



**TURUN  
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen  
tiedekunta

# **Kemia ja oppiainerajat ylittävä opetus Suomen lukioiden paikallisissa opetussuunnitelmissa 2021**

Henna Paussu

Kemia (Kemian opettaja)

Pro gradu -tutkielma

Laajuus: 20 op

Ohjaaja:

Veli-Matti Vesterinen

16.6.2022

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu  
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

**Pääaine:** Kemia

**Tekijä:** Henna Paussu

**Otsikko:** Kemia ja oppiainerajat ylittävä opetus Suomen lukioiden paikallisissa opetussuunnitelmissa 2021

**Ohjaaja:** Veli-Matti Vesterinen

**Sivumäärä:** 41 sivua + liitteet 6 sivua

**Päivämäärä:** 16.6.2022

---

Uusi nuorille tarkoitettu lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet julkaistiin 2019 ja sen pohjalta laaditut paikalliset opetussuunnitelmat on otettu käyttöön 1.8.2021 alkaen. Keskeinen muutos edelliseen opetussuunnitelmaan verrattuna on lukio-opintojen uusi rakenne, missä opinnot rakennetaan paikallisesti opetussuunnitelman perusteissa kuvatuista moduuleista opintojaksoksi. Opintojaksojen muodostamiseen on annettu hyvin vapaat kädet ja onkin mielenkiintoista, miten tätä mahdollisuutta hyödynnetään nyt lukioissa. Oppiainerajat ylittävät opinnot on mainittu opetussuunnitelman perusteissa yhdeksi keinoksi vahvistaa oppimistuloksia ja ehdyttää lukiokoulutusta. Tässä tutkielmassa perehdytään erityisesti oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämiseen, ja saatuja tuloksia tarkastellaan oppiainerajat ylittävän opetuksen näkökulmasta.

Tutkielmassa halutaan selvittää, miten eri tavoin kemian oppiaineen opinnot on rakennettu lukioiden paikallisissa opetussuunnitelmissa ympäri Suomen. Tutkielmassa tutkitaan, miten kemian oppiaineen moduulit on rakennettu opintojaksoksi ja miten eri tavoin kemian oppiainetta yhdistetään muiden oppiaineiden kanssa ja missä yhteyksissä vai yhdistetäänkö ollenkaan. Tutkielmassa tarkastellaan erityisesti oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämistä ja tutkitaan oppiaineiden yhdistämistä (integraatiota) lukiokohtaisissa valinnaisissa opintojaksoissa. Tutkimuksessa vertaillaan lukioita, joissa on luonnontiedelinja lukioihin, joissa ei ole luonnontiedelinjaa. Vertailu kohdistuu lukiokohtaisiin valinnaisiin opintojaksoihin, joissa on yhdistetty kemian oppiaine muihin oppiaineisiin. Tutkimustieto antaa laajan katsauksen Suomen lukioiden kemian opetuksen toteutukseen ja siihen, millaista oppiainerajat ylittävää opetusta järjestetään kemian oppiaineen näkökulmasta.

Tutkimuksen aineisto koostuu 110 paikallisesta lukion opetussuunnitelmasta. Aineisto analysoitiin Webropol-kyselytyökalun avulla, johon vastaukset kirjattiin jokaisen lukion kohdalla itse. Analyysimenetelmänä käytettiin sisällön analyysiä.

Tulosten mukaan yleisin tapa opettaa kemian pakolliset moduulit on opettaa ne yhteisenä 2 op opintojaksona ja toiseksi yleisin tapa on opettaa ne erillisinä 1 op opintojaksoina. Alle viidesosa kemian pakollisen moduulin sisältävistä opintojaksoista on oppiainerajat ylittäviä, joista puolet sisältävät kemian ja fysiikan opintoja ja loput 10 % ovat monipuolisemmin oppiainerajat ylittäviä opintojaksoja. Aineiston lukioista 99 % järjestää kaikki kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit omina 2 op opintojaksoina. Lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa kemian opintoja on yhdistetty muiden oppiaineiden kanssa, tarjoaa 55 % aineiston lukioista. Luonnontiedelinjan omaavissa lukioissa tarjotaan enemmän lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja kuin lukioissa, joissa ei ole luonnontieteiden painotusta. Kemian kanssa yhdistetään eniten biologiaa ja fysiikkaa ja teemoina kestävä kehitys sekä kokeellisuus näkyvät opintojaksoissa.

Määrällisesti oppiainerajat ylittäviä opintojaksoja, jotka sisältävät kemian opintoja, on vielä vähän ja monipuolisimmin niitä tarjotaan luonnontiedelinja omaavissa lukioissa. Huomionarvoista on kuitenkin se, että uuden opetussuunnitelman myötä pakollisia kemian moduuleja on lähdetty yhdistelemään 11 eri oppiaineen kanssa ja lukiokohtaisia valinnaisia kemian opintoja on yhdistetty 10 eri oppiaineen kanssa.

---

**Avainsanat:** nuorille tarkoitettu lukiokoulutuksen opetussuunnitelma, kemian oppiaine, oppiainerajat ylittävä opetus, opintojakso

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
2. Teoreettinen viitekehys.....	5
2.1 Oppiainerajat ylittävää opetusta.....	5
2.2 STEM ja STEAM.....	8
2.3 Oppiainerajat ylittäviä lähestymistapoja opetuksessa .....	10
2.4 Haasteet oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamiselle.....	12
2.5 Oppiainerajat ylittävän opetuksen suunnittelu ja toteutus.....	13
3. Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite.....	16
4. Tutkimusmenetelmä .....	17
4.1 Tutkimusaineisto ja aineiston keruu.....	17
4.2 Analyysimenetelmät.....	19
4.3 Aineiston ja tutkimuksen luotettavuus .....	20
5. Tulokset.....	21
5.1 Kemian pakollisten moduulien järjestäminen opintojaksoiksi .....	21
5.2 Kokoavat tulokset kemian pakollisille moduuleille.....	27
5.3 Kemian valtakunnallisten valinnaisten moduulien järjestäminen opintojaksoiksi .....	28
5.4 Koulukohtaiset valinnaiset opintojaksot, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa .....	29
5.5 Koulukohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen tarjonnan vertailu.....	33
6. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	34
6.1 Johtopäätökset kemian pakollisten moduulien tuloksista .....	34
6.2 Johtopäätökset kemian valtakunnallisten valinnaisten moduulien tuloksista.....	37
6.3 Johtopäätökset koulukohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista ja niiden tarjonnan vertailusta.....	38
6.4 Jatkotutkimusehdotuksia .....	40
Lähteet .....	41
Liitteet.....	47

# 1. Johdanto

Opetussuunnitelmissa ympäri maailmaa painotetaan eheyttävän ja oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämistä. Myös Suomessa oppiainerajat ylittävät opinnot on mainittu nuorille suunnatun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteissa yhtenä keinona vahvistaa oppimistuloksia ja eheyttää lukiokoulutusta (Opetushallitus, 2019). Nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet 2019 painottaa, kannustaa ja mahdollistaa oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämisen lukioissa muun muassa lukio-opintojen uuden rakenteen avulla. Tässä Pro gradu -tutkielmassa halutaan selvittää, miten kemian opetus järjestetään Suomen lukioissa ja toteutuuko oppiainerajat ylittävä opetus käytännössä oppiainerajat ylittävien opintojaksojen muodostamisen kautta niin kuin lukion opetussuunnitelman perusteissa kannustetaan vai jääkö eheyttävä, oppiainerajat ylittävä opetus mahdollisesti muilla tavoin toteutettavaksi käytännössä.

Uusi nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet julkaistiin vuonna 2019 ja sen pohjalta laaditut paikalliset opetussuunnitelmat on otettu käyttöön 1.8.2021 alkaen, vuosiluokka kerrallaan. Uusi nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet 2019 laadittiin osana lukiokoulutuksen uudistushanketta, joka piti sisällään sekä lukiolain että lukion toiminnallisen uudistamisen. Lukiokoulutuksen uudistushankeen tavoitteena on muun muassa lukion vetovoiman lisääminen yleissivistävänä, korkeakouluihin jatko-opintokelpoisuuden antavana koulutusmuotona sekä sujuvoittaa korkea-asteen opintoihin siirtymistä ja vahvistaa koulutuksen laatua ja oppimistuloksia. *”Yksilöllisemmät ja joustavammat opintopolut, niiden vaatima ohjaus ja tuki, oppiainerajat ylittävät opinnot sekä korkeakoulu yhteistyö”* ovat keinoja, joita on muun muassa mainittu näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. (Opetushallitus, 2019, s. 9)

Opetussuunnitelman perusteet on Opetushallituksen antama valtakunnallinen määräys opintojen tavoitteista ja keskeisistä sisällöistä. Sen laatimista ohjaavat lainsäädäntö ja asetukset. Opetussuunnitelman perusteet on normi, jossa määritellään opetuksen arvot, tavoitteet, sisällöt ja toimintatavat (Nyyssölä, 2013). Opetussuunnitelman perusteiden pohjalta koulutuksen järjestäjät laativat omat paikalliset opetussuunnitelmansa, joiden mukaan koulut ja opettajat tekevät lukuvuosisuunnitelmat sekä toteuttavat opetustaan. Uuden nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteiden keskeisimpiä muutoksia edelliseen verrattuna ovat muun muassa opintojen uusi rakenne ja laaja-alaisen osaamisen tavoitteet, jotka tulevat muodostamaan oppiaineiden yhteiset tavoitteet. Muutoksilla pyritään eheyttämään lukiokoulutusta. (Opetushallitus, 2019)

Suomessa niin lukiossa kuin peruskoulussa pyritään eheyttävään opetukseen. Koulumaailmassa puhutaan oppilaan persoonan, opetuksen ja koulupäivän eheyttämisestä. Opetuksen sisällön

eheyttämällä tarkoitetaan ”*oppilaan tieto- ja taitorakenteen kytkeä monipuolisesti yli oppiainerajojen*”, jolloin ”*oppiaines tulisi järjestää mielekkäiksi ja järkeviksi kokonaisuuksiksi, jotka auttaisivat lasta ymmärtämään laajojakin ilmiöitä.*” (Hellström, 2008, s. 55) Opetussisältöjen eheyttämisen taustalla on tiedonkäsityksen muuttuminen pois ajattelutavasta, jossa tieto nähdään objektiivisena ja staattisena kohti ajattelutapaa, jossa tiedon ajatellaan olevan dynaamista ja jatkuvasti muuttuvaa. Eheyttämisyrittämisestä tukee myös lasten tapa tarkastella maailmaa kokonaisuutena, jota aikuisten laatima ja yliopistojen tieteenaloista peräisin oleva koulujen oppiainejako ei vastaa. (Hellström, 2008)

Eheyttävä, oppiainerajat ylittävä opetus on tärkeää 2020-luvulla, sillä nykyajan työelämässä ja maailmassa pärjätäkseen nuoret tarvitsevat niin kutsuttuja tulevaisuuden taitoja (21<sup>st</sup> century skills), joita ovat muun muassa ongelmanratkaisutaidot, sosiaaliset taidot, kriittisen ajattelun taito, yhteistyötaidot, ajanhallinta ja itsensä johtamisen taito. Näiden taitojen opettaminen ja oppiminen edellyttää oppiainerajat ylittävää opetusta ja perinteisestä opetustavasta luopumista ainakin osittain. Ongelmana oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamiselle on mainittu muun muassa ajan puute, yksittäisiin oppiaineisiin rajoittuva työjärjestys, monialaisen osaamisen arvioinnin puute ja opettajien epävarmuus ja aiheeseen perehtymättömyys (Dyrberg Egemose et al., 2018). Onkin tärkeää tutkia eheyttävän ja oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamista käytännön tasolla, sillä vaikka opetussuunnitelmien tasolla siitä kirjoitetaan, käytännön tason toteutuksista tarvitaan lisää tutkimustietoa, jotta oppiainerajat ylittävän opetuksen suunnittelu ja toteutus olisi vaivattomampaa ja helpompaa opettajille. Tämän tutkielman tavoitteena on tuottaa lisää tutkimustietoa siitä, miten oppiainerajat ylittävää kemian opetusta käytännössä toteutetaan Suomen lukioissa.

Nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteiden 2019 mukaan lukiokoulutuksessa pyritään oppiaineiden tavoitteiden ja keskeisten sisältöjen hallinnan lisäksi samalla myös kehittämään opiskelijoiden laaja-alaista osaamista osana jokaisen opettavan aineen opetusta. Uudessa lukion opetussuunnitelmassa laaja-alaisen osaamisen osa-alueet muodostavat oppiaineiden yhteiset tavoitteet. Näitä laaja-alaisen osaamisen osa-alueita on yhteensä kuusi kappaletta. Ne ovat: eettisyys ja ympäristöosaaminen, hyvinvointiosaaminen, globaali- ja kulttuuriosaaminen, monitieteinen ja luova osaaminen, vuorovaikutusosaaminen sekä yhteiskunnallinen osaaminen. Laaja-alainen osaaminen onkin osana jokaista oppiainekohtaista ja oppiaineiden välistä opetusta ja sitä opetetaan kaikkien opintojaksojen aikana. Jokaisen oppiaineen opetuksessa tulee huomioida jokaista laaja-alaisen osaamisen osa-alueita tasavertaisesti. Laaja-alaisen osaamisen tavoitteena on hyvä yleissivistys, opiskelijoiden vahvat jatko-opinto-, työelämä- ja kansainvälisyysvalmiudet, sekä kestävä tulevaisuuden rakentaminen ja sen avulla pyritään eheyttämään lukiokoulutusta. (Opetushallitus, 2019)

Yksi lukiokoulutuksen muutoksista on se, että opintojen mitoituksen mittarina otetaan käyttöön opintopisteet. Entisen 75 kurssin sijasta lukiossa tulee opiskella nyt opintojaksoja vähintään 150 opintopisteen edestä. Opintojaksot, jotka koostuvat moduuleista, voivat olla opintopisteiltään eri laajuisia ja yksi moduuli voi olla laajuudeltaan 1–3 opintopisteen suuruinen. Ennen yksi lukiokurssi on sisältänyt 22,8 x 75 minuuttia tai 38 x 45 minuuttia opetusta. Nyt tämä aika tulee vastaamaan laajuudeltaan kahta opintopistettä. Tällöin yhden opintopisteen laajuus on 11,4 x 75 minuuttia tai 19 x 45 minuuttia opetusta. Pakollisten opintojen lisäksi lukion oppimäärän tulee sisältää valtakunnallisia valinnaisia opintoja vähintään 20 opintopistettä. Loput opintopisteet voivat koostua lukiokohtaisista valinnaisista opinnoista. (Opetushallitus, 2019)

Lukiokoulutuksen eheyttämistä edesauttaa myös lukio-opintojen uusi rakenne. Uudessa lukion opetussuunnitelman perusteissa 2019 kemian (kuten muidenkin oppiaineiden) opinnot on järjestetty valtakunnallisiksi pakollisiksi moduuleiksi ja valtakunnallisiksi valinnaisiksi moduuleiksi (Kuva 1.), jotka toimivat rakennuspalikoina paikallisesti luotaville opintojaksoille. Enää ei siis puhuta kursseista, vaan moduuleista ja moduuleista muodostettavista opintojaksoista, joiden laajuutta mitataan opintopisteinä. Opintojakso voi sisältää yhden tai useamman moduulin samasta tai useammasta eri oppiaineesta. Tämä mahdollistaa oppiainerajat ylittävän opetuksen, kun esimerkiksi kemian ja fysiikan moduuleista voidaan yhdistää oma opintojakso. Koulutuksen järjestäjien tehtävänä on muodostaa opintojaksot opetussuunnitelman perusteissa kuvattavista moduuleista. Valtakunnallisten pakollisten ja valtakunnallisten valinnaisten opintojen lisäksi lukiot voivat järjestää lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja. Rakennemuutoksen takia opintojen arviointi muuttuu niin, että opinnot arvioidaan opintojaksoittain. Jos opintojakso koostuu eri oppiaineiden moduuleista, annetaan jokaisesta oppiaineesta oma arvosana. (Opetushallitus, 2019)

## KEMIAN OPPIAINE UUDESSA LUKION OPETUSSUUNNITELMASSA:



**Kuva 1.** Uudessa lukion opetussuunnitelmassa kemian opinnot muodostuvat opetussuunnitelman perusteissa kuvattavissa valtakunnallisista pakollisista ja valtakunnallisista valinnaisista moduuleista sekä kemiaa sisältävistä lukiokohtaisista valinnaisista opintojaksoista.

Opetussuunnitelman perusteet 2019 antaa hyvin vapaat kädet opintojaksojen muodostamiseen paikallisesti. Onkin mielenkiintoista, miten tätä mahdollisuutta hyödynnetään lukioissa. Tässä Pro gradu -tutkielmassani tutkin, miten eri tavoin kemian oppiaineen opinnot on rakennettu lukioiden paikallisissa opetussuunnitelmissa ympäri Suomen. Tutkin sitä, miten kemian oppiaineen moduulit on rakennettu opintojaksoiksi ja miten eri tavoin kemian oppiainetta yhdistetään muiden oppiaineiden kanssa ja missä yhteyksissä vai yhdistetäänkö ollenkaan. Painotan tutkielmassani erityisesti oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämistä ja tutkin oppiaineiden yhdistämistä (integraatiota) lukiokohtaisissa valinnaisissa opintojaksoissa. Tutkimuksessa vertaillaan lukioita, joissa on luonnontiedelinja (erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneet lukiot ja lukiot, joissa on jokin luonnontiedelinja), lukioihin, joissa ei ole luonnontiedelinjaa. Vertailu kohdistuu lukiokohtaisiin valinnaisiin opintojaksoihin, joissa on yhdistetty kemian oppiaine muihin oppiaineisiin. Tutkimustieto antaa laajan katsauksen Suomen lukioiden kemian opetuksen toteutukseen.

On tärkeää, että kemian opetusta kartoitetaan, sillä tutkimustulosten avulla voidaan jatkuvasti kehittää kemian opetusta. Tässä Pro gradu -tutkielmassa kartoitetaan tämänhetkisen kemian opetuksen toteutustapoja Suomen lukioissa. Tutkimustuloksista voidaan lukea erilaisia käytössä olevia toteutustapoja kemian opetukseen lukiossa (erityisesti oppiainerajat ylittäviä tapoja) ja tämän

tutkimuksen tuloksista hyötyvät kaikki lukion opettajat (erityisesti kemia aineenopettajat), lukiokoulutuksen opetuksen järjestäjät ja rehtorit sekä oppiainerajat ylittävän opetuksen tutkijat.

## 2. Teoreettinen viitekehys

Tutkielman teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään ensin oppiainelähtöisen ja oppiainerajat ylittävän opetuksen vastakkainasettelua sekä perusteluja molemmille lähestymistavoille opetuksessa. Sen jälkeen esitellään luonnontieteiden ja matematiikan opetuksessa käytettyjä eheyttämisen malleja lyhyesti. Tämän jälkeen käsitellään perusteluja, jotka tukevat oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämistä ja lisäämistä opetussuunnitelmiin 2000-luvulla ympäri maailmaa. Myös haasteita, joita tutkijat ovat kohdanneet oppiaineita integroivan opetuksen tutkimisessa tuodaan esille. Sen jälkeen esitetään muutama yleistys liittyen eheyttävän opetussuunnitelman luonteeseen ja tarkoitukseen luonnontieteiden ja matematiikan opetuksessa. Tämän jälkeen perehdytään STEM- ja STEAM-kasvatuksen historiaan ja tavoitteisiin oppiainerajat ylittävän opetuksen mahdollistajana STEM-aineissa. Sitten esitellään muutamia oppiainerajat ylittäviä lähestymistapoja opetuksessa ja tuodaan esille oppiainerajat ylittävän opetuksen toteutukseen liittyviä haasteita. Lopuksi perehdytään oppiainerajat ylittävän opetuksen suunnitteluun ja toteuttamiseen.

### 2.1 Oppiainerajat ylittävää opetusta

Uusikylä ja Atjonen (2007) määrittelevät kokonaisopetuksen ja oppiaineiden integraation sekä integraation ja eheyttämisen suhteen seuraavasti: *”Oppiainerajat ylittävää opetusta kutsutaan kokonaisopetuksiksi yleensä silloin, kun oppiainejako pyritään häivyttämään opetuksesta liki kokonaan. Integraatio-käsitettä käytetään yleensä vain, kun puhutaan sellaisista muutoksista, jotka näkyvät kirjoitetussa opetussuunnitelmassa. Integraatiota voi kuitenkin käyttää myös eheyttämisen synonyymina.”* (Uusikylä & Atjonen, 2007, s. 91-92)

Tieteitä yhdistävälle opiskelulle on käytössä monia eri termejä ja toteutustapoja. Repko ja Szostak (2020) määrittelevät tieteidenväliset opinnot seuraavasti: *”Tieteidenvälinen opiskelu on prosessi, jossa vastataan kysymykseen, ratkaistaan ongelma tai esitetään aihe, joka on liian laaja tai monimutkainen käsiteltäväksi asiaankuuluvalla tavalla yhden oppiaineen sisällä. Siinä hyödynnetään oppiaineiden näkökulmia sekä yhdistetään niiden näkemyksiä, jotta voidaan tuottaa kokonaisvaltaisempaa ymmärrystä tai tiedollista edistystä.”* (Repko & Szostak, 2020, s. 7)

Pitäisikö opetus olla oppiainerajat ylittävää opetusta vai pitäisikö oppiainerajoista pitää kiinni ja opettaa niitä perinteisesti erillään toisista? Kirjallisuudesta löytyy tutkimuksia aiheesta niin puolesta kuin vastaan. Toiset tutkijat ovat olleet sitä mieltä, että akateemisten oppiaineiden opiskeleminen erillään on tehokas tapa järjestellä tietoa; Gardnerin (2004) mukaan oppiaineet muodostavat järjestyksen monimutkaisesta maailmasta ja järjestävät opiskelijoiden ajattelua ja taitoja, joita



tarvitaan oppiaineisiin perustuvissa ongelmissa. Gardner ja Boix-Mansilla (1994) korostavat, että opiskelijoilla tulisi olla hallussa perustiedot ja taidot oppiaineista, ennen kuin on järkevää opettaa oppiainerajat ylittävästi. Toisaalta kokonaiskuvan hahmottaminen opiskeltavasta asiasta voi jäädä opiskelijoilta vajaaksi, kun oppiaineita opetetaan erillään (Martín-Páez et al., 2019). Eheyttävän, oppiainerajat ylittävän opetuksen kannattajien mielestä perinteinen oppiaineiden opettaminen erillään ei valmista opiskelijoita monitahoiseen, teknologisesti kehittyneeseen maailmaa, jossa vallitsee keskinäinen riippuvuus asioiden välillä (Czerniak & Johnson, 2014). Masonin (1996) mukaan kouluja ei ole synkronoitu samalla tavalla vastaamaan tosielämää, jossa tieto ja taidot eivät ole erillisiä, kuin mitä työpaikoilla on tehty.

