

# **Kestävää kehitystä laaja-alaisen projektina yläasteella**

Pro Gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian opettajan koulutus

17.6.2022

Huovinen Heli

## Tiivistelmä

Tässä tutkielmassa selvitettiin kestävän kehityksen opettamista projektioppimisen avulla. Tutkielman kirjallisessa osassa selvitettiin, miten käsite kestävä kehitys on määritelty globaalisti sekä Suomessa valtion viranomaisten toimesta. Lisäksi selvitettiin, miten kestävä kehitys ilmenee kemian opetuksessa. Kirjallisessa osassa selvitettiin monialaisia oppimismenetelmiä, erityisesti projektioppimista, sekä kemian opettamisessa käytettäviä opetusmenetelmiä ja oppimisympäristöjä.

Kestävän kehityksen kolme osa-aluetta, ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurinen osa-alue, liittyvät kiinteästi toisiinsa, mutta niiden painotus opetuksessa vaihtelee. Suomessa ja monissa länsimaissa ympäristöasiat, ilmaston lämpeneminen ja luonnonvarojen riittävyys ovat vahvasti esillä sekä mediassa että koulujen opetussuunnitelmissa. Kehitysmaissa puolestaan korostetaan sosiaalisia ja kulttuuriin liittyviä arvoja. Kestävän kehityksen taloudellisiin vaikutuksiin eri maiden oppitunneilla ei juurikaan kiinnitetä huomiota.

Projektioppiminen on oppilaslähtöinen oppimismenetelmä, jonka tarjoamia mahdollisuuksia kestävän kehityksen koulutuksessa tutkitaan. Projektioppimisessa korostuvat ryhmätyö- ja vuorovaikutustaidot, tiedon hankinta ja jakaminen, tulosten raportointi sekä niiden kriittinen tarkastelu. Projektit ovat yleensä oppiainerajat ylittäviä ja projektin aikana oppilaat voivat käyttää apunaan tietotekniikkaa, äidinkieltä tai kuvaamataitoa. Ajan riittävyys sekä ryhmän hallinta koetaan projektioppimisen isoimmiksi haasteiksi.

Tutkielman kokeellinen osa toteutettiin kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa analysoitiin vaihto-opiskelijoiden kokemuksia projektioppimisesta sekä heidän kestävän kehityksen kurssilla tuottamaansa materiaalia. Toisessa osassa suunniteltiin ja toteutettiin peruskoulun kemian oppitunnille oma kestävän kehityksen projektityö.

Tutkimuksen avulla selvitettiin opiskelijoiden kokemuksia sekä opettajan roolia projektioppimisessa. Lisäksi selvitettiin, miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä.

Tutkimuksen perusteella projektioppiminen koettiin omaa ajattelua kehittävänä ja vuorovaikutusta lisäävänä opetusmenetelmänä. Lopputulokseltaan avoin projekti koettiin haastavana, mutta sen avulla vaihto-opiskelijoille luotiin merkityksellinen oppimiskokemus, jota he voivat soveltaa tulevana opettajina omassa opetuksessaan. Peruskoulussa yhdessä

tekeminen, sekä mahdollisuus näyttää omaa osaamistaan posterin visuaalisen ilmeen tai suullisen esittämisen avulla, näytti lisäävän oppilaiden motivaatiota projektioppimista kohtaan.

Tutkimuksen perusteella opettajan roolina oli toimia ohjaajana ja neuvonantajana, mutta myös valvojana ja arvioijana. Opettajan oma motivaatio ja persoona vaikuttivat oppilaiden motivaatioon sekä oppitunnilla viihtymiseen. Helposti lähestyttävä, kannustava ja oppilaiden hyvinvoinnista kiinnostunut opettaja loi luokkaan turvallisen ja oppimista tukevan ilmapiirin myös verkon välityksellä.

Tutkimuksen perusteella projektioppiminen lisäsi opiskelijoiden ymmärrystä kestävästä kehityksestä. Sekä vaihto-opiskelijat että peruskoululaiset kiinnittivät projektin edetessä aiempaa enemmän huomiota siihen, miten omat kulutustottumukset vaikuttavat lähialueen lisäksi myös koko maapallon hyvinvointiin. Käsitettä kestävä kehitys ei enää liitetty pelkästään ympäristöasioihin, vaan opiskelijat tiedostivat kestävä kehityksen vaikuttavan myös talouteen sekä ihmisen omaan, henkiseen hyvinvointiin. Kemian ja kestävä kehityksen yhteenliittymää peruskoululaisten oli vaikeampi havaita. Luonnonvarojen rajallisuus oli tiedostettu, mutta silti oppitunnilla tehtyjen havaintojen ja tutkimuksen perusteella kohtuullinen reagenssien käyttö ja vaarallisen jätteen hävittäminen on oppilaille vieras asia.

## Esipuhe

Tämä tutkielma tehtiin Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuksessa. Tutkielman ohjaajana toimi professori Jan Lundell. Kirjallisuuden etsimisessä hyödynnettiin JYKDOC- ja Google Scholar -tietokantoja. Tutkielman kirjallinen osa tehtiin syksyllä 2021 ja tutkimusaineisto kerättiin joulukuussa 2021. Aineiston analysointi ja tulosten tarkastelu suoritettiin keväällä 2022.

Tämän pro gradu -tutkielman aiheeksi valikoitui kestävän kehityksen opettaminen yläasteella aiheen ajankohtaisuuden ja tulevaisuuteen merkittävästi vaikuttavien arvojen takia. Tulevana kemian opettajana halusin tutkia, miten kestävä kehitys saataisiin konkreettisesti ja oppilaita motivoivalla tavalla sisältymään peruskoulun kemian opetukseen.

Haluan kiittää kyselytutkimukseen osallistuneita oppilaita arvokkaasta avusta tutkimuksen suorittamisessa. Suuri kiitos ohjaajalleni Jan Lundellille saamastani tuesta ja avusta. Kiitos Anne ja Mika asunnon lainasta. Kiitos myös kaikille tukijoukoille, jotka kannustivat minua jatkamaan elämän haasteissa eteenpäin.

*Heli Huovinen*

17.06.2022 Jyväskylässä

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	i
Esipuhe.....	iii
Sisällysluettelo.....	iv
1. Johdanto.....	1
2. Kestävä kehitys.....	2
2.1 YK:n kestävä kehitys ja agenda 2030.....	2
2.2 Kestävä kehitys Suomessa.....	6
2.3 Kestävä kehitys kemian opetuksessa Suomessa.....	8
3. Monialaiset oppimismenetelmät.....	10
3.1 Projektioppiminen ja sen tarjoamat mahdollisuudet....	11
3.2 Projektioppimisen haasteet.....	14
3.3 Laaja-alainen oppiminen.....	16
3.4 Ilmiölähtöinen oppiminen.....	18
4. Kemian opettaminen yläasteella.....	19
4.1 Opetusmenetelmät.....	19
4.1.1 Opettajajohtoiset opetusmenetelmät.....	20
4.1.2 Oppilaslähtöiset opetusmenetelmät.....	21
4.2 Oppimisympäristöt.....	22

5. Haastattelututkimus.....	25
5.1 Tutkimusmenetelmä.....	25
5.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	25
5.3 Tutkimuskysymykset.....	25
5.4 Tutkimusaineisto.....	25
5.5 Tutkimuksen toteutus.....	26
5.6 Aineiston analysointi ja tulokset.....	26
5.6.1 Projektioppiminen.....	26
5.6.2 Opettajan rooli.....	28
5.6.3 Kestävä kehitys.....	30
5.7 Pohdinta ja johtopäätökset.....	31
5.8 Luotettavuus.....	33
6. Kehittämistutkimus.....	34
6.1 Tutkimuksen tavoitteet.....	34
6.2 Tutkimuskysymykset.....	34
6.3 Tutkimuksen kohderyhmä.....	34
6.4 Tutkimuksen toteutus.....	35
6.5 Aineiston analysointi ja tulokset.....	38
6.5.1 Oppilaiden kokemuksia projektityöskentelystä sekä opettajan antaman tuen määrästä.....	39
6.5.2 Oppilaiden käsityksiä kestävästä kehityksestä.....	48

6.6 Pohdinta ja johtopäätökset.....	52
6.7 Luotettavuus.....	57
7. Yhteenveto haastattelu- ja kehittämistutkimuksista.....	59
7.1 Opiskelijoiden kokemuksia projektioppimisesta.....	59
7.2 Opettajan rooliprojektioppimisessä.....	61
7.3 Kestävän kehityksen opettaminen projektioppimisen avulla....	63
8. Tutkimusten merkitys ja jatkotutkimus.....	65
9. Kirjallisuusluettelo.....	67

## Liitteet

LIITE 1. Socratic-kyselylomake projektioppimisesta ja kestävästä kehityksestä

LIITE 2. Itsearviointilomake

## 1. Johdanto

Tämän pro gradu -tutkielman aiheeksi valikoitui kestävän kehityksen opettaminen aiheen ajankohtaisuuden ja tulevaisuuteen merkittävästi vaikuttavien arvojen takia.

Tutkielman kirjallisessa osassa selvitettiin, miten käsite kestävä kehitys on määritelty globaalisti sekä Suomessa valtion viranomaisten toimesta. Lisäksi selvitettiin, miten kestävä kehitys ilmenee kemian opetuksessa. Kirjallisessa osassa selvitettiin myös monialaisia oppimismenetelmiä, erityisesti projektioppimista, sekä kemian opettamisessa käytettäviä opetusmenetelmiä ja oppimisympäristöjä.

Tutkielman kokeellisessa osassa tutkittiin sekä oppilaiden kokemuksia että opettajan roolia projektioppimisessa. Lisäksi tutkittiin, miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä. Kokeellinen osa toteutettiin kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa analysoitiin vaihto-opiskelijoiden kokemuksia projektioppimisesta sekä opiskelijoiden kestävän kehityksen kursilla tuottamaa materiaalia. Toisessa osassa suunniteltiin ja toteutettiin peruskoulun kemian oppitunnille oma kestävän kehityksen projektityö. Työskentelyn aikana tehdyt havainnot kirjattiin ylös ja lopuksi oppilaat vastasivat projektioppimiseen sekä kestävään kehitykseen liittyviin tutkimuskysymyksiin.



## 2. Kestävä kehitys

### 2.1 YK:n kestävä kehitys ja Agenda 2030

Otsonikatoon, ilmaston lämpenemiseen ja fossiilisten polttoaineiden sekä luonnonvarojen rajalliseen määrään maapallolla alettiin kiinnittää huomiota jo 1900-luvun lopulla. Huoli maapallon tulevaisuudesta sai ihmiset miettimään toimenpiteitä, joiden avulla maapallo olisi elinkelpoinen paikka elää tänään, mutta myös tulevaisuudessa. Tulevaisuuden suunnittelun yhteydessä puhutaan usein kestävästä kehityksestä. Kestävän kehityksen periaatteisiin kuuluvat taloudelliset, ympäristölliset ja sosiaaliset sekä kulttuuriset periaatteet ja arvot, joita jokainen pyrkii omassa elämässään noudattamaan. Kestävä kehitys määritellään Brundtlandin komission julkilausumassa 1987: ”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa.”<sup>1</sup>

YK:n kestävä kehitys julkaistiin vuonna 2015 on jatkumoa Brundtlandin julkilausumalle. Vuonna 2016 YK:n jäsenvaltioiden ja valtioiden päämiesten allekirjoittama lausuma määrittelee 17 kestävä kehityksen tavoitetta, tavoitteet näkyvät kuvassa 1. Lisäksi jokaisella tavoitteella on yksityiskohtaisemmat alatavoitteet. Näitä tavoitteita ja osatavoitteita eli kestävä kehityksen periaatteita YK:n jäsenvaltiot ja valtioiden päämiehet ovat allekirjoituksellaan sitoutuneet noudattamaan omassa maassaan.



Kuva 1: Kestävän kehityksen tavoitteet Agenda 2030 mukaan. (Suomen YK-liitto, 2016)

Kestävän kehityksen ensimmäisenä tavoitteena on absoluuttisen köyhyyden poistaminen maailmasta. Tavoite on ymmärrettävä, sillä mikäli ihmisellä ei ole mahdollisuutta tyydyttää Maslowin tarvehierarkian<sup>3</sup> mukaisia fyysisiä perustarpeitaan, kuten ruoka, lämpö ja suoja, niin ihminen ei pysty muuttamaan omaa käyttäytymistään ympäristöystävällisempään suuntaan.

Kestävän kehityksen tavoitteet liittyvät ihmisen omaan hyvinvointiin, yhteiskunnallisiin ja taloudellisiin seikkoihin sekä ympäristön tilan huomioon ottamiseen. Ihmisen omaan hyvinvointiin välittömästi vaikuttavia asioita ovat ensimmäisenä mainitun köyhyyden poistamisen lisäksi nälkä sekä puhdas vesi. Kun nämä perustarpeet on tyydytetty, niin yksilön, mutta myös yhteiskunnan, kannalta tärkeitä yhteiskunnallisia tavoitteita ovat terveys ja hyvinvointi, koulutus ja sukupuolten välinen tasa-arvo sekä kaikenlainen eriarvoisuuden vähentäminen. Ihmisen, yhteiskunnan ja talouden kannalta merkittäviä tavoitteita ovat edullisen ja puhtaan energian tuottaminen, ihmisarvoisen työn ja talouskasvun saavuttaminen, uudet innovatiiviset kestävän kehityksen huomioivat teollisuusratkaisut sekä kaupunkien ja yhteisöjen suunnittelu kestävyysnäkökulmat huomioon ottaen. Kestävän kehityksen ympäristöön liittyvät tavoitteet ovat edellä mainitun kaupunkien ja yhteisöjen kestävän suunnittelun lisäksi vastuullinen kuluttaminen, ilmasto sekä vedenalainen ja maanpäällinen elämä. Lisäksi kestävä kehitys tavoitteissa mainitaan erikseen rauha ja oikeudenmukaisuus sekä yhteistyö ja kumppanuus.

Kaikki kestävän kehityksen tavoitteet ovat kytköksissä toistensa kanssa ja ihmisten tulisi löytää tasapaino näiden kaikkien osatavoitteiden välillä. Tavoitteilla tähdätään ihmisen elinolojen paranemiseen niin, että maapallo olisi parempi paikka elää sekä meille että tuleville sukupolville. Mikäli ympäristön tila heikkenee, niin se vaikuttaa välittömästi myös ihmisen omaan hyvinvointiin. Strange *et al.*<sup>4</sup> toteavatkin, että taloudellisia ja muita päätöksiä tehtäessä tulisi ottaa huomioon, kuinka tänään tehtävät päätökset vaikuttavat yhteiskuntaan, talouteen ja ympäristöön paikallisesti, mutta myös maailmanlaajuisesti.

Kestävän kehityksen arvojen ja tavoitteiden noudattamisen tulisi olla kaikkien valtioiden ja maapallolla elävien ihmisten tavoitteena. Kuitenkin maapallolla ihmiset elävät hyvin erilaisissa olosuhteissa: on rikkaita teollisuusmaita, on kehittyviä valtioita ja on hyvin köyhiä kehitysmaita. Myös valtioiden sisällä ero rikkaiden ja köyhien ihmisten välillä voi olla suuri. Myös mahdollisuus koulutukseen ja työllistymiseen vaihtelee verrattaessa eri valtioita, mutta myös valtion sisällä.

YK:N kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumisen seuraamiseksi on luotu Agenda 2030-ohjelma.<sup>2,5</sup> Kestävän kehityksen tulkinta ja toteutus vaihtelee maittain. Kuten Glasgow'n

ilmastokokous, COP26, (31.10–12.11.2021) osoitti, niin ilmaston lämpenemisen hillitseminen on kaikkien valtioiden yhteinen tavoite. Kokouksessa valtioiden päämiehet keskustelivat maapallon keskilämpötilan noususta sekä toimenpiteistä, joilla ilmaston lämpenemistä voidaan hillitä. Tavoitteena oli vähentää päästöjä sekä saavuttaa hiilineutraalisuus vuoteen 2050 mennessä.<sup>6</sup> Kokouksen yhteiseksi tavoitteeksi päätettiin lämpötilan nousun pitäminen 1,5 asteessa, mutta hiilestä luopuminen jäi avoimeksi eikä ilmastonmuutoksen aiheuttamien vahinkojen korvaamiseksi tehty selkeitä ja sitovia päätöksiä. Eli vaikka kestävän kehityksen arvoja pidetään tärkeinä, konkreettiset toimenpiteet esimerkiksi hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi jäävät kunkin valtion oman harkinnan varassa tehtäviksi.<sup>7</sup>

Opettajien koulutus sekä kestäväan kehitykseen liittyvien tavoitteiden, toimintatapojen ja strategioiden selkeä liittäminen koulutukseen voivat merkittävästi muuttaa opetusta kestävämmän maailman rakentamisen suuntaan toteavat sekä Kalsoom *et al.*<sup>8</sup> että Chisingui *et al.*<sup>9</sup>

*”Teachers education can have an important role in the education towards a more sustainable world, but for this to happen teachers education institutions and teachers educators should explicitly integrate sustainable development aims, contents and strategies in their programs.”*

Kestävä kehitys ja sen arvot on kirjattu useiden YK:n jäsenvaltioiden opetussuunnitelmiin, mutta käytännössä eri maiden välillä on suuria eroja kestäväan kehityksen tulkinnoissa ja opetuksen painoalueiden valinnassa.

Pakistanissa kestäväan kehityksen arvot on kirjattu maan opetussuunnitelmaan, mutta Kalsoom *et al.*<sup>8</sup> tutkimuksessa todetaan, että niiden opetusta ei kuitenkaan sisälly opettajien koulutukseen. Lisäksi Pakistanissa opettajilla on erilaiset valmiudet opettavat kestäväan kehitystä oppilaille ja näin ollen opetuksen taso vaihtelee suuresti eri puolilla maata. Kestäväan kehityksen arvoista opetuksessa painotetaan rauhaa ja yhteenkuuluvuuden tunnetta. Vaikka opetussuunnitelmassa sanotaan, että kestävä kehitys sisällytetään eri oppiaineisiin, se ei ole varsinainen opetettava aine ja sen painoarvo opetuksessa on hyvin vähäinen. Kalsoom *et al.*<sup>8</sup> toteavatkin, että opettajien koulutus on avainasemassa, kun halutaan tuoda kestäväan kehityksen arvoja pakistaniilaisten tietoisuuteen. Opettajat voisivat omalla esimerkillään saada ihmiset ymmärtämään kestäväan elintavan merkityksen elinympäristön saastumiseen ja ihmisen omaan hyvinvointiin. Tutkimuksessa todetaan myös, että kehitysmaana Pakistan on riippuvainen rikkaiden maiden, erityisesti Yhdysvaltojen, tuesta.

Tarve kouluttaa opettajia ymmärtämään ja yhdistämään kestävä kehityksen merkitys omaan oppiaineeseen tulee ilmi myös Angolassa tehdyssä tutkimuksessa. Tutkimuksessaan Chisingui *et al.*<sup>9</sup> tutkivat tulevien biologian opettajien koulutuksen tavoitteita kestävä kehityksen näkökulmasta. Tutkimuksessa korostui, että kehittyneet maat, mutta ennen kaikkea kehitysmaat kuten Angola, jossa sosiaaliset sekä ympäristöongelmat ovat jokapäiväinen ongelma, tarvitsevat opettajia, joilla on riittävästi tietoa, taitoa ja asennetta opettaa kestävä kehityksen merkitystä ihmisten tulevaa hyvinvointia ajatellen. Tutkimuksen lopussa viitattiin Darling-Hammondin tutkimukseen<sup>10</sup>, jossa todetaan, että huolimatta lisääntyneestä tutkimuksesta ja opettajien koulutuksesta kestävä kehityksen merkitystä vähätellään joskus opettaja-kouluttajien toimesta, mutta useammin poliittista päätäntävaltaa käyttävien toimesta. Tämä näkyy erityisesti kehitysmaissa, joissa nälänhätä sekä varallisuuden ja vallan epätasainen keskittyminen näkyy ihmisten arjessa. Kehitysmaissa, mutta myös teollisuusmaissa, valtaa pitävät voivat käyttää asemaansa oman edun tavoitteluun humanitääristen arvojen ja ympäristön kustannuksella.

Burmeister *et al.*<sup>11</sup> ovat tutkineet kestävä kehityksen opettamista Saksassa. Saksassa valtion sekä kemian opettajien asenne kestävä kehitystä ja sen opettamista kohtaan on positiivinen. Opettajat ja tulevat opettajat ovat tiedostaneet kestävä kehityksen merkityksen, ja aihe on heille teoriasolla tuttu. Kestävä kehityksen yhdistäminen kemian opetukseen tuntuu kuitenkin haasteellisesta ja opettajat toivoivat lisää koulutusta kestävä kehityksen opettamiseen. Tutkimuksesta käy ilmi, että kestävä kehityksen opettamiseen tarvitaan positiivisen asenteen lisäksi hyvää aineenhallintaa, opetukseen sopivaa materiaalia ja opetussuunnitelma, tietoa oppilaiden ennakkokäsitteistä sekä sopiva valikoima pedagogisia menetelmiä opettaa kestävä kehitystä.

Garner *et al.*<sup>12</sup> tutkimuksessa todetaan, että monissa maissa kestävä kehitystä ei opeteta riittävästi kouluissa, eikä varsinkaan yliopistoissa. Syynä tähän on se, ettei opettajilla ole riittävästi kokemusta aiheesta eikä valmista oppimateriaalia ole saatavilla. Garner *et al.*<sup>12</sup> tutkimuksen perusteella oppilaslähtöinen laboratoriotyöskentely yhdistettynä sopivaan pedagogiseen tukeen lisää oppilaan mielenkiintoa sekä kemiaa että kestävä kehitystä kohtaan. Tässä tutkimuksessa todettiin myös, että biodieselin valmistaminen oppilastyönä lisäsi myös opettajien motivaatiota kestävä kehityksen opettamista kohtaan.

## 2.2. Kestävä kehitys Suomessa

Suomen kestävä kehityksen toimikunta<sup>13</sup> on määritellyt kestävä kehityksen maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaksi jatkuvaksi ja ohjatuksi yhteiskunnalliseksi muutokseksi, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet.

Suomi on allekirjoittanut YK:n kestävä kehityksen julkilausuman 2016<sup>6</sup> ja on sitoutunut noudattamaan Agenda 2030 -toimintaohjelmaa<sup>5</sup> muiden YK-maiden kanssa. Agenda 2030 on osa Suomen kestävä kehityksen kansallista politiikkaa. Pääministerin johtaman kestävä kehityksen toimikunnan tehtävänä on edistää, valvoa, arvioida ja raportoida Suomessa toteutettavaa kestävä kehitystä.

Valtioneuvoston kanslia on julkaissut Agenda 2030 liittyen toimintasuunnitelman eli tiekartan siitä, miten Suomi saavuttaa YK:n kestävä kehityksen toimintaohjelma Agenda 2030<sup>13</sup> tavoitteet. Tavoitteiden saavuttamiseksi on listattu kuusi keskeistä muutosaluetta:

- Hyvinvointia edistävä ruokajärjestelmä
- Kestävä energiajärjestelmä
- Sivistys, osaaminen ja kestävä elämäntavat
- Hyvinvointi, terveys ja yhteiskunnallinen osallisuus
- Monimuotoisuutta ja hiilineutraaliutta vahvistava metsien, vesien ja maan käyttö
- Hyvinvointia edistävä talous ja työ sekä kestävä kulutus

Ensimmäisenä tavoitteena Suomen valtio pyrkii ohjaamaan Suomen ruuan tuotantoa ja kulutusta terveellisempään ja ihmisen hyvinvointia lisäävään suuntaan. Esimerkiksi lihansyönnin vähentäminen ja kasvien osuuden lisääminen ovat askel kohti terveellisempää ruokavaliota.

Toisena tavoitteena on kestävä energiajärjestelmä. Energiantuotannossa pyritään vähentämään fossiilisten polttoaineiden osuutta energian tuotannossa ja lisäämään ja kehittämään uusiutuvien energianmuotojen käyttöä. Aurinkoenergia, tuulivoima ja biopolttoaineet ovat jatkuvan tutkimuksen ja tuotekehittelyn kohteena. Myös ydinvoima on yksi vaihtoehto fossiilisten polttoaineiden tilalle.

Sivistys, osaaminen ja kestävä elämäntavat ovat asioita, jotka on kirjattu peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin (POPS 2014).<sup>14</sup> Kun kestävä kehityksen arvoja opetetaan kaikilla luokka-asteilla, niin kouluista valmistuu sivistyneitä, vastuullisesti käyttäytyviä ja kestävä elämäntavan merkityksen ymmärtäviä nuoria, jotka omalla käytöksellään voivat

vaikuttaa omiin vanhempiinsa, mutta ennen kaikkea omien lastensa toimintatapoihin tulevaisuudessa.

Neljäs tavoite on hyvinvointi, terveys ja yhteiskunnallinen osallisuus. Suomessa hyvinvointi ja terveys ovat osa julkisia palveluja ja verovaroilla maksetaan hammas- ja muut terveydenhuollon palvelut. Yhteiskunnallinen osallisuus kuuluu kaikille. Jokainen täysi-ikäinen suomalainen saa äänestää ja vaikuttaa oman asuinkuntansa, mutta myös valtion asioihin. Täysi-ikäinen Suomen kansalainen voi myös halutessaan asettua ehdolle vaaleissa ja esimerkiksi kunnanvaltuustossa on mahdollisuus itse vaikuttaa paikallisesti tärkeisiin yhteiskunnallisiin asioihin.

Suomen valtio pyrkii myös ohjaamaan metsien, vesien ja maan käyttöä niin, että metsät sekä vesi- että maa-alueet säilyvät monimuotoisina ja hiilineutraaleina.

Kuudentena kohtana Suomi pyrkii ohjaamaan valtion taloutta niin, että työ- ja talouselämä vahvistavat ihmisen hyvinvointia. Työ- ja talouselämän ratkaisuisissa ja tukitoimissa kannustetaan kestävän kehityksen mukaisiin toimenpiteisiin. Kierrätys, kiertotalous ja elinkaariajattelu ovat osa toimintakulttuuria, joilla vastuullisesti toimivat yritykset viestittävät kuluttajalle noudattavansa omassa toiminnassaan kestävän kehityksen arvoja.

Suomessa on aiempaa enemmän alettu kiinnittää huomiota kestävän kehityksen osa-alueisiin. Oman maan ympäristöasioiden, talouden ja kansalaisten hyvinvoinnin lisäksi Suomella on tavoitteena auttaa myös köyhiä maita kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa.<sup>13</sup> Yhteistyö, koulutus ja rahallinen tuki kehitysmailla parantaa heikommassa asemassa olevien ihmisten elinoloja. Koulutuksen myötä kehitysmaissa asuvat ihmiset tulevat tietoisiksi oman elinympäristön tärkeydestä omaan hyvinvointiin liittyen. Koulutus myös parantaa ihmisten, varsinkin naisten mahdollisuutta työllistyä. Taloudellisen riippumattomuuden myötä ihmisillä on paremmat mahdollisuudet vaikuttaa omaan elämänlaatuun ja ottaa vastuuta myös ympäristön hyvinvoinnista.

