

# Kemian opetuksen tila vuonna 2018: Kartoitus kemian opettajien käsityksistä

Tekijä: Armi Hopea-Manner

Pro gradu -tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian osasto

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

8.4.2019

Ohjaajat:

Maija Aksela

Johannes Pernaa

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree programme Kemian koulutusohjelma	
Tekijä – Författare – Author Armi Hopea-Manner			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kemian opetuksen tila vuonna 2018: Kartoitus kemian opettajien käsityksistä			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro Gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year 8.4.2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 94 + 9
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut tutkia Suomen kemian opetuksen nykytilaa kemian opettajien näkökulmasta sekä verrata tilannetta kymmenen ja 20 vuotta sitten saatuihin tuloksiin. Tutkimalla aineenopettajien kokemuksia ja mielipiteitä, saadaan selville nykytilanne kemian opetuksesta ja sen haasteista. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa opettajille, täydennyskouluttajille ja muille koulumaailman henkilöille sekä kemian opettamisen kehittämisestä kiinnostuneille. Esimerkiksi opetus suunnitelman perusteiden kehittämisryhmä voi saada hyötyä tuloksista. Tämän tutkimuksen pääkysymykset olivat:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mikä on kemian opetuksen nykytilanne Suomessa kemian opettajien näkemysten mukaan?</li> <li>2. Miten kemian opetus on muuttunut Suomessa viimeisen kymmenen ja 20 vuoden aikana kemian opetuksen lähtökohtien, kokeellisuuden, työtapojen, yhteistyön sekä haasteiden ja kehittämisideoiden suhteen?</li> </ol> <p>Tutkimus tehtiin Suomessa kemiaa opettavien näkökulmasta. Tutkimukseen osallistuneista 79 prosenttia oli opettanut kemiaa yli viisi vuotta. Suurimmalla osalla tutkimukseen vastanneista oli kemian tuntien osuus suurin tai toiseksi suurin opetustunneista. Opettajat opettivat erikokoisilla paikkakunnilla ja kouluissa, jotka olivat eri puolilla Suomea. Opettajat vastasivat kyselyyn joko paperisen tai verkossa olevan kyselylomakkeen kautta. Kyselylomake sisälsi 49 kysymystä, jotka oli tehty aikaisemman tutkimuslomakkeen avulla. Lomakkeessa oli sekä suljettuja että avoimia kysymyksiä. Kysymyksistä laskettiin frekvenssit ja prosentit.</p> <p>Tutkimus osoittaa, että kemian opetuksen lähtökohdat ovat osittain parantuneet kuluneen kymmenen vuoden aikana kokeellisuuden ja työtapojen osalta. Opettajien käyttämät työtavat ovat monipuolistuneet. Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa on kasvanut ja monipuolistunut. Tutkimus tuo esille myös uusia opetuksen kehittämishaasteita. Lisätukea tarvitaan edelleen resursseihin, tiloihin, välineisiin ja oppimateriaaleihin. Täydennyskoulutukseen osallistuneiden opettajien määrä on kasvanut kuluneen kymmenen vuoden aikana, kuitenkin noin kolmannes opettajista jättää käymättä täydennyskoulutuksissa. Suurin osa opettajista toivoi koulutusta erilaisista mittaushjelmissä, kemian teknologiasta ja molekyyli-mallinnus- ja piirto-ohjelmistoista. TVT- ja sähköiset asiat ovat uusi kehittämisalue. Sähköiset välineet ovat tulleet käyttöön muun muassa sähköisten ylioppilaskirjoitusten takia. Myös peruskoulussa ollaan otettu sähköiset välineet käyttöön ja niiden käyttöä täytyy harjoitella peruskoulun jälkeisiä opintoja varten. Oman työn kehittäminen oli myös yksi toivottuista koulutusaiheista. Opettajien tukeminen täytyy huomioida niin peruskoulutuksessa kuin täydennyskoulutuksissakin. Näiden koulutusten välissä on tärkeä huomioida opettajien induktiovaihe nuorena tai juuri valmistuneena opettajana. Vanhempien opettajien tekemä perehdytys tuoreelle opettajalle, eli mentorointi työelämään siirtyessä vaikuttaa myös merkittävästi opettajien kehittämiseen.</p> <p>Taitava ja oppilaita innostava opettaja vaikuttaa suuresti siihen, miten kiinnostus kemiaan syntyy. Opetuksen kehittämiseksi tarvitaan tutkimusta eri kouluasteilta peruskoulusta lähtien. Näiden tutkimusten avulla saadaan selville ongelmakohtia opetuksessa ja miten kemian opetusta saadaan edelleen paremmaksi.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords kemian opetus, kokeellisuus, teknologia			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited E-thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa			

## Sisällys:

1 JOHDANTO .....	1
2 OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET .....	3
2.1 Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet .....	3
2.1.1 Tavoitteet ja sisällöt .....	3
2.1.2 Kurssit .....	5
2.1.3 Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa .....	5
2.1.4 Teknologia opetussuunnitelmien perusteissa .....	6
3 KEMIAN OPETUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	8
3.1 Aineelliset resurssit .....	9
3.2 Opettajan tiedot ja taidot .....	10
3.3 Kokeellisuuden rooli kemian opetuksessa .....	12
3.3.1 Kokeellisuus kemian opettajan näkökulmasta .....	17
3.3.2 Tieto- ja viestintätekniiikan käyttö kemian opetuksessa .....	19
3.4 Kemian opettajien käyttämät työtavat .....	20
4 KEMIAN TEKNOLOGIA JA YHTEISTYÖ .....	21
4.1 Kemian teknologia .....	21
4.2 Koulun ja ulkopuolisten tahojen välinen yhteistyö .....	23
5 KEMIAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN .....	24
5.1 Arvioinnit .....	24
5.2 Haasteet .....	25
5.3 Kehittämishankkeet .....	27
5.4 Täydennyskoulutus ja muun tuen tarve .....	28
5.5 Kehittämisideat .....	29
6 TUTKIMUS .....	31
6.1 Tavoitteet .....	31
6.2 Toteutus .....	31
6.2.1 Kohde .....	33
6.2.2 Menetelmä .....	40
6.3 Luotettavuus .....	40
7 TULOKSET .....	42
7.1 Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen .....	42
7.1.1 Kemian kurssit ja valinnaiskurssit koulujen opetussuunnitelmissa .....	43

7.1.2	Kemian valinnais-, syventävät ja soveltavat kurssit kouluissa .....	46
7.1.3	Kurssit koulujen opetussuunnitelman perusteissa .....	47
7.1.4	Kemian opetusmahdollisuudet kouluissa.....	48
7.1.5	Kemian opetusryhmien koko kouluissa.....	50
7.1.6	Kemian opettajien yhteistyö muiden opettajien kanssa.....	52
7.1.7	Kemian opettajien seuraamat tiedotus- ja tukimateriaalit.....	53
7.1.8	Oppiainerajoja ylittävä yhteistyö .....	54
7.1.9	Kemian opettajien tarvitsema koulutuksen ja tuen tarve jatkossa .....	55
7.1.10	Muu tuen tarve jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen .....	57
7.1.11	Opinto-ohjaus kemian opetuksessa.....	58
7.2	Kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen toteutuminen .....	58
7.2.1	Kokeellisten töiden määrä kurssilla .....	59
7.2.2	Syyt kokeellisten töiden teettämiselle.....	60
7.2.3	Esteet kokeellisten töiden teettämiselle .....	61
7.2.4	Kokeellinen työskentely käytännössä.....	61
7.2.5	Hyvä kokeellinen työ .....	62
7.2.6	Tietokoneavusteisen kokeellisuuden hyödyntäminen opetuksessa .....	63
7.2.7	Esteet tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntämiselle .....	63
7.3	Työtavat kemian opetuksessa.....	64
7.4	Teknologian ja erilaisen yhteistyön näkyminen kemian opetuksessa.....	69
7.4.1	Teknologia opettajien määritelmänä.....	69
7.4.2	Teknologian näkyminen opetuksessa .....	70
7.4.3	Yhteistyön hyödyllisyys .....	71
7.4.4	Yhteistyömuodot ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä .....	74
7.4.5	Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä .....	74
7.4.6	Tukimuotoja yhteistyön ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi .....	75
7.5	Keskeiset haasteet ja kehittämisideat kemian opetuksessa .....	76
7.5.1	Haasteet koko maan tasolla.....	76
7.5.2	Koulukohtaiset haasteet .....	77
7.5.3	Kehittämisaikajatuksia koulujen kemian opetuksen kursseihin .....	78
7.5.4	Kehittämisideat koko maan kemian opetukseen.....	79
7.5.5	Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen .....	80
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	81
8.1	Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen .....	81
8.1.1	Kemian kurssien kysyntä ja tarjonta .....	81

8.1.2 Kemian opetusmahdollisuudet.....	82
8.1.3 Kemian opetuksen ryhmäkoot .....	83
8.2 Kokeellisuuden ja työtapojen käyttö kemian opetuksessa .....	84
8.2.1 Kemian opettajat ja kokeellisuuden merkitys .....	84
8.2.2 Kokeellisuuden järjestäminen kemian opetuksessa .....	85
8.2.3 Hyvä kokeellinen työ .....	86
8.2.4 Tietokonemittausmahdollisuuksien käyttö kemian opetuksessa .....	87
8.2.5 Työtavat kemian opetuksessa .....	89
8.3 Teknologia ja yhteistyö kemian opetuksessa .....	90
8.3.1 Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa.....	90
8.4 Kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat .....	92
8.4.1 Opetussuunnitelman ja oppimateriaalien muokkaus .....	92
8.4.2 Sähköiset välineet opetuksessa .....	93
8.4.3 Kemian opetuksen tutkimus.....	94
9 LÄHTEET .....	95
10 LIITTEET .....	104

# 1 JOHDANTO

Kemian opetuksen kuuluu pohjautua opetussuunnitelman perusteisiin. Tämän takia kemian opetuksessa pitäisi näkyä opetussuunnitelman perusteista kemian tavoitteet ja sisällöt kuten erilaiset työtavat, teknologia ja yhteistyö koulun ulkopuolisten tahojen kanssa.

Kemian opettajien omat tiedot ja taidot näkyvät kemian opetuksessa Opetukseen ei riitä vain tieteellinen tieto kemiasta, vaan opettajien täytyy osata käyttää pedagogiikkaa monipuolisesti erilaisten opiskelijoiden kanssa. (Loughran, Berry, & Mulhall, 2012) Myös koulun jakamat resurssit vaikuttavat siihen, miten kemian opetusta voidaan toteuttaa, koska tilojen puutteellisuus on suuri ongelma ja aiheuttaa esimerkiksi turvallisuusriskejä. (Kolis, Väliisaari, & Asunta, 2007) Kemian opetusta voidaan toteuttaa monipuolisilla työtavoilla ja kokeellinen työskentely on niistä yksi oleellinen osa. Kokeelliset työskentelytavat tukevat kemian tietojen ja taitojen karttumista. (Lavonen & Meisalo, 2010b) Kemian maailmaan kuuluvat makroskooppiset, submikroskooppiset ja symboliset esitystavat. Näistä submikroskooppisten ja symbolisten esitystapojen mallintamiseen saadaan uusia keinoja helposti tieto- ja viestintäteknologian (TVT) avulla. (Jalonen, Lundell, & Aksela, 2008)

Kemian teknologia on 7 – 9 vuosiluokkien oppilaille aika tuntematon käsite. Teknologian opettamiseen on kehitetty STS-lähestymistapa, jolla opettajat voivat suunnata opetustaan teknologian ja luonnontieteiden yhdistämiseen. (Laajaniemi & Aksela, 2007) Koulun ja ulkopuolisten tahojen välisellä yhteistyöllä saadaan opetukseen liittymään teknologia, jatko-opinnot ja opiskelijoiden tuleva työllistyminen. Opintokäynnit tai ulkopuolisten edustajien vierailut kouluissa ja oppilaitoksissa sekä muut yhteiset projektit ja tapahtumat mahdollistavat sen, että opiskelijat näkevät kemiaa käytännössä myös kouluympäristön ulkopuolella. Myös opettaja saa viimeisintä tietoa kemian alan kehittymisestä ja ammanteista, joihin on mahdollisuus kouluttautua. (Kinnunen, 2008)

Kemian opetusta on kehitetty aktiivisesti viimeiset 20 vuotta. Vuonna 1998 aloitettiin *Kemia tänään* –hanke, jonka avulla selvitettiin kemian opetuksen tilannetta ja ryhdyttiin parantamaan kemian opettajien ammattitaitoa ja motivaatiota. Tavoitteena oli myös kemian opetuksen tason nostaminen. *Kemian opetus tänään* -tutkimus toteutettiin ensimmäisen kerran vuonna 1998. Tutkimus uusittiin vuonna 2008. Tällöin myös haluttiin tutkia kemian opetuksen sen hetkistä tilannetta ja verrattiin sitä kymmenen vuotta aikaisempaan tutkimukseen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää yleisesti kemian opetuksen nykytilannetta ja antaa tietoa kemian opetuksen tutkimuspohjaiseen kehittämiseen. Tutkimuksessa verrataan myös kymmenen ja kaksikymmentä vuotta sitten tehtyihin tutkimuksiin ja opetussuunnitelmien perusteisiin, jotka ovat uusiutuneet tutkimusten välissä. Näin suurta koko Suomen kemian opettajiin kohdistuva tutkimustyö on ainutlaatuinen ja sisältää hyödyllistä tietoa esimerkiksi opetussuunnitelmia kehittäviä työryhmiä varten. Tämä tutkimus antaa laajaa kuvaa kemian opettajien näkemyksistä.

Tutkimus sisältää neljä osaa: opetussuunnitelman perusteiden katsaus (luku 2), teoreettisen viitekehyksen (luvut 3 – 5), tutkimuksen toteutuksen ja tulokset (luvut 6 – 7) sekä johtopäätökset ja pohdinnan (luku 8). Opetussuunnitelman perusteiden katsauksessa käydään läpi kemian opetuksen yleisiä tavoitteita ja sisältöjä, sekä miten opetussuunnitelmassa näkyvät kokeellisuus ja teknologia, joihin keskitytään enemmän tutkimustuloksissa. Teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään kemian opetuksen lähtökohtia, eli resursseja, kemian opettajien tietoja ja taitoja, kokeellisuutta ja työtapoja (luku 3), kemian teknologiaa ja yhteistyötä ulkopuolisten tahojen kanssa (luku 4) ja kemian opetuksen kehittämistä (luku 5). *Survey* -tutkimuksen periaatteet ja sen toteutus esitellään luvussa kuusi. Tutkimuksen tulokset esitellään tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä luvussa seitsemän. Luvussa kahdeksan verrataan teoreettista viitekehystä tutkimustuloksiin sekä pohditaan tutkimuksen merkitystä kemian opetuksen kehittämisen pohjalta.

## **2 OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET**

Opettajaa veloitetaan suunnittelemaan opetuksensa valtakunnallisen opetussuunnitelman tavoitteiden ja sisältöjen mukaan. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet on päivitetty vuonna 2014 ja lukion opetussuunnitelman perusteet vuonna 2015. Sitä aiemmat opetussuunnitelmat ovat perusopetukselle vuodelta 2004 ja lukiolle vuodelta 2003.

### **2.1 Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet**

Nykyisessä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS, 2015) ja lukion opetussuunnitelman perusteissa (LOPS, 2015) kuvataan jokaiselle oppiaineelle omat tehtävänsä. Lukion ja perusopetuksen edellisiin opetussuunnitelman perusteisiin on selkeänä erona kuvaus kemian tehtävästä, jossa korostetaan eri tasojen yhdistäminen ja kemian käsitteiden ja ilmiöiden rakentuminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Kemian makroskooppisen, mikroskooppisen ja symbolisen tason pitäisi muodostaa selkeä kokonaisuus. Vuosiluokilla 7 – 9 pääpaino on makroskooppisella tasolla ja ajattelun kehittyessä lisätään muiden tasojen käyttöä. (POPS, 2015) Lukiossa kemiaa opiskellaan lisäksi matemaattisesti, ja tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimuksen tekemisessä ja tuotosten laatimisessa. (LOPS, 2015)

#### **2.1.1 Tavoitteet ja sisällöt**

Vuosiluokille 5 – 6 perusopetuksen uudistuneeseen tuntijakoon (POPS, 2004) on tullut erikseen fysiikkaa ja kemiaa yhteensä kaksi vuosiviikkotuntia. Uudistuksen tarkoitus ei ole ollut muuttaa opetusta sisällöllisesti, mutta opetukseen on tarkoitus sisällyttää kemian ilmiöalueen tarkastelua ja opetusta on myös järjestettävä tuntijaon mukainen määrä. (Agge, 2008)



Monipuolisilla työtavoilla ja oppimisympäristöillä tuetaan kemian tavoitteiden saavuttamista. Tutkimuksellinen lähestymistapa tukee käsitteiden rakentumista ja tutkimisen taitojen oppimista. Tavoitteiden kannalta keskeistä on oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus yksinkertaisten tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa. Kokeellisessa työskentelyssä noudatetaan kemikaali- ja jätelainsäädäntöä sekä työturvallisuuslainsäädäntöä ja erityisesti nuoria työntekijöitä koskevia rajoituksia. (POPS, 2015)

Oppimisympäristöissä käytetään tieto- ja viestintäteknologiaa luontevalla tavalla. Jotta kemian ja teknologian soveltamiseen voidaan tutustua monipuolisesti, koulun tilojen lisäksi hyödynnetään paikallisia mahdollisuuksia kuten lähiympäristöä sekä yhteistyötä yritysten ja asiantuntijoiden kanssa. (POPS, 2015)

Lukion opetussuunnitelman perusteissa (LOPS, 2015) kemian opetuksen tavoitteina on, että opiskelija saa ohjausta kemian osaamisensa tunnistamisessa, omien tavoitteiden asettamisessa, oppimishaasteiden kohtaamisessa ja kemian opiskelustrategioiden soveltamisessa. Opiskelija saa mahdollisuuksia perehtyä kemian soveltamiseen monipuolisissa tilanteissa, kuten luonnossa, elinkeinoelämässä, järjestöissä tai tiedeyhteisöissä. Kokeellisia tutkimuksia opitaan suunnittelemaan ja toteuttamaan turvallisesti ja yhteistyössä muiden kanssa. Kemian ja siihen liittyvän teknologian merkitystä opitaan arvioimaan. Kurssien yksittäisissä tavoitteissa on kaikissa kirjoitettu, että osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen.

Vuonna 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on määrätty, että opetus tukeutuu kokeelliseen lähestymistapaan, vaikka sitä ei ole kirjattu omaksi sisältöalueekseen. (POPS, 2004) Vuoden 2014 perusopetuksen keskeisissä sisällöissä ensimmäisenä on luonnontieteellinen tutkimus, joka kytkeytyy muihin sisältöalueisiin. (POPS, 2015)

Lukion opetussuunnitelman perusteissa kemian opetuksen sisällöt vaihtelevat kurseittain. Aiemmin sisällöissä oli vain teoriaosuuksia, mutta uudistuneeseen versioon on laitettu jokaiselle kurssille kemian merkitys ja erilaisia kokeellisia työtapoja. (LOPS, 2003; LOPS, 2015)

### **2.1.2 Kurssit**

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin ei ole eritelty eri kursseja (POPS, 2015). Fysiikalle ja kemialle on asetettu yhteensä 7 vuosiviikkotuntia. (Valtioneuvoston asetus, 2012) Yksi vuosiviikkotunti vastaa 38 oppituntia. Yksi kurssi vastaa myös noin 38 oppituntia. Lukion kemian kurssit koostuvat yhdestä pakollisesta kurssista (KE1) ja valtakunnallisista syventävistä kursseista (KE2 – KE5) (LOPS, 2015). Lisäksi kouluissa voi olla tarjolla muita syventäviä ja soveltavia kursseja.

Perusopetuksen 7. – 9. vuosiluokkien oppilaista lukuvuonna 1997 – 98 noin seitsemän prosenttia valitsi kemian valinnaiskursseja keskimäärin ja lukiossa noin 24 prosenttia (Aksela & Juvonen, 1999). Kymmenen vuotta myöhemmin perusopetuksessa suurimmassa osassa kouluja valinnaiskursseja valitsi 0 – 5 prosenttia oppilaista. Lukiossa puolet vastaajista edusti kouluja, missä kemian valinnaiskursseja valitsi enintään 20 prosenttia opiskelijoita. Noin viidenneksessä vastaajien kouluista syventäviä tai soveltavia kursseja valitsi 31 – 40 prosenttia. Vajaassa viidenneksessä kouluja syventäviä tai soveltavia kursseja valitsi 21 – 30 prosenttia koulun opiskelijoista. (Aksela & Karjalainen, 2008) Norjassa tehdyn tutkimuksen mukaan opiskelijat valitsevat lukiossa luonnontieteitä kiinnostuksen, nautinnollisuuden, itsensä toteuttamisen ja henkilökohtaisen vakaumuksen mukaan. Useimmat opiskelijat haluavat opiskelunsa olevan mielenkiintoisia, mielekkäitä ja henkilökohtaisesti merkittäviä, ja että he voivat toteuttaa itseään. (Boe, 2012)

### **2.1.3 Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa**

Kemian opetuksen lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Kokeellisuus mahdollistaa käsitteiden omaksumista ja ymmärtämistä, tutkimisen taitojen oppimista ja luonnontieteiden luonteen hahmottamista. Kokeellinen työskentely kehittää monenlaisia taitoja, kriittistä ajattelua sekä innostaa opiskelijoita kemian opiskeluun. Kokeellisessa työskentelyssä kuuluu toimia kemikaali-, jäte- ja työturvallisuuslainsäädännön mukaisesti. (LOPS, 2015; POPS, 2015)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS, 2015) lukee *”Kemian opetuksen lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Tutkimusten tekemisellä on oleellinen merkitys käsitteiden sisäistämisessä, tutkimisen taitojen oppimisessa ja luonnontieteiden luonteen hahmottamisessa”* Kemian opetuksessa kuuluu siis käyttää kokeellisuutta. Tämän kokeellisen työskentelyn tavoitteena ei ole kuitenkaan tutkimusten avulla uuden tiedon luominen vaan oppia kokeellisen työskentelyn työtapoja ja auttaa ymmärtämään luonnontieteitä. Tavoitteissa on tutkimisen taidot kohdissa T5 – T9. Myös kaikkiin sisältöalueisiin kytkeytyy *”SI Luonnontieteellinen tutkimus: Turvallisen työskentelyn periaatteet ja perustyötaidot luovat pohjan kokeelliselle työskentelylle. Eri sisältöalueista ja oppilaiden mielenkiinnon kohteista valitaan sopivia aihepiirejä suljettuihin ja avoimiin tutkimuksiin.”* Nämä asiat eivät ole juuri muuttuneet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista vuodesta 2004, paitsi tieto- ja viestintäteknologian käyttö on tullut osaksi opetusta.

Lukion opetussuunnitelman perusteiden tavoitteisiin on kirjoitettu *”osaa suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia turvallisesti ja yhteistyössä muiden kanssa”* ja *”osaa käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia”*. Lisäksi kurssien yksittäisissä tavoitteissa on kaikissa kirjoitettu, että osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen kurssin aiheita ja keskeisissä sisällöissä on lueteltu kokeellisia menetelmiä, jotka liittyvät kurssin aiheisiin. Kaikille kursseille siis kuuluu kokeellinen työskentely. (LOPS, 2015) Myös ylioppilaskirjoitukset ohjaavat lukio-opetusta. Ylioppilaskirjoitukset ovat myös kemian osalta muuttuneet sähköisiksi, joten tehtäviä täytyy osata tehdä tietokoneella. Näihin kuuluvat myös kokeellisten töiden mittausautomaatiolaitteet. Kokeellisia töitä voi näkyä ylioppilaskirjoituksissa videotiedostoissa, joita täytyy osata havainnoida näkemällä ja kuulemalla.

#### **2.1.4 Teknologia opetussuunnitelmien perusteissa**

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa kemian opetuksen tehtävissä mainitaan se, että kemian opetus auttaa ymmärtämään kemian merkitystä teknologiassa. Arvoperustaan liittyen on kohta *”Kestävän elämäntavan välttämättömyys”*, jossa on kerrottu teknologiasta. Sen mukaan *”Ihminen kehittää ja käyttää teknologiaa sekä tekee teknologiaa koskevia*

*päätöksiä arvojensa pohjalta.*” Oppilaiden tulee sen takia ymmärtää, että heillä on vastuu yhteiskunnan kehityksestä ja siksi ohjataan käyttämään teknologiaa niin, että se varmistaa ihmisen ja luonnon tulevaisuuden. Teknologian kehitys pitää auttaa kestävään kehitykseen, jonka ulottuvuudet käsittävät ekologisen, taloudellisen sekä sosiaalisen ja kulttuurillisen. (POPS, 2015)

Perusopetuksen yleisenä tavoitteena on laaja-alainen osaaminen. Tähän laaja-alaiseen osaamiseen kuuluu itsestä huolehtiminen ja arjen taidot (L3). Tämän aiheen alle on kirjattu myös teknologiasta, josta oppilaat tarvitsevat perustietoa ja opastusta järkeviin teknologisiin valintoihin. Monilukutaitoon (L4) kuuluu myös teknologia, koska oppilaiden tulee voida harjoittaa taitojaan eri tavoin teknologiaa hyödyntävissä oppimisympäristöissä. Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen (L5) kuuluu myös perusopetuksen oppilaille. (POPS, 2015)

Kemian opetuksen tehtävissä mainitaan, että se auttaa ymmärtämään kemian ja sen sovellusten merkitystä teknologiassa. Kemian opetuksen tavoitteissa tutkimisen taidoissa on teknologia kohdassa *T8 ohjata oppilasta hahmottamaan kemian soveltamista teknologiassa sekä osallistumaan kemiaa soveltavien ratkaisujen ideointiin, suunnitteluun, kehittämiseen ja soveltamiseen yhteistyössä muiden kanssa.* (POPS, 2015)

Kemian opetuksen sisällöissä kohdassa S3 Kemia yhteiskunnassa lukee, että *”Kemian ilmiöihin ja sovelluksiin liittyviä sisältöjä valitaan erityisesti ihmiskunnan hyvinvoinnin ja teknologia näkökulmista.”* Kemian oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvissä tavoitteissa on *”Jotta kemian ja teknologian soveltamiseen voidaan tutustua monipuolisesti, koulujen tilojen lisäksi hyödynnetään paikallisia mahdollisuuksia kuten lähiympäristöä sekä yhteistyötä yritysten ja asiantuntijoiden kanssa.”* (POPS, 2015)

Yleiset aihekokonaisuudet ovat laaja-alaisia osaamisalueita, jotka ylittävät oppiainerajoja. Yksi osa kaikille lukioille yhteisistä aihekokonaisuuksista on teknologia ja yhteiskunta. *”Teknologisten ratkaisujen perustana on tietämys luonnonlaeista ja -ilmiöistä.”* Aihetta voi lähestyä menneisiin, nykyisiin ja tuleviin teknologisiin asioihin liittyen. *”Ihmisen suhdetta*

*teknologiaan pohditaan kodin, työelämän ja vapaa-ajanvieton näkökulmista.”*  
*”Opiskelijoita kannustetaan ottamaan kantaa teknologian kehittämiseen ja osallistumaan sitä koskevaan päätöksentekoon pitäen esillä pyrkimyksiä kestävään elämäntapaan. Aihekokonaisuuteen liittyviä kysymyksiä konkretisoidaan tutustumalla teknologioiden soveltamiseen eri aloilla. Työskentely digitaalisissa ympäristöissä ja teknologia-alan eri toimijoiden kanssa voi olla osa aihekokonaisuuden toteutusta” (LOPS, 2015)*

Kemian opetuksen yleisissä tavoitteissa on, että opiskelija ”jäsentää käsitystään jokapäiväisen elämän, ympäristön, yhteiskunnan ja teknologian ilmiöistä kemian käsitteiden avulla” sekä ”osaa arvioida kemian ja siihen liittyvän teknologian merkitystä yksilön ja yhteiskunnan kannalta”. Teknologia on kirjattu tavoitteisiin kursseilla KE2, KE3, KE4 ja KE5. Lisäksi KE4-kurssi on nimeltään Materiaalit ja teknologia, joten siellä teknologia on kirjoitettu myös sisältöihin. (LOPS, 2015)

### **3 KEMIAN OPETUKSEN LÄHTÖKOHDAT**

Tässä luvussa tuodaan esille kemian opetukseen vaikuttavat asiat, eli resurssit, opettajan taidot, sekä kokeellisuuden ja muiden työtapojen käyttö. Opetukseen vaikuttavat aineelliset resurssit, mitkä mahdollistavat hyvän ja mielenkiintoisen opetuksen. Opettaja toteuttaa opetuksensa näiden resurssien avulla ja tiedoilla ja taidoilla, joita on saanut koulutuksessaan. Kokeellisuuden ja muiden työtapojen käyttöä käsitellään aiempien tutkimustietojen pohjalta ja mistä opettajat ja oppilaat ovat kokeneet hyötyvän eniten.

### 3.1 Aineelliset resurssit

Opetushallituksella ei ole tarkkoja määräyksiä koulujen tiloista. Kouluille on vain suosituksia ja opetuksen täytyy perustua opetussuunnitelman perusteisiin. Opetushallituksella on perusopetukseen ja lukioon suunnattu opas luonnontieteiden opetustiloista, työturvallisuudesta ja välineistä. Oppaassa kerrotaan opetuksen tavoitteet, kokeellisuudesta luonnontieteissä, opetustiloista, työturvallisuudesta ja jätehuollosta. Lopussa on myös lisätietoa ja liitteitä, joita kouluissa voidaan hyödyntää.

Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan suurin osa (18/24) opettajista ilmoitti koululla olevan puutteita kemian luokan tai kemian luokkien työturvallisuudessa. Puutteita on esimerkiksi työskentelytilojen koossa, oppilasryhmien koossa ja turvavälineissä. Opettajien mukaan pääsyyt puutteiden korjaamattomuudella ovat koulujen määrärahat (8/24) ja koulutilojen suunnittelu (6/24). Tilojen puutteellisuus on koulujen suurin ongelma ja työturvallisuuspuutteiden aiheuttaja. (Kolis et al., 2007) Kemian kokeelliseen työskentelyyn tarvittavien tilojen puutteellisuudet ovat vaivanneet suomalaisia kouluja jo 25 vuoden ajan (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008; Jauhiainen, 1990). Opetustiloissa on lisäksi tietokone, audiovisuaalisia välineitä, tarpeeksi tuoleja ja pöytiä oppilaille sekä kaapistot laboratoriovälineille. Kaikki nämä välineet voivat tehdä luokasta ahtaan, mikä aiheuttaa työturvallisuusongelmia, jos esimerkiksi hätäsuihkun alle ei pääse tarvittaessa.

Kemikaalivarastoissa oli eniten puutteita. Yhtenä ongelmana reagenssivarastoissa on kemikaalijätteiden jatkokäsittely, vaikka suurimmassa osassa kouluja jätteet kyllä kerätään. Joissakin kouluissa ei tiedetä miten ongelmajätteet tulisi kerätä tai hävittää. (Kolis et al., 2007)

Akselan ja Juvosen (1999) mukaan kolmasosassa Suomen kouluista opetustilat olivat hyvät (30 %) tai erinomaiset (8 %) ja 20 prosentin vastaajan mukaan huonot. Vajaa puolet (41 %) oli vastannut opetustilojen olevan kohtuulliset. 1,5 prosenttia oli vastannut, että kemian opetustiloja ei ollut ollenkaan. Kymmenen vuotta myöhemmin Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa vajaa puolet (41 %) perusopetuksessa olevista opettajista ja noin

kolmasosa (30 %) lukiossa arvioi opetusmahdollisuutensa tilojen suhteen kohtuullisiksi. Hyviksi arvioi perusopetuksessa 40 prosenttia ja lukiossa 28 prosenttia. Erinomaisina piti perusopetuksessa 9 prosenttia ja lukiossa 18 prosenttia. Välttävinä oli perusopetuksessa 10,3 prosenttia ja lukiossa 18 prosenttia. Yksikään ei arvioinut tiloja erittäin huonoksi perusopetuksessa, mutta lukiossa 6 prosenttia. Yhteenvetona suurin osa koki opetusmahdollisuutensa tilojen suhteen hyviksi tai kohtuullisiksi kaikilla asteilla.