Eheyttävää opetusta luonnontieteissä ja matematiikassa on toteutettu jo vuosisadan verran. Hurley (2001) suoritti tutkimuksen vuosina 1935–1997 julkaistuista 31 tutkimuksesta, joissa tutkittiin eheyttävää opetusta luonnontieteissä ja matematiikassa. Hän määritteli viisi merkittävintä eheyttämisen muotoa, joita on käytetty 1900-luvulla matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa. Ne ovat järjestyksessä vähiten oppiaineita integroivasta opetusmuodosta eniten integroivaan: 1. peräkkäinen opetus (sequenced), jossa matematiikkaa ja luonnontieteitä opetetaan ajallisesti peräkkäin, toisen edeltäen toista. 2. Rinnakkaisopetus (parallel), jossa luonnontieteiden ja matematiikan opetus on suunniteltu yhdessä ja toisiinsa rinnastettavien käsitteiden opetus tapahtuu molemmissa aineissa samaan aikaan. 3. Osittainen (partial) opetus, jossa luonnontieteitä ja matikkaa opetetaan samalle luokalle osittain yhdessä ja osittain erillisinä aineina. 4. Tehostettu (enhanced) opetus, jossa joko luonnontieteet tai matematiikka toimii pääaineena opetuksessa ja toista ainetta käytetään tehostamaan toisen opetusta. 5. Kokonaisvaltainen (total) opetus, jossa matematiikkaa ja luonnontieteitä opetetaan yhdessä yhdenvertaisesti. Kaikkia näitä eheyttämisen muotoja käytettiin 1900-luvulla matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa, mutta mikään niistä ei noussut hallitsevaksi muodoksi tietyllä aikakaudella. (Hurley, 2001)

Fogarty (1991) kuvaa 10 erilaista mallia toteuttaa eheyttävää opetusta. Näistä viisi ovat sellaisia, joissa opetuksessa ylitetään oppiainerajoja. Kyseiset mallit ovat: 1. Rinnastaminen (sequenced), jossa opetus järjestetään niin, että samoja aiheita käsitellään samaan aikaan eri oppiaineiden opetuksessa. 2. Yhteinen opetus (shared), jossa kahden tai useamman oppiaineen opettajat tekevät yhteistyötä oppiaineita yhdistävän käsitteen tai aiheen opettamisessa opiskelijoille. 3. Valitun teeman opiskelu lähestyen sitä eri oppiaineiden näkökulmasta (webbed). 4. Samojen taitojen opettelua ja harjoittelua eri oppiaineissa (threaded). Esimerkiksi ajattelu-, sosiaalisten-, opiskelu- ja teknologiataitojen harjoittelua osana eri aineiden opetusta. 5. Oman integroidun (integrated) oppimiskokonaisuuden muodostaminen oppiaineista, joissa on päällekkäisyyksiä käsiteltävissä aiheissa ja käsitteissä. (Fogarty, 1991)

2000-luvulla oppiainerajat ylittävän opetussuunnitelman liikkeelle panijana on toiminut havaittu heikentyminen opiskelijoiden ongelmanratkaisutaidoissa, kriittisen ajattelun taidoissa ja muissa tulevaisuuden työelämätaidoissa sekä tarve näiden taitojen opettamiseen ja kehittämiseen (Czerniak & Johnson, 2014). Moni kysymys ja ongelma on liian monimutkainen esiteltäväksi vain yhden oppiaineen sisällä, minkä vuoksi poikkitieteellinen lähestymistapa oppimiseen on saanut osakseen huomiota (Humes, 2013). Eheyttävän opetuksen kannattajat puhuvat oppiainerajat ylittävän opetuksen puolesta luonnontieteiden ja matematiikan osalta, sillä se auttaa opiskelijoita hahmottamaan laajemman kuvan käsiteltävästä aiheesta, rakentamaan yhteyden keskeisten käsitteiden välille, muodostamaan syvemmän käsityksen aiheesta, sekä tekee opetussuunnitelmasta merkityksellisemmän opiskelijoiden näkökulmasta. (Martín-Páez et al., 2019; Mason, 1996; Venville et al., 2004) Maailman moniulotteisen luonteen vuoksi poikkitieteellinen lähestymistapa opetuksessa mahdollistaa aidon asiayhteyden oppimiselle (Ronis, 2008) ja oppiainerajat ylittävä opetustapa tekee opiskelusta relevantimpaa ja siten myös koulunkäynnistä motivoivampaa ja kiinnostavampaa (Czerniak & Johnson, 2014). Lisäksi luokkahuoneessa ja opetuksessa käytettävän teknologian lisääntyessä ja kehittyessä, halu teknologian integroimiseen osaksi luonnontieteiden ja matematiikan opetusta on kasvanut (Harrison & Royal, 2011; Jimoyiannis, 2010).

Humes (2013) nostaa esille neljä asiaa, jotka ovat kriittisiä tieteidenvälisen työskentelytavan onnistumiselle, yhtenäistämiseksi ja edistämiseksi kouluissa. Nämä neljä asiaa ovat tapa, miten käsite tieteidenvälinen (interdisciplinary) määritellään, opetussuunnitelman järjestyminen: onko oppiainerajojen yhdistäminen uskottavaa ja mahdollistaako se älyllisen haasteen, pedagogisten ratkaisujen laatiminen ja suunnitteleminen niin, että tieteidenvälinen opetus on tehokasta sekä tieteidenvälisen työskentelyn toiminnallisten esteiden tiedostaminen ja huomiointi. (Humes, 2013)

On olemassa paljon termejä, joita käytetään kuvaamaan oppiaineiden integraatioita. Näitä ovat muun muassa tieteidenvälinen, monitieteellinen, poikkitieteellinen, temaattinen ja eheyttävä. Terminologian takia eheyttävää opetussuunnitelmaa voidaan joskus pitää synonyyminä oppiainerajat ylittävälle opetussuunnitelmalle, vaikka näin ei välttämättä ajatella. Myös opettajien käsitys oppiaineiden integraatioista vaihtelee ja oppiaineiden integraatio voikin tarkoittaa eri asioita eri opettajille (Stinson et al., 2009). Koska monet opettajat käyttävät termejä integroitu, temaattinen ja poikkitieteellinen synonyymeinä, se lisää hämmennystä ja rajoittaa mahdollisuutta tutkia aihetta pätevästi ja tarkasti (Lederman & Niess, 1997). Czerniak ja Johnson (2014) toteavat, että koska oppiaineiden integraatiota opetuksessa toteutetaan laajasti monella eri tavalla, yleinen määritelmä on melkein mahdoton, minkä vuoksi voisi olla tarpeen määritellä erilaisia integraation muotoja pidemmälle ja muodostaa yleinen ymmärrys jokaisesta erikseen.

Vaikka matematiikan ja luonnontieteiden eheyttävää opetusta on ollut olemassa vuosisadan verran ja oppiaineet ylittävän opetuksen puolesta puhuttu paljon, 2000-luvulle tultaessa vain vähän empiiriseen tutkimukseen perustuvaa näyttöä on siitä, että oppiainerajat ylittävä lähestymistapa opetuksessa olisi oppimistuloksiltaan tehokkaampaa kuin perinteinen oppiainelähtöinen opetustapa. (Czerniak & Johnson, 2014) Empiirisen tutkimuksen puutetta aiheesta perustellaan muun muassa sillä, että oppiaineita integroivaa opetusta ei ole pystytty käsitteenä määrittelemään perustavanlaatuisesti, jolloin tutkimuskysymysten muodostaminen ja tutkimuksen suorittaminen aiheesta tarkasti on hankalaa. (Czerniak & Johnson, 2014; Hurley, 2001)

Rennie työryhmineen (2012) esittää neljä yleistystä liittyen eheyttävän opetussuunnitelman luonteeseen ja tarkoitukseen luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan (STEM-aineet) opetuksessa:

1. Eheyttävä opetussuunnitelma voi olla muodoltaan ja lähestymistavaltaan monenlainen. Kaikissa kuitenkin pyritään ohjaamaan opiskelijan katse kohti ulkomaailmaa oppiaineita opetettaessa.
2. Opettajilta vaaditaan huomattavaa vaivannäköä, niin ajallisesti kuin tarmollisesti, jotta koulun opetussuunnitelman oppiainekeskeisestä rakenteesta päästään kohti oppiaineita integroivaa opetussuunnitelmaan.
3. Eheytyksessä keskitytään tosielämän asiayhteyksiin ja opiskelijoiden omakohtaisiin kokemuksiin sekä kiinnostuksen kohteisiin.
4. Mitä enemmän oppiaineita integroidaan opetuksessa, sitä opiskelijälähtöisemmäksi opetus ja oppimisympäristö muuttuu.

Yleistyksistä huomataan se, että muutos kohti eheyttävää, oppiainerajat ylittävää luonnontieteiden ja matematiikan opetusta vaatii aikaa, työtä ja opettajien työpanosta. Näiden lisäksi perinteisistä oppimisympäristöstä, pelkästään opettajälähtöisestä opetuksesta ja perinteisestä opetustavasta (oppiaineiden opiskelu erillään) on välttämätöntä joustaa, jotta eheyttävää opetusta voidaan toteuttaa onnistuneesti.

## 2.2 STEM ja STEAM

Oppiaineiden integraatio opetussuunnitelmassa on aiheena saanut entistä enemmän huomiota 2000-luvun alussa Yhdysvalloissa aloitetun STEM-kasvatuksen myötä (Czerniak & Johnson, 2014). STEM-kasvatus (Science, Technology, Engineering, Mathematics) on ollut ehkä isoin yksittäinen uudistusliike Yhdysvaltalaisissa peruskoulussa ja lukiossa 2000-luvun alussa (Daugherty, 2013). Se sai alkunsa, kun Yhdysvalloissa herättiin huipputeknologia-alojen osaajien tarpeeseen sekä

opiskelijoiden heikentyvään menestykseen STEM-aineissa (luonnontieteet, teknologia, tekniikka ja matematiikka) (Koonce et al., 2011). Perusteluiksi STEM-kasvatukselle Yhdysvalloissa on mainittu muun muassa: 1. STEM-kasvatuksen tarkoitus parantaa opiskelijoiden tietoja ja taitoja STEM-aineissa ja siten lisätä kyseisille aloille suuntautuvien osaajien osaamista, jotta maa pärjäisi ja pystyisi kilpailemaan tulevaisuudessa maailmanlaajuisesti globaaleilla markkinoilla. 2. Luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan luontainen yhteen kytkeytyvyys. Opiskelijan kannalta olisi hyvä, jos hän saisi toteuttaa tosielämään liittyviä käytännön projekteja, jotka havainnoivat ja hyödyntävät STEM-aineiden limittäisyyttä osana näiden aineiden opiskelua 3. Korkeamman tason ymmärrystä STEM-aineissa pidetään välttämättömänä kaikille, erityisesti vähemmistöjen edustajille, jotta jokaisella on olisi mahdollisuus saada hyvä työpaikka ja kuulua osaksi yhteiskuntaa toimivana kansalaisena. (Chesky & Wolfmeyer, 2015)

STEM-kasvatus on levinnyt ympäri maailmaa, kansallisia ohjelmia keskittyen STEM-opetukseen on perustettu maailmanlaajuisesti ja mailla on omia tapoja toteuttaa STEM-opetusta osana eri kouluasteiden opetusta (Czerniak & Johnson, 2014). Kuten Yhdysvalloissa, useassa maassa STEM-ohjelmia rahoittaa usein valtio (Williams, 2011). Tapoja toteuttaa STEM-kasvatusta on monia ja ympäri maailmaa tutkimus ja kirjallisuus oppiaineita yhdistävästä lähestymistavasta opetuksessa ja oppimisessa on lisääntynyt sen myötä. Toisille STEM-lyhenne tarkoittaa kaikkien neljän lyhenteessä mainitun aineen yhdistämistä opetuksessa. Toisille STEM on lyhenne, jota käytetään viittaamaan yksittäisiin aineisiin lyhenteessä. Todennäköisesti yleisen määritelmän puute oppiaineiden integraatiolle ja STEM:ille on johtanut siihen, että erilaisia lähestymistapoja STEM-kasvatukseen on monia. (Czerniak & Johnson, 2014) Kuitenkin he, jotka näkevät STEM-opetuksen oppiainerajat ylittävänä lähestymistapana opetuksessa määrittelevät sen opetusmenetelmänä, jossa opiskelijat pyrkivät ratkaisemaan tosielämän ongelmia (Sanders, 2009).