Suomessa kestävä kehitys on kirjattu opetussuunnitelman perusteisiin (POPS)<sup>14</sup> ja monessa oppiaineessa kestävän kehityksen eri osa-alueita on sisällytetty oppimateriaaleihin. Ympäristöön liittyviä asioita opetetaan erityisesti kemiassa, biologiassa ja maantiedossa. Historiassa ja yhteiskuntaopissa ympäristön hyvinvointi, sosiaalinen ympäristö ja kulttuuriset erot tulevat tutuiksi. Terveys- ja hyvinvointikasvatusta opetetaan terveystiedossa, liikunnassa ja kotitaloudessa. Tasa-arvoa, oikeudenmukaista kohtelua, toisen ihmisen kunnioittamista ja yhteistyötaitoja opetetaan kaikilla luokka-asteilla ja kaikissa oppiaineissa. Lisäksi suomalainen

peruskoulu pyrkii tarjoamaan paikkakunnasta riippumatta kaikille kouluikäisille samantasoista opetusta.<sup>14</sup>

### **2.3. Kestävä kehitys kemian opettamisessa Suomessa**

Kestävä kehitys on kirjattu opetussuunnitelman perusteisiin (POPS)<sup>14</sup> ja sen arvoja voidaan opettaa kaikilla luokka-asteilla oppilaan ikä- ja kehitysasteen huomioonottavalla tavalla. Kun tasa-arvoa, erilaisuuden hyväksymistä, omien valintojen vaikutusta oman elinympäristön viihtyisyyteen ja työpaikkojen säilymiseen sekä muita kestävän kehityksen osa-alueita opetetaan peruskoulussa niin samalla pystytään antamaan lapsille ja nuorille kestävän kehityksen ja kestävän elämäntavan mukainen malli.

Kemian opetukseen kestävä kehityksen periaatteet ja arvot on luonteva yhdistää. Opetuksessa käsitellään esimerkiksi luonnonvarojen rajallisuutta, fossiilisia polttoaineita, hiiliyhdisteiden kemiaa, palamistuotteina syntyviä hiilidioksidipäästöjä sekä elintarvikkeiden sisältämiä ravintoaineita. Lisäksi oppilastöissä käytetään erilaisia liuoksia, kiinteitä aineita ja metalleja, joiden louhimisessa, valmistuksessa tai käytössä on hyvä huomioida niiden vaikutus ympäristöön, ihmisen elämään tai talouselämään.

Burmeister et al.<sup>15</sup> toteavat tutkimuksessaan, että kestävä kehitys tulisi integroida opiskelijoiden jokapäiväiseen elämään. Suomessa kemian oppikirjoissa on teoria liitetty oppilaalle tuttuihin arkielämän ja teollisuuden tuotteisiin. Tunnilla kiinnitetään huomioita valmistusmenetelmiin ja valmistuksen ympäristövaikutuksiin. Oppitunnilla herätellään miettimään omien valintojen vaikutusta omaan asuinympäristöön, oman asuinpaikan työelämään, koko maan talouspolitiikkaan, mutta myös globaaleihin ympäristö- ja talousvaikutuksiin. Jos oppilas ryhtyy vegaaniksi, mitä maailmanlaajuisia tai paikallisia vaikutuksia lihansyönnin lopettamisella on lihantuotantoon, ilmaston lämpenemiseen, maaperän eroosioon, maaseudun autioitumiseen tai meijeri- ja lihateollisuuden vähenemiseen. Jos kulutuksen vähenemisen myötä lihantuotanto ei enää ole taloudellisesti kannattavaa Suomessa, niin korvaako ulkomaan tuonti kotimaisen maidon- ja lihantuotannon tai miten eettistä tai antibioottivapaata muualla tuotettu liha on.

Oppilastöissä kiinnitetään huomiota aineiden oikeaoppiseen käsittelyyn sekä suojarusteiden käyttöön, jotta altistuminen mahdollisille haitallisille aineille on vähäistä. Lisäksi työskennellessä käytetään mahdollisimman pieniä ainemääriä, jolloin materiaalikustannukset ja syntyvän jätteen määrät pysyvät kohtuullisena. Töihin pyritään myös mahdollisuuksien

mukaan valitsemaan ympäristölle vaarattomia aineita tai aineita pyritään uusiokäyttämään tai kierrättämään. Syntynyt jäte pyritään hävittämään oikeaoppisesti.

Burmeister *et al.*<sup>15</sup> toteavat myös, että opettajat ovat tärkeimpiä vaikuttajia opetuskäytäntöjen muutoksessa kohti kestäväää kehitystä. Opettajat ovat suunnannäyttäjiä, mutta oma asenne ratkaisee, kuinka paljon opettaja haluaa painottaa ympäristövaikutuksia tai taloudellisia näkökulmia omassa opetuksessaan. Opettajat voivat omalla esimerkillään rohkaista oppilaita toimimaan kestävään kehityksen arvojen mukaisesti. Reagenssien kierrättäminen, huolellisuus astioiden ja aineiden käsittelyssä, paperittomat oppikirjat, E-aineistot, kannettavat tietokoneet oppitunnilla, kohtuulliset ainemäärät kokeellisissa töissä sekä jätteen oikeaoppinen hävittäminen ovat toimenpiteitä, jotka edesauttavat kestäväää kehitystä. Konkreettinen esimerkki oman toiminnan vaikutuksista ympäristön tilaan on pakkasaamuna pohtia oppilaiden kanssa, mikä merkitys ilman laadulle on, jos oppilaat tulevat kouluun huoltajan henkilöauton kyydissä, bussilla tai kävellen.

Käsite kestävä kemia on määritelty taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön OECD:n toimesta niin, että kestävä kemia on tehokkaiden, turvallisten ja ympäristöystävällisten kemiallisten tuotteiden ja prosessien suunnittelua, valmistusta ja käyttöä.<sup>16</sup> Kestävä kemia pyrkii löytämään uusia lähestymistapoja ja teknologiaa, joiden avulla luonnonvarojen kulutus pysyisi hyväksyttävällä tasolla. Tavoitteena on, että kemian avulla kehitetään sellaisia aineita, materiaaleja ja prosesseja, jotka ovat taloudellisesti kannattavia, mutta joilla on mahdollisimman vähän haittavaikutuksia ihmiselle ja ympäristölle. Tämä vaatii Magnusson *et al.*<sup>17</sup> mukaan pitkäaikaista ja kokonaisvaltaista suunnittelua. Myös tämä kestävään kemian näkökulma tulisi opetussuunnitelman perusteiden (POPS)<sup>14</sup> mukaan sisällyttää kemian opetukseen.

Opiskelijoiden sekä tulevien opettajien on mahdollista suorittaa erilaisia kestävään kehitykseen liittyviä kursseja yliopistoissa Suomessa, mutta myös ulkomailla. Suomessa opettajat tiedostavat aiheen tärkeyden, mutta periaatteiden ja arvojen näkyväksi tekeminen omassa oppiaineessa riippuu oppiainesta ja opettajan omasta asenteesta. Salenius<sup>18</sup> toteaa tutkimuksessaan, että kestävään kehityksen kurssit lisäävät asiasta kiinnostuneiden tulevien opettajien halukkuutta sisällyttää kestäväää kehitystä omaan opetukseen. Kurssien suorittaminen kannustaa lisäämään opetukseen arkielämään liittyviä, ajankohtaisia asioita kestävästä kehityksestä. Kurssit tukevat myös opiskelijoiden tietoisuutta sosiaalisen vuorovaikutuksen merkityksestä. Tulevat opettajat aikoivat tutkimuksen mukaan myös oppitunneilla käsitellä kestäväää kehitystä aiempaa monipuolisemmin. Kestävään kehityksen osa-alueista taloudellista näkökulmaa ei kuitenkaan yleensä sisällytetty opetukseen mukaan. Kurssien suorittaminen ei



muuttanut asiasta kiinnostumattomien asenteita tai halua opettaa kestävästä kehitystä omassa oppiaineessaan.

### 3. Monialaiset oppimismenetelmät

Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteiden (POPS)<sup>14</sup> mukaan monialaisten oppimismenetelmien tavoitteena on opiskeltavien asioiden välisten suhteiden ja keskinäisten riippuvuuksien ymmärtäminen. Monialaisissa oppimismenetelmissä korostuvat oppijan omien kokemusten hyödyntäminen opiskelussa, aktiivisuus, ryhmässä työskentely, tiedon peilaaminen aiempaan tietoon ja uuden tiedon rakentuminen jo olemassa olevan tiedon päälle. Lisäksi opiskelussa opitaan asioita oppiainerajat ylittäen sekä opitaan aikuisten maailmassa tarvittavia taitoja. Opiskelussa voidaan käyttää teemapäiviä, yhdistää eri oppiaineita isommaksi oppimiskokonaisuudeksi tai käydä yritysvierailuilla. Kun oppilas otetaan mukaan oppimisen suunnitteluun ja opiskeltavat asiat yhdistyvät oppilaan omiin kokemuksiin ja vahvuuksiin, niin tämä lisää oppilaan motivaatiota opiskelua kohtaan. Monialaisia oppimismenetelmiä ovat muun muassa projektioppiminen, laaja-alainen oppiminen sekä ilmiölähtöinen oppiminen.

Monialaiset oppimismenetelmät tukevat konstruktivistista oppimiskäsitystä. Konstruktivistisessa oppimisessa oppiminen on oppijan oman toiminnan tulos. Tynjälän<sup>19</sup> mukaan mahdollisuus omatoimisuuteen, itsenäiseen työskentelyyn sekä vapaus valita itselle mielekkäitä teemoja ja tehtäviä tukevat oppilaan sisäistä motivaatiota, kun taas liian kontrolloiva tai opettajajohtoinen opetus saattaa jättää asioiden opiskelun pintapuoliseksi arvosanojen tavoitteluksi. Oppimistehtävien tulisi olla monipuolisia, vaihtelevia, sopivan haastavia jokaiselle oppijalle sekä sidoksissa oppilaan omiin mielenkiinnon kohteisiin. Monialaisilla oppimismenetelmillä opettaja voi motivoida ja tukea erilaisia oppilaita löytämään juuri hänelle sopivan oppimisstrategian.

Monialaiset oppimismenetelmät lisäävät oppilaan sitoutumista opiskeluun. Fredricks *et al.*<sup>20</sup> jaottelevat oppilaan sitoutumisen oppimiseen kolmeen osa-alueeseen: behavioristiseen, emotionaaliseen ja kognitiiviseen sitoutumiseen. Behavioristinen sitoutuminen on sääntöjen ja ohjeiden noudattamista, jolloin opettaja määrittelee mitä tehdään ja miten. Emotionaaliseen sitoutumiseen vaikuttavat opiskelijan tunteet sekä asenne opiskelua, opettajaa ja koulunkäyntiä kohtaan. Kognitiivisessa sitoutumisessa oppilaan oma sisäinen motivaatio ohjaa oppimista;

oppilaalla on mahdollisuus käyttää omia vahvuuksiaan opiskelun tukena ja opiskelun tavoitteena on esimerkiksi jatko-opiskelupaikka tai jokin muu oppilaalle itselleen tärkeän tavoitteen saavuttaminen. Kaikki kolme sitoutumisen osa-aluetta liittyvät osittain toisiinsa. Skinner *et al.*<sup>21</sup> toteavat, että erityisesti yläasteella emotionaaliseen sitoutumiseen vaikuttaa se, onko opiskeltava aine oppilaan mielestä mielenkiintoinen ja minkälainen on opettajan ja oppilaiden välinen suhde. Stipek<sup>22</sup> puolestaan toteaa, että oppilaan sitoutumista ja motivaatiota opiskeluun lisää se, että opettaja antaa oppilaille sopivan haasteellisia ja itsenäiseen ajatteluun kannustavia tehtäviä. Kognitiivista sitoutumista lisää myös se, että opettaja kunnioittaa oppilaita, kuuntelee sekä kannustaa uuden oppimiseen ja asioiden uudelleen yhdistämiseen. Blumenfeld *et al.*<sup>23</sup> puolestaan toteavat, että oppilaan motivaatioon sekä kognitiiviseen sitoutumiseen vaikuttavat oppimisympäristö sekä valittu oppimismenetelmä.

### **3.1. Projektioppiminen ja sen tarjoamat mahdollisuudet**

Projektioppiminen (englanniksi Project Based Learning, PBL) on oppilas- ja tutkimuslähtöinen oppimistapa, jossa projektin avulla harjoitellaan tieteellisen tutkimuksen tekemistä. Krajcik *et al.*<sup>24</sup> kuvaavat, että projektioppimisessä lähdetään liikkeelle ongelmasta, johon aktiivisesti etsitään ratkaisua yhdessä tekemällä. Projektioppimiseen kuuluu tutkimuksen suunnittelu, toteutus sekä tulosten raportointi.

Projektin lähtökohtana on ongelma, joka halutaan ratkaista. Työpaikalla tai muussa vastaavassa yhteisössä projektityöskentelyn lähtökohtana on tarve kehittää uusi tuote, työmenetelmä tai halutaan uudistaa ja parantaa jo olemassa olevia tuotteita tai työtapoja. Kouluissa projektityönä on yleensä tutkia ja etsiä tietoa jostakin oppiaineeseen liittyvästä osa-alueesta. Lopuksi tutkimustulokset esitellään muulle luokalle. Asian tutkimiseksi muodostetaan projektityöryhmä. Krajcik *et al.*<sup>24</sup> toteavat, että työskentely on tehokkainta, laaja-alaisinta sekä eri näkökulmat huomioon ottavaa, kun ryhmään saadaan saamasta asiasta kiinnostuneita, erilaisen näkemyksen ja tietämyksen omaavia ihmisiä.

Kun työryhmä on muodostettu, niin ryhmä keskustelee valitsemastaan aiheesta. Marx *et al.*<sup>25</sup> korostavat, että keskustelu auttaa oppilaita hahmottamaan ratkaistavan ongelman. Lisäksi saatua tietoa voidaan joustavasti muokata. Keskustelemalla projektiin osallistuvien ennakkokäsitykset ja aiheeseen liittyvät taustatiedot tulevat koko ryhmän tietoisuuteen. Keskustelun avulla ongelman ydin selkiytyy ja oppilaiden on helpompi suunnitella, kuinka ongelma saadaan ratkaistua. Ongelman ratkaisemiseksi tehdään kysymyksiä ja suunnitellaan

tutkimus tai tutkimuksia, joiden avulla haetaan vastauksia tehtyihin kysymyksiin. Projektin alussa myös sovitaan kunkin projektiin osallistuvan vastuualueet sekä miten tutkimuksen tulokset raportoidaan.

Kun projektin tavoitteet ja työnjako on sovittu, varsinainen projektin työstäminen alkaa. Ennakkokäsitysten ja taustatietojen pohjalta etsitään luotettavista lähteistä aiheeseen liittyvää lisämateriaalia. Projektiin liittyy yleensä kirjallisen osuuden lisäksi erilaista tutkimustyötä<sup>24</sup> kuten kirjallisten lähteiden vertailua, haastatteluja, mittauksia, laboratoriotyöskentelyä, tilastojen analysointia tai jokin muu tutkimustapa, joka antaa lisätietoa ongelman ratkaisemiseen. Ohjaaja neuvoo esimerkiksi taustamateriaalin etsimisessä, mahdollisten laitteiden tai mittausten tekemisessä tai esittää vaihtoehtoisia tapoja projektin toteuttamiseen.

Projektin edessä ohjaaja seuraa työn etenemistä, kannustaa sekä ohjaa tarvittaessa eteenpäin ongelmakohtissa. Projektin tuotoksia kirjataan koko ajan muistiin ja loppuvaiheessa muistiinpanot yhdistetään mielekkääksi kokonaisuudeksi. Kun varsinainen tutkimus esimerkiksi haastattelu on toteutettu, niin saatu data analysoidaan ja tietojen avulla pyritään saamaan ratkaisu tai uutta tietoa tutkittavan ongelman ratkaisemiseksi. Saatua tietoa verrataan aiempiin tutkimustuloksiin. Saadut tulokset kirjataan ylös, niistä keskustellaan projektityöryhmän kanssa ja tehdään tarvittaessa lisää tutkimusta. Saadut tulokset raportoidaan aiemmin sovitulla tavalla eteenpäin. Projektin loppuraportti voi olla luokan edessä esitettävä PowerPoint-esitys, opettajalle palautettava tekstitiedosto, luokan seinälle kiinnitettävä juliste, videositys, pienryhmissä toteutettava kokeellisen työn esittely muulle luokalle tai jokin muu esitystapa, jolla ryhmä esittelee omaa projektityötään opettajalle ja muulle luokalle.

Tieteellisen tutkimuksen tekemisen lisäksi projektioppiminen rohkaisee oppilaita uusiin oivalluksiin ja ottamaan vastuuta omasta, mutta myös koko ryhmän toiminnasta. Oppilaan oma osallistuminen vaikuttaa koko ryhmän työskentelyyn sekä projektin onnistumiseen. Ryhmätyö- ja vuorovaikutustaidot kehittyvät projektin edessä, sillä tiedon jakaminen tutkimuksen eri vaiheissa antaa vertaistukea sekä nopeuttaa työn etenemistä. Lisäksi saavutetun tiedon määrä on isompi kuin yksittäisten oppilaiden yhteenlaskettu tiedon määrä. Yhdessä oppiminen ja tekemällä oppiminen koetaan myös mielekkäämmäksi kuin opiskelu oppikirjaa lukemalla, toteaa Krajcik *et al.*<sup>24</sup>

Projektioppiminen on Bellin<sup>26</sup> mukaan oppimismenetelmä, jonka avulla opitaan työelämää ja arjen sujumista helpottavia taitoja. Projekteissa opitaan ryhmätyö- ja vuorovaikutustaitoja. Tiedonhankinnassa käytetään aktiivisesti tietotekniikkaa. Tulosten esittämiseen ja tuotoksen arviointiin ei ole yhtä ainoaa tapaa, vaan projektin tuotos voi olla kirjallinen raportti, suullinen

esitys, diaesitys, video, juliste tai näytelmä. Projekteissa opitaan myös itsenäiseen ja kriittiseen ajatteluun, omien ajatusten julkituomiseen sekä muiden ihmisten ajatusten kuuntelemiseen. Asiat oivalletaan uudella tavalla ja oivallukset voivat helpottaa arjen sujumista.

Projektioppiminen kannustaa ja motivoi oppimiseen toteavat Blumenfeld *et al.*<sup>23</sup> sekä Krajcik *et al.*<sup>24</sup> Kun oppilas pääsee itse vaikuttamaan oppimisprosessiin esimerkiksi valitsemalla itseään kiinnostavan aiheen projektin lähtökohdaksi ja annettu tehtävä on riittävän haasteellinen, niin se lisää oppilaan sitoutumista opiskeluun toteavat Fredricks *et al.*<sup>20</sup> sekä Stipek.<sup>22</sup> Verrattaessa projektioppimisen avulla saatuja arvosanoja luennoilla ja loppukokeilla saatuihin arvosanoihin, McParland *et al.*<sup>27</sup> huomasivat tutkimuksessaan, että projektioppimisen avulla oppimistulokset ja arvosanat paranevat. Blumenfeld *et al.*<sup>28</sup> ovat tutkineet, että projektien avulla tapahtuva oppiminen jää perinteistä luentoa paremmin opiskelijan pitkäkestoiseen muistiin. Lisäksi oppilaat osaavat paremmin kiinnittää huomiota merkityksellisiin asioihin sekä osaavat jatkossa luovasti soveltaa oppimaansa uusissa ja erilaisissa tilanteissa, kuten Bell<sup>26</sup> toteaa tutkimuksessaan.

Projektioppimien korostaa opiskelijan itsenäisyyttä: jokainen ryhmän jäsen on vastuussa omasta oppimisestaan ja tekemisestään, mutta myös ryhmän oppimisesta. Keskittyminen paranee ja tiedonhankinta tehostuu. Kirjallisuuden hakeminen ja oikean ja tutkimuksen kannalta oleellisen aineiston löytäminen tulee sujuvammaksi. Samalla opitaan vertaamaan eri aineistojen asiasisältöjä ja kriittisyys ja lähteiden luotettavuuden arviointi kehittyy. Ryhmätyö- ja vuorovaikutustaidot korostuvat työskennellessä yhteisen päämäärän hyväksi. Erilaisten ihmisten kanssa toimeen tuleminen, erilaisuuden hyväksymien sekä omien ajatusten ja mielipiteiden ilmaiseminen toisia kunnioittavalla tavalla ovat taitoja, joita kaikenikäiset ihmiset tarvitsevat elämässä. Kaikki nämä ovat YK:n kestävän kehityksen<sup>2</sup> mukaisia arvoja ja ne on mainittu myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS)<sup>14</sup>.

Projektioppiminen tarjoaa oppilaille mahdollisuuden oppia asioita uudella tavalla. Tieteellisen tutkimuksen tekemisen harjoittelu yhdessä muiden oppilaiden kanssa tuo vaihtelua oppitunneille, mutta samalla se motivoi syväoppimiseen. Projektioppiminen auttaa oppilasta muodostamaan merkityksellisiä yhteyksiä oppitunnilla opettujen ydinkäsitteiden sekä oppilaan omien, arkielämästä tuttujen havaintojen välille. Lisäksi oppilas voi oivaltaa, että oppitunnilla opittua tietoa voi soveltaa myös koulun ulkopuolella tapahtuvassa toiminnassa.

## 3.2 Projektioppimisen haasteet

Projektioppimisessa haasteita tuottavat projektiin käytettävän ajan riittävyys, projektin ohjaamiseen tarvittavat taustatiedot, tietotekniikan hallinta, ryhmän kontrolloinnin vaikeus sekä tuotosten arviointi todetaan Krajcik *et al.*<sup>29</sup> sekä Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup> tutkimuksissa.

Projektien suunnitteluun ja toteutukseen kuluu usein suunniteltua enemmän aikaa. Tiedon hankintaan ja tutkimuksen tekemiseen tulee varata riittävästi aikaa, varsinkin, jos oppilailla ei ole aiempaa kokemusta tiedonhankinnasta tai ryhmätyöskentely ja vastuun jakaminen opiskelijoiden kesken vaatii ohjausta. Projektin laajuus vaikuttaa myös työhön käytettävän ajan määrään. Ajankäytön osalta projektin vetäjän on hyvä hahmottaa se, mikä on projektityön ydinasia ja tärkein oppimistavoite. Peruskoulussa erilaisten projektien suunnitteluun, toteuttamiseen ja esittämiseen varataan aiheesta tai oppiaineesta riippuen suhteellisen lyhyt aika, yleensä 2–5 oppituntia.

Projektioppiminen vaatii opettajalta hyvää etukäteissuunnittelua ja riittäviä taustatietoja opiskeltavasta aiheesta toteavat Krajcik *et al.*<sup>24</sup>. Taustatietojen lisäksi opettajalla tulisi olla näkemys siitä, miten opiskelun kannalta keskeiset asiat saadaan sisällytettyä oppilaiden tekemiin projektitöihin. Tavoitteisiin pääsemiseksi opettajan on hyvä miettiä ennen projektin aloitusta sopivia apukysymyksiä ja välitavoitteita, joiden avulla ohjata oppilaita työn eri vaiheissa eteenpäin. Lisäksi opettajan tulisi osata antaa oppilaille oikeanlaista ja oikea-aikaista tukea. Tukea ja ohjausta tarvitaan, jotta aihe saadaan rajattua ryhmälle sopivaksi ja oppilaat keskittyisivät opiskelemaan oikeita asioita. Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup> toteavatkin tutkimuksessaan, että oikea-aikaisen tuen ja palautteen antaminen voi olla haasteellista.

Tietotekniikan käyttö opiskelun apuna ja raporttien teossa voi tuottaa haasteita sekä opiskelijoille että opettajalle. Oppijan ikä, mielenkiinto ja koulutustausta vaikuttavat erilaisten ohjelmistojen käytön sujuvuuteen. Karvin raportissa<sup>31</sup> todetaankin, että yläkouluikäisillä voi olla suuria koulukohtaisia, mutta myös luokan sisäisiä eroja esimerkiksi tekstinkäsittely sujuvuudessa. Osa oppilaista hallitsee erilaiset sähköiset laitteet ja sovellukset jopa opettajia paremmin, mutta kaikki oppilaat eivät edelleenkään osaa sujuvasti kirjautua sovelluksiin. Lisäksi testinkäsittelyssä ja kirjoitettujen ohjeiden ymmärtämisessä on suuria oppilaskohtaisia eroja. Raportin mukaan myös opettajien digitaidot vaihtelevat.

Yksi projektioppimisen haasteista on oppilasryhmän hallinta työskentelyn aikana, todetaan Krajcik *et al.*<sup>24</sup>, Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup> ja Aksela *et al.*<sup>32</sup> tutkimuksissa. Projektioppiminen tapahtuu ryhmätyönä, jolloin keskustelu luokkahuoneessa voi olla kovaäänistä. Lisäksi oppilaat voivat työskennellä pieniin ryhmiin hajaantuneena ympäri koulua. Tällöin oppilaiden työskentelyn

seuraaminen on vaikeaa ja osa oppilaista voi tunnin aikana keskittyä opiskelun sijaan esimerkiksi netin selailuun. Myös toisen oppilaan kiusaamista voi esiintyä. Kyllönen *et al.*<sup>33</sup> kirjassa korostetaankin opettajan merkitystä luokan turvallisuuden tunteen sekä oppimisilmapiirin luomisessa. Kun opettaja tuntee ryhmänsä ja hänellä on hyvät vuorovaikutustaidot sekä pedagoginen ote opettamiseen, hänen on helpompi luoda luokkaan turvallinen ja oppimista ylläpitävä ilmapiiri myös vapaammissa oppimistilanteissa. Ryhmän tuntemus auttaa opettajaa myös muodostamaan oppilaista hyvin yhteistyöhön kykenevät ryhmät. Sopiva ryhmäkoko riippuu projektin laajuudesta. Lohman *et al.*<sup>34</sup> tutkimuksen perusteella sopiva ryhmäkoko on 5–8 henkeä, sillä yli kymmenen hengen ryhmissä kaikki eivät välttämättä uskalla sanoa omia ajatuksiaan ääneen. Isommissa projekteissa ryhmä yleensä jakautuu pienempiin työryhmiin, jokainen ryhmä saa tutkittavakseen jonkin pienemmän osa-alueen ja lopuksi kaikki osa-alueet yhdistetään isommaksi kokonaisuudeksi. Perusopetuksessa ryhmän koko on yleensä 2–5 oppilasta. Isossa ryhmässä oppilaan sitoutuminen työskentelyyn heikkenee, kun taas pienemmissä ryhmissä jokainen oppilas joutuu kantamaan vastuuta projektin onnistumisesta. Pieni ryhmäkoko lisää oppilaiden sitoutumista työskentelyyn ja myös arvosanat paranevat, todetaan Requieres *et al.*<sup>35</sup> tutkimuksessa. Erilaiset näkökulmat, mutta myös toisen mielipiteiden ja ajatusten kunnioittaminen mahdollistavat hyvän vuorovaikutuksen ja työskentelyyn saadaan lisää ulottuvuuksia. Toimivassa ryhmässä kaikki sitoutuvat työskentelyyn, kukaan ei omi projektia itselleen, vaan valmiissa työssä näkyy kaikkien kädenjälki. Yhdessä työskentelemällä saavutetaan enemmän kuin yksin puurtamalla.

