

# Kokeellisen työskentelyn arviointi lukion kemian opetuksessa

Pro gradu –tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

Opettajankoulutus

29.5.2018

Annu Nurmela

## Tiivistelmä

Tässä Pro gradu -tutkielmassa selvitettiin sitä, miten lukioissa arvioidaan kokeellista työskentelyä. Tutkimuksen näkökulmaksi valittiin opettajien suhtautuminen arviointiin. Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena opettajille. Tutkimusaihe valikoitui ajankohtaisuuden perusteella. Arviointi on jatkuvasti esillä oleva puheenaihe. Se on tärkeä osa opettajan työtä, mutta opettajalla on paljon valinnanvapautta sen toteuttamisessa. Lisäksi tällä hetkellä käytössä olevat vuoden 2016 lukion opetussuunnitelman perusteet korostavat vaihtelevia työskentelytapoja ja arvioinnin monipuolisuutta. Kemia on kokeellinen luonnontiede ja kokeellista työtä arvioitaessa saadaan oppimisesta sellaista tietoa, mitä ei perinteisin menetelmin saada.

Kirjallisessa osassa tarkasteltiin arvioinnin merkitystä oppimisen kannalta ja kokeellisuuden merkitystä kemian oppimisessa. Arviointia tarkasteltiin kemian oppimisen arvioinnin eri osa-alueiden näkökulmasta ja sitä peilattiin opetussuunnitelman perusteisiin. Lisäksi kirjallisessa osassa tuotiin esiin erilaisia arviointimenetelmiä, joilla on mahdollista arvioida kokeellista työskentelyä ja siihen liittyvää oppimista.

Tutkielman kokeellisessa osassa selvitettiin opettajien kokemuksia kemian oppimisen arvioinnista. Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena. Koska tutkimuksessa keskityttiin kokeellisen työskentelyn arviointiin, selvitettiin myös sitä, miten merkittävänä opettajat kokevat opetussuunnitelmassa vaadittavan kokeellisen työskentelyn. Kokeellisessa osassa painotettiin erityisesti kuitenkin opettajien suhtautumista kokeellisen työskentelyn arviointiin.

Opettajien mukaan kemian kokeellisen työskentelyn arvioiminen ei ole kovin helppoa ja sen arvioiminen on työlästä. Tähän vaikuttavat muun muassa suuret ryhmäkoot ja kiire. Lisäksi opettajat kokivat, ettei kokeellisen työskentelyn arviointiin ole saatavilla riittävästi sitä tukevaa materiaalia, kuten valmiita arviointipohjia sovellettavaksi, tai täydennyskoulutusta. Kokeellista työskentelyä arvioidaan hyvin usein kirjallisten palautusten perusteella, sillä työselostuksia tai raportteja varten on helpointa laatia kriteerit ja niiden tarkastaminen on oikeudenmukaista. Monet opettajista haluavat kuitenkin kehittää arviointitapojaan ja lisätä jatkossa esimerkiksi itse- ja vertaisarvioinnin osuutta arvioinnissa.

## Esipuhe

Tutkimus sai alkunsa uuden opetussuunnitelman perusteiden myötä korostuneesta kokeellisuuden merkityksestä ja monipuolisista arviointitavoista. Arviointi on jatkuvasti kuuma peruna niin opettajien kuin muidenkin ihmisten keskuudessa, joten tähän aiheeseen oli mielenkiintoista tarttua. Aiheen rajaamisessa apuna oli tutkielman ohjaaja FT Jouni Välisaari.

Tutkielman tekeminen alkoi tammikuussa 2017 kirjallisuuteen perehtymällä. Kirjallisuushakua tehtiin aluksi Google Scholarin avulla, minkä jälkeen tehtiin täsmällisempiä hakuja hyödyntäen JYKDOK-tietokantaa sekä opetukseen keskittyvää ERIC-tietokantaa. Kevään 2017 aikana tehtiin myös kyselytutkimus. Tulosten vastausten analysointi ja tutkielman kirjoittaminen tapahtuivat syksyllä 2017 ja keväällä 2018.

Tutkielman loppuun saattaminen kesti odotettua paljon pidempään, sillä minulla töiden ohella kirjoittamisesta oli todellisuutta ruusuisempi kuva. Haluan kiittää ohjaajaani Jouni Välisaarta ohjauskeskusteluista, joiden jälkeen sain aina uutta puhtia ja uusia näkökulmia kirjoittamiseen. Haluan välittää kiitokset myös kaikille kiireiden keskellä tutkimukseen vastanneille opettajille, sillä ilman teitä tutkimuksen tekeminen ei olisi edennyt. Lisäksi kiitos kaikille ymmärtäväsille työnantajille, jotka kannustivat ja mahdollistivat opiskelujen loppuun saattamisen työnteon ohella. Opiskelutovereiden vertaistuki oli tutkielman tekemisen aikana korvaamatonta. Perhe ja ystävät olivat tärkeitä tukijoukkoja, kun oma jaksaminen oli vähissä. Suuri kiitos teille.

Jalasjärvellä, 29.5.2018

*Annu Nurmela*

## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Arvioinnista yleensä .....	2
2.1	Arvioinnin merkitys .....	2
2.2	Uudistettu Bloomin taksonomia .....	3
2.3	Arvioinnin luokittelua.....	6
2.3.1	Summatiivinen arviointi.....	6
2.3.2	Formatiivinen arviointi.....	6
2.3.3	Diagnostinen arviointi.....	7
2.3.4	Itse- ja vertaisarviointi .....	8
2.3.5	Muodollinen ja vapaamuotoinen arviointi luonnontieteissä .....	9
2.4	Arvioinnin haasteita .....	9
2.4.1	Arvioinnin laatu ja etiikka .....	10
2.4.2	Arviointivirheet .....	11
3	Kemian oppimisen arviointi .....	13
3.1	Kemiallisen tiedon tasot.....	14
3.2	Arviointiprosessi.....	15
3.3	Arvioinnin osa-alueet .....	16
3.3.1	Käsitteet.....	17
3.3.2	Prosessit.....	17
3.3.3	Sovellukset .....	17
3.3.4	Asenteet.....	18
3.3.5	Luovuus.....	18
3.3.6	Kemian luonne .....	18
4	Kokeellisuus kemian opetuksessa.....	19
4.1	Kokeellisuuden näkyminen opetussuunnitelman perusteiden tavoitteissa.....	20
4.2	Kokeellisuuden merkitys .....	20

4.3	Kokeellisten töiden erilaiset luonteet .....	21
4.4	Tutkiva oppiminen.....	22
4.5	Ongelmalähtöinen oppiminen .....	24
5	Kokeellisuuden arviointi.....	24
5.1	Arvioitavat osa-alueet kokeellisissa töissä .....	25
5.2	Arvioinnin välineet .....	26
5.2.1	Prosessityöskentelyn arviointi .....	26
5.2.2	Laboratoriopäiväkirja.....	27
5.2.3	Kirjalliset tutkimusraportit.....	27
5.2.4	Havainnointi .....	29
5.2.5	Suulliset esitykset.....	32
5.2.6	Itsearviointi ja vertaisarviointi .....	33
5.2.7	Arviointikeskustelut .....	34
5.3	Kokeellisen työskentelyn arvioinnin haasteet.....	36
5.4	Yhteenvedo kokeellisen kemian arvioinnista .....	37
6	Tutkimuskysymykset .....	38
7	Tutkimusmenetelmät.....	38
8	Tutkimusaineisto .....	39
9	Tulokset ja tulosten analysointi .....	40
9.1	Kurssin arviointiin vaikuttavat tekijät .....	40
9.2	Kokeellisuus kemian kursseilla .....	42
9.3	Kokeellisen työskentelyn arviointi .....	44
10	Pohdinta .....	47
10.1	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys .....	49
10.2	Jatkotutkimuksen kohteita.....	50
11	Kirjallisuus .....	51

## 1 Johdanto

Uudet, tällä hetkellä käytössä olevat lukion opetussuunnitelman perusteet otettiin lukioissa käyttöön lukuvuoden 2016 alusta. Opetussuunnitelmassa korostetaan entistä enemmän arvioinnin perustumista monipuoliseen näyttöön. Arvioinnin on oltava jatkuvaa ja opiskelijoille tulee antaa palautetta oppimisprosessin aikana. Tämä tekee vuorovaikutuksesta tärkeän osan kemian oppimisen arviointia. Arvioinnin tavoitteena on, että opiskelijat oppivat tiedostamaan omaa osaamistaan ja voivat sen myötä kehittää itseään.<sup>1</sup> Arviointikäytännöt ohjaavat oppimista ja ne vaikuttavat opiskelijoiden oman opiskelun suunnitteluun merkittävästi.<sup>2</sup> Kun opettaja käyttää monipuolisia arviointitapoja, opiskelija ei voi keskittyä kehittämään itseään ainoastaan yhdellä osa-alueella.

Arvioinnilla on iso merkitys oppimisen kannalta. Sen tarkoitus on ohjata ja tukea oppimista sekä seurata oppimisen edistymistä. Lisäksi sen avulla voidaan kehittää opetusta.<sup>3</sup> Tässä tutkielmassa keskitytään kahteen ensin mainittuun tarkoitukseen ja pohditaan sitä, miten nämä voitaisiin siirtää kemian kokeellisen työskentelyn arviointiin.

Kemia on kokeellinen luonnontiede ja tämä näkyy myös opetussuunnitelman arvioinnin ohjeistuksessa. Kokeellisen työskentelyn taidot, tiedonhankinta- ja tiedonkäsittelytaidot on myös otettava huomioon, kun kemian oppimista arvioidaan.<sup>1</sup> Jotta näitä voidaan arvioida, täytyy kemian kursseihin sisällyttää kokeellisuutta.

Tässä tutkielmassa käsitellään sitä, mikä merkitys arvioinnilla ylipäätään on. Lisäksi tarkastellaan arviointia kemian oppimisen näkökulmasta. Kemian oppimisen arvioinnissa keskitytään siihen, miten kokeellista työskentelyä voisi arvioida lukiossa kemian kursseilla. Kirjallisessa osassa tuodaan esiin erilaisia arviointimenetelmiä ja pohditaan sitä, millaiseen käyttöön ne sopivat parhaiten. Kokeellisessa osassa puolestaan selvitetään opettajien suhtautumista kemian oppimisen arviointiin ja tarkemmin vielä heidän suhtautumistaan kokeellisen työskentelyn arviointiin.

## 2 Arvioinnista yleensä

Arviointi on käsitteenä hyvin moniulotteinen, eikä sen määrittäminen ole helppoa. Käytetty määrittelytapa riippuu kontekstista. Arviointi voi tarkoittaa esimerkiksi oppilasarviointia oppilaitoksessa. Se voi tarkoittaa myös oppimistulosten, kouluviihtyvyyden tai oppilaitosten arviointia kansallisella tai kansainvälisellä tasolla. TIMSS<sup>4</sup> ja PISA<sup>5</sup> ovat esimerkkejä kansainvälisesti tehdyistä arvioinneista.<sup>6,7</sup> Laajassa merkityksessään arviointi käsittää opetusprosessin resurssien ja itse opetusprosessin tai sen tulosten arvioinnin sekä oppimisen että opetuksen näkökulmasta. Lisäksi siihen sisältyy myös myöhempien koulutuksellisten vaikutusten eli vaikuttavuuden arviointia. Suppeammin arviointi voidaan määritellä käsittämään ainoastaan oppimisen ja oppimistulosten arviointina. Oppimistulosten arviointi tarkoittaa oppijoiden vertaamista ennalta määriteltäviin kriteereihin, jotka voi asettaa oppija itse, opettaja tai oppilaitoksen ulkopuoliset tahot.<sup>8</sup> Tässä tutkimuksessa keskitytään oppimisen ja oppimistulosten arviointiin opettajan näkökulmasta.

### 2.1 Arvioinnin merkitys

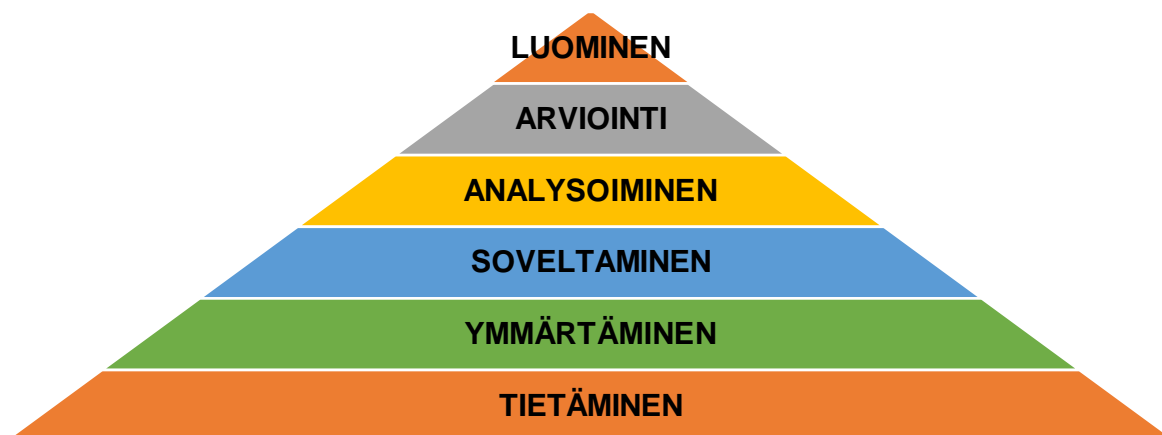
Arvioinnista puhutaan, kun tarkastellaan opiskelijoiden suoriutumista opinnoistaan.<sup>9</sup> Arvioinnin kolme tärkeintä tavoitetta ovat oppimisen ohjaaminen ja tukeminen, opiskelijoiden edistymisen seuranta ja kontrollointi sekä opetuksen kehittyminen.<sup>3</sup> Arvioinnin tehtävä on myös kannustaa, ohjata ja kehittää edellytyksiä itsearviointiin.<sup>10</sup> Lukion opetussuunnitelman perusteissa<sup>1</sup> edellytetään arvioinnin tekemistä ja arvioinnille annetaan yleiset kriteerit, mutta opetuksen järjestäjä on vastuussa arvioinnin lopullisesta toteutuksesta.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan tarvitaan oppijan ja opittavan sisällön välille vuorovaikutusta, jotta oppimista tapahtuu. Tämän vuorovaikutuksen syntyminen edellyttää oppijalta aktiivisuutta. Arviointi ja monipuolinen palaute ovat merkittävässä roolissa vuorovaikutuksen syntymisessä ja näin ollen koko oppimisprosessissa.<sup>7,11,12</sup> Jotta annettu palaute edistää oppimista, palautteen tulee olla laadullista, kuvailevaa sekä ongelmakohtia analysoivaa ja ratkovaa. Monipuolisen palautteen avulla oppilasta ohjataan tiedostamaan omaa edistymistä sekä auttaa jäsentämään oppimista ja löytämään keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi.<sup>10</sup>

Arviointi ei ole kuitenkaan pelkästään opiskelijaa varten, vaan sen avulla huoltajat ovat perillä opiskelijan edistymisestä ja opettajat voivat tarkkailla opiskelijoiden kehitystä sekä omaa opetustaan. Lisäksi arviointia hyödyntävät myös koulun ulkopuoliset tahot, sillä arvioinnilla on vaikutusta edetessä lukiosta jatko-opintoihin.<sup>1</sup>

## 2.2 Uudistettu Bloomin taksonomia

Bloomin taksonomia on tunnettu tapa luokitella oppimiselle asetettuja tiedollisia tavoitteita. Tavoitteet jaetaan Bloomin taksonomiassa kuuteen eri tasoon. Benjamin Bloomin kehittämässä mallin tavoitteena oli tarjota yleinen kieli oppimistavoitteista puhumiseen. Krathwohl on sittemmin kehittänyt Bloomin perinteisen taksonomian pohjalta uudistetun version, jota opettajat voivat hyödyntää opetuksen suunnittelussa.<sup>13</sup>



Kuva 1. Uudistettu Bloomin taksonomia<sup>13</sup>

Uudistettu taksonomia luokittelee tiedon ja ajattelun tasot kaksiulotteiseen taulukkoon (Taulukko 1). Taulukossa siirryttäessä rivejä alaspäin, tiedon tasot muuttuvat abstraktimmaksi. Siirryttäessä sarakkeissa vasemmalta oikealle, siirrytään kognitiivisesti vaativampiin ajatteluprosesseihin.<sup>13</sup> Kemiassa tiedon tasot voidaan määritellä seuraavasti: Faktatieto on terminologiaa sekä tietoa peruselementeistä. Tähän voidaan lukea mukaan esimerkiksi alkuaineiden kemialliset merkit ja kemiassa käytettäviä perussymboleita. Käsitetieto on kemiaan liitettävää tyypillistä luokittelua ja kategorisointia, kuten alkuaineiden jaksollinen järjestelmä. Samalla siihen liittyy tieto periaatteista ja yleistyksistä sekä erilaisista teorioista ja malleista. Menetelmätieto



puolestaan sisältää kemian taitoja, tekniikoita ja metodeja. Tämä näkyy erityisesti kokeellisessa työskentelyssä. Metakognitiivinen tieto taas koostuu strategisesta tiedosta ja itsetuntemuksesta joiden avulla opiskelija tunnistaa itselleen helpot tehtävät.<sup>13</sup>

Taulukko 1. Taksonomiataulu<sup>13,14</sup>

Tiedon taso	Ajattelun tasot (kognitiivinen prosessi)					
	1. Muistaa	2. Ymmärtää	3. Soveltaa	4. Analysoida	5. Arvioida	6. Luoda
A. Faktatieto						
B. Käsitetieto						
C. Menetelmätieto						
D. Metakognitiivinen tieto						

Uudistettu taksonomia koostuu kuudesta eri luokasta: muistaminen (*remember*), ymmärtäminen (*understand*), soveltaminen (*apply*), analysoiminen (*analyze*), arvioiminen (*evaluate*) ja luominen (*create*).<sup>13,14</sup> Alemman tason ajattelutaitoja (*lower-order cognitive skills, LOCS*) ovat muistaminen, ymmärtäminen ja soveltaminen, joihin voidaan luokitella käsitteiden määrittelyä sekä esimerkiksi rutiininomaisia laskutehtäviä. Muistaminen tarkoittaa tärkeän tiedon muistiinpalauttamista sekä tunnistamista. Ymmärtäminen on tulkitsemista, esimerkkien antamista, luokittelua, yhteenvedon tekemistä, päättelyä ja vertaamista. Soveltaminen taas puolestaan tarkoittaa menetelmän toteuttamista ja käyttämistä sopivissa tilanteissa. Analysoiminen, arvioiminen ja luominen kuuluvat korkeamman tason ajattelutaitoihin (*higher-order cognitive skills, HOCS*). Ongelmanratkaisutehtävät ja avoimet tehtävänannot ovat korkeampaa ajattelutasoa edellyttäviä tehtävyytyyppejä.<sup>14</sup>

Taksonomian hierarkia etenee yksinkertaisuudessaan siten, että edellinen taso täytyy olla hallinnassa, ennen kuin seuraava taso voidaan saavuttaa. Esimerkiksi täytyy ymmärtää käsitteen merkitys, jotta päästään soveltamisen tasolle. Oppiminen on kuitenkin paljon moniulotteisempi prosessi ja tasojen välillä voidaan liikkua jatkuvasti tarpeen mukaan.