Kemian opettajien arvioinnit opetusmateriaaleista jakautui tasaisemmin. Suurin osa arvioi hyviksi tai kohtuullisiksi (lukiossa 60 %, perusopetuksessa 74,3 %, muulla asteella 91,7 %). Erinomaiseksi arvioi lukiossa 16 prosenttia ja perusopetuksessa 7,7 prosenttia. Välttäväksi arvioi lukiossa 24 prosenttia, perusopetuksessa 14,1 prosenttia ja muulla asteella 8,3 prosenttia. Erittäin huonoiksi arvioitiin vain perusopetuksessa, 3,8 prosenttia vastaajista. (Aksela & Karjalainen, 2008)

Lukiossa tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimuksen tekemisessä ja tuotosten laatimisessa (LOPS, 2015). Kemian opettajien mukaan opetusmahdollisuudet välineiden suhteen ovat suurimman osan mukaan hyvät tai kohtuulliset (lukiossa 68 %, perusopetuksessa 80,8 % ja muulla asteella 75 %). Erinomaisiksi arvioi lukiossa 10 prosenttia ja perusopetuksessa 5,1 prosenttia. Välttäväksi arvioi lukiossa 20 prosenttia, perusopetuksessa 12,8 prosenttia ja muulla asteella 25 prosenttia. Erittäin huonoksi lukiossa 2 prosenttia ja perusopetuksessa 1,3 prosenttia. (Aksela & Karjalainen, 2008)

### **3.2 Opettajan tiedot ja taidot**

Opettajan täytyy hallita työssään kaksi erillistä aluetta. Opettajan täytyy osata oppiaineen sisältö, eli sekä opetettavan aineen tuntemus, että opetukseen liittyvä pedagoginen tieto. Toiseksi, opettajan täytyy osata suunnitella opetusta. (Shulman, 1986) On olemassa kolmenlaista ammattitaitoa opettajilla Suomessa: (i) tieteen legitimaatioon pyrkiminen, (ii) lojaalius valtiollisiin koulutus uudistuksiin, (iii) pyrkimys erottaa kilpailija. Tähän päivään asti suomalaisten opettajien koulutus on ollut erittäin onnistunutta. (Simola, 1997)

Opettajan työ on monimutkaista työtä ja monien opettajien yksinkertaiset näkemykset opettamisesta muuttuvat ajan myötä. Tämän prosessin kautta opettajat kehittyvät opettamisessa kokemuksen avulla. Puhuminen ei ole opettamista ja kuunteleminen ei ole oppimista, vaan opettajien täytyy käyttää pedagogiikkaa monimuotoisemmilla tavoilla. Opetuksen suunnitteluunkaan ei riitä vain tieto erilaisista luokassa tehtävistä toiminnoista. Hyvä opettaja ymmärtää miten oppilaat oppivat ja tunnistaa asioita, jotka vaikuttavat oppilaiden oppimisen laatuun. Näiden tietojen avulla opettaja valitsee opetusmenetelmiä ja lähestymistapoja. Opettajien ammattiosaaminen edellyttää erityistä kieltä parempaan tiedonilmaisuun ja ideoiden jakamiseen. Yleisesti ottaen luonnontieteiden opettajan täytyy hallita pedagoginen sisältötieto, ja tätä parantamalla voimme saada parempia opettajia, jotka kykenevät kehittämään omaa ammatillista osaamistaan. (Loughran et al., 2012)

Akselan ja Juvosen (1999) tutkimuksessa opettajista 70 prosentilla oli vähintään cum laude approbatur –laajuus kemiasta (perus- ja aineopinnot eli 60 opintopistettä), noin 30 prosentilla oli laudatur (myös syventävät eli yhteensä 120 opintopistettä) ja noin 25 prosentilla approbatur (perusopinnot eli 25 opintopistettä). Noin 5 prosentilla ei ollut edes approbatur-laajuutta. Vuonna 2007 laudaturin suorittaneita oli 47 prosenttia, cum laude approbaturin suorittaneita 33 prosenttia ja approbaturin suorittaneita 17 prosenttia. Jatko-opintoja oli suorittanut kuusi prosenttia vastanneista. (Aksela & Karjalainen, 2008)

Opetussuunnitelman uudistuksen myötä kemian oppitunteja on myös 5. – 6. luokilla, eikä siellä aina ole kemiaa opiskelleita luokanopettajia. Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan suuri osa luokanopettajista ei ollut opiskellut kemiaa kemian laitoksella. Vain 5 opettajaa (6 %) oli suorittanut 25 opintopisteen verran kemiaa. Kuitenkin, suurin osa opettajista (59 %) oli opiskellut opettajankoulutuslaitoksella kemiaa osana heidän opettajankoulutustaan, mikä tarkoittaa 3 opintopisteen kurssia, ja 38 opettajaa (26 %) oli osallistunut vähintään yhteen täydennyskoulutukseen uransa aikana. (Herranen, Vesterinen, & Aksela, 2015) Luokanopettajien koulutukseen sisältyvä kemian opiskelu vaihtelee opettajankoulutusta järjestävän laitoksen perinteestä tai resursseista. Valtakunnallinen LUMA-keskus (lyhenne sanoista luonnontieteet ja matematiikka) on tarjonnut luokanopettajille arvokasta täydennyskoulutusta kursseina ja työpajoina. (Montonen, 2008)



Opettajalla on merkittävä rooli siinä, että herättääkö lasten ja nuorten kiinnostusta kemiaa kohtaan. Yleissivistävien opintojen mukaan kemian opetuksen tavoitteina on herättää ja syventää kiinnostusta kemian alaa sekä opiskelua kohtaan. Kemian opettajien vahva koulutus ja opetuksen tutkimus auttaa vahvistamaan kemian osaamista. Täydennyskoulutus tukee opettajan ammatillista kasvua ja verkostoitumista ja mahdollistaa seuraamaan tutkimuksen ja teollisuuden kehitystä. (Vornamo, 2007)

### **3.3 Kokeellisuuden rooli kemian opetuksessa**

Kokeellisuus voidaan määritellä monella eri tavalla. Kokeellisuus on perinteisesti demonstraatioiden ja oppilastöiden tekemistä ja työskentelyä laajempien tutkimusten ja projektien parissa. (Lavonen & Meisalo, 2010a) Kokeellisuudella on tärkeä rooli kemian opetuksessa. Kokeellisilla työtavoilla pyritään tukemaan tietojen ja taitojen oppimista. Kokeellisuudella ei pyritä luomaan uutta tietoa, vaan tuetaan oppilaita oppimaan jotain uutta. Tieteessä tehtävällä kokeellisuudella ja oppilaiden tekemällä kokeellisuudella on erilaiset tavoitteet. (Lavonen & Meisalo, 2010b)

Kemian opettajat voivat käyttää kokeellisessa opetuksessa opetusmenetelminä mallintamista, tukemista, valmentamista, refleктоimista ja tutkimista. Kolme ensimmäistä keskittyvät oppilaan havainnointiin ja ohjattuun toimintaan. Tutkimisen ja refleктоimisen avulla oppilas pyrkii kehittämään omia ongelmanratkaisutaitojaan. Mallintamisessa opettaja itse demonstroi ja selittää ääneen tekemänsä ja omia valintojaan, kun oppilaat havainnoivat. Tukemisessa oppilasta tuetaan neuvoilla niin, että oppilas pääsee haluttuun lopputulokseen. Valmentamisessa opettaja seuraa ja antaa tarvittaessa ohjeita. Tarkoituksena on, että oppilaan taidot kehittyvät koko ajan lähemmäs kemistin työskentelyä. Reflektion tarkoitetaan oppilaan tarkastelua omasta toiminnastaan esimerkiksi työselostuksen avulla. Reflektion verrataan oman työskentelytavan ja kemistin tai opettajan työskentelyn eroja. Tutkimuksellisessa lähestymistavassa opettajan ohjaus vähenee ja oppilaat kehittävät omia tutkimuskysymyksiä ja ongelmanratkaisuprosesseja. Kysymysten esittämistä täytyy sitä ennen opettaa erikseen. (Tynjälä, 1999)

Jean Piaget on kehittänyt oppimisen teorian, jota tarkastellaan yleensä, kun käydään läpi käsitteiden oppimista kokeellisen työskentelyn yhteydessä. Piaget'n mukaan oppiminen ja siitä johtuva älykkyys tapahtuu konfliktien eli ristiriitojen kautta. Vain ristiriitojen kautta voi tietorakenne kehittyä tai uusi tietorakenne muodostua. Oppilaat eivät kuitenkaan tukeudu helposti aitoon empiiriseen aineistoon, vaan selittävät asioita omien mielipiteiden tai ennakkokäsitysten pohjalta. Ihmiset sopeutuvat ympäristöön muuttamalla käytöstään kokemiensa vuorovaikutusten kautta, mikä voidaan havaita oppimisena. (Müller, Ten Eycke, & Baker, 2015)

Millar (2004) on tehnyt luettelon oppimista tukevan oppilastyön (kokeellisten töiden) ominaisuuksiksi Piaget'n teorian pohjalta seuraavat piirteet:

- yksittäiselle työlle asetetaan vain muutama selkeä tavoite
- työ on suunniteltu niin, että se suuntaa oppilaiden huomion niihin tarkasteltavan ilmiön piirteisiin, jotka ovat olennaisia tietorakenteen kehittymisen tai kumoamisen kannalta
- työ on suunniteltu niin, että oppilaat joutuvat ajattelemaan ennen työskentelyä ja aktivoimaan jo olemassa olevat tietorakenteensa (skeemansa)
- työ on suunniteltu niin, että opettaja voi seurata oppilaiden toimintaa ja puhetta (ajattelua) työskentelyn aikana
- työ on suunniteltu niin, että työn tulosten tarkastelu johtaa luokitteluun (samankaltaisuuksien ja erilaisuuksien esittämiseen), yhteyksien, riippuvuuksien ja/tai verrannollisuuksien esittämiseen
- työ on suunniteltu niin, että työskentelyn jälkeen oppilaat ohjautuvat pohtimaan, käyttämään tuloksia pohdinnassa ja perustelevaan asioita tuloksiin nojautuen
- työ on suunniteltu niin, että työskentely ja tulokset synnyttävät sosiaalista vuorovaikutusta

Luonnontieteiden opetuksella voi olla kaksi päämäärää. Ensimmäinen päämäärä on se, että autetaan oppilaita ymmärtämään mahdollisimman paljon tieteellisiä tietoja, riippuen heidän tarpeistaan, kiinnostuksen kohteista ja kyvyistä. Toinen päämäärä on, että kehitetään oppilaiden ymmärtämistä metodeista, joilla tämä tieteellinen tieto on saavutettu ja meidän

luottamuksemme siihen, eli tietoa tieteestä. Parhain tapa olisi kuitenkin kehittää sekä oppilaiden tieteellistä tietoa, että heidän tietojaan tieteellisestä tutkimuksesta. (Millar, 2004) Oppilaiden oppimista auttaisi se, että he ennustaisivat tapahtuman ennen kuin he tekevät työn. Ensin pitäisi siis tehdä hypoteesi ja työn avulla testata, että pitääkö se paikkansa. (Millar, 2004) On tutkittu, että kemian kokeellisten töiden avulla saadaan parannettua kemian teorian oppimista (Windsor & Bailey, 2016).

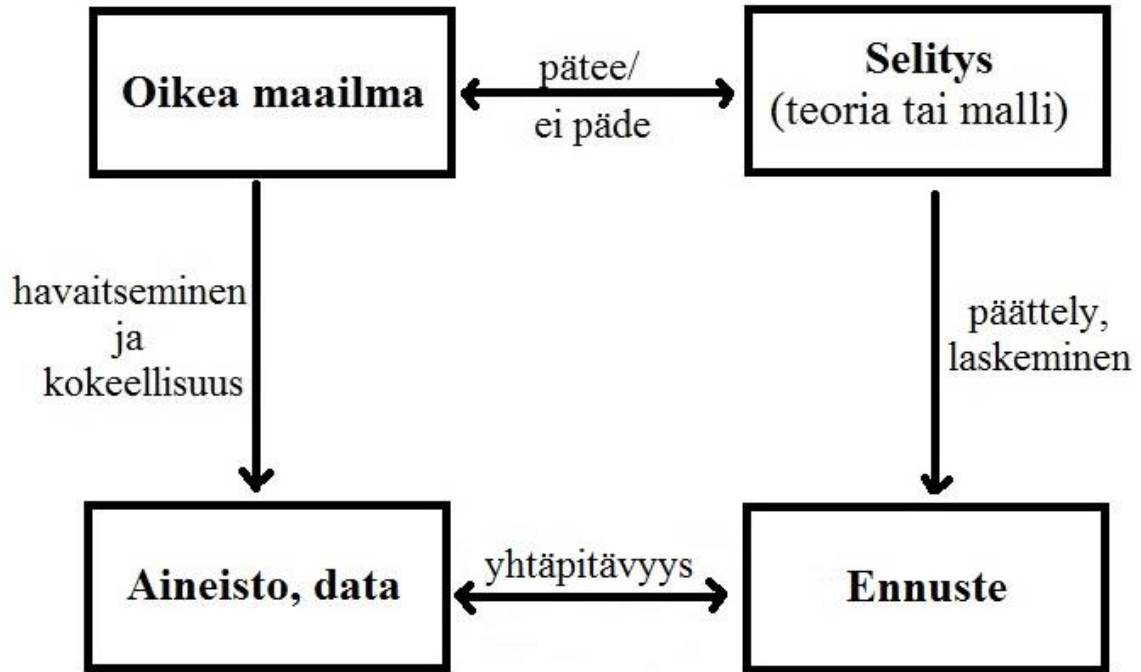
Kokeellisuuden ei pitäisi olla pelkkää suorittamista, koska kokeellisuuden määrä ei korvaa laatua. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan lukio-opiskelijat haluavat kemian opetukseen enemmän yhteyksiä jokapäiväiseen elämään ja enemmän laboratoriotöitä. Näiden molempien huomioiminen voi olla hankalaa, koska laboratoriotöiden täytyy kehittää käden taitoja, että kehittää ajattelua ja on vaikea ne asiat huomioiden käyttää arkipäiväisiä asioita tapana selittää opiskelijoille mitä kemian tietoja he tarvitsevat ymmärtääkseen arjen ilmiöitä. Hienon näköisten kokeiden näyttäminen ilman linkitystä selityksiin, eivät todennäköisesti vaikuta opiskelijoiden pitkän aikavälin kiinnostukseen. Lisäksi kemian liittäminen jokapäiväiseen elämään ilman liittämistä sisältötietoihin, ei välttämättä ole hyödyllistä. (Broman & Simon, 2015)

Suomalaiset 9. luokkalaiset kokevat kemiassa tärkeimpänä arkipäiväiset asiat ja kemialliset aineet, kuten kynsilakat, ihovoiteet, meikit, puhdistusaineet, vaaralliset aineet, turvallisuusmerkinnät, alkoholit ja huumeet, korroosio, metalliseokset, ruokien ravinteet, liuokset ja tuotteet sekä paloturvallisuus. Lisäksi pienempi osuus kaipasi aiheita ympäristöstä ja tieteellisen näkökulman syventämisestä. Suomalaiset oppilaat pitävät kemiaa erilaisena oppiaineena muista oppiaineista, koska sillä on kokeellinen ja tutkiva opetustapa. Oppiainetta pidetään myös vaativana, mutta loogisena. Ne oppilaat, jotka tuntevat teorian liian haastavana, oppivat käytännön kautta ja ulkolukemalla. (Dumbrajs, de Jager, & Bergström-Nyberg, 2013)

Millar (2004) esittää neljä syytä, että miksi oppilaiden on hankala oppia luonnontieteellisiä käsitteitä kokeellisen työskentelyn yhteydessä:

1. Tilanteet, joissa oppilastöitä tehdään ja välineet, joita käytetään, ovat oppilaille outoja. Aikaa oppilastöiden tekemiseen on vähän. Nämä kolme syytä vaikuttavat tulosten tarkkuuteen. Epätarkkojen ja osin virheellisten tulosten perusteella johtopäätösten tekeminen on hankalaa.
2. Oppilailla on vaikeuksia ”nähdä” tuloksissa sellaisia säännönmukaisuuksia, joiden perusteella johtopäätöksiä pitäisi tehdä. Opettaja aliarvioi sen, kuinka haastavaa on päättelyketju, jolla edetään kerätystä kokeellisesta aineistosta johtopäätöksiin. Tulos on opettajalle tuttu, ja hän näkee aineistosta helposti sen, mitä odottaa näkevänsä.
3. Oppilas ”näkee” aineistossa sen, mitä ennakkoon odottaa. Oppilaiden ennakkokäsitykset (olemassa olevat tietorakenteet tai skeemat) ohjaavat havaintojen tekemistä.
4. Oppilaat tietävät, että opettaja tietää, mitä aineiston perusteella pitäisi päätellä. Oppilaat odottavat sen tähden opettajan kertovat heille, miten aineisto tulkitaan.

Giere (1991) on kirjoittanut tieteellisestä päättelystä ja miten sitä opitaan. Tieteellisistä laboratorioista uuden tiedon kulku uutisiin ja kansalaisille kulkee pitkän reitin kautta. Lisäksi tieteen tekeminen ei onnistu vain yhdeltä ihmiseltä, vaan se pitää todeta monen ihmisen kautta, että kaikki päätyvät samaan tulokseen. Tätä tieteellistä ajattelutapaa kuuluisi painottaa myös koulujen opetuksessa.



**Kuvio 1.** Tieteellisen päättelyn rakenne. (Giere, 1991)

Kuviossa 1 havainnollistetaan tieteellisen päättelyn rakennetta. Tieteessä oikeasta maailmasta saadaan aineistoa tarkkailun tai kokeiden kautta. Tämän pohjalta voidaan muodostaa ennuste, ja jos se on yhtäpitävä aineiston kanssa, voidaan luoda selitys oikeaa maailmaa varten. Jos selitys pätee oikean maailman kanssa, se lisää varmuutta selityksestä. Välillä suoraa kokeellisuutta ei tarvita, vaan tietoa voidaan selittää teorialla tai malleilla. Aineiston ja selitysten välillä ei ole suoraa yhteyttä. (Giere, 1991)

Akselan (2005) tutkimuksessa osoitettiin, kuinka ”rikas” oppimisympäristö voi tukea mielekästä kemian oppimista ja korkeamman tason ajattelua. Korkeamman tason ajattelun avulla toisen tason opiskelijat voivat ymmärtää paremmin ilmiöitä. Mielekkään kokeellisuuden todettiin parantavan kemian oppimista.

### 3.3.1 Kokeellisuus kemian opettajan näkökulmasta

Tomperi ja Aksela (2011) ovat tutkineet opettajien kokeellisten laboratoriotöiden valintoja. He halusivat selvittää minkälaisia kokeellisia töitä lukion kemian opettajat valitsevat ja miksi ne ovat heidän mielestään hyviä töitä. Toinen tutkimuskysymys oli minkälaista oppimista opettajien valitsemissa kokeellisissa töissä voi parhaimmillaan tapahtua, kun oppijat suorittavat ne ohjeiden mukaan. Kolmas kysymys oli, miten konstruktivismin mukainen näkemys oppijasta aktiivisena toimijana toteutuu lukion opettajien valitsemissa töissä.

Työohjeista tarkasteltiin oppimisen lähestymistapaa, tutkimuksellisuuden tasoa, yhteistyön toimimista ja kehittääkö työ korkeamman tason ajattelutaitoja. Taulukossa 1 kerrotaan kemian opetuksen erilaiset lähestymistavat. Opettajien valitsevat laboratoriotyöt vastasivat lähestymistapoja *Todentava oppiminen* ja *Keksintöperustainen oppiminen*. (Tomperi & Aksela, 2011)

**Taulukko 1.** Lähestymistavat kemian opetuksessa ominaispiirteineen (Domin, 1999)

Lähestymistapa	Lopputulokset	Lähestymistapa	Toimintatapa
Todentava oppiminen	Tiedetään etukäteen	Deduktiivinen	Annetaan valmiina
Tutkimuksellinen oppiminen	Ei tiedetä ennakkoon	Induktiivinen	Oppija tuottaa
Keksintöperustainen oppiminen	Opettaja tietää etukäteen, oppilaat eivät	Induktiivinen	Annetaan valmiina
Ongelmaperustainen oppiminen (PBL)	Opettaja tietää etukäteen, oppilaat eivät	Deduktiivinen	Oppija tuottaa

Taulukossa 2 on luokittelu kokeellisten töiden ohjeista sen mukaan, onko opettaja vai oppija vastuussa osatoiminnasta. Kemian opettajien valitsevat kokeelliset työt vastasivat tutkimuksellisuuden tasoja 0 ja 1. (Tomperi & Aksela, 2011)

**Taulukko 2.** Tutkimuksellisen toiminnan luokittelu sen perusteella, kuka on vastuussa osatoiminnasta (Abrams, Silva, & Southerland, 2008)

<b>Kokeellisuus</b>	<b>Tutkimuskysymys</b>	<b>Tutkimusmenetelmä</b>	<b>Tulosten tulkitseminen</b>
Taso 0: Verifiointi	Opettaja antaa	Opettaja antaa	Opettaja antaa
Taso 1: Strukturoitu	Opettaja antaa	Opettaja antaa	<b>Oppija valitsee</b>
Taso 2: Ohjattu	Opettaja antaa	<b>Oppija valitsee</b>	<b>Oppija valitsee</b>
Taso 3: Avoin	<b>Oppija valitsee</b>	<b>Oppija valitsee</b>	<b>Oppija valitsee</b>

Oppijoilla työohjeen seuraaminen voi tapahtua kahdella tavalla. Oppijat tekevät kokeen jokaisen vaiheen yhdessä (kollaboratiivinen) tai jakavat työn osiin ja kokoavat tulokset lopussa yhteen (kooperatiivinen). Suurin osa lukion kemian opettajien valitsemista töistä tapahtui kollaboratiivisesti eli kaikki oppijat tekivät yhdessä samaa työvaihetta. (Tomperi & Aksela, 2011)

Osa opettajien valitsemista töistä oli Bloomin taksonomian tasojen mukaan vain mieleen palauttamista ja ymmärtämistä. Kuitenkin puolet töistä vaati myös soveltamista. Melkein puolet vaati myös muita korkeamman tason ajattelutaitoja, kuten analysoimista ja synteesiä. (Tomperi & Aksela, 2011)

Opettaja on se, joka vaikuttaa kokeellisen työskentelyn vaativuuteen, koska opettaja voi esimerkiksi antaa vastauksen valmiina tai odottaa oppijoiden neuvottelevan vastauksen yhteisesti. Opettajien koulutus vaikuttaa siihen, millaisia töitä opettaja valitsee ja osaako hän muuttaa työohjetta sellaiseksi, että se täyttää oppimisen kriteerit. (Tomperi & Aksela, 2011)

Tutkimustulokset kertovat, että hyvän kokeellisen työn avulla opitaan kemian teoriaa. Hyvä kokeellinen työ oli vastaajien mielestä selkeä, sekä muutos tai muu tulos selkeästi nähtävissä. Työn tulisi olla myös helppo, yksinkertainen ja turvallinen toteuttaa. Kokeellisen työn tuli onnistua helposti ja tekemiseen saisi mennä vähän aikaa. (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008)

Tutkimustulosten perusteella tietokoneen hyödyntäminen kokeellisuudessa on yleistynyt kemian opettajilla. Aiemmin opettajista vain 7 prosenttia käytti mittausautomaatiolaitteistoja opetuksessaan (Aksela & Juvonen, 1999) ja myöhemmin 29 prosenttia opettajista on käyttänyt tietokonemittausmahdollisuuksia opetuksessaan. (Aksela & Karjalainen, 2008) Myös Leskinen (2007) on huomannut mittausautomaation käytön lisääntyneen lukion kemian opetuksessa. Opettajat mainitsivat käyttämisen syiksi graafisten esitysten selkeyden, havainnollistavuuden ja tulosten saannin nopeuden. Tietokonemittausten käyttämättömyydelle yleisimmät syyt olivat laitteiston puutteet. Lisäksi syinä oli opettajilta puuttuvat tiedot ja taidot laitteiden käyttöön. Osa vastaajista perusteli laitteiden käyttämättömyyttä sillä, että kemian opetus on parempaa ilman laitteita tai kemian sisällöt hukkuisivat laitteiden käytön taakse. (Aksela & Karjalainen, 2008)

### **3.3.2 Tieto- ja viestintätekniiikan käyttö kemian opetuksessa**

Perusopetuksen laaja-alaisen osaamisen tavoitteissa on kohta *”Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen (L5)”* (tvt), mikä on tärkeä kansalaistaito. Tvt on sekä oppimisen kohde että sen väline. Sitä kuuluu käyttää kaikilla vuosiluokilla, kaikissa oppiaineissa ja monialaisissa oppimiskokonaisuuksissa sekä muussa koulutyössä. (POPS, 2015)

Kemian opetuksen tavoitteissa lukee *”T9 ohjata oppilasta käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedon ja tutkimustulosten hankkimiseen, käsittelemiseen ja esittämiseen sekä tukea oppilaan oppimista havainnollistavien simulaatioiden avulla”*. Simulaatioita ei ole mainittu edellisessä perusopetuksen opetussuunnitelmassa. (POPS, 2004; POPS, 2015) *”Tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimusten tekemisessä ja tuotosten laatimisessa.”* (LOPS, 2015)

Monia oppilaita kiehtoo makroskooppiset kemian tapahtumat, kuten kuplat, värit, hajut ja pamahdukset. Oppilaat on vaikea saada yhtä kiinnostuneiksi submikroskooppisesta ja symbolisista kemian puolesta. (Harrison & Treagust, 2003) Oppilailla on vaikeaa yhdistää submikroskooppiset, makroskooppiset ja symboliset esitystavat. Erityisesti atomien ja molekyylien submikroskooppinen maailma ja symboliset esitystavat ovat haastavia ja täynnä väärinymmärtämisen mahdollisuuksia, koska ne ovat niin abstrakteja asioita.



(Harrison & Treagust, 2003; Prokša, Drozdíková, & Haláková, 2018) Kemian opetuksessa tieto- ja viestintäteknologian avulla on mahdollista hyödyntää mallinnusta ja visualisointia, joiden avulla saadaan mallinnettua kemian submikroskooppista maailmaa. Tietokoneavusteinen mallinnus ja visualisointi antavat uusia mahdollisuuksia kemian opetukseen helposti ja edullisesti. (Jalonen et al., 2008) Niin kuin opetussuunnitelman perusteissakin (POPS, 2015) sanotaan, tv:n käyttö tukee monipuolista kemian opetusta sekä opettaa käyttämään tietoteknisiä laitteita ja ohjelmia. Molekyylimallinnus mahdollistaa molekyylin kolmiulotteisen rakenteen näkemisen sekä auttaa tarkastelemaan kemian ilmiötä molekyylitasolla (Jalonen et al., 2008) Opettamisessa voidaan käyttää digitaalisia keinoja, että voidaan havainnollistaa esimerkiksi kaasujen liikettä submikroskooppisella tasolla. Opetusvälineiden avulla voidaan auttaa oppimisprosesseissa kuten submikroskooppisen tason sisällön opettamisessa ja motivoida opiskelemaan kemiaa. (Figueiredo, 2016)

Opettajista, jotka olivat osallistuneet järjestettyihin koulutuksiin ja/tai olivat hankkineet Spartan molekyylimallinnusohjelman, tehtiin tapaustutkimus. Tutkimuksen mukaan opettajat käyttivät molekyylimallinnusta vaihtelevasti opetuksessa. Syitä molekyylimallinnuksen käytölle olivat muun muassa kemian ilmiöiden havainnollistavuus, auttaa ymmärtämään kemian ilmiötä, helpottaa työskentelyä ja opettamista ja mahdollistaa oppilaan tekemisen ja tutkimisen. Syitä, miksi molekyylimallinnusta ei käytetty, oli, että kouluilla ei ollut varaa tai mahdollisuutta mallinnusohjelmien käyttöön. Osa opettajista käytti tietokoneavusteisia malleja opetuksessa vähän, koska esimerkiksi lukiossa kurssit ovat tiiviitä ja on suuret ryhmäkoot, omat taidot ovat puutteelliset tai koulutuksen opit ovat unohtuneet. (Aksela & Lundell, 2008)

### **3.4 Kemian opettajien käyttämät työtavat**

Melkein neljäkymmentä prosenttia opettajista käytti jatkuvasti tai usein opetuksessaan ryhmätyötä. Kyselyyn harjaannuttaminen, luova ongelmanratkaisu, käsitteen omaksuminen, muistamismallit, opintokäynnit ja käsitekartta olivat työtapoja, joista jokaista opettajat käyttivät jatkuvasti tai usein 10 – 20 prosenttia. Alle kymmenen prosentin osuudet vastauksien lisäksi opettajat mainitsivat muita jatkuvasti tai usein käyttämiään menetelmiä. (Aksela & Karjalainen, 2008)

Satunnaisesti käytetyistä työtavoista yleisimmät olivat opintokäynnit (noin 65 %) ja projektityöskentely (noin 60 %). Noin 50 prosentin osuudet saivat ryhmätyö, luova ongelmanratkaisu, muistamismallit, yhteistoiminnallinen oppiminen ja käsitekartta. (Aksela & Karjalainen, 2008)

Yli puolet opettajista ei käyttänyt koskaan suggestopediaa, roolileikkejä, rentoutusta, prosessikirjoittamista ja väittelyä. Suggestopedia on menetelmä, jossa opitaan kokonaisvaltaisesti kaikkien aistien mielikuvaprosessien kautta. Noin 25 prosenttia opettajista ei tuntenut käsitteen omaksumista, noin 20 prosenttia ennakkojäsentäjää, noin 15 prosenttia prosessikirjoittamista ja suggestopediaa ja noin 12 prosenttia simulaatiota ja Mind map –tekniikkaa. (Aksela & Karjalainen, 2008)

## **4 KEMIAN TEKNOLOGIA JA YHTEISTYÖ**

Tässä luvussa käsitellään kemian teknologiaa ja opettajien ja ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävää yhteistyötä. Kappaleessa 4.1 käsitellään kemian teknologian määritelmää sekä sen opettamista. Kappale 4.2 käsittelee koulujen ja ulkopuolisten tahojen välistä yhteistyötä opetuksen näkökulmasta.