Oppilaiden tekemien tuotosten arviointi voi olla vaikeaa, todetaan Ropposen artikkelissa<sup>36</sup>. Oppilaiden tekemät työt voivat olla hyvin erilaisia ja projektiin osallistuminen voi vaihdella ryhmien välillä, mutta myös ryhmän sisällä suuresti. Opettaja joutuu miettimään arvioinnissa sekä ryhmän työskentelyä että tehtyä tuotosta. Työskentelyssä tulisi huomioida sekä yksittäisen oppilaan että koko ryhmän työskentely. Tuotosta arvioidessa opettajan tulisi kiinnittää huomio siihen, ovatko oppilaat ymmärtäneet tutkimansa asian sekä löytäneet aiheen kannalta olennaiset asiasisällöt. Oppilailla on hyvin erilainen kyky ilmaista itseään kirjallisesti ja suullisesti, joten tuotosten arviointi on siltäkin osin haasteellista. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS)<sup>14</sup> kerrotaan pääpiirteittäin arvioinnin perusteet ja oppimistavoitteet, mutta opettaja joutuu itse ratkaisemaan, miten tuotokset vaikuttavat oppiaineesta annettavaan arvosanaan.

Opettajalta tai projektin vetäjältä vaaditaan kokemusta ja innostusta projektien tekemiseen. Projektioppiminen haastaa opettajan muuttamaan opetusta ja toimintatapoja. Uusien toimintamallien opettelu vie aikaa ja saa opettajat tuntemaan itsensä epävarmoiksi.

Projektioppimiseen ei ole valmista opetussuunnitelmaa, joten jokainen opettaja joutuu oman oppiaineensa osalta itse suunnittelemaan, miten projektioppimista toteuttaa omilla tunneillaan. Työskentelytapa voi tuntua työläältä, ja Moore<sup>37</sup> toteaaakin, että opettajan kielteinen asenne projektityöskentelyä kohtaan voi olla syynä haluttomuuteen käyttää projektioppimista osana opetusta.

Aksela *et al.*<sup>32</sup> ovat tutkimuksessaan todenneet, että työskentelyn sujumiseksi opettajat tarvitsisivat projektioppimiseen lisää koulutusta sekä yhteistyötä muiden opettajien kanssa. Mutta tutkimuksesta käy ilmi myös se, että huolellisella suunnittelulla projektioppimisen ajankäyttöön liittyvät ongelmat voidaan ratkaista. Opettajan oma positiivinen asenne projektioppimista kohtaan heijastuu sekä opetukseen että oppilasryhmän hallintaan.

### 3.3. Laaja-alainen oppiminen

Laaja-alainen osaaminen on keino vastata tulevaisuuden haasteisiin. Laaja-alainen oppiminen on kirjattu perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (POPS 2014).<sup>14</sup> Laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta. Osaaminen tarkoittaa myös kykyä käyttää tietoja ja taitoja tilanteen edellyttämällä tavalla. Laaja-alaisuus sisältyy kaikkiin oppiaineisiin ja oppimiseen sisältyy tietoja ja taitoja, joita opitaan eri oppituntien lisäksi myös kotoa, harrastuksista, uutisia seuraamalla tai ihan erilaisten ihmisten kohtaamisesta ja oman lähiympäristön tapahtumia seuraamalla.

Laaja-alainen oppiminen ja osaaminen on sitä, että oppilas osaa yhdistää eri oppiaineissa oppimaansa toisiin oppiaineisiin. Oppilas osaa havaita samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Hän osaa selittää ja perustella havainnot. Hän osaa myös tarkastella asioita eri näkökulmista. Toki oppilaan ikä, kehitystaso, omat arvot, asenteet ja tahto vaikuttavat hänen kykyynsä omaksua ja analysoida oppitunnilla opittuja asioita. Peruskoulussa opettajan tulisi kannustaa oppilaita käyttämään omia vahvuuksia, tietoja ja taitoja oppimisen apuna (POPS)<sup>14</sup>. Esimerkiksi eri kulttuuritaustoista tulevilla oppilailla on erilaisia arvoja ja osaamista, joka parhaimmillaan antaa koko koululle mahdollisuuden tutustua monikulttuurisuuteen, tasa-arvoon, erilaisuuden hyväksymiseen sekä uusiin ja erilaisiin tapoihin tehdä asioita.

Laaja-alainen oppiminen on oppiainerajat ylittävää oppimista. Eri oppiaineissa opetusmenetelmät ja opettavat sisällöt vaihtelevat. On oppiaineita, joissa asiasisältö on sama, mutta sisältöjen painotuksessa on eroavaisuuksia. Veden kiertokulku on hyvä esimerkki

arkielämän ilmiöstä, jota opetetaan biologian lisäksi myös kemian oppitunnilla sekä ala-asteella ympäristöopissa. Opettajat voisivat yhteistyötä tekemällä opettaa asian suurempana kokonaisuutena esimerkiksi projektityön avulla. Tällöin työskentelyyn voisi käyttää kummankin oppiaineen oppitunteja ja lisäksi opettajat voisivat yhdessä arvioida oppilaiden tuotokset. Helpompi tapa on, jos opettajat voivat synkronoida oppitunnit niin, että kummassakin oppiaineessa asia käsitellään saman viikon aikana. Laaja-alaisuus vaatii suunnittelua ja opettajien välistä yhteistyötä.

Laaja-alainen osaaminen on taito, jota kaikenikäiset tarvitsevat pärjätäkseen elämässä. Työelämässä arvostetaan sosiaalisia taitoja, mutta myös kykyä ajatella itsenäisesti, kykyä soveltaa ja luoda uusia ja toimivia ratkaisuja arjen eri tilanteisiin. Kouluissa tähän laaja-alaiseen osaamiseen kannustetaan positiivisella palautteella, oikeanlaisella ohjauksella ja tuella. Opettajan tulisi kannustaa oppilaita havaintojen tekoon, aktiiviseen tiedon hankintaan sekä itsenäiseen ajatteluun, mutta myös rohkaista oppilaita ryhmätyöhön sekä tiedon ja ideoiden jakamiseen. Erilaisia opetusmenetelmiä käyttäen tarjotaan oppilaalle erilaisia tapoja oivaltaa, oppia ja yhdistää asioita laajemmiksi kokonaisuuksiksi.

Laaja-alaisuuteen kuuluvat myös itsestä huolehtiminen ja arjen taidot.<sup>14</sup> Yläasteella tuetaan oppilaan itsenäistymistä ja ohjataan ja kannustetaan ottamaan vastuuta itsestä, muista ihmisistä, ympäristöstä sekä oman arjen sujumisesta. Oman hyvinvoinnin lisäksi tiedostetaan sosiaalisten taitojen merkitys, tietotekniikan hyödyntäminen omassa elämässä, mutta myös omien kulutustottumusten vaikutus lähialueen, mutta myös koko maapallon tulevaisuudelle.

Monilukutaidon avulla oppilaita ohjataan analysoimaan ja kriittisesti tulkitsemaan erilaisia tekstejä, kuvia, taulukoita sekä uutisia ja muita mediakanavia. Oppilaita kannustetaan ilmaisemaan näkemyksiään monipuolisesti viestinnän ja vaikuttamisen keinoin.

Tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään apuna tiedonhankinnassa sekä erilaisten tehtävien tekemisessä. Tekstinkäsittelyn lisäksi harjoitellaan erilaisten ohjelmien ja digitaalisten oppimisalustoiden käyttöä. Samalla oppilaille korostetaan vastuullista ja turvallista toimintaa, kuten tekijänoikeuksien tai tietosuojan noudattamista verkossa toimittaessa.

Kouluopetuksessa edistetään oppilaiden kiinnostusta ja myönteistä asennetta työtä ja työelämää kohtaan. Yritysvierailuilla tutustutaan lähialueella sijaitseviin työpaikkoihin ja työelämään tutustumisjaksolla oppilaat pääsevät tutustumaan erilaisiin ammatteihin konkreettisesti hakeutumalla esimerkiksi lähikauppaan harjoittelijaksi. Työharjoittelussa seurataan ja kannustetaan oikeaoppiseen käyttäytyminen sekä yhteistyöhön erilaisten ihmisten kanssa.



Laaja-alaisuuden tavoitteena on myös lisätä oppilaiden kiinnostusta osallistua ja vaikuttaa yhteiskunnallisiin asioihin. Oppilaskuntatyöskentely on yksi tapa vaikuttaa ja oppia neuvottelemaan sekä ottaa vastuuta yhteisistä asioista.

Laaja-alaisuuden tavoitteena on kasvattaa lapsista ja nuorista itsenäisen ajatteluun kykeneviä, yhteiskuntakelpoisia ja kestävän elämäntavan omaavia aikuisia.<sup>14</sup>

### **3.4. Ilmiölähtöinen oppiminen**

Ilmiölähtöinen oppiminen tai ilmiöoppiminen tarkoittaa opiskelua, jossa pyritään selittämään, mistä jokin asia tai ilmiö johtuu. Ilmiölähtöisen oppimisen merkitystä peruskoulussa on perusteltu sillä, että se lisää oppilaiden oppimismotivaatiota, oppilas pystyy käyttämään omia yksilöllisiä vahvuuksiaan opiskelun apuna ja lisäksi ilmiöoppimisen avulla opitaan työelämässä tarpeellisia taitoja.<sup>14</sup>

Ilmiölähtöinen oppimisen ideana on, että oppiminen lähtee liikkeelle oppijalle tutusta arkielämään liittyvästä ilmiöstä. Ilmiölle pyritään löytämään selitys, joka kertoo, mistä ilmiö johtuu ja miten ilmiö tapahtuu ja mitä ilmiöstä aiheutuu. Opiskelu tapahtuu ryhmässä työskentelemällä. Tiedon käsittely ja uuden tiedon tuottamisen taso on sidoksissa oppilaan omaan tietomäärään sekä elämäkokemukseen, mutta myös oppilaan halukkuuteen sitoutua työskentelyyn todetaan Kangas *et al.*<sup>38</sup> tutkimuksessa. Tutkimuksessa todetaan myös, että onnistuneeseen lopputulokseen päästäkseen sekä opettajan että oppilaan tulisi olla kiinnostuneita tutkittavasta ilmiöstä.

Ilmiöoppiminen ja projektioppiminen ovat kumpikin oppimismenetelmiä, joissa oppiminen lähtee oppilasta itseään kiinnostavista asioista tai ilmiöistä. Kummassakin oppiminen tapahtuu ryhmässä, jolloin oppilaan ryhmätö- ja vuorovaikutustaidot kehittyvät. Kumpikin opetusmenetelmä sopii laajojen, oppiainerajat ylittävien teemakokonaisuuksien opettamiseen. Projektioppimisen avulla haetaan usein selitystä ja erilaisia ratkaisuja tai toimintatapoja projektin päämäärän saavuttamiseksi. Ilmiöoppimisen tavoitteena on usein selittää tutkittavan ilmiön syitä ja seurauksia. Kummankin oppimistavan tärkein anti on kannustaa lapsia oivaltamaan, että koulussa ei opiskella pelkästään koulua tai opettajia varten, vaan oppitunneilla opitaan asioita, joista on oikeasti hyötyä työelämässä ja arjen hallinnassa.

## 4. Kemian opettaminen yläasteella

Kemian opetus kuuluu opetussuunnitelman perusteiden (POPS)<sup>14</sup> mukaisesti 7–9-luokan opetettaviin aineisiin. Kemian oppitunneilla opiskellaan sekä kemian teoriasisältöjä että harjoitellaan kemiaan kuuluvien kokeellisten töiden tekemistä oikeilla laboratoriovälineillä. Oppitunneilla harjoitellaan pienimuotoisesti tieteellisen tutkimuksen tekemistä. Kokeellisen työn alussa tehdään yleensä tutkimushypoteesi, jonka jälkeen aloitetaan varsinainen työskentely. Työn aikana tehdään havaintoja sekä pohditaan, mistä nähdyt havainnot johtuvat. Havainnoista ja pohdinnoista kirjoitetaan raportti, jossa saatuja tuloksia voidaan tarkastella kriittisesti. Toisinaan raportin kirjoittamisen sijaan tutkimushavainnot kirjataan oppikirjaan ja käydään keskustelemalla läpi.

Työturvallisuudella on merkittävä rooli kemian opetuksessa. Kemian opetuksessa käytetään erilaisia laitteita ja välineitä, ja esimerkiksi koeputkien ja lasiastioiden käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta, etteivät ne työskenneltäessä tai luokassa liikuttaessa putoa tai mene rikki. Oppilastoissa käytettävät aineet ovat suhteellisen vaarattomia ja käytettävät ainemäärät ovat pieniä, mutta oppitunnilla oppilaille korostetaan aineiden oikeaoppista käsittelyä ja suojarusteiden käyttöä. Silti koeputkesta saattaa roiskahtaa tutkittavaa ainetta kädelle, jolloin oppilasta ohjeistetaan pesemään kädet. Tarvittaessa oppilas ohjataan terveydenhoitajalle tai terveyskeskukseen jatkohoitoa saamaan. Sattuneista vahingoista ilmoitetaan oppilaan huoltajalle sekä raportoidaan koulun vahingoista vastaavalle henkilölle.

### 4.1. Opetusmenetelmät

Opetusmenetelmillä tarkoitetaan opetuksen toteuttamis- ja työtapoja ja niiden tulisi edistää oppijan oppimista. Menetelmän valintaan vaikuttavat oppilaille asetettavat osaamistavoitteet, opetusryhmän koko sekä oppilaiden ikä ja osaamistaso, mutta myös opettajan henkilökohtaiset mieltymykset eri opetusmenetelmiä kohtaan. Hyppönen *et al.*<sup>39</sup> toteaa, että sekä opettajan että opiskelijoiden työpanos vaikuttaa opetusmenetelmien onnistuneeseen käyttöön. Valitusta menetelmästä riippumatta opettajan tulisi motivoida ja sitouttaa oppilaat opiskeluun. Opetusmenetelmät voidaan jakaa opettajajohtoisiin ja oppilaslähtöisiin menetelmiin.

### 4.1.1 Opettajajohtoiset oppimismenetelmät

Perinteinen opettajajohtoinen opetusmenetelmä on luento ja siihen liittyvät yleensä oppilailla teetettävät muistiinpanot. Luento on kustannustehokas tapa opettaa asioita suurelle opiskelijajoukolle ja luento sekä luentomateriaali on helppo siirtää myös etäopetukseen. Luento ja muistiinpanojen teettäminen on hyvä keino saada levoton luokka rauhoittumaan. Luennon huono puoli on se, että oppilaiden mielenkiinto loppuu noin 10 minuutin kuluttua ja Peterson *et al.*<sup>40</sup> tutkimustulosten mukaan moni oppilas unohtaa nopeasti kuulemansa asiat, varsinkin, jos aihetta ei koeta kiinnostavaksi. Vuorovaikutusta opettajan ja oppilaan välillä on vähän ja tunnin jälkeen on vaikea arvioida, miten oppilaat ovat ymmärtäneet oppitunnilla kerrotun asian. Oppimista arvioidaan yleensä kokeella, mutta tenttiin valmistautuminen on usein koealueen ulkoa opettelua ja varsinainen syväoppiminen, tiedon soveltaminen ja pysyvän muistijäljen muodostuminen on vähäistä. Oppimista voi parantaa aiheeseen liittyvillä kuvilla ja videoilla sekä tauottamalla esitystä esimerkiksi esittämällä kysymyksiä oppilaille tai laittamalla vierekkäin istuvat keskustelemaan oppitunnin aiheesta keskenään. Visualisointi ja keskustelu tekevät oppitunnista mielenkiintoisemman ja opetettavat asiat jäävät paremmin oppilaiden mieliin.

Kokeelliset työt kuuluvat kemian opetukseen. Oppitunnilla opettaja voi itse demonstroida jonkin opetettavan asian.<sup>39</sup> Opettajan tekemä työ on usein aikaa vievä tai siinä käytettävät aineet kalliita tai vaarallisia käyttää, jolloin opettajan tekemänä säästetään aikaa ja rahaa. Demonstroitava asia voi olla myös uuden työtekniikan opettaminen. Jos opettaja pyytää yhden tai kaksi oppilasta avustamaan demonstraation suorituksessa, niin muu luokka seuraa kokeen edistymistä paremmin kuin pelkästään opettajan tekemää työtä.

Yleensä kemian tunnilla tehtävät kokeelliset työt ovat kuitenkin oppilaiden itsensä tekemiä helppoja kemiallisia tutkimuksia. Peruskoulussa tehtävät työt ovat yleensä opettajajohtoisia ja oppikirjan ohjeiden mukaan suoritettavia tutkimuksia. Tutkimusten tehtävänä on herättää oppilaiden mielenkiinto tieteellisen tutkimuksen tekemiseen. Työn aikana oppilas tekee havaintoja, kirjaa havainnot ylös sekä pohtii, mistä havainnot aiheutuvat. Kokeelliset työt tehdään yleensä pari- tai pienryhmätyöskentelynä. Ryhmätyö- ja vuorovaikutustaidot ovat yksi opetussuunnitelman perusteisiin (POPS)<sup>14</sup> kirjatuihin tavoitteisiin ja näitä taitoja kemian tunnilla pääsee harjoittelemaan.

### 4.1.2. Oppilaslähtöiset oppimismenetelmät

Oppilaslähtöisten opetusmenetelmien tavoitteena on motivoida oppilaiden oppimista ja kannustaa oppilaita itsenäiseen ajatteluun. Oppilaslähtöisissä oppimismenetelmissä korostuvat ryhmä- ja vuorovaikutustaidot sekä käsillä tekemisen taidot. Kemian opetuksessa kokeelliset työt voivat olla ohjeistuksesta riippuen joko opettajajohtoisesti tai oppilaslähtöisesti toteutettuja.

Projektioppiminen sopii kemian suurien opintokokonaisuuksien opiskeluun, mutta myös tarkkaan rajattujen asioiden tai ilmiöiden tutkimiseen ja kehittämiseen. Projektien avulla voidaan yhdistää eri oppiaineiden sisältöjä mielekkäiksi oppiainerajat ylittäviksi kokonaisuuksiksi.

Projektioppimisen tutkiva ote ja yhdessä tekemisen merkitys korostuvat, kun opiskelija pyrkivät selvittämään esimerkiksi t-paidan elinkaarta ja ympäristövaikutuksia. Hiilijalanjälki, vesijalanjälki sekä ekologinen selkäreppu ovat käsitteitä, joiden merkitystä oppilaat voivat myös selvittää. Projektin avulla opettaja pystyy herättelemään oppilaat huomaamaan, että omat kulutustottumukset vaikuttavat oman hyvinvoinnin lisäksi lähiympäristön siisteyteen ja viihtyisyyteen, sekä työpaikkojen ja palveluiden säilymiseen. Kun ostaa lähellä tuotettuja tuotteita, tukee samalla paikallista talouselämää ja kuljetuskustannukset sekä kuljetuksen aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat pienemmät kuin esimerkiksi maapallon toiselta puolelta lennätettyjä tuotteita ostettaessa. Lisäksi Suomessa elintarvikkeiden tuotanto ja antibioottien tai kasvisuojeluaineiden käyttö ruuantuotannossa on tarkkaan säädeltyä ja valvottua, joten kotimaisen ruuan alkuperä on jäljitettävissä ja eläinten pito on eettisesti yleensä hyvällä tasolla.

Projektioppimisen ja ilmiöoppimisen lisäksi on myös muita oppilaslähtöisiä oppimismenetelmiä. Ryhmätyöt, opintopiirit, aivoriihi, yhteistoiminnallinen oppiminen, palapelioppiminen ja lumipallo-oppiminen ovat erilaisia ryhmätyöskentelyä käyttäviä oppimismenetelmiä. Myös näytelmiä ja roolileikkejä voi käyttää opetuksen apuna. Nämä edellä mainitut opetusmenetelmät on esitelty tarkemmin Hyppönen *et al.*<sup>39</sup> opettajan käsikirjassa. Kaikissa näissä menetelmissä korostuu oppilaan aktiivinen rooli tiedon hankinnassa ja jakamisessa. Sen lisäksi että oppilaiden motivaatio ja oppimistulokset paranevat, niin myös luokan yhteishenki paranee yhteistoiminnallisen oppimisen kautta.

Esitelmän tai videon teko on myös vaihtoehtoinen oppimismenetelmä. Esitelmän voi tehdä yksilötyöskentelynä, mutta useimmiten esitelmät ja videot toteutetaan ryhmätyöskentelynä. Tässäkin opetustavassa korostuu oppilaan oma rooli aktiivisena tiedon prosessoijana.

Erilaiset kädentaitoja harjaannuttava opetusmenetelmät yhdistettynä teoriaopetukseen kannustavat uuden oppimiseen sekä asioiden muistamiseen. Kemian tunnilla tehtävät kokeelliset työt ovat tästä hyvä esimerkki. Kun oppitunnilla ruokasuola erotetaan vesiliuoksesta haihduttamalla ja haihdutusta nopeutetaan astiaa kuumentamalla, niin erotusmenetelmä jää paremmin oppilaiden mieleen kuin pelkästään kirjasta lukemalla. Kokeellisissa töissä käsillä tekemiseen yhdistyy sekä tieteellisen tutkimuksen tekemistä että ryhmätyö- ja vuorovaikutustaitojen käyttöä. Myös turvallinen työskentely tulee tutuksi kemian kokeellisissa töissä. Ja kaikki tämä kannustaa oppilaita omaan ajatteluun ja tukee syväoppimista.

Hampden-Thompson *et al.*<sup>41</sup> Englannissa tehdyssä tutkimuksessa oppilaan sitoutumiseen luonnontieteiden opiskeluun on selvä yhteys opettajaan sekä opetukseen liittyviin opiskeluaktiviteetteihin. Motivaatio lisääntyy, kun oppilaalla on mahdollisuus itse vaikuttaa opiskeluun tutkimalla omia mielenkiinnon kohteita. Mahdollisuus osallistua kokeellisten töiden suunnitteluun, aiheen liittyminen omiin harrastuksiin tai tulevaisuuden suunnitelmiin lisäävät sitoutumista. Myös vanhempien ammatti ja asenne opiskeluun vaikuttavat opiskeluaktiivisuuteen. Opiskelun tulee olla myös hauskaa. Tutkimuksen perusteella pojat ovat kiinnostuneempia luonnontieteiden opiskelusta kuin tytöt. Tämän tutkimuksen mukaan myös käytetyillä opetusmenetelmillä on merkitystä oppilaiden sitoutumiseen. Kouluissa, joissa säännöllisesti käytetään vuorovaikutusta, käytännönläheisiä harjoituksia ja sovelletaan tietoa oppitunneilla, oppilaat ovat sitoutuneita opiskeluun paremmin kuin kouluissa, joissa oppilaat eivät pääse aktiivisesti itse harjoittamaan näitä taitoja. Pelkkä vuorovaikutus ei kuitenkaan lisää sitoutumista. Mikäli vuorovaikutusta, käytännönläheisiä töitä ja asioiden soveltamista esiintyy jokaisella oppitunnilla, niin se ei tutkimuksen mukaan lisännyt sitoutumista. Tutkimuksen perusteella erilaisia oppimismenetelmiä vaihtelemalla saavutetaan suurempi hyöty kuin jos jokainen oppitunti on saman kaavan mukaan toteutettu.

## 4.2. Oppimisympäristöt

Blumenfeld *et al.*<sup>23</sup> korostavat oppimisympäristön merkitystä luonnontieteiden opettamisessa. Kemian luokka on ainutlaatuinen oppimisympäristö. Eilks *et al.*<sup>40</sup> kirjassa kuvataan, miten kemian luokassa on paljon mielenkiintoisen näköisiä laitteita ja välineitä, joilla pääsee opettajan ohjeistuksen jälkeen harjoittelemaan erilaisia laboratoriotöitä. Kemian luokassa työskennellään yleensä kahden oppiaan ryhmissä, joten työpöydätkin ovat yleensä kahdenistuttavia ja

pöytälevyjen pintamateriaali on suunniteltu kestämaan kemikaaliroiskeita. Kemian luokan varusteisiin kuuluvat vetokaappi sekä useampi vesipiste astioiden tiskausta varten. Lisäksi luokassa on kaappeja, joista löytyy koeputkia, mittalaseja, kolmijalkoja ja muuta töissä tarvittavaa esineistöä. Luokasta löytyy suojatakkeitä sekä suojalaseja, mutta myös hätäsuihku, palopeite sekä ensiapukaappi.

Kemian opetusluokan lähellä tai luokan yhteydessä on lukollinen kemikaalivarasto, josta löytyvät oppilastöissä tarvittavat reagenssit. Ruokasuola, magnesiumnauha ja muut vähemmän haitalliset aineet ovat varastossa kaikkien huoneessa käyvien saatavilla. Liuottimet, vahvat hapot ja emäkset sekä muut vaaralliseksi luokiteltavat aineet säilytetään erillisissä, lukolla varustetuissa ja ilmastoidussa kaapeissa, joihin avain löytyy vain kemian opettajilta sekä koulukohtaisesti esimerkiksi rehtorilta, kanslistilta tai turvallisuusvastaavalta opettajalta. Varastotiloissa on myös erilliset jätteenkeräysastiat syntyneen jätteen oikeaoppiseen varastointiin. Syntyvän jätteen määrä pyritään pitämään pienenä käyttämällä mahdollisimman pieniä määriä tutkittavia aineita.

Kemian opetuksessa voidaan hyödyntää nykytekniikkaa. Älypuhelimien avulla pelattava Kahoot! -pelisovellus on monelle yläasteikäiselle tuttu jo ala-asteelta, joten peliä voi käyttää esimerkiksi alkuaineiden ja yhdisteiden harjoitteluun. Opettaja voi myös esimerkiksi Socrativen tai muun vastaavan sovelluksen avulla selvittää oppitunnin alussa oppilaiden ennakkokäsityksiä opetettavasta asiasta sekä tunnin lopussa tarkistaa, mitä oppilaat ovat tunnilla oppineet. Lisäksi on olemassa erilaisia tietokoneohjelmistoja kuten Edumol ([www.edumol.fi](http://www.edumol.fi)) tai ChemSketch ([www.acdlabs.com](http://www.acdlabs.com)), joilla voidaan mallintaa eri yhdisteiden atomitason rakenteita. PhET-simulaatioiden avulla (<https://phet.colorado.edu>) voidaan havainnollistaa ja visualisoida kemian silmille näkymätöntä sub-mikroskooppista maailmaa oppilaille. Perinteisen video-opetuksen rinnalle on tullut myös erilaisia virtuaalilaboratorioita kuten esimerkiksi Aalto-yliopiston kehittänyt kemian virtuaalilaboratorio, jossa voi opiskella laboratorioturvallisuutta tai kolmen yliopiston kehittänyt virtuaali.tkk.fi, jossa voi myös opiskella laboratoriotyöskentelyä. Nämä virtuaalilaboratoriot on suunniteltu lukiolaisille ja yliopisto-opiskelijoille, mutta sivuilta löytyy mielenkiintoista materiaalia myös yläkoulun kemian oppitunnille. LUMA-keskus Suomen ([www.luma.fi](http://www.luma.fi)) sivuilta löytyy paljon käyttökelpoista opetusmateriaalia, jotka tukevat opetussuunnitelman (POPS)<sup>14</sup> mukaista kemian ja muiden luonnontieteellisten aineiden opetusta.