Ilman asioiden perustietojen hallintaa, korkeamman ajattelun taitojen tasoilla on todennäköisesti vaikeampaa.<sup>10</sup>

Uudistetun Bloomin taksonomian avulla voidaan suunnitella eritasoisia tehtäviä ja näin ollen haastaa eritasoisia opiskelijoiden kognitiivisia taitoja. Kokeellista kemian opetusta suunniteltaessa voidaan hyödyntää taksonomian eri tasoja kiinnittämällä huomiota tehtävänantoihin tai opiskelijoille esitettäviin kysymyksiin sanavalintoihin. Tavoitteena on aina kehittää jokaista oppilasta taitotasosta riippumatta.<sup>15</sup> Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) on esitetty muutama esimerkki oppimistehtävästä yhdistettynä taksonomiaan.

Taulukko 2. Bloomin uudistettu taksonomia oppimistehtävien suunnittelun tukena<sup>10</sup>

Taksonomian taso	Aktiiviset verbit	Esimerkkejä
1. Muistaminen	<i>listaa, määrittele, nimeä, laske, tunnista, toista, kerro, piirrä</i>	Nimeä laitteiston osat. Kerro, mitä reagensseja tarvitset. Määrittele hapettuminen ja pelkistyminen.
2. Ymmärtäminen	<i>luokittele, erottele, yhdistä, vertaile, selitä, kerro omin sanoin, tulkitse, tee yhteenveto</i>	Selitä omin sanoin mitä kokeessa tapahtui. Mistä voit päätellä, että titraus saavutti päätepisteen? Mitä voit kertoa värinmuutoksesta?
3. Soveltaminen	<i>sovelle, rakenna, yleistä, käytä, toteuta, suorita, näytä, havainnollista, anna esimerkkejä</i>	Suunnittele koejärjestely, jossa... Anna esimerkkejä vastaavista tilanteista luonnossa. Havainnollista reaktiota piirtämällä sarjakuva.
4. Analysoiminen	<i>analysoi, yhdistä, tarkastele, rinnasta, erota, tutki</i>	Miten reaktio olisi muuttunut, jos lämmittäminen olisi jätetty pois? Mitä päätelmiä voit tehdä lopputuloksen perusteella?
5. Arvioiminen	<i>perustele, päättä, arvioi, arvostele, todista, mittaa, kritisoi</i>	Miten kehittäisit koetta paremmaksi? Perustele. Tarkastele kriittisesti artikkelia. Anna perustellen palautetta toiselle työparille.
6. Luominen	<i>ideoi, suunnittele, tuota, kehitä, keksi, rakenna, ehdota, luo, kuvittele, muodosta, improvisoi</i>	Ideoi oma tutkimus ja suunnittele koejärjestely. Jos sinulla olisi käytössäsi kaikki mahdolliset resurssit, miten voisit tutkia...?

## 2.3 Arvioinnin luokittelua

Oppimisen arviointia voi tehdä monella eri tavalla ja monipuolista arviointia korostetaan opetussuunnitelmassakin.<sup>1</sup> Jako diagnostiseen, summatiiviseen ja formatiiviseen arviointiin on hyvin yleinen tapa luokitella kemian oppimisen arviointia.<sup>16</sup> Lisäksi tässä luvussa määritellään itse- ja vertaisarviointi sekä tarkastellaan sitä, mitä muodollinen ja epämuodollinen arviointi tarkoittavat luonnontieteissä.

### 2.3.1 Summatiivinen arviointi

Summatiivinen arviointi tarkoittaa yleensä opiskelujakson lopussa tehtävää kokoavaa arviointia. Luokka- tai kouluasteelta seuraavalle siirryttäessä voidaan hyödyntää summatiivista arviointia. Ensisijainen tehtävä summatiivisella arvioinnilla on opiskelijoiden arvostelussa ja osaamisen todistamisessa. Samoin kuin diagnostinen arviointi, myös summatiivinen arviointi voi toimia ennustavana arviointina, sillä sen perusteella saadaan selville, mitä opiskelija on aiemmin oppinut. Summatiivisesta arvioinnista saatavaa palautetta hyödyntävät oppilas ja opettaja. Summatiivinen arviointi on eräs tapa vertailla opiskelijoita keskenään ja tästä syystä sitä hyödyntävät myös koulun ulkopuoliset tahot, kuten jatko-opintojen järjestäjät.<sup>9,16,17</sup>

Summatiivisen arvioinnin välineitä ovat usein erilaiset kokeet, näytöt ja tentit. Summatiivinen arviointi tulee esiin myös tutkintotodistuksissa. Ylioppilaskirjoitukset ovat esimerkki kansallisen tason summatiivisesta arvioinnista. IEA- ja PISA-arvioinnit puolestaan ovat esimerkkejä kansainvälisestä summatiivisesta arvioinnista.<sup>9,16</sup>

### 2.3.2 Formatiivinen arviointi

Formatiivinen arviointi on jatkuvaa, oppimisen ja opiskelujakson aikana tehtävää arviointia. Sen tavoite on tukea oppimista ohjaamalla ja motivoimalla opiskelijaa. Formatiivinen arviointi antaa jatkuvaa tietoa opiskelijan edistymisestä niin opiskelijalle itselleen kuin opettajallekin. Tällöin se auttaa opettajaa suunnittelemaan ja säätelemään opetusta opiskelijoille sopivaksi. Formatiiviseen arviointiin kuuluva jatkuva palautteenanto auttaa opiskelijaa seuraamaan edistymistään. Formatiiviseen arviointiin kuuluu myös itsearviointi, joka opettajan ja vertaisten antaman palautteen rinnalla ohjaa opiskeluprosessia eteenpäin.<sup>9,16,17</sup>

Opetussuunnitelma pyrkii ohjaamaan arviointia summatiivisesta arvioinnista kohti formatiivista arviointia korostamalla monipuolisuutta.<sup>2</sup> Ennakkokäsitysten kartoittaminen on yksi formatiivisessa arvioinnissa käytettävä menetelmä. Sen avulla saadaan selville lähtötaso ja voidaan asettaa oppimistavoitteita. Formatiiiviset testit ovat pienempiä kokeita tai näyttöjä, joiden avulla voidaan päästä eroon opintojakson päättävästä summatiivisesta kokeesta. Monipuoliset tehtävät, oppimispäiväkirjat ja portfoliot ovat sovellettavissa formatiivisessa arvioinnissa monin eri tavoin. Ne toimivat opiskelijalle itselleen muistiinpanoina jo opitusta ja opettaja voi hyödyntää niitä seuratessaan opiskelijoiden edistymistä. Opettajan tekemä havainnointi ja opiskelijan kanssa käydyt keskustelut voivat tuoda esiin asioita, joita ei kirjallisista tuotoksista käy ilmi. Formatiiivisen arvioinnin tavoitteena ei ole verrata opiskelijoita keskenään vaan keskittyä henkilökohtaisiin oppimisprosesseihin.<sup>9,16</sup>

### **2.3.3 Diagnostinen arviointi**

Diagnostisesta arvioinnista voidaan puhua myös nimillä toteava, ennustava tai ohjaava arviointi. Diagnostista arviointia voidaan hyödyntää opiskelujakson alkuvaiheessa. Opiskelijoiden lähtötason selvittäminen tukee opetuksen suunnittelua. Sen tarkoitus onkin antaa palautetta erityisesti opetuksen järjestäjälle ja opettajalle. Diagnostisesta arvioinnista hyötyy tarvittaessa myös oppilas, kun hän alkaa suunnitella omia tavoitteitaan opiskelujaksoa varten.<sup>9,16,17</sup> Lisäksi on todettu, että aiemmin opitulla tiedolla on vaikutusta uuden tiedon oppimiseen.<sup>18</sup>

Ehkä tutuin tapa mitata lähtötasoa on diagnostiset testit tai muut opettajan tekemät kokeet, jotka teetetään opiskelijoilla ilman, että he ovat ehtineet siihen erityisesti valmistua. Kemian oppimisen arviointiin soveltuvia tapoja ovat myös käsitekartat ja kyselyt. Jopa keskustelu tai haastattelu voi toimia diagnostisena arviointina, mutta ne ovat aikaa vieviä tapoja ja niiden dokumentointi on työläämpää. Myös havainnointi ja itsearviointi ovat menetelmiä, joita lähtötason määrittämisessä voi käyttää. Itsearviointilla opiskelija saa itsekin selkeän käsityksen omasta lähtötasostaan, kun taas havainnointi on luonteeltaan enemmän opettajaa varten.<sup>9,16</sup>

### 2.3.4 Itse- ja vertaisarviointi

Itse- ja vertaisarviointi ovat formatiivisen arvioinnin kannalta tärkeitä elementtejä.<sup>19,20</sup> Jotta itse- ja vertaisarvioinnista saataisiin irti samoja hyviä puolia, joihin formatiivisella arvioinnilla pyritään, sen tulisi olla aktiivisesti käytössä oppimisprosessin eri vaiheissa: alussa, prosessin aikana sekä lopussa.<sup>19</sup> Opetussuunnitelman perusteiden tavoitteissa<sup>1</sup> todetaan, että opiskelijaa pyritään ohjaamaan siten, että hän oppisi tunnistamaan osaamistaan, kohtaamaan omia haasteitaan ja asettamaan omia tavoitteitaan. Lisäksi lukio-opetuksen yleiset tavoitteet nostavat esiin oppimaan oppimisen taidot, elinikäisen oppimisen ja omien vahvuuksien tunnistamisen.

Itsearviointi tarkoittaa arviointia, jossa opiskelija arvioi itse omaa oppimistaan, suoriutumistaan ja kykyjään. Itsearvioinnissa omia taitoja verrataan kriteereihin ja asetettuihin tavoitteisiin. Kriteerit ja tavoitteet voi asettaa opettaja, mutta niiden asettamiseen voidaan osallistaa myös opiskelijoita.<sup>19,20</sup> On huomattu, että itsearvioinnin avulla voidaan kehittää opiskelijoiden metakognitiivisia taitoja.<sup>19</sup> Itsearviointi lisää opiskelijan käsitystä omista kyvyistään ja auttaa suhtautumaan niihin realistisesti. Sitä käytetään vielä varsin vähän osana formatiivista arviointia.

Itsearviointia voidaan pitää harjoiteltavana taitona. Sitä tulee tietoisesti opettaa opiskelijoille, jotta sen potentiaali arviointimenetelmänä saadaan hyödynnettyä.<sup>19,21</sup> Kun itsearviointia kehitetään lapsesta saakka, vähitellen ihminen oppii arvioimaan itseään ja suorituksiaan. Itsearvioinnin kehittäminen auttaa opiskelijaa saamaan tunteen siitä, että hän voi itse kontrolloida omaa toimintaansa ja oppimistaan. Itsearvioinnin tavoitteena on se, että opiskelija oppii tunnistamaan heikkoudet ja vahvuudet. Itsearvioinnin yksi isoimpia haasteita on se, että suorituksen ja oppimisen arviointi ovat eri asioita kuin henkilö kokonaisuudessaan on. Huonot oppimistulokset eivät tarkoita sitä, että olisi huono ihmisenä.<sup>11</sup> On todettu, että itsearvioinnin harjoittelu johtaa siihen, että opiskelijat osaavat arvioida omaa osaamistaan todella täsmällisesti.<sup>22</sup>

Vertaisarvioinnissa painopiste arvioinnin tekemisestä siirtyy itsestä vertaisiin. Sen voidaan ajatella täydentävän itsearviointia, sillä se voi edistää opiskelijan minäkuvan rakentumista. Vertaisarviointia tehdään, kuten itsearviointiakin, ennalta määriteltyjen kriteerien ja tavoitteiden perusteella. Vertaisarviointi voi edistää opiskelijan minäkuvan rakentumista.<sup>11</sup> Kun opiskelijat saadaan sitoutettua vertaisarvioinnin tekemiseen, se vaikuttaa myös heidän omaan oppimiseensa. He ovat usein sisäistäneet arviointikriteerit paremmin ja he ovat motivoituneempia oppimaan.<sup>20</sup>

### 2.3.5 Muodollinen ja vapaamuotoinen arviointi luonnontieteissä

Luonnontieteissä arviointi jakautuu kahteen eri tyyppiin. Luonnontieteissä yleisesti käytetään monipuolisia arviointimenetelmiä, kuten esimerkiksi monivalintatestejä, ongelmanratkaisutehtäviä, erilaisia kirjoitelmia tai kirjallisia tehtäviä kuten raportteja tai portfolioita. Nämä ovat osa muodollista eli formaalia arviointityyppiä. Arvioinnissa huomioidaan usein lisäksi opettajan tekemä tiedostamaton arvio opiskelijan osaamisesta, vuorovaikutus opiskelijan kanssa, esimerkiksi arviointikeskustelun aikana, tai tuntiaktiivisuus. Vapaamuotoiseen arviointiin kuuluvat siis ne osa-alueet, joissa opettaja tekee havaintoja opiskelijoiden työskentelystä. Vapaamuotoisen arvioinnin ei tulisi olla pääroolissa, vaan sen tulisi tukea muodollista arviointia.<sup>7</sup>

## 2.4 Arvioinnin haasteita

Arvioinnin kehittämisessä on valtavasti haasteita. Oppimisen arviointia tulisi tehdä laajalaisesti ja kontekstuaalisia taitoja arvioiden. Opettaja joutuu tasapainoilemaan taitojen ja tietojen arvioinnin painotuksen kanssa ja sama pätee oppimisprosessiin ja tuloksien välillä. Tasapainon löydyttyä tulisi osata motivoida ja ohjata opiskelijoita oikeaan suuntaan.<sup>23</sup>

Perinteinen tapa arvioida on numeroarviointi. Vaikka numeroita käytetäänkin vielä todistuksissa, se ei ole täysin ongelmaton tapa arvioida. Numeroarvioinnin ongelmat ovat siinä, ettei pelkkä numero useinkaan kerro oppimisesta mitään, ellei opiskelija erikseen opettajalta kysy, miten numero on muodostunut. Numeroarvioinnin ajatellaan ruokkivan suorituskeskeisyyttä ja sen myötä pinnallista oppimista. Pelkän numeron perusteella ei voi päätellä myöskään sitä, miten opiskelija voisi itseään jatkossa kehittää.<sup>24</sup> Jos opiskelija saa orgaanisen kemian osuudesta arvosanan 10 ja metallien kemiasta arvosanan 6 on keskiarvo silti näistä 8. Toinen opiskelija voi saada metallien kemiasta arvosanaksi 9 ja orgaanisesta kemiasta 7, ja silti hänen keskiarvonsa on sama kuin ensimmäisen opiskelijan.

Itsearvioinnin opettaminen on iso haaste, sillä vaikka itsearviointia tehdään peruskoulussakin, se ei automaattisesti ole opiskelijoilla hallussa. Uudet peruskoulun opetussuunnitelman perusteet tuovat itsearvioinnin mukaan opetukseen jo alakoulun ensimmäiseltä luokalta asti. Näin ollen oppilaat kehittyvät itsearvioinnissa jatkuvasti.<sup>25</sup>

Itsearvioinnin opettaminen kantaa kuitenkin hedelmää. On tutkittu, että sillä on positiivinen vaikutus opiskelijoiden suoriutumiseen.<sup>21</sup>

Merkittävä arvioinnin ongelma on myös se, jos opiskelijat eivät tiedä arvioinnin kriteereitä.<sup>2</sup> Etukäteen on siis suunniteltava kriteerit tavoitteiden perusteella, ja sen jälkeen tiedottaa opiskelijoita kriteereistä. Kriteereissä on myös pitäydyttävä loppuun saakka. Toinen merkittävä ongelma voi olla väärän arviointimenetelmän valinta. Arviointimenetelmä riippuu arvioinnin tarkoituksesta. Ymmärtämisen arviointiin tarvitaan erilaisia menetelmiä kuin käytännön työskentelyn arviointiin. Jos opettaja valitsee vääränlaisen arviointimenetelmän käyttöönsä, hän ei saa opiskelijoiden osaamisesta luotettavaa tietoa.<sup>7</sup>

### 2.4.1 Arvioinnin laatu ja etiikka

Kuten luvussa 2.3.5. tuli jo esiin, luonnontieteissä arviointia voidaan tehdä monella eri tavalla. Arviointitapojen toteutus ja käyttötarkoitus vaihtelevat paljon kemian oppimisen arvioinnissa. Vaihtelevista käytännöistä huolimatta arvioinnin on aina kuitenkin aina oltava johdonmukaista, pätevää, tarkoituksenmukaista, toteuttamiskelpoista sekä eettisesti hyväksyttävää. Arvioinnilta odotetaan laadullisesti paljon. Nämä laatukriteerit voidaan jaotella neljään osaan (Kuva 1).<sup>9,16</sup>



Kuva 1. Arvioinnin laatukriteerit Tikkasen mukaan.<sup>16</sup>

Validiteetin on tarkoitus kuvata sitä, miten hyvin arvioinnilla onnistuttiin tarkastelemaan alun perin haluttua osaamista. Kemian kokeellisen työn raportista voidaan tulkita se, miten opiskelija on onnistunut työssään ja miten hän hallitsee teorian kokeellisen työn

taustalla, jolloin arvioinnin validiteetti on hyvä. Jos pelkän raportin perusteella arvioitaisiin työturvallisuutta tai työskentelytaitoja, validiteetti olisi huonompi.<sup>16</sup>

Reliabiliteetti tarkoittaa johdonmukaisuutta ja arvioinnin pysyvyyttä kemian oppimisen arvioinnissa. Sen tarkoitus on ilmaista luotettavuutta ja virheettömyyttä. Jotta reliabiliteetti olisi hyvä, arviointikriteerien on pysyttävä muuttumattomina koko prosessin ajan, eikä esimerkiksi arvioinnin ajankohta, arvioija tai käytetyt tehtävät saa vaikuttaa tulokseen.<sup>9,16</sup> Reliabiliteetti on validiteetin kannalta merkittävä, mutta ei sellaisenaan takaa validiteettia arvioinnissa.

