus/pisa2006/index.html>>
- Opetusministeriö 2008b. OECD:n PISA 2006 -tutkimuksen ensituloksia. [www-dokumentti], (luettu 22.2.2008)
<http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/artikkelit/pisa-tutkimus/pisa2006/liitteet/Pisa_2006_esitys_FI.ppt>
- Osborne, J. 2003. Attitude towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, vol. 25, 1049 –1079.
- Osborne, J. & Dillon, J. 2008. Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. [www-dokumentti], (luettu 17.4.2008)

<http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf>

Parikka, M. 1997. Teknologinen yleissivistys peruskoulu- ja lukiokasvatuksen tavoitteena. Teoksessa. Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Jyväskylä 1997.

Perkkilä, P. & Lehtelä, P-L. 2007. Learning environments in mathematics and science. Teoksessa Pehkonen, E., Ahtee, M. & Lavonen, J. (toim.) How Finns Learn Mathematics and Science. Sense Publishers Rotterdam Taipei 2007.

POPS. 1994. Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteet. Opetushallitus. 1994.

POPS. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus. 2004.

Rogers, E. V. 1995. Diffusion of innovations (4. painos) New York: The Free Press.

Saarinen, H. 1998. Kemian kouluopetus ja ylioppilastutkinto. Teoksessa Lavonen, J. & Erätuuli, M. (toim.) Tuulta purjeisiin matemaattisten aineiden opetus 2000 -luvulle. PS-Kustannus 1998. 525. ISBN 951796143X, 9789517961431

Sahlberg, P. & Leppilampi, A. 1994. Yksinään vai yhteisvoimin - yhdessä oppimisen mahdollisuuksia etsimässä. Helsingin yliopisto. Vantaan täydennyskoulutuslaitos. 1994.

Shaw, K. L., Davis, N. T. & McCarty, B. J. 1991. A Cognitive Framework for Teacher Change. Teoksessa: Underhill, G. (toim.) Proceeding of PME-Na. Vol. 2. (13). Blacksburg. Virginia Tech. 161 - 167.

Shiland, T.W. 1999. Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, Vol. 76, (1).

- Stephenson, M. 1999. The Contribution of the Chemical Industry to Science Education in School. 1998 Inventory. Chemical Industries Association. U.K.
- Sippel, K., Csikos, J. ; Aksela, M. 2008. Luonto on oiiva kemian opettaja. *Kemia*. Helsinki: Kemian kustannus ISSN 0355-1628. 35 (2008): 1, 38.
- Tal, R. T. & Hochberg, N. 2003. Assessing high order thinking of students participating in a web-based malaria project. *Studies in Educational Evaluation*, vol. 29 (2), 69 – 89.
- Tiberghien A., Veillard L., Le Marechal J. F., Buty, C. & Millar, M. 2001. An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, vol. 85, 483 – 508.
- Tiede- ja yhteiskuntatyöryhmän muistio, 28. Opetusministeriö 2004.
- Tobin, K. 1990. Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, vol. 90 (5), 403 – 418.
- Tomei, A. 2007. Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. (toim.) Osborne, J. & Dillon, J. 2008. [www-dokumentti], (luettu 29.4.2008)
<http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf>
- Torn, E. 2004. Kemia on kivaa. Tutkimus luonnontieteellisesti lahjakkaiden peruskoulun 9. luokkalaisten käsityksistä kemian opetusjärjestelyistä. Tutkimuksia 254. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Helsinki 2004.

- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2006. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä 2006.
- Valtioneuvoston kanslia 2007. Tietoyhteiskuntakehityksen yhteisten menettelytapojen ja koordinoinnin kehittäminen opetustoimessa. Valtioneuvoston julkaisusarja 9/2007. [www-dokumentti], (luettu 29.4.2008) <<http://www.vnk.fi/julkaisut/julkaisusarja/julkaisu/fi.jsp?oid=192748>>
- Vesterinen, V-M. 2006. Kemian filosofia pohjoismaiden valtakunnallisissa opetussuunnitelmissa. Pro gradu -tutkielma. Kemian opettajankoulutusyksikkö. Kemian laitos. Helsingin yliopisto.
- Voogt, J. & van den Akker, J. 2002. Computer-assisted Instruction. Teoksessa N. J. Smelser & P. B. Baltes (toim.), International encyclopedia of the social & behavioral sciences Oxford: Elsevier 2002. 2473 – 2477.
- Vornamo, H. 2007. Kemian visioita kemianteollisuuden näkökulmasta. Teoksessa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.) Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluuihin Opetushallitus. Helsinki 2007. ISBN 978-952-13-3557-0
- Woolnough, B. E. 1994. Why Students choose physics, or reject it. *Physics Education* vol. 29, 369 - 374.
- Woolnough, B. E. 1997. Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, vol. 78 (285), 67 – 71.
- Zohar, A. 2004. Higher Order Thinking in Science Classroom: Students' Learning and Teachers' Professional Development. *Science & Technology Educational Library* vol. 22. Dordrecht: Kluwer 2004.

(955/2002). Ks. LOPS. 2004. 249 - 250

10 LIITTEET

Liite 1. Kyselylomake



KEMIA TÄNÄÄN on Kemianteollisuus ry:n, Opetushallituksen, opetusministeriön ja MAOL ry:n yhteinen hanke, joka tarjoaa opettajille mahdollisuuden tutustua kemian opetuksen ajankohtaisiin kysymyksiin sekä kemian tämän päivän sovelluksiin ja tulevaisuuden näkymiin. KEMIA TÄNÄÄN – tapahtumia on järjestetty jo 17, ja niihin on osallistunut yhteensä lähes 1400 peruskoulun ja lukion opettajaa.

Helsinki, helmikuussa 2007

Hyvä opettaja,

Oheisen Kemia tänään – tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa opettajien näkemyksiä kemian opetuksen nykytilasta ja sen kehittämistarpeista. Kysely on jatkoa vuonna 1999 tehdylle Kemian opetus tänään – tutkimukselle. Kyselyyn osallistui tuolloin noin 500 kemian opettajaa. Tutkimuksen tuloksia on käytetty kemian opetuksen kehittämisessä, mm. täydennyskoulutuksen suunnittelun ja opetussuunnitelmatyön pohjana.

Tutkimus tehdään yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa ja tulokset julkaistaan Kemia tänään – hankkeen 10-vuotisjuhlassa vuonna 2008. Vastauksiasi käsitellään luottamuksellisesti.

Vastaamalla mieluiten sähköisesti osoitteessa

<https://kampela.it.helsinki.fi/elomake/lomakkeet/4433/lomake.html> tai oheisella lomakkeella (palautusosoite tutkimuskyselylomakkeen lopussa) kahden viikon kuluessa, viimeistään 23.2.2007, tuet kemian opetuksen kehittämistä.

Vastanneiden kesken arvotaan kymmenen palkintoa.

Vastaamalla kyselyyn kahden viikon kuluessa, viimeistään 23.2.2007, tuet kemian opetuksen kehittämistä. Vastanneiden kesken arvotaan kymmenen palkintoa.

Vastauksistasi kiittäen,

Riitta Juvonen
Apulaisjohtaja
KEMIANTEOLLISUUS RY

LIITE

Tutkimuskysely KEMIA TÄNÄÄN 2007

Ole hyvä ja vastaa oheisiin kysymyksiin joko valitsemalla sopiva vaihtoehto tai kirjoittamalla vastauksesi sille varattuun tilaan. Jos tarvitset lisätilaa, niin voit vastata kyselylomakkeen lopussa olevaan tilaan. Kiitos vastauksestasi.

1. Olen nainen mies
2. Olen toiminut opettajana
 alle vuoden 1–5 vuotta
 5–10 vuotta 11–15 vuotta
 16–20 vuotta yli 20 vuotta
3. Opetan kemiaa perusopetuksessa molemmissa
 lukiossa jossain muualla
 missä? _____
4. Koulussani on yksi kemian opettaja
 kaksi kemian opettajaa
 useita kemian opettajia
5. a) Mitä aihekokonaisuuksia/teemoja koulusi painottaa opetuksessa?

 b) Minkälaista oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä on koulussasi kemian
 ja muiden oppiaineiden kanssa?
6. Lukuvuonna 2006–2007 kaikista tunneistani
 kemian osuus on suurin
 toiseksi suurin
 kolmanneksi suurin
 neljänneksi suurin
 minulla ei ole lainkaan kemian tunteja