### **4.1 Kemian teknologia**

Teknologia tulee kreikan sanoista tekhné ja logos, jotka tarkoittavat työtä ja syytä. Teknologiaan liittyvät työvälineet, työntekotavat ja asiantuntemus. Englanniksi ”technology” tarkoittaa sekä tekniikkaa että teknologiaa. Teknologian avulla voi parantaa elämän laatua. Teknologia on auttanut ihmisiä kehittymään keräilytalouden ajoista nykyiseen yhteiskunnan monimutkaiseen talousverkostoon. Teknologian kehittyminen vaatii monipuolista osaamista, johon kuuluvat myös luonnontieteelliset taidot. (Opetushallitus, 2010) Teknologian käsitteen määrittely riippuu määrittelijästä. Teknologia saatetaan liittää opetuksessa pelkästään tietokoneisiin tai tietoteknisten taitojen opettamiseen. (Cajas, 2001) Teknologia ja tekniikka eivät ole sama asia, vaikka niitä

saatetaan käyttää ristiin. Teknologia on laajempi käsite. Tekniikka on taito, jota käytetään jonkin asian suoriutumiseen. Teknologian avulla parannetaan hyvinvointia. Teknologiassa tarvitaan tieteellisten taitojen ja tietojen soveltamista ja sovelluksia sekä niiden perusteiden ymmärtämistä. (Lindh, 2006)

Kemian teknologia on peruskoulun 7 – 9 vuosiluokkien oppilaille aika tuntematon käsite. Kun puhutaan oppilaille teknologiasta, heidän käsite saattaa hämärtyä entisestään. On tärkeää selvittää, miten oppilaat käsittävät kemian teknologian, koska sen avulla opetusta voidaan kehittää oikeaan suuntaan. Kemian teknologian opetukseen tarvitaan enemmän yhteisiä tavoitteita ja hyviä opetusmenetelmiä, että opettajat pystyvät opettamaan kemian teknologiaa paremmin. (Laajaniemi & Aksela, 2007) Teknologian opettamisessa ja oppimisessa on tärkeää ymmärtää luonnontieteiden ja teknologian yhteys sekä ymmärtää teknologian sivuvaikutukset. Lisäksi avainasiat teknologian ymmärtämiselle ovat energia, materiaalit, maanviljely, terveys ja viestintä. (Cajas, 2001)

Ikosen tutkimuksen tavoitteena oli kehittää tutkimuksellista opetusmenetelmää peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten kemian oppitunnille. Aiheena oli Suomen kemianteknologiateollisuus, sen tuotteet ja tuotantoprosessit. Tälle opetusmenetelmän kehittämiseksi oli tarvetta, koska kemian oppikirjoissa ei ole esitelty täysin kattavasti Suomen teknologiateollisuutta. (Ikonen, 2012) STS-lähestymistapaa (Science-technology-Society) käytetään teknologian opetuksessa luonnontieteissä. (Laajaniemi & Aksela, 2007) Myös Ikonen (2012) oli käyttänyt STSE-opetusta, joka yhdistää opetetun kemian asian oppilaiden elämään, mutta liittyy myös tieteeseen ja teknologiaan sekä ympäröivään yhteiskuntaan ja ympäristöön. Opetusmenetelmää voisi kehittää vierailemalla kemian teknologiateollisuuden yrityksissä tai pyytämällä kemian alan yrityksen edustajia kouluvierailuille.

## 4.2 Koulun ja ulkopuolisten tahojen välinen yhteistyö

Koulun ja ulkopuolisten tahojen välistä yhteistyötä voidaan toteuttaa monipuolisilla tavoilla. Oppilaat voivat mennä opettajan johdolla vierailemaan johonkin yritykseen, laitokseen tai virastoon. Tällaisen perinteisen opintokäynnin voi muokata myös toiminnalliseksi opintokäynniksi, jolloin vierailukohteessa tehdään jotain kokeellisia tai kirjallisia tehtäviä. Suurempia projekteja voidaan jatkaa koululla. (Jauhiainen, 1992) Opetushallitus on listannut monia erilaisia koulun ja ulkopuolisten tahojen yhteistyömahdollisuuksia. Yhteistyömuotoja voivat olla esimerkiksi vierailut yrityksissä, järjestöissä ja yhteisöissä tai niiden edustaja vierailee koulussa tai oppilaitoksessa, tai yhteiset projektit, tapahtumat, opinnäytetyöt ja kummikoulutoiminta. (Opetushallitus & Kilpailu- ja kuluttajavirasto, 2014)

TATin (ennen Taloudellinen tiedotustoimisto, nykyään Talous ja nuoret TAT) nuorisotutkimuksen mukaan nuoret kaipaavat työnteosta ja työelämästä konkreettisia kokemuksia. He toivovat erityisesti yritysvierailuja ja opintokäyntejä, että he saavat tietoa omaa uravalintaansa varten. Vuosiluokilla 7 – 9 oppilaat suorittavat työelämään tutustumis- eli TET-jaksot. TET-jaksot voivat olla nuorille ainoa mahdollisuus nähdä käytännössä työelämää ja yritysten toimintaa. TATin nuorisotutkimuksen mukaan nuoret haluavat ensisijaisesti palvelualoille sekä työharjoitteluun että työhön tulevaisuudessa. Teollisuuden alan työt kiinnostavat nuoria erittäin vähän. Myös opettajien yritystutustumisia on alettu toteuttaa. Opettajien yritysjakso antavat opettajille oikeanlaista kuvaa yritysten ja muun työelämän toiminnasta, jolloin he osaavat paremmin kannustaa oppilaita jatko-opintoihin ja erilaisiin uravalintoihin. Opettaja saa yritysvierailujen avulla viimeisintä tietoa eri alojen kehittymisestä ja taidoista ja ominaisuuksista, joita tarvitaan eri ammateissa. (Kinnunen, 2008)

## **5 KEMIAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN**

Tässä luvussa esitellään kemian opetuksen kehittämistä arvioinneilla, haasteilla ja kehittämishankkeilla, joita on aloitettu Suomessa aikaisemmin kemian opetuksen parantamiseksi. Aikaisempien tutkimusten pohjalta esitellään lisäksi opettajien tarvitsemia täydennyskoulutusaiheita ja kemian opettajien kehittämisideoita kemian opetukseen.

### **5.1 Arvioinnit**

Kymmenen vuotta sitten Suomessa ei ollut käsitelty erikseen kemian opetuksen arviointeja (Aksela & Karjalainen, 2008) Helsingin yliopiston yhteyteen perustettiin kemian opettajankoulutusyksikkö vuonna 2001. Sen perustaminen on mahdollistanut kemian opetuksen tutkimusta niin Pro gradu -tutkielmissa, kuin jatko-opintojenkin yhteydessä lisensiaatintutkielmissa ja väitöskirjoissa. Myös kandidaatintutkielmat voivat käsitellä kemian opetusta.

Luonnontieteiden opetuksen ja myös kemian opetuksen arviointien tutkimus on lisääntynyt Suomessa. Luonnontieteiden opetuksen tilaa ovat olleet kartoittamassa esimerkiksi Opetushallitus, MAOL ry (Matemaattisten aineiden opettajien liitto) ja Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto (TT). Suomen koulutusjärjestelmä on ollut maailmalla keskustelun alla viimeisen kymmenen vuotta (Imam & Jabeen, 2018).

Ensimmäinen LUMA-keskus perustettiin Helsingin yliopiston yhteyteen vuonna 2003 ja vuodesta 2007 alkaen Suomeen on perustettu LUMA-keskuksia eri yliopistojen tai yliopistokeskusten yhteyteen. (LUMA-keskus, 2018a) Myös kemian opettajankoulutusyksikkö tekee yhteistyötä LUMA-keskuksen toiminnan kanssa ja mahdollistaa kemian opetuksen tutkimuksen oppilaiden ja opettajien kanssa.

PISA (Programme for International Students Assessment) on yhteinen tutkimusohjelma OECD:n jäsenmaille. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2015) OECD:n jäsenmaita on 36, jotka sijaitsevat ympäri maapalloa, Etelä-Amerikasta Eurooppaan ja Aasiaan. (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2018) PISA-ohjelmassa arvioidaan nuorten osaamista matematiikassa, luonnontieteissä ja lukutaidossa. Tutkimuksen sisällöllinen painopistealue vaihtuu tutkimuskerroittain. Luonnontieteet ovat olleet painopisteenä vuosina 2006 ja 2015. Vuonna 2006 tutkimuksessa oli mukana 56 maata/aluetta, joista 30 oli OECD-maita. Suomi pärjäsikin parhaiten luonnontieteissä. Vuonna 2015 Suomen nuorten osaaminen oli laskenut. Suomi oli kolmanneksi paras OECD-maista, mutta kaikkiin 73 maahan/alueeseen verrattuna viidenneksi paras. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2015)

## 5.2 Haasteet

Monet tutkimukset ovat todenneet, että tieteiden opetus, erityisesti kemian, fysiikan ja teknologian alat ovat epäsuosittuja monien oppilaiden mielestä (Dillon, 2009; Hofstein, Eilks, & Bybee, 2011; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman, & Eilks, 2013). On myös huomattu, että monien oppilaiden mielestä tieteen opetus ei ole kiinnostavaa, eikä merkityksellistä (Stuckey et al., 2013).

Opiskelijat valitsevat luonnontieteiden opiskelun strategisista syistä, kuten kiinnostuksesta, tärkeydestä ja itsensä toteuttamisen tarpeesta. Tämä on sekä mahdollisuus että haaste lukioille. Ensinnäkin, aiheiden täytyy täyttää opiskelijoiden tarpeet, vaikka heillä on hyvin erilaisia motiiveja. Opiskelijat, jotka valitsevat luonnontieteen lukemisen intohimoisen kiinnostuksen vuoksi, vaativat opettajalta hyvin erilaisia asioita, kuin opiskelijat, jotka valitsevat luonnontieteitä suoritusten vuoksi ilman mielenkiintoa. Toiseksi, oppitunnit tarjoavat mahdollisuuden näyttää strategisille opiskelijoille, että koulutus ja urat voivat olla mielenkiintoisia ja mahdollistaa itsensä toteuttamisen. (Boe, 2012)

Suomalaiset 9. luokkalaiset pitävät kemiaa vaikeana aineena, koska se vaatii loogista päättelykykyä. Kuitenkin kokeelliset työt ja tutkivat oppiminen ovat tärkeitä oppimisen kannalta. Vain yksi viidesosa oppilaista joutuu turvautumaan ulkolukuun ja tekemällä

oppimiseen. Kemian oppimista vaikeuttaa, jos sitä ei opeteta oppilaan äidinkielellä. Silloin kemian tunnit ovat tavallaan myös kielen tunteja. Ilman oman äidinkielen tukea oppilaan on vaikea ymmärtää tieteellisiä käsitteitä ja soveltaa tiedettä todellisiin tilanteisiin. (Dumbrajs et al., 2013) Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan oppilaat, joilla on korkeamman koulutuksen saaneet vanhemmat, osaavat paremmin matematiikkaa ja luonnontieteitä (Anderhag, Emanuelsson, Wickman, & Hamza, 2013).

Kemian opetuksen haasteena on tarjota yhteyttä työelämään laaja-alaisesti ja syvällisellä osaamisella niin, että se palvelee tutkimuksen, elinkeinoelämän sekä julkisen sektorin tarpeita. Koulutuksen pitäisi valmistaa oppilaita kemian ammatilliseen koulutukseen, kemian korkeakoulututkintoihin ja kansainvälisille markkinoille hakeutumista. Kemistillä on myös mahdollisuus toimia yrittäjänä. (Vornamo, 2007)

Akselan ja Juvosen (1999) tekemän tutkimuksen mukaan valtakunnallisena kemian opetuksen ongelmina kemian opettajat pitivät eniten (33 %) kemian opetuksen sisällön, määrän ja ajoituksen. Lisäksi opettajat pitivät ongelmina resursseja (31 %), johon kuuluivat muun muassa tila, materiaalit ja isot ryhmät. Muita ongelmia olivat muun muassa oppilaiden asenteet, taso, opettajatilanne ja kemian opetuksen huono arvostus.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa koko maan tasolla keskeiset haasteet kemian opetuksessa olivat innostuksen/arvostuksen ja oppilasmäärien nostaminen (42 %) ja resurssien ylläpito ja hankinta (12 %). Lisäksi haasteina pidettiin vaikeustason sopivuutta, ryhmäkokoja, opetussuunnitelmaa ja ympäristöasioiden huomioimista. Edelliseen tutkimukseen verrattuna kemian opetuksen haasteet ovat siirtyneet oppilaiden asenteisiin. Resurssit ovat edelleen opettajien mielestä valtakunnallinen ongelma, mutta niiden osuus on vähentynyt.

Akselan ja Juvosen (1999) tutkimuksessa koulukohtaiset haasteet opettajien mukaan olivat eniten (55 %) resursseissa. Koulukohtaisesti kemian opetuksen sisällön, määrän ja ajoituksen haasteet olivat ongelmana 14 prosentissa kouluista ja oppilaiden asenteet ja taso 10 prosentissa kouluista.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa opettajien mielestä koulukohtaiset haasteet olivat pääosin innostuksessa/arvostuksessa ja oppilasmäärien lisäämisessä (48 %) ja resursseissa (22 %). Resurssien osuus on vähentynyt myös koulukohtaisissa ongelmissa. Muita koulukohtaisia ongelmia on ryhmäkoot ja kurssien vähäinen määrä.

### **5.3 Kehittämishankkeet**

Kemian opetuksen kehittämiseksi tarvitaan tutkimustietoa kemian opettamisesta, opiskelusta ja oppimisesta. Kemian opetuksen tutkimusta on tehty noin 50 vuoden ajan kansainvälisesti. *Kemian opetus tänään* -tutkimus (Aksela & Juvonen, 1999) oli ensimmäinen laaja tutkimus Suomen kemian opetuksen tilasta. Sen tutkimuksen tuloksia on käytetty kemian opetuksen kehittämiseen. Tulosten avulla on kehitetty opettajien koulutusta, suunniteltu opetuksen tavoitteita ja jatkotutkimuksia. Kemian opettajien koulutus ja opetuksen tutkimus vaikuttaa keskeisesti oppilaiden ja tulevien työntekijöiden kemian osaamiseen (Vornamo, 2007).

LUMA-keskus Suomi käsittää yhteistyötä 12 suomalaisen yliopiston välillä (kaikki tieteen ja teknologian yliopistot Suomessa). Näihin keskuksiin oppilaat, opiskelijat ja opettajat pääsevät tekemään yhteistyötä eri koulutusasteiden ja muitten tahojen, kuten yritysten kanssa. LUMA-keskus työskentelee yhdessä Opetushallituksen kanssa ja tukee opetussuunnitelmaan liittyvää työtä. Päätargetoituus LUMA-keskus Suomella on innostaa ja motivoida lapsia ja nuoria matematiikan, tieteen ja teknologian pariin uusimpien tieteen ja teknologian opetuksen metodien ja aktiviteettien avulla. Esimerkiksi LUMA-keskus Suomi on järjestänyt satoja erilaisia tiedekerhoja ja -leirejä lapsille ja nuorille vuodesta 2003 lähtien.(LUMA-keskus, 2018b) Vanhin koulujen ulkopuolinen tiedeluokka on Kemianluokka Gadolin. LUMA-keskuksen tiede- ja teknologialuokkia on nyt jo yhteensä 14. (Palomäki, 2018) Millenium Youth Camp on myös LUMA-keskuksen julkinen innovaatio. Se on järjestetty Suomessa vuodesta 2010 lähtien ja sinne saa hakea 16 – 19-vuotiaat lahjakkaat nuoret ympäri maailman. (Tolppanen & Aksela, 2013)



LUMA-keskus Suomella on opetus- ja kulttuuriministeriön asettama valtakunnallinen tehtävä kaudella 2017-2020. Tehtävän päämääränä on verkoston toiminnan vakiinnuttaminen. Lisäksi päämääränä ja kehittämiskohteina ovat ilmiöpohjaisen projektioiskelun tuki oppimisyhteisöille StarT-toiminnalla, kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen, lasten ja nuorten tiedekasvatus ja opiskelijarekrytoinnin pitkäjänteinen tuki, LUMA-aineiden opettajien koulutuksen jatkumon rakentaminen ja tukeminen, opetusalan ja elinkeinoelämän yhteistyön edistys mm. tiedeluokkatoiminnalla, toiminnan näkyvyyden lisääminen ja viestinnän kehittäminen, toiminnan sisäisen ja ulkoisen arvioinnin käyttöönotto ja toiminnan tutkimuksen ja sen pohjalta kehittämisen vahvistaminen. (Aksela & Vihma, 2016)

Suomessa oleva GISEL-hanke (Gender Issues, Science Education and Learning) pyrkii motivoimaan tyttöjä luonnontieteiden ja teknologian opiskeluun ja vaikuttamaan tyttöjen uravalintoihin. Tavoitteena on saada lisää luonnontieteitä valitsevia oppilaita, erityisesti huomiota kiinnitetään tyttöihin. Tavoitteeseen voidaan päästä, kun kehitetään luonnontieteiden opetusta paremmaksi, koska sillä voidaan saada luonnontieteet mielenkiintoisemmiksi. Näin saadaan tytötkin motivoituneiksi luonnontieteitä kohtaan ja valitsemaan luonnontieteiden kursseja esimerkiksi lukiossa. (Lavonen, Juuti, Meisalo, Uitto, & Byman, 2005)

Aksela, Haatainen ja Ikävalko ovat kehittämässä yhteisöllisiä tutkimusperustaisia oppimisympäristöjä opettajankoulutuksessa LUMA-ekosysteemissä. Projekti on alkanut vuonna 2017 ja sillä halutaan kehittää uusia toimintamalleja opettajien perus- ja täydennyskoulutukseen. (Aksela, Haatainen, & Ikävalko, 2017)

#### **5.4 Täydennyskoulutus ja muun tuen tarve**

Jatkuva tiedon uusiutuminen vaatii opettajilta myös omien tietojen ja taitojen päivittämistä. Esimerkiksi uuden teknologian käyttö voi olla myös haaste opettajille. Vaikka nuoret ovat ottaneet TVT:n käyttöön, TVT:n käyttö kouluissa opettajan roolissa on erilaista ja uudet opettajat joutuvat opettelemaan taitoja myös niissä asioissa. (Niemi & Siljander, 2013)

Täydennyskoulutuksen jatkumo opettajien peruskoulutuksen jälkeen on haasteellista. Peruskoulutuksen ja täydennyskoulutuksen välissä on induktiovaihe, jossa nuoret ja juuri valmistuneet opettajat kaipaavat tukea työhönsä kokeneemmilta opettajilta eli mentoreilta. Täydennyskoulutus tulisi olla jokaisen opettajan oikeus ja velvollisuus. On kuitenkin tärkeää välittää uusinta tutkimustietoa opettajille täydennyskoulutusten avulla. (Helin, 2014)

Kemian teknologia oli toivotuin (44 %) täydennyskoulutusaihe Akselan ja Karjalaisen (2008) tekemän tutkimuksen mukaan. Tästä aiheesta kaivattiin kaikenlaista koulutusta ja muun muassa molekyylihallinnusta ja biokemiaa. Mittausohjelmien käyttö oli toiseksi suosituin (43 %) toive koulutusaiheeksi. Näistä mittausohjelmista kelpasi aiheeksi mikä vaan, esimerkiksi *Logger Pro*. Noin kolmannes vastaajista sanoi tarvitsevänsä koulutusta internetissä olevista opetusohjelmista (37 %) ja työtavoista (36 %). Työtavoista kaivattiin aiheiksi muun muassa verkko-opetusta, mikrokemiaa, ongelman ratkaisua ja eriyttämistä. Oman työn kehittämiseen kaipasi koulutusta noin kolmannes vastaajista (32 %).

Koulutusta kaivattiin myös kemian sisällöistä (29 %), yhteistyöstä yritysten kanssa (26 %), oppimateriaaleista (26 %) ja yhteistyöstä tutkimuslaitosten kanssa (24 %). Muuta tutkimuotoa toivottiin koulutuksen lisäämisenä (28 %), materiaalitukea (17 %), ideoita ja vertaistukea muilta (16 %) ja materiaaleja internetiin (6 %). (Aksela & Karjalainen, 2008)

## **5.5 Kehittämisideat**

Akselan ja Juvosen (1999) tutkimuksessa kemian opettajilla oli paljon kehittämisideoita oman koulunsa kemian opetussuunnitelmien kehittämiseen. Noin 30 prosenttia mainitsi aikovansa lisätä kokeellisuutta ja/tai kehittämällä sen laatua. Suunnilleen sama määrä aikoi lisätä kemian kurssien määrää. Joka viides mainitsi yhteistyön lisäämisen koulun opettajien, eri oppiaineiden ja ympäristön kanssa.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa kemian opettajilla tuli paljon kehittämisideoita oman koulunsa kemian opetuksen kursseihin. Noin neljännes (26 %) vastaajista halusi lisätä kokeellisuutta. Toiseksi yleisimpänä (17 %) kehitysideana oli kurssien määrän lisääminen. Muita kehittämisajatuksia olivat muun muassa tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa, yhteistyön kehittäminen biologian, fysiikan ja ulkopuolisten tahojen kanssa.

Akselan ja Juvosen (1999) tutkimukseen vastanneet opettajat ovat esittäneet monia parannusehdotuksia valtakunnallisesti. Kemian opetuksen määrää haluttaisiin lisätä ja tehdä enemmän tasoryhmiä niin yläkouluun kuin lukioon jo ensimmäiselle pakolliselle kemian kurssille. Opettajat toivoivat myös ala-asteelle kokeellista kemiaa.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa tuli kemian opettajilta paljon kehittämisideoita koko maan tasolla. Lähes viidennes (18 %) haluaisi ulkopuoliset tahot paremmin yhteistyöhön. Toiseksi eniten (12 %) esitettiin ideoita perusopetukseen liittyen, koska nähtiin hyvien perustietojen helpottavan opintoja jatkossa. Resursseja kaipasi lisää 10 prosenttia ja ryhmäkokoja pienemmäksi yhdeksän prosenttia. Muita kehittämisideoita olivat muun muassa opetussuunnitelman uudistaminen, lisää rahaa ja opetusmateriaalit paremmiksi.

## 6 TUTKIMUS

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen tavoitteet ja toteutus. Tavoitteissa esitellään tutkimuskysymykset. Tutkimuksen toteuttamisesta kerrotaan tarkemmin menetelmälliset ratkaisut ja kohdejoukko. Lopuksi käydään läpi tutkimuksen luotettavuuteen liittyvät asiat.

### 6.1 Tavoitteet

*Kemian opetus tänään* –tutkimuksen tavoitteena on kerätä tietoa Suomen kemian opetuksen nykytilasta opettajan näkökulmasta peruskouluissa ja lukioissa.

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on kemian opetuksen nykytilanne Suomessa kemian opettajien näkemysten mukaan?
  - a) Miten kemian opetuksen lähtökohdat täyttyvät kemian opetuksessa?
  - b) Miten opetussuunnitelman perusteet ovat toteutuneet kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen osalta?
  - c) Mitkä ovat kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat valtakunnallisesti ja koulukohtaisesti opettajien näkökulmasta?
2. Miten kemian opetus on muuttunut Suomessa viimeisen kymmenen ja kahdenkymmenen vuoden aikana kemian opetuksen lähtökohtien, kokeellisuuden, työtapojen, yhteistyön sekä haasteiden ja kehittämisideoiden suhteen?

### 6.2 Toteutus

Tutkimus toteutettiin *survey*-tutkimuksena. Tutkimus oli sekä paperi että verkkokyselynä. Kyselylomake (liite 1.) on pääosin sama kuin aiemmin tehdyissä vastaavissa tutkimuksissa (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008). Muutoksia tehtiin lähinnä

suljettuihin kysymyksiin. Kymmenes oli ainut avoin kysymys, joka oli uusi ja korvasi edellisestä tutkimuksesta kysymyksen Kemia tänään –tapahtumiin osallistumisesta. Kahdeksanteen kysymykseen kirjoitettiin kemian opintojen arvosanoille nykyään käytetyt opintolaajuudet. Yhdenteentoista kysymykseen päivitettiin tiedotus- ja tukimateriaalien vaihtoehdot. Likert-asteikkoja täydennettiin paremmaksi Survey-tutkimuksille (Brown, 2010). Kysymyksessä 15 oli edellisellä kerralla vaihtoehdot erinomaiset, hyvät, kohtuulliset, välttävät ja erittäin huonot. Tässä tutkimuksessa vaihtoehtoina oli todella hyvät, hyvät, hyväksyttävät, huonot ja todella huonot. Täydensimme kysymystä 15 myös niin, että materiaalit jaettiin kahteen osaan; oppimateriaaleihin ja kemikaaleihin. Kysymyksessä 20 oli vaihtoehtoina jatkuvasti/usein, satunnaisesti, en koskaan ja en tunne. Nyt vaihtoehtoina oli todella usein, usein, satunnaisesti, harvoin, todella harvoin, en koskaan ja en tunne. Samat vaihtoehdot päivitettiin kysymykseen 25. Kysymyksessä 27 pidimme yhtä monta vaihtoehtoa, mutta päivitimme vaihtoehtoja vastaamaan paremmin samoja etäisyyksiä.

Linkki sähköiseen lomakkeeseen lähetettiin sähköpostilistojen kautta matemaattisten aineiden opettajille. Lisäksi lomakkeen linkkiä jaettiin mm. Facebookin opettajaryhmien kautta. Paperista lomaketta jaettiin täytettäväksi Valtakunnallisilla LUMA-päivillä, sekä Sähköiset kemian ylioppilastehtävät –tapahtumassa. Kyselylomakkeessa oli osoite myös sähköiseen lomakkeeseen.

Paperilla olleet vastaukset siirrettiin alkuperäisessä muodossaan tietokannasta otettuihin Excel- ja SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Science 2017) –tiedostoihin analysointia varten. Suljettujen kysymysten vastaukset analysoitiin SPSS 25.0 –ohjelmalla. 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 aikaisempien tutkimusten mukaisesti (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008).

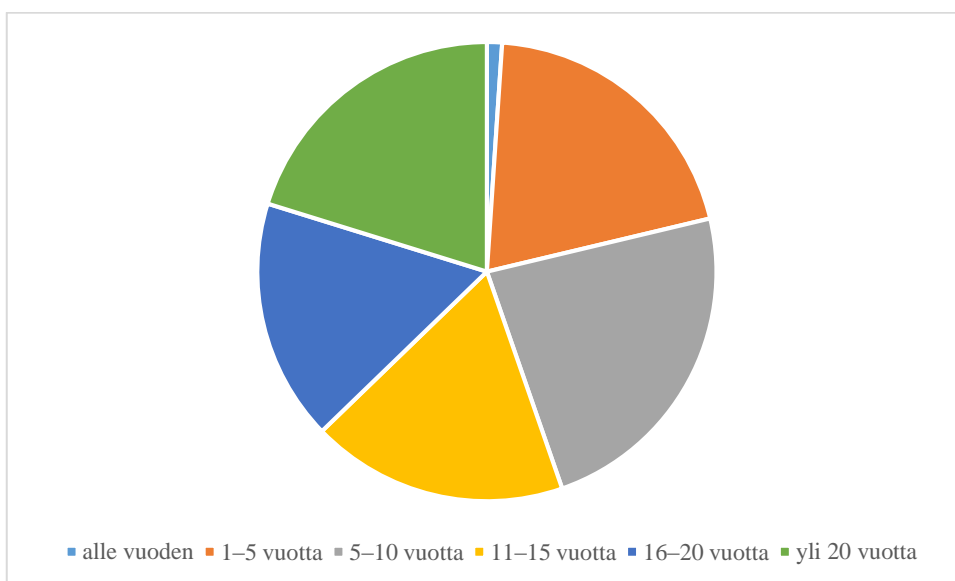
Avoimien kysymysten vastaukset jaettiin luokkiin aineiston mukaan. Laadullisen aineiston analyysi tehtiin Milesin ja Hubermanin (1994) mukaan. Analyysissä on kolme vaihetta, johon kuuluu 1) aineiston redusointi eli pelkistäminen, 2) aineiston klusterointi eli ryhmittely ja 3) abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen. Aineiston redusoinnissa eli pelkistämässä saatu data eli informaatio pelkistettiin niin, että jäljelle jäi vain olennainen tieto. Aineiston klusteroinnissa eli ryhmittelyssä aineistosta etsittiin samoja ja/tai eroavia sanoja tai asioita. Samaa tarkoittavat ryhmiteltiin ja yhdistettiin luokaksi ja nimettiin luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä. Abstrahoinnissa eli teoreettisten käsitteiden luomisessa muodostettiin saadusta oleellisesta tiedosta teoreettisia käsitteitä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Vastaukset luettiin kaksi kertaa ja aineistosta saatiin sisältöluokat. Luokittelussa valittiin erityisesti ne luokat, joita oli muodostunut aiemmissa tutkimuksissa (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008). Tämä tehtiin siksi, että tuloksia voidaan verrata paremmin keskenään ja niistä tehdyt johtopäätökset olisivat luotettavia. Lisäksi muodostettiin tarvittaessa lisää luokkia. Vastaukset jaettiin sisältöluokkiin, joiden perusteella laskettiin frekvenssit ja prosentit.

### **6.2.1 Kohde**

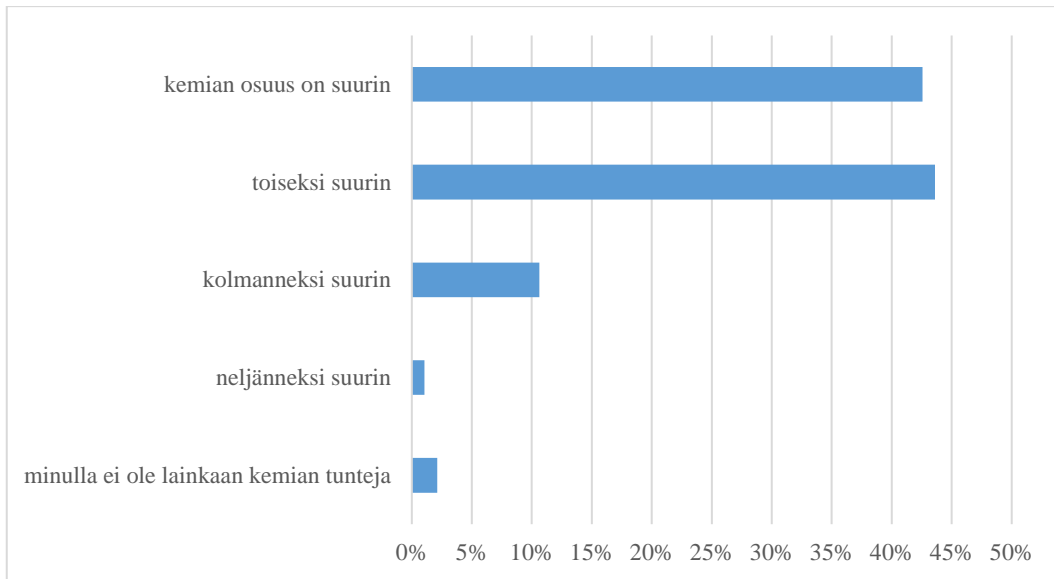
Tutkimuksen perusjoukkona olivat kaikki Suomen kemian opettajat, joita on noin 3000 henkilöä. Opettajat toimivat pääasiallisesti perusopetuksessa (63 %), lukiossa (26 %) tai molemmissa (12 %). Yksi opetti aikuislukiossa, yksi IB-lukiossa ja yksi ammatillisessa II asteessa, korkeakoulussa ja ammattikorkeakoulussa.

Tutkimukseen osallistui 94 opettajaa 16 Suomen maakunnasta. Vastaajista naisia oli 75,5 prosenttia (71 henkilöä) ja miehiä 24,5 prosenttia (23 henkilöä). Melkein kaikki vastaajat olivat toimineet vähintään vuoden opettajana (Kuvio 2). Alle vuoden oli toiminut vain yksi opettaja (1,1 %). Muuten vastaukset jakautuivat melko tasan niin, että jokainen vastausvaihtoehto sai noin viidenneksen. Opettajista oli toiminut 1 – 5 vuotta 20,2 prosenttia, 5 – 10 vuotta 23,4 prosenttia, 11 – 15 vuotta 18,1 prosenttia, 16 – 20 vuotta 17,0 prosenttia ja yli 20 vuotta 20,2 prosenttia.