Käyttökelpoinen kemian oppimisen arviointi on toteuttamiskelpoista ja tarkoituksen mukaista. Arviointi tulee olla perustettu opetussuunnitelman linjauksiin ja lisäksi arvioinnin on annettava tietoa opiskelijoiden edistymisestä, eli arvioinnille asetettujen tehtävien tulee toteutua. Toisaalta arviointi täytyy suunnitella vaikeusasteeltaan sopivaksi siten, että sen perusteella voidaan osoittaa eroja opiskelijoiden kemian osaamisessa.<sup>16</sup>

Arvioinnin hyväksyttävyyden kemian oppimisen arvioinnissa tarkoittaa eettistä hyväksyttävyyttä ja vastuullisuutta. Jotta arviointi olisi eettisesti hyvää, sen tulisi olla validia ja reliaabelia. Näiden lisäksi arvioinnin tulisi olla reilua ja oikeudenmukaista. Opiskelijoiden kohtelun ja olosuhteiden täytyy olla kaikille tasapuolista. Oikeudenmukaisuutta lisää objektiivisuus. Arviointiohjeet, -kriteerit ja pisteytysmerkinnät sekä etukäteen laadittujen mallien täytyy olla selkeitä. Arvioijien määrä lisää objektiivisuutta.<sup>9,16</sup>

Erilaisia arviointimenetelmiä tulee käyttää monipuolisesti, sillä arvioinnin on oltava tasapuolista. Yksittäisiä opiskelijoita tai opiskelijaryhmiä ei saa syrjiä tai suosia arviointia suunniteltaessa. Oleellisesti arvioinnin hyväksyttävyyteen liittyy myös läpinäkyvyys. Tavoitteiden tulee pohjautua opetussuunnitelmaan, eikä arviointiin saa sisällyttää piilotavoitteita. Opiskelijoilla täytyy olla etukäteen tiedossa arviointimenetelmät, kriteerit ja seuraukset, eikä arviointitapoja voi kesken kaiken muuttaa. Arvioinnin tulisi lisäksi olla opiskelijoita motivoivaa, mikä tarkoittaa sitä, että arviointi voi olla vaativaa.<sup>9,16</sup>

## **2.4.2 Arviointivirheet**

Kemian oppimisen arviointiin, kuten arviointiin yleensäkin, liittyy monia haasteita. Erilaiset haasteet vaikuttavat arvioinnin laatuun heikentävästi. Tyypillisiä



arviointivirheitä ovat systemaattiset ja satunnaiset virheet. Systemaattiset arviointivirheet vaikuttavat järjestelmällisesti kaikkien opiskelijoiden arviointiin samansuuntaisesti. Ne heikentävät arvioinnin validiteettia. Satunnaisvirheen vaikutus nimensä mukaisesti vaihtelee eri yksilöiden kohdalla. Ne puolestaan heikentävät arvioinnin reliabiliteettia. Sekä systemaattiset että satunnaiset virheet voivat johtua monesta eri syystä. Syitä on esitelty alla olevassa taulukossa (Taulukko 3).<sup>16</sup>

Taulukko 3. Arviointivirheitä aiheuttavat tekijät. <sup>16</sup>

<b>Systemaattiset arviointivirheet</b>	<b>Satunnaisvirheet</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sädekehävaikutus eli haloefekti</li> <li>▪ Tasovaikutus</li> <li>▪ Korostamisvirhe</li> <li>▪ Keskittämistäipumus</li> <li>▪ Kriteerien muuttuminen arvioinnin aikana</li> <li>▪ Huonosti laadittu koe, vääränlaiset koejärjestelyt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Väsymys</li> <li>▪ Sairaus</li> <li>▪ Mieliala</li> <li>▪ Motivaation tai tarkkaavaisuuden puute</li> <li>▪ Ahdistuneisuus</li> <li>▪ Tenttipelot</li> <li>▪ Erot opiskelijoiden yleistiedoissa ja -taidoissa</li> <li>▪ Erot suoriutumisessa koetilanteessa</li> <li>▪ Kokeen ominaisuudet</li> <li>▪ Meteli, huono valaistus, väärä lämpötila</li> <li>▪ Onnekkuus</li> </ul>

Jos kemian oppimisen ja osaamisen kannalta epäolennaiset seikat, kuten muu koulumenestys, käytös tai sosiaalinen tausta, vaikuttavat arvioinnin tulokseen, puhutaan sädekehävaikutuksesta. Tasovaikutus tarkoittaa sitä, että koko arvioitavien joukko asetetaan paremmuusjärjestykseen ja arvosanat määräytyvät tietyn jakauman mukaisesti. Tällöin muiden samanaikaisesti arvioitavien taso vaikuttaa yksittäisen opiskelijan lopputulokseen.<sup>16</sup> Kokeellisen työskentelyn arvioinnin näkökulmasta kyseessä voi olla tehtävänannon epäselvyys tai puutteelliset välineet kokeellisen työn suorittamiseen.

Satunnaisvirheet vaikuttavat heikentävästi arvioinnin reliabiliteettiin. Satunnaisvirheet vaihtelevat opiskelijakohtaisesti, ne voivat olla psyykkisiä tekijöitä tai kokonaan opiskelijasta riippumattomia ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat yksilön suoriutumiseen. Ne voivat aiheuttaa alisuoriutumista, mutta toisaalta myös menestymistä paremmin. Kokeessa esimerkiksi liian suppea tehtävämäärä tai tehtävien sisältöpainotukset voivat

suosia heitä, jotka ovat onnekkaita ja osaavat vastata juuri kysytyihin asioihin. Tällöin laajempi osaaminen jää osoittamatta.<sup>16</sup>

Mikäli kemian kurssilla käytettäisiin ainoastaan yhtä arviointitapaa, virheen mahdollisuus olisi suuri ja sen merkitys arvioinnin validiteetin ja reliabiliteetin kannalta olisi merkittävä. Kun käytetään monipuolisia arviointimenetelmiä, yhden virheen merkitys arvioinnin kannalta vähenee.<sup>16</sup>

### 3 Kemian oppimisen arviointi

Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015 antaa lähtökohdat kemian opetukselle ja oppimisen arviointi tulee kohdistaa yleisiin opiskelijalle asetettuihin tavoitteisiin sekä kurssikohtaisiin sisältöihin ja tavoitteisiin. Arviointia tulee tehdä koko oppimisprosessin ajan ja opiskelijoille on annettava palautetta, jotta he oppivat tiedostamaan oman osaamisensa ja voivat sen pohjalta peilata menestymistä omiin tavoitteisiinsa ja kehittää osaamistaan kohti tavoitteita.<sup>1</sup>

Lukion opetussuunnitelman perusteissa<sup>1</sup> kemian osalta tavoitteena on, että opiskelija:

- *saa ohjausta kemian osaamisensa tunnistamisessa, omien tavoitteiden asettamisessa, oppimishaasteiden kohtaamisessa ja kemian opiskelustrategioiden soveltamisessa*
- *saa mahdollisuuksia perehtyä kemian soveltamiseen monipuolisissa tilanteissa, kuten luonnossa, elinkeinoelämässä, järjestöissä tai tiedeyhteisöissä*
- *osaa muodostaa kysymyksiä tarkasteltavista ilmiöistä ja kehittää kysymyksiä edelleen tutkimusten, ongelmanratkaisun tai muun toiminnan lähtökohdiksi*
- *osaa suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia turvallisesti ja yhteistyössä muiden kanssa*
- *osaa käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia*
- *osaa käyttää erilaisia malleja ilmiöiden kuvaamisessa ja selittämisessä sekä ennusteiden tekemisessä*
- *osaa käyttää monipuolisia tietolähteitä ja arvioida niitä kriittisesti kemian tietojensa avulla*
- *osaa ilmaista johtopäätöksiä ja näkökulmia kemialle ominaisilla tavoilla*

- *jäsentää käsitystään jokapäiväisen elämän, ympäristön, yhteiskunnan ja teknologian ilmiöistä kemian käsitteiden avulla*
- *ymmärtää luonnontieteellisen tiedon luonnetta ja kehittymistä sekä tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa*
- *osaa arvioida kemian ja siihen liittyvän teknologian merkitystä yksilön ja yhteiskunnan kannalta.*

Opetussuunnitelman perusteissa todetaan, että arvosanan antamisen tulee perustua monipuoliseen näyttöön, sekä opiskelijan käsitteellisten ja menetelmällisten tietojen ja taitojen havainnointiin. Tarkoituksena olisi arvioida koko oppimisprosessia, ei ainoastaan lopullista tuotosta. Kokeellisen työskentelyn taidot, sekä tiedon hankinnan ja käsittelyn taidot on myös otettava arvioinnissa huomioon. Kokeellinen työskentely kuuluu olennaisena osana jokaiseen kemian kurssiin.<sup>1</sup>

Arviointikäytännöt ohjaavat oppimista voimakkaasti. Ne vaikuttavat siihen, miten opiskelijat suunnittelevat omaa opiskeluaan. Opiskelijat haluavat menestyä ja pyrkivät kehittämään osaamistaan opettajan arviointitavan kannalta parhaaksi mahdolliseksi. Tämä näkemys puoltaa monipuolisten arviointitapojen käyttöä, sillä tällöin opiskelija ei voi kehittää itseään ainoastaan yhdellä osa-alueella.<sup>2</sup>

### **3.1 Kemiällisen tiedon tasot**

Kemiällinen tieto jaetaan perinteisesti makroskooppiseen, mikroskooppiseen sekä symboliseen tarkastelutasoon (Kuva 2).<sup>26</sup> Nämä kolme tarkastelutasoa mainitaan suoraan myös lukion opetussuunnitelman perusteissa. Tavoitteena on, että opiskelija kykenisi muodostamaan ilmiöistä loogisen kokonaisuuden näiden tasojen avulla. Makroskooppisella tasolla tarkoitetaan konkreettisia havaintoja ja kokemuksia. Mikroskooppinen taso tarkastelee atomien ja molekyylien rakenteita ja vuorovaikutuksia. Mikrotason avulla makrotasolla havaitut ilmiöt voidaan selittää. On hyvä muistaa, että mikrotason muutos ei aina kuitenkaan näy makrotasolla. Symbolinen taso käsittää kaikki kemiassa käytettävät symbolit sekä matemaattiset kaavat ja yhtälöt, joiden avulla kemiaa voidaan esittää. Symboliikkaa tarvitaan, kun halutaan kommunikoida kemian kielellä.<sup>1,26</sup>



Kuva 2. Kemiällisen tiedon kolmitasomalli Johnstonen mukaan.<sup>16</sup>

Opetussuunnitelman perusteiden tavoitteissa mainitaan erilaisten mallien käyttö ilmiöiden kuvaamisessa, selittämisessä ja ennusteiden tekemisessä. Tavoitteena on myös, että opiskelija oppii ilmaisemaan johtopäätöksiä ja näkökulmia kemialle ominaisilla tavoilla. Lisäksi opiskelijan tulisi osata jäsentää omaa käsitystään jokapäiväisen elämän, ympäristön, yhteiskunnan ja teknologian ilmiöistä kemian käsitteiden avulla.<sup>1</sup> Nämä tavoitteet voidaan yhdistää Johnstonen luoman kolmitasomallin eri tarkastelutasoihin. Näin ollen kolmitasomalli on hyvä ottaa huomioon paitsi opetuksen suunnittelussa, myös arvioitaessa opiskelijoita.

### 3.2 Arviointiprosessi

Kemian oppimisen arviointia määrittävät niin lainsäädäntö kuin Lukion opetussuunnitelman perusteetkin. Arvioinnin on oltava monipuolista ja sitä tulee tehdä monipuolisin menetelmin. Kokonaisen arviointiprosessin voidaan ajatella koostuvan neljästä eri osasta: arviointitiedon käytöstä, arviointitiedon keräämisestä, arviointimenetelmistä ja arviointitiedon käyttäjistä.<sup>16</sup>

Arviointiprosessin komponentit voidaan soveltaa suomalaiseen arviointijärjestelmään. Arviointitietoa käytetään kemiassa muun muassa opetuksen suunnitteluun, oppimisen ohjaukseen, arvosanojen antamiseen, opiskelijoiden vertaamiseen sekä erityisopetuksen tarpeen määrittämiseen. Isommassa mittakaavassa arviointitietoa voidaan hyödyntää koulutuspolitiikassa, resurssien kohdentamisessa, opetussuunnitelmien ja

opetusmenetelmien laatua arvioitaessa. Arviointitietoa kerätään ennen kaikkea opiskelijoiden saavutuksista, mutta myös opettajankoulutuksesta ja sen laadusta, opetussuunnitelmasta sekä resurssien jakautumisesta. Tyypillisiä arviointimenetelmiä kemian oppimisen arvioinnissa ovat muun muassa kynä- ja paperitestit, erilaiset suoritustestit, haastattelut, portfolioit, esitykset, havainnointi ja oppimateriaalien tutkiminen. Kemian oppimisen arvioinnista saatua tietoa käyttävät niin opettajat, opiskelijat, huoltajat, opetushallinnon viranomaiset, korkeamman asteen oppilaitokset kuin elinkeinoelämä, teollisuus ja hallituskin. Näitä edellä mainittuja arviointiprosessin osia on mahdollista yhdistellä monin eri tavoin. Opettajat valitsevat sopivat arviointimenetelmät, joiden avulla he saavat tietoa opiskelijoidensa osaamisesta. Tätä tietoa opettajat hyödyntävät usein niin opiskelijoiden arviointia tehdessään kuin oman opetuksensa kehittämisessä. Korkeamman asteen oppilaitokset puolestaan hyödyntävät ylioppilaskirjoitusten tuloksia, kun vertaavat opiskelijoita keskenään opiskelijavalintoja tehdessään.<sup>16</sup>

### 3.3 Arvioinnin osa-alueet

Arviointi voidaan jakaa kuuteen osa-alueeseen (Kuva 3).<sup>16,27</sup> Kemian arvioinnin osa-alueet ovat osittain näkyvillä myös uudistetussa taksonomiassa.<sup>13</sup> Seuraavissa alaluvuissa nämä arvioinnin eri osa-alueet esitellään tarkemmin. Tarkemmassa tarkastelussa huomataan, että lukion opetussuunnitelman perusteissa esitetyt tavoitteet sopivat yhteen näiden arvioinnin osa-alueiden kanssa.



Kuva 3. Kemian oppimisen arvioinnin eri osa-alueet.<sup>16,27</sup>

### 3.3.1 Käsitteet

Käsitteiden ymmärtäminen, jäsentäminen ja niiden käyttäminen kuuluvat lukion opetussuunnitelman perusteiden tavoitteisiin.<sup>1</sup> Arviointi on siis suunniteltava siten, että on mahdollista saada tietoa kemian käsitteiden ymmärtämisestä.<sup>27</sup> Ymmärtäminen on uudistetussa taksonomiassa pyramidin toinen askel.<sup>13</sup> Käsitteitä ja teorioita on kemiassa paljon, eikä pelkkä ulkoa muistaminen ole tarkoituksenmukaista. On tärkeää, että opiskelija ymmärtää käsitteiden välisiä yhteyksiä ja osaa käyttää niitä kemiallista ilmiötä selittäessään.<sup>27</sup> On hyvä muistaa, etteivät käsitteet ole kemian oppimisen arvioinnissa irrallinen osa-alue. Ne linkittyvät vahvasti muihin osa-alueisiin, joten niiden arviointi kulkee käsikädessä muiden osa-alueiden arvioinnin kanssa.

### 3.3.2 Prosessit

Prosessitaidot liittyvät olennaisena osana kokeellisiin luonnontieteisiin. Lukion opetussuunnitelman perusteet<sup>1</sup> korostavat kemian kohdalla kokeellisuutta. Tavoitteena on, että opiskelija osaisi suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia kiinnittäen huomiota työturvallisuuteen ja ryhmätyöskentelyyn. Lisäksi johtopäätösten tekeminen ja luonnontieteellisen tiedon luonteen ymmärtäminen voidaan luokitella prosessitaitoihin. Tyypillisimpiä prosessitaitoja ovat esimerkiksi suunnittelu, hypoteesien tekeminen, ennustaminen, työskentelytaidot, mittaaminen, havainnointi, luokittelu, arviointi johtopäätökset, perusteleminen sekä tulosten kirjaaminen, tarkastelu ja esittäminen. Prosessitaidot vahvistavat kemian käsitteiden ymmärtämistä.<sup>1,27</sup> Uudistetussa taksonomiassa prosessitaitojen voidaan ajatella kuuluvan osittain ymmärtämisen osa-alueeseen ja osittain soveltamiseen, riippuen tarkasteltavasta prosessista eli kokeellisen työn luonteesta.<sup>13</sup>

### 3.3.3 Sovellukset

Soveltaminen sijoittuu uudistetussa taksonomiassa kolmannelle portaalle. Bloomin taksonomiassa eteneminen portaalta toiselle edellyttää alempien portaiden hallintaa. Näin ollen ilman käsitteistöä ja prosessitaitoja ei opiskelija kykene osoittamaan soveltamistaitojaankaan täysin.<sup>13</sup> Soveltamisen taito on merkittävä osa kemian oppimisen arviointia, sillä sen avulla saadaan selville, miten hyvin aiemmin opittuja tiedot ja taidot

osataan ottaa käyttöön uudessa ympäristössä. Soveltamistaitoihin kuuluvat mm. kriittinen ajattelu, arviointitaidot, ongelmanratkaisukyky arkielämän tilanteissa ja kyky linkittää eri luonnontieteet tai muut tieteenalat toisiinsa.<sup>27</sup> Opetussuunnitelma nostaa soveltamisen osaksi jokapäiväisen elämän, ympäristön, yhteiskunnan ja teknologian ilmiöitä.<sup>1</sup>

### **3.3.4 Asenteet**

Varsinainen arviointi ei saa kohdistua opiskelijoiden arvoihin, asenteisiin tai henkilökohtaisiin ominaisuuksiin.<sup>1</sup> On kuitenkin todettu, että asenteet vaikuttavat kemian opiskeluun ja oppimiseen, joten on tärkeää, että opettaja hankkii tietoa myös tältä osalta.<sup>27</sup> Vaikka asenteita ei suoranaisesti arvioinnissa voi käyttää, eikä niillä voida perustella arvosanaa, opiskelijan on hyvä oppia tiedostamaan oma asennoituminen kemiaa kohtaan. Opiskelijan tavoitteena on oppia tunnistamaan oma osaamisensa ja asettamaan omia tavoitteitaan.<sup>1</sup> Opettajan tehtävänä on siis auttaa opiskelijaa näiden tavoitteiden saavuttamisessa ja asenteista keskusteleminen voi auttaa opiskelijaa tunnistamaan itsestään erilaisia piirteitä, jotka vaikuttavat oppimistuloksiin.

### **3.3.5 Luovuus**

Luovuuden merkitystä luonnontieteissä ei voida vähätellä. Kemiaa voidaankin pitää luovana tieteenä, vaikka se noudattaakin tietynlaisia lainalaisuuksia. Opetussuunnitelman perusteiden<sup>1</sup> tavoitteissa esiin nousevat prosessitaidot, jotka vaativat tuekseen luovuutta. Luovaa ajattelua käytetään kemiassa erityisesti käytännön työskentelyssä. Luovuutta tarvitaan hypoteesien tekemiseen, ennustamiseen ja suunnitelmien laatimiseen. Ongelmanratkaisutaito vaatii tietynlaista luovuutta, samoin kuin eri näkökulmien huomioon ottaminen ja asioiden kuvaileminen kielikuvien avulla. Kokeellisuuteen liittyy olennaisesti myös tulosten esittäminen, jolloin visualisointitaidot ja itsensä ilmaisu ovat tärkeässä roolissa.<sup>16,27</sup> Uudistetun taksonomian hierarkiassa ylimmällä portaalla on uuden luominen ja ideointi. Se edellyttää siis vaativimpia kognitiivisia taitoja.<sup>13</sup>

### **3.3.6 Kemian luonne**

Keskeisimpiä tavoitteita kemian opetuksessa on luonnontieteellisen tiedon luonteen ymmärtäminen. Tavoitteena on, että opiskelija ymmärtäisi tieteellisen tiedon luonnetta,

tiedon kehittymistä sekä oppisi tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa kemian näkökulmasta.<sup>1</sup> Arvioitavista osa-alueista kemian luonteen ymmärrys voi olla haastavin.<sup>16</sup> Kemiallinen tieto on luonteeltaan epävarmaa ja jatkuvasti kehittyvää. Luonnontieteellisen tiedon pysyvyys ja muuttumattomuus ovat virhekäsityksiä, joista opiskelijoiden tulisi päästä eroon. Kemiallinen tieto on juuri kyseisellä hetkellä paras olemassa oleva selitys kemiallisille ilmiöille. Tutkimuksen eteneminen, menetelmien kehittäminen ja kilpailuasetelma ovat myös kemian luonteen kannalta olennaisia ymmärtää. Kemian luonteen ymmärtämiseen kuuluu edellä mainittujen ohella kemian ja muiden tieteenalojen vuorovaikutuksen sisäistäminen.<sup>27</sup>

#### 4 Kokeellisuus kemian opetuksessa

Kokeellisuuteen (*practical work*) voidaan Millarin määritelmän mukaan lukea kaikki kemian opetuksen tai oppimisen aktiviteetti, jossa opiskelijat työskentelevät yksin tai ryhmissä ja tekevät havaintoja. Kokeellisuus linkittyy opiskeltavien asioiden konkretisointiin. Laajan määritelmän mukaan myös kokeelliset kirjalliset tehtävät, joita esimerkiksi ylioppilaskirjoituksissa on, voitaisiin laskea kokeellisuuteen. Siitä, kuuluvatko opettajan tekemät demonstraatiot kokeellisuuteen, tutkijat ovat eri mieltä. Toisaalta, niissäkin opiskelijat pääsevät havainnoimaan ja tekemään johtopäätöksiä, mutta toisaalta ne ovat pääosin opettajajohtoisia, jolloin opiskelijan on mahdollista olla passiivisessa roolissa.<sup>28</sup> Tässä tutkimuksessa käytetään suppeaa määritelmää ja tarkastellaan ainoastaan opiskelijoiden itsensä tekemiä konkreettisia kokeellisia töitä tai tutkimuksia. Kokeelliset tehtävät ja demonstraatiot on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

Kokeellisuus on merkittävä osa kemian opiskelua.<sup>1,28</sup> Sen käyttötarkoituksia on laaja kirjo. Kokeellisuutta pidetään usein motivointikeinona. Lisäksi sen avulla voidaan harjoitella työskentelytaitoja, syventää opittuja tietoja ja muokata opiskelijoiden asenteita kemiaa kohtaan. Kokeellisuus voidaan jakaa vielä kolmeen erilaiseen tyyppiin. Kun keskitytään erityisesti työskentelytaitojen opetteluun, voidaan puhua harjoituksista (*exercises*). Ilmiöitä voidaan tarkastella ohjeistettujen kokeellisten töiden (*experiences*) avulla ja avoimempi tehtävänanto mahdollistaa tutkimuksellisen näkökulman (*investigations*) opettamisen, jolloin painopiste on ongelmanratkaisussa.<sup>28</sup>



## 4.1 Kokeellisuuden näkyminen opetussuunnitelman perusteiden tavoitteissa

Lukion opetussuunnitelman perusteiden<sup>1</sup> pohjalta asetetuista yleisistä tavoitteista kolme nostaa kokeellisuuden merkityksen selkeästi esiin. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilas:

- *osaa muodostaa kysymyksiä tarkasteltavista ilmiöistä ja kehittää kysymyksiä edelleen tutkimusten, ongelmanratkaisun tai muun toiminnan lähtökohdiksi*
- *osaa suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia turvallisesti ja yhteistyössä muiden kanssa*
- *osaa käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia*

Lisäksi opetussuunnitelman perusteissa<sup>1</sup> todetaan, että arvosanan tulee perustua monipuoliseen näyttöön. Siinä tulee huomioida opiskelijan käsitteelliset ja menetelmälliset tiedot ja taidot. Erikseen mainitaan, että arvioinnissa tulee huomioida kokeellisen työskentelyn taidot, joiden lisäksi on huomioitava myös tiedon hankinnan ja käsittelyn taidot. Kurssikohtaiset tavoitteet tarkentavat näitä yleisiä tavoitteita kunkin kurssin sisällön mukaan.