Kemian opettamisen ei tarvitse olla pelkästään luokahuoneessa tapahtuvaa kemian opiskelua. Opetuksessa voidaan hyödyntää ympäröivää luontoa, koulun kotitalousluokkaa tai voidaan tutustua lähialueella oleviin kemian alan työpaikkoihin tai oppilaitoksiin.<sup>23</sup> Esimerkiksi

lämpötilan vaikutusta proteiinien rakenteeseen voidaan tutkia kotitalousluokassa kanamunia paistamalla tai uppomunia valmistamalla. Yhdistämällä kotitalous ja kemia proteiinien opettamiseen asia jää paremmin oppilaiden mieleen ja mikä parasta, kokeellisen työn tuotokset saa lopuksi syödä. Kemian alan työpaikkoihin tutustuminen voi herättää kiinnostuksen kemian opiskeluun ja samalla oppilaat näkevät, mitä työllistymismahdollisuuksia omalta kotipaikkakunnalta löytyy. Esimerkiksi Jyväskylän yliopisto järjestää yhteistyössä Jyväskylän Normaalikoulun kanssa Konneveden tutkimusasemalla kemian leirikouluja yläasteikäisille.

Vaihtoehtoja kemian opetuksen toteuttamiseen löytyy sekä opetusmenetelmissä että oppimisympäristöissä. Jokainen opettaja voi valita ajankäytön ja oppimistavoitteiden mukaisesti itselleen parhaiten sopivimmat tavat opettaa. Kuten Hampden-Thompson *et al.*<sup>41</sup> kirjoittavat, niin vaihtelemalla monipuolisesti erilaisia opetusmenetelmiä sekä hyödyntämällä opetuksessa erilaisia oppimisympäristöjä pystytään innostamaan erilaisia oppijoita luonnontieteiden opiskeluun.

## **5. Haastattelututkimus**

### **5.1 Tutkimusmenetelmä**

Tutkimusmenetelmänä käytettiin haastattelututkimusta. Haastattelun lisäksi tutkimuksen apuna käytettiin opiskelijoiden kurssilla tekemiä kirjallisia raportteja.

### **5.2 Tutkimuksen tavoitteet**

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää opiskelijoiden kokemuksia projektioppimisesta sekä mikä on opettajan rooli projektioppimisessa. Lisäksi kartoitettiin, miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä.

### **5.3 Tutkimuskysymykset**

Tutkimuskysymyksiä oli kolme:

- Miten opiskelijat kokevat projektioppimisen?
- Mikä on opettajan rooli projektioppimisessa?
- Miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä?

### **5.4 Tutkimusaineisto**

Tutkimusaineistona toimi Leena Mattilan tekemä haastattelu. Tutkimus pohjautuu vaihtoopilaiden haastattelun tallenteisiin sekä Mattilan artikkeliin<sup>43</sup>. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnettiin opiskelijoiden kurssin aikana tuottamaa materiaalia.

### **5.5 Tutkimuksen toteutus**

Tutkimus toteutettiin puolistrukturoituna haastattelututkimuksena verkon välityksellä. Mattilan<sup>43</sup> haastateltavina olivat kaikki kolme Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen



järjestämälle Kestävän kehityksen kurssille keväällä 2021 osallistunutta vaihto-opiskelijaa. Opiskelijoista kaksi matkusti Suomeen ja yksi osallistui vaihtoon omasta kotikaupungistaan käsin. Vaihto-opiskelu tapahtui verkkoyhteyden kautta ja haastatteluun kaikki osallistuivat samanaikaisesti.

## 5.6 Aineiston analyysi ja tulokset

Aineiston analyysi toteutettiin kvalitatiivisella ja kvantitatiivisella sisältöanalyysillä, jonka avulla pyrittiin pelkistämään, ryhmittelemään ja kategorioimaan aineisto niin, että haastattelusta ja kurssimateriaalista saatiin tiivistettyä tutkimuksen kannalta oleelliset asiat. Aineiston analysoimiseksi haastattelu kuunneltiin ja luettiin useampaan kertaan. Haastattelusta etsittiin tutkimuskysymysten kannalta oleelliset asiat ja haastattelussa ilmi tulleet havainnot esitetään tiivistetysti tulokset-kohdassa.

Tulokset esitellään kolmessa eri kappaleessa. Tulokset esitellään tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä. Ensimmäisessä osiossa tarkastellaan oppilaan kokemuksia projektioppimisesta, toisessa opettajan roolia projektioppimisessa ja kolmannessa kestävästä kehityksestä ja miten projektioppiminen tuki kestävästä kehityksestä ymmärtämistä.

### 5.6.1 Projektioppiminen

#### 5.6.2 Opettajan rooli

#### 5.6.3 Kestävä kehitys

### 5.6.1 Projektioppiminen

Tässä kappaleessa vastataan kysymykseen, miten opiskelijat kokevat projektioppimisen.

Mattilan haastattelun<sup>43</sup> perusteella projektioppiminen oli kaikille kolmelle (f=100 %) haastateltavalle uusi ja erilainen tapa opiskella ja tehdä tutkimusta. Haastattelusta käy ilmi, että opiskelijoiden aiemmat kokemukset tutkimuksen tekemisestä olivat joko tutkimuksen teorian opiskelua tai datan keräämistä ja analysointia sekä tutkimustulosten raportointia. Se, että tutkimuksessa lähdettiin liikkeelle opiskelijan omista ajatuksista ja se, että opiskelijat samanaikaisesti sekä tekivät tutkimusta että olivat itse myös osa tutkimusprojektia, oli heille uutta. Myös se, miten tutkimuksen tekeminen yhdistettiin pedagogiseen ja tieteelliseen perspektiiviin sekä arkielämän haasteisiin oli opiskelijoille uusi kokemus.

*”When we go in to the project the outcome of the project is, how to make science and practiced how to combine pedagogical and science perspectives step by step each week and I experienced at first time to project-based education and explore real work challenges.”*

Projekti aloitettiin oppilaan omista kestävästä kehitykseen liittyvistä ajatuksista. Chiang *et al.*<sup>44</sup> tutkimuksen mukaan se, että oppilas voi itse aktiivisesti osallistua projektin eri vaiheiden suunnitteluun ja toteuttamiseen, lisää oppilaan motivaatiota työskentelyä kohtaan. Jokainen opiskelija laati 20 kysymyksen listan asioista, jotka heidän mielestään liittyivät kestävästä kehitykseen. Tämän jälkeen omat kysymykset luokiteltiin kolmeen itse valittuun pääryhmään. Oman aineiston luokittelu oli helppoa. Kun samaa asteikkoa käyttäen piti luokitella myös toisten opiskelijoiden aineisto, huomattiin, ettei sama jaottelu välttämättä onnistunutkaan. Luokittelua piti muuttaa. Keskustelu muun ryhmän kanssa sekä asioiden lähestyminen eri näkökulmista kannusti oppilaita muuttamaan omaa ajatteluaan. Vuorovaikutuksen avulla oppilaat oppivat uudenlaisen tavan jäsenellä ja tuottaa aineistoa. Kyky havaita samankaltaisuuksia ja erilaisuuksia kehittyi. Projektin aikana oppilaiden ongelmanratkaisutaidot kehittyivät, systeeminen ajattelutapa kehittyi ja asioiden yhdistäminen uusiin yhteyksiin kehittyi. Ajattelun ja suurempien kokonaisuuksien ymmärtäminen, kuten myös oppimista tukeva vuorovaikutus, ovat projektioppimisen hyviä puolia, todetaan Lam *et al.*<sup>45</sup> tutkimuksessa. Nämä asiat tulevat ilmi myös haastattelussa.

*”I found connections and create that model with my friends.”*

Kurssille oli kirjattu opetussuunnitelma, mutta kurssitavoite oli avoin. Projektin edetessä oppilaat eivät tienneet, mikä on seuraava työskentelyvaihe tai minkälaista lopputulosta haettiin. Oppilaista tämä, ettei projektin varsinainen päämäärä ollut heidän tiedossaan, oli alkuun vaikea ymmärtää. Yksi jopa mietti, oliko kurssin vetäjä itsekään varma, mikä lopullinen tavoite on. Mutta he luottivat opettajan sanaan, kun heille kerrottiin, että riittää että teet seuraavalle kerralle tämän tehtävän ja lopullinen päämäärä selviää kurssin lopussa. Kurssin alussa oppilaat olivat myös epävarmoja siitä, osaavatko vastata tai tehdä annetut tehtävät oikein. Alun opiskelua ohjasi siis Tynjälän<sup>19</sup> ja Fredricks *et al.*<sup>20</sup> kuvaama behavioristinen oppimiskäsitys. Keskustelu muun ryhmän kanssa sai epävarmuuden kurssin tavoitteista karisemaan. Lisäksi opiskelijat olivat tyytyväisiä siitä, että jokaisella tapaamiskerralla he saivat palautetta tekemästään työstä sekä jatko-ohjeita seuraavaa tapaamiskertaa varten. Opiskelijat jopa odottivat aina seuraavaa tapaamista, vaikka tapaamiset olivat perjantaisin.

Kurssi ja raportointi tehtiin englannin kielellä. Englannin kielen käyttö opiskelussa oli tuttua kaikille kolmelle opiskelijalle. Turkkilaiset opiskelijat (f=67 %) kertoivat, että heidän

yliopistossaan luennot pidettiin englanniksi ja raportit, tutkielmat ja muut kirjalliset työt kirjoitettiin englannin kielellä. Kaikki kolme opiskelijaa (f=100 %) kokivat, että he ymmärtävät luennoilla käytetyn englannin ja osaavat poimia ydinasiat tekstistä. Kaksi opiskelijaa (f=67 %) koki kuitenkin, ettei oma englannin kielen tuottaminen puhumalla tai kirjoittamalla ollut kovin hyvä. Haastetta tuotti ennen kaikkea akateemisen englannin kirjoittaminen ja oikeiden ilmaisujen löytyminen. Yksi vastaajista (f= 33 %) totesi, ettei englannin käyttäminen raportin kirjoittamiseen ollut kovin vaikeaa, varsinkin kun kurssin ohjaaja (supervisor) auttoi tarvittaessa. Kaikki opiskelijat (f=100 %) kokivat saaneensa kurssin aikana hyvää ja kannustavaa palautetta tieteellisen tekstin kirjoittamiseen.

*”I didn’t have so much problems doing this. And because also our supervisor helped us if there was some problems, or telling some correction.”*

### 5.6.2 Opettajan rooli

Tässä kappaleessa vastataan kysymykseen, mikä on opettajan rooli projektioppimisessa.

Haastattelun perusteella opettaja vaikutti merkittävästi projektin onnistumiseen sekä opiskeluun sitoutumiseen. Vaihto-oppilaat odottivat ehkä kurssilla opiskeltavan opettajan ja valmiin aineiston pohjalta. Aiemmistä opinnoista saatu palaute oli ollut arvioivaa ja tuomitsevaa, joten kurssin alussa opiskelijat pyrkivät vastaamaan esitettyihin kysymyksiin ”oikein” eli niin, kuin olettivat opettajan haluavan heidän vastaavan. Tällöin oppimista ja opiskelua motivoi ulkoinen kannustin, eli opiskeltiin opettajaa varten, kuten Tynjälä<sup>19</sup> ja Fredrickson *et al.*<sup>20</sup> kuvaavat behavioristista oppimiskäsitystä. Opiskelun tavoitteet muuttuivat kurssin aikana ulkoisesta opettajalle suorittamisesta oppilaan omiksi sisäisiksi tavoitteiksi. Opettajaan tutustuminen lisäsi opiskelijoiden emotionaalista sitoutumista<sup>20</sup> ja opettajan antama kannustava palaute rohkaisi oppilaita uudenlaiseen vuorovaikutukseen ja oppimiseen. Mahdollisia epäonnistumisia ei tarvinnut pelätä, vaan ne olivat osa oppimisprosessia, kuten Tynjälä<sup>19</sup> kirjoittaa. Vaikka opettaja määritteli projektin suuntaviivat, niin projektissa oli tilaa opiskelijoiden omille ajatuksille. Projektin lähtökohtana olleet oppilaan omat kysymykset ja niiden pohjalta tehty tutkimus lisäsivät opiskelijoiden kognitiivista sitoutumista<sup>20</sup> opiskeluun.

Projektia varten oli tehty opetussuunnitelma. Opettaja teki projektin etukäteissuunnittelun, ohjeisti oppilaita projektin tekemisessä sekä seurasi, kommentoi ja kannusti oppilaita projektin aikana eteenpäin. Jokaiselle tapaamiskerralle oli suunniteltu tehtäviä, joiden avulla opiskelijat

työstivät projektia eteenpäin. Opettaja myös varmisti, että projekti pysyi aikataulussa ja että projektissa tutkittiin oikeita, kestävään kehitykseen liittyviä asioita. Opettajan oma motivaatio ja asiantuntevuus näkyi tehtävien suunnittelusta sekä oppilaille annetusta palautteesta. Tehtävänä oli esimerkiksi jaotella omat kestävään kehitykseen liittyvät kysymykset kolmeen itse valitsemaan kategoriaan. Tapaamisissa tehtäviä käytiin yhdessä opettajan kanssa läpi. Jos oppilas ei ollut ymmärtänyt tehtävänantoa oikein, niin opettaja löysi kuitenkin vastauksista positiivista sanottavaa ja ohjeisti jatkossa kiinnittämään huomiota tiettyihin tutkimuksen kannalta tärkeisiin asioihin. Opettaja myös kannusti tiedon etsintään ja jakamiseen sekä miettimään erilaisia lähestymistapoja projektin jatkamiseksi.

Tapaamiset eivät olleet pelkästään projektityön tekemistä, vaan opettaja ennätti keskustella ja kysellä vaihto-opiskelukokemuksista, opiskelijoiden kotikaupungeista ja muista opiskeluun liittymättömistä asioista. Opettajan kiinnostus oppilaan kokemuksista ja hyvinvoinnista lisäsi läheisyyden tunnetta ja sai oppilaat sitoutumaan ja kantamaan vastuuta opiskelusta, kuten myös Lam *et al.*<sup>45</sup> ovat tutkimuksessaan todenneet.

Opettajan roolin muuttuminen opettajasta neuvonantajaksi käy ilmi haastattelussa. Haastattelun alussa opiskelijat käyttivät opettajasta virallista professori-ilmaisua. Haastateltavat välttelivät opettaja-sanaa; he käyttivät mieluummin sanaa ohjaaja tai kutsuivat opettajaa etunimeltä. Tämä kertoi turvallisuudentunteesta ja luottamuksesta, joka kurssilla oli syntynyt opettajan ja oppilaiden välillä. Opettajaa ei enää nähty pelottavana ja etäisenä tuomarina, vaan hänestä oli tullut helposti lähestyttävä neuvonantaja ja ohjaaja. Luottamuksesta kertoi myös se, että verkkoympäristössä toteutetulla kurssilla kaikki osallistujat pitivät tapaamisten aikana kamerat auki.

Haastattelun perusteella vaihto-opiskelun parhaita oivalluksia opettajan roolin merkityksestä olivat seuraavat:

Vaikka oppilas olisi vastannut kysymykseen eri tavalla kuin opettaja oli ajatellut, niin vastaus ei ole mustavalkoisesti joko oikein tai väärin.

Kun opettaja löytää vastauksesta jotain hyvää ja antaa kannustavaa palautetta, niin korjausehdotuksia on miellyttävämpi kuunnella.

Opettajan antama positiivinen palaute oli asia, jota aion itse omalla tulevalla opettajanurallani myös käyttää opetuksen tukena.

*”In this project with \*\*\* (nimi poistettu tutkijan toimesta), we understand, that even if we have wrong parts we have always right parts in it and as I mentioned the way he told us so supportive so motivated, so he always*

*engage us. And he teach me, that I should be teacher like this, because I don't have an example like that so many in Turkey.”*

### 5.6.3 Kestävä kehitys

Tässä kappaleessa vastataan kysymykseen, miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä. Vastauksia haetaan vaihto-opiskelijoiden projektin aikana tuottamasta materiaalista sekä heidän haastattelustaan.

Kestävän kehityksen ymmärtämistä projekti tuki hyvin. Projektin aloitus oppilaan omista kestäväan kehitykseen liittyvistä kysymyksistä lisäsi projektin mielekkyyttä ja opiskelijoiden sitoutumista työskentelyyn, kuten Tynjälä<sup>19</sup> sekä Blumenfeld *et al.*<sup>28</sup> toteavat. Opettajan esittämät lisäkysymykset sekä jokaiselle tapaamiskerralle asetetut tavoitteet veivät projektia hyvin eteenpäin. Myös muiden opiskelijoiden antama vertaistuki sekä erilainen lähestymistapa aiheeseen lisäsivät tietoisuutta kestävän kehityksen vaikutuksista ympäristöön, talouteen sekä sosiaaliseen että kulttuuriseen ympäristöön.

Jokainen opiskelija lähti toteuttamaan projektia omista, itselle merkityksellisistä kysymyksistä. Pérez *et al.*<sup>46</sup> tutkimuksen mukaan tämä omista lähtökohdista alkava, lopputulokseltaan avoin lähestymistapa lisää opiskelijoiden motivaatiota ja parantaa oppimistuloksia. Yhden opiskelijan tutkimuksen lähtökohtana oli omien henkilökohtaisten valintojen vaikutus kestäväan kehitykseen. Hän mietti, voiko omalla toiminnallaan vaikuttaa myös muiden ihmisten toimintaan ja onko kaikilla oman toiminnan osa-alueilla oikeasti merkitystä kestäväan kehitykseen. Toisen opiskelijan kysymyksistä kävi ilmi huoli sukupuolesta ja kotimaasta johtuva koulutuksen saatavuuden eriarvoisuus, ilmastonmuutoksen vaikutukset sekä omien henkilökohtaisten valintojen kyseenalaistaminen. Kolmannen opiskelijan kysymykset käsittelivät kestäväa kehitystä yleisellä tasolla: miten maapallon lämpeneminen vaikuttaa sääolosuhteisiin, miksi kaakaonviljelijät saavat niin pientä palkkaa, miten ruokahävikki saadaan loppumaan sekä miten opettaa ja motivoida oppilaita toimimaan kestävän kehityksen kannalta hyväksyttävällä tavalla.

Projektin aikana kysymykset luokiteltiin useampaan otteeseen eri kategorioihin. Ensin luokiteltiin omat kysymykset, sitten toisten opiskelijoiden tekemät kysymykset. Kaikkien kysymykset pyrittiin vielä yhdistämään yhdeksi laajaksi kestävan kehityksen eri osa-alueet sisältäväksi kokonaisuudeksi. Aineiston prosessointi lisäsi opiskelijoiden tietoisuutta kestävan kehityksen erilaisista tulkinnoista ja vaikutuksista omaan, mutta myös koko ihmiskunnan

hyvinvointiin. Kysymysten erilaisuus toi haastetta luokitteluun, mutta samalla se myös avarsi opiskelijoiden ajatuksia kestävästä kehityksestä.

Opiskelijoiden raporteista tulivat ilmi kestäväen kehityksen sosiaaliset, taloudelliset sekä ympäristölliset osa-alueet. Oman toiminnan vaikutukset talouteen sekä ympäristön tilaan ja ilmaston lämpenemiseen lähialueella, mutta myös globaalisti, käy ilmi opiskelijoiden raporteista. Yksi opiskelijoista pohti, onko yksittäisen ihmisen toimilla merkitystä, kun meitä ihmisiä on 7,8 miljoonaa täällä maapallolla. Mutta hän, kuten myös muut kurssille osallistuneet opiskelijat, totesi, että koulutuksen avulla tulisi tukea kestäväen kehityksen ymmärtämistä kaikkialla maailmassa. Kestäväen kehityksen ei tulisi olla pelkästään oppikirjasta opiskeltava asia, vaan opettajien tulisi aktiivisesti rohkaista oppilaita keskustelemaan ja tutkimaan kestäväen kehitystä koulussa, mutta myös vapaa-ajalla. Opiskelijoiden tietoisuutta kestäväen kehityksen merkityksestä tulevaisuudelle tulisi tukea käytännön harjoitusten avulla ja tässä opettajat ovat avainasemassa.

*”Today’s teachers have the responsibility to raise students’ awareness and encourage them to take action for their future. As teachers affect students’ attitudes and behavior, they should also practise what they reach in the context of sustainability. Therefore, teacher efficacy is the most important key to achieve necessary learning outcomes.”*

Toisessa raportissa todetaan myös, että oppilas, joka ymmärtää kestäväen kehityksen merkityksen, vie tietoa eteenpäin ystävilleen, vanhemmilleen sekä kaikille ihmiselle, joiden kanssa on tekemisissä. Tietoisuus kestäväen kehityksen vaikutuksista voi aiheuttaa pysyvän muutoksen kulutustottumuksiin ja näin ollen vähentää syntyvän jätteen määrää. Opiskelijoiden raportit koulutuksen merkityksestä kestäväen kehityksen ymmärtämiseksi ja tiedon eteenpäin viemiseksi ovat samanlaisia kuin Kalsoom *et al.*<sup>8</sup> sekä Chisinqui *et al.*<sup>9</sup> ovat tutkimustensa perusteella linjanneet.

## 5.7 Pohdinta ja johtopäätökset

Tämä hyvin avoin lähestymistapa kestäväen kehityksen projektioppimiseen oli ajatuksia herättävä. Haastattelun perusteella epävarmuus toimintatavasta ja tutkimuksen tavoitteista voi vaikeuttaa projektioppimisesta. Pérez *et al.*<sup>46</sup> tutkimuksen perusteella lopputulokseltaan avoin tutkimus kuitenkin lisää opiskelijoiden motivaatiota ja sitoutumista opiskeluun. Tämä näkyi myös tämän projektin lopputuloksissa. Yksi opiskelijoista jopa suoritti kurssin innoittamana

korkeakoulututkintoon liittyvän opinnäytetyön kestävästä kehityksestä omassa yliopistossaan. Opettajan antama tuki ja kannustus vei tutkimusta hyvin eteenpäin ja lopussa opiskelijat huomasivat, miten oma ajattelu ja tapa työskennellä oli kehittynyt kurssin aikana. Tämä oman ajattelun kehittyminen on Marx *et al.*<sup>25</sup> mukaan yksi projektioppimisen tavoitteista. Opiskelijoiden kurssilla tuottamasta materiaalista käy ilmi opiskelijoiden tiedostaneen, että luonnontieteiden opettaja voisi erityisesti kemian oppitunnilla sisällyttää entistä näkyvämmiin kestäväen kehityksen arvoja osaksi oppituntia. Samaa todetaan myös Burmeister *et al.*<sup>11</sup> sekä Garnier *et al.*<sup>12</sup> tutkimuksissa. Vaihto-opiskelijat totesivat myös, että luonnontieteiden opetuksessa korostetaan ympäristöön liittyviä näkökohtia, mutta taloudelliset sekä sosiaaliset ja kulttuuriset arvot jäävät vähemmälle huomiolle. Myös Summers *et al.*<sup>48</sup> tutkimuksessa todetaan, että opetuksessa korostetaan ympäristöasioita, kun taas eri osa-alueiden kytkeytymistä toisiinsa ja niiden vaikutusta ihmisen hyvinvointiin ei oppitunneilla tuoda juuri lainkaan esille Englannissa. Vastaava painotus opettamisessa on havaittavissa myös Suomen kouluissa; kemian opetuksessa ja oppimateriaaleissa keskitytään ympäristöön ja luonnonvarojen riittävyyteen, sekä toisen ihmisen huomioon ottamiseen ja muihin sosiaalisiin taitoihin, mutta taloudelliset arvot eivät juurikaan tule oppitunneilla esille (Salenius<sup>18</sup>), vaikka kaikki kolme on mainittu perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS)<sup>14</sup>.

Kestäväen kehityksen projekti koettiin mielekkääksi tavaksi opiskella ja tehdä tutkimusta. Vaikka projektioppiminen oli ulkomaalaisille opiskelijoille uusi tapa opiskella ja opettaa asioita, niin oppilaat totesivat kurssin päätteeksi aikovansa itse tulevina opettajina sisällyttää projektioppimista omille oppitunneilleen. Liikkeelle lähtö oppilaiden omista ajatuksista tuki projektioppimista ja motivoi opiskelemaan, kuten Chiang *et al.*<sup>44</sup> ovat tutkimuksessaan todennut. Projektioppimisen kautta oppilaiden omat ajatukset kestäväen kehityksen sosiaalisista, taloudellisista ja ekologisista vaikutuksista selkiytyvät ja laajentuvat näkemään kestäväen elämäntavan merkityksen koko ihmiskunnalle. Projektityöskentely kannusti myös aktiiviseen vuorovaikutukseen ja ryhmältä saatu vertaistuki sekä ohjaajan ammattitaito sekä positiivinen asenne opettamista ja opiskelijoita kohtaan vaikuttivat merkittävästi projektin onnistumiseen. Näitä asioita myös Lam *et al.*<sup>45</sup> korostavat omassa tutkimuksessaan. Ryhmän turvallisuus ja luottamus ryhmän jäsenten välillä tuki oppimista; jokainen uskalsi kysyä ja ilmaista oman mielipiteensä. Ryhmän pieni koko sekä rohkaisee osallistumaan, mutta myös velvoittaa tekemään parhaansa, todetaan Requies *et al.*<sup>35</sup> tutkimuksessa.

Yhdistämällä luonnontieteiden ja kemian opetukseen nämä kolme kestäväen kehityksen osa- aluetta, eli ekologinen, taloudellinen ja sosiokulttuurinen näkökulma, sekä ottamalla opetukseen esimerkkejä oppilaalle tutuista asioista, saadaan oppilaat tietoisiksi ympäristön

tilasta ja omien tekojen vaikutuksesta sekä omaan että tulevien sukupolvien viihtyvyyteen. Tällä tavalla saadaan kasvatettua nuorista vastuuntuntoisia, ympäristön ja toiset ihmiset huomioonottavia aikuisia.

## 5.8 Luotettavuus

Kurssille osallistui ainoastaan kolme opiskelijaa. Haastateltavien määrä on pieni, joten vahvoja yleistyksiä aineiston perusteella ei voi vetää.

Haastattelutilanteessa kaikki kolme haastateltavaa osallistuivat haastatteluun samanaikaisesti. Yhtäaikainen haastattelu ja toisten vastausten kuuleminen voi aiheuttaa edellisen puhujan vastausten kopiointia.

Projektioppiminen oli opiskelijoille uusi tapa opiskella ja tehdä tutkimusta, mutta opiskelijoiden kokemukset eivät poikkea Blumenfeld *et al.*<sup>23</sup> esittämistä havainnoista. Oppimisympäristönä verkon välityksellä pidetty kurssi on usein haastava, mutta kurssin opettaja onnistui luomaan hyvän ja oppimista tukevan kokonaisuuden. Tähän edesauttoivat todennäköisesti ryhmän pieni koko sekä opettajan asiantuntemus ja oma persoona. Pieni ryhmäkoko lisäsi opettajan ja opiskelijoiden välistä läheisyyttä vaikuttaen samalla positiivisesti kaikkien kurssilla viihtymiseen sekä opiskeluun sitoutumiseen. Milatz *et al.*<sup>47</sup> ovatkin todenneet, että opettajan ja oppilaiden välinen läheisyys vaikuttaa hyvinvointiin ja oppitunneilla viihtymiseen.