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) -kasvatus syntyi vuonna 2007 Yhdysvalloissa uutena pedagogiikkana vastauksena tarpeeseen kasvattaa opiskelijoiden kiinnostusta ja taitoja STEM-aineissa (Allina, 2013; Daugherty, 2013; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). STEAM-kasvatuksessa yhdistetään STEM-aineet taitoaineiden kanssa tarkoituksena parantaa opiskelijoiden osallisuutta, luovuutta, ongelmanratkaisutaitoja, kekseliäisyyttä ja työelämäntaitoja (Liao, 2016; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Root-Bernstein, 2015).

Perignat ja Katz-Buonincontro (2019) tutkivat 44 STEAM-kasvatuksesta julkaistua artikkelia vuosilta 2007–2018 tavoitteenaan selvittää, miten STEAM-kasvatus määritellään, mihin sillä pyritään opetuksessa ja minkälaisia oppimistuloksia kyseinen pedagogiikka tuottaa. He havaitsivat tutkimusartikkeleista, että STEAM:in määritelmä vaihtelee. Toisissa artikkeleissa se on luonnehdittu täysin poikkitieteelliseksi lähestymistavaksi opettaa kaikkia lyhenteessä mainittua viittä aineryhmää.

Toisissa artikkeleissa STEAM on kuvattu osittain oppiainerajoja ylittäväksi lähestymistavaksi, jossa taideaine on yhdistetty yhden tai kahden STEM-aineen kanssa. Joissakin artikkeleissa STEAM kuvataan pedagogiikaksi, jossa STEM-aineiden opetukseen on yhdistetty toissijaisena opettavana aineena taideaine. Myös A-kirjain lyhenteessä on tulkittu kolmella eri tavalla tarkoittaen joko kuva- tai esitystaidetta, mitä tahansa aineita, joka ei ole STEM-aine tai synonyyminä projekti-, ongelma-, tai teknologialähtöiselle oppimiselle. (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019)

STEAM-opetus sisältää usein ongelmalähtöisen lähestymistavan, suunnitteluprosessin tai käytännöntyöskentelyä ja siinä harvoin painotetaan taitoaineiden opetuksen keskeisiä näkökulmia kuten itseilmaisua, merkitysten välittämistä ja työskentelyn arviointia (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Perignat ja Katz-Buonincontro (2019) havaitsivat myös, että itse taiteen tekeminen ja siihen liittyvä luova prosessi jää usein lopputuotoksen tai tulosten korostamisen varjoon STEAM-opetuksessa. Empiirinen tutkimus osoittaa, että monilla STEAM-opetusta harjoittavilla on hankaluuksia integroida taitoaineita osaksi STEM-aineiden opetusta. Tämä saattaa selittää sen, miksi taitoaineet usein saavat toissijaisen roolin ja jäävät STEM-aineiden varjoon STEAM-opetuksessa. (Herro & Quigley, 2017) Toisaalta taitoaineiden toissijaista roolia STEAM-opetuksessa vahvistaa myös se, että alun perin ne liitettiin osaksi STEM-opetusta tarkoituksena vain parantaa opiskelijoiden oppimista ja lisäämään heidän kiinnostustansa STEM-aineita kohti. Mitattuja oppimistuloksia opiskelijoiden lisääntyneestä luovuudesta, ongelmanratkaisutaidoista ja uusien näkökulmien sekä käsitysten muodostumisesta STEAM-opetuksen lopputuloksena ei ole kuitenkaan raportoitu tarpeeksi, jotta voitaisiin sanoa, että STEAM-opetuksen avulla saavutettaisiin nämä halutut oppimistavoitteet. (Bautista, 2021; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

### 2.3 Oppiainerajat ylittäviä lähestymistapoja opetuksessa

Projekti-, ongelmalähtöinen- sekä ilmiöoppiminen ovat nousseet lähestymistapoina, jotka mahdollistavat luonnostaan oppiainerajojen ylityksen opetuksessa. Ne ovat opiskelijalähtöisiä opetustapoja, joissa harjoitellaan tulevaisuuden työelämätaitoja ja jotka yhtenevät tutkijoiden tapaan tehdä työtä. Ongelmalähtöisessä oppimisessä (problem-based learning) oppiminen perustuu opiskelijoille annetun ongelman ymmärtämiseen ja sen mahdolliseen ratkaisemiseen yhdessä ryhmässä työskennellen niin, että jokaisella on oma roolinsa ja tehtävänsä. Lähestymistapa ongelmaan on tutkiva ja työskentelytapa etenee prosessinomaisesti (Boud & Felletti, 1997).

Projektioppiminen (project-based learning) on yksi ongelmalähtöisen oppimisen muodoista. Projektioppimisessa opiskelijat muodostavat itseään kiinnostavia kysymyksiä, joihin he etsivät vastauksia toteuttamalla tutkimuksen, opettajan toimiessa ohjaajan roolissa. Projekti ja sen tulokset esitellään valitulla tavalla. Projektioppiminen vahvistaa opiskelijoiden käsitystä opiskeltavasta

aiheesta ja syventää oppimista sekä lisää motivaatiota opiskella. Projektioppimisen avulla opiskelijoista tulee itsenäisiä ajattelijoita ja oppijoita, jotka pystyvät ratkaisemaan tosielämän ongelmia, suunnitella oppimista ja tehdä tutkimusta. (Bell, 2010)

Ihmisen kohtaamat ongelmat ja ilmiöt ovat luonnostaan monimutkaisia ja niiden hahmottaminen vaatii oppiainerajat ylittävää ajattelua. Ilmiölähtöinen oppiminen perustuu ilmiön opiskeluun monen oppiaineen näkökulmasta ja opettaa tulevaisuuden taitoja oppiaineiden opetussuunnitelman sisältöjen lisäksi. Ilmiölähtöinen opiskelu alkaa kysymyksistä, ihmettelystä tai ympäristöstä tehdyistä havainnoista, mikä tulee ihmiseltä luonnostaan. Siten opiskelu perustuu myös arkielämän kokemuksiin. Ilmiölähtöisestä oppimisprosessista saa tehtyä opiskelijoille omakohtaista, kun oppimisen lähtökohtana on opiskelijan omat havainnot ja itseään askarruttavat kysymykset. Ongelmia ja havaintoja käsitellään yleensä yhdessä ja ryhmissä. Ilmiöoppimisessa opiskelijoiden oma toimijuus on keskiössä ja heidän aktiivisuuttansa ja itseohjautuvuutta pyritään vahvistamaan ilmiölähtöisen oppimisprosessin aikana. Opettajan tehtävä onkin saada opiskelijat kiinnostumaan aiheesta ja ohjata opiskelijoiden työskentelyä. Ilmiölähtöisen opiskelun oppimisympäristönä voi olla jokin muu kuin perinteinen luokkahuone ja itse oppimisprosessia pidetään tärkeämpänä kuin lopputuotosta tai oppimisprosessin loppuun saamista. (Lonka et al., 2015)

Yllä mainitut lähestymistavat sekä muut oppiainerajat ylittävät lähestymistavat opetuksessa vaativat opettajilta niihin tutustumista, opettelua ja suunnittelua ennen kuin niiden toteuttaminen opetuksessa sujuu luontevasti. Haatainen ja Aksela (2021) raportoivat tuloksista, joiden mukaan eri maiden ja eri kouluasteilla opettavien aktiivisesti projektioppimista toteuttamaan lähteneiden opettajien (n=244) mukaan haastavinta projektioppimisessa on sen toteuttaminen. Haasteina opettajat kokivat työlään suunnittelun ja ajankäytön. Myös opettajan minäpystyvyys ja usko omiin taitoihin toteuttaa projektioppimista luokassa vaikuttavat sen toteuttamiseen. Osa opettajista koki teknisten laitteiden käytön tai resurssien puutteen, kuten teknisten laitteiden, tilan tai ajan puutteen haasteena toteuttaa projektioppimista. Näiden lisäksi opettajat raportoivat myös oppilaisiin liittyvistä haasteista, kuten motivaatio-ongelmista ja oikeanlaiseen ohjaukseen liittyvistä haasteista. Myös yhteistyömahdollisuudet koettiin rajallisena ja suppeana, koska opettajien oli hankalaa löytää yhteistä suunnittelu-aikaa kollegoiden kanssa. (Haatainen & Aksela, 2021) Helpottaakseen opettajien suunnittelutyötä, erilaisia malleja oppiainerajat ylittävän opetuksen suunnitteluun on alettu kehittämään. Muun muassa Tolppanen (2021) on luonut suunnittelutyökalun oppiainerajat ylittävä opetuksen suunnitteluun erityisesti projektioppimisen näkökulmasta.

## 2.4 Haasteet oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamiselle

Moni haaste ja este vaikeuttaa oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamista lukioissa. Ensinnäkin aineenopettajaopiskelijoilla on harvoin mahdollisuutta kunnolla toteuttaa ja tutustua oppiainerajat ylittävään STEM-opetukseen harjoittelun aikana (Wang et al., 2020), mikä nostaa heidän kynnystä aloittaa oppiainerajat ylittävä yhteistyö työelämään siirtyessä (Asghar et al., 2012; Frykholm & Glasson, 2005). Myös moni 90-luvulla ja sitä ennen valmistunut opettaja ei ole itse koskaan opiskellut oppiainerajat ylittävästi ja on joutunut työelämänsä aikana opettelemaan ja omaksumaan oppiainerajat ylittävän opetuksen lähestymistapoja ja toteuttamista. Sekä teoreettinen ymmärrys oppiainelähtöisestä ja oppiainerajat ylittävistä lähestymistavoista opetuksessa että myös niitä tukevien opetusmenetelmien käyttö ja harjoittelu kehittäisi opettajien osaamista aiheesta ja mahdollistaisi opetusmenetelmien kehittämisen ja toteutuksen oppiainerajat ylittävässä opetuksessa (Mason, 1996).