Aikaisempiin opetussuunnitelman perusteisiin verrattuna, kokeellisuus painottuu entistä vahvemmin niin sisällöissä, tavoitteissa kuin arvioinnissakin. Lisäksi opetussuunnitelma korostaa ohjauksen merkitystä osana oppimisprosessia.<sup>12,29</sup>

## 4.2 Kokeellisuuden merkitys

Usein kuulee todettavan, että kemia on kokeellinen luonnontiede ja kokeellisuus on tärkeä osa kemian opetusta ja opiskelua. Tämä voi vaikuttaa ilmiselvältä, mutta silti väitteen voi ja se pitääkin kyseenalaistaa. Kemian voidaan helposti jakaa teoreettiseen ja kokeelliseen osaan, mikä voi johtua osittain jo pelkästään fyysisestä rajasta luokkatilan ja laboratorion välillä. Virheellisesti voidaan ajatella, kokeellisuus ja teoria ovat erillisiä osa-alueita, mutta tällainen käsitys on pelkästään kouluissa ja oppilaitoksissa. Todellisuudessa kokeellisuus ja teoria nivoutuvat tiiviisti yhteen.<sup>30</sup>

Kokeellisuus on merkittävä osa luonnontieteiden opetusta, sillä sen avulla kehittyä ymmärrys luonnontieteestä. Toisaalta opiskelijat oppivat myös arvostamaan luonnontieteiden perustumista todistamiseen ja käytännön työskentelyyn, mikäli he haluavat siinä kehittyä.<sup>31</sup>

Kokeellisuuden merkitystä pidetään itsestäänselvytenä opettajien keskuudessa, mutta käytännön toteutus ja tehokkuus voivat vaihdella merkittävästi. On tutkittu, että käytännön taidot, kuten ohjeiden noudattaminen ja laitteiden ja välineiden käyttö, ovat parempia, jos niitä on kokeellisen työskentelyn myötä päässyt harjoittelemaan, mutta toisaalta tutkimustaitojen kehittymisestä ei voida tehdä johdonmukaisia päätelmiä.<sup>12</sup>

Kokeellisten töiden skaala on laaja. Työt voivat olla hyvin tarkkaan rajattuja ja reseptimäisiä, mutta on olemassa hyvin avoimia tutkimuksia, jotka vaativat paljon kognitiivisia taitoja. Kokeellisuuden merkitystä heikentää se, etteivät tarkkaa reseptiä noudattavat laboratoriotyöt useinkaan tarjoa mahdollisuuksia yhdistää työtä osaksi suurempaa kokonaisuutta.

### **4.3 Kokeellisten töiden erilaiset luonteet**

Aiemmin opettajan tärkeimmäksi tehtäväksi on ajateltu opettaminen. Opettajan aktiivinen rooli on korostunut. Nykyään ajatellaan, että opettaminen on yhä enemmän vuorovaikutusta, jossa oppijallakin on aktiivinen rooli. Ainoastaan paljon käytettyjen demonstraatioiden, joissa opettaja näyttää ja opiskelijat seuraavat vierestä, voidaan ajatella olevan opettajajohtoista kokeellisuutta. Pääosin kokeelliset työt ovat kuitenkin oppilaskeskeisiä, sillä niissä opiskelijan aktiivinen rooli korostuu.<sup>32</sup>

Kokeellisia töitä voidaan lähestyä oppilaslähtöisyyden lisäksi monesta eri näkökulmasta (Taulukko 4). Kokeelliset työt voivat olla hyvin reseptimäisiä ja tällöin ne ovat usein luonteeltaan todentavia. Niissä kokeen lopputulos on ennalta tiedossa ja ohjeet toiminnalle ovat valmiiksi annettu. Tällaisissa kokeellisissa töissä opiskelija tekee deduktiivista päättelyä. Töiden luonnetta voi kuitenkin muuttaa siten, että lopputulos on opettajalla tiedossa, mutta opiskelijoilla ei. Tällöin voidaan puhua koko keksintöperustaisesta tai ongelmaperustaisesta kokeellisesta työskentelystä. Näiden ero on ainoastaan siinä, että keksintöperustaisessa työskentelyssä menettelytapa on valmiiksi annettu, kun taas ongelmaperustaisessa opiskelijat joutuvat kehittämään menetelmää itse. Samalla se vaikuttaa käytettyyn päättelytapaan. Lähimpänä tieteen tekemistä on

tutkimuksellinen lähestymistapa. Siinä opiskelijat saavat kehittää itse tutkimuskohteen, jota valitsemallaan menetelmällä lähtevät tutkimaan. Tällöin myöskään opettaja ei tiedä lopputulosta, vaan työ on luonteeltaan hyvin avoin.<sup>33</sup>

Taulukko 4. Lähestymistavat erilaisiin kemian kokeellisiin töihin.<sup>33</sup>

Lähestymistapa	Lopputulos	Päätelytapa	Menettelytapa
Todentava ( <i>Expository</i> )	Ennalta tiedossa	Deduktiivinen	Valmiiksi annettu
Tutkimuksellinen ( <i>Inquiry</i> )	Avoin	Induktiivinen	Opiskelijoiden kehittämä
Keskintöperustainen ( <i>Discovery</i> )	Opettajalla tiedossa, opiskelijoilla ei	Induktiivinen	Valmiiksi annettu
Ongelmaperustainen ( <i>Problem-based</i> )	Opettajalla tiedossa, opiskelijoilla ei	Deduktiivinen	Opiskelijoiden kehittämä

On huomattu, että kokeellisiksi töiksi valikoituvat usein sellaiset työt, jotka voidaan luokitella taksonomiassa alemman ajattelutason tehtäviksi. Tällaiset työt vaativat opiskelijalta muistamista, ymmärtämistä ja perusteiden rutiininomaista soveltamista. Nämä perinteisesti kokeelliset työt ovat usein luonteeltaan todentavia. Todentavien töiden ongelma on se, että opiskelijat keskittyvät ainoastaan saamaan oikean vastauksen. Melko pieni osa töistä on avoimia, vaikka tarkoitus on tutustuttaa opiskelijat tieteen tekemiseen, missä harvoin täsmälleen oikeita vastauksia on.<sup>30</sup> Kaikille lähestymistavoille (Taulukko 4) on olemassa soveltuva tilanne. Usein ensin täytyy harjoitella kokeellisia töitä, jotta menetelmät ja laitteistot tulevat tutuiksi, ja vasta sen jälkeen on mahdollista siirtyä kohti avoimempia tutkimuksia.

#### 4.4 Tutkiva oppiminen

Tutkiva oppiminen on erittäin tyypillistä luonnontieteille. Se pohjautuu ihmisen synnynnäiseen uteliaisuuteen, jonka myötä kaikki tieteellinen tieto on alun perin syntynyt. Tutkivasta oppimisesta luonnontieteiden opetuksessa on puhuttu jo 1970-

luvulta lähtien, mutta käytännössä se on saanut jalansijaa vasta paljon myöhemmin. Syynä hitaaseen muutokseen on oppikirjasidonnaisuus.<sup>32</sup>

Tutkiva oppiminen voidaan määritellä monella tavalla tarkastelunäkökulmasta riippuen. Jos tarkastelu tapahtuu lopputuloksen perusteella, tutkivan oppimisen tavoitteena on löytää ristiriidaton päätelmä. Työn avoimuusasteen perusteella määritelty tutkiva oppiminen puolestaan voi olla hyvin tarkkaan ohjeistettua tai puolestaan erittäin avointa. Mitä avoimempi työ, sitä enemmän opiskelijalla on vastuuta. Tällöin työskentelyyn usein kuluu paljon enemmän aikaa, kuin opettajan valmiiksi rajaamissa tutkimuksissa, joten työt usein ovatkin jollain tavalla rajattuja. Toisaalta määrittely voidaan tehdä myös työtapojen näkökulmasta, jolloin fokus tutkimusongelman asettelussa ja opiskelijaan kohdistuvassa prosessissa, mikä tekee tutkimuksesta konkreettisen. Kemiallinen tutkimus noudattaa samaa metodologia kuin muut luonnontieteet. Se etenee tutkimuskysymyksestä ja tarkentavista kysymyksistä hypoteesiin, jonka jälkeen vuorossa on tiedon keruun tai tutkimuksen tekemisen vaihe. Tämän jälkeen data käsitellään ja päädytään mahdollisesti johtopäätöksiin.<sup>32</sup>

Lukion opetussuunnitelman perusteissa kemian opetuksen eräs lähtökohdista on elinympäristön ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Kokeellisuus monissa eri muodoissaan tukee tutkimisen taitojen oppimista sekä luonnontieteellisen tiedon luonteen hahmottamista.<sup>1</sup>

Tutkivan oppimisen ydin on siinä, että opiskelija rakentaa tietonsa itse eli hänen on ymmärrettävä opiskeltava asia. Tutkiva oppimisen avulla voidaan rakentaa opiskelijalle hyvä pohja luoda omia oppimislinkkejä ja näin ollen myös saavuttaa todellista oppimista ja ymmärtämistä. Kuten monet muutkin oppimistavat, myös tutkiva oppiminen saa opiskelijat oppimaan myös sosiaalisia vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja, ryhmä- ja yksilötyöskentelyä, luovuutta, ongelmanratkaisukykyä ja sinnikkyyttä tai vuorovaikutusta ympäröivään maailmaan.<sup>32</sup> Näitä teemoja nostaa esiin myös lukion opetussuunnitelman perusteet opetuksen yleisissä tavoitteissa.<sup>1</sup> Keskeisimpiä tavoitteita on kehittää opiskelijoiden monipuolista ajattelua. Tutkivan oppimisen myötä päästään myös paremmin käsiksi opiskelijoiden arkiseen ajatteluun ilmiöihin liittyen. Sen avulla ajattelua voidaan ohjata vähitellen tieteellisemmäksi.<sup>32</sup>

## 4.5 Ongelmalähtöinen oppiminen

Se, että oppijan ajatellaan olevan aktiivinen toimija oppimisprosessissa, luo mahdollisuuksia monille luonnontieteisiin sopiville toimintatavoille ja opetusmenetelmille. Ongelmalähtöisen oppimisen (PBL, *problem-based learning*) ydin on siitä, että lähtökohtana on ongelma tai kysymys, johon halutaan löytää ratkaisu. Perusidealtaan PBL koostuu seitsemästä eri vaiheesta:

1. ongelmaan tutustuminen
2. vieraiden käsitteiden selventäminen
3. aivoriihi eli *brainstorming*
4. ilmiön jäsentely eli selitysmallien rakentaminen
5. oppimistavoitteiden asettaminen
6. itsenäinen opiskelu
7. opitun tiedon käsittely ja arviointi<sup>32</sup>

Opettaja toimii asiantuntijana ja ohjaajana, joka auttaa opiskelijoita tarvittaessa tiedonhaussa ja vaikeiden asioiden selvittämisessä. Ongelmaperustaisilla lähestymistavoilla pyritään oppimaan asioita kokonaisuuksina. PBL-menetelmässä ja tutkivassa oppimisessä on monia yhtäläisyyksiä. Lähtökohtana kummassakin on jokin ongelma, johon on tavoitteena löytää ratkaisu. Samaa näissä on myös siinä, että kumpikin vaativat opettajalta aluksi paljon työtä, jotta ne istuvat lukio-opetukseen. Ne vaativat työtä myös opiskelijoilta, joiden täytyy oppia pois perinteisistä opetustavoista.<sup>32</sup>

## 5 Kokeellisuuden arviointi

Perinteisesti kemiaa on arvioitu kirjallisten kokeiden ja testien perusteella. Kokeen käyttämistä arviointimenetelmänä perustellaan usein sen tasapuolisuudella. Lisäksi koe arviointimenetelmänä on usein kriteereiltään selkeä niin arvioivalle opettajalle kuin arvioitaville opiskelijoillekin.<sup>2,34</sup> Arviointi täytyisi tehdä asetettujen tavoitteiden perusteella<sup>1,9</sup>

Opetussuunnitelman perusteissa korostetaan kokeellisuutta ja myös kokeellisen osaamisen arviointia.<sup>1</sup> Tikkasen<sup>16</sup> tekemän tutkimuksen perusteella myös kemian ylioppilaskokeessa on melko paljon kokeellisuuteen liittyviä tehtäviä, joissa edellytetään esimerkiksi kokeellisesti hankitun tiedon käsittelemistä tai tutkimusmenetelmän

suunnittelua. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että ideaalutilanne kokeellisten taitojen arvioimiseen olisi konkreettinen kokeellinen työ, mutta sen valtakunnallinen järjestäminen vaatisi valtavasti resursseja.<sup>16</sup> Vaikka ylioppilaskokeessa täytyy tyytyä kirjallisiin koetehtäviin, on olemassa monia eri vaihtoehtoja arvioinnin tekemiseen kemian kurssilla. Tässä luvussa käsitellään sitä, miten erilaisten työskentelytapojen eri osa-alueita arvioidaan ja millaisia välineitä opettajalla on arvioinnin toteuttamiseen.

## 5.1 Arvioitavat osa-alueet kokeellisissa töissä

Kokeellisia töitä on luonteeltaan monenlaisia ja niistä voidaan arvioida monia eri osa-alueita. Kun kokeellisen työn purkaa osiin, arvioitavia osa-alueita voivat olla esimerkiksi seuraavat:

- Tutkimusidean kehittäminen
  - Tutkimuskysymysten muodostaminen
  - Hypoteesien tekeminen
- Kokeen tai tutkimuksen suunnittelu ja toteutus
  - Työturvallisuus
  - Työskentelytavat
  - Mittausten tekeminen
  - Havainnointi
  - Tulosten käsitteleminen ja esittäminen suullisesti ja kirjallisesti
- Johtopäätösten tekeminen
  - Tulosten mallintaminen
  - Tulosten analysointi
  - Työn onnistumisen arviointi
  - Johtopäätösten tekeminen tulosten perusteella ja tulosten soveltaminen.<sup>35–37</sup>

Näiden lisäksi kokeellisen työskentelyn avulla voidaan arvioida myös kognitiivisia taitoja, kuten ongelmanratkaisukykyä, päätöksentekotaitoja, yhteistyö- ja vuorovaikutustaitoja, lähdekriittisyyttä sekä luovaa ajattelua, jotka myös löytyvät opetussuunnitelman perusteista.<sup>1,37</sup> Avoin tutkimus voi sisältää kaikki nämä osa-alueet, kun taas pienemmät työt voivat sisältää työn luonteesta riippuen yhden tai useamman osa-alueen.

## 5.2 Arvioinnin välineet

Arviointitavan valintaan vaikuttaa ensisijaisesti se, mikä kokeellisen työskentelyn tavoitteeksi on valittu. Kemian oppimista arvioidessa täytyy päättää, arvioidaanko tietämistä, varsinaista kokeellista työskentelyä vai kemiallisen tiedon ymmärtämistä. Joissain tapauksissa voi olla perusteltua arvioida näitä kaikkia yhtenä kokonaisuutena. Erilaisia tavoitteita täytyy arvioida erilaisin menetelmin.<sup>7</sup> Esimerkiksi työskentelytaitoja ja työturvallisuuden huomioimista työskentelyn aikana ei voida luotettavasti arvioida palautettavan kirjallisen tuotoksen perusteella tai koetehtävällä. Luvussa 5.1 esiteltujen osa-alueiden arviointiin voidaan käyttää monia eri välineitä, joita esitellään seuraavissa alaluvuissa.

### 5.2.1 Prosessityöskentelyn arviointi

Kokeellinen työskentely on usein prosessimaista työskentelyä. Sen luonteeseen siis voi kuulua se, ettei työskentelyä saada yhdellä kerralla valmiiksi, tai toisaalta se voi tarkoittaa sitä, että työskentely koostuu monista eri osa-alueista soveltaen monipuolisesti eri tietoja ja taitoja. Jos tällaisesta työskentelystä arvioidaan ainoastaan lopputulosta ja sen oikeellisuutta, jää helposti iso osa prosessin eri vaiheista täysin arvioinnin ulkopuolelle. Kaikkien työskentelyvaiheiden huomioiminen arvioinnissa antaa paljon enemmän tietoa osaamisesta kuin pelkkä lopputuloksen tarkastelu. Prosessia arvioidaan koko työskentelyn ajan ja lopussa luodaan kokonaiskuva prosessin sujuvuudesta. Jotta arviointi olisi oppimisen tukena koko prosessin ajan, on hyvä muistaa myös väliarvioinnin merkitys, jotta opiskelija voi kehittää toimintaansa prosessin aikana. Yksi tapa jaotella prosessin arviointia on arvioida prosessin aikana yksilöä ja lopussa vasta koko ryhmää.<sup>7</sup>

Prosessimaisen työskentelyn arviointikriteerit voidaan jakaa osiin seuraavasti:

1. Valmisteluvaihe: Arvioidaan esimerkiksi ongelman kehittelyä, rajaamista, suunnitelman laatimista ja mahdollisia kirjallisuushakuja.
2. Toteutusvaihe: arvioinnin kohteena ovat esimerkiksi teoriaosan muodostaminen, käytännön työskentely sekä lähteiden ja materiaalien käytön monipuolisuus
3. Raportointivaihe: Arvioidaan esimerkiksi loppuraporttia, työskentelypäiväkirjaa, argumentointia ja tulosten luotettavuutta.