Kestävän kehityksen ja sen opettamisen kannalta saadut tulokset olivat rohkaisevia; koulutus lisää opiskelijoiden tietoisuutta kestävästä kehityksestä ja tulevien opettajien koulutusta lisäämällä saadaan tietoa vietyä eteenpäin, kuten Kalsoom *et al.*<sup>8</sup>, Chisingui *et al.*<sup>9</sup>, Burmeister *et al.*<sup>11</sup> sekä Aksela *et al.*<sup>32</sup> ovat todenneet.

Tulokset voisivat olla erilaisia, jos kurssi olisi järjestetty lähitapaamisina, ryhmän koko olisi ollut suurempi tai opetuksen järjestäjänä olisi ollut eri henkilö.



## 6. Kehittämistutkimus

Tässä luvussa esitellään kehittämistutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja tutkimuksen toteutus sekä arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta.

### 6.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda opetuskokonaisuus, jonka avulla kestävä kehitys liittyisi mielekkäällä tavalla osaksi kemian opetusta. Tutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään, sopiiko projektioppiminen kestävän kehityksen opettamiseen yläasteen kemian oppitunnille sekä miten kestävä kehitys näkyy oppilaan jokapäiväisessä elämässä sekä kemian opetuksessa.

### 6.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimusta ohjasivat seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten opiskelijat kokevat projektioppimisen?
- Mikä on opettajan rooli projektioppimisessa?
- Miten projektioppiminen tukee kestävän kehityksen ymmärtämistä?

Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia oppilaiden työskentelyä havainnoimalla, analysoimalla tehtävien tekoa, raportteja ja postereita sekä kyselylomakkeiden avulla.

### 6.3 Tutkimuksen kohderyhmä

Tutkimuksen kohderyhmäksi valittiin yksi peruskoulun kahdeksannen luokan kemian opetusryhmä. Kestävän kehityksen vaikutukset ympäristöön, talouteen ja sosiaaliskulttuuriseen elämään ovat hyvin moniulotteisia. Tutkimus haluttiin kohdentaa peruskoulun viimeisille vuosiluokille, koska silloin pystytään tavoittamaan ja vaikuttamaan koko ikäluokan asenteisiin ja toimintatapoihin.

## 6.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus on kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen kehittämistutkimus, joka toteutettiin opetuskokeiluna joulukuussa 2021 eräässä suomalaisessa yläkoulussa. Aineisto kerättiin havainnoimalla oppilaiden työskentelyä projektin aikana sekä kyselylomakkeilla. Kyselyt toteutettiin Socratic-ohjelman avulla sekä paperisena kyselylomakkeena. Liitteistä löytyvät tutkimuksen toteuttamisessa käytetyt materiaalit; LIITE1 ja LIITE2.

Kehittämistutkimus, englanniksi Design-Based Research (DBR), on tutkimusta, jossa keskitytään suunnittelemaan, testaamaan ja analysoimaan uusi opetustapa todetaan Edelsonin<sup>49</sup> artikkelissa. Tutkimuksessa yhdistetään käytännön opetuskokeilu opetuksen teoriaan. Tutkimuksessa pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan oppitunti tai jokin muu oppimista kehittävä toiminta, joka voidaan toteuttaa normaalilla oppitunnilla olemassa olevia opetusvälineitä hyväksi käyttäen. Tutkimuksen toteuttamiseksi tutkijan ja opettajan tulee tehdä yhteistyötä. Kehittämistutkimuksen on raportoitu parantavan opetuksen mielekkyyttä ja teknologian käyttöä sekä opiskelijan että opettajan näkökulmasta katsottuna toteavat Barab *et al.*<sup>50</sup> He toteavat kuitenkin, että tehtyjen tutkimusten luotettavuus voidaan kyseenalaistaa, mikäli tutkija on itse suunnitellut, toteuttanut, analysoinut ja raportoinut tutkimuksen.

Kestävä kehitys -projekti toteutettiin Elinkaarianalyysi-projektityönä kahdeksannen luokan kemian oppitunneilla joulukuussa 2021. Työhön varattiin aluksi kaksi 75 min oppituntia, mutta työskentelyä jatkettiin vielä kolmannella tunnilla. Oppilaat käyttivät työssä apuna oppikirjaa, opettajan jakamaa tukimateriaalia sekä internetistä etsimäänsä tietoa.

Ensimmäisen tunnin alussa oppilaille esiteltiin lyhyesti käsitteet elinkaari, kiertotalous sekä kestävä kehitys. Tämän jälkeen villapaitaa esimerkkituotteena käyttäen mietittiin yhdessä, miten lampaan villasta erilaisten lisäaineiden ja työvaiheiden kautta saadaan valmis tuote, joka kierrättää aikansa ihmiseltä toiselle ja viimein päättyy energiajätteeksi.

Oppilaat jaettiin kolmen hengen ryhmiin ja ryhmät valitsivat itse tuotteen, jonka elinkaarta he lähtivät tutkimaan. Tutkimuskohteiksi valikoituivat seuraavat tuotteet: farkut, t-paita, paperi, alumiinitölkki, puupenkki, muovipullo sekä muropaketti. Tutkimuksen avuksi Classroom-oppimisympäristöön oli kirjattu apukysymyksiä ja ohjeita, jotka koskivat tuotteen raaka-aineita, valmistusta, hintaa, kierrätettävyyttä ja tuotteen loppusijoitusta.

**Elinkaarianalyysin teossa apuna käytettiin seuraavia kysymyksiä ja ohjeita:**

**1. Ennakkokäsitykset tuotteesta:** valmistusmateriaali, valmistuspaikka ja -maa, mahdollinen uusiokäyttö

**2. Etsi tietoa oppikirjaa ja internetiä apuna käyttäen.** Kirjaa löytämäsi tieto muistiin. Keskustelkaa ja verratkaa löytämäänne tietoa

Raaka-aineet:

- mistä raaka-aineista tuote on valmistettu, alkuaineet, yhdisteet
- raaka-aineiden hinta, saatavuus, ympäristövaikutukset
- tuotantokustannukset, tuotteen valmistamiseen käytettävä energia, tarvitaanko kemialla tuotteen valmistuksessa

Tuotteen elinkaari:

- onko tuotteen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioitu materiaalien kierrätettävyys, ympäristövaikutukset, taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset (esimerkiksi lähituotteet, työpaikat, asuinalueen viihtyisyys)
- valmistus, energiankulutus valmistusprosessissa
- varastointi, kuljetus
- käyttö (käyttökohteet, käyttöikä)
- kierrätettävyys (koko tuote, osa tuotteesta), uusiokäyttö, miten kierrättäminen on järjestetty
- jäte (energiajäte, ongelmajäte)

Miten kemia liittyy tutkimaasi tuotteeseen?

- esimerkiksi raaka-aineet, valmistusprosessi, ilmaston lämpeneminen
- hiilijalanjälki, vesijalanjälki, ekologinen selkäreppu

Pohdi, mitä hyötyä tavaroiden kierrätyksellä ja uusiokäytöllä on

- sinulle
- ympäristölle

### 3. Posterit. Koostakaa tuotteesta posterit, josta tulisi ilmetä:

- aihe eli tuote, jonka elinkaarta oli tutkittu
- työhön osallistuneiden nimet
- raaka-aineet
- valmistuksen ja /tai käytön ympäristövaikutukset
- tuotteen kierrätettävyys, uusiokäyttö
- miten tuote liittyi kemiaan

### 4. Valmiit posterit esitellään muulle luokalle.

- Posterit myös ripustetaan luokan seinälle kaikkien luokkaa käyttävien oppilaiden nähtäville.
- Lopuksi vastaa projektityöskentelyyn ja kestävään kehitykseen liittyviin kysymyksiin sekä äänestä mielestäsi parhaiten toteutettu posterit.
- Muista perustella, miksi kyseinen työ on mielestäsi paras.

Apukysymysten ja annettujen ohjeiden avulla oppilaat pääsivät hyvin alkuun ja aiheen valinnan jälkeen tiedonhankinta internetiä apuna käyttäen lähti ripeästi käyntiin.

Toisella tunnilla tiedonhankintaa jatkettiin ja ryhmät alkoivat työstää postereita. Tässä vaiheessa projektia ryhmien työskentelyssä oli havaittavissa selkeitä eroja.

Kolmannella tunnilla posterit viimeisteltiin ja valmiit tuotokset esiteltiin suullisesti koko luokalle. Esitysten jälkeen työt ripustettiin luokan seinälle kaikkien oppilasryhmien nähtäville.

Tehtyjä töitä käytettiin apuna kemian arvosanaa annettaessa. Työn arvioinnissa kiinnitettiin huomiota kolmeen arviointikohtaan. Arviointikohdat olivat

- ryhmätyötaidot
- valmis tuotos
- kemian osaaminen

Ryhmätyötaidoissa kiinnitettiin huomioita ryhmän työskentelyyn yksilönä ja ryhmänä, vuorovaikutustaitoihin, tiedon jakamiseen ja työn suunnitteluun ja vastuiden jakamiseen.

Valmiissa tuotoksessa kiinnitettiin huomio visuaaliseen ilmeeseen, selkeyteen ja tiedon oikeaoppisuuteen. Tärkeää oli se, että oli löydetty tuotteen elinkaarta ajatellen ydinasiat sekä yhtymäkohtia kemiaan. Kiitettävään arvosanaan posterissa piti olla myös jotain ekstraa esimerkiksi jokin mielenkiintoinen yksityiskohta tai tuotteen valmistuksen vesijalanjälki.

Kemian osaamisessa arvioitiin, miten ryhmä liitti esitykseensä kemian maailmaan. Tuotteen raaka-aineen tai valmistukseen liittyvän kemiallisen yhdisteen nimeäminen ja rakennekaavan lisääminen esitykseen oli yksi tapa osoittaa kemian tietämystä. Samoin tuotteen vesijalanjäljen tai hiilidioksidipäästöjen selvittäminen lisäsi työn arvoa.

Projektityön lopuksi oppilaat tekivät itsearvion omasta ja koko ryhmän työskentelystä sekä äänestivät parhaan posterin.

Kurssin varsinainen opettaja käytti arviointiin oppilaista työskentelyn aikana tehtyjä havaintoja, suullista esitystä sekä varsinaista posteria. Ohjaava opettaja keskusteli arvioinnista tutkimusta suorittavan opiskelijan kanssa.

Itsearvioinnin lisäksi oppilaat vastasivat Socrativella tehtyyn kyselyyn, jossa selvitettiin oppilaiden kokemuksia projektityön teosta, opettajan vaikutuksesta projektin sujumiseen sekä kartoitettiin oppilaan käsityksiä kierrättämisestä ja kestävästä kehityksestä.

## **6.5 Aineiston analysointi ja tulokset**

Tutkimuksessa selvitettiin oppilaiden kokemuksia projektityöskentelystä, opettajan roolia sekä oppilaiden käsityksiä kestävästä kehityksestä elinkaarianalyysin avulla. Tutkimuksen aikana oppilaiden työskentelyä havainnoitiin ja havaintoja kirjattiin ylös. Socratic-ohjelman avulla tehtyyn kyselyyn vastasi 16 oppilasta, luokan oppilaiden kokonaismäärä oli 20. Kaksi oppilasta oli poissa ja kaksi ei ennättänyt vastata kyselyyn oppitunnin aikana. Tutkimuksen raportoinnissa käytettiin vain kyselyyn osallistuneiden oppilaiden (n=16) vastauksia. Projektityön lopuksi oppilaat tekivät myös itsearvioinnin työskentelyn sujumisesta.

Tulokset on jaoteltu kahteen kappaleeseen. Kappaleessa 6.5.1 kuvataan oppilaiden kokemuksia projektioppimisesta sekä pyritään etsimään vastausta siihen, onko projektioppiminen yläasteella mielekäs ja oppilaita motivoiva tapa opiskella. Lisäksi tutkitaan opettajan antaman tuen määrää ja mietitään opettajan roolia projektioppimisessa. Kappaleessa 6.5.2 selvitetään, miten kestävä kehitys näkyy oppilaiden arkielämässä sekä kemian oppitunneilla.

### 6.5.1 Oppilaiden kokemuksia projektityöskentelystä sekä opettajan antaman tuen määrästä

Oppilaiden kokemuksia mitattiin Socrativella toteutetun kyselyn avulla (liite 1). Kyselyssä oppilaat valitsivat kolmesta vaihtoehdosta omia tuntemuksiaan parhaiten vastaavan vaihtoehdon. Vastausvaihtoehdot rajattiin kolmeen, jotta kysely ennätettiin viimeisen oppitunnin aikana toteuttaa. Oppilaiden kokemus projektityöskentelystä oli pääosin myönteinen (kuva 2). 11 oppilasta (f=69 %) kuudestatoista vastasi, että projektityön tekeminen oli kivaa. Neljä (f=25 %) ilmoitti, että työskentely oli ihan ok ja vain yksi vastaajista (f=6 %) ei pitänyt projektityön tekemisestä. Yksi oppilaista totesi toisen opetuskerran loppuksi, että ”tämä oli kiva oppitunti”. Projektityön mielekkyydestä kertoi myös se, että opiskelijat eivät viivytelleet, vaan aloittivat tiedonhankinnan välittömästi, kun ryhmä oli päättänyt tuotteen, jonka elinkaarta alkoivat tutkimaan.



Kuva 2. Opiskelijoiden kokemukset projektityön tekemisestä

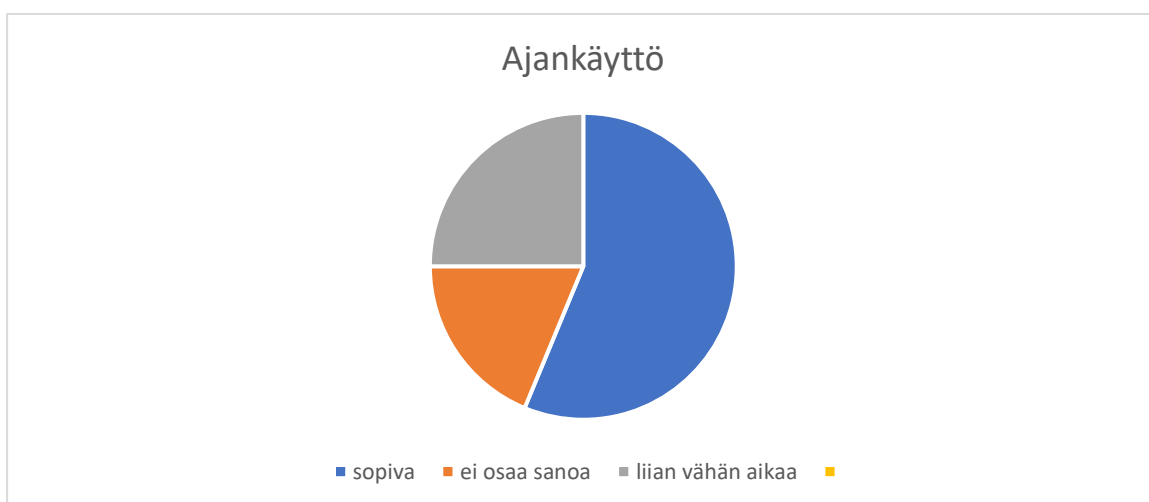
Kysymykseen annettujen ohjeiden riittävydestä ja selkeydestä (kuva 3) kaksitoista vastaajaa (f=75 %) oli sitä mieltä, että ohjeita oli riittävästi ja ne olivat helposti ymmärrettäviä. Kolmella vastaajista (f=19 %) ei ollut mielipidettä ohjeiden riittävyteen ja yksi vastaajista (f=6 %) koki, etteivät ohjeet olleet riittävän selkeät. Arvioon ohjeiden riittämättömyyteen saattoi vaikuttaa oppilaan poissaolo projektityön aloitustunnilta.

*”Olisin halunnut saada kipeänä ollessani paremmat ohjeet posteriin”*



Kuva 3. Opiskelijoiden kokemus siitä, olivatko opettajan antamat ohjeet riittävät ja helposti ymmärrettävät

Projektityöhön oli varattu aikaa kaksi 75 min opetuskertaa. Oppilaiden poissaolot hidastivat postereiden valmistusta, joten työskentelyyn varattiin vielä kolmas opetuskerta. Lisäaikaa tarvittiin postereiden valmistumiseen lisäksi myös töiden esittämiseen muulle luokalle. Projektiin käytetty aika oli riittävä yhdeksän vastaajan ( $f=56$  %) mielestä, kolme ( $f=19$  %) oli epävarma ajan riittävydestä ja neljä vastaajaa ( $f=25$  %) totesi, että aikaa työskentelyyn oli varattu liian vähän (kuva 4). Havaintojen perusteella kolme opetuskertaa riitti hyvin projektin toteuttamiseen. Nopeimmat ryhmät ennättivät syventää tietojaan etsimällä lisätietoa esimerkiksi tuotteen vesijalanjäljestä ja hitaimmatkin ennättivät saada posterinsa valmiiksi. Aika riitti myös tulosten suulliseen esittämiseen luokan edessä sekä tutkimuskysymyksiin vastaamiseen.



Kuva 4. Opiskelijoiden kokemus projektiin käytetyn ajan riittävydestä

Projektin alussa opettaja ohjeisti työn tavoitteet ja kirjasi ylös ryhmien tutkimuskohteen. Tunnin aikana opettaja kierteli luokassa kommentoimassa ja motivoimassa oppilaita. Opettaja myös esitti lisäkysymyksiä ja ohjasi oppilaita tarvittaessa oikeaan suuntaan. Opettaja myös huolehti aikataulussa pysymisestä sekä siitä, että jokainen ryhmä tiesi projektin tavoitteet sekä mitä tietoja raportissa tulisi ilmetä. Havaintojen perusteella opettajan roolina oli sekä toimia neuvonantajana että kannustajana, mutta myös valvoa, että kaikki oppilaat osallistuivat työskentelyyn.

Opettajan työskentelyn aikana antamaan tukeen oli tyytyväisiä 12 vastaajista ( $f=75\%$ ). Neljä ( $f=25\%$ ) ei osannut sanoa, oliko tukea riittävästi. Yksikään vastaajista ei kokenut jääneensä ilman tarvitsemaansa tukea (kuva 5).



Kuva 5. Opiskelijoiden kokemus opettajan antamasta tuesta projektin aikana

Ryhmätyöskentely on yksi projektioppimiseen olennaisesti liittyvä osa-alue. Ryhmässä työskentelyn arvioi hyväksi 15 vastaajista ( $f=94\%$ ). Yksi vastaajista ( $f=6\%$ ) ei osannut sanoa arviota ryhmätyöskentelyn sujuvuudesta (kuva 6). Oppitunnilla tehtyjen havaintojen sekä kyselylomakkeen perusteella yksikään oppilaista ei kokenut ryhmätyöskentelyä epämiellyttävänä tapana opiskella elinkaarta ja kestävää kehitystä. Oppilaiden kanssa keskustellessa kävi ilmi, että pelkästään oppikirjasta opiskelemalla ja videoita katsomalla kestävä kehitys olisi ollut melko tylsä aihe kemian oppitunnilla opiskeltavaksi.





Kuva 6. Opiskelijoiden kokemus ryhmätyöskentelystä

Kysymykseen, mikä projektissa onnistui, oppilaiden vastauksissa korostuivat seuraavat kolme asiaa:

- tiedon hankinta
- posterin teko
- ryhmässä työskentely

Tiedon hankintaan oli tyytyväisiä yhdeksän oppilaista ( $f=56$  %). Samoin yhdeksän vastaajaa ( $f=56$  %) kirjoitti posterin teon sujuneen hyvin. Seitsemän oppilasta ( $f=43$  %) kirjoitti yhteistyön ryhmässä onnistuneen hyvin.

*”Tietojen löytyminen helposti ja niiden kirjoittaminen posterille sujui.”*

*”Nopea asioiden kirjoittaminen posterille ja ryhmätyöskentely.”*

Työskentelyn aikana tehtyjen havaintojen perusteella oppilaat pystyivät käyttämään omia vahvuuksiaan apuna työskentelyn aikana, ja tämä lisäsi oppilaiden motivaatiota ja sitoutumista työskentelyyn. Taiteellinen lahjakkuus näkyi esimerkiksi paperin elinkaarianalyysin mustavalkeassa graafisessa ulkoasussa. Farkkujen elinkaari puolestaan oli oppikirjamaisen selkeästi esitetty, työhön oli paneuduttu ja posterista löytyi muun muassa vesijalanjälki sekä värjäämiseen käytetty indigosininen. Tuotteista myös t-paita ja alumiinitölkki olivat oppilaille tuttuja, lähes päivittäin käytössä olevia tuotteita, mutta aiheeseen sitoutuminen vaihteli. T-paidan posteriin oli kirjattu vesijalanjälki ja vastuullisuus esimerkiksi luomupuuvillan kasvattaminen. Alumiinitölkki herätti keskustelua, mutta posteriin oli lähinnä kerrottu raaka-aine sekä se, että noin 95 % tölkin valmistukseen käytettävästä valmistusmateriaalista on

kierrätettyä. Havaintojen perusteella oppilaiden motivaatiota työtä kohtaan yleensä lisääntyi, kun he saivat itse päättää tuotteen, jonka elinkaarta lähdettiin tutkimaan. Poikkeuksena oli edellä mainittu alumiinitölkki, jossa oppilaiden motivaatio riitti ydinasioiden löytämiseen, mutta loppuaika kului naapuriryhmän kavereiden kanssa jutellessa.

Kysymykseen, mitä oppilaat olisivat halunneet tehdä toisin, seitsemän oppilasta (f=43 %) oli tyytyväisiä kokonaisuuteen eikä heidän mielestään mitään olisi tarvinnut tehdä toisin. Kolme vastaajaa (f=19 %) olisi toivonut eri aiheen ja yksi vastaaja (f=6 %) olisi halunnut paremman ryhmän.

*”Eri aihe, koska tämä meidän aihe oli vähän haastava.”*

*”Paremmat ryhmät, niin työskentely sujuisi paremmin.”*

Kommentti aiheen haastavuudesta oli mielenkiintoinen, koska oppilaat olivat itse saaneet valita aiheen. Tosin kaksi ryhmää joutui vaihtamaan aihetta, kun aihe oli jo varattu. Tai syynä haastavuuteen voi olla myös se, että ryhmän jäsenet eivät olleet olleet yksimielisiä aiheesta, jolloin valittu aihe ei miellyttänyt kaikkia. Aiheen haastavuus saattaa johtua myös siitä, että yksi vastaajista ei ollut tyytyväinen oman ryhmän työskentelyyn.

Oppilaat miettivät tässä myös oman työn lopputulosta. Yksi oppilas olisi halunnut enemmän tekstiä omaan esitykseen ja toinen oppilas olisi toivonut posterin ulkonäköä paremmaksi.

*”Olisi voinut laittaa vähän enemmän tekstiä omaan esitykseen.”*

*”Ehkä posterin ulkonäköä ois voinu saada viel paremmaks.”*

Oppilaiden kokemus aiheen haastavuudesta saattoi johtua siitä, että toinen ryhmä ennätti varata tuotteen aiemmin, jolloin ryhmä joutui vaihtamaan tuotetta. Kriittisyyteen oman tuotoksen lopputulokseen saattoi vaikuttaa se, kun lopussa pääsi vertaamaan muiden tuotoksia omaan tuotokseen.

Ryhmätyöskentelyä seurattaessa eri ryhmien välillä oli selviä eroja. Havaintojen perusteella ryhmät, jossa oppilaat olivat kavereita keskenään, keskustelivat paljon ja projektin eteneminen sujui hyvin. He kertoivat avoimesti myös ohjaajalle, mitä ovat saaneet aikaan ja kysyivät neuvoja tai aikuisen mielipidettä, jos jokin asia heitä askarrutti. Ryhmissä, joissa jäsenet eivät olleet kavereita keskenään, vuorovaikutus ja aktiivisuus työskennellä yhteisen päämäärän eteen vaihteli. Oli ryhmiä, joissa alun hiljaisuuden jälkeen oppilaat etsivät tietoa ja suunnittelivat sitten yhdessä, mitä posteriin kirjoitetaan. Ohjaajalla oli helppo tehtävä käydä toteamassa, että vuorovaikutus onnistuu ja työ etenee. Haasteellisimmaksi osoittautuivat ryhmät, joissa oppilaat arastelivat toisiaan. Ryhmän jäsenet eivät jakaneet vastuuta, vaan jokainen oppilas poimi

tietolähteistä sen helpoimmin löydettävän perustiedon. Tietoa ei myöskään jaettu, vaan ryhmän jäsenet siirtyivät mielellään naapuriryhmään oman kaverin kanssa juttelemaan. Osa oppilaista jutteli mielellään myös ohjaajan kanssa, mutta projektiin liittymättömistä asioista. Ystävällisestä ohjauksesta huolimatta työ ei oikein edennyt ja työn valmistumiseen meni aikaa.

Projektioppimiseen liittyvän itsearviointilomakkeen (liite 2) täytti 17 oppilasta (n=17). Lomakkeella arvioitiin sekä omaa työskentelyä että koko ryhmän työskentelyä. Lisäksi oppilaat nimesivät parhaan posterin.

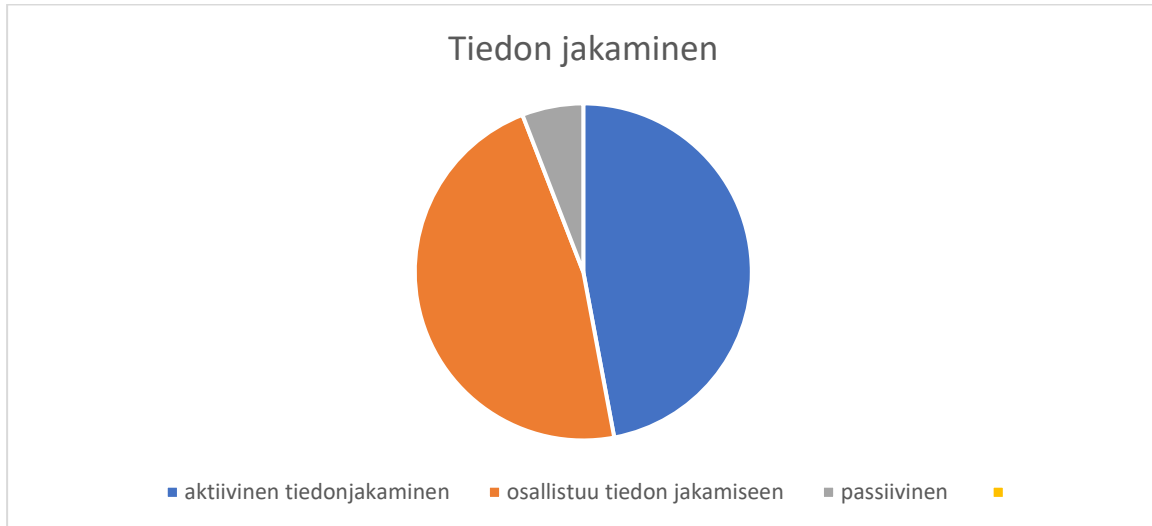
Oppilaat arvioivat omaa työskentelyään ryhmässä tiedonhankinnan, tiedon jakamisen ja posterin tekoon osallistumisen näkökulmista (kuva 7). Oman arvionsa mukaan tiedonhankintaan aktiivisesti osallistui yhdeksän vastaajaa (f=53 %). Vastaajista seitsemän (f=41 %) ilmoitti etsineensä tietoa ja yksi (f=6 %) ilmoitti olleensa passiivinen tiedonhankkija. Myös oppitunneilla tehtyjen havaintojen perusteella oppilaat etsivät mielellään tietoa netistä. Tiedonhankinnan tehokkuus ja oikeaoppisuus vaihteli oppilaasta riippuen. Wikipedia näytti olevan suosittu tietolähde ja osa oppilaista eksyi helposti asiaan liittymättömille verkkosivuille.