7. Kemian lisäksi opetan lukuvuonna 2006–2007
matematiikkaa fysiikkaa
biologiaa maantietoa
tietotekniikkaa jotain muuta
mitä? _____
8. Olen opiskellut kemiaa
approbaturin jatko-opintoja
cum laude approbaturin jotain muuta
laudaturin mitä? _____
9. a) Minkä verran olet osallistunut kemian opetuksen täydennyskoulutukseen
kuluneen viiden (5) vuoden aikana?
en ollenkaan
1-4 kertaa
kerran vuodessa
useamman kerran vuodessa
- b) Mitä aihepiirejä täydennyskoulutuksessa on käsitelty?
10. Oletko osallistunut Kemia tänään – tapahtumiin
a) olen osallistunut seuraaviin
v. 2006 syksy Joensuu
v. 2006 kevät Kokkola
v. 2005 Helsinki, Kiasma
v. 2004 Oulu
v. 2004 Iisalmi
v. 2003 Pori
v. 2002 Helsinki
v. 2002 Lahti
v. 2001 Kokkola
v. 2000 Tampere
v. 2000 Jyväskylä
v. 1999 Vehkalahti
v. 1998 Kuopio
v. 1998 Oulu
v. 1998 Espoo
v. 1998 Vaasa
v. 1998 Turku
- b) en ole osallistunut Kemia tänään – tapahtumiin

11. Mitä kemian opetukseen liittyvää tiedotus- tai tukimateriaalia seuraat?

	Dimensio
BMOL ry	
LUMA-keskuksen uutiskirje	
edu.fi	LUMA-keskuksen www-sivusto
Journal of Chemical Education	Journal of Science
MAOL ry	
Opetushallituksen LUMA-pilotti-lista	
kemia.net	Science in school
Kemia-Kemi-lehti	Suomen Kemian Seuran kemian opetuksen
Kemian opetuksen keskus	jaosto
Tiedeopetusyhdistys	
Kemilärarnas Resurscentrum	jotain muuta,
Kemira ja Kemira-action	mitä? _____

12. Olen opettajana paikkakunnalla, jonka asukasmäärä on suunnilleen

alle 5000	5000-10 000	11 000-50 000
51 000-100 000	yli 100 000	asukasta

13. Olen opettajana _____ maakunnassa.

14. Kouluni oppilasmäärä on

alle 100 oppilasta
100-500 oppilasta
yli 500 oppilasta

15. Kemian opetusmahdollisuudet koulussani ovat

erinomaiset hyvät kohtuulliset välttävät erittäin huonot

Tilojen suhteen

Välineiden suhteen

Materiaalien suhteen

Perustelut:

16. a) Koulussani on kemian opetusryhmässä suunnilleen

_____ oppilasta perusopetuksessa,
_____ oppilasta lukiossa.

b) Mielestäni sopiva ryhmäkoko kemian opetuksessa on

_____ oppilasta perusopetuksessa,
_____ oppilasta lukiossa.

c) Kemian valinnaiskursseja valitsi lukuvuonna 2006–2007 perusopetuksessa
suunnilleen _____ % koulun oppilaista.

- d) Kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valitsi lukuvuonna 2006–07 lukiossa suunnilleen _____ % koulun oppilaista.
17. a) Koulussani tarjotaan kemian kursseja opetussuunnitelmassa perusopetuksessa _____ kpl lukiossa _____ kpl
- b) Näistä kursseista toteutui lukuvuonna 2006–07 perusopetuksessa _____ kpl lukiossa _____ kpl
18. a) Luettele ne kemian kurssit, joita koulussasi tarjotaan valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa edellytetyjen kurssien lisäksi?
- b) Miksi ko. kurssit on otettu koulunne opetussuunnitelman perusteisiin?
- c) Mitä kehittämisajatuksia sinulla on koulusi kemian opetuksen kurssien suhteen?