Arvioinnin monipuolisuus riippuu kyseessä olevasta työstä ja kriteerejä voi mukauttaa tarpeeseen sopivaksi. Tärkeää on kuitenkin se, että opiskelijat tietävät etukäteen kriteerit, joiden mukaan heitä arvioidaan.<sup>7</sup>

## 5.2.2 Laboratoriopäiväkirja

Laboratoriopäiväkirja, työvihko tai –kirja on tärkeä osa luonnontieteellisen tutkimuksen tekemistä. Päiväkirjana voi toimia aivan tavallinen vihko tai sen tekemisessä voidaan hyödyntää tieto- ja viestintäteknologiaa. Siihen opiskelija kirjoittaa muistiinpanoja työskentelystään kronologisessa järjestyksessä. Laboratoriopäiväkirjaan kirjoitetaan työstä riippuen muistiin esimerkiksi seuraavia asioita: alustava suunnitelman, työvaiheet, käytetyt välineet, koejärjestelyt, menetelmät sekä reagenssit, havainnot työn aikana, työn tulokset, ja johtopäätökset. Laboratoriopäiväkirjaan voidaan liittää myös kuvia. On parempi ohjeistaa kirjoittamaan muistiinpanoja jokaisesta mahdollisesta asiasta työskentelyn aikana, sillä myöhemmin on helpompi karsia tarpeellista tietoa kuin keksiä sitä lisää.<sup>7,37,38</sup> Päiväkirjamalleja on monia ja niitä voi soveltaa omiin tarkoituksiinsa esimerkiksi yliopistojen ohjeistuksista.<sup>38</sup>

Laboratoriopäiväkirja pohjautuu luonnontieteellisen tutkimuksen keskeiseen piirteisiin, toistettavuuteen ja raportointiin. Muistiinpanot olisi tarkoitus kirjoittaa siten, että vähintään vertainen voi ymmärtää, miten työ on suoritettu, ja kykenisi toistamaan koejärjestelyt. Päiväkirjasta on hyötyä, mikäli kokeellisesta työstä on tarkoitus kirjoittaa kirjallinen raportti tai laajempi työselostus.<sup>37,38</sup> Muistiinpanojen perusteella opettaja saa tukea tekemilleen havainnoille. Sen avulla saadaan tietoa työskentelyvaiheista ja voidaan seurata opiskelijan kehittymistä kurssien edetessä. Päiväkirjaa voidaan arvioida sellaisenaan tai se voidaan liittää osaksi esimerkiksi portfolioa. Sitä voidaan hyödyntää myös itsearviointia ja vertaisarviointia tukevana materiaalina.<sup>7</sup>

## 5.2.3 Kirjalliset tutkimusraportit

Työselostukset ja raportit voivat olla lyhyitä lomakemaisia täytettäviä pohjia tai laajoja, pohdiskelevia tutkielmia, jotka yhdistävät käytännön työskentelyn ja kemiallisen teoriataustan. Työselostuksen tarkoituksena on viimeistellä muistiinpanot ja sen avulla voidaan julkistaa työn tulokset.<sup>7,37</sup>



Taulukko 5. Esimerkki tutkimusraportin peruskaavasta.<sup>37</sup>

<b>Tutkimusraportin osa</b>	<b>Merkitys</b>
1. Otsikko	Kertoo lyhyesti mistä tutkimuksessa on kyse.
2. Tiivistelmä	Tarjoaa lukijalle maistiaisen tutkimuksesta kertoen kaiken oleellisen lyhyesti. Kirjoitetaan yleensä viimeisenä.
3. Sisällysluettelo	Esittelee tutkielman rakenteen. Käytetään yleensä laajoissa, usean sivun mittaisissa tutkielmissa.
4. Johdanto	Kertoo lukijalle selkeästi tutkimusongelman lähtökohdan ja taustatietoja tutkimukseen liittyen.
5. Aineisto ja menetelmät	On tutkimuksen käytännön osa, joka vastaa kysymyksiin: Mitä tehtiin? Miksi tehtiin? Missä tehtiin? Mitä apuvälineitä käytettiin?
6. Tulokset	Esittelee tutkimuksen tulokset ja havainnot lyhyesti, kaavioina, taulukoina tai sanallisesti. Sisältää myös mahdolliset laskutoimitukset.
7. Johtopäätökset tai tulosten tarkastelu	Peilaa tuloksia suhteessa hypoteesiin ja aikaisempiin tutkimustuloksiin. Avainasemassa on tehtyjen johtopäätösten perusteleminen.
8. Yhteenveto	Tiivistää lyhyesti johtopäätökset, mikäli tulosten tarkastelu on hyvin pitkä
9. Kiitokset	Mainitsee henkilöt, jotka ovat edesauttaneet tutkimuksen teossa. Käytetään usein virallisissa tutkimuksissa.
10. Kirjallisuusluettelo	Tarjoaa lukijalle mahdollisuuden löytää tutkimuksen pohjalla käytettyä materiaalia (viittaukset myös tekstissä)

Tutkimusraportin tekemiseen on hyvä antaa selkeät ohjeet ja kriteerit, jotta myös sen arviointi on helpompaa. Yleispätevä kaavaa käytetään tieteellisissä julkaisuissa ja sitä voidaan soveltaa myös lukion kemian kursseille. Tutkimusraportin kaava (Taulukko 5) mukailee tutkimuksen etenemistä.<sup>37</sup> Peruskaavaa voi soveltaa monin eri tavoin. Jokaisesta kokeellisesta työstä ei välttämättä ole mielekästä tehdä laajaa tutkimusraporttia. Tämän peruskaavan avulla opettaja voi laatia kokeelliseen työhön sopivan lomakkeen, jossa voi painottaa haluamiaan asioita. Opiskelijoiden on helppo ja nopea täyttää lomakepohja. Riippuen kokeellisesta työn luonteesta, voidaan keskittyä kirjoittamaan esimerkiksi tietty osa raportista.

Esimerkiksi suoraviivaiset, lyhyet ja reseptimäiset kokeelliset työt voidaan raportoida hyvin tarkasti valmiin lomakkeen kanssa. Lomakkeen etuja ovat nopeus, selkeys ja se, että sillä voidaan painottaa selkeästi tiettyä osa-aluetta, esimerkiksi laskutoimituksia. Lisäksi ne ovat myös opettajalle nopeita kommentoitavia. Johdattelevien lomakkeiden huono puoli voi olla se, että suppea raportti jää helposti pintapuoliseksi. Erityisesti avoimet työt, joissa oppilailta vaaditaan omaa suunnittelua, vaativat kenties laajemman tutkimusraportin. Laajojen tutkimusraporttien etuna on se, että niiden avulla opettaja saa tietoa syvemmästä ymmärryksestä ja opiskelija joutuu käsittelemään ja miettimään työhön liittyviä asioita vielä kokeellisen työn jälkeenkin. Haasteena on se, että laajojen raporttien teettäminen on työlästä niin opiskelijalle kuin opettajallekin. Raporttien kommentoiminen on aikaa vievää.

#### **5.2.4 Havainnointi**

Havainnointi on keino, jota opettajat hyödyntävät tiedostamattakin. Havainnointia hyödynnetään usein silloin, kun puhutaan tuntiaktiivisuuden vaikutuksesta arvosanaan. Tällöin opettaja on oppituntien aikana tehnyt havaintoja, joiden perusteella hän tekee päätelmät kunkin aktiivisuudesta. Havainnointi arviointimenetelmänä ei ole kuitenkaan helppo. Sen tulisi vastata laatukriteerien (luku 2.4.1) vaatimuksiin, mutta se on silti subjektiivinen tapa arvioida. Usein on helpompaa valita havainnoinnin sijaan kirjallinen tuotos kokeellisen työskentelyn arvioitavaksi.<sup>34</sup>

Chabalengula *et al.*<sup>34</sup> ovat kehittäneet näyttöön perustuvan arviointitavan (PBLAT, *Performance-Based Lab Assessment Technique*) alun perin biologian laboratoriotöihin, mutta menetelmää voidaan soveltaa myös muihin kokeellisiin luonnontieteisiin. PBLAT-menetelmällä voidaan arvioida opiskelijan kykyä tehdä havaintoja, taitoa käsitellä välineitä ja koota laitteistoja, työturvallisuutta reagenssien kanssa sekä kommunikointi- ja yhteistyötaitoja. Lisäksi PBLAT soveltuu hypoteesien tekemisen, muuttujien tunnistamisen ja kontrolloinnin sekä mittaustulosten tulkitsemisen arviointiin. Arviointi PBLAT:a hyödyntämällä on yksilöllistä ja opettaja voi nähdä tarkalleen opiskelijan taidot yksi kerrallaan. Samaa tietoa ei voida saada tutkimusraporttien perusteella. Työskentelytaitojen ja prosessin tai käsitteiden ymmärtämisen osoittaminen on tärkeää myös opiskelijoille. He haluavat näyttää omaa konkreettista osaamistaan.<sup>34</sup> Havainnoimalla tehtävää arviointia helpottaa, kun on olemassa työhön liittyvät valmiit

kriteerit. PBLAT:a mukaillen voi laatia omaan käyttötarkoitukseensa sopivan lomakepohjan havainnoinnin tueksi (Taulukko 6).

PBLAT-menetelmä soveltuu töihin, joissa materiaalit ja reagenssit ovat oppilaiden saatavilla. Havainnointia tehtäessä opiskelijaryhmä ei saa olla liian suuri, sillä muuten yksittäisten oppilaiden havainnointi vaikeutuu. Havainnointi voi olla myös eräs arviointimenetelmä, kun käytetään pistetyöskentelyä. Silloin opettaja voi valita tarkkailtavan pisteen ja kun opiskelijat tulevat pisteelle joko yksin tai pienissä ryhmissä, on helppo ottaa yksittäisiä opiskelijoita ja heidän työskentelyään tarkastelun kohteeksi.<sup>34</sup>

Opiskelijoille on tärkeää se, että voi osoittaa erilaista osaamista, kuten työskentelytaitojaan sekä prosessien ja käsitteiden ymmärtämistä laboratoriotyöskentelyn aikana. Käytännön työskentelytaitoja ei voida osoittaa pitkissäkään raporteissa. Vaikka opiskelija osaisi kirjoittaa erinomaisia raportteja, hänen työskentelytaitonsa eivät välttämättä ole yhtä hyvällä tasolla. Sama pätee myös toisin päin: raporttien kirjoittaminen voi olla tuskallista, mutta käytännössä työskentely saattaa silti sujua mutkattomasti.<sup>34</sup>

Taulukko 6. Esimerkkilomake havainnoinnin tueksi, kun kyseessä titraaminen. Mukailtu PBLAT-mallista.<sup>34</sup>

<b>Oppilaan nimi</b>	<b>Kurssi</b>	
<b>Työ</b>	<b>Opettajan kuittaus</b>	
<b>ARVIOITAVAT TYÖSKENTELYTAIDOT</b>	<b>Pisteet</b>	<b>Huomautukset</b>
<b>Valmistelu</b>		
a) Työohjeen lukeminen		
b) Välineiden valinta, laitteiston kokoaminen		
c) Näytteen valmistelu		
d) Titrantin valinta		
<b>Työturvallisuus</b>		
a) Liikkuminen laboratoriossa		
b) Reagenssien käsittely		
c) Välineiden käsittely		
d) Välineiden puhdistaminen		
<b>Työn suorittaminen</b>		
a) Byretin täyttäminen		
b) Mitta-asteikon lukeminen		
c) Titrausnopeus		
d) Päätepisteen löytäminen		
e) Mittatuloksen kirjaaminen		
f) Tuloksen laskeminen		
g) Tuloksen luotettavuuden arvioiminen		
<b>Muut taidot</b>		
a) Työnjako		
b) Kommunikointi		
c) Muiden huomioiminen		
<b>KOKONAISUUS</b>		
<b>Muita kommentteja</b>		

**PISTEYTYYS** 3 = Erinomaiset taidot 2 = Hyvät taidot 1 = Tyydyttävät taidot 0 = Ei voida arvioida

### 5.2.5 Suulliset esitykset

Laboratoriotöistä raportoidaan perinteisesti kirjallisessa muodossa. Lukion opetussuunnitelman perusteiden tavoitteissa mainitaan se, että opiskelija osaa käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia. Lisäksi opiskelijan tulisi osata käyttää tietolähteitä monipuolisesti ja arvioida niitä kriittisesti. Johtopäätösten tekeminen ja ilmaiseminen kemialle ominaisilla tavoilla sekä se, että opiskelija ymmärtää tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa kuuluvat myös lukion kemian tavoitteisiin. Oppiainekohtaisten tavoitteiden lisäksi opetussuunnitelman perusteiden yleisissä tavoitteissa mainitaan, että lukio-opiskelun on tarkoitus kehittää myös vuorovaikutus, yhteistyö- ja ilmaisutaitoja. Suulliset esitykset voivat olla yksi tapa arvioida näiden tavoitteiden saavuttamista.<sup>1</sup>

Suullisten esityksien arviointiin tarvitaan kriteerit, kuten mihin tahansa muuhunkin arviointitapaan. Suullisia esityksiä voidaan arvioida esimerkiksi alla olevan taulukon mukaisin kriteerein (Taulukko 7).<sup>39</sup>

Taulukko 7. Suullisen esityksen arviointikriteerit<sup>39</sup>

Teema	Kriteerit
Sisältö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esityksen selkeys ja asiallisuus</li> <li>• esityksen tarkoitus tulee esiin</li> <li>• tiedon esittäminen visuaalisesti</li> <li>• luokkatovereiden kysymyksiin vastaaminen</li> </ul>
Organisointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aloitus, rakenne, lopetus</li> <li>• ajoituksen onnistuminen</li> <li>• kaikki tiimin jäsenet mukana esityksessä</li> </ul>
Kommunikointitaidot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kieli asiallista ja täsmällistä</li> <li>• katsekontakti</li> <li>• sopiva puhenopeus</li> <li>• sopiva äänenvoimakkuus ja kehonkieli</li> </ul>

## 5.2.6 Itsearviointi ja vertaisarviointi

Itsearvioinnin käyttäminen arviointimenetelmänä on tehokas tapa havainnollistaa opiskelijoille heidän omaa osaamistaan ja auttaa heitä saamaan realistinen kuva omista taidoistaan. Itsearviointi vaatii harjoittelua ja sitä auttaa selvät työskentelylle asetetut kriteerit. Itsearviointi sopii kaikenlaiseen työskentelyyn, kunhan kriteerit muutetaan tarkoitukseen sopiviksi.<sup>40</sup>

Vertaisarviointi sopii esimerkiksi ryhmässä tehtäviin kokeellisiin töihin, jolloin ryhmän jäsenet voivat arvioida toisiaan. Vertaisarvioinnista on hyötyä erityisesti silloin, jos ryhmäkoot ovat suuret, eikä opettaja ehdi havainnoimaan kaikkien ryhmien toimintaa riittävästi.<sup>20</sup> Vertaisarviointi tarvitsee onnistuakseen arviointikriteerit ja mahdolliset apukysymykset, jotta vertaisarvioinnin tekeminen onnistuu.<sup>20,40</sup> Seuraavassa taulukossa (Taulukko 8) on esitetty eräs tapa rakentaa arviointikriteerit ryhmätyöskentelyyn, jossa ryhmän jäsenet arvioivat toistensa työskentelyä.

Taulukko 8. Vertaisarvioinnin kriteerit ja kysymykset ryhmätöihin.<sup>40</sup>

Arviointikriteerit	Kysymykset vertaisarviointiin
Valmistautuminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Näkikö henkilö vaivaa valmistautumiseen?</li> </ul>
Osallistuminen ryhmän keskusteluun	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osallistuiko henkilö keskusteluun aktiivisesti vai ei?</li> </ul>
Asennoituminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oliko henkilö halukas oppimaan ja opettamaan ryhmässä?</li> <li>Halusiko hän ryhmän onnistuvan työssä?</li> </ul>
Läsnäolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oliko henkilö paikalla ryhmän tapaamisissa?</li> </ul>
Yleinen kemian tietämys	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osoittiko henkilö riittävää kemian tietämystä suhteessa muuhun ryhmään?</li> </ul>
Sihteerinä toimiminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tekikö henkilö muistiinpanoja huolellisesti ja oikein?</li> <li>Kuinka suuren osan ajasta hän teki muistiinpanoja</li> </ul>
Johtajana toimiminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asettiko henkilö ryhmätapaamisille tavoitteen?</li> <li>Johtiko hän tapaamisia?</li> <li>Kuinka suuren osan ajasta toimi ryhmän johtajana</li> </ul>

Ryhmä voi arvioida ryhmän jäsenten vertaisarvioinnin lisäksi myös ryhmän toimintaa kokonaisuutena. Lisäksi ryhmän toiminnan arvioinnin tueksi voi esittää seuraavia kysymyksiä:

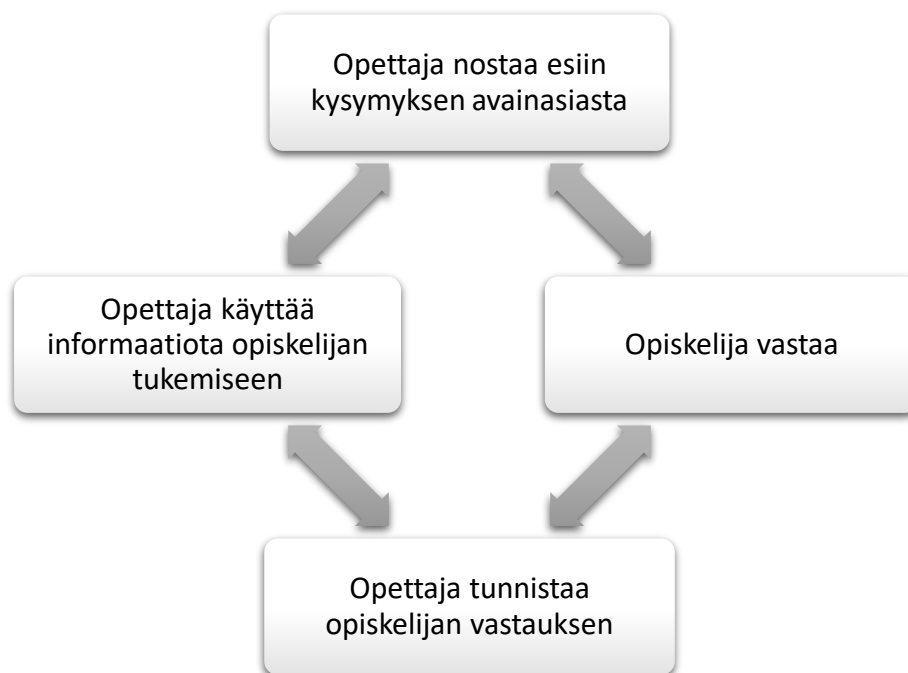
- Oliko ryhmän jokainen jäsen aktiivinen tänään? Kerro miten oli tai miksi ei ollut?
- Ymmärsivätkö kaikki ryhmän jäsenet materiaalin päivän kokeelliseen työskentelyyn? Miten ryhmä varmisti, että kaikki olivat ymmärtäneet? Mitä ryhmä olisi voinut tehdä toisin?
- Mainitse kolme asiaa, jotka ryhmäsi voisi tehdä toimiakseen tehokkaammin.
- Mainitse jokaisen ryhmäläisen antama panos yhteiselle ryhmätyölle?
- Mitä rakentavaa palautetta jollekin ryhmän jäsenelle voisit antaa?
- Miten ryhmä toimisi paremmin seuraavalla kerralla?<sup>40</sup>

Opettajan roolia ei kuitenkaan voi täysin sivuuttaa näitä arviointitapoja käytettäessä. Jos arvioinnin tarkoitus on kehittää opiskelijan osaamista, opettajan tehtävä on auttaa opiskelijoita omaksumaan itse- ja vertaisarvioinnin avulla saatua palautetta.<sup>19</sup> Koska opiskelijat pystyvät tekemään itsestään hyvin tarkan itsearvioinnin opettajan tuella ja pitkän harjoittelun tuloksena<sup>22</sup>, voisi ajatella että sama pätee myös vertaisarviointiin.