Kuva 7. Opiskelijan arvio omasta aktiivisuudesta etsiä tietoa

Tiedon jakamisessa hyödynnettiin suunnittelua, keskustelua ja tietojen kirjaamista yhteiseen tiedostoon (kuva 8). Kahdeksan oppilasta (f=47 %) oli aktiivisia, kahdeksan (f=47 %) osallistui tiedon jakamiseen ja yksi (f=6 %) oli passiivinen jakamaan tietoa. Havaintojen perusteella oli hyvä, että tiedonjakamiseen oli erilaisia tapoja. Keskustelu oli nopein tapa jakaa tietoa, mutta

asioiden kirjaaminen yhteiseen tiedostoon sai myös hiljaisemmat osallistumaan tiedon jakamiseen.



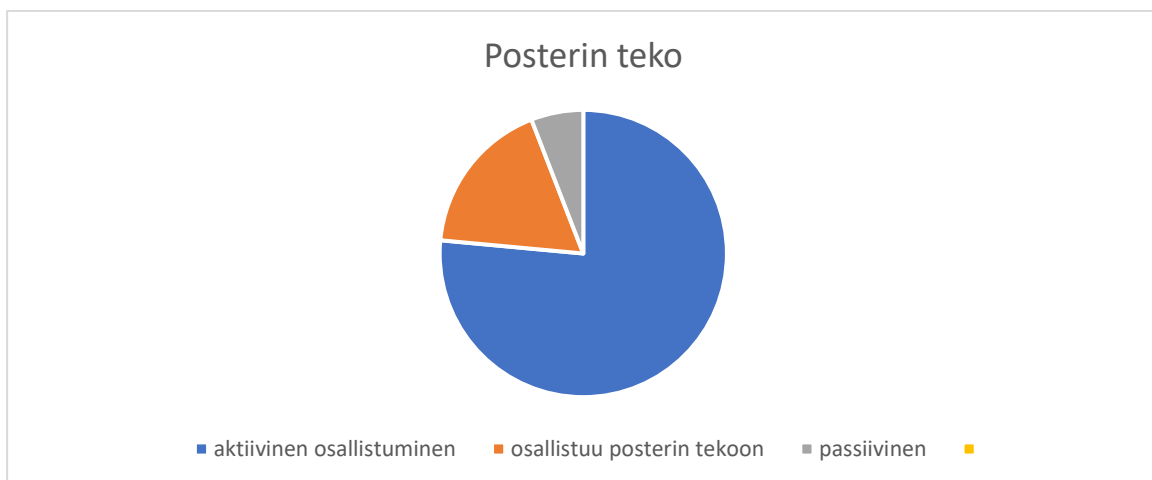
Kuva 8. Opiskelijan arvio omasta aktiivisuudesta jakaa tietoa

Vuorovaikutustaidot eli ryhmän jäsenten välisen keskustelun, osallistumisen työskentelyyn ja tiedon jakamisen arvioi hyväksi kymmenen oppilasta ( $f=59\%$ ). Seitsemän oppilaista ( $f=41\%$ ) arvioi oman ryhmänsä jäsenten välisen vuorovaikutuksen olleen asiallista. Yksikään vastaajista ei kokenut ryhmän vuorovaikutustaitoja heikoiksi (kuva 9). Havaintojen perusteella vuorovaikutus ryhmän sisällä vaihteli, mutta kukaan ei jäänyt täysin ryhmän ulkopuolelle. Kaveriporukoissa vuorovaikutus ja keskustelu oli aktiivista ja vaikka keskustelu ei aina koskenut projektityötä, niin se ei hidastanut projektin etenemistä. Parhaiten vuorovaikutus ja aiheesta pysyminen sujui ryhmissä, jotka saivat haluamansa tuotteen tutkittavakseen ja joissa oli eri sukupuolta olevia, hyviä arvosanoja tavoittelevia oppilaita.



Kuva 9. Opiskelijan arvio ryhmän vuorovaikutustaidoista projektin aikana

Posterin teossa oppilaat arvioivat omaa aktiivisuuttaan sekä omien ideoiden ja tietojen esittämistä muulle ryhmälle (kuva 10). Vastaajista 13 (f= 74 %) arvioi olleensa aktiivisesti työskentelyssä mukana. Kolme vastaajaa (f=18 %) osallistui posterin tekoon ja yksi (f=6 %) ilmoitti olleensa passiivisesti mukana posterin teossa. Havaintojen perusteella tekstin kirjoittaminen jäi enemmän tyttöjen vastuulle, mutta kuvien ja tekstin sommittelu oli koko ryhmän yhteinen projekti. Posterin teossa näkyi myös ryhmän jäsenten välinen turvallisuudentunne; kavereista koostuvan ryhmän tekeminen oli rentoa, kunnianhimoiset ryhmät työskentelivät tehokkaasti, mutta toisiaan arkailevissa ryhmissä kukaan ei oikein uskaltanut tehdä päätöksiä ja työskentely oli hidasta. Yksi oppilaista vietti posterin valmistuessa enemmän aikaa naapuriryhmässä kuin omassaan, joten hän lienee rehellisesti arvioinut osallistuneensa passiivisesti posterin tekoon.



Kuva 10. Opiskelijan arvio omasta aktiivisuudesta osallistua posterin tekoon

Valmiin tuotoksen eli oman ryhmän posterin arvioinnissa tuli kiinnittää huomio tutkitun tuotteen kannalta löydettyihin ydinasioihin, posterin ulkonäköön sekä kemian tietämykseen (kuva 11). Postereita tehtiin seitsemän kappaletta. Sisältöön ja ulkonäköön oli tyytyväisiä kahdeksan oppilasta ( $f=47\%$ ). Ihan tyytyväisiä lopputulokseen oli yhdeksän vastaajaa ( $f=53\%$ ). Yksikään vastaajista ei ollut tyytymätön lopputuotokseen. Visuaalisesta ilmeeltään sekä asiasisällöltään posterit olivat tekijöidensä kaltaisia. Oli selkeitä, asiapainotteisia raportteja sekä hienosti kuvia ja tekstiä yhdistäviä postereita. Kahdessa posterissa tekstin selkeyteen ja käsialaan olisi voinut kiinnittää enemmän huomiota; tämä tuli esille, kun oppilaat esittelivät suullisesti viimeisellä tunnilla tuotoksiaan muulle luokalle.



Kuva 11. Opiskelijan oma arvio posterin ulkonäöstä ja tiedon oikeellisuudesta

Parhaiten toteutetuiksi elinkaarianalyyseiksi oppilaat äänestivät farkut ja T-paidan. Perusteluissa korostui postereiden asiasisällön laajuus sekä selkeä ulkoasu. Kumpikin työ oli ulkoasultaan viimeistelty ja ydinasioiden lisäksi tuotteen elinkaarianalyysiin oli liitetty kemian osaamista. Farkkujen sekä t-paidan valmistamiseen tarvittava vesimäärä hämmästytti ja sai luokassa aikaan vilkasta keskustelua. Farkuissa oli kerrottu myös värjäyksessä käytettävästä indigonsinisestä ja sen kemiallinen kaava.

*”Farkut -koska siinä oli kattavasti tietoa jokaisesta vaiheesta sekä kemian näkökulmasta.”*

*”T-paita -selkeä, siisti, asiat tulee hyvin esille.”*

Kokonaisuutena arvioituna jokaisesta posterista löytyi tuotteen valmistukseen käytettävät raaka-aineet, ja yhtä ryhmää lukuun ottamatta oppilaat olivat lisänneet myös aineen kemiallisen

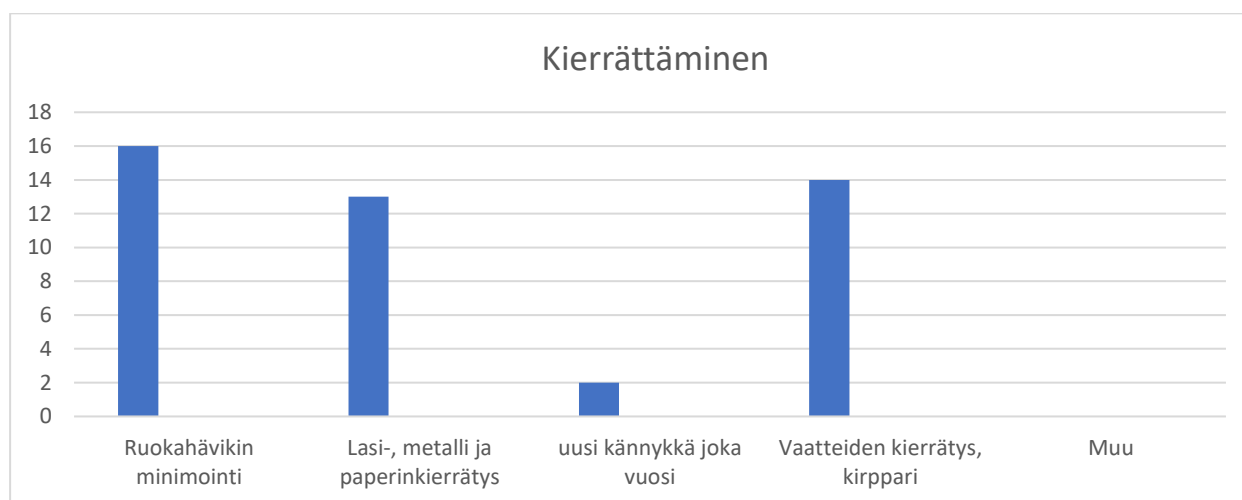
kaavan esitykseen mukaan. Tuotteen kierrätettävyyden ja uusiokäyttöä tuli ilmi kaikissa töissä. Valmistukseen tarvittava energia tai vesimäärä tuli esille neljässä työssä ( $f = 57\%$ ). Tuote liitettiin kemiaan raaka-aineiden ( $f = 100\%$ ), kemiallisen kaavan ( $f = 86\%$ ), energiankulutuksen tai vesijalanjäljen ( $f = 57\%$ ) ja muun kemiaan yhdistyvän tiedon ( $f = 14\%$ ) avulla.

### 6.5.2. Oppilaiden käsityksiä kestävästä kehityksestä

Kestävän kehityksen osalta tutkimuksessa kysyttiin oppilaan omia kulutustottumuksia ja kestävä kehitys liittymistä kemian opetukseen. Lisäksi oppilaiden tuli selittää omin sanoin, miten he ymmärtävät käsitteen kestävä kehitys. Tutkimuskysymyksiin (liite 1) vastasi 16 oppilasta ( $n=16$ ).

Kulutustottumuksiin ja kierrättämiseen liittyvien kysymysten perusteella tutkimukseen osallistuneille kahdeksaluokkalaisille kierrättäminen sekä syntyvän jätteen määrän vähentäminen on osa jokapäiväistä elämää.

Kulutustottumuksiin ja kierrättämiseen liittyvät kysymykset koskivat ruokailua, lasi-, metalli ja paperikierrätystä, vaatteita ja matkapuhelimia (kuva 12). Oppilaista 12 ( $f=75\%$ ) valitsi vastausvaihtoehdoista kaikki kolme kierrätykseen liittyvää ja jätteen määrään vähentävästi vaikuttavaa toimenpidettä.

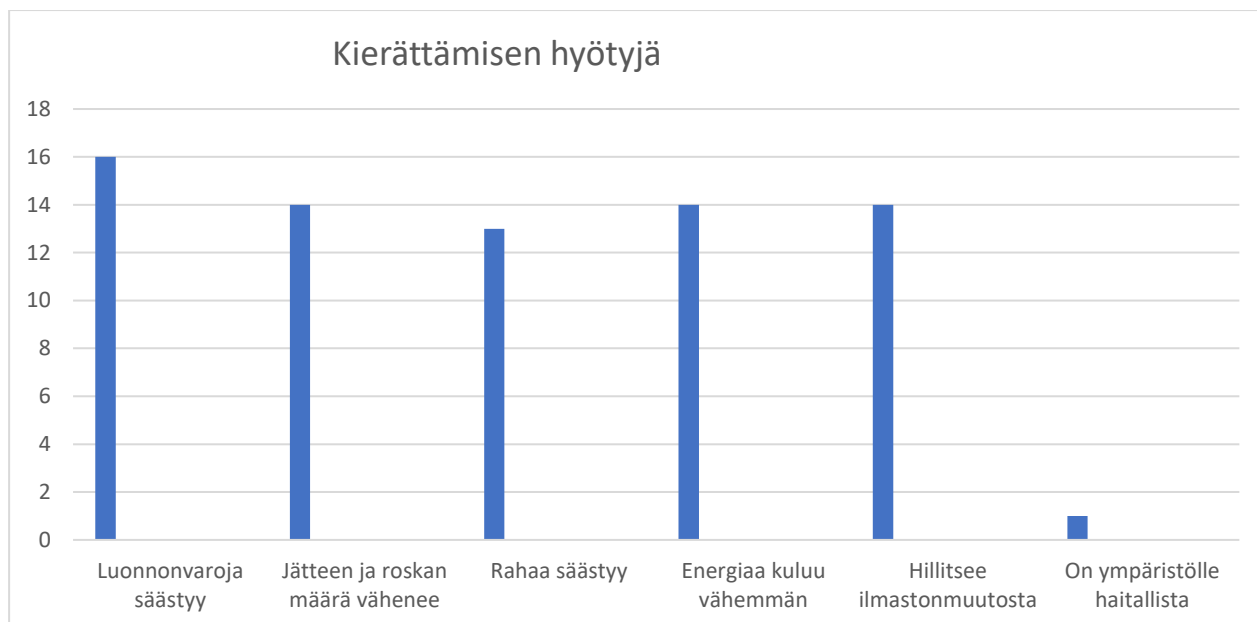


Kuva 12. Opiskelijoiden omat kulutustottumukset ja kierrättäminen

Biojätettä ei tämän kyselyn perusteella pitäisi tulla lainkaan, koska kaikki 16 vastaajaa ( $f=100\%$ ) ilmoittivat ottavansa vain sen määrän ruokaa, mitä jaksoivat syödä. Toki tämä kysely koski

vain ruuan annostelua lautaselle ja kyselyssä ei huomioitu valmistuksessa syntyvää hävikkiä. Lasin-, metallin- ja paperinkierrätys oli hyvin oppilailta hallussa. 13 oppilasta (f=81 %) vastasi vievänsä esimerkiksi rikkoontuneet lasiastiat kierrätysastiaan. 14 oppilasta (f=86 %) kertoi lahjoittavansa ehjät ja pieneksi jääneet vaatteet vaatekeräykseen tai myyvänsä ne kirpparilla. Kaksi vastaajista (f=13 %) ilmoitti ostavansa joka vuosi uuden matkapuhelimen. Kyselyssä ei selvitetty, mihin käytöstä poistetut puhelimet laitettiin. Yksikään oppilaista ei nimennyt muuta tapaa vähentää syntyvän jätteen määrää.

Havaintojen perusteella kierrättämisen helppous, esimerkiksi keräysastioiden sijainti, vaikuttaa siihen, miten aktiivisesti paperi, metalli tai lasiastiat päätyvät sekajätteen sijasta lajiteltuina kierrätykseen ja uusiokäyttöön. Kun luokassa oli paperinkeräykseen varattu astia, niin paperi lajiteltiin sinne. Jos paperinkeräysastiaa ei ollut, niin paperi laitettiin sekajäteastiaan. Kierrätyskelpoista metallijätettä opetuskokeilun aikana esiintyi ainoastaan energiajuomatölkin muodossa ja oppilas aikoi palauttaa sen koulupäivän päätteeksi kaupan pulloautomaattiin. Lasinkeräyspiste sijaitsi koulun käytävällä, joten rikki menneet koeputket ja muu lasitavara kerättiin sekajätteen joukkoon. Kirkas laboratoriolasi on lisäksi laadultaan sellaista, ettei sitä saa laittaa lasinkeräykseen, vaan pienet määrät laitetaan sekajätteen sekaan, kerrotaan jätehuolto-yhtiö Jätekuikon ([www.jatekukko.fi](http://www.jatekukko.fi)) sivuilla.

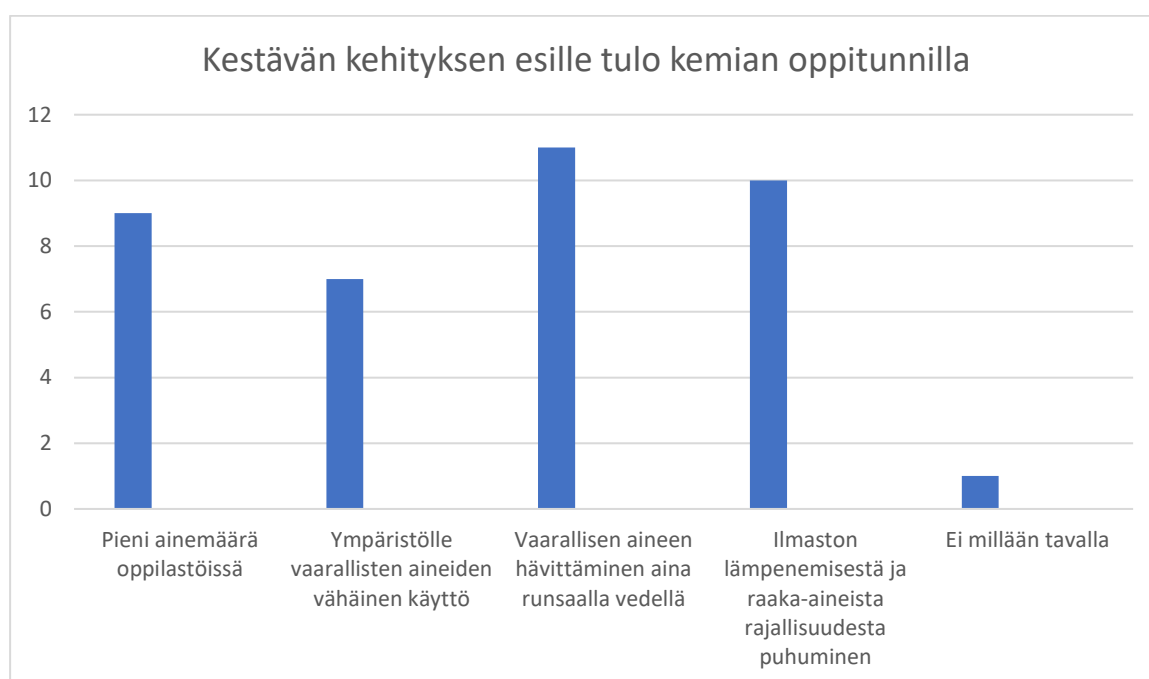


10. Kuva 13. Opiskelijoiden näkemykset kierrättämisen hyödyistä

Kierrättämisen hyödyistä kaikki 16 oppilasta (f=100 %) vastasivat kierrättämisen säästävän luonnonvaroja (kuva 13). Vastaajista 14 (f=86 %) ymmärsi kierrättämisen vähentävän



energiankulutusta, hillitsevän ilmastonmuutosta sekä vähentävän jätteen ja roskan määrää maapallolla. Taloudellisen näkökulman eli että kaikkea ei tarvitse ostaa uutena, vaan hankinnoissa voi hyödyntää kirppareita, valitsi 13 oppilasta ( $f=81\%$ ). Yksi vastaajista ( $f=6\%$ ) vastasi kierrättämisen olevan ympäristölle vaarallista. Vastauksen luotettavuus voidaan kyseenalaistaa, koska vastaus poikkeaa oppilaan muista valinnoista. Tämän tutkimuksen perusteella oppilaat tiedostavat kestävän kehityksen ympäristöön ja talouteen liittyvät arvot ja vaikutukset oppilaan omaan elämään ja pyrkivät näin ollen elämään kestävän kehityksen arvojen mukaisesti.



Kuva 14. Kestävän kehityksen esille tulo kemian oppitunnilla opiskelijoiden vastausten perusteella

Kestävän kehityksen arvojen esilletulo kemian oppitunneilla oli vastaajille vieraampi asia (kuva 14). Vain neljä vastaajista ( $f=25\%$ ) osasi nimetä kaikki kemian opetuksessa esille tulevat ympäristön hyvinvointiin liittyvät seikat. Yksi oppilaista ( $f=6\%$ ) oli sitä mieltä, että kestävä kehitys ei tule millään lailla kemian opetuksessa esille. Oppilaista 10 ( $f=63\%$ ) yhdisti fossiilisten polttoaineiden rajallisen määrän ja ilmaston lämpenemisen liittyvän kemiaan. Yhdeksän vastaajaa ( $f=56\%$ ) tiedosti sen, että oppilastöissä käytetään mahdollisimman pieniä ainemääriä, mutta vain 7 ( $f=44\%$ ) valitsi vastaukseksi sen, että oppilastöissä pyritään välttämään ympäristölle vaarallisten aineiden käyttöä. Suuri väärinkäsitys oppilailta oli siinä,

että peräti 11 vastaajaa (f=69 %) oletti, että vaarallinen jäte huuhdellaan aina runsaan vesimäärän avulla viemäristä alas.

Ilmaston lämpeneminen sekä raaka-aineiden rajallisuus tulevat esille sekä mediassa että luonnontieteiden oppikirjoissa, joten oppilaat yhdistivät niiden liittyvän myös kemian opetukseen. Oppitunneilla tehtyjen havaintojen perusteella oppilastöissä käytetään oppilaasta riippuen vaihtelevia määriä reagensseja. Vaikka ohjeessa kerrotaan, että laita koeputkeen lusikankärjellinen tutkittavaa ainetta ja lisää 1–2 cm korkeudelle suolahappoa, niin oppilaan koeputki saattaa olla lähes täynnä ja lisäksi suolahappoa on roiskunut työpöydälle. Opetusharjoittelussa tehtyjen havaintojen perusteella opettajat pyrkivät korvaamaan ympäristölle vaaralliset aineet vähemmän vaarallisilla tai valitsevat oppilastöiksi sellaisia, joissa reagenssit ovat vaarattomia. Oppitunneilla oppilaita ohjeistetaan yleensä tiskaamaan astiat runsaalla vedellä kokeellisten töiden päättyessä, mutta aineiden vaarallisuutta tai oikeaoppista hävittämistä ei opetuksessa juurikaan korosteta.

Käsite kestävä kehitys oli kaikille vastaajille (f=100 %) ennestään tuttu. Silti sen selittäminen oli hankalaa ja kolme vastaajista (f=19 %) ilmoitti joko ettei tiedä tai osaa selittää käsitettä. Ilahduttavaa oli, että 11 vastaajaa (f=69 %) yhdisti kestävä kehityksen liittyvän luonnonvarojen kohtuulliseen käyttöön, ekologisten vaihtoehtojen kehittämiseen sekä tulevien sukupolvien huomioimisen.

*”Käytetään niitä luonnonvaroja niin, että niitä jää seuraavillekin sukupolville.”*

*”Kehitetään maailmaa parempaan suuntaan enemmän ekologisilla vaihtoehtoilla ja vähennetään kasvihuone ja CO<sub>2</sub>-päästöjä.”*

*”Ekologisuuden ja ympäristövaikutusten lisäksi otetaan huomioon hyvän elämän oltavat ja luonnonvarojen riittävyys.”*

Tässä viimeisessä vastauksessa mainitaan *”hyvän elämän oltavat”* ja siihen tiivistyvät lähes kaikki YK:n kestävä kehityksen päätavoitteet. Hyvän elämän kokemukseen vaikuttavat ihmisen mahdollisuus tyydyttää fyysiset perustarpeet, mutta myös mahdollisuus pysyä terveenä, saada koulutusta, elää tasa-arvoisessa yhteiskunnassa, saada mielekästä työtä ja asiallinen toimeentulo yhdistettynä riittävään vapaa-aikaan ja mahdollisuuteen valita ja vaikuttaa itse oman hyvinvoinnin kannalta merkittäviin asioihin.

## 6.6 Pohdintaa ja johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli testata elinkaarianalyysin avulla, soveltuuko projektioppiminen laaja-alaiseen kestäväen kemian opettamiseen yläasteen kemian oppitunnille.

Tutkimuksen perusteella yläasteikäiset kokivat projektioppimisen olevan hyvän ja mielekkään tavan opiskella kestävää kehitystä. Vain yksi vastaajista (f=6 %) ilmoitti, ettei pidä projektityön tekemisestä. Loput oppilaista vastasivat projektioppimisen olevan työtapana kivaa (f=69 %) tai ihan ok (f=25 %). Havaintojen perusteella oppilaille annettu mahdollisuus vaikuttaa aiheen valintaan paransi oppilaan opiskelumotivaatiota ja oppitunnilla viihtymistä, kuten myös Tynjälä<sup>19</sup>, Fredricks *et al.*<sup>20</sup> sekä Chiang *et al.*<sup>44</sup> ovat todenneet. Eniten sitoutuneita työskentelyyn olivat ne ryhmät, jotka ennättivät valita tutkimuskohteeksi haluamansa tuotteen.

Oppilaiden vastausten perusteella projektityön parhaita puolia olivat tiedon hankinta, posterin teko ja ryhmässä työskentely.

Internetin käyttö tiedonhankinnan apuna ei tuottanut oppilaille ongelmia. Yhtä oppilasta lukuun ottamatta kaikki oppilaat ilmoittivat osallistuneensa tiedon hankintaan aktiivisesti tai ainakin kohtuullisen aktiivisesti. Normaalikoululla oppilaille on koulun puolesta omat tabletit käytössä, joten laitteen käyttö oppitunneilla on heille luontevaa.

Posterin sisältöön ja ulkonäköön olivat tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä kaikki oppilaat. Tuotosten raportointi ja posterin teko antoi oppilaille mahdollisuuden käyttää omia vahvuuksiaan, kuten taiteellista lahjakkuutta tai sisällön tuottamista. Mahdollisuus hyödyntää omia vahvuuksia osana oppimista lisää kognitiivista sitoutumista ja sisäistä motivaatiota toteavat sekä Tynjälä<sup>19</sup> että Fredricks *et al.*<sup>20</sup>.