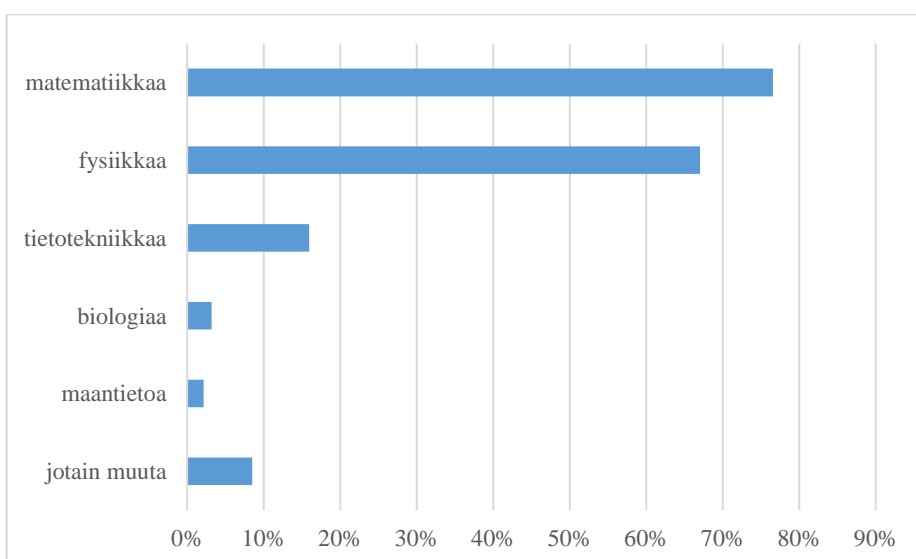
**Kuvio 2.** Kuinka kauan vastaajat ovat toimineet opettajina (n = 94, 100 %)

Suurimmassa osassa (64,9 %) vastaajien kouluista oli useampia kemian opettajia. Noin viidennes (19,1 %) vastasi, että heidän koulussa on kaksi kemian opettajaa ja 16,0 prosenttia ilmoitti, että heidän koulussa oli yksi kemian opettaja. Kysymykseen vastasi kaikki tutkimukseen osallistuneista. Suurimmalla osalla vastaajista kemian osuus tunneista oli suurin (42,6 %) tai toiseksi suurin (43,6 %) (Kuvio 3.). Kolmanneksi suurin osuus kemian tunneista oli noin kymmenesosalla (10,6 %). Neljänneksi suurin osuus oli 1,1 prosentilla ja 2,1 prosenttia vastasi, ettei ole kemian tunteja lainkaan. Kysymykseen vastasi kaikki tutkimukseen osallistuneista.



**Kuvio 3.** Opettajien oppitunneista kemian opetuksen osuus (n = 94, 100 %)

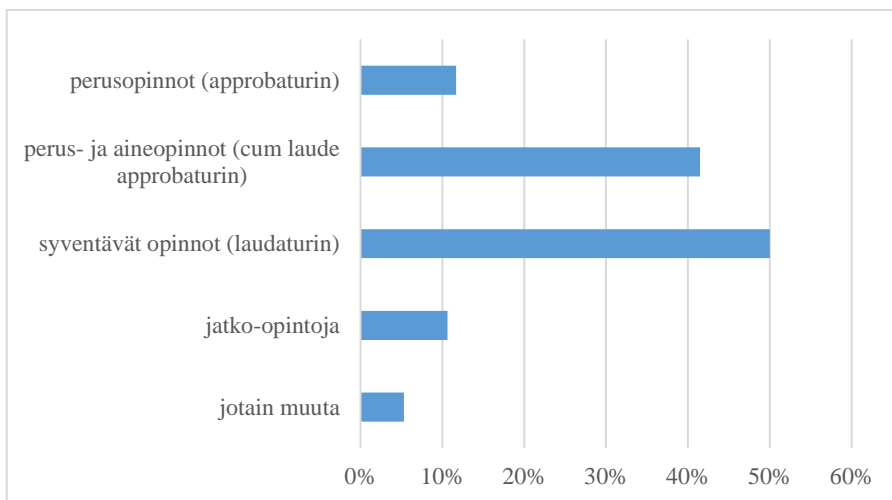
Kemian lisäksi opettajat opettivat lukuvuonna 2017–2018 eniten matematiikkaa (76,6 %) ja fysiikkaa (67,0 %) (Kuvio 4.). Lisäksi opettajat opettivat tietotekniikkaa (16,0 %), biologiaa (3,2 %) ja maantietoa (2,1 %). Jotain muuta opetti 8,5 prosenttia. Tämä sisälsi yrittäjyyttä, IB-kemiaa, luonnontieteet valinnaisaineena, musiikkia, sijaisuuksia kaikissa aineissa, terveystietoa, ympäristöoppia sekä yrittäjämäistä toimintatapaa ja yrittäjyyden valinnaisainetta.



**Kuvio 4.** Kemian opettajan muut opetettavat aineet (n = 94, 100 %)



Puolet (50,0 %) kemian opettajista oli suorittanut syventävät opinnot (laudaturin) kemiasta (Kuvio 5.). Melkein saman verran (41,5 %) oli suorittanut perus- ja aineopinnot (cum laude approbaturin) kemiasta. Noin kymmenesosa (11,7 %) oli suorittanut perusopinnot (approbaturin) ja noin kymmenesosa (10,6 %) jatko-opintoja kemiasta. Jotain muuta on opiskellut 5 opettajaa (5,3 %). Nämä opinnot olivat biokemiaa ja lääkekehitystä & geologia, ympäristötiede, tietotekniikka & geologian ja mineralogian laudatur & syventävät opinnot vain DI kemia + muita opintoja eri KK/yliopisto & tutkijakoulutus lääkeainekemiasta. Vastaukseksi pystyi valitsemaan useamman vaihtoehdon. Kysymykseen vastasi 98 prosenttia tutkimukseen osallistuneista (92 opettajaa).

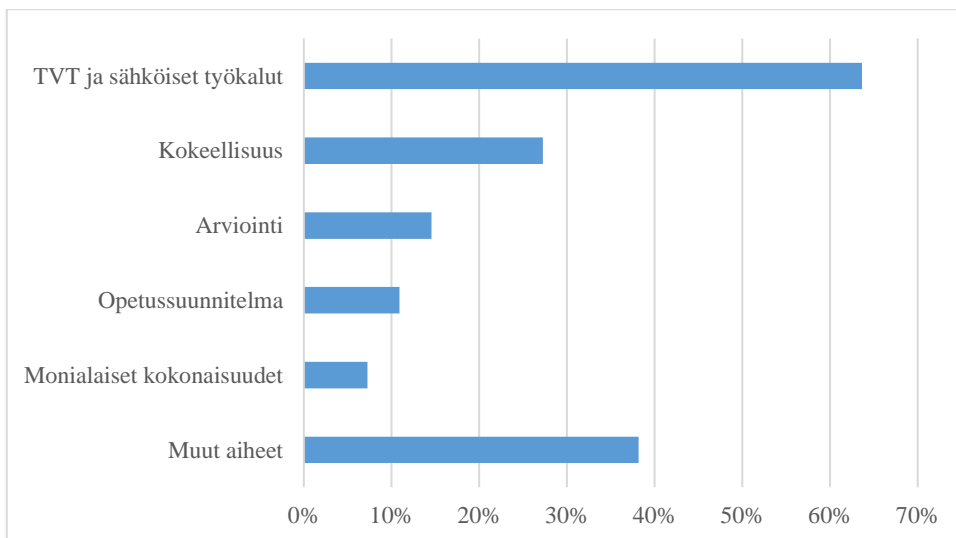


**Kuvio 5.** Kemian opettajien laajuus kemian opinnoista (n = 92, 98 %)

Noin kolmannes vastaajista (36,2 %) ei ollut käynyt ollenkaan täydennyskoulutuksissa kuluneen viiden vuoden aikana. Noin kolmannes vastaajista (35,1 %) oli käynyt täydennyskoulutuksissa 1 – 4 kertaa kuluneen viiden vuoden aikana. Noin kymmenesosa (11,7 %) oli käynyt kerran vuodessa ja melkein viidennes (17,0 %) oli käynyt jopa useamman kerran vuodessa. Kysymykseen vastasi kaikki tutkimukseen osallistuneista.

Suurin osa (63,6 %) kemian opettajista oli käynyt täydennyskoulutuksissa, joissa oli käsitelty tieto- ja viestintäteknologiaa tai sähköisiä työkaluja (Kuvio 6.). Tähän alueeseen kuului myös muun muassa sähköiset ylioppilaskokeet, molekyylihallinnus ja muut sähköisissä kokeissa tarvittavat taidot. Vajaa kolmannes (27,3 %) opettajista oli käynyt

kokeellisuutta käsittelevissä täydennyskoulutuksissa. Noin kuudesosa (14,5 %) opettajat olivat käyneet täydennyskoulutuksissa, joissa oli käsitelty arviointeja. Noin kymmenesosa (10,9 %) oli käynyt opetussuunnitelmaa käsittelevässä täydennyskoulutuksessa. Suurimmassa osassa näistä käsiteltiin uutta opetussuunnitelmaa, joka on otettu tai otetaan käyttöön yläkouluissa porrastetusti vuosina 2017, 2018 ja 2019 (Opetushallitus, 2014) ja lukiossa syksyllä 2016 aloittaville opiskelijoille (Opetushallitus, 2015). Alle kymmenesosa (7,3 %) opettajista oli käynyt monialaisia kokonaisuuksia käsittelevissä täydennyskoulutuksissa. Monialaisuus on uusi kokonaisuus kaikille oppiaineille opetussuunnitelmassa. Muita aiheita luetteli 38,2 prosenttia vastaajista. Muita aiheita olivat muun muassa nanoteknologia, erityisopetus ja ilmiöpohjainen oppiminen.



**Kuvio 6.** Kemian opettajien täydennyskoulutuksen aihepiirit (n = 55; 59 %)

Suurin osa (54,3 %) vastaajista opetti yli 50 000 asukkaan paikkakunnilla (Taulukko 3.). Reilu kolmannes (39,4 %) opetti paikkakunnalla, jossa asukasmäärä oli yli 100 000. Vajaa kolmannes (27,7 %) opetti paikkakunnalla, jossa asukasmäärä oli 11 000 – 50 000. Vain 8,5 prosenttia opetti paikkakunnalla, jossa asukasmäärä oli 5 000 – 10 000 ja noin kymmenesosa (9,6 %) opetti pienellä paikkakunnalla, jossa asukasmäärä oli alle 5 000.

**Taulukko 3.** Vastaajien opetuspaikkakunnan asukasmäärä (n = 94, 100 %)

Asukasmäärä	f	%
alle 5000	9	9,6
5000 – 10 000	8	8,5
11 000 – 50 000	26	27,7
51 000 – 100 000	14	14,9
yli 100 000	37	39,4
Yhteensä	94	100,0

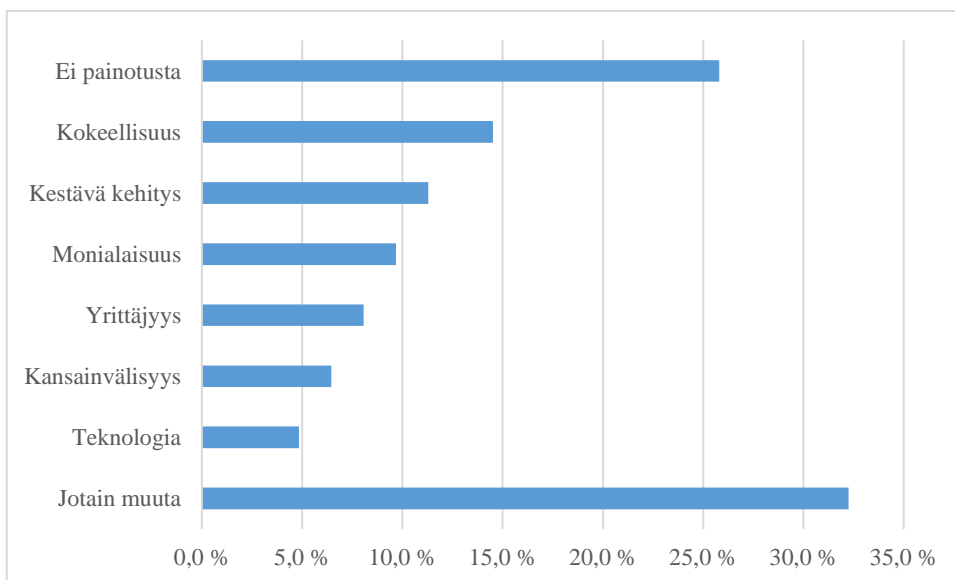
Melkein puolet (47,9 %) vastaajista oli Uudeltamaalta (Taulukko 4.), mikä viittaa myös edelliseen kohtaan, jossa yli puolet opettivat isommilla paikkakunnilla. Muiden maakuntien osuudet olivat alle 7 prosentin osuuksia. Vastauksia ei tullut Etelä-Savon, Kainuun ja Keski-Pohjanmaan maakunnista.

**Taulukko 4.** Vastaajien maakunta (n = 94, 100 %)

Maakunta	f	%
Ahvenanmaa	2	2,1
Lappi	1	1,1
Pirkanmaa	6	6,4
Pohjanmaa	1	1,1
Pohjois-Karjala	1	1,1
Pohjois-Pohjanmaa	3	3,2
Pohjois-Savo	1	1,1
Päijät-Häme	4	4,3
Satakunta	4	4,3
Uusimaa	45	47,9
Varsinais-Suomi	4	4,3
Etelä-Karjala	3	3,2
Etelä-Pohjanmaa	4	4,3
Kanta-Häme	5	5,3
Keski-Suomi	6	6,4
Kymenlaakso	4	4,3

Puolet (47 henkilöä) vastasivat opettavansa koulussa, jossa on yli 500 oppilasta. Melkein puolet (43,6 %) vastasi opettavansa koulussa, jossa on 100–500 oppilasta. Alle 100 oppilaan koulussa opetti vain 6,4 prosenttia.

Yleisin vastaus opettajilta oli, ettei koulussa ole painotusta (25,8 %) (Kuvio 7.). Yleisin (14,5 %) painotusaihe vastaajien kouluissa oli kokeellisuus. Toiseksi yleisin aihe (11,3 %) oli kestävä kehitys, joka pitää sisällään ympäristöön liittyvät painotukset. Noin kymmenesosalla (9,7 %) vastaajista koulunsa painotusaiheena oli monialaisuus. Tämä on tullut uutena aiheena edellisen tutkimuksen jälkeen. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin (2015) tuli monialaiset/laaja-alaiset osaamiset selkeämmin tavoitteiksi. Yrittäjyyden vastasi 8,1 prosenttia, mikä on sama kuin kymmenen vuotta sitten tehdyssä tutkimuksessa. Kansainvälisyyden vastasi 6,5 prosenttia ja teknologian 4,8 %. Nämä olivat samat aiheet kuin kymmenen vuotta sitten tehdyssä tutkimuksessa, mutta osuudet ovat selkeästi pienentyneet. Muita painotuksia olivat muun muassa liikunta, musiikki, luonnontieteet, digitaidot ja viestintä.



**Kuvio 7.** Painotettavat aihekokonaisuudet/teemat kouluissa (n = 62; 66 %)

## 6.2.2 Menetelmä

Tutkimusotteeksi valittiin sekä kvantitatiivinen että kvalitatiivinen *survey*-tutkimus. Se on kyselyn muoto, jossa tiedon kerääminen on standardoitua ja koehenkilöt muodostavat otoksen tietyistä perusjoukosta. Tyypillisesti aineisto saadaan jokaiselta yksilöltä strukturoidussa muodossa, joten tavallisesti käytetään kyselylomaketta tai strukturoitua haastattelua. Kaikki kysymykset esitetään täsmälleen samassa muodossa kaikille vastaajille. (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara, 2007) Tässä tutkimuksessa kysymykset esitettiin kyselylomakkeen avulla.

Kvantitatiivinen (määrällinen) ja kvalitatiivinen (laadullinen) tutkimus täydentävät hyvin toisiaan, Niitä on käytännössä vaikea erottaa tarkkarajaisesti. Kun käytetään molempia suuntauksia, aiotut mitattavat seikat ovat tarkoituksenmukaisia tutkimuksen ongelmien kannalta. Laskennallisten tekniikkojen avulla voidaan laajentaa tuloksia koskemaan koko aineistojoukkoa. (Hirsjärvi et al., 2007) Kyselylomakkeessa oli kvalitatiivisia eli avoimia kysymyksiä. Kvantitatiivisia oli suljetut kysymykset tai osittain avoimet monivalintakysymykset. Osittain avoimissa monivalintakysymyksissä oli valmiiden vaihtoehtojen lisäksi avoin osuus, jossa vastaajalla oli mahdollisuus antaa jokin oma vaihtoehto vastaukseksi.

## 6.3 Luotettavuus

Tutkimuksen otos vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen. Tutkimuksen otos otettiin perusjoukosta, joka oli Suomen kemian opettajat. Otoksen valintaa voidaan pitää sattumanvaraisena, koska tutkimuspyyntö lähetettiin esimerkiksi sähköpostilistojen kautta ja jaettiin tapahtumiin osallistuville opettajille. Tutkimukseen ei saatu yhtä monta vastaajaa kuin aiempina vuosina. Vastaajien vähään määrään on voinut vaikuttaa se, ettei kyselylomakkeita lähetetty postimerkeillä varustetun palautuskuoren kanssa.

Avoimien kysymyksien avulla lisätään tutkimuksen luotettavuutta. Avoimien kysymysten avulla opettajat saivat ilmaista ajatuksiaan, tunteitaan ja kokemuksiaan kysytystä asiasta. Avoimilla kysymyksillä vastaajalle annetaan mahdollisuus kertoa mikä heidän mielestään on tärkeää ja keskeistä. (Hirsjärvi et al., 2007)

Suljettujen kysymysten jälkeen oli mahdollisuus vastata vaihtoehdolla ”jotain muuta, mitä?”. Näiden avulla varmistettiin, että vastaaja voi vastata ajattelemallaan tavalla, jos mikään annetuista vaihtoehdoista ei ole sopiva. Joihinkin kysymyksiin pyydettiin perusteluja, joiden avulla haluttiin saada tarkempi ja laajempi kuva opettajan antamasta vastauksesta.

Kyselyssä olisi pitänyt huomioida tarkemmin perusopetuksen ja lukion opetuksen erot. Monissa kysymyksissä puhuttiin kursseista, vaikka perusopetuksessa opetus ei ole kurssimuotoista. Siksi se vaikeutti perusopetuksen opettajien vastaamista näihin kysymyksiin. Olisi ollut hyvä, että lukion ja perusopetuksen opettajille olisi tullut kysymykset oman opetusasteen mukaan. Kyselylomaketta tuli kuitenkin mietittyä ja muokattua monen henkilön kanssa ennen kyselyn lähettämistä, että siitä saatiin mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä. Kysymyksiä oli niin paljon, että vastausvaihtoehdot tehtiin mahdollisimman valmiiksi, ettei monien vastaajien tarvinnut lisätä omia vaihtoehtojaan.

Kyselytutkimuksessa on heikkoutensa. Ei voida olla varmoja siitä, miten vakavasti vastaajat ovat suhtautuneet tutkimukseen. Ei ole selvää ovatko annetut vastausvaihtoehdot miten onnistuneita vastaajien näkökulmasta. Kuitenkin tämä sama kysely on toteutettu kaksi kertaa aiemmin, joten kysely on koettu onnistuneeksi. Muutamiiin kysymyksiin lisättiin vastausvaihtoehtoja tai tarkennettiin vaihtoehtoja, että saatiin kyselyä vielä paremmaksi. Kyselytutkimuksen heikkoutena voi olla myös, että ei tiedetä miten vastaajat ovat selvillä siitä alueesta, josta esitettiin kysymyksiä. Kuitenkin nyt voimme olettaa, että kemian opettajat osaavat vastata omaan opetettavaan aineeseensa liittyviin kysymyksiin. Jos he eivät osaa vastata, niin haluamme sen tietää ja järjestää esimerkiksi täydennyskoulutuksia epäselvistä aiheista. Kato nousee joissakin tapauksissa suureksi. Tämä voi olla ongelma, koska opettajilla voi olla työtaakka jo niin suuri, etteivät he vastaa kyselyyn. (Hirsjärvi et al., 2007)

Aikaisempaan tutkimukseen verrattuna tulokset antavat vain suuntaan. Avoimien kysymysten luokittelussa on ollut eri henkilö ja luokittelut voivat sen takia vaihdella. Lisäksi kun sanojen määritelmät ja ajatukset uudistuvat ajan myötä, se voi vaikuttaa vastausten ryhmittelyihin.

## **7 TULOKSET**

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset tutkimuslomakkeen kysymysten mukaisessa järjestyksessä.

### **7.1 Kemian opetuksen lähtökohtien täyttyminen**

Kemian opetuksen lähtökohdissa on käyty läpi koulujen kurssveja, opetusmahdollisuuksia, opetusryhmien kokoja, opettajien tekemää yhteistyötä, tiedotus- ja tukimateriaaleja, opettajien tarvitsemaa tuen tarvetta ja opinto-ohjausta kemian opetuksessa.

### 7.1.1 Kemian kurssit ja valinnaiskurssit koulujen opetussuunnitelmissa

Puolet (50 %) vastaajista kertoi, että kemian valinnaiskursseja perusopetuksessa ei valinnut yhtään koulun oppilaista (Taulukko 5.). Viidesosa (20 %) vastaajista kertoi, että heidän koulussaan 1 – 5 % koulun oppilaista valitsi kemian valinnaiskursseja. Viidesosa (20 %) vastasi, että 6 – 10 % koulun oppilaista valitsi kemian valinnaiskursseja. 5 prosenttia vastaajista kertoi koulun oppilaista 11 – 15 % valitsevan valinnaiskursseja. Saman verran (5 %) vastaajista kertoi koulun oppilaista viidesosan (20 %) valitsevan kemian valinnaiskursseja. Kysymykseen vastasi 20 peruskoulussa opettavaa opettajaa.

**Taulukko 5.** Valinnaiskursseja perusopetuksessa valinneiden osuus koulun oppilaista (n = 20; 21 %)

<b>Valinnaiskursseja perusopetuksessa valinneiden osuus koulun oppilaista</b>	<b>f</b>	<b>% vastauksista</b>
0 %	10	50
1 – 5 %	4	20
6 – 10 %	4	20
11 – 15 %	1	5
20 %	1	5

Lukion tulosten mukaan kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valinneiden määrässä oli enemmän hajontaa eri koulujen välillä (Taulukko 6.). Kaikissa kouluissa koulun oppilaat valitsivat syventäviä tai soveltavia kursseja. Yli puolet (60,8 %) vastaajista kertoivat, että kursseja valitsi 11 – 30 % oppilaista. Reilu kymmenesosalla (13,0 %) vastaajien kouluissa valitsi 5 – 10 % oppilaista kemian syventäviä tai soveltavia kursseja lukiossa. Reilu kymmenesosalla (13,0 %) vastaajien kouluissa valitsi 51 – 60 % oppilaista kemian kursseja. Kysymykseen vastasi 23 pelkästään lukiossa opettavista opettajista.



**Taulukko 6.** Syventäviä ja soveltavia kursseja lukiossa valinneiden osuus koulun oppilaista (n = 23; 24 %).

Syventäviä ja soveltavia kursseja lukiossa valinneiden osuus	f	%
5 – 10 %	3	13
11 – 20 %	7	30
21 – 30 %	7	30
31 – 40 %	1	4
41 – 50 %	1	4
51 – 60 %	3	13
61 – 70 %	0	0
71 – 80 %	1	4

Perusopetuksen kurssien määrään vastasi alle puolet (42 %) peruskoulun opettajista (Taulukko 7.). Melkein puolet heistä (48,0 %) vastasi kursseja tarjottavan vain yksi kappale. Viidesosa (20,0 %) vastasi kursseja tarjottavan kolme kappaletta. Reilu kymmenesosa (12 %) vastasi, että kursseja ei tarjota yhtään. Yhdessä koulussa tarjottiin jopa kahdeksan kurssia. Tämän kysymyksen on varmaan osa ymmärtänyt väärin, koska perusopetuksessa ei ole samalla lailla kursseja kuin lukiossa, vaan opetus ilmoitetaan vuosiviikkotunteina. Osa on siis ymmärtänyt, että tässä on kysytty valinnaiskursseja ja osa taas kaikkia kemian kursseja.

**Taulukko 7.** Perusopetuksessa tarjottujen kurssien määrä (n = 25; 27 %)

Perusopetuksessa tarjottujen kurssien määrä	f	%
0	3	12
1	12	48
3	5	20
3,5	1	4
4	1	4
5	2	8
8	1	4

Suurimmassa osassa (87,5 %) vastaajien lukioissa tarjottujen kurssien määrä oli yli kuusi kurssia (Taulukko 8.). Reilu puolet (54,2 %) vastaajista kertoi kurssien määrän olevan 7 – 8 kappaletta. Opetussuunnitelmassa tarjotut 5 – 6 kurssia toteutuivat kaikissa kouluissa. 5 – 6 kurssia toteutui vajaassa kolmanneksessa (29 %) lukioissa. Suurimmassa osassa (67 %) lukioissa toteutui yli 6 kurssia. Aiemman tutkimuksen tulokset ovat lähes samat kemian valinnaiskurssien määrien suhteen (Aksela & Karjalainen, 2008).

**Taulukko 8.** Lukiossa tarjotut ja toteutuneet kemian kurssit (n = 24; 26 %)

Kurssien määrä	Tarjotut		Toteutuneet	
	f	%	f	%
5 – 6	3	13	7	29
7 – 8	13	54	8	33
9 – 10	1	4,2	4	17
11 – 12	3	13	1	4,2
13 – 14	2	8,3	1	4,2
20	1	4,2	1	4,2
33	1	4,2	1	4,2

Lukioissa toteutui paljon kemian valinnaiskursseja. Lähes puolet (46 %) lukioista toteuttivat kaikki heidän tarjoamat kemian syventävät ja soveltavat kurssit (Taulukko 9.). Reilu kolmannes (38 %) lukioista toteutti tarjoamistaan kursseista 80 – 89 prosenttia. Reilu kymmenesosa (13 %) lukioista pystyi toteuttamaan 70 – 79 prosenttia tarjoamistaan kemian syventävistä ja soveltavista kursseista. Yksi vastaajista ei ollut ilmoittanut toteutuneiden kurssien määrää.

**Taulukko 9.** Kurssin toteutumisprosentti lukiossa.

Kurssin toteutumisprosentti lukiossa %	f	%
100	11	46
90 – 99	0	0
80 – 89	9	38
70 – 79	3	13
< 70	0	0
Muu	1	4

### 7.1.2 Kemian valinnais-, syventävät ja soveltavat kurssit kouluissa

Suurimmalla osalla (53,1 %) oli vaihtelevasti eri kursseja tarjottu opetussuunnitelman perusteiden mukaisten kurssien lisäksi (Taulukko 10.). Melkein puolet (46 %) tarjosi työkurssin tai muun kokeellisen kemian kurssin. Noin kolmasosa (36 %) vastaajista tarjosi kemian kertauskurssin. Reilu kymmenesosa (15 %) tarjosi orgaanisen kemian tai biokemian kurssin. Melkein kymmenesosa (8 %) tarjosi molekyyli gastronomian kurssin ja 7 prosenttia ympäristökemian kurssin. Muita kursseja oli luetellut 24 vastaajaa, yhteensä 31 kappaletta.

**Taulukko 10.** Kursseja valtakunnallisessa opetussuunnitelmassa mainittujen kurssien lisäksi. (n = 59; 62 %)

Mainitut koulun omat kurssit	f	% (2018)	% (2008)	% (1999)
Työkurssi tai kokeellinen kemia	27	46 %	70 %	44 %
Kertauskurssi	21	36 %	40 %	10 %
Orgaaninen kemia tai biokemia	9	15 %	12 %	<10%
Molekyyli gastronomia	5	8 %		
Ympäristökemia	4	7 %	9 %	<10%
Muu	24	40,7 %	62 %	30 %
Ei mitään	9	15,3 %		

Muita mainittuja kursseja valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa mainittujen kurssien lisäksi (nimet ovat opettajien esittämässä muodossa) olivat muun muassa ke0 johdattelee perusopetuksen ke1 ja fy1 kursseille, kemian laskujen syventävä kurssi, Kemistin nurkka/tähtitiede, Kokeilevaa luonnontiedettä, Science ja älymateriaalit, biotalous, lääkeaineanalytiikka, rikostekninen tutkinta, verkkokurssi, Tiedekurssi, arjen kemiaa, vierailukurssi, LUMA-kemia, tutki ja ihmettele ja Projektikurssi.

### 7.1.3 Kurssit koulujen opetussuunnitelman perusteissa

Valinnaiskurssien järjestämiseksi on ollut monia eri syitä (Taulukko 11.). Noin viidesosa (21 %) oli vastannut kokeellisuuden lisäämisen olevan syy järjestää valinnaiskurssi. Melkein yhtä moni (17 %) oli vastannut kurssin järjestämisen syyksi ylioppilaskirjoituksen. Tämä oli yleensä mainittu samassa yhteydessä kertauskurssin tai työkurssi kanssa. Reilu kymmenesosa (13 %) vastasi valinnaiskurssien järjestämisen syyksi koulun painotuksen. Muut yksittäiset kohdat saivat alle kymmenen prosentin osuuden vastaajista. Muita aiheita luettelivat vastaajista melkein puolet (44 %). Näitä olivat muun muassa opettajan innostuneisuus ja että kurssi on ollut jo pitkään.

**Taulukko 11.** Syy valinnaiskurssien järjestämiseen (n = 48; 51 %)

Syy kurssin järjestämiseksi	f	%	Karjalainen 2008 (%)	Aksela & Juvonen 1999 (%)
Kokeellisuuden lisäämiseksi	10	21	14	22
Ylioppilaskirjoituksia varten	8	17	22	
Koulun painotuksen vuoksi	6	13	10	
Kemiaa kiinnostuneille oppilaille	4	8	10	12
Syventävää opetusta oppilaille	4	8	10	18
Kemian opetuksen määrän lisäämiseksi	3	6	20	6
Kurssia on pyydetty	3	6	7	18
Oppilaiden kiinnostuksen herättämiseksi	3	6	5	12
Jatko-opintojen vuoksi	1	2	1	10
Aihe on alueellisesti tärkeä	1	2		2
Muu	21	44	17	

### 7.1.4 Kemian opetusmahdollisuudet kouluissa

Kemian opetusmahdollisuudet vaihtelivat todella hyvistä todella huonoihin, niin tilojen, opetuksen välineiden, oppimateriaalien kuin kemikaalien suhteen. Tilojen suhteen opetusmahdollisuudet vaihtelivat todella huonoista todella hyviin (Taulukko 12.). Suurin osa peruskoulun opettajista (71,2 %) ja lukio-opettajista (75,0 %) koki opetusmahdollisuudet hyväiksi tai hyväksyttäväksi. Todella hyväiksi koki vastaajista peruskoulussa 18,6 prosenttia ja lukiossa 16,7 prosenttia. Huonoksi arvioi peruskoulussa 8,5 prosenttia ja lukiossa 8,3 prosenttia. Todella huonoksi arvioi vain yksi opettaja peruskoulussa (1,7 %). Muissa oppilaitoksissa opetusmahdollisuudet tilojen suhteen vaihtelivat hyväksyttävistä todella hyviin.

**Taulukko 12.** Kemian opetuksen mahdollisuudet tilojen suhteen.

	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	<b>peruskoulu</b>	<b>peruskoulu</b>	<b>lukio</b>	<b>lukio</b>	<b>muut</b>	<b>muut</b>
<b>Todella huonot</b>	1	1,7	0	0	0	0
<b>Huonot</b>	5	8,5	2	8,3	0	0
<b>Hyväksyttävät</b>	16	27,1	3	12,5	5	45,5
<b>Hyvät</b>	26	44,1	15	62,5	4	36,4
<b>Todella hyvät</b>	11	18,6	4	16,7	2	18,2
<b>Yhteensä</b>	59	100,0	24	100,0	11	100,0

Lukiossa opetuksen välineiden suhteen on selkeästi parempi tilanne (Taulukko 13.). Suurin osa (70,8 %) vastasi olevan hyvät opetusmahdollisuudet. Peruskoulussa yli puolet (55,9 %) vastasi olevan hyvät opetusmahdollisuudet. Hyväksyttävät vastasi peruskoulussa 28,8 prosenttia ja lukiossa 8,3 prosenttia. Todella hyvät vastasi peruskoulussa 11,9 prosenttia ja lukiossa 12,5 prosenttia. Huonot vastasi peruskoulussa 3,4 prosenttia. Lukiossa vastasi huonot tai todella huonot yhteensä 8,4 prosenttia. Muissa oppilaitoksissa opetusmahdollisuudet opetuksen välineiden suhteen vaihtelivat hyväksyttävistä todella hyviin.