Jos opettajilla on puutteita integroitavien oppiaineiden tiedoissa ja taidoissa, niiden yhdistäminen koetaan hankalaksi. Yleisesti monet aineenopettajat kokevat, että heidän sisällöntuntemuksensa muussa kuin omassa aineessa on riittämätöntä, jotta he voisivat toteuttaa oppiainerajat ylittävää opetusta. (Weinberg & Sample McMeeking, 2017) Aineenopettajia pidetäänkin oman aineensa spesialisteina, joilla muiden oppiaineiden tietämys ja hallinta on heikompaa, kun taas luokanopettajien ajatellaan hallitsevan yleisellä tasolla kaikkia aineita, mutta joilla aineiden syvempi tietämys jää omien kiinnostuskohteiden varaan (Mason, 1996; Meier et al., 1998). Opettajat kokevat haasteena myös oman aineen opetussuunnitelman mukaisen opetuksen järjestämisen, joka on linjassa kurssiin kuuluvien toisten oppiaineiden kanssa, oppiainerajat ylittävässä yhteistyössä toteutettavassa opetuksessa (Frykholm & Glasson, 2005; Hansen, 2008).

Opettajat kokevat, että integroitujen STEM-oppituntien järjestämistä ja poikkitieteellisen luonteen ylläpitämistä kouluissa rajoittaa oppiaineiden erillisyys koulujärjestelmässä, joustamattomat lukujärjestykset ja tiukka aikataulu toteuttaa oman oppiaineen opetussuunnitelmaa (Hansen, 2008; Meier et al., 1998; Morrison & McDuffie, 2009). Myös oppiainerajat ylittävän kurssin arviointi herättää kysymyksiä ja saattaa teettää lisää suunnittelutyötä, sillä usein valmiit kokeet mittaavat vain yhden oppiaineen tietoja ja oppiainerajat ylittävässä opetuksessa arviointi täytyy muokata enemmän laajojen kokonaisuuksien ymmärrystä mittaaviksi (Mason, 1996; Weinberg & Sample McMeeking, 2017). Yhtenä suurimmista haasteista opettajat ovat kokeneet yhteisen suunnitteluajan puutteen, joka vaikeuttaa oppiainerajat ylittävän opetuksen yhteistä suunnittelua ja toteutusta (Meier et al., 1998; Wang et al., 2020).

Gardner ja Boix-Mansilla (1994) korostavat, että opiskelijoilla tulisi olla hallussa perustiedot ja taidot oppiaineista, ennen kuin on järkevää opettaa oppiainerajat ylittävästi. He nostavat esille myös sen,

ettei koulussa usein ole aikaa opettaa sekä oppiaineiden tietoja ja taitoja että käyttää niitä osana oppiainerajat ylittävää opetusta. Lonning & DeFranco (1997) pitävät luonnontieteiden ja matematiikan opetuksen integraatiota perusteltuna, kun käsiteltävät aiheet ja sisällöt tehostavat ja tukevat aineiden ymmärrystä ja oppimista. He ehdottavatkin, että jotkin aiheet ja taidot olisi parempi opettaa oppiaineiden sisällä erikseen, jotta välttyttäisiin pinnallisilta opetussuunnitelmilta, joista puuttuu merkitys. Oppiaineiden integraatiosta tulee väkinäistä ja teennäistä, jos käsiteltävät aiheet muodostuvat tyhjänpäiväisistä teemoista ja opiskelijoilla ei ole edellytettyjä pohjatietoja opetettavasta aiheesta (Czerniak & Johnson, 2014). Kun päätetään oppiainerajat ylittävästä opetuksesta, opettajien tulee valita sisällöt, aiheet ja toiminta niin, etteivät ne trivialisoi opittavia asioita tai heikennä opiskelijoiden ymmärrystä aiheesta (Mason, 1996).

## 2.5 Oppiainerajat ylittävän opetuksen suunnittelu ja toteutus

Hansen (2008) toteutti tutkimuksen, jossa tutkittiin opettajien ja opiskelijoiden toimintaa oppiainerajat ylittävän projektin aikana. Opiskelijat tekivät projektityön aiheenaan säteily ja opettajat suunnittelivat ja toteuttivat projektiin kuuluvan opetuksen osana luonnontieteiden opetusta lukiossa yhdistäen kemian, biologian, fysiikan ja matematiikan opetuksen. Projektin suunnittelu- ja toteutusvaiheessa eri aineiden opettajien yhteistyön myötä nousi esille se, että opettajia ei ollut koulutettu tarpeeksi oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamiseen. Lisäksi tutkimuksessa mukana olleilla opettajilla oli haastavaa osallistua myötävaikuttavasti eri oppiaineiden vuorovaikutukseen opetuksessa, sillä he pitivät enemmän kiinni oman oppiaineen opetuksesta projektin aikana. (Hansen, 2008) Al Salamin ja hänen työryhmänsä (2017) mukaan toimivassa oppiainerajat ylittävässä opettajatiimissä opettajien tulisi kehittää tiimityöskentelyä, kommunikaatiotaitoja ja positiivista asennetta oppiainerajat ylittävää opetusta kohti.

Hansenin (2008) tutkimuksessa opettajien avarakatseisuuden puute oppiainerajat ylittävän projektin toteutuksessa johtui opetussuunnitelman vaatimuksista, jotka tulee täyttää jokaisessa aineessa, jotta voidaan käyttää monta oppituntia monitieteiseen projektiin. Margotin ja Kettlerin (2019) mukaan opettajan vapaaehtoisuus ja halu olla mukana oppiainerajat ylittävässä työskentelyssä, opetussuunnitelmaan perustuva suunnittelu ja koulun hallinnon tuki toteutukselle ovat välttämättömiä oppiainerajat ylittävien tiimien työskentelyn tehokkuudelle. Hansenin (2008) tutkimuksessa huomattiin erityisesti, että moni opettajista (ja siten myös opiskelijat) pitää matematiikkaa oppiaineena, joka ei omaa tieteidenvälistä ulottuvuutta, ja siten sen yhdistäminen muiden aineiden kanssa koetaan hankalana. Opiskelijoiden tuli tehdä projektin lopuksi lopputyö, jossa piti tasapuolisesti näkyä kaikkien neljän oppiaineen osuus. Tutkimuksessa havaittiin, että oppiaineet ylittävässä projektissa on todennäköistä, että jokin oppiaineista korostuu enemmän kuin muut, jolloin voi olla vaikeaa toteuttaa lopputyötä, jossa kaikki oppiaineet olisivat esiteltyinä tasapuolisesti. Hansen



(2008) ehdottaakin, että ainerajoja ylitettäessä täytyy oppiaineissa tehdä kompromisseja ja antaa opiskelijoiden päättää oman työnsä oppiaineiden painotuksesta. (Hansen, 2008)

Opettajatiimin koko, opetuksen tavoite ja yhteistyön organisointi vaikuttavat vahvasti onnistuneeseen oppiainerajat ylittävän STEM-opetuksen toteuttamiseen lukiossa (Wang et al., 2020). Wangin ja hänen työryhmänsä (2020) tutkimukseen osallistuneet opettajat kokivat, että opettajatiimin kasvaessa on hankalampaa järjestää yhteistä suunnitteluaikaa (tutkimuksessa STEM-kurssin opettajatiimin muodosti kolme aineenopettajaa). Tutkimuksessa huomatiin, että opettajien ainespesifinen tieto on linjassa heidän opetustapansa kanssa, jolloin eri aineiden opettajat opettavat jokainen omalla tavalla STEM-kurssin osuuttaan. Tätä pidettiin haasteena ja ratkaisuksi ehdotettiin yhteisen lähestymistavan käyttöönottoa (kuten tutkivaa oppimista tai käytännön työskentelyn painotusta) eri aineiden opetuksessa. Tutkimuksen opettajat uskoivat, että oppiainerajat ylittävä STEM-opetus voisi mahdollistaa aidon oppimisen tutkivan oppimisen tai projektioppimisen kautta tehdyn käytännöntyöskentelyn kautta. He myös arvostivat oppiainerajat ylittävää yhteistyötä ja uskoivat, että heidän oppiaineellansa voisi olla tärkeä rooli oppiaineet ylittävissä opettajatiimissä. (Wang et al., 2020)

Opettajien oma käsitys STEM-aineita integroivasta opetuksesta vaikuttaa suuresti siihen, kuinka he tulkitsevat ja toteuttavat sitä (Buehl & Beck, 2014). Opettajan tapaan toteuttaa oppiainerajat ylittävää STEM-opetusta sekä tapaan tehdä yhteistyötä muiden opettajien kanssa vaikuttaa myös ulkoiset tekijät ja se, millaisena opettaja kokee näiden ulkoisten tekijöiden painon. Yleisesti opetuksen ulkopuoliset tekijät, kuten opettajan työtä ja opetusta ohjaavat säännöt ja vaatimukset, koulun hallinto, arviointi ja opettajan työskentelyn valvonnan taso vaikuttavat kaikki opettajan uskomuksiin ja mahdollisuuksiin toteuttaa oppiainerajat ylittävää opetusta. (Buehl & Beck, 2014; Wang et al., 2020; Weinberg & Sample McMeeking, 2017).

Sund ja Gericke (2020) tutkivat kestäväen kehityksen opettamista yläkoulussa kolmen aineryhmän (luonnontieteiden, yhteiskuntatieteiden ja kieltenopettajat) näkökulmasta ja pohtivat sitä, mitä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia kunkin aineryhmän kestäväen kehityksen opetuksessa on ja miten niitä voisi hyödyntää kestäväen kehityksen opettamisessa oppiainerajat ylittävästi. Tutkimuksen tarkoituksena oli ymmärtää, kuinka kolmen mainitun aineryhmän opettajat voisivat toteuttaa ja edistää yhdessä oppiainerajat ylittävästi kestäväen kehityksen opetusta. Tulosten mukaan kestäväen kehityksen opetuksen aihealueet luonnontieteissä liittyvät useimmiten ekologiaan, ympäristöongelmiin ja energiaan. Tapa opettaa näitä on useimmiten opettajalähtöistä ja keskittyy tosiasioihin sekä kehittämään opiskelijoiden tieteellistä ymmärrystä ja ajattelua. Oppikirjoja ja internettiä pidettiin ensisijaisena tiedonlähteenä kestäväen kehityksen opetuksessa luonnontieteissä. Opetuksen tavoitteena tutkimukseen osallistuneiden luonnontieteiden opettajien mielestä on

opiskelijoiden tieteellisen tiedon kartuttaminen, minkä pohjalta opiskelijat voisivat tehdä hyviä valintoja omassa elämässään kestäväen kehityksen kannalta. (Sund & Gericke, 2020)

Sundin ja Gericken (2020) tutkimuksen tulosten mukaan eri aineryhmät voisivat täydentää toisiaan oppiainerajat ylittävässä kestäväen kehityksen opetuksessa. Erityisesti yhteiskuntatieteiden ja luonnontieteiden opettajat voisivat työskennellä yhdessä, sillä niiden aineiden opetussuunnitelmissa on samankaltaisuuksia (tutkimus toteutettu Ruotsissa) ja kestäväen kehityksen opetuksessa keskitytään samanlaisiin aiheisiin, kuten luonnonvarojen käyttöön, energiantuotantoon ja ympäristön tilan heikkenemiseen oppiaineiden omasta näkökulmasta. Kieltenopettajien panos oppiainerajat ylittävässä kestäväen kehityksen opetuksessa nähdään mm. medialukutaidon ja kielitaidon näkökulmista sekä opiskelijoiden kommunikaatiotaitojen ja identiteetin vahvistamisessa. Sund ja Gericke (2020) ehdottavat, että aineryhmät ylittävä, yhdessä suunniteltu opetus tarjoaisi mahdollisesti opiskelijoille kokonaisvaltaisempaa opetusta kestävästä kehityksestä, kuin mitä yhden tai saman aineryhmän sisällä tapahtuvassa kestäväen kehityksen opetuksessa voidaan tarjota.