### 5.2.7 Arviointikeskustelut

Jatkuva formatiivinen arviointi näkyy luokkahuoneissa sellaisena oppimisympäristönä, joka auttaa opettajia keräämään tietoa oppimisesta esimerkiksi luokassa käytyjen keskustelujen perusteella. Tällaista keskustelua voidaan kutsua arviointikeskusteluksi, joka on vapaamuotoista arviointia. Arviointikeskustelujen myötä opettajat pääsevät lähemmäs opiskelijoiden käsityksiä, heidän mielikuvituksissaan olevia malleja, opiskelustrategioita, kielenkäyttöä sekä kommunikointitaitoja.<sup>41</sup>

Arviointikeskusteluilla on kolme peruspiirrettä vapaamuotoisessa arvioinnissa. Informaation esiin tuominen, tunnistaminen ja tiedon käyttäminen. Arviointikeskusteluja voidaan kuvata syklinä, jossa opettaja nostaa esiin kysymyksen, opiskelija vastaa kysymykseen, opettaja tunnistaa opiskelijan vastauksesta osaamisen ja lopulta käyttää saamaansa informaatiota opiskelijan oppimisen tukemiseen. Tämä sykli on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 4).<sup>41</sup>



Kuva 4. Arviointikeskustelun sykli<sup>41</sup>

Opettaja voi esittää opiskelijalle kysymyksiä esimerkiksi kokeellisen työn keskeisimmistä kohdista. Kysymykset voivat olla epämääräisiä väitteitä tarkentavia tai keskustelun tasoa nostavia. Opiskelijan vastauksen tunnistamisen ja siihen reagoimisen ajatellaan olevan olennainen osa keskustelua, sillä sen avulla opiskelija tuntee itsensä osalliseksi keskustelussa. Lisäksi se mahdollistaa sen, että opettaja voi tuoda esiin välttämättömiä näkökulmia opiskelijan osallistumisesta. Oppilaalle se antaa mahdollisuuden arvioida opettajan tulkinnan oikeellisuutta. Saamallaan informaatiolla opettaja voi tarjota oppilaalle täsmällistä palautetta oppimisesta ja oppilas voi hyödyntää sitä pyrkiessään tavoitteisiinsa. Opettaja voi myös ohjata tai korjata opiskelijan ajattelua oikeaan suuntaan. Arviointikeskustelut ovatkin erinomainen formatiivisen arvioinnin tukena.<sup>41</sup>

Arviointikeskustelu ei ole pelkkä arvioinnin väline, jonka avulla annetaan arvosanaksi ”erinomainen” tai ”hyvä”, vaan arviointikeskustelut sopivat jatkuvan arvioinnin palautteen antamiseen. Arviointikeskustelut sopisivat myös opiskelijoiden itsearvioinnin oheen, sillä itsearviointien harjoittelu on tärkeää. Opettajan ja oppilaan arviointikokemusten vertaaminen tuo lisäinformaatiota kummallekin osapuolelle.<sup>22</sup> Hyödyntämällä arviointikeskustelua kokeellisen työskentelyn arvioinnissa, opiskelija



pääsee selittämään omaa työskentelyään, ja tällöin se voi näyttäytyä opettajallekin eri tavoin.

Arviointikeskustelua osana arvosanan muodostumista on hyödyntänyt esimerkiksi Kuopion Klassillisen lukion kemian opettaja Juha Väätäinen.<sup>42</sup> Väätäinen toteutti kurssin arvioinnin siten, että mukana oli muun muassa opiskelijan tekemä itsearviointi, palautettavia töitä sekä opiskelijan kanssa käyty arviointikeskustelu. Arviointikeskustelussa opettaja ja opiskelija keskustelivat yhdessä kurssista annettavasta arvosanasta itsearvioinnin pohjalta.<sup>42</sup>

### 5.3 Kokeellisen työskentelyn arvioinnin haasteet

Edellä on esitelty erilaisia tapoja arvioida kokeellista työskentelyä. Luvuissa 5.2.1-5.2.7. esitellyt arviointitavat ovat esimerkkejä, eikä niitä kaikkia voida hyödyntää kaikkien osaamistavoitteiden arvioinnissa. Arviointimenetelmän valinta riippuu siitä, mitä halutaan arvioida.<sup>7</sup> Arviointia suunniteltaessa voidaan peilata tavoitteita Bloomin uudistettuun taksonomiaan (Luku 2.2), kun mietitään halutaanko kokeellisella työllä arvioida tietämistä, ymmärtämistä, työskentelytaitoja, soveltamista vai näitä kaikkia. Jos arviointimenetelmän valinta epäonnistuu, saadaan epäluotettavaa tietoa opiskelijan osaamisesta.<sup>7</sup>

Kokeellisia töitä on monia erilaisia. Laajan kirjon vuoksi kaikkia kokeellisia töitäkään ei voida arvioida samalla tavalla. Kokeellinen työ voi olla todella tarkkaan strukturoitu, reseptimäinen, tai toisaalta se voi olla hyvin avoin ja tutkimuksellinen. Toisaalta työt voivat olla yksin tai parin tai ryhmän kanssa tehtäviä, jolloin taas mitataan erilaisia työskentelytaitoja. Erilaiset työtavat tuovat esiin erilaista osaamista. Reseptimäisillä töillä voidaan mitata käytännön työskentelytaitoja, kun taas tutkimuksellisemmilla, avoimen tehtävänannon kokeellisilla töillä mitataan enemmän ymmärtämistä ja soveltamisen taitoja. Näiden eri tavoitteiden mittaamiseen ei välttämättä sovellu sama arviointimenetelmä.<sup>32,43</sup>

Kokeellisen työskentelyn arvioinnista haastavaa tekee se, ettei sen tekemiseen ole olemassa valtakunnallisia arvosteluperusteita.<sup>37</sup> Lukion opetussuunnitelman perusteissa edellytetään ainoastaan arvioinnin monipuolisuutta.<sup>1</sup> Kokeellisen työn arviointiperusteet ovat käytännössä oppilaitos- tai opettajakohtaisia. Kokeellisen työskentelyn määrän lisääntyessä myös arviointiperusteita tulisi yhdenmukaistaa, mutta sekään ei ole täysin

ongelmatonta. Arviointikriteerien tulisi tällöin olla todella spesifejä. Kuitenkaan samat kriteerit eivät aina toimi eri oppilaitoksissa samalla tavalla. Tämä johtuu esimerkiksi kokeellisiin töihin käytettävistä resursseista. Toisaalta täysin yhtenäiset arviointiperusteet olisivat opiskelijan oikeusturvaa.<sup>37</sup>

Kokeellisen työskentelyn arviointi voi olla perinteistä numeroarviointia, mutta työskentelyä voidaan arvioida myös kvalitatiivisesti. Kvalitatiivisessa arvioinnissa palautetta annetaan opiskelijalle sanallisesti, mikä korostaa tiedon ymmärtämistä ja monipuolisia käsittelytaitoja. Palautteen perusteella opiskelija voi kehittää osaamistaan jatkossa. Kvalitatiivista arviointia voi tehdä opiskelija itse, hänen vertaisensa tai opettaja. Parhaimmillaan sanallinen arviointi on sellaista, että opiskelija voi hyödyntää saamaansa palautetta esimerkiksi myöhemmissä opinnoissaan.<sup>37</sup>

Arviointimenetelmän valinta ei ole yksinkertainen prosessi. Arvioinnin tekemiseen voi käyttää yhtä menetelmää tai yhdistää useampia tapoja riippuen tavoitteesta. Kokeellisen työskentelyn arviointi mittaa erilaisia taitoja kuin kirjallisten tehtävien arviointi. Mutta jos kokeellisia töitä arvioidaan pelkästään kirjallisten tuotosten perusteella, ei ehkä saada luotettavia vastauksia. Haluttu arviointimenetelmän kannattaa valita tarkoituksenmukaisesti, jotta siitä voidaan oikeasti hyötyä. Opettajalla on valinnanvapaus niin työtapoja kuin arviointimenetelmää valittaessa.<sup>7,44</sup>

## 5.4 Yhteenveto kokeellisen kemian arvioinnista

Kokeellista työskentelyä pidetään merkittävänä osana kokeellisia luonnontieteitä, mutta sen tehokkuudesta oppimisen kannalta ei ole muodostettu selkeää mielipidettä. Kokeellisen työn avulla oppimista on vaikea tutkia, sillä se on niin laaja aihealue. Kokeellisissa töissä jäädytään helposti käytännön työskentelyn tasolle ja uuden oppiminen saattaa jäädä vähemmälle.<sup>31</sup>

Lukion opetussuunnitelman perusteissa korostetaan sekä monipuolisia työskentelytapoja että monipuolisia näyttöjä arvioinnissa. Se tarkoittaa sitä, että kokeellisuutta tulisi sisällyttää kemian lukiokursseihin ja kokeellisen työskentelyn arviointia tulisi ottaa mukaan kurssiarviointiin.<sup>1</sup>

Kun suunnitellaan kokeellisen työskentelyn arviointia, tulee ottaa huomioon työlle asetetut tavoitteet. Arviointi rakentuu näiden tavoitteiden pohjalle. Kaikissa kokeellisissa

töissä ei välttämättä ole mielekästä arvioida kaikkia osa-alueita vaan opettaja voi tehdä valinnan siitä, mitä osa-aluetta hän erityisesti haluaa kokeellisella työllä painottaa. Arviointikriteerit tulee aina esitellä opiskelijoille etukäteen. Opettaja voi arvioida ainoastaan asioita, joita hän on kertonut arvioivansa. Lisäksi arviointimenetelmä tulee valita sen mukaan, että se mittaa työlle asetettuja tavoitteita.<sup>7,44</sup>

## 6 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymyksinä tässä tutkimuksessa olivat

1. Miten kemian oppimista arvioidaan lukiossa?
2. Miten kokeellista työskentelyä arvioidaan lukiossa?
3. Miten opettajat kokevat kokeellisen työskentelyn arvioimisen?
4. Millaista tukea tai apua kokeellisen työskentelyn arviointiin tarvittaisiin?

Näiden kysymysten pohjalta pyrin selvittämään kemian oppimisen arvioimiseen liittyviä haasteita ja sitä, mihin suuntaan uudet lukion opetussuunnitelmat perusteet<sup>1</sup> ovat arviointia viemässä. Lisäksi halusin keskittyä erityisesti kokeellisen työskentelyn arviointiin ja siihen, millaiset arviointitavat soveltuvat kokeellisen työskentelyn arvioimiseen ja mitä eri asioita kokeellista työskentelyä arvioitaessa täytyy ottaa huomioon. Mielenkiintoinen näkökulma on myös se, millaista tietoa opiskelijan osaamisesta saadaan kokeellista työskentelyä arvioimalla.

Tässä tutkimuksessa näkökulmana olivat opettajien kokemukset kemian oppimisen ja kokeellisen työskentelyn arviointiin liittyen. Kyselytutkimuksessa selvitin sitä, miten kokeellista työskentelyä lukioissa arvioidaan, vai arvioidaanko sitä lainkaan. Halusin selvittää sitä, miten paljon kokeellinen työskentely mahdollisesti vaikuttaa koko kurssin arviointiin. Opettajien henkilökohtaisia kokemuksia arvioinnin tekemisestä tuli esiin myös kyselytutkimuksen kautta. Tästä syystä halusin selvittää myös sitä, mitä arvioinnin tekemisen tueksi voitaisiin opettajien mielestä tehdä.

## 7 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus tehtiin keväällä 2017 kirjallisuuteen perehtymisen jälkeen. Tutkimus tehtiin kyselytutkimuksena tutkimuslomakkeen avulla. Tässä tutkielmassa saatuja vastauksia

analysoitiin sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti. Lomaketutkimuksen etuja ovat ajan säästäminen haastatteluihin verrattuna ja toisaalta se, että jokainen vastaaja vastaa täsmälleen samoihin kysymyksiin. Lomakkeen laatimisen haasteita ovat puolestaan kysymysten asettelu, jotta saadaan halutunlaisia vastauksia. Kyselylomakkeessa kysyjä ei voi pyytää vastaajaa tarkentamaan vastaustaan, vaan vastaukset on analysoitava sellaisenaan kuin ne on annettu. Toisaalta ei voida olla varmoja vastauksen luotettavuudesta ja vastaajan motivaatiosta vastata kyselyyn. Tämä vaikuttaa vastausten laatuun.<sup>45,46</sup>

Kyselylomake jakautui neljään osa-alueeseen. Ensimmäisenä vastaajilta pyydettiin taustatietoja, jotta voitaisiin arvioida sitä, onko kysely tavoittanut erilaisia opettajia. Toinen osa lomakkeesta keskittyi kemian kurssien kokonaisarviointiin ja kolmannessa osassa pyrittiin selvittämään kokeellisten töiden osuutta kemian kursseilla. Viimeisessä osassa kysymykset painottuivat kokeellisen työskentelyn arviointiin ja sen haasteisiin. Lomakkeella (Liite 1) oli sekä Likert-asteikolla vastattavia kysymyksillä että avoimia kysymyksiä. Lomaketutkimus toteutettiin Korppi-järjestelmän Kyselyt-toiminnolla.

Likert-asteikolla kysytyjen väittämien vastauksista laskettiin keskiarvo ja keskihajonta. Avoimia kysymyksiä analysoitiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin perusteella. Aineistosta otettiin muutamia kuvaavia lainauksia osaksi tulosten tarkastelua. Valintakysymyksistä ja avoimista kysymyksistä on lisäksi laskettu frekvenssit.

## 8 Tutkimusaineisto

Kyselytutkimuslomake lähetettiin MAOL ry:n Etelä-Pohjanmaan paikalliskerhon sähköpostilistalle. Lisäksi kyselytutkimuslomake jaettiin Facebookin noin 970 jäseniseen ryhmään nimeltä Kemian opettajat -vertaisryhmä, jotta se tavoittaisi mahdollisimman paljon vastaajia. Kyselyyn vastanneita oli kuitenkin ainoastaan 23, joista 5 oli miehiä ja 18 naisia ja koko kyselyyn vastasi ainoastaan 11 vastaajaa.

Vastaajien ikäjakauma alle 26-vuotiaasta yli 55-vuotiaaseen oli tasainen. Myös työkokemus vastaajien kesken jakautui tasaisesti alle 5 vuodesta yli 20 vuoteen. Yli puolet vastaajista oli opiskellut pääaineenaan kemiaa ja kaikilla oli jokin muu luonnontiede, matematiikka tai tietotekniikka toisena opetettavana aineena.

## 9 Tulokset ja tulosten analysointi

Tässä luvussa esitellään tämän tutkimuksen tulokset. Likert-asteikolla annetut vastaukset on taulukoitu tulosten selkeyttämiseksi. Näitä ja avoimien kysymysten vastauksia analysoidaan alaluvuissa, jotka on jaoteltu kysymyslomakkeen eri osa-alueisiin: kurssin arviointiin vaikuttavat tekijät, kokeellisuus kemian kursseilla ja kokeellisen työskentelyn arviointi.

### 9.1 Kurssin arviointiin vaikuttavat tekijät

Tutkimuksen mukaan lukiossa kemian kurssiarviointia tehtäessä kurssikoe on edelleen tärkein arvosanaan vaikuttava tekijä ( $f=10$ , 23 vastaajaa). Toiseksi tärkeimpänä tekijänä tulivat työselostukset tai raportit ( $f=7$ ) sekä pienet testit kurssilla ( $f=3$ ). Kolmanneksi tärkeimpänä arvosanaan vaikuttavana tekijänä mainittiin tuntiaktiivisuus ( $f=5$ ) sekä pienet testit kurssin aikana ( $f=3$ ).

Näiden lisäksi muita arviointiin vaikuttavia tekijöitä kysyttäessä selvisi, että arviointiin vaikuttaa myös muut tekijät, kuten kotitehtävät ( $f=8$ ), laboratoriotyöskentely ( $f=8$ ), suulliset esitykset ( $f=5$ ), itsearviointi ( $f=4$ ) ja vertaisarviointi ( $f=4$ ), mutta näiden tekijöiden osuutta arvioinnissa ei tarkemmin avattu vastauksissa. Vapaamuotoisessa avoimessa kysymyksessä mainittiin edellä mainittujen lisäksi vielä laskuharjoitukset, pienimuotoiset tutkielmat, kirjalliset tuotokset ja esitelmät.

Arvosanaan vaikuttavia tekijöitä on siis vastaajilla käytössä melko paljon. Arvioinnin tekemistä ei ole tarkasti määritelty opetussuunnitelmassa, joten opettajat saavat itse päättää, miten he haluavat eri tekijöitä painottaa arvioinnissa. Painotuksissa ilmenikin paljon eroja. Suurin osa vastaajista oli suunnitellut painotuksen eri tekijöiden välillä prosentteina tai painokertoimina ( $f=8$ ), mutta painotukset vaihtelivat. Yli puolet vastaajista kuitenkin kertoi, että kokeen osuus kurssin arvosanasta oli yli 50% ( $f=7$ ). Toisaalta vastaajat kertoivat myös kokeellisen työskentelyn ( $f=3$ ) ja siitä raportoimisen ( $f=3$ ) olevan n. 10-20% koko kurssin arvioinnista. Näiden lisäksi mainittiin jatkuva arviointi, jossa opiskelijat keräävät pisteitä eri osa-alueista kurssin aikana ja arvosana muodostuu näiden perusteella ( $f=2$ ). Opettajan vapautta arvioinnin tekemisessä kuvastaa hyvin se, että osa opettajista käyttää kurssikoetta selvästi tärkeimpänä arviointitapana, mutta mukaan mahtuu myös muita tapoja. Arviointi on mahdollista järjestää myös siten,

että kurssin aikana opiskelijat keräävät pisteitä eri osa-alueista (f=2) tai esimerkiksi itsearviointille voidaan antaa reilusti painoarvoa koko kurssin arvioinnista. (f=1).

Kyselylomakkeessa pyydettiin vastaajia pohtimaan myös sitä, miten lukion opetussuunnitelman perusteiden muuttuminen on vaikuttanut arviointiin. Vastaajien mukaan tärkeimpiä seurauksia olivat arvioinnin monipuolistuminen (f=5), itse- ja vertaisarvioinnin merkityksen kasvaminen (f=2) ja ylipäättään uusien arviointitapojen kokeileminen ja kokeellisuuden lisääminen (f=2). Jotkut vastaajista kokivat, ettei opetussuunnitelmamuutos ole vaikuttanut heidän arviointiinsa (f=4).