**Taulukko 13.** Kemian opetusmahdollisuudet opetuksen välineiden suhteen.

	f	%	f	%	f	%
	peruskoulu	peruskoulu	lukio	lukio	muut	muut
<b>Todella huonot</b>	0	0	1	4,2	0	0
<b>Huonot</b>	2	3,4	1	4,2	0	0
<b>Hyväksyttävät</b>	17	28,8	2	8,3	4	36,4
<b>Hyvät</b>	33	55,9	17	70,8	4	36,4
<b>Todella hyvät</b>	7	11,9	3	12,5	3	27,3
<b>Yhteensä</b>	59	100,0	24	100,0	11	100,0

Suurin osa peruskoulun opettajista (81,4 %) ja lukion opettajista (91,6 %) vastasi oppimateriaalien suhteen opetusmahdollisuuksien olevan hyvät tai hyväksyttävät (Taulukko 14.). Selkeästi lukiossa vastasi tässäkin suurin osa (83,3 %) olevan hyvät. Todella hyvät vastasi peruskoulussa 10,2 prosenttia ja lukiossa 8,3 %. Huonot vastasi vain peruskoulussa 5 opettajaa (8,5 %). Muissa oppilaitoksissa opetusmahdollisuudet oppimateriaalien suhteen vaihtelivat huonoista todella hyviin.

**Taulukko 14.** Kemian opetusmahdollisuudet oppimateriaalien suhteen.

	f	%	f	%	f	%
	peruskoulu	peruskoulu	lukio	lukio	muut	muut
<b>Todella huonot</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Huonot</b>	5	8,5	0	0	1	9,1
<b>Hyväksyttävät</b>	24	40,7	2	8,3	2	18,2
<b>Hyvät</b>	24	40,7	20	83,3	5	45,5
<b>Todella hyvät</b>	6	10,2	2	8,3	3	27,3
<b>Yhteensä</b>	59	100,0	24	100,0	11	100,0

Suurin osa vastasi peruskoulussa (79,6 %) ja lukiossa (66,7 %) vastasi opetusmahdollisuuksien kemikaalien suhteen olevan hyvät tai hyväksyttävät (Taulukko 15.). Tässä oli suunnilleen yhtä paljon hajontaa kuin tilojen suhteen, paitsi lukiossa oli neljänneksen mielestä (25 %) todella hyvät opetusmahdollisuudet kemikaalien suhteen. Todella hyvät vastasi peruskoulun opettajista vain noin kuudesosa (15,3 %). Peruskoulun opettajien mielestä oli huonot 3,4 prosentin mukaan ja todella huonot yhden opettajan mielestä (1,7 %). Lukiossa ei ollut huonot kenenkään mielestä, mutta todella huonot yhden opettajan mielestä (4,2 %). Muissa oppilaitoksissa opetusmahdollisuudet kemikaalien suhteen vaihtelivat hyväksyttävistä todella hyviin.

**Taulukko 15.** Kemian opetusmahdollisuudet kemikaalien suhteen.

	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
	<b>peruskoulu</b>	<b>peruskoulu</b>	<b>lukio</b>	<b>lukio</b>	<b>muut</b>	<b>muut</b>
<b>Todella huonot</b>	1	1,7	1	4,2	0	0
<b>Huonot</b>	2	3,4	0	0	0	0
<b>Hyväksyttävät</b>	13	22,0	3	12,5	3	27,3
<b>Hyvät</b>	34	57,6	13	54,2	4	36,4
<b>Todella hyvät</b>	9	15,3	6	25,0	4	36,4
<b>Yhteensä</b>	59	100,0	23	95,8	11	100,0

### 7.1.5 Kemian opetusryhmien koko kouluissa

Kemian opetusryhmien koko peruskoulussa oli lähes kaikissa kouluissa (91,5 %) enintään 20 oppilasta (Taulukko 16.). Yli puolet (61,0 %) vastaajista ilmoitti kemian ryhmissä olevan 16 – 20 oppilasta. Vajaa kolmannesosa (28,8 %) vastaajista ilmoitti kemian ryhmiensä koon olevan 11 – 15 oppilasta. Vain 8,5 prosenttia ilmoitti ryhmäkokonsa olevan yli 20 oppilasta. Tähän kysymykseen olisi voinut täydentää oppilasmäärän opettajaa kohden, koska opettajat voivat käyttää myös samanaikaisopettamista.

**Taulukko 16.** Keskimääräinen oppilasmäärä kemian ryhmässä perusopetuksessa (n = 59; 63 %)

<b>Keskimääräinen oppilasmäärä kemian ryhmässä perusopetuksessa</b>	<b>f</b>	<b>% vastauksista</b>
0 – 5	0	0
6 – 10	1	1,7
11 – 15	17	28,8
16 – 20	36	61,0
21 – 25	5	8,5
26 – 30	0	0
31 – 35	0	0

Suurin osa (75,0 %) lukion opettajista vastasi kemian ryhmien koon olevan yli 20 opiskelijaa (Taulukko 17.). Puolet (50,0 %) lukion opettajista vastasi ryhmäkoon olevan kemian opetuksessa 26 – 30 opiskelijaa. Noin viidesosa (20,8 %) vastasi kemian ryhmissä olevan 21 – 25 opiskelijaa.

**Taulukko 17.** Keskimääräinen opiskelijamäärä kemian ryhmässä lukiossa. (n = 24; 26 %)

<b>Keskimääräinen opiskelijamäärä kemian ryhmässä lukiossa</b>	<b>f</b>	<b>% vastauksista</b>
0 – 5	0	0
6 – 10	2	8,3
11 – 15	2	8,3
16 – 20	2	8,3
21 – 25	5	20,8
26 – 30	12	50,0
31 – 35	1	4,2

Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko perusopetuksessa oli suurimman osan (96,6 %) mielestä 11 – 20 oppilasta (Taulukko 18). Reilu puolet (50,8 %) vastasi, että 16 – 20 oppilasta on sopiva ryhmäkoko. Alle puolet (45,8 %) vastasi, että 11 – 15.



**Taulukko 18.** Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko perusopetuksessa (n = 59; 63 %)

Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko perusopetuksessa	f	% vastauksista
0 – 5	0	0
6 – 10	1	1,7
11 – 15	27	45,8
16 – 20	30	50,8
21 – 25	0	0
26 – 30	0	0
31 – 35	0	0

Opettajista puolet (50,0 %) oli vastannut, että sopiva ryhmäkoko lukiossa on heidän mielestään 16 – 20 oppilasta (Taulukko 19.). Neljäsosa (25,0 %) vastasi, että 21 – 25 olisi sopiva ryhmäkoko lukiossa. Noin viidesosa (20,8 %) vastasi, että 11 – 15 olisi sopiva ryhmäkoko lukiossa.

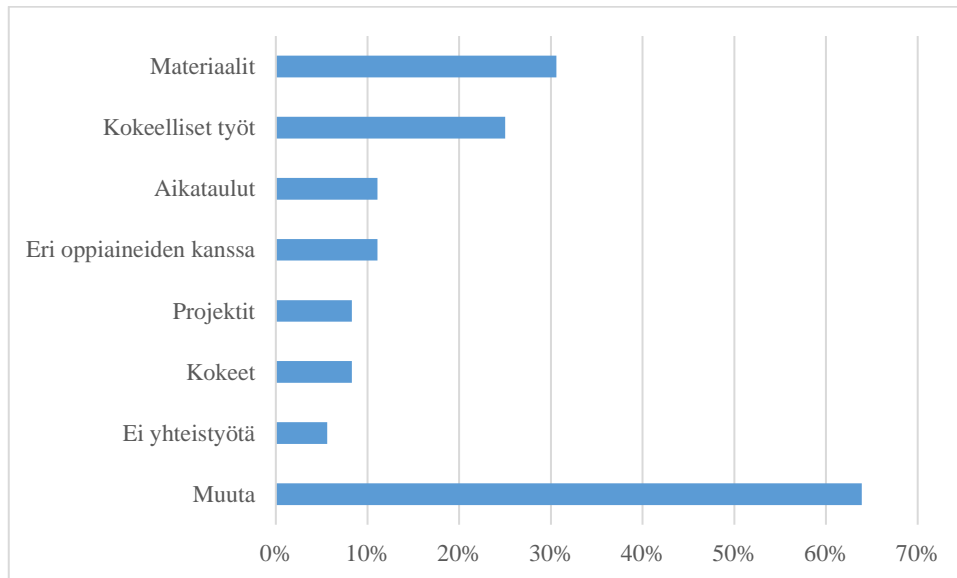
**Taulukko 19.** Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko lukiossa (n = 24; 26 %)

Opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko lukiossa	f	% vastauksista
0 – 5	0	0
6 – 10	1	4,2
11 – 15	5	20,8
16 – 20	12	50,0
21 – 25	6	25,0
26 – 30	0	0
31 – 35	0	0

### 7.1.6 Kemian opettajien yhteistyö muiden opettajien kanssa

Kemian opettajat tekevät monenlaista yhteistyötä muiden opettajien kanssa (Kuvio 8.). Materiaaleihin liittyvää yhteistyötä tekee noin kolmasosa (30,6 %) vastaajista. Kokeellisiin töihin liittyvää yhteistyötä muiden opettajien kanssa tekee neljäsosa (25,0 %) vastaajista. Aikatauluihin liittyvää yhteistyötä tekee noin kymmenesosa (11,1 %) vastaajista. Lisäksi yhteistyötä tehdään eri oppiaineiden opettajien kanssa, projekteihin ja kokeisiin liittyen. Pieni osa (5,6 %) vastasi, ettei tee yhteistyötä ollenkaan tai eri juurikaan. Muuta yhteistyötä

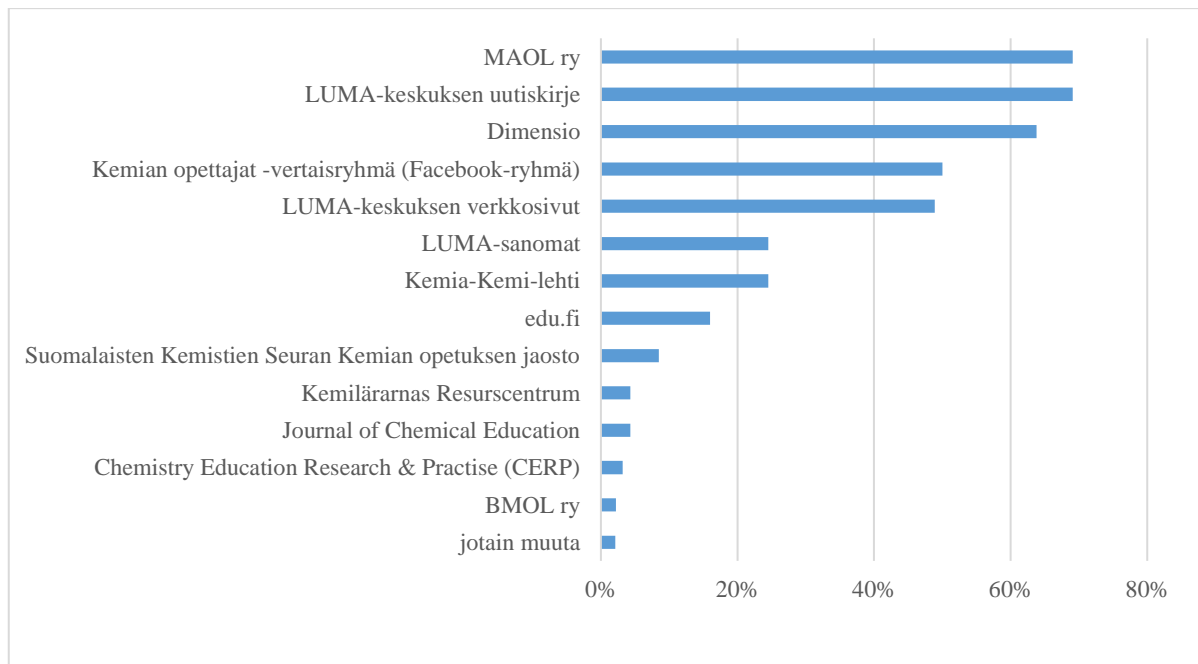
tekee yli puolet (63,9 %) vastaajista. Muita yhteistyön aiheita oli muun muassa opetuksen painotuspisteet, uusien opetussuunnitelmien käyttöönotto, retket, kokemusten ja ideoiden vaihtaminen ja samanaikaisopetus.



**Kuvio 8.** Kemian opettajien tekemä yhteistyö muiden opettajien kanssa. (n = 36; 38 %)

### 7.1.7 Kemian opettajien seuraamat tiedotus- ja tukimateriaalit

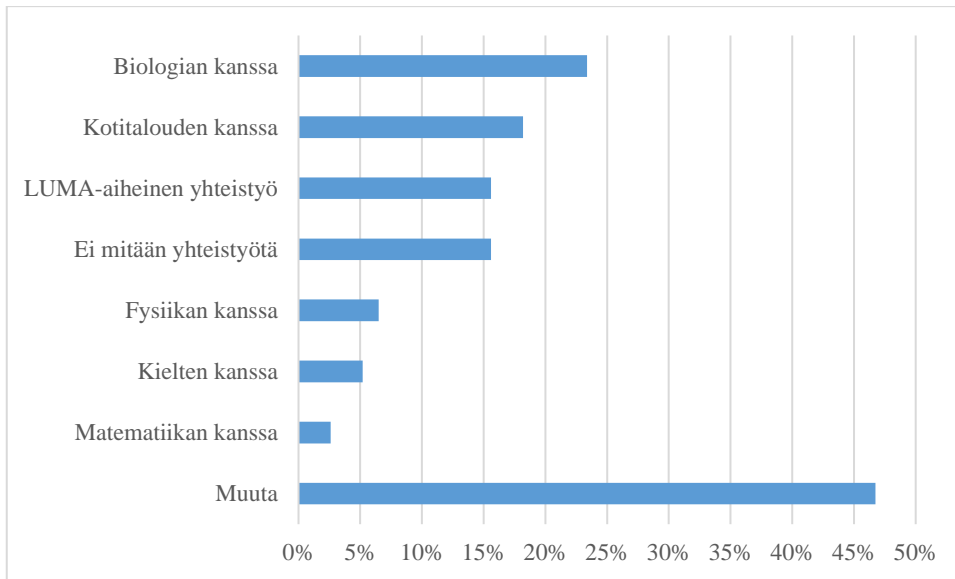
Kemian opettajien yleisin seuraama tiedotus- tai tukimateriaali oli MAOL ry ja LUMA-keskuksen uutiskirje, joita molempia seurasi 69,1 prosenttia (Kuvio 9.). Melkein yhtä paljon (63,8 %) vastaajista seurasi Dimensiota. Puolet (50,0 %) vastaajista seurasi Kemian opettajat -vertaisryhmää (Facebook-ryhmä). Melkein puolet vastaajista (48,9 %) seurasivat LUMA-keskuksen verkkosivuja. Noin neljännes seurasi LUMA-sanomia (24,5 %) tai Kemia-Kemilehteä (24,5 %). Muut vaihtoehdot saivat vähemmän kuin viidesosan vastauksista.



**Kuvio 9.** Kemian opettajien seuraamat kemian opetukseen liittyvät tiedotus- ja tukimateriaalit. (n = 92; 98 %)

### 7.1.8 Oppiainerajoja ylittävä yhteistyö

Noin neljäsosa vastanneista (24,4 %) kertoi tekevänsä oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä biologian kanssa (Kuvio 10.). Kemiolla ja biologialla on ollut yhteisiä kursseja, kuten työkurssi. Noin viidesosa (18,2 %) teki kotitalouden ja kemian yhdistävää yhteistyötä. Näissä oli aiheena esimerkiksi molekyyli gastronomia. LUMA-aiheista yhteistyötä tekivät 15,6 prosenttia vastanneista. Saman verran (15,6 %) vastanneista ei tehnyt minkäänlaista yhteistyötä muiden oppinaineiden kanssa. Fysiikan kanssa teki yhteistyötä 6,5 prosenttia, kielten kanssa 5,2 prosenttia ja matematiikan kanssa 2,6 prosenttia. Muita oppiainerajoja ylittävää yhteistyötä tekivät melkein puolet (46,8 %) vastanneista. Tämä määrä on selkeästi kasvanut aiemmasta tutkimuksesta. Tähän voi vaikuttaa opetussuunnitelman muutos ottaa monialaisuus selkeämmin tavoitteeksi.

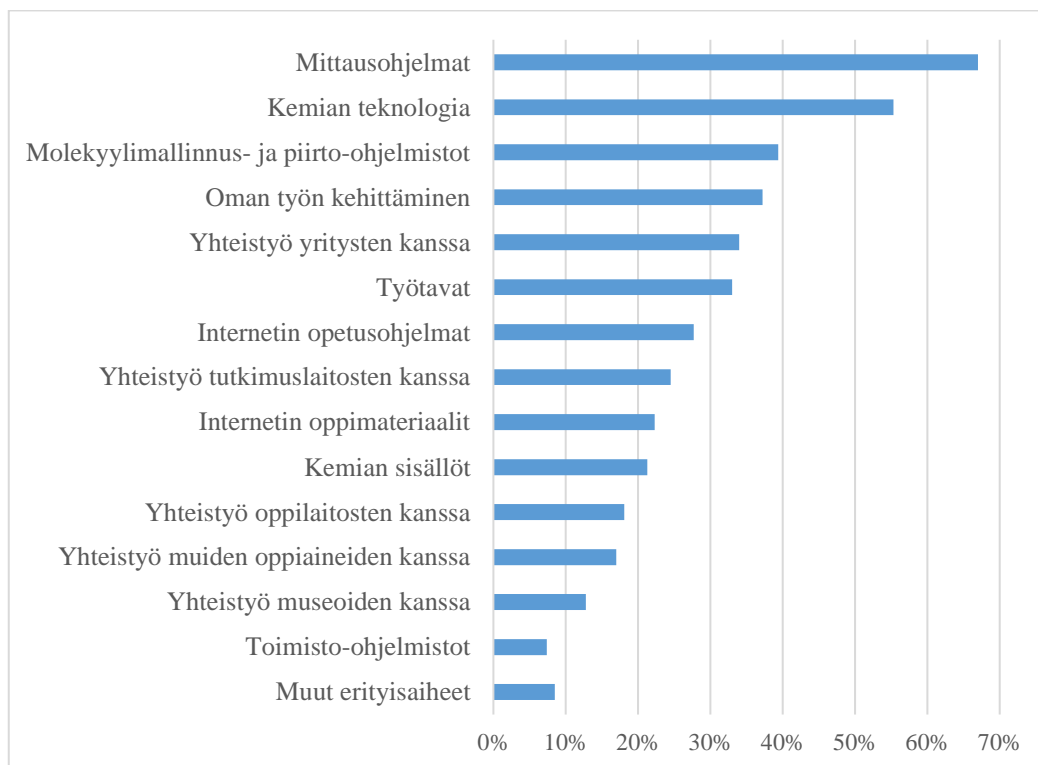


**Kuvio 10.** Opettajien tekemä yhteistyö yli oppiainerajojen. (n = 77; 82 %)

### 7.1.9 Kemian opettajien tarvitsema koulutuksen ja tuen tarve jatkossa

Kymmenen vuotta sitten (2007 – 2008) opettajia, jotka eivät käyneet ollenkaan täydennyskoulutuksissa, oli melkein puolet (43 %) ja lukuvuonna 2017 – 2018 oli vähemmän (36,2 %), joten opettajien käyminen täydennyskoulutuksissa on kasvanut. Aktiivisempien osuus on myös selkeästi kasvanut kymmenen vuoden aikana. Useammin kuin kerran vuodessa kävi kymmenen vuotta sitten 9 prosenttia ja viime lukuvuonna 17 prosenttia. (Aksela & Karjalainen, 2008)

Kemian opettajat tarvitsevat laajalta alueelta täydennyskoulutusta (Kuvio 11.). Suurin osa (67,0 %) vastaajista tarvitsee koulutusta mittausohjelmista. Yli puolet (55,3 %) tarvitsee koulutusta kemian teknologiasta. Reilu kolmannes (39,4 %) tarvitsee koulutusta molekyylihallinnus- ja piirto-ohjelmistoista. Melkein sama määrä (37,2 %) tarvitsee koulutusta oman työn kehittämiseen. Reilu kolmasosa (34,0 %) tarvitsee koulutusta yhteistyöstä yritysten kanssa. Kolmasosa (33,0 %) tarvitsee koulutusta työtavoista. Koulutusta internetin opetusohjelmista tarvitsee neljäsosa (27,7 %) vastaajista. Koulutusta yhteistyöstä tutkimuslaitosten kanssa tarvitsee 24,5 prosenttia, internetin oppimateriaaleista 22,3 prosenttia ja kemian sisällöistä 21,3 %. Alle viidesosa (20 %) tarvitsee koulutusta yhteistyöstä oppilaitosten kanssa, yhteistyöstä muiden oppiaineiden kanssa, yhteistyöstä museoiden kanssa, toimisto-ohjelmistoista tai muista erityisaiheista.



**Kuvio 11.** Kemian opettajien tarvitsema koulutus aihepiireittäin. (n = 89; 95 %)

Muita erityisaiheita, joita vastaajat kommentoivat:

*”Uuden opsin toteuttaminen kemian opetuksessa. Opsin mukaiset työ- ja arviointitavat kemian opetuksessa sekä monialaisten kokonaisuuksien toteutusideat.”*

*”En osaa tehdä maahanmuuttajille ymmärrettäviä ohjeita enkä kokeita. Kielitietoinen opetus kemiassa-koulutus.”*

*”Kemikaalien varastointi ja käsittely”*

*”Tukea tarvitsevien oppilaiden opetus. Inklusiomallin myötä ryhmissä on joka vuosi kasvava määrä vahvaa tukea tarvitsevi oppilaita – on kielellistä erityisvaikeutta, tarkkaavaisuuden pulmaa, autismin kirjoja... kemia on sisällöltään aika tiukkaa tavaraa, miten eriytetään?”*

*”Kaipaisin eniten koulutusta käytännön kysymyksiin: Miten opettaa isoja peruskouluryhmiä? Miten saisi helposti tehtyä tallaisten ryhmien kanssa yksinkertaisia töitä? Millaista helppoa materiaalia on tukea tarvitseville oppilaille? Moni listan asioista on ihan kivoja, mutta itse kamppailen käytännön resurssipulan kanssa ja haluaisin siihen apua.”*

#### **7.1.10 Muu tuen tarve jatkossa kemian opetuksen kehittämiseen**

Vastaajista noin kolmasosa (31 %) halusi tukea kemian opetuksen kehittämiseen materiaalien avulla (Taulukko 20.). Reilu neljäsosa (26 %) halusi tukea kemian opetuksen kehittämiseen koulutuksen avulla. Lähes sama määrä (24 %) halusi kemian opetuksen kehittämiseen tukea saamalla ideoita ja vertaistukea muilta. Viisi prosenttia halusi materiaalituet erityisesti internetin kautta. Muita tukimuotoja luettelivat melkein puolet (48 %) vastaajista. Näissä tuli esille muun muassa ajan lisääminen tai tehostaminen ja työtapojen käyttäminen, erityisesti sähköistymiseen liittyvät asiat.

**Taulukko 20.** Vastaajien haluamia tukimuotoja jatkossa kemian opetukseen (n = 42; 45 %).

<b>Tukimuoto opetuksen kehittämiseen</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Materiaalitukea	13	31
Koulutusta lisää	11	26
Ideoita ja vertaistukea muilta	10	24
Materiaaleja internettiin	2	5
Muuta	20	48

### 7.1.11 Opinto-ohjaus kemian opetuksessa

Opinto-ohjaus tapahtuu kemian opetuksessa puheiden tai vierailujen kautta. Yli puolet (55,9 %) vastanneista opettajista vastasi opinto-ohjauksen näkyvän opetuksessa kemian alan työpaikkojen esittelynä (Taulukko 21.). Melkein puolet (40,7 %) vastasi opinto-ohjauksen näkyvän jatko-opintojen esittelynä. Muita tapoja opinto-ohjauksen näkymiseen oli kemian mahdollisuuksien esittely, tukiopetus ja opiskelutekniikoiden käsittely.

**Taulukko 21.** Opinto-ohjauksen näkyminen kemian opetuksessa (n = 59; 63 %).

<b>Opinto-ohjauksen näkyminen opetuksessa</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Opettaja esittelee kemian alan työpaikkoja	33	55,9
Opettaja esittelee jatko-opintoja	24	40,7
Opettaja esittelee kemian mahdollisuuksia	2	3,4
Ei mitenkään	3	5,1
Muu	11	18,6

## 7.2 Kokeellisuuden ja monipuolisten työtapojen toteutuminen

Tutkimuksessa selvitettiin, miten opetussuunnitelman perusteiden (LOPS, 2015; POPS, 2015) toteutuvat kouluissa kokeellisuuden osalta. Opettajilta kysyttiin kokeellisten töiden määrää, miksi teettivät tai eivät teettäneet oppilaille kokeellisia kemian töitä, miten käytännössä järjestävät oppilaiden kokeellisen työskentelyn ja millainen on heidän mielestään hyvä kokeellinen työ (liite 1, kysymykset 21 – 24). Lisäksi kysyttiin, kuinka usein opettajat hyödyntävät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä ja miksi he käyttävät ja miksi eivät (liite 1, kysymykset 25 a – c).

## 7.2.1 Kokeellisten töiden määrä kurssilla

Suurin osa peruskoulun opettajista (83,1 %) teetti yli kuusi kokeellista kemian työtä kurssin aikana (Taulukko 22.). Lukion opettajista kolmasosa (33,3 %) teetti kolme kokeellista työtä kurssin aikana. Viidesosa (20,8 %) teetti kaksi työtä ja alle neljäsosa (16,7 %) teetti yhden kokeellisen työn kurssin aikana. Lukion opettajat tekivät enintään viisi kokeellista työtä kurssin aikana. Jossain muualla opettavien vastaukset hajaantuivat ei yhtään ja yli kuuden työn välillä.

**Taulukko 22.** Oppijoille teetettyjen kokeellisten töiden määrän kurssilla (n = 94; 100 %)

Töiden määrä		Opetan kemiaa			Yhteensä
		perusopetuksessa	lukiossa	jossain muualla	
en yhtään	f	1	2	1	4
	%	1,7%	8,3%	9,1%	4,3%
yhden	f	1	4	0	5
	%	1,7%	16,7%	0%	5,3%
kaksi	f	0	5	1	6
	%	0%	20,8%	9,1%	6,4%
kolme	f	0	8	2	10
	%	0%	33,3%	18,2%	10,6%
neljä	f	2	3	2	7
	%	3,4%	12,5%	18,2%	7,4%
viisi	f	4	2	0	6
	%	6,8%	8,3%	0%	6,4%
kuusi	f	1	0	1	2
	%	1,7%	0%	9,1%	2,1%
yli kuusi	f	49	0	4	53
	%	83,1%	0%	36,4%	56,4%
Työt tehdään pääsääntöisesti työkurseilla	f	1	0	0	1
	%	1,7%	0%	0%	1,1%
Yhteensä	f	59	24	11	94
	%	100%	100%	100%	100%



## 7.2.2 Syyt kokeellisten töiden teettämiselle

Tärkein perustelu kokeellisten töiden teettämiselle vastauksissa ilmeni olevan taitojen oppiminen (Taulukko 23.). Tällä taitojen oppimisella perusteli melkein kolmasosa (28 %) vastaajista ja opittavista taidoista lueteltiin muun muassa kyselemisen taidot, ryhmätyötaidot, päättely ja työvälineiden käyttö. Neljäsosa (25 %) perusteli teettävänsä kokeellisia töitä kemian oppimisen vuoksi. Noin viidesosa (22 %) sanoi teettävänsä kokeellisia töitä, koska ne luovat teoriaan yhteyden. Noin viidesosa (21 %) tekee kokeellisia töitä, koska se on mukavaa ja luo vaihtelua tunneille. Tähän alueeseen kuului myös perustelut muun muassa mielenkiinnosta, ja mielekkään tekemisen luomisesta. Melkein viidesosa (18 %) teetti kokeellisia töitä havainnollistavuuden takia tai siksi, että kokeellisuus kuuluu olennaisena osana kemian opetukseen. Muita perusteluja oli, että kemia on kokeellinen luonnontiede, kokeellisuus on opetussuunnitelman perusteissa, ja motivoinnin vuoksi. Muita syitä, joita ei taulukossa näy, olivat muun muassa, että kemia on mielenkiintoista ja viihteellistäminen.

**Taulukko 23.** Syyt kokeellisten töiden teettämiselle (n = 85; 90 %).

Perustelut	Tulokset		Aksela & Karjalainen 2008		Aksela & Juvonen 1999
	f	%	Yläkoulu %	Lukio %	%
Taitojen oppimisen vuoksi	24	28	9	6	6
Kemian oppimisen vuoksi	21	25	24	36	29
Teoriayhteys	19	22	17	16	
Vaihtelu/mukavuus	18	21	5	4	3
Havainnollistavuus	15	18	14	12	
Kuuluu olennaisena osana kemian opetukseen	15	18	10	1	10
Kemia on kokeellinen luonnontiede	14	16	5	6	
Kokeellisuus opetussuunnitelman perusteissa	9	11	2	5	
Motivoinnin vuoksi	8	9	5	9	40
Muu	23	27	9	7	12

### 7.2.3 Esteet kokeellisten töiden teettämiselle

Vastaajista melkein puolet (47,4 %) perustelivat ajan puutteen olevan syy, miksi eivät teetä kokeellisia töitä (Taulukko 24.). Noin kolmasosa (31,6 %) vastasi syyksi sen, että oppilaat eivät työskentele turvallisesti. Tähän vaikutti esimerkiksi se, että ryhmä on vilkas, eikä kuuntele sääntöjä tai opiskelijoiden kielitaito ei riitä turvalliseen työskentelyyn. Reilu kymmenesosa (13,2 %) vastasi resurssien puutteen tai suuren ryhmäkoon olevan syy kokeellisten kemian töiden tekemättömyydelle. Muita syitä mainitsi melkein viidesosa (18,4 %) vastaajista. Muita syitä olivat muun muassa liian vaarallinen työ tai vaaralliset aineet, tai ettei aiheeseen löydy sopivaa työtä.

**Taulukko 24.** Miksi kemian opettajat eivät teetä kokeellisia kemian töitä (n = 38; 40 %).

Perustelut	f	%
Ajan puute	18	47,4
Oppilaat eivät työskentele turvallisesti	12	31,6
Resurssit	5	13,2
Ryhmäkoko	5	13,2
Muut	7	18,4

### 7.2.4 Kokeellinen työskentely käytännössä

Kemian opettajat järjestivät käytännössä kokeellisen työskentelyn monella tavalla (Taulukko 25.). Yleisimpiä työskentelytapoja olivat pienryhmätyöskentely (40 %) ja parityöskentely (32 %). Kymmenesosa (10 %) opettajista jakoi ryhmänsä kahtia kokeellista työskentelyä varten. Lisäksi opettajat tekivät kokeellista työskentelyä laboratorioluokassa (6 %) ja työpistetyöskentelyä ja muulla yhteistoiminnallisella tavalla (4 %). Muita tapoja luettelivat kolmasosa (32 %) vastaajista. Näissä vastauksissa opettajat kertoivat tarkempia järjestelyjä, kuten opettajan valmisteluja ja siivouksia ja miten kemikaalit jaetaan oppilaille.