Tampereen yliopisto ja Aalto-yliopiston toteutti opettajankoulutuksen kehittämishankkeen: Oppiainerajat ylittävä oppiminen lukiossa –innovaatio, oivallus ja muutos 2018–2021 (lyh. OROL), jonka yhtenä tavoitteena oli kehittää oppiainerajat ylittävää opetusta lukioissa. Hankkeeseen osallistui Tampereen seudulta seitsemän lukiota ja 28 opettajaa sekä Espoosta viisi lukiota ja 32 opettajaa. Yhteensä 27 oppiainerajat ylittävää lukiokurssia (LOPS 2015) suunniteltiin ja toteutettiin hankkeen aikana kyseisissä lukioissa. Kurssien suunnitelleiden ja toteuttaneiden opettajien reflektoinnin ja raporttien pohjalta hanke pyrki saamaan vastauksen kysymykseen: miten oppiainerajat ylittävää opetusta voidaan järjestää? Tuloksena kuvattiin oppiainerajat ylittävän opetuksen hyvät käytännöt. Tällaiset hyvät käytännöt luokiteltiin oppiainerajat ylittävän opetuksen elementeiksi, jotka ovat: sisällöt, rakenteelliset ratkaisut, opettajuuden muodot, työskentelymuodot, yhteistyömuodot sekä arvioinnin muodot. (Saarnio & Vepsä, 2022)

Kyseisestä hankkeesta nousi kolme havaintoa esille koskien oppiainerajoja ylittävää opetusta Suomen lukioissa: 1. Oppiainerajojen ylitys voi tapahtua kertaluontoisesti aineenopetuksessa, kokonaisvaltaisesti eri oppiaineiden kesken tai jotain siltä väliltä. Myös lukion ulkopuolelta tulevat yhteistyö- ja vierailumahdollisuudet avaavat ovia oppiainerajojen ylitykselle opetuksessa. Tärkeäksi asiaksi koettiin se, että on pohdittu, mitä päämäärää oppiainerajojen ylittäminen opetuksessa palvelee ja millainen toteutustapa vahvistaa päämäärään tavoittamista. 2. Opettajat huomasivat, että laaja-alaisen osaamisen osa-alueita voidaan käyttää apuna muodostaessa yhteyksiä eri oppiaineiden välillä. Oppiainerajat ylittävää opetusta suunniteltaessa lähtökohtana voidaan pitää siis laaja-alaista osaamista, mutta toisaalta laaja-alaista osaamista voidaan pitää myös joka tapauksessa kaikessa opetuksessa kehittyvänä lopputuloksena. 3. Oppiainerajat ylittävän opetuksen järjestämiseen

vaadittavaa yhteistyötä kuvattiin eri näkökulmista: pidempään yhdessä työskennelleet opettajat pitivät yhteistyötä luontevana, rentona ja mutkattomana. Sen sijaan uuden työparin kanssa töitä tehneiden mukaan aikaa kuluu paljon yhteisen opetuksen suunnitteluun, toisen oppiaineen ”sisälle pääsemiseen” ja toiseen tutustumiseen. Oppiainerajat ylittävää opetusta pidettiin piristävänä vaihteluna oman aineen opetukselle, jossa pääsee oppimaan toisilta opettajilta, opiskelijoilta ja koulun ulkopuolisilta yhteistyötahoilta. (Saarnio & Vepsä, 2022)

### 3. Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten lukion opetussuunnitelman perusteissa 2019 määrätyt kemian oppiaineen moduulit on rakennettu opintojaksoiksi paikallisissa opetussuunnitelmissa sekä miten eri tavoin kemian oppiainetta yhdistetään muiden oppiaineiden kanssa opintojaksoiksi ja missä yhteyksissä vai yhdistetäänkö ollenkaan. Tutkielmassa painotetaan erityisesti oppiaineiden integraation tutkimista, eli sitä, miten eri oppiaineita yhdistetään kemian kanssa ja missä aihe yhteyksissä. Opintojaksoja, jotka sisältävät opintoja useammasta oppiaineesta, kutsutaan tässä tutkielmassa integraatio-opintojaksoiksi. Lisäksi tavoitteena on tutkia lukioiden koulukohtaisia valinnaisia kemian opintoja integraation näkökulmasta ja selvittää tarjotaanko lukioissa koulukohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa. Tutkimuksessa vertaillaan lukioita, joissa on luonnontiedelinja (erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneet lukiot ja lukiot, joissa on jokin luonnontiedelinja), lukioihin, joissa ei ole luonnontiedelinjaa. Vertailu kohdistuu lukiokohtaisiin valinnaisiin kemian integraatio-opintojaksoihin. Tutkimuksessa on tutkittu myös sitä, kuinka suuri osuus lukiokohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista on suunnattu ensisijaisesti luonnontiedelinjalla opiskeleville opiskelijoille.

Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia opintojaksoja kemian moduuleista muodostetaan?
  - a) Mitä moduuleja yhdistellään opintojaksoiksi?
  - b) Sisältyykö niihin kemian moduulien lisäksi moduuleja muista oppiaineista?
2. Tarjotaanko lukioissa koulukohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa ja jos tarjotaan, niin millaisia?
3. Tarjotaanko lukioissa, joissa on luonnontiedelinja, enemmän koulukohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja opintojaksoja, kuin lukioissa, joissa ei ole luonnontiedelinjaa?

## 4. Tutkimusmenetelmä

### 4.1 Tutkimusaineisto ja aineiston keruu

Tutkimuksen tutkimuskohteena on Suomen lukioiden (nuorille suunnattu lukiokoulutus) uudet paikalliset opetussuunnitelmat 2021. Paikalliset opetussuunnitelmat ovat kaikkien luettavissa ja ne julkaistaan lukioiden nettisivuilla tai ePerusteet -palvelussa. Mikäli lukion uutta opetussuunnitelmaa ei oltu julkaistu vielä aineiston keruun aikana, mutta sen opinto-opas lukuvuodelle 2021–2022 löytyi, käytettiin opinto-opasta korvaavana tiedon lähteenä. Opinto-oppaan pitää kuitenkin olla niin kattava, että sen avulla pystyy vastaamaan aineiston analysointiin käytetyn Webropol-kyselytyökalun kaikkiin kysymyksiin suoraan, ilman oman tulkinnan tarvetta. Muussa tapauksessa kyseistä lukiota ei voitu ottaa mukaan aineistoon.

Kokonaisuudessaan paikallisista opetussuunnitelmista kerättiin 110 lukion otos, joka toimii tutkimuksen aineistona. Tutkimusaineistossa on mukana yleislukioita, erityisen koulutustehtävän saaneita lukioita, yksityiskouluja ja steinerlukioita, niin suomen- kuin ruotsinkielisiä. Tässä tutkimuksessa aineiston 110 lukiota on jaettu kolmeen eri kategoriaan: lukiot, joille on myönnetty erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä, lukiot, joissa on jokin luonnontieteitä painottava linja ja lukiot, joissa ei ole luonnontiedelinjaa. Aineisto on kokonaisuudessaan eriteltynä taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Tutkimusaineiston 110 lukiota eriteltynä kolmeen eri kategoriaan

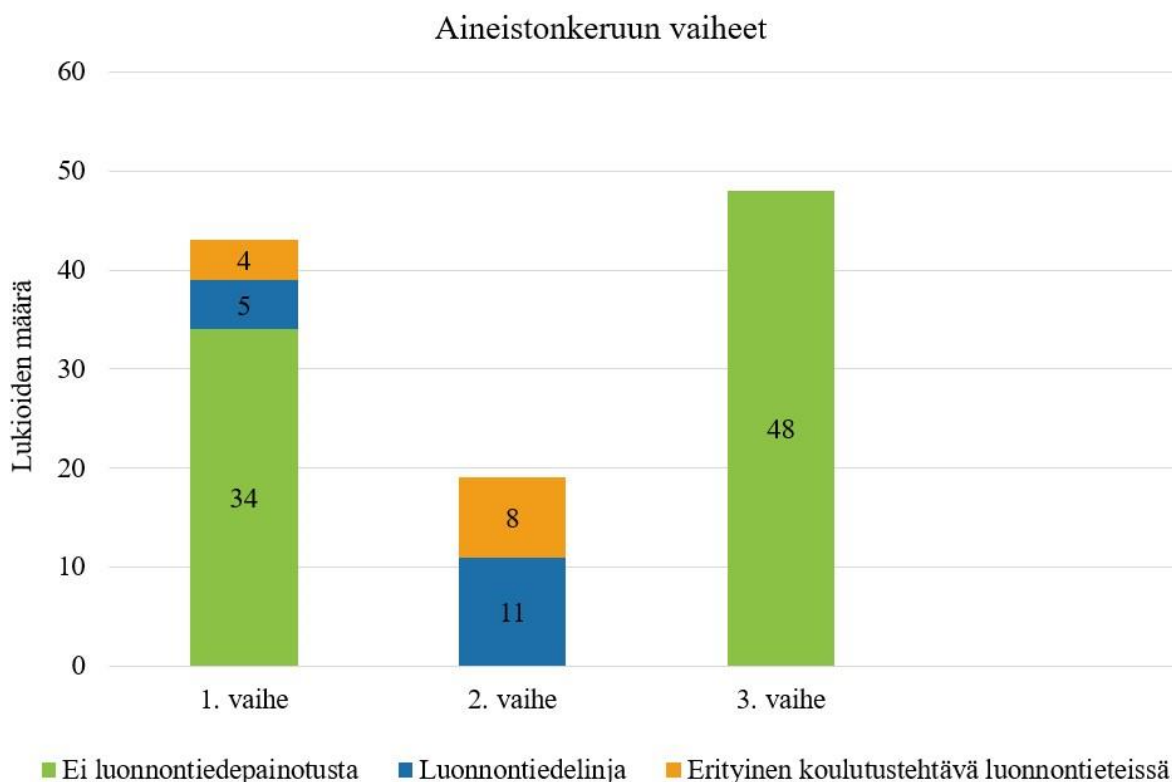
<b>Onko lukiolle myönnetty erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä?</b>	<b>Aineistossa olevien lukioiden lkm. / tiedossa olevien lukioiden lkm.</b>	<b>Aineistossa olevien osuus kaikista saman kategorian lukioista<sup>a</sup></b>	<b>Osuus aineistossa</b>
Kyllä	12/13 <sup>b</sup>	92 %	11 %
Ei	82/321	26 %	75 %
Ei, mutta lukiossa on jokin linja, jossa painotetaan luonnontieteitä	16/18	89 %	14 %
<b>Yhteensä:</b>	110/352	31 %	100 %
Lukio, jolla on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai jokin luonnontiedelinja	28/31	90 %	25 %

<sup>a</sup> Osuus, joka aineistoon on kerätty kaikista kyseisen kategorian lukioista. <sup>b</sup> (Koonti erityisistä koulutustehtävistä 1.8.2018 lukien, 2017) mukaan ei laskettu kahta lukiota, joissa erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä ei painotu tässä tutkimuksessa painopisteessä olevaan kemian oppiaineeseen.