19. Kuinka huomioit opinto-ohjauksen kemian opetuksessa?

20. Kuinka usein käytät opetuksessasi

	Jatkuvasti/usein	Satunnaisesti	En koskaan	En t
Projektityöskentelyä				
Ryhmätyötä				
Käsitekarttaa				
Mind map – tekniikkaa				
Väittelyä				
Kyselyyn harjaannuttamista				
Rentoutusta				
Suggestopediaa				
Opintokäyntejä koulun ulkopuolelle				
Käsitteen omaksumismenetelmiä				
Ennakkojäsentäjiä				
Prosessikirjoittamista				
Yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä				
Luovan ongelmanratkaisun menetelmiä				
Simulaatiota				

Roolileikkejä
Muistamismalleja
Jotain muuta, mitä?

21. Kuinka monta kokeellista työtä teetät oppilailla kemian kurssin aikana?

en yhtään	yhden	kaksi	kolme
neljä	viisi	kuusi	yli kuusi

Työt tehdään pääsääntöisesti työkursseilla

jotain muuta mitä? _____

22. a) Miksi teetät oppilailla kokeellisia kemian töitä?

b) Miksi et teetä oppilailla kokeellisia kemian töitä?

23. Miten järjestät käytännössä oppilaiden kokeellisen työskentelyn?

24. Minkälainen on mielestäsi hyvä kokeellinen työ?

25. a) Kuinka usein hyödynnät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

usein	joskus	en ollenkaan
haluaisin oppia käyttämään		

b) Miksi käytät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

c) Miksi et käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä?

26.

a) Miten määrittelet kemian teknologian?

b) Miten kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa?

27. Kuinka tärkeänä pidät yhteistyötä koulun ulkopuolisten tahojen kanssa?

	erittäin tärkeänä	tärkeänä	kohtalaisen tärkeänä	ei kovin tärkeänä	ei lainkaan tärkeänä
Yritykset					
Tutkimuslaitokset					
Museot ja tiedekeskukset					
Muut yleissivistävän koulutuksen oppilaitokset					
Ammatilliset oppilaitokset ja ammattikorkeakoulut					
Yliopistot ja korkeakoulut					
Erilaiset kansalaisjärjestöt					
Muu taho, mikä?					

28. Millaista yhteistyötä teet koulun ulkopuolisten tahojen kanssa? Luettele yhteistyötahot ja pääasialliset toimintamuodot.

29.

- a) Millaiset tavoitteet ja painotukset korostuvat koulun ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä?
- b) Miten mainitsemasi tavoitteet ovat toteutuneet molempien/kaikkien osapuolten näkökulmasta?

c) Miten yhteistyötä voidaan tukea eri tahoilta?

30. Tarvitsen jatkossa koulutusta seuraavissa asioissa:

- Kemian sisällöt Aihealueet:
- Työtavat Aihealueet:
- Kemian teknologia Aihealueet:
- Yhteistyö
 - o Yritysten kanssa Aihealueet:
 - o Oppilaitosten kanssa Aihealueet:
 - o Museoiden kanssa Aihealueet:
 - o Tutkimuslaitosten kanssa Aihealueet:
 - o muiden aineiden kanssa Aihealueet:
- Tietokoneen hyödyntäminen kemian opetuksessa
 - o Mittausohjelmat Aihealueet:
 - o Taulukko-ohjelmat Aihealueet:
 - o Tekstinkäsittelyohjelmat Aihealueet:
- Internet
 - o Opetusohjelmat Aihealueet:
 - o Oppimateriaalit Aihealueet:
- Oman työn kehittäminen Aihealueet:
- Muut erityisaiheet Aihealueet:

31. Minkälaista tukea haluat jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen?

32. Mitkä ovat mielestäsi kemian opetuksen keskeiset haasteet?

a) koko maan tasolla?

b) omassa koulussasi?

33. Mitkä ovat kehittämisideasi?

a) koko maan kemian opetuksen tilanteeseen?

b) oman koulusi kemian opetukseen?

Kiitos vastauksestasi ja onnea arvontaan!

Vastauksellasi olet viemässä kemian opetuksen kehityskulkua eteenpäin.

Pyydän lähettämään vastaukset osoitteeseen

Kemian opetuksen keskus/Veikko Karjalainen

PL 55

00014 Helsingin yliopisto

Arvontaan osallistuaksesi jätäthän sähköpostiosoitteen tähän _____
Hyvää kevään jatkoa!