**Taulukko 25.** Miten kemian opettajat järjestävät kokeellisen työskentelyn käytännössä (n = 78; 83 %)

Järjestelyt	f	% vastauksista	Karjalainen 2008 (%)	Aksela & Juvonen 1999 (%)
Pienryhmätyöskentely	31	40	27	25
Parityöskentely	25	32	38	37
Ryhmän kahtia jakaminen	8	10	11	6
Laboratorioluokassa	5	6	10	
Työpistetyöskentelynä ja muu yhteistoiminnallisuus	3	4	10	11
Muu	25	32	21	20

### 7.2.5 Hyvä kokeellinen työ

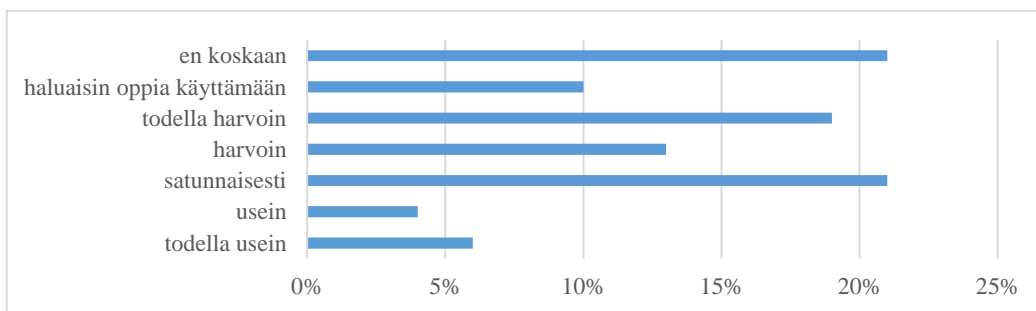
Opettajista reilu viidennes (22 %) oli sitä mieltä, että hyvässä kokeellisessa työssä on havaittava loppu/muutos (Taulukko 26.). Vajaan viidesosan (19 %) mukaan hyvä kokeellinen työ tukee teoriaa. Yli kymmenesosa (14 %) koki hyvän kokeellisen työn sisältävän pohdintaosuuden tai olevan mielenkiintoinen tai kysymyksiä herättävä (13 %). Muita hyvään kokeelliseen työhön liittyviä asioita olivat opettajien mielestä selkeys, opettavaisuus, turvallisuus, lyhyt työ, onnistuva työ, yksinkertainen, arkiyhteyden sisältävä ja yksinkertaiset välineet.

**Taulukko 26.** Hyvään kokeelliseen työhön kuuluvat asiat opettajien mielestä (n = 79; 84 %)

Hyvä kokeellinen työ	f	%
Havaittava loppu/muutos	17	22
Tukee teoriaa	15	19
Työssä on pohdintaosuus	11	14
Mielenkiintoinen/kysymyksiä herättävä	10	13
Selkeä	7	9
Opettavainen	6	8
Turvallinen	6	8
Lyhyt	5	6
Työ on onnistunut	5	6
Yksinkertainen	3	4
Arkiyhteys	3	4
Yksinkertaiset välineet	1	1
Muu	6	8

## 7.2.6 Tietokoneavusteisen kokeellisuuden hyödyntäminen opetuksessa

Opettajat vastasivat kuinka usein hyödyntävät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä (Kuvio 12.). Yhtä suuret osuudet (22,3 %) saivat vastausvaihtoehdot ”en koskaan” ja ”satunnaisesti”. Vastaajista noin kymmenesosa (10,6 %) haluaisi oppia käyttämään. Heidät voisi luokitella ”en koskaan” –vastauksen alle. Todella harvoin käytti noin viidennes (20,3 %). Harvoin käytti 13,8 prosenttia. Tietokonemittauksia käytti usein 4,3 prosenttia ja todella usein 6,4 prosenttia.



**Kuvio 12.** Tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntäminen. (n = 94; 100 %)

Opettajien perusteluissa, miksi käyttivät tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä, tuli esille seuraavat asia: (i) nykyaikaa, joten täytyy oppia tai on opetussuunnitelman perusteissa (ii) graafisten esitysten selkeys (iii) tulosten saannin nopeus ja (iv) havainnollistavuus. Perusteluja lisäsi 34 prosenttia tutkimukseen osallistuneista opettajista.

## 7.2.7 Esteet tietokonemittausmahdollisuuksien hyödyntämiselle

Suurin osa (76 %) vastaajista esitti tietokonemittausmahdollisuuksien käyttämättä jättämiseksi kemian opetuksessa syyn olevan laitteiston puutteen (Taulukko 27.). Noin neljäsosa (27 %) vastasi syyn tietokonemittausmahdollisuuksien käyttämättä jättämiselle sen, että heillä ei ole tarvittavia taitoja. Muita syitä oli, että opetus on parempaa ilman laitteita (3 %). Muita syitä (11 %), joita ei näy taulukossa, oli muun muassa, että aika ei riitä tai ei uskalla antaa laitteita oppilaiden käyttöön peruskoulun puolella.

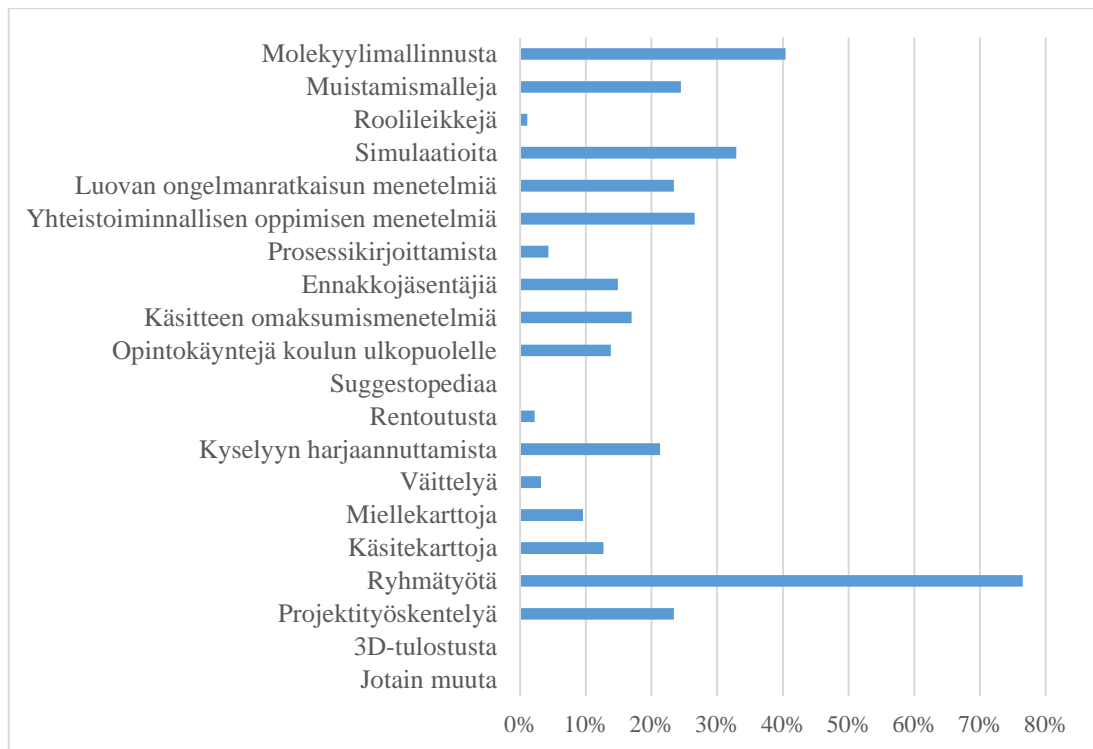
**Taulukko 27.** Esteet, miksi opettajat eivät käytä tietokonemittausmahdollisuuksia kemian opetuksessa (n = 63, 67%)

<b>Syy käyttämättömyyteen</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Aksela ja Karjalainen 2008 (%)</b>
Ei ole laitteita/ohjelmia	48	76	63
Ei ole tarvittavia taitoja	17	27	12
Opetus parempaa ilman laitteita	2	3	10
Sisällöt hukkuvat laitteiden taakse	0	0	7
Muu	7	11	14

### **7.3 Työtavat kemian opetuksessa**

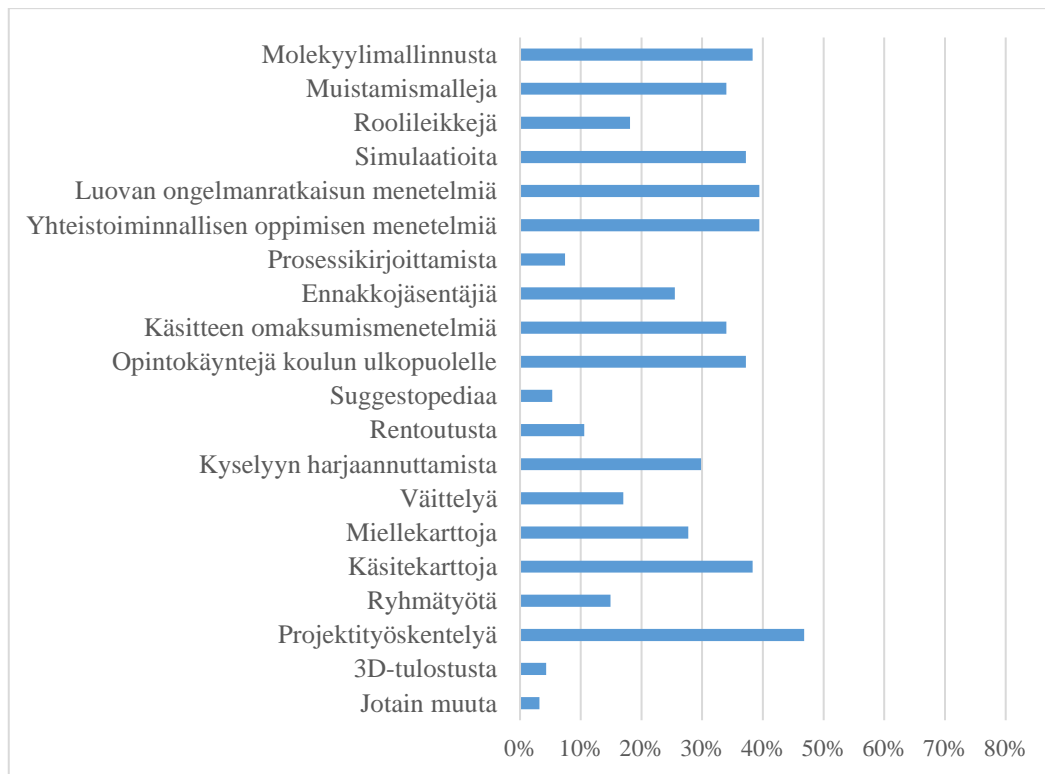
Tutkimuksessa kysyttiin opettajilta, kuinka usein he käyttävät eri työtapoja opetuksessa. Lomakkeessa oli valmiina 19 eri työtapaa, mutta lopussa oli mahdollisuus lisätä myös omia työtapoja.

Kuviosta 13 nähdään, että vastaajista suurin osa (76,5 %) käytti ryhmätyötä usein tai todella usein. Vastaajista käytti usein tai todella usein molekyylimallinnusta 40,4 prosenttia, simulaatioita 32,9 prosenttia, muistamismalleja 24,5 prosenttia, projektityöskentelyä 23,4 prosenttia, yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä 26,6 prosenttia, luovan ongelmanratkaisun menetelmiä 23,4 prosenttia ja kyselyyn harjaannuttamista 21,3 prosenttia.



**Kuvio 13.** Todella usein tai usein käytetyt työtavat kemian opetuksessa

Kuviossa 14 on esitettyä satunnaisesti käytetyt työtavat. Niistä yleisin oli projektityöskentely, jota käytti melkein puolet vastaajista (46,8 %). Seuraavaksi eniten opettajat käyttivät satunnaisesti yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä (39,4 %) ja luovan ongelmanratkaisun menetelmiä (39,4 %). Käsitekarttoja ja molekyylimallinnusta käytti satunnaisesti melkein sama määrä (38,3 %). Satunnaisesti käytettiin opintokäyntejä koulun ulkopuolelle ja simulaatioita 37,2 prosenttia sekä käsitteen omaksumismenetelmiä ja muistamismalleja 34,0 prosenttia.



**Kuvio 14.** Satunnaisesti käytetyt työtavat kemian opetuksessa

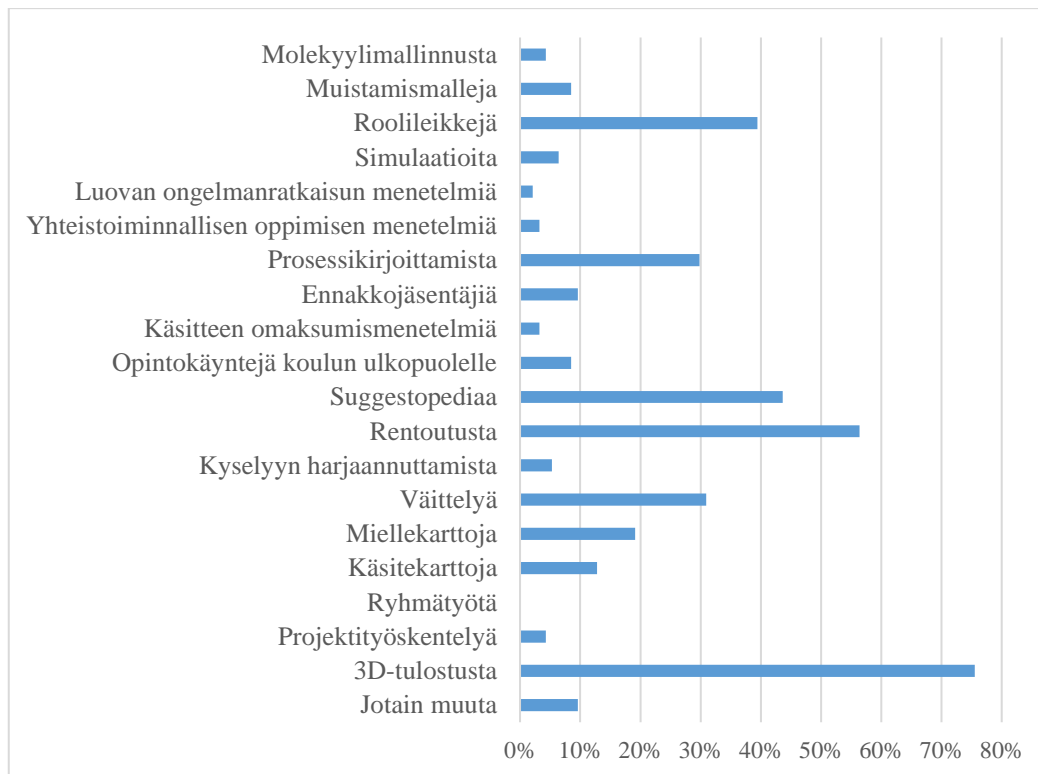
Kuviossa 15 on esitetty työtavat, joita vastaajat käyttivät opetuksessaan todella harvoin tai harvoin. Melkein puolet (46,8 %) käytti väittelyä todella harvoin tai harvoin. Melkein yhtä moni (40,4 %) käytti todella harvoin tai harvoin roolileikkejä tai opintokäyntejä koulun ulkopuolelle.



**Kuvio 15.** Todella harvoin tai harvoin käytetyt työtavat kemian opetuksessa

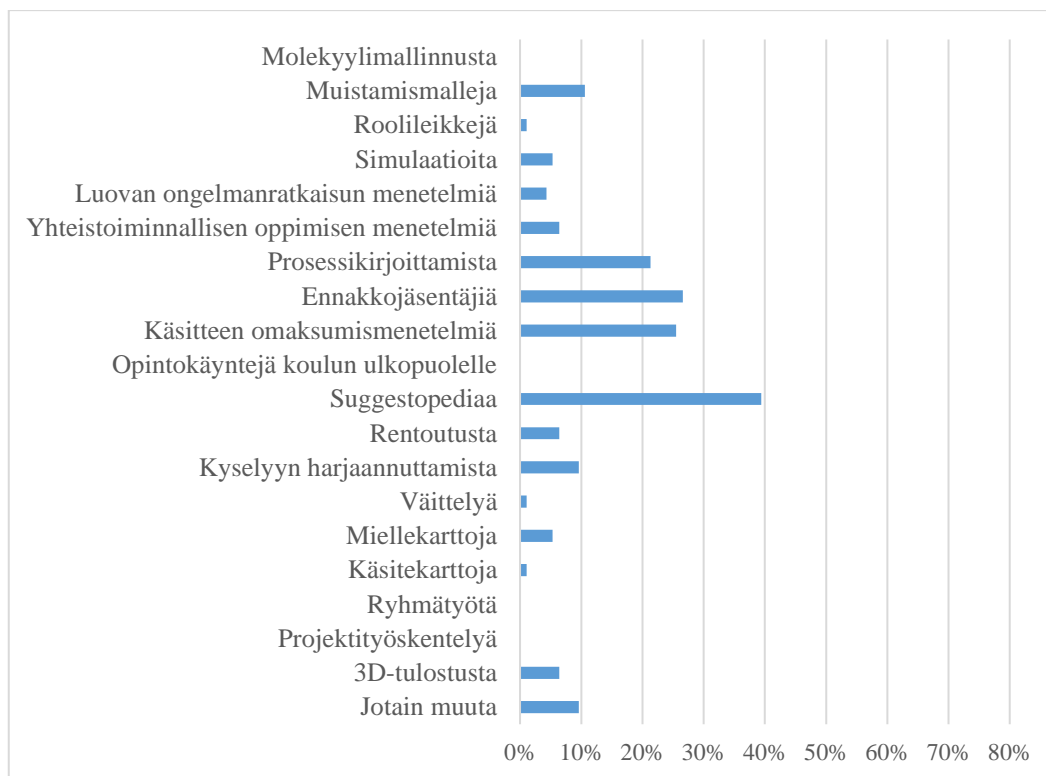
Kuviossa 16 on esitetty työtavat, joita opettajat eivät käytä koskaan. Suurin osa (75,5 %) opettajista ei käytä koskaan 3D-tulostusta. Yli puolet (56,4 %) ei käytä myöskään rentoutusta koskaan. Melkein puolet (43,6 %) ei käytä suggestopediaa koskaan. Muita yleisimpiä, joita ei käytetä koskaan, on roolileikkejä (39,4 %), väittelyä (30,9 %) ja prosessikirjoittamista (29,8 %).





**Kuvio 16.** Ei koskaan käytetyt työtavat kemian opetuksessa

Kuviossa 17 on esitetty työtapoja, joita opettajat eivät tunne. Yleisin näistä on suggestopedia, jota ei tunne melkein puolet (39,4 %) opettajista. Melkein kolmannes ei tuntenut ennakkojäsentäjiä (26,6 %), käsitteen omaksumismenetelmiä (25,5 %) tai prosessikirjoittamista (21,3 %).



**Kuvio 17.** Ei tunnetut työtavat kemian opetuksessa

## 7.4 Teknologian ja erilaisen yhteistyön näkyminen kemian opetuksessa

Teknologiasta käydään läpi opettajien omat määritelmät teknologiasta, teknologian näkyminen opetuksessa ja eri yhteistyömuodoista ulkopuolisten tahojen kanssa.

### 7.4.1 Teknologia opettajien määritelmänä

Kemian opettajien määritelmät kemian teknologiasta vaihtelivat hyvin paljon (Taulukko 28.). Noin kolmasosa (31 %) määritelmistä liittyivät laitteisiin. Viidesosa (20 %) määritteli kemian teknologian liittyvän kemian soveltamiseen. Muita teknologian määritelmissä esille tulleita asioita oli kemian teollisuus (16 %), tietokone (14 %), mallinnus (12 %), kemian innovaatiot (10 %) ja kemian tutkimus (6 %). Muut asiat, joita tuli esille, olivat muun muassa kemialliset prosessit, erilaiset materiaalit ja sähkökemiat.

**Taulukko 28.** Opettajien teknologian määritelmässä esille tulleet asiat (n = 51; 54 %)

<b>Määritelmässä esille tulleet asiat</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Laitteet	16	31
Kemian soveltaminen	10	20
Kemian teollisuus	8	16
Tietokone	7	14
Mallinnus	6	12
Kemian innovaatiot	5	10
Kemian tutkimus	2	4
En tiedä/osaa	1	2
Muu	11	22

#### 7.4.2 Teknologian näkyminen opetuksessa

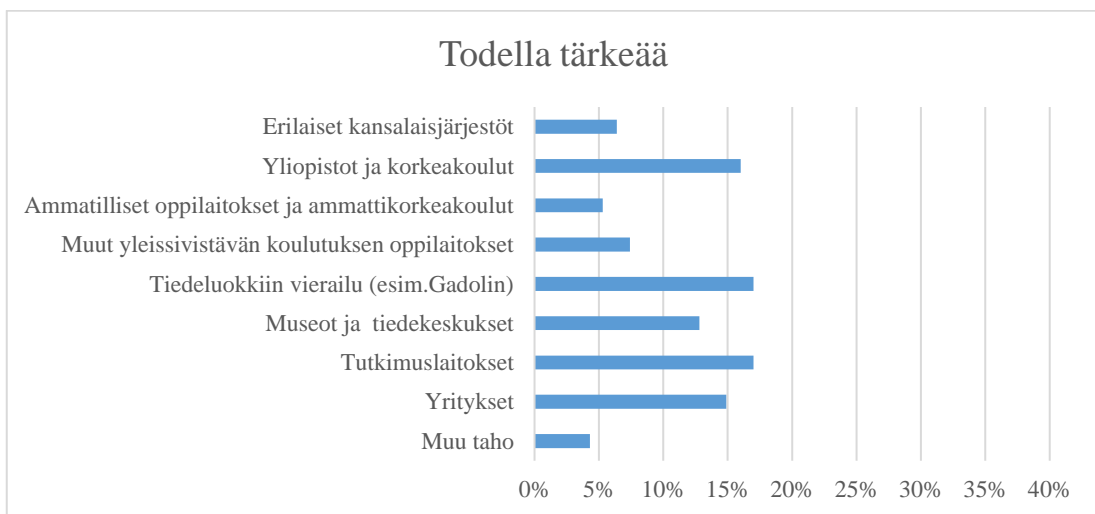
Kemian teknologia näkyy kemian opettajien mukaan monella eri tavalla (Taulukko 29.). Vastaajista melkein viidesosa (18 %) kertoi, että kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa opettajan puheissa. Teknologia näkyy opettajien mukaan myös kemian sovelluksissa ja yhteydessä arkielämään (14 %), laitteiden käyttönä ja niiden opetteluna (12 %) ja tietotekniikan hyödyntämisessä (10 %). Muita tapoja (24 %), joita ei näy taulukossa olivat muun muassa, että kulkee läpäisyperiaatteella kaiken aikaa, demoissa eniten ja käydään läpi kemian historiaa eli miten kemian teknologia on kehittynyt aikojen saatossa.

**Taulukko 29.** Kuinka kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa (n = 49; 52 %).

<b>Kemian teknologian näkyminen opetuksessa</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Opettajan puheissa	9	18
Kemian sovelluksissa ja yhteydessä arkielämään	7	14
Laitteiden käyttönä ja niiden opetteluna	6	12
Tietotekniikan hyödyntämisessä	5	10
Yritysvierailujen yhteydessä	3	6
Videoiden ja lehtileikkeiden kautta	3	6
Liian vähän näkyy	3	6
Kemian prosessien kautta	2	4
Ei näy mitenkään	1	2
Kirjan kautta	0	0
Muu	12	24

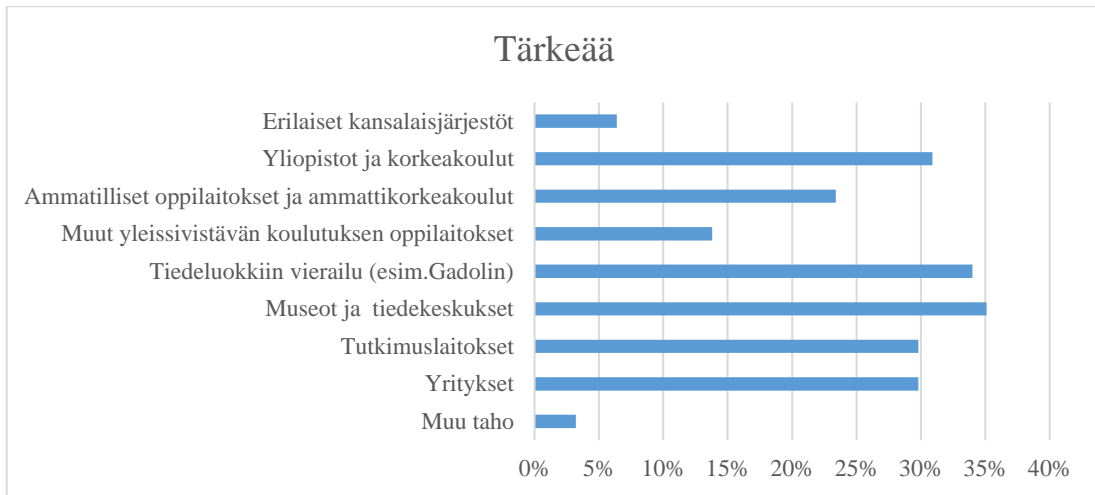
### 7.4.3 Yhteistyön hyödyllisyys

Vastausvaihtoehtoina olivat todella tärkeää, tärkeää, kohtalaisen tärkeää, jokseenkin tärkeää ja ei tärkeää. Todella tärkeänä yhteistyönä tiedeluokkiin vierailua piti noin kuudesosa (17,0 %) vastaajista (Kuvio 18.) sekä sama osuus tutkimuslaitoksiin vierailua. Melkein sama määrä (16,0 %) piti todella tärkeänä yliopistoihin ja korkeakouluihin vierailua. Yrityksiin vierailua piti todella tärkeänä 14,9 prosenttia. Muita tahoja, joita pidettiin todella tärkeänä, oli muun muassa veden puhdistamo.



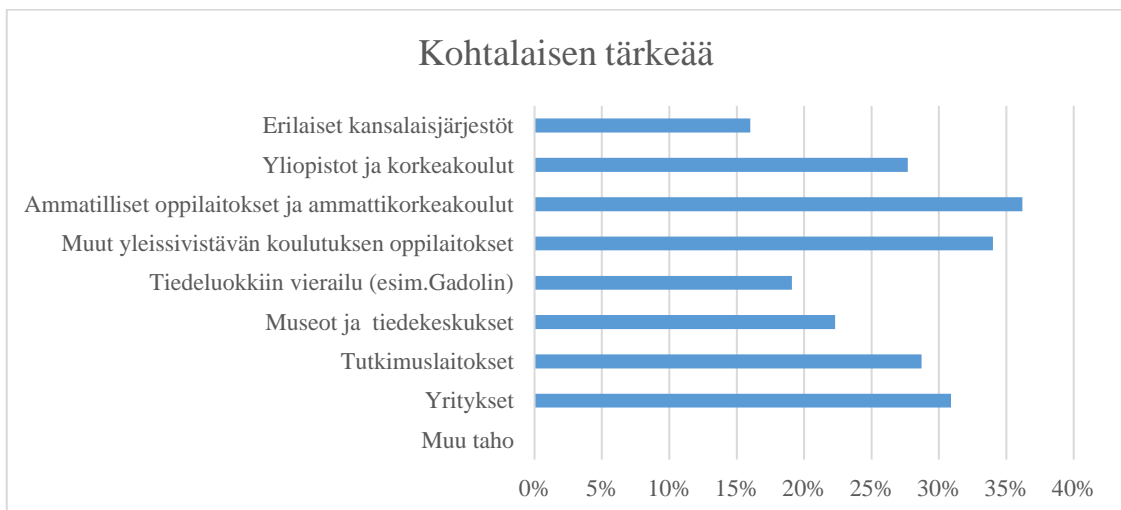
**Kuvio 18.** Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään todella tärkeänä.

Vastaajista noin kolmasosa (35,1 %) piti tärkeänä yhteistyön museoiden ja tiedekeskusten kanssa (Kuvio 19.). 34,0 prosenttia piti tärkeänä tiedeluokkiin vierailut. 30,9 % vastaajista piti tärkeänä yliopistoihin ja korkeakoulujen kanssa tehtävä yhteistyö. 29,8 prosenttia piti tärkeänä tutkimuslaitoksien kanssa tehtävän yhteistyön ja sama määrä (29,8 %) yritysten kanssa tehtävän yhteistyön. Ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa tehtävän yhteistyön koki tärkeänä 23,4 prosenttia vastaajista. Muita tahoja, joita pidettiin tärkeänä, olivat muun muassa ympäristökeskukset ja jätehuoltoon liittyvät tahot.



**Kuvio 19.** Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään tärkeänä.

Vastaajista reilu kolmasosa (36,2 %) piti kohtalaisen tärkeänä yhteistyön ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa (Kuvio 20). Vastaajista 34,0 prosenttia piti kohtalaisen tärkeänä muut yhteistyön muiden yleissivistävän koulutuksen oppilaitosten kanssa. Yritysten kanssa tehtävää yhteistyötä piti kohtalaisen tärkeänä 30,9 prosenttia. Kohtalaisen tärkeänä yhteistyönä vastaajista piti tutkimuslaitosten kanssa 28,7 prosenttia, yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa 27,7 prosenttia ja museoiden ja tiedekeskusten kanssa 22,3 prosenttia.



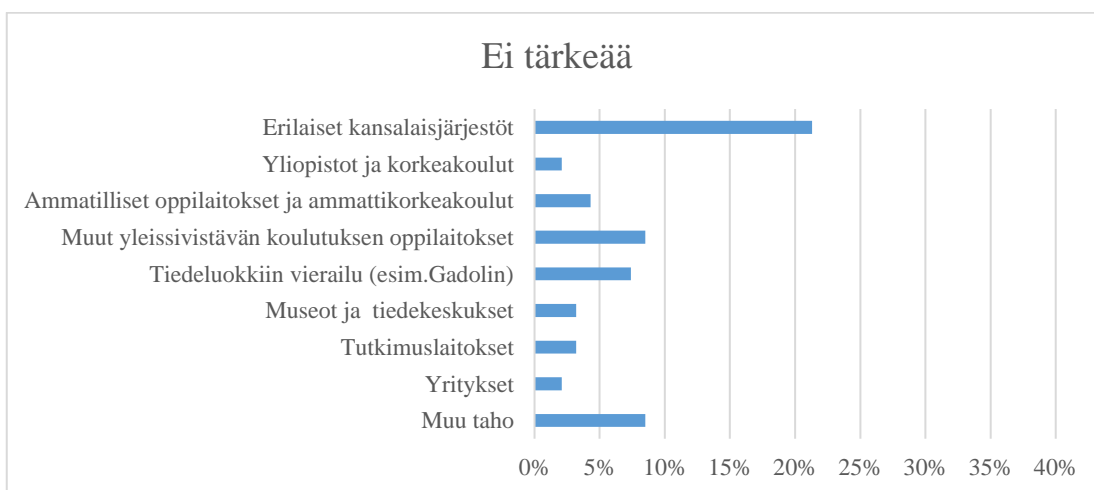
**Kuvio 20.** Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään kohtalaisen tärkeänä.

Vastaajista melkein puolet (40,4 %) piti yhteistyötä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa jokseenkin tärkeänä (Kuvio 21.). Melkein kolmasosa (27,7 %) piti muiden yleissivistävän koulutuksen oppilaitosten kanssa tehtävän yhteistyön jokseenkin tärkeänä. Melkein kolmannes (25,5 %) piti ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa pitävää yhteistyötä jokseenkin tärkeänä.



**Kuvio 21.** Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä pidetään jokseenkin tärkeänä.

Vastaajista reilu viidesosa (21,3 %) ei pitänyt tärkeänä yhteistyötä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa (Kuvio 22.). Muut vaihtoehdot saivat alle kymmenen prosentin osuudet.



**Kuvio 22.** Ulkopuoliset tahot, joiden kanssa yhteistyötä ei pidetä tärkeänä.

#### 7.4.4 Yhteistyömuodot ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä

Suurin osa vastaajista (75 %) kertoi tekevän yhteistyötä ulkopuolisten tahojen kanssa vierailujen muodossa (Taulukko 30.). Toiseksi yleisin yhteistyömuoto oli, että kokeellisia töitä mennään tekemään koulun ulkopuolelle (21 %). 15 prosenttia ilmoitti, ettei ole yhteistyötä ollenkaan. Saman verran (15 %) vastasi yhteistyömuodoksi sen, että ulkopuolinen vierailija tulee koululle. Kolme prosenttia vastasi vaihtavansa materiaalia tai tietoa. Vähän yli viidesosa (22 %) teki jotakin muuta, jota ei ollut taulukossa. Näihin kuuluivat muun muassa erilaiset projektit tai luennot, joista ei tullut selkeästi esille, että missä luennot toteutetaan. Osa listasi myös ulkopuolisia tahoja, mutta ei kuvaillut tarkemmin millaista yhteistyö on.