Tutkimuksen aineisto sisältää 31 % kaikista Suomen lukiosta, jotka noudattavat nuorille tarkoitettua lukiokoulutuksen opetussuunnitelmaa. Aineisto sisältää kattavan otannan (90 %) lukioista, joilla on

erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai jokin luonnontieteitä painottava linja. Kaikista tutkimusaineiston lukioista 75 % on lukioita, jossa ei painoteta luonnontieteitä ja 25 % on lukioita, joilla on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai jokin luonnontieteitä painottava linja.

Aineiston keruu tapahtui kolmessa vaiheessa. Aineiston keruun pohjana käytettiin lukiolistoja, jotka saatiin tutorhousen nettisivuilta: tutorhouse.fi (Lukion keskiarvorajat keskiarvokoneella!, 2021) ja opetushallituksen tilastopalvelusta vipusesta: vipunen.fi (Perusopetuksen jälkeisen koulutuksen yhteishaun pisterajat, n.d.). Kyseisistä listoista muokattiin yksi, tässä tutkimuksessa käytetty lukiolista niin, että se sisältää vain nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelmaa toteuttavat lukiot. Jos lukiossa on monta eri linjaa tai se koostuu useammasta toimipisteestä, on nämä yhdistetty ja tulkittu tässä listassa yhtenä lukiona. Näin kootussa listassa oli loppujen lopuksi 352 lukiota. Luotu lista käytiin läpi aakkosjärjestyksessä helmi–maaliskuussa 2021. Ensimmäisenä aineistoon päätyivät kaikki ne lukiot, joiden paikallinen opetussuunnitelma 2021 tai lukuvuoden 2021–2022 opinto-opas, jonka avulla pystyi vastaamaan kyselyn kaikkiin kysymyksiin, oli julkaistu 17.3.2021 mennessä. Kriteerit täyttäviä lukioita oli 43 (Liite 1), joista neljällä on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä, viidessä on jokin luonnontieteitä painottava linja ja 34 on lukioita ilman luonnontieteiden painotusta. Päivämäärä 17.3.2021 valikoitui siksi, että käytin kyseistä 43:n lukion aineistoa Kemian Kevät 2021 -tapahtumassa esitellessäni FM-tutkielmaani huhtikuussa 2021. Aineiston keruun toisessa vaiheessa aineistoon valittiin mukaan kaikki loput lukiot, joille on myönnetty erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai joilla on luonnontieteitä painottava linja ja jotka olivat julkaisseet opetussuunnitelmansa 26.8.2021 mennessä. Yhteensä tällaisia lukioita oli 19. (Liite 2) Aineiston viimeinen osa kerättiin satunnaisotannalla siten, että jäljelle jääneistä lukioista, joissa ei painoteta luonnontieteitä, muodostettiin oma lista. Tämä lista koostuu 287 lukioista, joista arvottiin 60 lukiota. Näistä 60 lukioista 48 lukiota (Liite 3) oli julkaissut opetussuunnitelmansa 26.8.2021 mennessä ja siten päätyivät lopulta aineistoon. Arvonta suoritettiin 7.7.2021 CalcProfi online satunnaislukugeneraattorin avulla (CalcProfi satunnaislukugeneraattori, n.d.) arpoen 60 ainutlaatuista numeroa väliltä 1-287. Tällä tavalla saatiin kasaan 110 lukion aineisto. Aineiston keruu vaiheittain on kuvattu kuvassa 2.



**Kuva 2.** Aineiston kerääminen tapahtui kolmessa vaiheessa. 1. vaihe: Kaikki lukiot, jotka julkaisivat opetussuunnitelmansa 17.3.2021 mennessä. 2. vaihe: Kaikki erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä ja luonnontiedelinjan omaavat lukiot, joiden opetussuunnitelma on julkaistu 26.8.2021 mennessä. 3. vaihe: Satunnaisotannalla valikoituneet lukiot, joiden opetussuunnitelma on julkaistu 26.8.2021 mennessä.

## 4.2 Analyysimenetelmät

Aineisto analysoitiin Webropol-kyselytyökalun avulla. Jokaisen lukion kohdalla vastaukset kirjattiin Webropol-kyselytyökaluun erikseen. Analyysissä käytetty Webropol-kyselytyökalu sisältää 13 kysymystä kemian opintojen rakenteesta paikallisessa opetussuunnitelmassa (Liite 4). Se koostuu neljästä osasta. Ensimmäisessä osassa kysytään lukion nimi, sijainti ja mahdollinen erityinen koulutustehtävä tai linja luonnontieteissä (kysymykset 1–3). Toisessa osassa (kysymykset 4–6) kysytään, miten kemian pakollisten opintojen moduulit on rakennettu opintojaksoiksi lukiossa. Kolmannessa osassa (kysymykset 7–11) kysytään, miten kemian valtakunnallisten valinnaisten opintojen moduulit on rakennettu opintojaksoiksi lukiossa. Neljännessä osiossa selvitetään, tarjoaako lukio koulukohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppinaineita kemian kanssa ja millaisia nämä integraatio-opintojaksot ovat (kysymykset 12–13). Kysymykset 1–2 ovat avoimia kysymyksiä (lukion nimi ja alue, jossa lukio sijaitsee) ja kysymykset 3–13 ovat monivalintakysymyksiä, joista osaan voi tarkentaa vastausta vapaaseen tekstikenttään. Analyysimenetelmänä käytettiin sisällön analyysiä.

Lukiokohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen määrällisen tarjonnan vertailu luonnontiedelinjan omaavien ja ei luonnontiedepainotusta omaavien lukioden välillä tehtiin ristiintaulukoinnin ja khiin neliö -testin avulla (Ristiintaulukointi ja khiin neliö -testi | Akin Menetelmäblogi, n.d.). Erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä omaavat lukiot ja lukiot, joissa on jokin luonnontiedelinja, päätettiin yhdistää ristiintaulukoinnissa omaksi ryhmäksi lukumäärällisesti pienen otannan takia (n=28). Tätä verrattiin lukioihin, joissa ei ole luonnontiedelinjaa (n=82).

### 4.3 Aineiston ja tutkimuksen luotettavuus

Aineiston keruun pohjana käytetty lukioista tehty lista sisältää ainoastaan nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelmaa toteuttavat lukiot niin, että mahdolliset erilliset lukion toimipisteet ja linjat on tulkittu yhdeksi lukioksi. Listan muodostusvaiheessa on voinut jäädä pois lukioita, jotka sinne kuuluisivat tai on voinut tapahtua huolimattomuus tai tulkinta virheitä, joidenkin lukioden kohdalla. Kaikki nämä asiat vaikuttavat siihen, mitkä lukiot ovat voineet ylipäättään päätyä tutkimuksen aineistoon ja siten tuloksiin ja taulukon 1 lukuihin, jossa kuvataan aineiston prosentuaalisia osuuksia kaikista Suomen nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelmaa toteuttavista lukioista. Aineisto on 110 lukion otos, joka kattaa 31 % kaikista Suomen nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelmaa toteuttavista lukioista. Siten yksittäisten lukioden mahdollinen poisjääminen aineiston keruu listalta (352 lukiota) ja mahdollinen aineistosta poisjääminen ei vaikuta tulosten kokonaiskuvaan merkittävästi.

Aineiston lukiot painottuvat lukioihin, jotka ovat julkaisseet opetussuunnitelmansa aikaisemmin kevään ja kesän 2021 aikana. Aineistosta 31 % koostuu lukioista, joissa ei ole luonnontiedepainotusta ja jotka ovat julkaisseet opetussuunnitelmansa 17.3.2021 mennessä. 44 % on valikoitunut mukaan satunnaisotannalla niistä lukioista, joissa ei ole luonnontiedepainotusta ja jotka ovat julkaisseet opetussuunnitelmansa 26.8.2021. Loput 25 % on lukioita, joilla on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai jokin luonnontieteitä painottava linja. Aineiston keruun aikarajan takia kaikki ne lukiot, jotka ovat julkaisseet opetussuunnitelmansa 26.8.2021 jälkeen eivät ole voineet päätyä aineistoon. Tutkimuksesta saatavat tulokset ovatkin siten aikaisin opetussuunnitelmansa laatineiden ja julkaisseiden sekä luonnontieteitä painottavien lukioden tapa järjestää kemian opinnot.

Kaikkien lukioden kohdalla vastaukset on samalla ajatusmaailmalla kirjattuja ja siten myös yhdenmukaisia, sillä kirjaajana toimi yksi ja sama henkilö. Kaikki tutkimuksen tutkimuskysymyksiin suoraan viittaavat kysymykset (3–13) ovat monivalintakysymyksiä (joihin osaan on mahdollista tarkentaa vastausta tekstikenttään), jolloin kysymyksiin vastaaminen on suoraviivaisempaa kuin esimerkiksi avoimiin kysymyksiin vastaaminen. Tällöin myös vastaukset ovat selkeitä. Vastaukset

ovat tulkintani jokaisen lukion opetussuunnitelmasta tai opinto-oppaasta, enkä esimerkiksi keskustellut niistä kyseisten lukioiden kanssa. Aineiston keruuvaiheessa aineistosta on jätetty pois sellaiset lukiot, joiden opetussuunnitelman tai opinto-oppaan avulla ei pystynyt helposti vastaamaan kaikkiin kyselyn kysymyksiin ilman epäselvyyttä. Lisäksi yksittäisten kysymysten kohdalla vastauksista on jätetty pois sellaiset opintojaksot, joiden sisältöä ei ollut kuvattu tarpeeksi tarkasti, jotta siitä olisi voinut varmasti sanoa, mitä opintojakso pitää sisällään.

Kaikki nämä yllä mainitut menettelyt ja valinnat vaikuttavat aineiston laatuun ja siitä saataviin tunnuslukuihin ja tuloksiin. Tutkimuksen eettisyyden kannalta voidaan todeta, että tutkimus perustuu julkisiin dokumentteihin, sillä lukioiden paikalliset opetussuunnitelmat ovat julkisia kaikille ja listat tutkimuksessa käytetyistä aineiston lukioista löytyvät liitteistä 1–3.