Taustatietojen perusteella kyselyyn vastaajien urat olivat hyvin eri pituisia, mutta kaikki vastaajat kokivat kehittyneensä arvioijina. Suurin muutos vastausten perusteella on siinä, että kurssikokeen merkitys arvioinnissa on vähentynyt (f=5) ja monipuolisuus on lisääntynyt (f=4). Vastaajien mukaan arviointi kehittyy kokemuksen myötä, sillä rohkeus ja itseluottamus lisääntyvät (f=3). Kokeellisuuden arvioiminen (f=2) on myös erityisesti mainittu kehityksen kohteeksi. Lisäksi vastauksista nousee esiin se, että on tärkeää arvioida kokonaisuuksien hahmottamista (f=2) ja että yhä enemmän arvioinnista keskustellaan opiskelijoiden kanssa ennen arvosanan antamista (f=2).

*”Ranteet ovat löystyneet sopivasti – epävarmana aloittelevana opettajana luotin hyvin vahvasti kurssikokeeseen, joka oli ikäänkuin varmaa faktapohjaa. Nyt uskallan luottaa enemmän omaan näkemykseeni myös subjektiivisesti arvioitavien seikkojen osalta.”*

*”Olennaiset asiat tärkeimpiä; saivartelu turhaa. Laajat kokonaisuudet merkittäviä. Laboratoriotyöt ja muu soveltaminen koko ajan tärkeämpää.”*

Arviointikriteerit ja -tavat eivät kuitenkaan ole muuttumattomia tekijöitä opettajuudessa, vaan ne muokkautuvat jokaisen opettajan omiin tarpeisiin sopiviksi vuosien varrella. Oheisesta taulukosta (Taulukko 9) käy ilmi opettajien kokemuksia kemian oppimisen arvioinnista. Osa opettajista käyttää kaikilla kursseilla samaa arviointirunkoa ja toisilla arviointi voi olla täysin kurssikohtaista ja riippua kurssin luonteesta. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että arviointia oppii arvioimalla ja siinä kehitytään jatkuvasti.

*”Opettajalle ja oppilaalle on mielestäni mielekkäämpää, että arviointitavat vaihtuvat välillä”*

Kurssiarvosanan muodostaminen on suurimman osan vastaajista mielestä melko helppoa, mutta samaan aikaan melko työlästä. Suuret ryhmäkoot kemian kursseilla tekevät arvioinnista työläämpää ( $f=1$ ). Toisaalta myös arvioinnin monipuolistaminen työllistää, sillä huomioitavien osatekijöiden määrä kasvaa ( $f=1$ ).

Taulukko 9. Kurssiarvosana kemian kurssista. (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Asteikko 1 = Täysin eri mieltä, 2 = Osittain eri mieltä, 3 = Ei samaa, eikä eri mieltä, 4 = Osittain samaa mieltä, 5 = Täysin samaa mieltä, 6 = En osaa sanoa

VÄITE	FREKVENSSEIT						ka	kh
	f(1)	f(2)	f(3)	f(4)	f(5)	f(6)		
Käytän kaikilla kemian kursseilla samaa arviointitapaa	2	5	0	3	1	0	2,64	1,30
Teen yhteistyötä muiden kemian opettajien kanssa arviointia suunnitellessani (saman oppilaitoksen sisällä)	1	1	2	4	0	3	3,91	1,56
Kurssiarvosanan antaminen kemian kurssista on helppoa	2	1	0	7	1	0	3,36	1,30
Kurssiarvosanan antaminen kemian kurssista on vaikeaa	3	5	1	1	1	0	2,27	1,21
Kurssiarvosanan antaminen kemian kurssista on työlästä	1	3	0	5	1	0	3,20	1,25

## 9.2 Kokeellisuus kemian kursseilla

Kokeellisuuden arviointia tutkittaessa täytyy huomioida myös se, paljonko kokeellisuutta kemian kursseilla on. Vastaukset kokeellisuuden määrään ja merkitykseen liittyen on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 10). Vaikka opettajat kokevat kokeellisen työskentelyn olevan sisältöjen oppimisen apuna ja opiskelijoita motivoivana tekijänä, samaan aikaan he ovat vähän huolissaan siitä, etteivät opiskelijat osaa suhtautua kokeelliseen työskentelyyn oppimistilanteena vaan pikemmin hauskanpitoa. Tämä voi johtua siitä, että opiskelijat eivät ehkä ole tottuneet kokeelliseen työskentelyyn, ja heidän on vaikea löytää kokeellisten töiden ydin.

Kyselystä käy ilmi, että kokeellisia töitä tehdään kemian kursseilla mahdollisuuksien mukaan. Kaikki vastaajat ovat sitä mieltä, että kokeellinen työskentely opettaa monipuolisia työskentelytaitoja. Kokeellisten töiden koetaan pääosin motivoivan opiskelijoita ja auttavan kurssisisältöjen oppimisessa, joten niitä pyritään sisällyttämään

kurssiin. Suurin osa vastaajista on sitä mieltä, että kursseihin täytyy sisällyttää paljon kokeellisia töitä ja jotkin osa-alueet voitaisiin käsitellä pelkästään kokeellisten töiden avulla.

Vaikka opettajat kokevat kokeellisen työskentelyn olevan sisältöjen oppimisen apuna ja opiskelijoita motivoivana tekijänä, samaan aikaan he ovat vähän huolissaan siitä, etteivät opiskelijat osaa suhtautua kokeelliseen työskentelyyn oppimistilanteena vaan pikemmin hauskanpitona. Tämä voi johtua siitä, että opiskelijat eivät ehkä ole tottuneet kokeelliseen työskentelyyn, ja heidän on vaikea löytää kokeellisten töiden ydin.

Taulukko 10. Kokeellisuus kemian kursseilla. (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Asteikko 1 = Täysin eri mieltä, 2 = Osittain eri mieltä, 3 = Ei samaa, eikä eri mieltä, 4 = Osittain samaa mieltä, 5 = Täysin samaa mieltä, 6 = En osaa sanoa

VÄITE	FREKVENSsit						ka	kh
	f(1)	f(2)	f(3)	f(4)	f(5)	f(6)		
Kemian kursseillani tehdään paljon kokeellisia töitä	0	3	0	6	2	0	3,64	1,07
Kokeellinen työskentely motivoi opiskelijoita	0	0	0	6	5	0	4,45	0,5
Kokeellinen työskentely auttaa sisältöjen oppimisessa	0	1	0	8	2	0	4,00	0,74
Kokeellinen työskentely opettaa monipuolisia työskentelytaitoja	0	0	0	1	10	0	4,91	0,29
Jotkin aihealueet voidaan käsitellä pelkästään kokeellisten töiden avulla	2	2	0	5	2	0	3,27	1,42
Kokeelliselle työskentelylle on hyvin aikaa kursseilla	6	3	1	1	0	0	1,73	0,96
Kursseihin täytyy sisällyttää paljon kokeellista työskentelyä	0	1	2	4	3	0	3,90	0,94

*”Meidän koulussa opiskelijat arvostavat kokeellista työskentelyä harmittavan vähän vaikka tykkäävätkin siitä! Osa luulee, että kokeellisuus on ’leikkimistä’.”*

Merkittävämpänä kokeellisten töiden määrään vaikuttavana tekijänä on kyselyn perusteella aika. Kurssilla on paljon sisältöjä ja kokeellisten töiden tekeminen vaatii aikaa oppitunneilta ja teettää lisätyötä niin opettajalla kuin opiskelijoillakin. Tärkeää on keskittyä kokeellisuuteen kuitenkin siten, että se on oppimisen kannalta mielekästä, eikä käytä sitä pelkästään kokeellisuuden vuoksi.



*”Teettäisin enemmän kokeellisia töitä jos siihen olisi aikaa ja jos opiskelijoilla olisi aikaa – kokeellisuus kun vaatii mielestäni runsaasti opiskelua kotona niin ennen kuin jälkeen työn, jotta työn sisällön saisi kytettyä riittävän hyvin teoriaan.”*

### **9.3 Kokeellisen työskentelyn arviointi**

Kyselytutkimuksen viimeinen osa käsitteli kokeellisen työskentelyn arviointia lukion kemian kursseilla. Näillä kysymyksillä pyrittiin selvittämään opettajien näkemyksiä siitä, millaisena he kokevat kokeellisen työskentelyn arvioinnin. Lisäksi kysymysten avulla saatiin osviittaa siitä, miten kokeellinen työskentely arviointiin vaikuttaa. Oheisessa taulukosta (Taulukko 11) selviää se, että kokeellisella työskentelyllä pitäisi vastaajien mukaan olla painoarvoa kurssiarvosanaan. Kemian luonne kokeellisena luonnontieteenä (f=4, 11 vastaajaa) ja opetussuunnitelman asettama velvoite (f=3) tuli esiin perusteluna sille, miksi kokeellisuutta käytetään osana kurssiarviointia. Se, miten kokeellisuutta arvioidaan, vaihtelee paljon. Arvioinnin välineenä käytetään paljon kirjallisia raportteja tai työselostuksia (f=5), itse- tai vertaisarviointia (f=3) kuin havainnointiakin (f=3). Paljon vaihtelua on myös siinä, miten iso painoarvo kokeellisella työskentelyllä on arvosanaan.

*”Opiskelija valitsee itse jonkin kurssilla tehtävän työn, josta hän laatii palautettavan työraportin. Raportin pistemäärä vastaa yhtä kurssikokeen tehtävää. Tällöin opiskelija paneutuu työhön paremmin ja joutuu pohtimaan työssä tapahtuman ilmiön ja siihen liittyvän teoriaa melko perusteellisesti.”*

*”Lähinnä (kokeellinen työskentely) kääntää kurssikokeen puolikkaat sopivaan suuntaan.”*

Kyselylomakkeen vastauksista voidaan päätellä, että kokeellisen työskentelyn arviointi ei ole helppoa (f=7), mutta ei myöskään täysin vaikeakaan (f=7). Vastaajien mukaan kokeellisuutta on helppo arvioida kirjallisten palautusten, kuten työselostusten tai raporttien perusteella, sillä niitä on helppo tarkastaa ja pisteyttää (f=6), varsinkin jos raportin tekeminen on ohjeistettu huolellisesti. Opettajat kokivat kokeellisen työskentelyn arvioinnin pääosin kuitenkin myös työlääksi. Syyksi kerrottiin suuret opiskelijaryhmät (f=5) ja arviointikriteerien laatiminen (f=3). Toisaalta kemian kursseilla ei aina ole aikaa kokeellisille töille, joten kokeellista työskentelyä voi olla mahdotonta

arvioida myös siitä syystä. Joissakin lukioissa on puolestaan erilliset laboratorioskursit, joille kokeellinen työskentely jätetään lähes kokonaisuudessaan.

*”Raportin ohjeistus tulee olla riittävän yksityiskohtaista ja selkeää, jolloin arviointikin on helpompaa. Raportin laadintaa varten on annettava opiskelijoille esimerkiksi apukysymyksiä, joihin vastaukset tulee löytyä raportista.”*

Taulukko 11. Kokeellisen työskentelyn arviointi (ka = keskiarvo, kh = keskihajonta). Asteikko 1 = Täysin eri mieltä, 2 = Osittain eri mieltä, 3 = Ei samaa, eikä eri mieltä, 4 = Osittain samaa mieltä, 5 = Täysin samaa mieltä, 6 = En osaa sanoa

VÄITE	FREKVENSsit						ka	kh
	f(1)	f(2)	f(3)	f(4)	f(5)	f(6)		
Kokeellisella työskentelyllä voi olla vaikutusta opiskelijan kurssiarvosanaan korottavasti, mutta ei koskaan laskevasti	3	4	1	2	1	0	2,45	1,30
Kokeellisella työskentelyllä pitäisi olla painoarvoa kurssiarvosanaan	1	0	1	4	5	0	4,09	1,16
Kokeellisen työskentelyn arviointi on helppoa	2	5	2	1	0	1	2,55	1,37
Kokeellisen työskentelyn arviointi on vaikeaa	0	1	2	5	2	1	4,00	1,04
Kokeellisen työskentelyn arviointi on työlästä	0	1	2	6	1	1	3,91	1,00
Kokeellista työskentelyä arvioidaan aina kirjallisen työselostuksen tai raporttien avulla	2	4	3	2	0	0	2,45	0,99
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa palautetta suullisesti	0	2	3	5	1	0	3,45	0,89
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa palautetta kirjallisesti	0	5	1	4	0	0	2,90	0,94
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa numeroarvosana	1	7	1	1	1	0	2,45	1,08
Kokeellisen työskentelyn arviointiin on saatavilla riittävästi tukea	4	6	1	0	0	0	1,73	0,62
Kokeellisen työskentelyn ottaminen osaksi kurssin arviointia on tärkeää	1	0	2	2	5	1	4,18	1,34
Opiskelijoiden itsearviointia voisi hyödyntää kokeellisen työskentelyn arvioinnissa	0	0	1	6	3	1	4,36	0,77
Opiskelijoiden vertaisarviointia voisi hyödyntää kokeellisen työskentelyn arvioinnissa	0	0	0	7	3	1	4,45	0,66

Suuret ryhmät vaikuttavat myös siihen, millaisia arviointitapoja opettajat käyttävät. Kirjallisiin raportteihin turvaututaan erityisesti silloin (f=4), jos opiskelijaryhmät ovat suuria. Kirjallisten työselostusten ja raporttien arvioimisessa on helppo ottaa huomioon luvussa 2.4.1 esitelty arvioinnin laatuksiteerit. Lisäksi nämä kriteerit on helppo esitellä opiskelijoillekin etukäteen. Opettajat kokivat, että itsearviointia (f=9) ja vertaisarviointia (f=10) voitaisiin hyödyntää kokeellisen työskentelyn arvioinnissa. Moni vastaajista oli hyödyntänyt näitä vasta vähän aikaa, mutta kokivat itse- ja vertaisarvioinnin olevan hyödyllisiä arviointimenetelmiä. Itse- ja vertaisarviointia ei voidakaan hyödyntää välttämättä heti täysipainoisesti, sillä niiden tekeminen vaatii harjoittelua. Itse- ja vertaisarviointi helpottaisi erityisesti suurten opiskelijaryhmien arviointia.

*”Jos opettaja yrittää arvioida kokeellista työskentelyä, se on yleensä isojen ryhmäkokojen takia varsin haastavaa. Aikaa menee muutenkin työn ohjaamiseen. Sen takia näkisin itse- ja vertaisarvioinnin potentiaalin.”*

Moni vastaajista kokee, että kokeellisen työskentelyn ottaminen osaksi arviointia on tärkeää. Suurin osa vastaajista on kuitenkin sitä mieltä, ettei kokeellisen työskentelyn arviointia varten ole saatavilla riittävästi tukea. Oppimateriaaleissa olevat valmiit täytettävät vastauspohjat ovat olleet (f=2) työkaluna arvioinnissa, mutta muuten arvioinnin työkalut tai tuki ei ole opettajien mielestä riittävä. Vastaajista osa (f=3) kokee, ettei osaa arvioida kokeellista työskentelyä, vaikka haluaisivatkin. Erilaiset arviointimallit, ja vinkit hyväksi todetuista tavoista koetaan tärkeiksi arvioitaessa kokeellista työskentelyä.

*”Vaikeaa saada arviointia sellaiseksi, että ainakin itse huulee sitä tasapuoliseksi ja oikeelliseksi. Myös arviointi, jota olen pitänyt on juuri tekstipainotteista kun pitäisi osata sieltä tekstitä kerätä esimerkiksi havainnot. Mielestäni pitäisi arvioida työskentelyä! Koen myös, ettei minulla ole minkäänlaisia työkaluja opiskelijoiden omien tutkimussuunnitelmien tai tutkimusten tekemisen arviointiin”*

## 10 Pohdinta

Tässä luvussa kootaan vastaukset tutkimuskysymyksiin kirjallisuuden ja tehdyn tutkimuksen perusteella. Lopuksi esitetään vielä pohdintaa siitä, miten tutkimusta olisi voinut parantaa.

Kemiaa tulisi opettaa vaihtelevin opetusmenetelmin ja myös kemian oppimisen arvioinnilta edellytetään monipuolisuutta.<sup>1</sup> Tutkimuksen perusteella kemian opettajilla on käytössään laaja kirjo erilaisia arviointimenetelmiä. Arviointitapoja tuli tutkimuksessa esiin yli kymmenen erilaista. Suosituin arviointitapa on edelleen kurssikoe, mutta muut menetelmät ovat vähitellen kasvattamassa osuuttaan koko kurssin arvioinnin suhteen. Kurssikoetta puolustellaan sen tasapuolisuudella.

Trendi tuntuu olevan se, että varsinaisen kurssikokeen vaikutusta arvosanaan halutaan vähentää esimerkiksi korvaamalla iso summatiivinen kurssikoe käyttämällä arviointimenetelmänä pienempiä testejä. Opetussuunnitelmalla pyritään muokkaamaan arviointikulttuuria summatiivisesta arvioinnista kohti formatiivista arviointia<sup>1,2</sup>, mikä näkyy myös tutkimustuloksista. Useiden arviointimenetelmien yhtäaikaisen käytön etuna on se, että niiden avulla saadaan oppimisesta monipuolista tietoa.<sup>16,23</sup>

Kokeellisen työskentelyn osuutta kemian kursseilla ei ole opetussuunnitelman perusteissa määrätty tarkasti. Opettajilla on valinnanvapaus sen suhteen, miten paljon kokeellisuutta kursseihin sisällytetään. Tähän tutkimukseen vastanneet opettajat ovat sitä mieltä, että lukion kemian kursseilla ei ole riittävästi aikaa kokeellista työskentelyä varten. Tämä vaikuttaa osaltaan siihen, ettei kokeellisen työskentelyn arviointi ole vielä kovin monipuolista.

Tämän tutkimuksen mukaan opettajat arvioivat kokeellista työskentelyä usein kirjallisten palautusten, kuten työselostusten tai raporttien avulla. Nämä ovat hyviä arviointimenetelmiä silloin, kun halutaan saada tietoa opiskelijan tiedoista ja asian syvällisestä ymmärtämisestä. Työskentelytaidoista tai vuorovaikutustaidoista ei voida saada luotettavaa tietoa pelkän kirjallisten palautusten perusteella.<sup>7</sup>

Arviointimenetelmän valintaan vaikuttavat kokeelliselle työskentelylle asetetut oppimistavoitteet sekä käytettävissä olevat resurssit.<sup>7</sup> Arviointi koetaan opettajien keskuudessa tämän tutkimuksen mukaan melko helpoksi, mutta kuitenkin työlääksi. Työlästä arvioinnista tekee se, että ryhmäkoot ovat usein suuria. Suuret ryhmäkoot

vaikuttavat todennäköisesti myös siihen, millaisen arviointimenetelmän opettaja valitsee. Kirjallisille tuotoksille on mahdollista laatia selkeät kriteerit ja ohjeistus. Lisäksi ne on helppo pisteyttää kriteeristön mukaan ja tällöin arviointi on kaikille oikeudenmukaista.<sup>7,43</sup>

Käytännön työskentelytaidot ja vuorovaikutustaidot ovat kuitenkin myös lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaan arvioitavia osa-alueita.<sup>1</sup> Näiden arviointiin sopisi esimerkiksi havainnointimenetelmä PBLAT<sup>34</sup>. Havainnointia on vaikea toteuttaa suurissa opiskelijaryhmissä, joten sen tukena voisi hyödyntää opiskelijan itsearviointia sekä parien tai ryhmien vertaisarviointia.<sup>11,19,20</sup> Tähän tutkimuksen perusteella itse- ja vertaisarviointi ovat opettajilla käytössä, mutta niiden merkitys ei ole vielä kovin suuri. Itse- ja vertaisarviointi on tullut uutena arviointimenetelmänä käyttöön vähitellen. Sen käyttöönotto vaatii kuitenkin harjoittelua<sup>19,20,22</sup>, minkä vuoksi mahdollisesti sen merkitys arvioinnin kannalta kasvaa hitaasti.