Ryhmässä työskentely oli yksi oppilaiden mainitsemista projektioppimisen hyvistä puolista. Luokassa tehtyjen havaintojen perusteella ryhmän kokoonpano vaikuttaa työskentelyn tehokkuuteen, mutta myös oppitunnilla viihtymiseen. Peräti 15 oppilasta kuudestatoista (f=94 %) ilmoitti ryhmätyöskentelyn sujuneen hyvin. Ryhmän jäsenten välisen vuorovaikutuksen arvioi hyväksi kymmenen oppilasta (f=59 %) ja loput seitsemän oppilaista (f=41 %) arvioivat vuorovaikutuksen olleen asiallista. Havaintojen perusteella ryhmät, jossa oppilaat olivat kavereita keskenään, keskustelivat projektin lisäksi myös muista asioista, mutta se ei hidastanut projektin tekemistä. Oppilaat kertoivat avoimesti myös ohjaajalle, mitä ovat saaneet aikaan ja kysyivät neuvoja tai aikuisen mielipidettä, jos jokin asia heitä askarrutti. Ryhmissä, joissa jäsenet eivät olleet kavereita keskenään, vuorovaikutus ja aktiivisuus työskennellä yhteisen päämäärän eteen vaihteli. Ryhmät, joissa oli eri sukupuolta olevia, hyviä arvosanoja

tavoittelevia oppilaita, työskentelivät alun hiljaisuuden jälkeen määrätietoisesti yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Oppilaiden erilaiset ennakkotiedot tutkittavasta tuotteesta sekä eri näkökulma asioiden tutkimiseen yhdistettynä motivaatioon saada hyvä arvosana lisäsi työskentelyn tehokkuutta, kuten myös Hinds *et al.*<sup>51</sup> tutkimuksessa on todettu. Haasteellisimmaksi osoittautuivat ryhmät, joissa oppilaat arastelivat toisiaan. Ryhmän jäsenet eivät jakaneet vastuuta, vaan jokainen oppilas poimi tietolähteistä sen helpoimmin löydettävän perustiedon. Tietoa ei myöskään jaettu, vaan ryhmän jäsenet siirtyivät mielellään naapuriryhmään oman kaverin kanssa juttelemaan. Osa oppilaista jutteli mielellään myös ohjaajan kanssa, mutta projektiin liittymättömistä asioista.

Ryhmätyöskentely ja vuorovaikutustaidot ovat opetussuunnitelman perusteisiin (POPS)<sup>14</sup> kirjattuja asioita, joita projektityön aikana päästiin harjoittelemaan. Sekä vanhemmissa (Krajcik *et al.*<sup>29</sup>, Blumenfeld *et al.*<sup>28</sup>) että uudemmissa (Bell<sup>26</sup>, Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup>, Aksela *et al.*<sup>32</sup>) tutkimuksissa korostetaan ryhmätyöskentelyä sekä vuorovaikutustaitojen kehittymistä projektioppimisen hyvinä puolina. Lisäksi projektin avulla opitaan tieteellisen tutkimuksen tekemistä, päästään harjoittelemaan tietotekniikan käyttöä, argumentointia ja raportointia. Nämä ovat opetussuunnitelman perusteissa (POPS)<sup>14</sup> mainittuja tulevaisuuden taitoja, joiden avulla oppilas oppii kantamaan vastuuta omasta tekemisestään, itsenäinen ajattelu kehittyy, opitaan mediakriittisyyttä sekä erottamaan oleelliset asiat epäoleellisesta tiedosta.

Kiusaamista tai epäasiallista käyttäytymistä ei opetuskokeilun aikana ilmennyt. Tähän vaikutti todennäköisesti varsinaisen opettajan ja tutkimuksen tekijän yhteistyö projektityöryhmiä muodostettaessa. Kehittämistutkimuksen onnistumisen kannalta yhteistyön tekeminen onkin tärkeää, todetaan Edelsonin<sup>49</sup> tutkimuksessa. Opettajan antamien tietojen avulla oppilaiden tarvitsemat erityistarpeet pystyttiin huomioimaan ryhmiä muodostettaessa. Tutkimuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen sekä Kyllösen<sup>33</sup> mukaan turvallisuudentunne vaikuttaa ryhmän jäsenten välisen vuorovaikutuksen määrään. Ryhmät, joissa oppilaat olivat kavereita keskenään, kokivat ryhmän turvalliseksi, jolloin vuorovaikutus oli helppoa. Ryhmät, joissa oppilaat arastelivat toisiaan, eivät jakaneet vastuuta. Turvallisuuden tunteen puuttuminen aiheutti sen, että hallitseva oppilas, jota työskentely ei motivoinut, passivoi myös muun ryhmän toimintaa. Kun opettaja tuntee ja on aidosti kiinnostunut opettamisesta ja oppilaista, hän pystyy luomaan turvallisen ja oppimiseen kannustavan ilmapiirin todetaan myös Milatz *et al.*<sup>47</sup> tutkimuksessa. Ihanteellista olisi, että jokainen ryhmän jäsen voi kokea olevansa tärkeä osa kokonaisuutta ja että jokainen uskaltaa tuoda oman osaamisensa esille työskentelyn aikana toteaa Tynjälä<sup>19</sup> artikkelissaan. Tällöin oppilaat oppivat yhdessä tekemällä sekä oppitunnilla opiskeltavaa asiaa että elämässä tärkeitä vuorovaikutustaitoja.

Projektioppimisen haasteet eli Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup> sekä Aksela *et al.*<sup>32</sup> luettelemat ajankäytön riittävyys, tietotekniikan hyödyntäminen, oppilasryhmän hallinta sekä oikea-aikaisen tuen merkitys tulivat ilmi projektin aikana. Projektiin varattu aika havaittiin riittämättömäksi ensimmäisellä opetuskerralla, joten työskentelyyn varattiin vielä kolmas opetustunti. Tietotekniikan haasteet liittyivät opetusryhmän hallintaan; osa oppilaista käytti tiedonhankintaan varattua aikaa pelaamiseen sekä aiheeseen liittymättömien verkkosivujen selaamiseen. Opettajan lähestyessä oppilaat siirtyivät takaisin projektityöhön liittyville sivuille.

Opetusryhmän hallinta liittyi oikea-aikaisen ja oikeanlaisen tuen antamiseen. Vaikka suurin osa oppilaista keskittyi työskentelyyn, niin kaikkia opiskelu ei kiinnostanut ja oppitunti meni kavereiden kanssa keskustellen. Ystävällisestä ohjauksesta huolimatta työ ei oikein edennyt ja työn valmistumiseen meni aikaa. Kaikkia opiskelu ja projektityöskentely ei vain kiinnosta, mutta posterit saatiin tehtyä ja niiltä osin oppimistavoitteet toteutuivat ja tulokset päästiin arvioimaan.

Projektityössä toteutui laaja-alaisen oppimisen periaatteet.<sup>14</sup> Projektissa opittiin yhdistämään arkielämästä tuttuja asioita uusiin, laajempiin kokonaisuuksiin. Projektissa opittiin vuorovaikutusta, tiedon hankintaa, tiedon analysointia ja argumentointia, raportointia ja kriittistä tulosten arviointia. Elinkaarianalyysi ei ollut pelkästään kemian opiskelua, vaan siihen yhdistyi eri oppiaineita, kuten tietotekniikkaa, äidinkieltä sekä kuvaamataittoa.

Opettajan rooli projektioppimisessa oli suunnitella, organisoida ja valvoa projektin toteutuminen sekä lopuksi arvioida projektin tuotokset. Mielekkään oppimiskokonaisuuden suunnittelu sekä ryhmiin jako vei yllättävän paljon aikaa. Työvaiheiden ja apukysymysten etukäteissuunnittelu auttoi rajaamaan tutkimusta riittävän tiiviiksi ja nopeimmille oli tarjolla lisähaastetta esimerkiksi vesijalanjäljen selvittäminen. Myös joustavuus siinä, että työhön saatiin yksi opetuskerta lisää, helpotti opetuskokeilun toteuttamista. Hyvä etukäteissuunnittelu auttaa Aksela *et al.*<sup>32</sup> tutkimuksen mukaan projektin onnistumista.

Projektin tavoitteiden esittelyn jälkeen opettaja pääsi seuraamaan oppilaiden työskentelyä, mutta aikaa jäi myös oppilaisiin tutustumiseen. Oppilaisiin tutustuminen lisäsi oppilaiden ja opettajan välistä luottamusta. Kun oppilaat kokivat, että heidät huomataan ja heidän ajatuksiaan kuunnellaan, niin tämä lisäsi emotionaalista sitoutumista, kuten Fredricks *et al.*<sup>20</sup> ovat todenneet. Oppilaan huomioiminen heijastui takaisin myös parempana työrauhana, kuten Kyllönen *et al.*<sup>33</sup> kirjassa todetaan. Tämä taas lisää opettajan hyvinvointia ja työssä viihtymistä, jolloin myös oppilaat viihtyivät aiempaa paremmin oppitunnilla, todetaan Milatz *et al.*<sup>47</sup> tutkimuksessa.

Perusopetuksessa opettajan tehtävänä on tarjota oppilaille tarvittavaa tukea sekä valvoa työskentelyn sujumista (POPS)<sup>14</sup>. Projektin aikana oppilaita ohjattiin apukysymysten kanssa tutkimuksessa eteenpäin ja nopeimmille tarjottiin lisämateriaalia projektin monipuolistamiseksi.

Opettajan työskentelyn aikana antamaan tukeen oppilaat olivat joko tyytyväisiä (f=75 %) tai heillä ei ollut mielipidettä tuen riittävydestä (f= 25 %). Yksikään vastaajista ei kokenut jääneensä ilman tarvitsemaansa tukea. Tulos kertoo opetuskokeilun onnistumisesta. Ohjeet ovat olleet riittävän selkeä ja helposti ymmärrettävät ja oppilaat ovat kokeneet saavansa tarvitsemaansa tukea työskentelyn aikana.

Lam *et al.*<sup>45</sup> tutkimuksen perustella opettajan oma motivaatio projektioppimista kohtaan lisää myös oppilaan motivaatiota. Samoin opettaja, joka kantaa vastuuta opiskelun etenemisestä sekä välittää oppilaiden tuntemuksista opiskelun aikana, saa myös oppilaat kantamaan vastuuta omasta oppimisestaan. Opetuskokeilun aikana opettajan aktiivinen työskentelyn seuraaminen, positiivisen palautteen antaminen sekä oppilaiden kanssa keskustelu näytti vaikuttavan positiivisesti myös projektin etenemiseen.

Tutkimuksen perusteella kestävän kehityksen kytkökset oppilaan arkielämään olivat heille ennestään tuttuja. Yläasteikäiset olivat hyvin tietoisia käytännön toimenpiteistä, joiden avulla he voivat itse vaikuttaa syntyvän jätteen määrään. Kierrättäminen sekä syntyvän jätteen määrän vähentäminen ovat jo nyt osa yläasteikäisten jokapäiväistä elämää. Tämä voi johtua siitä, että Suomessa ja muissa teollisuusmaissa kierrättämisen taloudelliset ja ekologiset vaikutukset on huomattu ja kierrättäminen on tehty helpoksi; kouluilla ja kauppakeskusten yhteydessä on erilaisia keräysastioita. Vaatteiden ja kulutustavaroiden ostaminen kirpputoreilta tai second-hand liikkeistä on muodikasta ja vastuullista, kuten myös kierrätysmateriaalista valmistettujen vaatteiden tai itsenäisyyspäivän juhla-asun hankkiminen. Oppilaat tiedostavat myös kestävän kehityksen merkityksen ympäristön tilaan ja talouteen. Ilahduttavaa oli, että yksi vastaajista oli huomannut myös kestävän elämäntavan sosiaalisen merkityksen mainitsemalla ”*hyvän elämän oltavat*”.

*”Ekologisuuden ja ympäristövaikutusten lisäksi otetaan huomioon hyvän elämän oltavat ja luonnonvarojen riittävyys.”*

Kestävän kehityksen ja kemian opetuksen yhteyttä nuorten oli vaikeampi havaita. Fossiilisten polttoaineiden sekä luonnonvarojen rajallisen määrän ja ilmaston lämpenemisen oppilaat yhdistivät kemian opetukseen. Tämä johtune siitä, että aiheet ovat esillä mediassa ja niitä opiskellaan kemian lisäksi myös muissa luonnontieteissä. Oppitunnilla käytettävien aineiden kohtuullisen käytön liitettiin myös kestävään kehitykseen. Teoriassa asia oli ymmärretty, mutta

käytännössä reagensseja annosteltiin reilulla kädellä. Aineita myös roiskui pitkin työpöytiä. Vaarallisten aineiden hävittäminen aiheutti eniten väärinkäsityksiä. Peräti 11 vastaajaa (f=69 %) oletti, että vaarallinen jäte huuhdellaan aina runsaan vesimäärän avulla viemäristä alas. Väärinkäsityksen syynä voi olla se, että oppilastoissa käytetään todella vähän vaaralliseksi luokiteltuja reagensseja ja siten jätteen kerääminen erillisiin jäteastioihin on oppilastoissa harvinaista. Lisäksi oppitunneilla syntynyt jäte hävitetään yleensä viemäristä alas huuhtomalla, niin oppilaat ehkä olettivat, että näin tehdään kaikelle jätteelle eivätkä he kiinnittäneet kyselyssä huomiota sanaan vaarallinen.

Käsitteenä kestävä kehitys oli oppilaille tämän tutkimuksen perusteella tuttu. Yleisin selitys käsitteelle oli se, että kestävä kehitys liittyy luonnonvaroihin ja niiden käyttämisen niin, että myös tuleville sukupolville jää mahdollisuus käyttää niitä. Uitto *et al.*<sup>52</sup> tutkimuksen mukaan kemian opetus keskittyy kestävä kehityksen osalta lähinnä luonnonvaroihin ja ympäristövaikutuksiin ja sama painotus tuli ilmi myös oppilaiden vastauksista.

Elinkaarianalyysin tarkoituksena oli herättää oppilaat huomaamaan, että omat valinnat vaikuttavat oman hyvinvoinnin lisäksi pitkällä aikavälillä ympäristön tilaan, mutta myös talouteen ja työllistymiseen omalla asuinpaikalla, koko Suomessa ja koko maapallolla. Ihmisten toiminnan ja kulutustottumusten lyhytaikaiset vaikutukset näkyvät tänään, mutta myös vuosien päästä tulevaisuudessa. Kun kierrättäminen tehdään helpoksi ja taloudellisesti kannattavaksi, niin kestävä elämäntapaa on helppo toteuttaa. Elinkaarianalyysin tekeminen sai nuoret konkreettisesti huomaamaan, miten esimerkiksi juomatölkkien kierrättäminen säästää raaka-aineita ja energiaa, siitä saa pienen rahallisen korvauksen ja oma elinympäristö pysyy siistinä. Myös tölkkien uusiokäyttöön liittyvät työpaikat ovat Suomessa, jolloin taloudelliset vaikutukset näkyvät myös kotimaassa. Globaalisti ajatellen myös koko maapallo pysyy siistimpänä, kun raaka-ainetta ei tarvitse kaivaa maaperästä koko ajan lisää. Lisäksi jatkojalostuksen vaatima energiamäärä ja kuljetuskustannukset pienenevät kierrätysmateriaalia käytettäessä. Elinkaarianalyysiä tehdessä nuoret hämmästelivät myös, kuinka paljon vettä tarvittiin esimerkiksi farkkujen valmistamiseen.

Sosiokulttuurisia arvoja tutkimuksessa ei kysytty. Havainnot oppilaiden välisestä vuorovaikutuksesta paljastivat, että vaikka ryhmien välillä oli eroja, niin ketään ei jätetty ryhmien ulkopuolelle ja jokainen pääsi tuomaan omaa osaamistaan projektin aikana esille.

Elinkaarianalyysin teettäminen kemian oppitunnilla olisi tutkimuksen perusteella konkreettinen ja oppilaita motivoiva tapa saada koko ikäluokka tietoiseksi toimenpiteistä, joiden avulla maapallo säilyy asumiskelpoisena myös tulevia sukupolvia varten.

Tutkimuksen perusteella kemian opettajien olisi hyvä oppitunneilla vielä selvemmin korostaa reagenssien oikeaoppista käsittelyä ja hävittämistä; erityisesti vaarallisen jätteen hävittämiseen tulisi kiinnittää huomiota. Myös reagenssien alkuperä, kustannukset ja ympäristövaikutukset olisi hyvä ottaa välillä oppitunneilla esille.

Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista selvittää, väheneekö reagenssien kulutus tai saadaanko vaaralliset tai kierrätyskelpoiset reagenssit tarkemmin talteen tai hävitettyä oikeaoppisella tavalla tarkemmalla ja oikea-aikaisella ohjeistuksella.

## 6.7 Luotettavuus

Luotettavuuden arvioinnissa on huomioitava, että oppilasryhmä oli suhteellisen pieni ja kehittämistutkimuksen suunnittelijana, toteuttajana ja analysoijana on sama henkilö, joten tulokset eivät välttämättä ole luotettavia, kuten Edelson<sup>49</sup> toteaa.

Oppilaiden kokemukset projektioppimisesta vastaavat Blumenfeld *et al.*<sup>28</sup>, Krajcik *et al.*<sup>29</sup> sekä Chiang *et al.*<sup>44</sup> havaintoja. Tutkimuksessa korostuvat oppilaiden yhdessä tekemisen ja vuorovaikutuksen merkitys sekä tiedonhankinnan ja posterin teon mielekkyys, mutta myös ajankäytön ongelmallisuus.

Opettajan roolina projektioppimisessä on toimia ohjaajana, neuvonantajana, valvojana sekä arvioijana. Projektin aikana korostuu ehkä opettajan rooli työn motivoijana. Projektityöskentelyn lomassa opettajalla on aikaa ja mahdollisuus jututtaa oppilaita ja luoda näin henkilökohtainen kontakti myös niihin oppilaisiin, jotka helposti jäävät vähemmälle huomiolle. Lam *et al.*<sup>45</sup> mukaan tämä lisää opiskelijoiden sitoutumista työskentelyyn ja havaintojen perusteella tämä pitää paikkaansa. Mattilan *et al.*<sup>43</sup> artikkelin mukaan opettajan antama positiivinen palaute ja projektin jatkotoimenpiteiden suunnittelu yhdessä oppilaiden kanssa lisää oppilaiden sitoutumista. Vastaava havainto näkyi myös tutkimuksessa.

Kestävän kehityksen arkielämään liittyvät kytkökset, kuten kierrätys ja syntyvän jätteen määrän vähentäminen olivat tutkimuksen perusteella osa oppilaan jokapäiväistä toimintaa. Tutkimuksessa tulivat ilmi kestävän kehityksen ympäristövaikutukset, taloudellisuus pullopanttien ja kirpputoriestosten myötä, mutta myös sosiaaliskulttuurinen ”hyvä elämä”. Mutta toimivatko ihmiset oikeasti kaikissa tilanteissa taloudellisesti ja ympäristöä suojelevalla



tavalla vai ohjasivatko tutkimuskysymykset ja elinkaarianalyysin teko vastauksia haluttuun suuntaan?

Kestävän kehityksen sisällymistä kemian opetukseen oppilaiden oli vaikeampi havaita. Vastauksissa korostui kestävän kemian liittyminen ympäristön hyvinvointiin ja raaka-aineiden rajallisuuteen. Myös Saleniuksen<sup>18</sup> tutkimuksessa todetaan luonnontieteiden opetuksen keskittyvän ympäristöasioihin, kuten ilmastonmuutokseen ja luonnonvarojen kohtuulliseen käyttöön.

## 7. Yhteenveto haastattelu- ja kehittämistutkimuksista

Tässä luvussa esitellään kummankin tutkimuksen tulosten johtopäätökset tutkimuskysymyksittäin sekä tarkastellaan niitä aiempien tutkimustulosten valossa ja pohditaan tutkimuksen merkitystä sekä jatkotutkimuksen tarvetta.

### 7.1 Opiskelijoiden kokemuksia projektioppimisesta

Tutkimusten perusteella sekä nuoret yliopisto-opiskelijat että peruskoululaiset kokivat projektioppimisen mielekkäänä tapana opiskella kestävästä kehitystä.

Haastattelututkimuksen perusteella vaihto-opiskelijat kokivat oppineensa kurssin avulla uuden ja erilaisen tavan oppia sekä opettaa. Projekti avasi myös erilaisia näkökulmia lähestyä tutkittavaa aihetta. Kuten Marx *et al.*<sup>25</sup> ovat todenneet, niin projektioppiminen lisäsi opiskelijoiden kykyä liittää tutkittavat asiat uudella tavalla tieteelliseen konseptiin; ongelma identifioitiin tarkemmin, kysymyksiä asetettiin ja saatua informaatiota käsiteltiin joustavasti. Kurssin aikana oppilaat huomasivat oman ajattelun kehittyneen ja he huomasivat oppineensa sekä tieteellisen tutkimuksen tekemistä ja analysointia aiemmasta poikkeavalla tavalla.

Vaihto-opiskelijoiden ryhmän pieni koko lisäsi vuorovaikutusta ja sitoutumista aiheen opiskeluun. Pienen ryhmäkoon on todettu myös Requies *et al.*<sup>35</sup> tutkimuksessa lisäävän opiskelijoiden sitoutumista. Sitoutumisesta ja motivaatiosta kertoo myös se, että yksi opiskelijoista suoritti kurssin innoittamana alempaan korkeakoulututkintoon vaadittavan opinnäytetyön kestävästä kehityksestä. Pieni ryhmä rohkaisi aktiiviseen osallistumiseen, mutta toisaalta velvoitti myös annettujen tehtävien tekemiseen, sillä puuttuvia tehtäviä ei voinut hukuttaa muiden oppilaiden vastausten joukkoon.

Projektioppimisen vaikeutena opiskelijat kokivat sen, ettei kurssin alussa kerrottu selkeää tavoitetta, vaan kyseessä oli lopputulokseltaan avoin tutkimus. Vaikka opiskelijat eivät tienneet tutkimuksen lopullista päämäärää, niin ohjeistuksen avulla prosessi meni koko ajan eteenpäin. Kurssin lopussa oppilaat huomasivat oppineensa, kuinka projektityö tehdään, mutta myös, kuinka projektityöskentelyä voidaan opettaa. Pérez *et al.*<sup>46</sup> kirjoittavat, että lopputulokseltaan avoin tutkimus lisää oppilaan motivaatiota sekä parantaa oppimistuloksia. Motivaatiosta ja

oppimistuloksista kertoo ehkä eniten se, että opiskelijat aikoivat itse tulevina opettajina käyttää projektioppimista oppitunneilla yhtenä opetusmenetelmänä.

Yläasteikäisten antaman palautteen perusteella suurin osa opiskelijoista koki projektityöskentelyn mielekkäänä tapana opiskella kestävää kehitystä; ainoastaan yksi oppilaista ei pitänyt työskentelytavasta. Projektin parhaana puolena opiskelijat mainitsivat ryhmätyöskentelyn, ja ryhmätyöskentelyä korostaa myös Krajcik *et al.*<sup>24</sup> kirjassaan projektioppimisesta. Projektin aikana oppilaat saavat vertaistukea toinen toisiltaan ja ryhmässä työskentely edistää oppilaiden ja ryhmien välisiä suhteita todetaan Blumenfeld *et al.*<sup>53</sup> tutkimuksessa. Samassa tutkimuksessa todetaan kuitenkin myös, että ryhmätyöskentelyssä vertaistuen saaminen tai antaminen ei ole itsestään selvä asia ja tämä voi vähentää oppilaan halukkuutta projektitöiden tekemiseen. Pepperin<sup>54</sup> tutkimuksen mukaan projektioppimiseen liittyvien ohjeiden ymmärtäminen, ryhmässä työskentely tai tulosten esittäminen voivat olla syynä siihen, ettei tämä opetusmenetelmä miellytä kaikkia. Opetuskokeilun aikana tehdyt havainnot vastaavat vertaistuen sekä ryhmässä työskentelyn osalta Blumenfeld *et al.*<sup>53</sup> sekä Pepperin<sup>54</sup> tutkimustuloksia.

Kahdeksaluokkalaisten projekti oli tiiviimmin rajattu ja tavoitteet kerrottiin oppilaille ensimmäisen tunnin alussa. Oppilaat pääsivät itse valitsemaan tutkittavan tuotteen, mutta muutoin projekti eteni paljolti opettajan antamien ohjeiden mukaisesti. Mahdollisuus vaikuttaa opiskeluun valitsemalle itseä kiinnostava tutkimusaihe lisäsi oppilaan sitoutumista projektityöskentelyyn, kuten myös Fredricks *et al.*<sup>20</sup>, Krajcik *et al.*<sup>24</sup> sekä Chiang *et al.*<sup>44</sup> toteavat.

Projektioppimisen avulla päästiin harjoittelemaan tieteellistä tutkimusta, mutta myös laaja-alaisuutta ja aikuistenkin maailmassa tarvittavia arjen taitoja: ryhmätyöskentelyä ja vuorovaikutusta, vastuun ottamista ja erilaisuuden hyväksymistä. Projektin aikana oppilaat oppivat ottamaan toisten mielipiteet huomioon sekä perustelemaan omat näkemyksensä muulle ryhmälle. Toisen ihmisen huomioon ottaminen, oman ajattelun kehittyminen, argumentointitaidot sekä uuden oppiminen ja asioiden yhdistäminen aiemmin opittuun toteutuivat projektin aikana. Elinkaarianalyysin teko oli myös oppiainerajat ylittävää; projektissa yhdistyivät kemian opetus, äidinkieli, tietotekniikka sekä kuvaamataito. Nämä tulevaisuuden taidot sisältyvät perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (POPS)<sup>14</sup> ja Bellin<sup>26</sup> tutkimuksen mukaan projektioppimisen avulla näitä taitoja päästään harjoittelemaan.

Tutkimuksen avulla vahvistui käsitys siitä, että projektioppiminen on oppilaita motivoiva oppimismenetelmä. Erityisesti mahdollisuus sosiaaliseen vuorovaikutukseen sekä yhteistyön

tekeminen ja vertaistuen saaminen näyttivät lisäävän oppilaiden motivaatiota projektioppimista kohtaan, kuten Blumenfeld *et al.*<sup>53</sup> kirjoittaa. Projektityössä oppilaat huomasivat konkreettisesti oman työnsä jäljen, ja oppilaille oli mahdollisuus hyödyntää omia vahvuuksiaan ja mielenkiinnon kohteitaan työskentelyn aikana. Tämä lisäsi oppilaiden motivaatiota ja työhön sitoutumista, kuten Fredricks *et al.*<sup>20</sup>, Krajcik *et al.*<sup>24</sup> sekä Chiang *et al.*<sup>44</sup> toteavat.

## 7.2 Opettajan rooli projektioppimisessa

Opettajan rooli projektioppimisessa oli toimia ohjaajana, neuvonantajana, motivoijana sekä työn arvioijana. Vaihto-opiskelijoiden vastauksista näkyi selvästi opettajan vaikutus projektiin sitoutumiseen ja projektin onnistumiseen. Sama havainto oli huomattavissa myös yläasteella tehdyssä tutkimuksessa.

Projektioppimisen onnistumiseen näyttivät vaikuttavan opettajan oma motivaatio projektityötä kohtaan, oikea-aikainen tuki työskentelyn aikana, positiivisen palautteen antaminen sekä persoona ja läheisyyden ja turvallisuuden tunteen luominen luokkaan yhdessä oppilasryhmän tuntemuksen kanssa. Näin todetaan myös Lam *et al.*<sup>45</sup> tutkimuksessa. Haastattelusta ilmenee, että vaikka opiskelijat olivat epävarmoja opiskelun tavoitteista, niin opettaja loi varmuutta projektin onnistumiseen. Opettajalla oli myös selvä tuntisuunnitelma; hyvä ennakkoon valmistautuminen kurssiin näkyi apukysymysten laajuudessa ja jokaiselle oppitunnille ennakkoon mietityissä jatkokysymyksissä.