**Taulukko 30.** Yhteistyömuodot koulun ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä (n = 68; 72 %).

<b>Yhteistyömuoto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Aksela ja Karjalainen 2008 (%)</b>
Vierailut	51	75	78
Kokeellisten töiden tekemistä koulun ulkopuolella	14	21	14
Ei ole yhteistyötä	10	15	9
Ulkopuolinen vierailija koululla	10	15	6
Materiaalia/tiedon vaihtoa	2	3	4
Ulkopuoliset kurssit	5	7	0
Muu	15	22	10

#### 7.4.5 Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävässä yhteistyössä tavoitteiksi ja painotuksiksi tuli yli kolmasosalla (35 %) esille tiedon saaminen eri ammateista tai jatko-opinnoista (Taulukko 31.). Hieman alle neljäsosa (24 %) mainitsi tavoitteissaan ja painotuksissaan tutustumisen kemiaan koulun ulkopuolella. Viidesosa (20 %) kertoi tavoitteiksi tai painotuksiksi kemian konkretisoitumisen tai kiinnostuksen herättämisen/motivoinnin/vaihtelun. Reilu kymmenesosa (14 %) kertoi tavoitteissa tai painotuksissa olevan laite/materiaali/asiantuntijan avun. Muita tavoitteita tai painotuksia vastasi noin neljäsosa (24 %) vastaajista. Näihin kuului muun muassa biotalous, yrittäjäyys ja ympäristöasiat.

**Taulukko 31.** Yhteistyössä korostuvat tavoitteet ja painotukset (n = 51; 54 %).

<b>Tavoitteet ja painotukset yhteistyössä</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Aksela ja Karjalainen 2008 (%)</b>
Tietoa eri ammateista/jatko-opinnoista	18	35	9
Tutustuminen kemiaan koulun ulkopuolella	12	24	16
Kemian konkretisoituminen	10	20	32
Kiinnostuksen herättäminen/motivointi/vaihtelu	10	20	8
Laite/materiaali/asiantuntija apua	7	14	8
Ei painotusta	0	0	2
Muu	12	24	27

Ulkopuolisten tahojen kanssa tehtävälle yhteistyölle asetetut tavoitteet toteutuivat yli puolessa (52 %) vastaajien kouluissa (Taulukko 32.). Noin viidesosalla (21 %) tavoitteet toteutuivat kohtalaisesti.

**Taulukko 32.** Asetettujen tavoitteiden toteutuminen (n = 42; 45 %).

<b>Kuinka mainitut tavoitteet ovat toteutuneet</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Aksela ja Karjalainen 2008 (%)</b>
Hyvin	22	52	52
Kohtalaisesti	9	21	11
Erittäin hyvin	2	5	5
Ei osaa sanoa	1	2	3
Ei mitenkään	0	0	3
Huonosti	3	7	0
Muu	6	14	25

#### **7.4.6 Tukimuotoja yhteistyön ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi**

Kysymykseen yhteistyön tukemisesta vastasi yli puolet (51 %), että taloudellinen tuki voisi auttaa (Taulukko 33.). Noin kolmasosa (35 %) toivoi aktiivisuutta tai ymmärrystä yritysten puolelta. Noin viidesosa (21 %) toivoi ulkopuolisia resursseja lisää. Näihin kuuluivat muun muassa henkilöstöasiat, materiaalit ja aika. Yhdeksän prosenttia ehdotti ymmärrystä tai aktiivisuutta koulun puolelta. Seitsemän prosenttia ehdotti, että informaatiota olisi enemmän saatavilla. Muita ehdotuksia tuli 14 prosentilta vastaajista. Näihin kuuluivat muun muassa vapaampi luokkajärjestelmä ja selkeät rakenteet yhteistyön järjestämiseen.



**Taulukko 33.** Kuinka yhteistyötä voitaisiin vastaajien mielestä tukea (n = 43; 46 %).

<b>Tukimuoto</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Aksela ja Karjalainen 2008 (%)</b>
Taloudellinen tuki	22	51	49
Ymmärrystä/aktiivisuutta yrityksen puolelta	15	35	23
Ulkopuolisia resursseja lisää	9	21	8
Ymmärrystä/aktiivisuutta koulun puolelta	4	9	8
Informaatiota lisää	3	7	4
TET-paikkoja yrityksiin	0	0	4
Muu	6	14	21

## **7.5 Keskeiset haasteet ja kehittämisideat kemian opetuksessa**

Kemian opettajilta kysyttiin heidän mielestään kemian opetuksessa olevia haasteita valtakunnallisesti sekä koulukohtaisesti kahdella kysymyksellä (liite 1. kysymykset 32 a) ja 32 b). Kehittämisideoita kemian opetuksen kehittämiseen valtakunnallisesti ja koulukohtaisesti yleisesti, sekä kurssien suhteen, kysyttiin kolmella kysymyksellä (liite 1. kysymykset 18 c), 33 a) ja 33 b).

### **7.5.1 Haasteet koko maan tasolla**

Noin kolmasosa (31 %) vastaajista piti keskeisenä haasteena koko maan tasolla kemian opetuksessa kemian innostuksen tai arvostuksen nostamisen (Taulukko 34.). Noin neljäsosa (24 %) piti haasteena opetussuunnitelmaa. Osan mielestä opetussuunnitelman perusteissa olevien aiheäärien suhde tuntien määrään aiheutti kiirettä ja ajan puutetta. Vajaa viidesosa (18 %) oli sitä mieltä, että resurssien ylläpito ja hankinta ovat kemian opetuksessa keskeisiä haasteita. Noin kuudesosa (16 %) mainitsi ryhmäkoon olevan kemian opetuksen keskeisenä haasteena. Sama määrä (16 %) kertoi sähköistymisen, sähköiset välineet ja muiden tvt-asioiden olevan kemian opetuksen keskeisinä haasteina.

**Taulukko 34.** Koko maan tasolla olevat kemian opetuksen keskeiset haasteet (n = 55; 59 %).

<b>Keskeiset haasteet koko maan tasolla</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Innostuksen/arvostuksen nostaminen	17	31
Opetussuunnitelma	13	24
Resurssien ylläpito ja hankinta	10	18
Ryhmäkoko	9	16
Sähköistyminen	9	16
Vaikeustason sopivuus	2	4
Taloudelliset resurssit	2	4
Ympäristöasioiden huomioiminen	1	2
Muu	15	27

Aikaisemmassa tutkimuksessa (Aksela & Karjalainen, 2008) keskeisin haaste (42 %) oli innostuksen ja arvostuksen nostaminen sekä oppilasmäärien nostaminen. Reilu kymmenesosa (12 %) koki resurssien ylläpidon ja hankinnan haasteeksi. Alle kymmenen prosentin osuudet saivat vaikeustason sopivuus, ryhmäkoko, opetussuunnitelma, ympäristöasioiden huomioiminen sekä taloudelliset resurssit. Muita haasteita kertoi 26 prosenttia vastanneista.

### **7.5.2 Koulukohtaiset haasteet**

Koulukohtaisissa haasteissa tuli samoja asioita esille kuin kysyttäessä koko maata kohtaavista haasteista (Taulukko 35.). Reilu neljäsosa (27 %) vastaajista kertoi omassa koulussa kemian opetuksen haasteena olevan resurssit. Neljäsosa (25 %) kertoi ryhmäkoon olevan oman koulunsa haasteena. Melkein viidesosa (18 %) kertoi omassa koulussa olevan haasteena eritasoiset oppilaat tai erityisoppilaat. Vastauksissa tuli ilmi joidenkin oppilaiden haittaavan kokeellista työskentelyä ja integroitujen erityisoppilaiden olevan haasteena. Noin kuudesosa (15 %) vastasi sähköisten asioiden tai siihen liittyvien asioiden hankaloittavan kemian opetusta omassa koulussaan. Reilu kymmenesosa (12 %) vastasi ajan puutteen tai kiireen olevan kemian opetuksen haasteena omassa koulussaan. Muita haasteita oli innostuksen/arvostuksen nostaminen (7 %), opetussuunnitelma (7 %), taloudelliset resurssit (7 %) ja kurssien poistuminen tai vähyys (7 %). Muita syitä luetteli melkein neljäsosa (23 %) vastaajista. Näihin asioihin kuuluivat muun muassa eheyttäminen, henkilökunnan väliset ristiriidat tai opettajien huono osaaminen.

**Taulukko 35.** Kemian opetuksen keskeiset haasteet koulukohtaisesti (n = 60; 64 %).

<b>Keskeiset haasteet omassa koulussa</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Resurssit	16	27
Ryhmäkoko	15	25
Eritasoiset oppilaat tai erityisoppilaat	11	18
Sähköistyminen	9	15
Ajan puute tai kiire	7	12
Innostuksen/arvostuksen nostaminen	4	7
Opetussuunnitelma	4	7
Taloudelliset resurssit	4	7
Kurssien poistuminen tai vähyys	4	7
Muu	14	23

Aiemmassa tutkimuksessa (Aksela & Karjalainen, 2008) yleisin vastaus (48 %) koulukohtaisista haasteista oli innostuksen ja arvostuksen sekä oppilasmäärien lisääminen. Toiseksi yleisimmäksi (22 %) haasteeksi koettiin resurssien ylläpito tai parantaminen. Alle kymmenen prosentin osuudet saivat ryhmäkoko pienemmäksi, lisää kursseja ja taloudellisia resursseja lisää. Muita vastauksia antoivat 23 prosenttia vastaajista.

### **7.5.3 Kehittämisaatuksia koulujen kemian opetuksen kursseihin**

Opettajien vastauksissa tuli kehittämisaatuksissa koulunsa kurssien suhteen eniten esille kokeellisuuden lisääminen (Taulukko 36.). Noin viidennes vastaajista (19,2 %) halusi lisätä kokeellisuutta tai kokeellisia kursseja kemian opetuksessa. Vajaa viidesosa (17,3 %) toivoi kehittämistä yhteistyössä muiden aineiden kanssa (pois luettuna fysiikka ja biologia). Reilu kymmenesosa (13,5 %) halusi kehittää yhteistyötä biologian kanssa. Reilu kymmenesosa (13,5 %) halusi kehittää tietotekniikan käyttöä opetuksessa. Vajaa kymmenesosa (9,6 %) haluaisi lisää kursseja. Muita kehittämisaatuksia oli yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa ja fysiikan kanssa. Muita kehittämisaatuksia, joita ei näy taulukossa olivat muun muassa luokkatilojen parantaminen, rahan saaminen, että kehittäminen onnistuisi ja opetuksen saaminen mielenkiintoisemmaksi.

**Taulukko 36.** Opettajien kehittämisajatuksia kemian opetuksen kurssien suhteen (n = 52; 55%).

Opettajien kehittämisajatuksia	f	%
Kokeellisuuden lisääminen	10	19,2
Yhteistyö muiden aineiden kanssa	9	17,3
Yhteistyö biologian kanssa	7	13,5
Tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa	7	13,5
Lisää kurssi/kursseja	5	9,6
Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa	4	7,7
Yhteistyö fysiikan kanssa	3	5,8
Ei kehitettävää	3	5,8
Muu	19	3,7

#### 7.5.4 Kehittämisideat koko maan kemian opetukseen

Vastaajien kehittämisideat kemian opetukseen koko maan tasolla vaihtelivat hyvin paljon (Taulukko 37.). Opetussuunnitelmaan liittyviä muokkauksia mainitsi neljäsosa (25 %) vastaajista. Reilu kymmenesosa (14 %) ehdotti täydennyskoulutuksia tai muita koulutuksia opettajille. Reilu kymmenesosa (11 %) ehdotti resurssien parantamista, ryhmäkokojen pienentämistä tai opetusmateriaaleihin liittyviä parannusehdotuksia. Lisäksi ehdotettiin ulkopuolisiin tahoihin liittyvää yhteistyötä (7 %) ja sähköisiin asioihin liittyviä ideoita (7 %). Muita ehdotuksia antoi puolet (50 %) vastaajista. Näihin kuului muun muassa se, että ei tehdä muutoksia ollenkaan, vaan seurataan opetuksen edistymistä näillä jo tähän asti tapahtuneilla muutoksilla. Lisäksi ideoissa oli muun muassa arviointien ja opetuksen yhtenäistä aikatauluttamista koko maassa.

**Taulukko 37.** Vastaajien kemian opetuksen kehittämisideat koko maan tasolla (n = 28; 30 %).

Kehittämisideat koko maan tasolla	f	%
Opetussuunnitelman muokkaus	7	25
Koulutusta opettajille	4	14
Resurssit	3	11
Ryhmäkoko pieneksi	3	11
Opetusmateriaalit paremmiksi	3	11
Ulkopuoliset tahot yhteistyöhön	2	7
Sähköiset asiat	2	7
Muuta	14	50

### 7.5.5 Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen

Oman koulun kehittämisideoista (Taulukko 38.) eniten ehdotettiin ryhmäkoon muuttamista (24 %). Saman verran (24 %) ehdotettiin sähköisiin asioihin liittyviä kehittämisideoita. Lähes viidesosa (18 %) ehdotti yhteistyön kehittämistä opettajien välillä. 15 prosenttia vastaajista ehdotti resurssien parantamista. Muita koulukohtaisia kehittämisideoita oli opetusmateriaalien parantaminen (6 %), ulkopuoliset tahot yhteistyöhön (6 %) ja rahan liittyvät ideat (6 %).

**Taulukko 38.** Vastaajien kehittämisideat oman koulunsa kemian opetukseen (n = 34; 36 %).

<b>Kehittämisideat oman koulun kemian opetukseen</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Ryhmäkoko	8	24
Sähköiset asiat	8	24
Yhteistyö opettajien välillä	6	18
Resurssit	5	15
Opetusmateriaalien parantaminen	2	6
Ulkopuoliset tahot yhteistyöhön	2	6
Rahaan liittyvät	2	6
Muuta	12	35

Muita opettajien kommentteja:

*”Oppiaineiden hieman tasaisempi jako ympäri vuotea, jolloin tapahtumien ja lomien keskittyminen ei häiritse yhtä ainetta niin pahasti.”*

*”Ryhmäkokojen pienentäminen tai ainakin siten, että paljon tukea tarvitseva oppilas vie useamman oppilaan paikan”*

*”lukiossa pitää tosi paljon pohtia, miten yhdistetään lääkiksen pääsykokeisiin ja ylppäreihin valmistautuvien tavoitteet, jotka erityisesti tv:n osalta ovat ihan eri”*

*”Minun täytyy kehittää itseäni paremmaksi sovellusten yms. käyttäjäksi”*

*”Pohjois-Suomen opetukseen: kemiaa pohjois-saameksi -> materiaalia opetukseen alasteelta – yliopistoon”*

## **8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA**

Tutkimus antaa hyvin käsitystä Suomen kemian opetuksen tilasta pitkään kemiaa opettaneiden opettajien näkökulmasta, koska 79 prosenttia tutkimukseen vastanneista oli toiminut opettajana yli 5 vuotta ja 55 prosenttia vastaajista oli toiminut opettajana jopa yli 10 vuotta. Suurimmalla osalla opettajista oli kemian tuntien osuus suurin tai toiseksi suurin kaikista opetettavista aineista. Tutkimukseen vastasi opettajia melkein kaikista maakunnista, erikokoisilta paikkakunnilta ja erikokoisista kouluista, mikä myös vaikuttaa kokonaiskuvan saamiseen koko Suomesta.

### **8.1 Kemian opetuksen lähtökohtien täytyminen**

Kemian opetuksen lähtökohdista on pohdittu koulujen kemian kursseja, opetusmahdollisuuksia ja opetusryhmien kokoja.

#### **8.1.1 Kemian kurssien kysyntä ja tarjonta**

Suurimmassa osassa kouluista tarjottiin kemian valinnaiskursseja. Noin kymmenesosa yläkoulun opettajista ilmoitti, ettei heidän koulussaan tarjota yhtään kemian valinnaiskurssia. Tähän voi vaikuttaa se, että kouluilla ei ole riittänyt rahallisia resursseja valinnaiskurssin järjestämiseen. Jopa puolet opettajista kuitenkin ilmoitti, että heidän kouluissaan ei yksikään oppilas valinnut kemian valinnaiskursseja. Lukiossa suurempi osa opiskelijoista valitsi kemian valinnaiskursseja. Jopa 60 prosenttia vastanneista opettajista opettivat lukioissa, joissa 11-30 prosenttia opiskelijoista valitsi kemian valinnaiskursseja. Viidesosassa kouluissa opiskelijoista valitsi kemian valinnaiskursseja jopa 31-80 prosenttia.

Lukioissa tarjottiin kemian kursseja 5 – 33 kappaletta. Näihin vastaajat taisivat sisällyttää kaikki samatkin kurssit, joita tarjotaan monta kertaa vuodessa. Kurseja toteutui suurimmassa osassa kouluja 5 – 8 kappaletta. Vajaa puolet vastaajista ilmoittivat, että kaikki kurssit toteutuivat lukiossa. Suurin osa kursseista toteutui lukioissa.

Yli puolet (53,1 %) opettajista tarjosi opetussuunnitelman perusteiden mukaisten kurssien lisäksi valinnaiskursseja. Melkein puolet näistä olivat työkursseja tai kokeellisen kemian kursseja. Näiden kurssien osuus oli laskenut kymmenen vuotta sitten tehtyyn tutkimukseen verrattuna. Kertauskurssien määrä on pysynyt lähes samana kuin kymmenen vuotta sitten. Kertauskursseja tarjottiin vain lukioissa. Orgaanisen kemian tai biokemian kurssien määrä on kasvanut hieman kymmenen vuoden takaiseen verrattuna. Molekyyligastronomian kurssit tulivat selkeästi esille vastauksista. Siihen liittyviä kursseja tarjosi melkein kymmenen prosenttia vastaajista.

Kokeellisuuden lisääminen oli suurin syy (21 %) järjestää kemian valinnaiskurssi. Tämä oli myös kaksikymmentä vuotta sitten tehdyssä tutkimuksessa suurin syy, kymmenen vuotta sitten sillä perusteli vain reilu kymmenesosa kemian valinnaiskurssien järjestämistä. Melkein viidennes vastaajista perusteli valinnaiskurssin järjestämisen syyksi ylioppilaskirjoitukset. Kemian opetuksen määrän lisääminen ei ollut enää niin isolla osalla syy järjestää valinnaiskursseja kuin kymmenen vuotta sitten. Koulun erikoissuuntautuminen on yksi selittävä tekijä kurssimäärän lisäämiseksi. Kaksikymmentä vuotta sitten vastauksissa ei näkynyt ollenkaan sen osuutta, kymmenen vuotta sitten osuus oli 10 prosenttia ja tänä vuonna 13 prosenttia.

### **8.1.2 Kemian opetusmahdollisuudet**

Kemian opetusmahdollisuudet eivät ole tasavertaiset koulujen välillä. Opetusmahdollisuudet vaihtelivat todella hyvistä todella huonoihin, niin tilojen, opetuksen välineiden, oppimateriaalien kuin kemikaalien suhteen.

Suurin osa opettajista koki opetusmahdollisuudet tilojen suhteen hyviksi tai hyväksyttäviksi. Kuitenkin sekä todella hyviä että todella huonoja tiloja on kouluissa opettajien mukaan. Kemian opetusmahdollisuudet opetuksen välineiden suhteen vaihtelivat todella huonoista todella hyviin, mutta suurin osa koki opetuksen välineiden olevat hyvät. Opetusmahdollisuudet kemikaalien suhteen vaihtelivat myös paljon koulujen välillä, mutta suurimmalla osalla ne ovat kuitenkin hyvät.

Oppimateriaalien suhteen vaihtelu oli huonoista todella hyviin. Lukioissa näytti olevan opetusmahdollisuudet oppimateriaalien suhteen suurimmalla osalla hyvät, mutta peruskouluissa oli suurempaa vaihtelua, vaikka suurimmalla osalla sielläkin opetusmahdollisuudet näiden suhteen olivat hyvät tai hyväksyttävät. Muissa oppilaitoksissa vastaukset hajaantuivat melko tasaisesti huonoista todella hyviin.

Resursseihin kaivataan parannusta. Näihin kaikkiin voitaisiin vastata paremmilla sähköisillä oppimateriaaleilla. Kuitenkaan sähköiset apuvälineet eivät auta, jos koulussa kemian opetukseen käytettävät kemikaalit ja työvälineet eivät ole kunnossa. Kemian opetuksen pohjalla ovat aina kokeelliset työt, niin peruskoulussa kuin lukiossakin.

### **8.1.3 Kemian opetuksen ryhmäkoot**

Perusopetuksessa ryhmäkoot vastaavat melkein sitä, mikä on opettajien mielestä sopiva ryhmäkoko. Suurimmassa osassa kouluja ryhmäkoko on perusopetuksessa enintään 20 oppilasta. Hieman alle puolet oli sitä mieltä, että sopiva ryhmäkoko on 11 – 15 oppilasta ja reilu puolet vastasi 16 – 20. Vastajien mielestä ryhmäkoot voisivat olla pienempiä, jos mukana on eriyttämistä vaativia oppilaita.

Lukioissa kemiaa opetetaan keskimäärin suurissa ryhmissä. Puolet lukion opettajista opettavat ryhmiä, joissa on yli 25 opiskelijaa, mutta kukaan ei pitänyt sitä sopivana ryhmäkokona. Ryhmäkoot vaihtelivat 6 – 25 opiskelijan välillä. Opettajat pitivät sopivana ryhmäkokona 11 – 20 opiskelijan ryhmiä. Lukioissa voisi pienentää ryhmien kokoja.

Suuret ryhmät tuovat vaikeuksia opetukseen, varsinkin kemian kokeellisiin töihin. Ryhmäkokojen ollessa isoja tai pienessä ryhmässä on liikaa oppilaita, jotka eivät kykene ilman tukea työskentelemään turvallisesti, kemian kokeellisia töitä ei voi tehdä. Tällä hetkellä vastauksissa näkyi opettajien huoli siitä, että erityistä huomiota vaativien oppilaiden määrä on kasvussa. Vaikka ryhmäkokoja ei ole asetettu lakiin, niin jos opettaja kokee kokeellisten töiden tekemisen liian vaaralliseksi, hänen on parempi olla tekemättä



kokeellisia töitä ollenkaan kuin laiminlyödä turvallisuutta. Tällöin voi olla, että opettaja ei tee kokeellisia töitä ollenkaan oppilaidensa kanssa. Liian suuret ryhmäkoot voivat myös johtua siitä, että kouluilla on liian vähän rahallisia resursseja.

## **8.2 Kokeellisuuden ja työtapojen käyttö kemian opetuksessa**

Kokeellisten töiden määrä vaihtelee suuresti eri kouluissa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet toteutuvat lähes joka koulussa kokeellisuuden osalta. Lähes kaikissa kouluissa tehdään useita kokeellisia töitä kemian kurssien aikana, eikä kokeellisuutta ole keskitetty vain työkursseille. Se on opetussuunnitelman perusteiden mukaista, koska kokeellisuus kuuluu kemian opetukseen jokaisella kurssilla ja kaikissa sisältöalueissa.

Kokeellisten töiden tekeminen ei toteudu kaikissa lukioissa. Osassa lukioita ei tehdä yhtään tai tehdään vain yksi kokeellinen työ kurssin aikana. Tämä ei riitä siihen, että kaikkea kurssin teoriaa saisi liitettyä kokeellisiin töihin. Opettajan täytyy hyödyntää omaa ammattitaitoaan ja keksiä tapoja tehdä useampia kokeellisia töitä kurssien aikana, koska kemian kokeellisten töiden avulla opitaan kemian teoriaa (Windsor & Bailey, 2016).

Kokeellisuuden järjestämistä haittaavat kohtuuttomasti, jos koulun resurssit ovat niin niukat, että ryhmäkoot ovat suuria, oppimateriaaleissa on puutteita tai välineistö on vanhentunutta. Jos resurssit ovat niukkoja, kokeellisuutta ei saa järjestettyä uudistuneen opetussuunnitelmaan mukaan hyödyntämällä esimerkiksi teknologiaa. (Montonen, 2008)

### **8.2.1 Kemian opettajat ja kokeellisuuden merkitys**

Oppilaat tarvitsevat mielekkäitä haasteita kokeellisten töiden kautta kehittääkseen korkeamman tason ajattelutaitojaan ja syventääkseen kemian ymmärtämistään. Mielekkään kokeellisuuden avulla parannetaan oppilaiden osaamista. (Csikós & Aksela, 2008)

Suurin syy kokeellisten töiden teettämiselle oli taitojen karttuminen. Näillä taidoilla tarkoitettiin muun muassa kyselemisen taitoja, ryhmätyötaitoja, päättelyä ja työvälineiden käyttöä. Millarin (2004) mukaan kokeellisilla töillä voi harjoitella yhtä asiaa kerrallaan. Jos työvälineiden käyttöä ei ole ensin opeteltu, eikä kokeellisten töiden päättelyä ja kyselyä, ei itse kemian ilmiöitä voi sitä ennen opetella kokeellisten töiden kautta. Siksi onkin tärkeää opetella kokeellisten töiden tekemiseen vaadittavia taitoja ensin. Toiseksi yleisin syy kokeellisten töiden tekemiselle oli kemian oppimisen vuoksi. Tätä voidaankin opetella, kun työskentelyn taidot onnistuvat. Kolmanneksi yleisin syy oli teoriayhteys. Onkin tärkeää yhdistää teorian submikroskooppiset ja symboliset tasot ilmiöihin, jotka havainnoidaan makrotasolla kokeellisissa töissä.

Ajan puute on suurin syy olla tekemättä kokeellisia töitä. Opettajat voivat kuitenkin itse suunnitella tuntiensa sisällön ja ajankäyttönsä. Osa opettajista on sitä mieltä, että oppilaat eivät työskentele turvallisesti, mikä estää kokeellisten töiden tekemisen. Ryhmien vilkkaus ja sääntöjen kuuntelematta jättäminen vaikuttaa tähän. Osalla opiskelijoista suomen kielen taito on niin huono, että se ei riitä turvalliseen työskentelyyn. Opettajat voisivat järjestää kokeellista työskentelyä vain osalla ryhmälle kerrallaan, kun muut tekevät tehtäviä. Silloin on mahdollista varmistaa oppilaiden turvallinen työskentely, kun opettaja voi keskittää huomionsa yhteen työskentelevään ryhmään kerrallaan.

### **8.2.2 Kokeellisuuden järjestäminen kemian opetuksessa**

Kokeellisten töiden järjestämisessä käytännössä käytetään monenlaisia tapoja. Kahdenkymmenen vuoden jälkeenkin pari- ja pienryhmätyöskentely ovat käytetyimpiä muotoja kokeellisten töiden järjestelyissä. (Aksela & Juvonen, 1999; Aksela & Karjalainen, 2008) Ryhmän ollessa liian suuri tiloihin tai välineisiin nähden, se voidaan jakaa puoliksi. Työskentely voidaan myös järjestää erillisessä laboratorioluokassa, työpistetyöskentelynä tai muuna yhteistoiminnallisena toimintana. On hyvä, että opettajat osaavat soveltaa työskentelyä ryhmän ja tilojen mukaan ja saavat tehtyä kokeellisia töitä, koska se on oleellinen osa kemian oppimista. Monipuoliset työskentelytavat vastaavat myös opetussuunnitelman perusteiden tavoitteita. (LOPS, 2015; POPS, 2015)

Vastauksista tuli huolestuttavan vähän ilmi tulosten pohdintaa ja työselostusten laadintaa. Ne kuuluvat keskeisesti kemian kokeellisiin töihin. Pohtimisen ja kirjallisten töiden avulla oppilaat joutuvat käymään tarkasti läpi tekemänsä työn. Sen avulla oppilas oppii paremmin mitä kokeellisessa työssä on tehty ja parantaa kemian ymmärrystä ja oppimistavoitteita. Kokeelliset työt ja opetettu teoria kuuluu yhdistää, että kokeellisten töiden avulla saadaan yhdistettyä makroskooppiset, submikroskooppiset ja symboliset tasot.

### **8.2.3 Hyvä kokeellinen työ**

Hyvä kokeellinen työ kemiassa koostuu opettajien mielestä monista asioista. Hyvässä kokeellisessa työssä on havaittava loppu tai muutos, se tukee teoriaa, sisältää pohdintaosuuden ja on mielenkiintoinen tai kysymyksiä herättävä. Se, että työssä on havaittava loppu tai muutos, voi myös olla osatekijä työn mielenkiinnon luomiseen ja kysymysten herättämiseen. Kemian kokeellisissa töissä käytetään muutenkin kaikkia aisteja havainnoidakseen ympäristöään, joten on hyvä, jos tapahtuu selkeä muutos, jonka oppilaat itse huomaavat. Oppilaat voivat esimerkiksi nähdä värimuutoksen, palamisen, kuplien muodostumisen, lämpötilojen erot voi tuntea ja hajuja haistaa. Kysymysten ja mielenkiinnon herättäminen voi tukea pohdintaosuutta sekä teorian oppimista pohdintaosuuden kautta. Pohdintaosuus kehittää myös luonnontieteellisiä kriittisiä ajattelutaitoja.

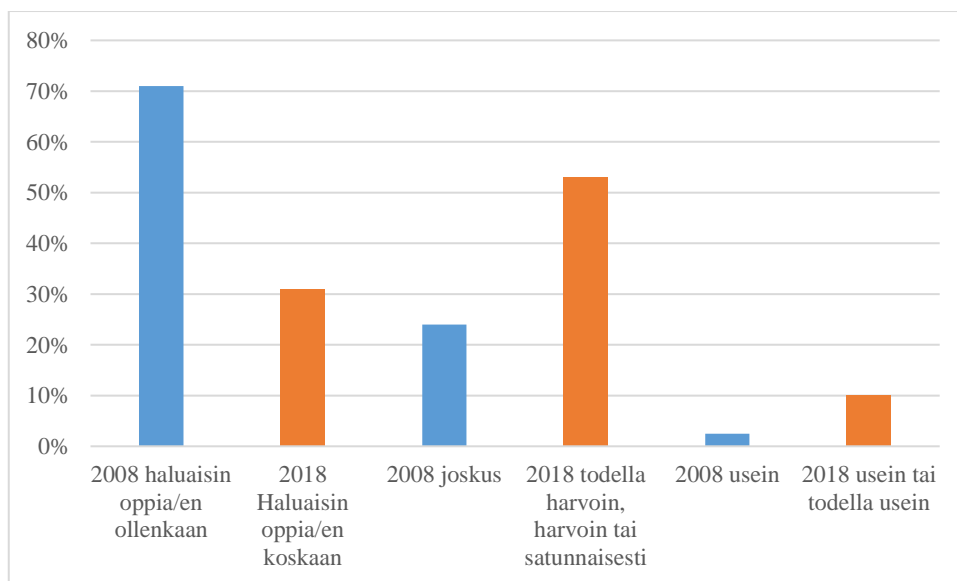
Hyvään kokeelliseen työhön opettajien mielestä kuuluivat myös: selkeys, turvallisuus, opettavaisuus, onnistunut ja lyhyt työ, arkityhteyden sisältävä, yksinkertainen tai yksinkertaiset välineet. Selkeys on erityisen tärkeää peruskoulussa, jossa uusia kemian käsitteitä tulee paljon ja asioita on parempi opettaa pieni osuus kerrallaan. Opettavaisuus kuuluu myös kokeellisiin töihin, ja jos oppilaat oppivat yhdenkin asian työn kautta, se on opettavaista. Opettajan pitäisikin miettiä jokaisen kokeellisen työn kohdalla, minkä asian hän haluaa, että oppilaat oppivat. Selkeä työ ei ole liian monimutkainen oppilaille. Oppilaiden osaamisen taso vaikuttaa siihen, mikä heille on selkeä työ. Perusopetuksessa voi riittää, että opetetaan vaikka vain yksi uusi asia, ja oppilaat voivat tällaisen selkeän työn kautta kyetä työskentelemään itsenäisemmin. Tämänlaisiin töihin liittyy myös yksinkertainen työ, sekä onnistunut ja lyhyt työ, koska lyhyemmät työt voivat olla

selkeämpiä oppilaille ja voivat onnistua todennäköisemmin. Yksinkertaiset välineet tuovat myös selkeyttä oppilaille, koska heidän ei tarvitse keskittyä niin paljon monimutkaisiin välineisiin, vaan enemmän itse työn tekemiseen ja havainnointiin.