Kokeellisuuden ottamista osaksi arviointia pidetään tutkimukseen osallistuneiden opettajien mukaan tärkeänä, sillä kokeellista työskentelyä arvioimalla saadaan selville erilaista tietoa opiskelijoiden osaamisesta ja oppimisesta kuin jos kurssisuorituksia arvioitaisiin esimerkiksi pelkästään kurssikokeen avulla. Kemian oppimisen arviointiin kuuluu kuusi eri osa-aluetta, jotka kaikki kuvaavat erilaista kemian osaamista.<sup>16</sup> Näiden kaikkien osa-alueiden huomioiminen arvioinnissa ei olisi mahdollista, mikäli käytössä olisi vain yksi arviointimenetelmä.

Kokeellista työskentelyn arvioinnin tulisi olla osa kurssiarviointia ja kursseista on annettava numeroarvosana.<sup>1</sup> Tutkimukseen vastanneiden opettajien mukaan kokeellisen työskentelyn tulisi vaikuttaa kurssiarvosanaan, mutta sen painoarvoon arvioinnissa ei otettu erityisesti kantaa. Kaikkia kokeellisia töitä ei välttämättä voida suoraan arvioida aina numeroarvosanalla.<sup>43</sup> Tutkimukseen vastanneiden opettajien mukaan kokeellista työskentelyä ei välttämättä edes tarvitse arvioida numeroarvosanalla, mutta siitä täytyy kuitenkin antaa kirjallista tai suullista palautetta. Arvioinnin yhtenä tavoitteena on tukea ja ohjata oppimista, minkä vuoksi opiskelijoille annetulla palautteella on suuri merkitys.<sup>3</sup> Lukion opetussuunnitelman perusteissa korostetaan jatkuvaa formatiivista arviointia<sup>1</sup> ja myös siitä syystä palautteen antaminen on tärkeää.

Opettajien vastauksista nousi esiin myös se, että monet kokevat, että heillä ei ole riittävästi työkaluja kokeellisen työskentelyyn arviointia varten. Kirjallisuudessakin todetaan, että arviointimenetelmän valinta ei ole yksinkertainen prosessi.<sup>7,44</sup> On tärkeää, että arviointi täyttää sille asetetut laatuksiteerit.<sup>16</sup> Kyselyyn vastanneet opettajat

toivoisivat malliesimerkkejä, joita voisivat soveltaa omaan käyttöönsä sopiviksi. Esimerkkejä erilaisista kokeelliseen työskentelyyn sopivista arviointitavoista on esitelty tämän tutkielman luvuissa 5.2.1-5.2.7.

## 10.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksessa saadut tulokset ovat samansuuntaisia kirjallisuuden kanssa. Opettajien vastaukset kyselylomakkeeseen olivat pääosin hyvin yhteneviä. Eroavaisuudet vastauksissa selittyvät sillä, että opettajien vastaukset perustuvat heidän omiin kokemuksiinsa. Opettajilla on työssään paljon valinnanvapautta, mikä näkyy myös arvioinnin tekemisessä ja siitä syntyvissä kokemuksissa. Myös lukioiden erilaiset resurssit kemian opetukseen vaikuttavat siihen, millaisia kokemuksia opettajilla on.

Kuitenkin tutkimuksen otanta on hyvin pieni, vaikka kyselylomaketta levitettiin laajalle. Pieni otanta laskee tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksen luotettavuutta olisi voinut lisätä keräämällä lomakkeelle enemmän vastaajia. Toinen vaihtoehto tutkimuksen luotettavuuden lisäämiseksi olisi ollut triangulaation hyödyntäminen. Tutkimusta olisi voinut laajentaa tekemällä esimerkiksi haastatteluja, joiden avulla olisi päässyt paremmin pintaa syvemmälle.<sup>46</sup> Triangulaatiota tutkimuksessa ei käytetty aikataulullisista syistä johtuen.

Tutkimuksessa käytetyllä Likert-asteikolla mielipiteiden kysyminen on melko luotettavaa. Tutkimuksessa käytetty asteikko sisälsi portaat *täysin eri mieltä - osittain eri mieltä - ei samaa, eikä eri mieltä - osittain samaa mieltä - täysin samaa mieltä* ja lisäksi lomakkeelle lisättiin vastausvaihtoehto *en osaa sanoa*. Tulosten tulkinnan kannalta sillä on eroa, onko vastaaja vastannut kysymykseen neutraalisti *ei samaa, eikä eri mieltä* vai onko hän vastannut *en osaa sanoa*. Jos lomakkeessa olisi ollut ainoastaan viisiportainen vastausasteikko, neutraaleista vastauksista voisi saada väärän käsityksen.

Tutkimus on tehty noudattaen hyvää tieteellistä käytäntöä. Kyselytutkimus tehtiin nimettömänä. Vastaajia ei ole identifioitu mitenkään, eikä heitä voi tunnistaa analysoiduista tuloksista. Tutkimukseen vastanneita on informoitu siitä, mihin ja miten tutkimustuloksia käytetään. Jokainen vastaaja on osallistunut tutkimukseen omasta vapaasta tahdostaan.

## 10.2 Jatkotutkimuksen kohteita

Arviointia yleisesti ja arvioinnin merkitystä on tutkittu paljon eri aloilla. Kemian oppimisen kannalta arviointia on tutkittu myös jonkun verran, mutta kokeellisen työskentelyn arviointia ei ole Suomessa tutkittu kovin laajasti. Kokeellisen työskentelyn arviointi on kuitenkin kasvattamassa rooliaan osana kokonaisarviointia. Jotta kokeellisen työskentelyn arvioinnista voidaan hyödyntää koko potentiaali, tulisi tutkia ja kehittää tietynlaisiin työtapoihin parhaiten sopivia arviointimenetelmiä.

Opettajien kokemusten mukaan kokeellisen työskentelyn arviointiin ei ole tarjolla riittävästi sitä tukevaa materiaalia. Tähän tutkimukseen vastanneet opettajat kaipaivat esimerkiksi arviointia varten valmiita malleja sovellettavaksi. Tämä voisi soveltua kehittämistutkimuksen aiheeksi, mikäli opettajien toiveita kokeellisen työskentelyn arvioinnin tukemisen suhteen kartoitettaisiin ensin laajemmin. Opettajien vastauksista nousi esiin kiinnostus myös täydennyskoulutukseen. Täydennyskoulutuksen kehittäminen ja toteuttaminen voisi helpottaa opettajien oikeaa työtä kouluissa.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin opettajien kokemuksiin kokeellisen työskentelyn arvioinnista. Mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi myös opiskelijoiden kokemukset siitä, millainen kokeellisen työskentelyn arviointi motivoisi heitä ja millaisesta arvioinnista he kokisivat saavansa eniten tukea ja ohjausta omaan opiskeluunsa.

## 11 Kirjallisuus

1. *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*, Opetushallitus, **2015**.  
<[http://www.oph.fi/download/172124\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2015.pdf](http://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf)> (15.1.2017)
2. Lindblom-Ylänne, S. ja Nevgi, A., *Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja*, WSOY, Helsinki, **2003**.
3. Hakkarainen, K., *Tutkiva oppiminen käytännössä : matkaopas opettajille*, WSOY, Helsinki, **2005**.
4. TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, **2018**. <<https://timssandpirls.bc.edu>> (23.3.2018)
5. *PISA - Programme for International Student Assessment*, OECD, **2018**.  
<<http://www.oecd.org/pisa/>> (23.2.2018)
6. Räisänen, A., *Oppimisen arvioinnin kontekstit ja käytännöt*, Opetushallitus, **2013**.
7. Palmberg, I., *Arviointi ja arvostelu*, kirjassa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (toim.), *Biologia eläväksi - Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, **2005**, ss. 217–243
8. Hirsjärvi, S., *Kasvatustieteen käsitteistö*, Otava, Helsinki, **1983**.
9. Atjonen, P., *Hyvä, paha arviointi*, Tammi, Jyväskylä, **2007**.
10. Halinen, I., *ym. Ajattelun taidot ja oppiminen*, PS-Kustannus, Jyväskylä, **2017**.
11. Ihme, I., *Arviointi työvälteenä: Lasten ja nuorten kasvun tukeminen*. Opetus 2000, PS-kustannus, Jyväskylä, **2009**.
12. Vaskuri, J., *Oppiennätyksistä opetussuunnitelman perusteisiin : lukion kemian kansallisen opetussuunnitelman kehittyminen Suomessa vuosina 1918-2016*, väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, kemian laitos, Jyväskylä, **2017**.
13. Krathwohl, D. R., A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Pract*, **2002**, 41, 212–218.



14. Aksela, M.; Tikkanen, G. ja Kärnä, P., *Mielekäs luonnontieteiden opetus: miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä?*, teoksessa Kärnä, P., Houtsonen, L. & Tähkä, T. (toim.), *Luonnontieteen opetuksen kehittämishaasteita*, Opetushallitus, Helsinki, **2012**.
15. Laine, S., *Eriyttävän opetuksen materiaali*, Espoo, **2017**.
16. Tikkanen, G., *Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä*, väitöskirja, Helsingin yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, kemian laitos, kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsinki, **2010**.
17. Black, P., Purposes for assessment. *The routledgefalmer Read. Sci. Educ.*, 189–198, **2004**.
18. Atjonen, P., *Kehittävä arviointi kasvatusalalla*. Juvenes Print, Tampere, **2015**.
19. Noonan, B. ja Duncan, C. R., Peer and Self-Assessment in High Schools. *Pract. Assessment, Res. Eval.*, **2005**, 10.
20. Ndoye, A., Peer / Self Assessment and Student Learning. *Int. J. Teach. Learn. High. Educ.* **2017**, 29, 255–269.
21. McDonald, B. ja Boud, D., The Impact of Self-assessment on Achievement: the effect of self-assessment training on performance in external examinations. *Assess. Educ.*, **2003**, 10.
22. Thawabieh, A. M., A Comparison between Students' Self-Assessment and Teachers' Assessment. *J. Curric. Teach.*, **2017**, 6.
23. Atjonen, P., *Arviointi opetuksen ja oppimisen tueksi*, teoksessa Lyytinen, H. K. & Räisänen, A. (toim.), *Kehittämissuuntaa arvioinnista*. Jyväskylän yliopistopaino, Jyväskylä, **2005**, ss. 143–152.
24. Paalasmaa, J., *Aktivoi oppilaasi*, Opetus 2000, PS-Kustannus, Jyväskylä, **2014**.
25. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*, Opetushallitus **2014**.  
<[http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)> (16.1.2017)
26. Johnstone, A. H., Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Comput. Assist. Learn.*, **1991**, 7, 75–83.
27. Enger, S. K. ja Yager, R. E., *Assessing student understanding in science: A standards-based K-12 handbook.*, Corwin Press, **2009**.

28. Millar, R., *Practical work*, teoksessa Osborne, J. & Dillon, J. (toim.), *Good practice in science teaching : what research has to say*, McGraw-Hill/Open University Press, **2010**, ss. 108-134.
29. *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*, Opetushallitus, **2003**.  
<[http://www.oph.fi/download/47345\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2003.pdf](http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf)> (16.1.2017)
30. Bennett, S. W.; Seery, M. K. ja Sövegjarto-Wigbers, D., *Practical work in Higher Level Chemistry Education*, teoksessa Eilks, I. & Byers, B. (toim.), *Innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education*, RSC Publishing, **2009**, ss. 85–102.
31. Abrahams, I. ja Millar, R., Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *Int. J. Sci. Educ.* **2008**, 30, 1945–1969.
32. Palmberg, I., *Biologian opetusmuodot ja työtavat*, teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (toim.), *Biologia eläväksi - Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, **2005**, ss. 93–160.
33. Domin, D. S., A Review of Laboratory Instruction Styles. *J. Chem. Educ.* **1999**, 76.
34. Chabalengula, V. M.; Mumba, F.; Hunter, W. F. J. ja Wilson, E., A model for assessing students' science process skills during science lab work. *Probl. Educ. 21st Century*, **2009**, 11, 28–36.
35. Lehtiniemi, K. ja Turpeenoja, L., *Mooli 3. KE3. Opettajan aineisto*, Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, **2006**.
36. Emden, M. ja Sumfleth, E., Assessing students' experimentation processes in guided inquiry. *Int. J. Sci. Math. Educ.* **2016**, 14, 29–54.
37. Näsäkkälä, E.; Flinkman, M. ja Aksela, M., *Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen koulussa*, Opetushallitus, **2001**.
38. Huuskonen, J., *Laboratoriopäiväkirja täyttöohje*. **2009**. <[https://www.jyu.fi/science/fi/ohjeita-opiskelijalle/opiskelu/opinnaytetyo/laitosten-opinnaytetyoohjeita/kemian-laitos/laboratoriopaivakirjan-tayttoohjeet\\_laitos\\_ver1-02.pdf](https://www.jyu.fi/science/fi/ohjeita-opiskelijalle/opiskelu/opinnaytetyo/laitosten-opinnaytetyoohjeita/kemian-laitos/laboratoriopaivakirjan-tayttoohjeet_laitos_ver1-02.pdf)> (20.10.2017)

39. Cheung, D., *Inquiry-based laboratory work in chemistry: Teacher's guide*. Department of Curriculum and Instruction, The Chinese University of Hong Kong, **2006**.
40. Wenzel, T. J., Evaluation tools to guide students' peer-assessment and self-assessment in group activities for the lab and classroom. *J.Chem.Educ*, **2007**, 84.
41. Araceli Ruiz-Primo, M. ja Furtak, E. M., Exploring Teachers' Informal Formative Assessment Practices and Students' Understanding in the Context of Scientific Inquiry. *J. Res. Sci. Teach.*, **2007**, 44, 57–84.
42. Väättäinen, J., OPPA - Webinaari: Kokeiluja adaptiivisista oppimispoluista Kemiaa kaikkialla -kurssilla, **2017**.  
<<https://sway.com/8CGxwQFP077gD1V1?ref=Link>> (23.11.2017)
43. Ahtineva, A., Kokeellisen työskentelyn kriteeriperustainen arviointi kemiassa, *LUMAT*, **2014**, 2, 113–123.
44. Gott, R. ja Duggan, S., Problems with the assessment of performance in practical science: which way now? *Cambridge J. Educ.*, **2002**, 32, 183–201.
45. Hirsjärvi, S.; Remes, P. ja Sajavaara, P., *Tutki ja kirjoita*, Tammi, Helsinki, **1997**.
46. *Kyselylomakkeen laatiminen - KvantiMOTV*, Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto, **2010**. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html>> (2.5.2018)

## **Liitteet**

**LIITE 1: Lomaketutkimuksessa käytetty lomake**



**Kokeellisen työskentelyn arviointi ja sen haasteet sivu (2/5)****Kurssiarvosanan muodostuminen****Valitse kolme tärkeintä arviointiin vaikuttavaa tekijää tärkeysjärjestyksessä**

Tärkein	<input type="text" value="---"/>
2. tärkein	<input type="text" value="---"/>
3. tärkein	<input type="text" value="---"/>

Mitkä muut tekijät vaikuttavat arviointiin?	<input type="checkbox"/> Kurssikoe
	<input type="checkbox"/> Pienet testit kurssin aikana
	<input type="checkbox"/> Kotitehtävät
	<input type="checkbox"/> Työselostukset tai raportit
	<input type="checkbox"/> Laboratoriotyöskentely
	<input type="checkbox"/> Suulliset esitykset
	<input type="checkbox"/> Tuntiaktiivisuus
	<input type="checkbox"/> Itsearviointi
	<input type="checkbox"/> Vertaisarviointi

Joku muu, mikä?	<input type="text"/>
-----------------	----------------------

Miten edellä valitsemasi tekijät painottuvat kurssiarvioinnissasi?	<input type="text"/>
--	----------------------

Miten lukion opetussuunnitelman perusteet ohjaavat sinua kurssiarvioinnissa?	<input type="text"/>
--	----------------------

Millaisia vaikutuksia uusilla lukion opetussuunnitelman perusteilla (LOPS2016) on ollut arviointitapoihisi?	<input type="text"/>
---	----------------------

Miten olet kehittynyt kurssiarvioinnissa työkokemuksesi myötä?	<input type="text"/>
--	----------------------

## Kokeellisen työskentelyn arviointi ja sen haasteet sivu (3/5)

## Välttämät

## Kursssiartoksen muodostuminen

	Täysin eri mieltä	Osittain eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Osittain samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Käytän kaikilla kemian kursseilla samaa arviointitapaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teen yhteistyötä muiden kemian opettajien kanssa arviointia suunnitellessani (saman oppilaitoksen sisällä)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kursssiartoksen antaminen kemian kursseista on helppoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kursssiartoksen antaminen on vaikeaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kursssiartoksen antaminen on työlästä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voit halutessasi kommentoida edellisiä vastauksiasi lyhyesti.						
<input type="text"/>						

## Kokeellisuus kemian kursseilla

	Täysin eri mieltä	Osittain eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Osittain samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Kemian kursseillani tehdään paljon kokeellisia töitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellinen työskentely motivoi opiskelijoita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellinen työskentely auttaa sisältöjen oppimisessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellinen työskentely opettaa monipuolisia työskentelytaitoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kursseihin täytyy sisällyttää paljon kokeellista työskentelyä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeelliselle työskentelylle on hyvin aikaa kursseilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotkin aihealueet voidaan käsitellä pelkästään kokeellisten töiden avulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voit halutessasi kommentoida edellisiä vastauksiasi lyhyesti.						
<input type="text"/>						

## Kokeellisen työskentelyn arviointi

	Täysin eri mieltä	Osittain eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Osittain samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Kokeellisella työskentelyllä voi olla vaikutusta opiskelijan kurssiartokseen korottavasti, mutta ei koskaan laskevasti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisella työskentelyllä pitäisi olla painoarvoa kurssiartokseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisen työskentelyn arviointi on helppoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisen työskentelyn arviointi on vaikeaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisen työskentelyn arviointi on työlästä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellista työskentelyä arvioidaan aina kirjallisen työselostuksen tai raportin avulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa palautetta suullisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa palautetta kirjallisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisesta työskentelystä täytyy antaa numeroarvosana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisen työskentelyn arviointiin on saatavilla riittävästi tukea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kokeellisen työskentelyn ottaminen osaksi kurssin arviointia on tärkeää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelijoiden itsearviointia voisi hyödyntää kokeellisen työskentelyn arvioinnissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelijoiden vertaisarviointia voisi hyödyntää kokeellisen työskentelyn arvioinnissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voit halutessasi kommentoida edellisiä vastauksiasi lyhyesti.						
<input type="text"/>						

**Kokeellisen työskentelyn arviointi ja sen haasteet sivu (4/5)****Avoimet kysymykset, osa 1**

Jos käytät kokeellisuutta osana osana kurssiarviointia, kerro miksi ja miten hyödynnät sitä.

Oletko löytänyt jotain toimivia käytänteitä kokeellisuuden arvioimiseen? Kerro millaisia.

Jos et käytä kokeellista työskentelyä osana kurssiarviointia, kerro miksi et.

Kertooko kokeellinen työskentely opiskelijan taidoista jotain sellaista, mitä muilla menetelmillä ei voi arvioida? Perustele.

**Kokeellisen työskentelyn arviointi ja sen haasteet sivu (5/5)****Avoimet kysymykset, osa 2**

Mikä kokeellisen työskentelyn arvioinnissa on helpointa? Miksi?

Mikä kokeellisen työskentelyn arvioinnissa on haastavinta? Miksi?

Millaisia työkaluja tai millaista tukea opettajilla on käytössä kokeellisen työskentelyn arvioinnin tekemiseen?

Ovatko tarjolla olevat työkalut tai tuki riittäviä? Perustele.

Millaista tukea itse opettajana tarvitsisit?