Projektioppiminen vaatii opettajalta paljon etukäteissuunnittelua ja oppilasryhmän hallinta projektin aikana ei välttämättä ole helppoa. Epävarmuus projektin onnistumisesta, tietotekniikan käytöstä ja oppilaiden käyttäytymisestä sekä työmäärään suuruus voivat olla esteenä sille, etteivät kaikki opettajat mielellään käytä projektioppimista omilla oppitunneillaan todetaan Kokotsaki *et al.*<sup>30</sup>, Aksela *et al.*<sup>32</sup> sekä Mooren<sup>37</sup> tutkimuksissa. Yläasteella toteutetun projektin suunnitteluun osallistuivat luokan varsinainen opettaja sekä tutkimuksen tekijä. Yhteistyö helpotti ryhmien muodostamista, kuten myös Edelson<sup>49</sup> tutkimuksessa todetaan, ja opettajan tuella opintokokonaisuus saatiin rajattua riittävän tiiviiksi ja ikäryhmälle sopivan haastavaksi.

Oikea-aikaisen tuen ja positiivisen palautteen antamisen merkitys tuli ilmi sekä haastattelututkimuksessa että kehittämistutkimuksessa. Haastattelututkimuksessa opettajan antama oikea-aikainen tuki sisälsi tapaamiskerroilla annettuja neuvoja ja kirjallisiin raportteihin

kommentointia. Vaihto-opiskelijoista oli erityisen motivoivaa ja erilaista omaan kotiyliopistoon verrattuna se, että opettaja löysi aina jotain positiivista sanottavaa opiskelijoiden tekemistä töistä. Myöskään opiskelijan erilaista näkemystä asiasta ei tyrmätty, vaan opiskelijan omat ajatukset saivat tulla esille työskentelyn aikana. Epäonnistumista ei myöskään tarvinnut pelätä; jos oppilas ei ollut ymmärtänyt annettuja ohjeita oikein tai oli tehnyt tehtävän eri tavalla kuin opettaja oli ajatellut, niin opettajan antamat neuvot sekä positiivinen palaute kannustivat jatkamaan työskentelyä. Tynjälän<sup>19</sup> mukaan epäonnistuminen on osa oppimisprosessia. Peruskoulussa oikea-aikaisen tuen vaikutus näkyi siinä, että kun oppilas sai tarvitsemansa tuen oikealla hetkellä, niin työskentely ei eksynyt sivuraiteille.

Fredricks *et al.*<sup>20</sup> toteaa, että varsinkin yläasteella opettajan henkilökohtainen persoona vaikuttaa opiskelijan emotionaaliseen, mutta myös behavioristiseen sitoutumiseen opiskelua kohtaan. Myös Skinner *et al.*<sup>21</sup> sekä Braun<sup>55</sup> ovat todennut, että opettajan persoona vaikuttaa oppilaan motivaatioon. Kovin hiljainen tai epävarma opettaja ei välttämättä yläasteella saa oppilaita kiinnostumaan opiskelusta ja hyvin ankara ja auktoriteettinen opettaja puolestaan voi pelottaa arempia oppilaita ja saada rohkeimmat kokeilemaan rajojaan. Opettajan ja oppilaan välille muodostuva suhde vaikuttaa oppilaan asenteisiin, käyttäytymiseen ja motivaatioon oppitunnilla. Opettajan persoonasta huolimatta molemminpuolisen kunnioituksen ja työrauhan tulisi oppitunnilla aina säilyä. Opetuskokeilun aikana tehtyjen havaintojen perusteella valvonta eli opettajan aktiivisuus kierrellä luokassa lisäsi oppilaiden työskentelyyn sitoutumista. Emotionaalista sitoutumista puolestaan lisäsi se, kun opettaja pysähtyi keskustelemaan ja kommentoimaan, mutta myös kuuntelemaan oppilaiden ajatuksia projektin aikana.

Läheisyyden ja turvallisuuden tunteen luomisessa ryhmään tutustuminen oli tärkeää. Hyvän ensivaikutelman luomiseksi tutustumiseen sekä ohjeiden ja yleisten asioiden läpikäymiseen kannattaa opettajan varata riittävästi aikaa. Haastattelututkimuksen perusteella opettaja, joka verkkoyhteyksien kautta pystyi luomaan läheisen ja keskusteluun rohkaisevan ilmapiirin, sai oppilaat sitoutumaan projektiin; oppilaat oikein odottivat perjantain tapaamisia päästäkseen keskustelemaan projektista hänen kanssaan. Luottamuksesta ja läheisyydestä kertoi myös se, että verkkotapaamisten aikana opiskelijat pitivät kamerat auki. Oppilaiden hyvinvoinnista ja opiskelun sujumisesta aidosti kiinnostunut opettaja luo oppimista tukevan ilmapiirin todetaan sekä Lam *et al.*<sup>45</sup> että Milaz *et al.*<sup>47</sup> tutkimuksessa.

Perusopetuksessa opettaja puhutteli oppilaita etunimillä ja keskusteli projektin aikana jokaisen oppilaan kanssa. Henkilökohtaisen kontaktin luominen oppilaaseen auttoi tyydyttämään oppilaan tarvetta ilmaista itseään (Maslow tarvehierarkia<sup>3</sup>) ja samalla oppilaan motivaatio

elinkaarianalyysin tekoa kohtaan lisääntyi. Oppilaan kuunteleminen lisäsi myös koulussa viihtymistä, kuten myös Blumenfeld *et al.*<sup>53</sup> kirjoittaa.

Peruskoulussa opettajan merkitys näkyi myös läsnäolona. Alkuohjeistuksen jälkeen opettajan toiminta ohjaajana, neuvonantajana, motivoijana sekä työn arvioijana tuki oppilaan sitoutumista työskentelyyn. Opettaja oli luokassa jokaista oppilasta varten ja henkilökohtaisen palautteen antaminen näytti motivoivan oppilaita tekemään parhaansa.

### 7.3 Kestävän kehityksen opettaminen projektioppimisen avulla

Tutkimuksen perusteella projektioppiminen näyttää tukevan kestävän kehityksen ymmärtämistä. Projektityöskentely lisäsi sosiaalisia ja kulttuurisia taitoja, kuten vuorovaikutusta, ryhmässä työskentelyä, erilaisuuden hyväksymistä sekä toisen ihmisen kunnioittamista. Kestävän kehityksen ympäristöön liittyvät luonnonvarojen rajallisuus sekä kierrättäminen ja toimenpiteet syntyvän jätteen määrän vähentämiseksi olivat varsinkin Suomessa opiskelijoilla ennestään tuttu asia. Kestävän kehityksen taloudelliset seikat tulivat myös jossakin määrin tutkimuksessa esille. Kehittämistutkimuksessa tutkittua kestävän kehityksen ja kemian opetuksen välistä yhteyttä oppilaiden oli vaikeampi havaita.

Projektioppimiseen kuuluva ryhmässä työskentely parantaa oppilaiden sosiaalisia taitoja kirjoittavat Krajcik *et al.*<sup>26</sup> Bell<sup>26</sup> sekä Blumenfeld *et al.*<sup>53</sup>. Sosiaalisten taitojen kehittyminen ja erilaisista kulttuureista tulevien ihmisten hyväksyntä sekä heidän erilaisten tapojensa ja arvojensa kunnioittaminen tuli ilmi vaihto-opiskelijoiden haastattelusta. Vaihto-opiskelu näyttää lisäävän suvaitsevuuutta erilaista kulttuuritaustoista tulevia ihmisiä kohtaan, todetaan myös Crossman *et al.*<sup>56</sup> tutkimuksessa. Perusopetuksessa elinkaarianalyysin tekeminen ylläpiti kavereiden välisiä sosiaalisia suhteita, mutta antoi myös mahdollisuuden tutustua niihin luokkakavereihin, joiden kanssa ei normaalisti oppitunnin ulkopuolella ollut tekemisissä. Toki opettajan ryhmäntuntemus auttoi muodostamaan sellaiset ryhmät, joissa vältyttiin suurilta ristiriidoilta ja oppilaat uskalsivat ilmaista itseään, kuten Hinds *et al.*<sup>51</sup> kirjoittavat ryhmien muodostamisen merkityksestä. Mielenkiintoista oli se, että Pakistanissa Kalsoom *et al.*<sup>8</sup> sekä Angolassa Chisiqui *et al.*<sup>9</sup> tekemissä luonnontieteiden opetukseen liittyvissä tutkimuksissa korostuivat sosiaaliskulttuuristen arvojen, kuten rauhan ja yhteenkuuluvuuden tunteen, opettaminen, mutta muiden kestävän kehityksen osa-alueiden opettaminen näissä

kehitysmaissa vaihteli opettajasta, koulun sijainnista sekä poliittisten päättäjien asenteesta johtuen.

Ympäristöasiat, kuten ilmastonmuutos, fossiilisten polttoaineiden rajallinen määrä, kiertotalous ja omat kulutustottumukset, tulivat esille sekä vaihto-opiskelijoiden että peruskoululaisten vastauksista. Luonnontieteiden opetuksessa kestävän kehityksen ympäristöön liittyvät asiat ovat näkyvästi esillä Suomen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS)<sup>14</sup> ja oppikirjojen avulla ympäristöasiat tulevat oppilaille tutuiksi. Myös Saksassa kestävän kehityksen ymmärtäminen liittyy voimakkaasti ympäristöön, todetaan Burmeister *et al.*<sup>15</sup> tutkimuksessa. Sekä haastattelu- että kehittämistutkimuksesta kävi ilmi, että oppilaat miettivät ympäristöasioita sekä oman henkilökohtaisen toiminnan, mutta myös globaalisti koko ihmiskunnan toiminnan kautta. Tutkimuksen perusteella teollisuusmaissa huoli ympäristön tilasta ohjaa nuoria toimimaan kestävän kehityksen huomioon ottavalla tavalla.

Kestävän kehityksen taloudelliset seikat tulivat esille kummastakin tutkimuksesta, mutta selvästi vähemmän kuin muut osa-alueet. Tämä todetaan myös Saleniuksen<sup>18</sup> tutkielmassa. Vaihto-opiskelijoiden tuottamassa materiaalissa ihmeteltiin, miksi luomutuotteet ovat kalliita ja vaikuttaako tuotteen hinta kuluttajan ostopäätökseen. Heidän kirjoittamistaan raporteista ilmeni, että kurssin aikana opiskelijoille selkeytyi se, että kulutustottumuksilla on vaikutusta sekä ympäristön tilaan että talouteen. Perusopetuksessa taloudellisuus tuli esille kierrättämiseen liittyen; pullopalautus ja kirpputorit olivat oppilaille tuttuja.

Kehittämistutkimuksessa tutkittiin myös, miten kestävä kehitys näkyy kemian opetuksessa. Ilmaston lämpeneminen ja raaka-aineiden rajallisuus liitettiin kemian opetukseen sekä kestäväan kehitykseen, mutta kohtuullinen kuluttaminen ei näkynyt oppilaiden vastauksissa eikä käyttämien reagenssien määrässä. Vaarallisten aineiden käyttö ja hävittäminen olivat oppilaille eniten väärinkäsityksiä aiheuttaneita asioita. Peräti 11 oppilasta (f=69 %) kuudestatoista oletti, että vaarallinen aine hävitetään aina runsaalla vedellä huuhtomalla lavuaarista alas. Syynä väärinkäsitykseen saattaa olla se, että ympäristölle vaarallisia aineita käytetään oppilastöissä todella vähän, joten niiden oikeaoppista hävittämistä ei pääse juurikaan oppitunnilla harjoittelemaan.

## 8. Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimus

Tutkimuksen perusteella projektioppimisen avulla toteutettu kestävä kehityksen projekti lisäsi oppilaiden motivaatiota ja ymmärrystä kestävästä kehityksestä sekä yliopisto-opiskelijoiden että peruskoululaisten parissa. Perusopetuksessa elinkaarianalyysin teko koettiin mielekkäänä vaihtoehtona opiskella kestävä kehitys kemian oppitunnilla.

Opettajalla on suuri vastuu ja merkitys siinä, minkälaisessa maailmassa tulevaisuudessa elämme. Hyvä ja aidosti oppilaista kiinnostunut opettaja voi esimerkiksi vaikuttaa oppilaiden asenteisiin ja toimintamalleihin, kuten Fredricks *et al.*<sup>20</sup> ja Lam *et al.*<sup>45</sup> toteavat. Kohtelias ja toiset ihmiset huomioonottava käytös ei ole peruskoulussa itsestään selvä asia. Kohtuullinen kuluttaminen, kierrättäminen, ympäristön huomioiminen ovat meille Suomessa asuville tuttuja asioita ja tahallinen luonnon tuhoaminen ei täällä yleensä ole ongelma. Köyhissä kehitysmaissa ihmisten elintaso ei aina kannusta ihmistä tekemään luonnon kannalta parhaimpia valintoja.

Yksittäinen ihminen ei pysty omilla kulutustottumuksillaan pelastamaan tätä maapalloa. Ei vaikka kuinka kierrättäisi ja ostaisi vastuullisesti tuotettuja elintarvikkeita tai käyttäisi julkista liikennettä sekä kuluttaisi kengänpohjia paikasta toiseen siirtyessään. Mutta yksittäinen ihminen voi olla roolimallina muille ja tässä opettajat ovat avainasemassa. Yläasteella opettajien on vielä mahdollisuus vaikuttaa koko ikäluokan tapaan ajatella ja toimia tulevaisuudessa. Kun kestävä kehityksen arvot ja kestävä elämäntapa saadaan markkinoitua oppilaita motivoivalla tavalla, niin heidän kulutustottumuksensa voivat muuttua kestävämpään suuntaan. Samalla nuoret voivat vaikuttaa ystäviensä, vanhempiensa, kaikkien kohtaamiensa ihmisten sekä tulevaisuudessa omien lastensa asenteisiin sekä käyttäytymiseen.

Projektioppimisen kautta oppilaiden käsitys kestävästä kehityksestä laajeni. Tulevat opettajat tiedostivat projektioppimisen hyödyt ja aikoivat käyttää projektitöitä omalla opettajan urallaan opetuksen apuna. Peruskoulussa tietoisuus kuluttamisen vaikutuksista tuli projektityön kautta konkreettisesti nuorten tietoisuuteen uudella ja aiempaa laajemmalla tavalla.

Projektioppiminen lisäsi oppilaiden välistä sosiaalista kanssakäyntiä. Vuorovaikutus, toisen ihmisen kunnioittaminen sekä rauhan vaaliminen tuntuvat ajankohtaisten kansainvälisten selkkausten ja sotien myötä entistä tärkeämmältä.

Vaikka tutkimuksen perusteella opiskelijat osaavat toimia kestävä kehityksen näkökulmasta katsottuna oikein, niin toimivatko ihmiset oikeasti kaikissa tilanteissa taloudellisesti ja ympäristöä suojelevalla tavalla? Tai osaavatko oppilaat käyttäytyä kohteliaasti ja toista huomioivalla tavalla myös luokkahuoneen ulkopuolella?



Tutkimus sai myös pohtimaan, mitä oppilas oikeasti projektityön aikana oppi. Oliko oppiminen projektityön tekemistä, tieteellisen tutkimuksen tekoa, vuorovaikutusta, ryhmätöitä ja tulosten raportointia, vai liittyikö oppiminen kestävään kehitykseen ja sen eri osa-alueiden ymmärtämiseen.

Toinen jatkokysymys on, miten kemian opetusta pitäisi muuttaa, jotta reagenssien kulutusta saataisiin pienemmäksi tai vaarallisen aineen käsittely ja oikeaoppinen hävittäminen tulisi oppilaille tutuksi. Myös kemian ja kestäväen kehityksen yhtymäkohtia tulisi saada aiempaa näkyvämmäksi kemian opetuksessa.

Kolmas jatkotutkimuksen aihe on, muuttaako elinkaarianalyysin teko oppilaan kulutuskäyttäytymistä. Tällöin tutkimuksessa tulisi kartoittaa aluksi oppilaiden kulutustottumuksia ja asenteita kierrättämistä kohtaan; miten usein oppilas ostaa vaatteita tai matkapuhelimen, ja hankitaanko käytetty vai kokonaan uusi tuote. Tutkimuksessa voisi myös selvittää, mitä käytetylle tuotteelle tapahtuu; kierrätetäänkö se vai päätyykö se sekajätteeseen. Tutkimus tulisi suunnitella niin, että elinkaarianalyysi toteutettaisiin lukukauden alussa ja jatkokysely esimerkiksi puolen vuoden päästä. Tällöin voitaisiin mitata, johtaako elinkaarianalyysin teko käytännön muutoksiin oppilaan toiminnassa.

## 9. Kirjallisuusluettelo

1. Brundtland, G. H. (1987). What is sustainable development, *Our common future*, 8(9).
2. United Nations. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. 2015
3. Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*, Harper, New York.
4. Strange, T. ja Bayley, A. (2008). Sustainable development: Linking economy, *Society, environment*, 141.
5. Suomen ulkoministeriö, Agenda 2030, 2021. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet> (luettu 10.10.2021)
6. Suomen ympäristöministeriö, kestävä kehitys, 2021. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet> (luettu 10.11.2021)
7. Valpola, A., ”Kuilu” jäi -Tällainen on Glasgow’n ilmastokokouksen vesitetty sopu, *Uusi suomi* 14.11.2021
8. Kalsoom, Q., & Qureshi, N. (2019). Teacher education for sustainable development in Pakistan: content analysis of teacher education curriculum and standards, *Available at SSRN 3388457*.
9. Chisingui, A. V., & Costa, N. (2020), Teacher education and sustainable development goals: A case study with future biology teachers in an Angolan higher education institution. *Sustainability*, 12(8), 3344.
10. Darling-Hammond, L. (2016). Research on teaching and teacher education and its influences on policy and practice. *Educational Researcher*, 45(2), 83–91.
11. Burmeister, M., & Eilks, I. (2013). An understanding of sustainability and education for sustainable development among German student teachers and trainee teachers of chemistry. *Science education international*, 24(2), 167–194.
12. Garner, N., Siol, A., & Eilks, I. (2015). The potential of non-formal laboratory environments for innovating the chemistry curriculum and promoting secondary school level students education for sustainability. *Sustainability*, 7(2), 1798–1818.
13. Valtioneuvoston kanslia, kestävä kehitys, 2021. <https://vnk.fi/kestava-kehitys> (luettu 15.11.2021)
14. Perusopetuksen opetussuunnitelma POPS 2014, Opetushallitus, 2014. <https://www.oph.fi/fi> (luettu 9.10.2021)

15. Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68.
16. OECD Sustainable Chemistry, 2018 <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm> (luettu 10.10.2021)
17. Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Springer, Dordrecht.
18. Salenius, M. (2019). Kestävää kehitystä kemian opetukseen. pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto. helda.helsinki.fi (luettu 12.12.2021)
19. Tynjälä, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university. *International journal of educational research*. 31(5), 357–442.
20. Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59–109.
21. Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of educational psychology*, 85(4), 571.
22. Stipek, D. (2002). Good instruction is motivating. In *Development of achievement motivation* (pp. 309–332). Academic Press.
23. Blumenfeld, P. C., Kempler, T. M., & Krajcik, J. S. (2006). *Motivation and cognitive engagement in learning environments*.
24. Krajcik, J. S. ja Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning*. knilt.arcc.albany.edu
25. Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1997). Enacting project-based science. *The elementary school journal*, 97(4), 341–358.
26. Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The clearing house*, 83(2), 39–43.
27. McParland, M., Noble, L. M., & Livingston, G. (2004). The effectiveness of problem-based learning compared to traditional teaching in undergraduate psychiatry. *Medical education*, 38(8), 859–867.
28. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3–4), 369–398.

29. Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The elementary school journal*, 94(5), 483–497.
30. Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267–277.
31. Pietiläinen, V. (2020). Poikkeuksellisten opetusjärjestelyjen vaikutukset yhdenvertaisuuteen: haasteina etäopiskelun vaatimat taidot sekä oppimisen tuki ja ohjaus, Karvi.fi. <https://karvi.fi/2020/06/18/poikkeuksellisten-opetusjarjestelyjen-vaikutukset-yhdenvertaisuuteen-haasteina-etaopiskelun-vaatimat-taidot-seka-oppimisen-tuki-ja-ohjaus/> (luettu 20.4.2021)
32. Aksela, M., & Haatainen, O. (2019). Project-based learning (PBL) in practise: Active teachers' views of its' advantages and challenges. In *Integrated Education for the Real World 5th International STEM in Education Conference Post-Conference Proceedings*. Queensland University of Technology.
33. Kyllönen, T. ja Rickman, A. (2011). *Henkilöturvallisuus koulussa*, PS-kustannus, Bookwell.
34. Lohman, M. C., & Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem-based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28(4), 291–307.
35. Reques Martínez, J. M., Agirre Arisketa, I., Barrio Cagigal, V. L., & Graells Sobré, M. (2018). Evolution of project-based learning in small groups in environmental engineering courses. *Journal of Technology and Science Education*, 8(1), 45–56.
36. Ropponen, A. (2022). Johdatusta laaja-alaiseen osaamiseen. *LUMAT-B* <https://journals.helsinki.fi/lumatb/article/view/1790/1646> (luettu 20.4.2022)
37. Moore II, K. R. (2019). Teachers' and Principals' Perceptions Regarding the Implementation of Project Based Learning, (Doctoral dissertation, Walden University).
38. Kangas, M., & Rasi, P. (2021). Phenomenon-based learning of multiliteracy in a Finnish upper secondary school. *Media Practice and Education*, 22(4), 342–359.
39. Hyppönen, O., & Lindén, S. (2009). Opettajan käsikirja: opintojaksojen rakenteet, opetusmenetelmät ja arviointi, Teknillinen korkeakoulu, Opetuksen ja opiskelun tuki, Espoo. <http://opetuki.tkk.fi> (luettu 10.4.2022)
40. Peterson, L.R., & Peterson, M.J., (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193–198.

41. Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325–1343.
42. Eilks, I. ja Hofstein, A., (2013). Teaching chemistry: a studybook: a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers, Sense Publisher, Rotterdam.
43. Mattila, L., Huovinen, H., Lundell, J. (2022) *Proceedings of PBE2021*, lähetetty julkaistavaksi “Project based education (PBE) supporting virtual exchange students’ engagement to studies” <https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/?lang=en>
44. Chiang, C. L., & Lee, H. (2016). The effect of project-based learning on learning motivation and problem-solving ability of vocational high school students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709–712.
45. Lam, S. F., Cheng, R. W. Y., & Ma, W. Y. (2009). Teacher and student intrinsic motivation in project-based learning. *Instructional Science*, 37(6), 565–578.
46. Pérez, B., & Rubio, Á. L. (2020, February). A project-based learning approach for enhancing learning skills and motivation in software engineering. In *Proceedings of the 51st ACM technical symposium on computer science education* (pp. 309–315).
47. Milatz, A.; Lüftenegger, M. ja Schober, B. (2015). Teachers’ relationship closeness with students as a resource for teacher wellbeing: A response surface analytical approach, *Frontiers in psychology*, 6, 1949.
48. Summers, M., & Childs, A. (2007). Student science teachers’ conceptions of sustainable development: an empirical study of three postgraduate training cohorts. *Research in Science & Technological Education*, 25, 307–327.
49. Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning sciences*, 11(1), 105–121.
50. Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1–14.
51. Hinds, P. J., Carley, K. M., Krackhardt, D., & Wholey, D. (2000). Choosing work group members: Balancing similarity, competence, and familiarity. *Organizational behavior and human decision processes*, 81(2), 226–251.
52. Uitto, A., & Saloranta, S. (2017). Subject teachers as educators for sustainability: A survey study. *Education Sciences*, 7(1), 8.

53. Blumenfeld, P. C.; Marx, R. W.; Soloway, E. ja Krajcik, J. (1996). Learning with peers: From small group cooperation to collaborative communities, *Educational researcher*, 25(8), 37–39.
54. Pepper, C. (2009). Problem based learning in science. *Issues in Educational Research*, 19(2), 128–141.
55. Braun, C. (1976). Teacher expectation: Sociopsychological dynamics. *Review of Educational Research*, 46(2), 185–213.
56. Crossman, J. E., & Clarke, M. (2010). International experience and graduate employability: Stakeholder perceptions on the connection. *Higher education*, 59(5), 599–613.

## LIITE 1

### SOCRATIVE

Kyselylomake opiskelijoille

#### KYSYMYKSET:

Valitse vaihtoehto, joka eniten vastaa tuntemuksiasi **projektityöskentelystä**

- Miltä elinkaarianalyysin teko projektityönä tuntui? (*kivaa, ihan ok, en pidä*)
- Olivatko ohjeet riittävät ja helposti ymmärrettävät? (*kyllä, en osaa sanoa, ei*)
- Oliko projektin tekoon varattu riittävästi aikaa? (*kyllä, en osaa sanoa, ei*)
- Saitko riittävästi tukea työskentelyn aikana? (*kyllä, en osaa sanoa, ei*)
- Miten ryhmässä työskentely sujui? (*hyvin, en osaa sanoa, ei sujunut*)

Mikä projektissa onnistui?

Mitä olisit halunnut tehdä toisin?

Kysymykset **kestävään kehitykseen** liittyen

Miten voit omilla teoillasi vaikuttaa syntyvän jätteen määrään? (valitse yksi tai useampi vaihtoehto)

- otan vain sen määrän ruokaa kuin jaksan syödä
- vien rikkoontuneet lasiastiat, tyhjät metallipurkit ja paperit niille varattuihin kierrätysastioihin
- hankin joka vuosi uuden kännykän
- lahjoitan ehjät ja pieneksi jääneet vaatteet vaatekeräykseen tai myyn ne kirpparilla
- muu (kirjoita teksti)

Kierrättämisen hyötyjä (voit valita useamman vaihtoehdon)

- luonnonvaroja säästyy
- jätteen ja roskan määrä vähenee

- rahaa säästyy (esim. kirppisostos)
- energiaa kuluu vähemmän
- hillitsee ilmastonmuutosta
- on ympäristölle haitallista

Onko käsite **kestävä kehitys** sinulle aiemmin tuttu?

- kyllä
- ei

Miten kestävä kehitys tulee esille kemian oppitunnilla

- oppilastöissä käytetään mahdollisimman pieniä ainemääriä
- oppilastöissä käytetään mahdollisimman vähän ympäristölle vaarallisia aineita
- vaarallinen jäte huuhdotaan aina runsaalla vedellä viemäristä alas
- opetuksessa puhutaan esim. fossiilisten polttoaineiden rajallisesta määrästä ja käytön vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen
- ei millään lailla




Kerro lyhyesti, mitä ymmärrät sanalla kestävä kehitys









## LIITE 2.

### ITSEARVIOINTI

Arvioi omaa työskentelyäsi ryhmissä. Valitse hymiö, joka parhaiten vastaa työskentelyäsi.




   tiedon hankinta (kirja, netti)

   tiedon jakaminen (suunnittelu, keskustelu, docs)

   posterin teko (aktiivisuus, omien ideoiden ja tietojen esittäminen)

### RYHMÄTYÖSKENTELEN ARVIOINTI

Arvioi koko ryhmän työskentelyä. Valitse hymiö, joka parhaiten vastaa koko ryhmän työskentelyä.

vuorovaikutustaidot (ryhmän jäsenten välinen keskustelu, osallistuminen työskentelyyn, tiedon jakaminen)   

ryhmässä työskentely (aktiivisuus, tiedon jakaminen, posterin teko)   

posterit (löytyikö ydinasiat, ulkoasu, kemian tietämys)   

Mikä töistä oli mielestäsi paras? Perustele