Arkiyhteyden sisältävä työ luo oppilaille sisäistä motivaatiota enemmän kuin ulkoista. He näkevät arkiyhteyden kautta kemian hyödyllisyyden ja kuulumisen heidän omaan elämäänsä. Turvallisuus kuului alle kymmenesosan mielestä hyvään kokeelliseen työhön. Jokaisen kokeellisen työn kuuluisi olla turvallinen. Ehkä se onkin niin itsestänselvyys opettajille, etteivät kaikki ole maininneet sitä.

#### 8.2.4 Tietokonemittausmahdollisuuksien käyttö kemian opetuksessa

Reilu viidesosa opettajista ei käytä koskaan tietokonemittausmahdollisuuksia kemian töissä ja kymmenesosa haluaisi oppia käyttämään (Kuvio 23.). Satunnaisesti, harvoin tai todella harvoin käytti yli puolet opettajista. Usein tai todella usein käytti jopa kymmenesosa opettajista. Tähän on tullut selkeä muutos kymmenessä vuodessa. Kymmenen vuotta sitten puolet ei käyttänyt ollenkaan ja viidesosa olisi halunnut oppia.



**Kuvio 23.** Tietokonemittausmahdollisuuksien käytön kehitys kymmenessä vuodessa.

Opettajat ovat perustelleet tietokonemittausten käyttöä kemian töissä sillä, että se on nykyaikaa, joten täytyy oppia ja se kuuluu opetussuunnitelman perusteisiin. Tämä muutos on tullut viimeisimpään opetussuunnitelman perusteisiin, eli vuonna 2014. Tämä on voinut olla vaikuttava muutos kymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen. Muita perusteluita käyttöön oli graafisten esitysten selkeys, tulosten saannin nopeus ja havainnollistavuus. Tietokonemittaukset siis auttavat kemian opettamisessa.

Suurin syy sille, miksi tietokonemittauksia ei käytetä, on laitteiden puute. Lisäksi kaikilla opettajilla ei ole tarvittavia taitoja niiden käyttämiseen. Muita syitä ovat opettajien mielipide siitä, että opetus on parempaa ilman laitteita, aika ei riitä tai ei uskalla antaa laitteita oppilaiden käyttöön peruskoulun puolella. Tietokonemittauslaitteiden käyttöön ei siis ole rahaa tai jos ne menevät rikki, ei ole varaa ostaa uusia. Opettajan täytyy myös varata aikaa mittauslaitteiden käytön opetteluun. Myös oppilailla kestää opetella laitteiden käyttöä.

Opetussuunnitelman perusteissa on kuitenkin mainittu tavoitteena ”*ohjata oppilasta käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedon ja tutkimustulosten hankkimiseen, käsittelemiseen ja esittämiseen sekä tukea oppilaan oppimista havainnollistavien simulaatioiden avulla*”. Tältä osalta opetussuunnitelman perusteet eivät toteudu kaikissa kouluissa.

Mittausautomaation käyttöön liittyy väärinkäsityksiä, minkä takia sen käyttöä pidetään hankalana. Mittausautomaation käyttöä voitaisiin lisätä opettajien täydennyskoulutusten avulla. Lisäksi Leskisen valmiilla opetusmateriaalilla kynnys mittausautomaation käyttöön on matalampi. Opetusmateriaali sopii sekä peruskouluun, että lukioon. (Leskinen & Aksela, 2007)

## 8.2.5 Työtavat kemian opetuksessa

Työtapoja käytetään monipuolisesti kemian opetuksessa. Selkeästi suosituin todella usein tai usein käytetty työtapa oli ryhmätyö. Sama tulos oli edellisessäkin tutkimuksessa. Muita työtapoja, joita käytettiin todella usein tai usein käytettyjä olivat muun muassa molekyylihallinnus, simulaatiot, yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmät, muistamismallit ja projektityöskentelyt. Simulaatiot saivat todella pienen osuuden kymmenen vuotta sitten ja molekyylihallinnusta ei ollut edes listattuna käytetyissä työtavoissa, kun nyt ne olivat käytössä usein tai todella usein jopa neljäsosalla opettajista. Usein käytettynä työtapana ei näy missään työtavassa vähentymistä kymmenen vuoden takaisesta. Opettajat näyttävät käyttävän monipuolisemmin ja useammin erilaisia työtapoja.

Satunnaisesti käytettyjä työtapoja oli monia, jotka saivat suuria osuuksia vastaajista. Selkeästi suurimman osuuden tästä sai projektityöskentely, vaikka sen osuus olikin laskenut kymmenen vuoden takaisesta. Opintokäyntien osuus on laskenut kymmenen vuoden takaisesta, jolloin se oli satunnaisesti käytetyissä työtavoissa yleisin.

Todella harvoin tai harvoin käytettyjä työtapoja olivat väittely, roolileikit ja opintokäynnit koulun ulkopuolelle. Opettajat vastasivat myös työtapoja, joita eivät käyttäneet koskaan ja niihin kuului 3D-tulostus, rentoutus, suggestopedia, roolileikit ja prosessikirjoittaminen. Osa näiden vähäisestä käytöstä johtuu siitä, että opettajat eivät tunne näitä työtapoja. Näihin tuntemattomampiin kuuluu suggestopedia, käsitteen omaksumismenetelmät, ennakkojäsentäjät ja prosessikirjoittaminen.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksessa kuuluu käyttää monipuolisia työtapoja (POPS, 2015). Heikosti menestyvien oppilaiden mielenkiintoa kemiaa kohtaa voidaan kasvattaa monipuolisilla työtavoilla, kuten käyttämällä vierailuja, tieto- ja viestintäteknikkaa sekä ryhmätöitä. Näitä toivovat erityisesti ne oppilaat, jotka eivät pidä kemiasta, eivät koe kemiaa hyödylliseksi ja jotka eivät koe osaavansa kemiaa. (Kavonius, 2013)

### **8.3 Teknologia ja yhteistyö kemian opetuksessa**

Kemian teknologia näkyy kemian opetuksessa monipuolisilla tavoilla. Kemian teknologia näkyy opettajan puheissa, kemian sovelluksissa ja yhteydessä arkielämään, laitteiden käyttönä ja niiden opetteluksi, tietotekniikan hyödyntämisessä, yritysvierailujen yhteydessä ja videoiden ja lehtileikkeiden kautta, vaikka osan mielestä näkyy liian vähän tai ei ollenkaan. Teknologian näkyminen opetuksessa on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana (Aksela & Karjalainen, 2008)

Oleellista on, että kemian opettajilla on käsitys teknologian sisällöstä opettaessaan siihen liittyviä asioita. Kemian opettajat liittävät kemian teknologian laitteisiin, kemian soveltamiseen, teollisuuteen, tietokoneisiin, mallinnukseen, kemian innovaatioihin ja kemian tutkimukseen. Yksi ilmoitti suoraan, ettei osaa ollenkaan määritellä kemian teknologiaa. Kemian opettajien määritelmät kemian teknologiasta vaihtelivat hyvin paljon. Jos opettajienkaan määritelmät teknologiasta eivät ole yksiselitteisiä, heidän teknologian opetuksensakin oppilaille voivat vaihdella hyvin paljon. Se voi siis selittää asian, miksi peruskoulun 7-9 vuosiluokkien oppilaille teknologia on aika tuntematon käsite (Laajaniemi & Aksela, 2007).

#### **8.3.1 Yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa**

Kemian opettajien mielestä yhteistyö ulkopuolisten tahojen kanssa nähdään hyödyllisenä. Tärkeänä tai todella tärkeänä pidettiin yhteistyötä tutkimuslaitoksien, museoiden, tiedekeskusten, yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa, yritysten, ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa sekä vierailuja tiedeluokkiin.

Kohtalaisen tärkeänä yhteistyönä pidettiin kaikkia mainittuja tahoja. Jokseenkin tärkeänä yhteistyönä pidettiin erilaisten kansalaisjärjestöjen, muiden yleissivistävän koulutuksen oppilaitosten, ammatillisten oppilaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa. Reilu viidesosa vastaajista ei pitänyt tärkeänä erilaisten kansalaisjärjestöjen kanssa tehtävää yhteistyötä.

Vierailut ovat edelleen yleisin yhteistyömuoto ulkopuolisten tahojen kanssa kemian opetuksessa. Taso on pysynyt samana viimeisen kymmenen vuoden aikana (Aksela & Karjalainen, 2008). Noin viidennes vierailuista on kokeellisten töiden tekemistä koulun ulkopuolella. Tämä määrä on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana ja tähän voi olla syynä tieluokkien ja LUMA-toiminnan kehittyminen. Ensimmäinen LUMA-keskus perustettiin Helsingin yliopiston yhteyteen vuonna 2003 ja vuodesta 2007 alkaen Suomeen on perustettu LUMA-keskuksia eri yliopistojen tai yliopistokeskusten yhteyteen. Näiden LUMA-keskusten avulla on mahdollista tehdä esimerkiksi kokeellisia töitä koulun ulkopuolella. (LUMA-keskus, 2018a) Ulkopuolisten vierailijoiden tulo koululle on myös kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana. Samalla kuitenkin se, että yhteistyötä ei ole ollenkaan on kasvanut kouluissa.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan lukiolaisten kuuluu päästä yhteistyöhön eri tahojen kanssa. Opetussuunnitelman perusteiden sisältöihin kuuluu *”yhteistyö ammatillisten oppilaitosten ja muiden lukioiden kanssa”* ja *”yhteistyö yliopistojen, ammattikorkeakoulujen, muiden oppilaitosten ja tahojen kanssa”*. Sekä yleisiin aihekokonaisuuksiin kuuluu Kestävä elintapa ja globaali vastuu, jonka tavoitteissa lukee *”osaa tehdä yhteistyötä eri tahojen kanssa edistääkseen yhteisvastuullisesti kestäväää ja oikeudenmukaista kehitystä”*. Luonnontieteissä tieteen tekeminenkin on yhteistyötä niin toisten ihmisten, kuin eri tahojen kanssa julkisesti. Siksi on tärkeää, että yhteistyön tekemistä opitaan viimeistään lukiossa. Tutkimuksen yhteistyöhön liittyvässä avoimessa kysymyksessä tulikin selkeästi esille uusi vastausvaihtoehto, eli joissain lukioissa suoritetaan koulujen ulkopuolisia kursseja, joita korkeakoulut tarjoavat lukiolaisille.

Seuratuimpia tiedotus- ja tukimateriaaleja olivat MAOL ry, LUMA-keskuksen uutiskirje, Dimensio, Kemian opettajat -vertaisryhmä ja LUMA-keskuksen verkkosivut. Tieteellisiä englanninkielisiä kemian opetuksen julkaisuja, kuten Chemistry Education Research & Practise tai Journal of Chemical Education kemian opettajat seuraavat todella vähän. Opettajilta vaaditaan aktiivisuutta uusien julkaisujen seuraamiseen ja koulutuksiin osallistumiseen. LUMA-keskuksen uutiset ja muu suomenkielinen informaation lähde ei välttämättä pysy kemian viimeisimpien kehitysten mukana. Toisaalta, jos Kemian opettajat -vertaisryhmässä on mukana aktiivisesti uusimpia kemian asioita seuraavia henkilöitä, he



voivat tutkimustietoja jakamalla auttaa muitakin pysymään ajan tasalla. Näiden tiedotus- ja tutkimateriaalien avulla opettaja voi myös saada kehitettyä yhteistyötä koulun ulkopuolisten tahojen kanssa.

## **8.4 Kemian opetuksen keskeiset haasteet ja kehittämisideat**

Haasteena kemian opetuksessa koko maan tasolla on kemian innostuksen ja arvostuksen nostaminen. Lisäksi haasteena ovat opetussuunnitelma, resurssien ylläpito ja hankinta, ryhmäkoko ja sähköistyminen. Sähköistymistä ei ole koettu keskeiseksi haasteeksi kymmenen vuotta sitten, mutta nyt se nousi selkeästi esiin, melkein viidesosalla vastaajista. Koulukohtaisissa haasteissa innostuksen ja arvostuksen nostaminen ei noussut suurimmaksi haasteeksi. Koulukohtaisissa haasteissa suurimman osuuden sai resurssit, ryhmäkoko, eritasoiset oppilaat ja sähköiset asiat.

Opettajilla tuli kehittämisajatuksia oman koulun kemian opetukseen eniten ryhmäkokoon ja sähköisiin asioihin liittyen. Lisäksi kehittämisideoita tuli yhteistyöhön opettajien välille, resursseihin ja opetusmateriaaleihin liittyen. Kehittämisideoita koko maan opetukseen tuli opetussuunnitelman muokkauksesta, opettajien koulutuksesta, resursseista, ryhmäkoosta ja opetusmateriaalien muokkauksesta, ulkopuolisten tahojen yhteistyöhön liittyen ja sähköisistä asioista. Osa ei kaivannut muutoksia ollenkaan, vaan että välillä annettaisiin asioiden olla ja katsottaisiin mitä näistä nykyisistä muutoksista seuraa.

### **8.4.1 Opetussuunnitelman ja oppimateriaalien muokkaus**

Kemian opettajilta tuli kehittämisideoita koko maan tasolle eniten opetussuunnitelman muokkaamiseen, vaikka juuri ennen tutkimusta on uusi opetussuunnitelma tullut käyttöön. Nyt uusi opetussuunnitelma on taas työn alla.

Opetusmateriaaleihin kaivataan parannusta. Oppimateriaalia kaivataan eriyttämiseen. Suomessa opetetaan suomen kielellä, mutta esimerkiksi saameksi kaivataan oppimateriaaleja kaikille opetusasteille. Opettajat pystyvät jakamaan omia oppimateriaaleja tai vinkkejä oppimateriaaleista esimerkiksi Facebook-ryhmien kautta. Kuitenkin valmista opetusmateriaalia kaivataan myös kustantajilta.

#### **8.4.2 Sähköiset välineet opetuksessa**

Suurin osa (63,6 %) opettajista oli käynyt täydennyskoulutuksissa, joissa oli käsitelty TVT-asioita tai sähköisiä työkaluja. Tähän alueeseen kuului myös muun muassa sähköiset ylioppilaskokeet, molekyyylimallinnus ja muut sähköisissä kokeissa tarvittavat taidot. Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksessa teknologia ja molekyyylimallinnus saivat yhteensä 26 prosentin osuuden. TVT-asioden ja sähköisten työkalujen käyttöön liittyviin täydennyskoulutusten kävijöiden määrä on selkeästi kasvanut. Ylioppilaskokeiden sähköistyminen on osaltaan vaikuttanut opettajien täydennyskoulutuksissa käymiseen. Syksyllä 2018 järjestettiin ensimmäistä kertaa kemian sähköinen ylioppilaskoe. Tätä varten lukioissa opiskelijat ovat harjoitelleet sähköisiä kokeita ja sähköisiä työkaluja jo kurssien aikana. Opettajat olivat vastanneet täydennyskoulutukseen liittyvään tuen tarpeeseen, että kaipaavat sähköisiin asioihin liittyviä täydennyskoulutuksia edelleen.

Sähköiset asiat ovat selkeästi uusi kehittämisidea. Se tuli pienellä osalla esille kehittämisideoissa koko maan tasolla, mutta koulukohtaisissa kehittämisideoissa neljäsosalla vastaajista. Myös peruskouluissa käytetään sähköisiä välineitä ja valmistetaan oppilaita sähköisten välineiden käyttöön peruskoulun jälkeisiä opintoja varten. Sähköisten asioiden kehittäminen ja opettajien täydennyskoulutus aiheesta on tärkeää kaikilla koulutusasteilla.

### 8.4.3 Kemian opetuksen tutkimus

Kemian opetuksen kehittäminen ja sen ajassa mukana pysyminen vaatii kemian opetuksen tutkimusta jatkossakin. Tarvitsemme kemian opetuksen tutkimusta kaikista näkökulmista ja eri koulutusasteilla, että tulokset voivat olla koko maan opetuksen kattavia. Tämä tehty tutkimus oli tarpeellinen kemian opetuksen tilan havainnoimiseksi. Tutkimuksen kautta löytyi asioita, joita voitaisiin selvittää lisätutkimuksilla. Näiden lisätutkimuksien avulla saadaan kemian opetusta kehitettyä lisää. Tulevaisuuden tutkimuksissa on tärkeä huomioida kaikki koulutusasteet.

Sähköisten uudistusten vaikutus opetukseen on vielä selvittämättä. Nämä sähköiset asiat tarvitsevat lisätutkimusta seuraavista kysymyksistä: Miten tietokoneen käyttö on vaikuttanut kemian opetukseen yläkouluissa ja lukioissa? Onko tietokoneen käyttö ja uusien ohjelmistojen opettaminen vienyt lukiossa aikaa kemian kokeellisesta työskentelystä tai teoreettisista asioista? Missä asioissa tietokoneen ja uusien ohjelmistojen käyttö on parantanut opetusta?

## 9 LÄHTEET

- Abrams, E., Silva, P. C., & Southerland, S. A. (2008). *Inquiry in the classroom : Realities and opportunities*. Charlotte, N.C.: IAP. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2644079>
- Agge, K. (2008). *Vuosiluokilla 5–6 opiskellaan kemiaa*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry : A design research approach* Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.1936348>
- Aksela, M., Haatainen, O. M. & Ikävalko, T. (2017). Yhteisölliset tutkimusperustaiset oppimisympäristöt opettajankoulutuksessa LUMA-ekosysteemissä.
- Aksela, M., & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Opetushallitus. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160530>
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään : Nykytila ja haasteet suomessa*. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, kemian laitos. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2143189>
- Aksela, M., & Lundell, J. (2008). *Kemian opettajien kokemuksia tietokoneavusteisesta molekyylimallinnuksesta*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Aksela, M., & Vihma, L. (2016). LUMA-keskus suomi saa valtakunnallisen tehtävän.

- Anderhag, P., Emanuelsson, P., Wickman, P., & Hamza, K. M. (2013). Students' choice of post-compulsory science: In search of schools that compensate for the socio-economic background of their students. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3141-3160. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ericEJ1021914>
- Boe, M. V. (2012). Science choices in norwegian upper secondary school: What matters?(science education for high school students). *Science Education*, 96(1), 1-20. Retrieved from [https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.gale\\_ofa277473869](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.gale_ofa277473869)
- Broman, K., & Simon, S. (2015). Upper secondary school students' choice and their ideas on how to improve chemistry education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1255-1278. Retrieved from [https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.springer\\_jour10.1007%2Fs10763-014-9550-0](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.springer_jour10.1007%2Fs10763-014-9550-0)
- Brown, S. (2010). Likert scale examples for surveys. iowa state university extension.
- Cajas, F. (2001). The science/technology interaction: Implications for science literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 715-29. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ericEJ637985>
- Csikós, J., & Aksela, M. (2008). *Mielekästä kokeellisuutta kemian opetukseen*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 201-213. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ericEJ884393>

Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543-547. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ericEJ593872>

Dumbrajs, S., de Jager, T., & Bergström-Nyberg, S. (2013). *9th grade students looking at their chemistry studies. comparison between finland and south africa* doi://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1016/j.sbspro.2013.08.806

Figueiredo, M. C. The submicroscopic level of chemistry: Analyzing learning objects to help the teacher in the process of teaching and learning. Paper presented at the Retrieved from [https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ieee\\_s7751826](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ieee_s7751826)

Giere, R. N. (1991). *Understanding scientific reasoning* (3rd ed ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.338574>

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2003). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 189-212). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/0-306-47977-X\_9 Retrieved from [https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X\\_9](https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_9)

Helin, M. (2014). *Opettajien ammatillisen kehittymisen jatkumo : – Yliopiston ja koulujen kumppanuus*

Herranen, J. K., Vesterinen, V., & Aksela, M. K. (2015). How to measure elementary teachers' interest in teaching chemistry? *Chem. Educ. Res. Pract*, 16(2), 48-416. doi:10.1039/c4rp00246f

- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita* (13. osin uud. p. ed.). Helsinki: Tammi. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2036603>
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in israel, germany, and the usa. *International Journal of Science and Mathematics Education, 9*(6), 1459-1483. Retrieved from [https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.springer\\_jour10.1007%2Fs10763-010-9273-9](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.springer_jour10.1007%2Fs10763-010-9273-9)
- Ikonen, T. M. (2012). *Tutkimuksellinen lähestymistapa kemianteknologian opetukseen perusopetuksessa* Helsingfors universitet.
- Imam, S. A., & Jabeen, M. (2018). Finland phenomenon: A paradigm shift in educational practices in an islamic school. Retrieved from <http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/ezeit/?2696840>
- Jalonen, E., Lundell, J., & Aksela, M. (2008). *Molekyylimallinnus lukion kemian opetuksessa*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Jauhiainen, P. (1990). Kemikaalilaki ja -asetukset muuttuivat. *Dimensio, 54*. 48
- Jauhiainen, P. (1992). *Perusopetuksen fysiikan ja kemian opetuksen sekä teollisuuden välinen yhteistyö*
- Kavonius, R. (2013). *Miten tukea heikosti kemiassa suoriutuvaa oppilasta?*

- Kinnunen, K. (2008). *Ope-TET vahvistaa työelämätuntemusta ja tukee nuorten TET-jaksoa*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Kolis, A., Väliisaari, J., & Asunta, T. (2007). *Työturvallisuus kemian opetuksessa*
- Laajaniemi, A., & Aksela, M. (2007). *Perusopetuksen oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta*
- Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V., Uitto, A., & Byman, R. (2005). Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa. *Tutkimustuloksia nuorten näkemyksistä teknologia-alasta ja luonnontieteiden opetuksesta : Mirror tuloksia ja hyviä käytäntöjä* (pp. 5-30) Retrieved from <https://www.finna.fi/Record/arto.1000621>
- Lavonen, J., & Meisalo, V. (2010a). Kokeelliset työtavat.
- Lavonen, J., & Meisalo, V. (2010b). Opetuksen kokeellisuus.
- Leskinen, H., & Aksela, M. (2007). Mittausautomaatio lukion kemian oppimisessa., 54-59.
- Lindh, M. (. (2006). *Teknologiseen yleissivistykseen kasvattamisesta – teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen* Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ndltdisbn951-42-8180-2>
- LOPS. (2003). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Helsinki: Opetushallitus. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.1950468>
- LOPS. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Helsinki: Opetushallitus. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2906849>



- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge* (2nd ed ed.). Rotterdam: Sense Publishers.  
Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2560283>
- LUMA-keskus. (2018a). Historia.
- LUMA-keskus. (2018b). Tietoa meistä.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* sage.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning science*
- Montonen, M. (2008). *Kemian opetuksen tila*. Helsinki: Opetushallitus : Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2160494>
- Müller, U., Ten Eycke, K., & Baker, L. (2015). *Handbook of intelligence: &nbsp;piaget's theory of intelligence* (2015th ed.). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4939-1562-0 Retrieved from [http://www.fachportal-paedagogik.de/fis\\_bildung/suche/fis\\_set.html?FId=1089507](http://www.fachportal-paedagogik.de/fis_bildung/suche/fis_set.html?FId=1089507)
- Niemi, H., & Siljander, A. M. (2013). Uuden opettajan mentorointi. Retrieved from <https://hyplus.helsinki.fi/wp-content/uploads/2017/09/niemi-siljander-uuden-opettajan-mentorointi-helsinginyliopisto.pdf>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (2015). PISA tuottaa tietoa koulutuksen tilasta ja tuloksista.
- Opetushallitus. (2010). Teknologia ja yhteiskunta.
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014.

- Opetushallitus. (2015). Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015.
- Opetushallitus, & Kilpailu- ja kuluttajavirasto. (2014). *Koulujen ja oppilaitosten sekä yritysten välinen yhteistyö, markkinointi ja sponsorointi*
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2018). Members and partners.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). *Attitudes towards science: A review of the literature and its implications*
- Palomäki, T. (2018). Kemianluokka gadolin tarjoaa oivaltamisen ja onnistumisen iloa.
- POPS. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Helsinki:  
Opetushallitus. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.1911846>
- POPS. (2015). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki:  
Opetushallitus. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2837545>
- Prokša, M., Drozdíková, A., & Haláková, Z. (2018). Learners' understanding of chemical equilibrium at submicroscopic, macroscopic and symbolic levels. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 23(1-2), 97-111. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.crossref10.1515%2Fcdem-2018-0006>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. Retrieved from [https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.sage\\_s10\\_3102\\_0013189X015002004](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.sage_s10_3102_0013189X015002004)
- Simola, H. (1997). Didactic closure: Professionalization and pedagogic knowledge in Finnish teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 13(8), 877-891.  
Retrieved from

[https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.sciversesciencedirect\\_elsevierS0742-051X\(97\)00029-2](https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.sciversesciencedirect_elsevierS0742-051X(97)00029-2)

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.tayfranc10.1080%2F03057267.2013.802463>

Tolppanen, S., & Aksela, M. (2013). Important social and academic interactions in supporting gifted youth in non-formal education. *Lumat*, 1(3), 279–298.

Tomperi, P., & Aksela, M. (2011). *Opettajien kokeellisten laboratoriotöiden valinnat*. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, kemian laitos, Helsingin yliopisto. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2430175>

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (5., uud. laitos ed.). Helsinki: Tammi. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.2139193>

Tynjälä, P. (1999). *Oppiminen tiedon rakentamisena : Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Kirjayhtymä. Retrieved from <https://helka.finna.fi/Record/helka.1351872>

Valtioneuvoston asetus. (2012). Perusopetuksen tuntijako (valtioneuvoston asetus 28.6.2012).

Vornamo, H. (2007). Kemian opetuksen visioita kemianteollisuuden näkökulmasta., 10-11.

Windsor, S., & Bailey, J. (2016). Impact of chemistry experiments outreach program on learning and attitudes for students in their penultimate year of schooling. *Teaching Science*, 62(1), 43-53. Retrieved from <https://helka.finna.fi/PrimoRecord/pci.ericEJ1112166>

## 10 LIITTEET

### Liite 1. Kyselylomake

#### Tutkimuskysely

## KEMIAN OPETUS TÄNÄÄN 2018

Hyvä kemian opettaja

Oheisen Kemia opetus tänään -tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa opettajien näkemyksiä kemian opetuksen nykytilasta ja sen kehittämistarpeista. Kysely on jatkoa Kemian opetus tänään -tutkimuksille, jotka on tehty vuonna 1999 ja vuonna 2008. Yhteensä kyselyyn on vastannut jo noin 750 kemian opettajaa. Tutkimuksen tuloksia on käytetty kemian opetuksen kehittämisessä, mm. täydennyskoulutuksen suunnittelun ja opetussuunnitelmatyön pohjana.

Tutkimusaineistosta tehdään kemian opetuksen opinnäytetöitä ja laaditaan alan tutkimusjulkaisuja. Vastauksiasi käsitellään luottamuksellisesti.

Ole hyvä ja vastaa oheisiin kysymyksiin joko valitsemalla sopiva vaihtoehto tai kirjoittamalla vastauksesi sille varattuun tilaan.

Vastanneiden kesken arvotaan kymmenen palkintoa (viisi 50 € lahjakorttia valitsemaasi liikkeeseen ja viisi elokuvalippua). Kyselyyn voi vastata perjantaihin 8.6.2018 saakka.

Vastauksistasi kiittäen,

Armi Hopea-Manner, Johannes Pernaa & professori Maija Aksela  
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian osasto, Helsingin yliopisto

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 2017–2018 kaikista tunneistani
- kemian osuus on suurin
  - toiseksi suurin
  - kolmanneksi suurin
  - neljänneksi suurin
  - minulla ei ole lainkaan kemian tunteja

7. Kemian lisäksi opetan lukuvuonna 2017–2018
- matematiikkaa
  - fysiikkaa
  - biologiaa
  - maantietoa
  - tietotekniikkaa
  - jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_

8. Olen opiskellut kemiaa
- perusopinnot (approbaturin)
  - perus- ja aineopinnot (cum laude approbaturin)
  - syventävät opinnot (laudaturin)
  - jatko-opintoja
  - jotain muuta, 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. Millaista yhteistyötä teet muiden opettajien kanssa?

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

- BMOL ry
- Dimensio
- Kemia-Kemi-lehti
- Kemian opettajat -vertaisryhmä (Facebook-ryhmä)
- LUMA-keskuksen uutiskirje
- LUMA-sanomat
- Suomalaisten Kemistien Seuran Kemian opetuksen jaosto
- jotain muuta, mitä? \_\_\_\_\_
- Chemistry Education Research & Practice (CERP)
- edu.fi
- Kemilärarnas Resurscentrum
- LUMA-keskuksen verkkosivut
- MAOL ry
- Journal of Chemical Education

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

	Todella hyvät	Hyvät	Hyväksyttävät	Huonot	Todella huonot
Tilojen suhteen					
Opetuksen välineiden suhteen					
Oppimateriaalien suhteen					
Kemikaalien suhteen					

Perustelut:

16. a) Koulussani on kemian opetusryhmässä suunnilleen \_\_\_\_\_ oppilasta perusopetuksessa,

\_\_\_\_\_ opiskelijaa lukiossa.

b) Mielestäni sopiva ryhmäkoko kemian opetuksessa on \_\_\_\_\_ oppilasta perusopetuksessa,

\_\_\_\_\_ opiskelijaa lukiossa.

c) Kemian valinnaiskursseja valitsi lukuvuonna 2017–2018 perusopetuksessa suunnilleen \_\_\_\_\_ % koulun oppilaista.

d) Kemian syventäviä ja soveltavia kursseja valitsi lukuvuonna 2017–2018 lukiossa suunnilleen \_\_\_\_\_ % koulun oppilaista.

17. a) Koulussani tarjotaan kemian kursseja opetussuunnitelmassa

perusopetuksessa \_\_\_\_\_ kpl lukiossa \_\_\_\_\_ kpl

b) Näistä kursseista toteutui lukuvuonna 2017–2018

perusopetuksessa \_\_\_\_\_ kpl lukiossa \_\_\_\_\_ kpl

18. a) Luettele ne kemian kurssit, joita koulussasi tarjotaan valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa edellytettyjen 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

	Todella usein	Usein	Satunnaisesti	Harvoin	Todella harvoin	En koskaan	En tunne
Projektityöskentelyä							
Ryhmätyötä							
Käsitekarttoja							
Miellekarttoja							
Väittelyä							
Kyselyyn harjaannuttamista							
Rentoutusta							
Suggestopediaa							
Opintokäyntejä koulun ulkopuolelle							
Käsitteen omaksumismenetelmiä							
Ennakkojäsentäjiä							
Prosessikirjoittamista							
Yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä							
Luovan ongelmanratkaisun menetelmiä							
Simulaatioita							
Roolileikkejä							
Muistamismalleja							
Molekyylimallinusta							
3D-tulostusta							
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?

- todella usein    usein    satunnaisesti    harvoin  
 todella harvoin    en koskaan    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. Yhteistyö seuraavien koulun ulkopuolisten tahojen kanssa on erittäin tärkeää

	Todella tärkeää	Tärkeää	Kohtalaisen tärkeää	Jokseenkin tärkeää	Ei tärkeää
Yritykset					
Tutkimuslaitokset					
Museot ja tiedekeskukset					
Tiedeluokkiin vierailu (esim.Gadolin)					
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
  - Yritysten kanssa  Aihealueet:
  - Oppilaitosten kanssa  Aihealueet:
  - Museoiden kanssa  Aihealueet:
  - Tutkimuslaitosten kanssa  Aihealueet:
  - Muiden aineiden kanssa  Aihealueet:
- Tietokoneen hyödyntäminen kemian opetuksessa
  - Mittausohjelmat  Aihealueet:
  - Toimisto-ohjelmistot  Aihealueet:
  - Molekyylimallinnus- ja piirto-ohjelmistot  Aihealueet:
- Internet
  - Opetusohjelmat  Aihealueet:
  - Oppimateriaalit  Aihealueet:
- Oman työn kehittäminen  Aihealueet:
- Muut erityisaiheet  Aihealueet:

31. Minkälaisista tukeista 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 vastauksistasi!

Sähköpostiosoite arvontaa varten:

---