## 5. Tulokset

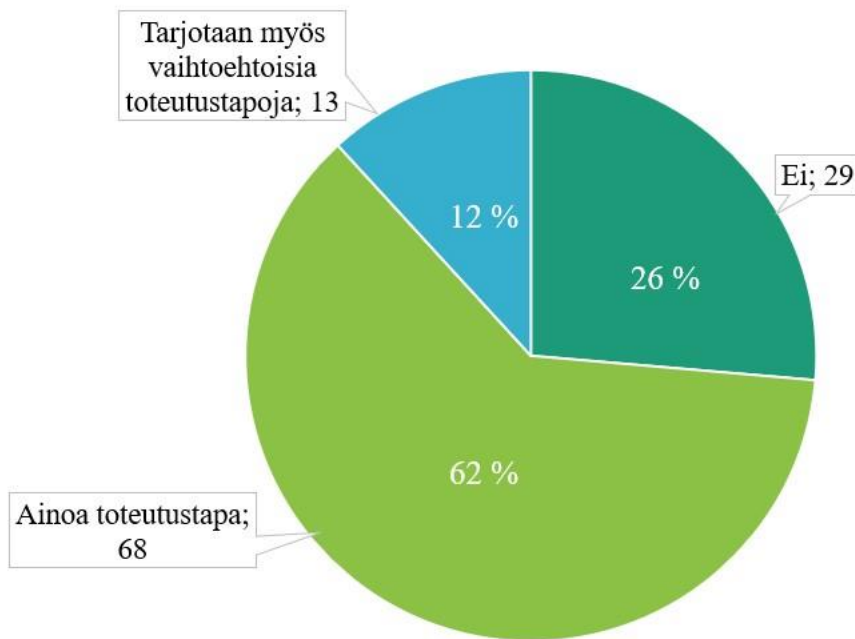
Tulokset osioissa käydään läpi tutkimuksessa saadut tulokset järjestyksessä tutkimuskysymys kerrallaan aloittaen ensimmäisestä tutkimuskysymyksestä, jossa vastataan kysymykseen: Millaisia opintojaksoja kemian moduuleista muodostetaan? Tämä 1. tutkimuskysymys koskee lukion opetussuunnitelman perusteissa 2019 nimettyjä kemian pakollisia ja valtakunnallisia valinnaisia moduuleja. Sekä kemian pakollisten että valtakunnallisten valinnaisten moduulien osalta halutaan tietää: a) mitä moduuleja on yhdistetty opintojaksoiksi sekä b) sisältyykö niihin kemian moduulien lisäksi moduuleja muista oppiaineista. Ensin käsitellään tulokset kemian pakollisille moduuleille ja esitetään niistä kokoavat tulokset. Tämän jälkeen esitetään tulokset kemian valtakunnallisille valinnaisille moduuleille. Sitten esitetään tulokset 2. tutkimuskysymykseen: Tarjotaanko lukiossa koulukohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa ja jos tarjotaan, niin millaisia? Lopuksi esitetään tulokset 3. tutkimuskysymykseen, jossa verrataan luonnontiedelinjan omaavien lukioiden koulukohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen määrää lukioihin, joissa ei ole luonnontiedepainotusta.

### 5.1 Kemian pakollisten moduulien järjestäminen opintojaksoiksi

Kemian pakolliset lukio-opinnot muodostuvat kahdesta pakollisesta moduulista: KE1 (kemian ja minä, 1 op) ja KE2 (kemian ja kestävä tulevaisuus, 1 op). Tutkimuksessa käytetyn Webropol-kyselytyökalun kysymysten 4–6 avulla saatiin vastaus siihen, miten yllä mainitut kemian pakolliset moduulit on järjestetty opintojaksoiksi aineiston lukioissa. Webropol-kyselytyökalun neljännessä kysymyksessä kysytään, muodostavatko kemian pakolliset moduulit KE1 ja KE2 yhteisen 2 op:n opintojakson (Kuva 3.).



Opiskellaanko kemian pakolliset moduulit yhteisenä 2 op opintojaksosona?

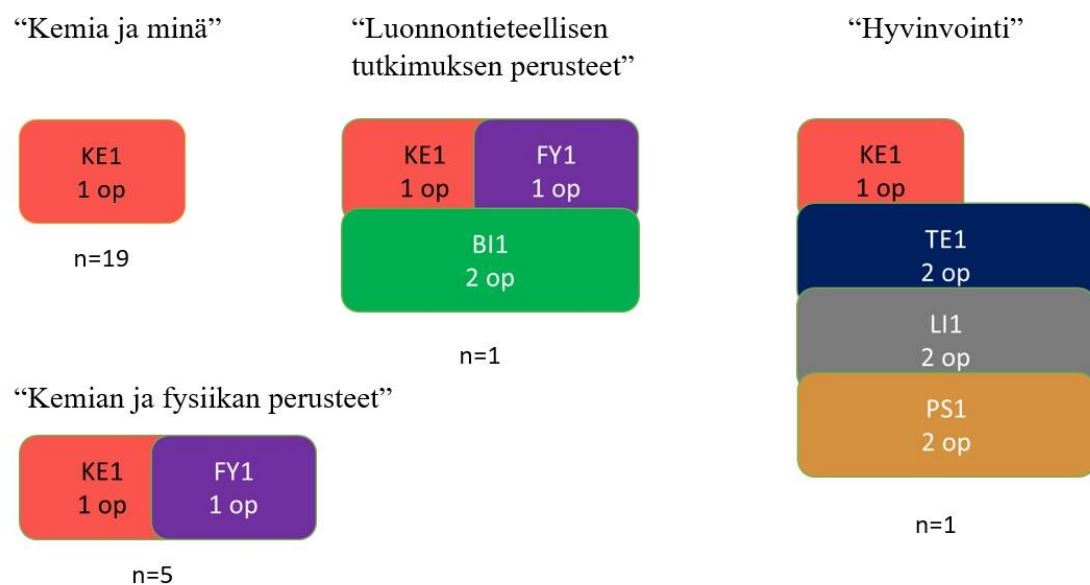


**Kuva 3.** Webropol-kyselytyökalun neljännen kysymyksen vastaukset. Lukuarvot ilmoittavat lukioiden määrän.

Tulosten mukaan 74 % aineiston lukioista opiskellaan kemian pakolliset opinnot 2 op opintojaksossa, joka muodostuu kemian pakollisista moduuleista KE1 ja KE2. 62 % aineiston lukioista KE1KE2-opintojakso on ainoa tapa opiskella kemian pakolliset opinnot. 12 % aineiston lukioista opiskelija voi opiskella kemian pakolliset moduulit joko KE1KE2-opintojaksosona tai vaihtoehtoisella tavalla osana erilaisia opintojaksoja. Nämä vaihtoehtoiset opintojaksot on listattu taulukossa 2 ja niitä on kahdeksan erilaista. Tarjotuun vaihtoehtoinen suoritustapa on opiskella kemian pakolliset moduulit erikseen omina 1 op opintojaksoina yhteisen KE1KE2-opintojakson sijasta. Myös kemian ja fysiikan ensimmäisistä pakollisista moduuleista ja toisista pakollisista moduuleista muodostetut opintojaksot ilmestyivät aineistossa useammin kuin kerran. Kemian pakollisia moduuleja yhdistetään myös kuvataiteen kanssa opintojaksoiksi ja kahdessa lukiossa vaihtoehtoisena suoritustapana KE1KE2-opintojaksolle tarjotaan suurempia 6 op:n opintojaksoja, joissa on yhdistetty biologiaa, fysiikkaa ja maantiedettä tai biologiaa ja filosofiaa kemian kanssa. Taulukon 2 opintojaksot on kuvattu moduuleistaan rakennettuina kuvassa 4.



26 % aineiston lukioista kemian pakolliset moduulit KE1 ja KE2 suoritetaan jollain muulla tavalla kuin KE1KE2-opintojaksona, joka ei ole vaihtoehtona näissä lukioissa. Webropol-kyselytyökalun viidennessä kysymyksessä kysytään, millaisissa opintojaksoissa KE1-moduuli opiskellaan (kun KE1KE2-opintojakso ei ole vaihtoehtona). Tuloksena saatiin neljä erilaista opintojaksoa, joista vastauksissa eniten esiintyi (n=19) KE1-opintojakso (1 op) ja toiseksi eniten (n=5) KE1FY1-opintojakso (2 op), joka sisältää kemian ja fysiikan ensimmäiset pakolliset moduulit. Näiden lisäksi yhdessä lukiossa KE1-moduuli suoritetaan opintojaksossa nimeltä ”Luonnontieteellisen tutkimuksen perusteet”, jossa se on yhdistetty FY1- ja BI1-moduulin kanssa 4 op:n opintojaksoksi. Yhdessä lukiossa KE1-moduuli on osana ”Hyvinvointi” nimistä opintojaksoa (7 op) yhdessä terveystiedon, liikunnan ja psykologian ensimmäisten pakollisten moduulien kanssa. Kaikki neljä eri opintojaksoa KE1-moduulille on kuvattu kuvassa 5.



**Kuva 5.** Aineiston kaikki eri opintojaksovaihtoehdot, jotka sisältävät kemian opinnoista pelkästään KE1-moduulin.

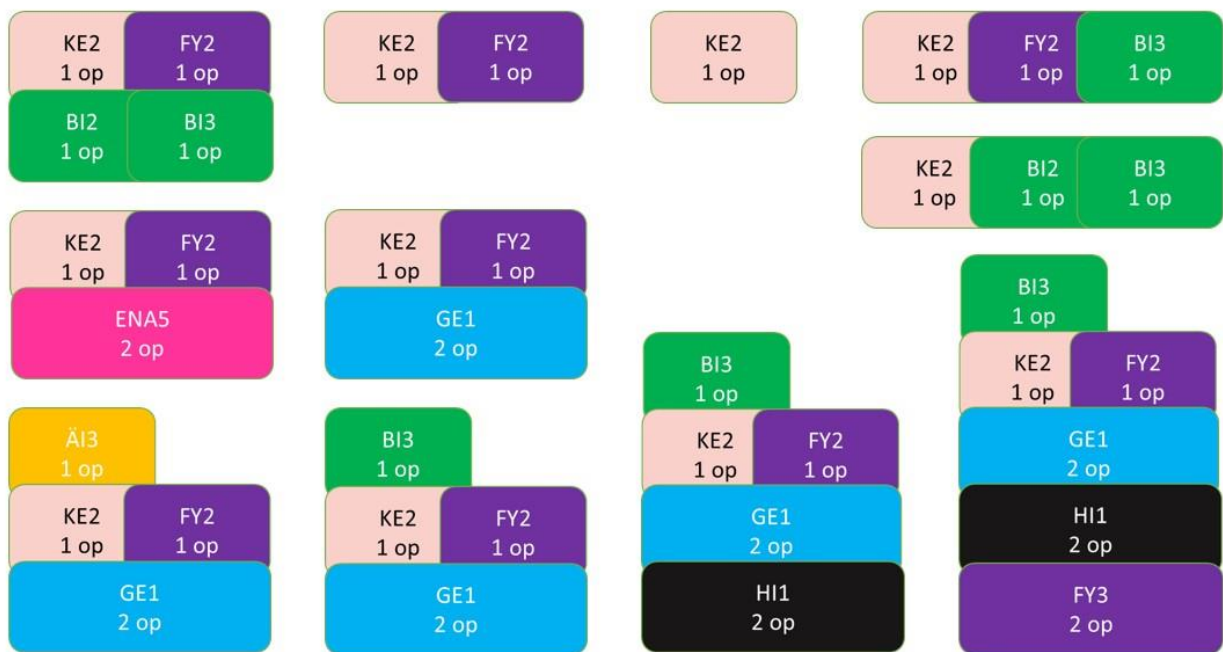
Webropol-kyselytyökalun kuudennessa kysymyksessä kysytään, millaisissa opintojaksoissa KE2-moduuli opiskellaan (kun KE1KE2-opintojakso ei ole vaihtoehtona). Tuloksena saatiin 11 erilaista opintojaksoa. Kaikki eri opintojaksot KE2-moduulille on taulukoitu taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Aineiston kaikki eri opintojaksovaihtoehdot, jotka sisältävät kemian opinnoista pelkästään KE2-moduulin

<b>Opintojakson moduulit</b>	<b>laajuus (op)</b>	<b>Opintojakso esiintyy aineistossa (lkm.)</b>	<b>Nimiesimerkki opintojaksolle<sup>a</sup></b>
KE2	1	17	”Kemia ja kestävä tulevaisuus”
KE2 ja FY2	2	3	”Luonnontieteen perusteet 2”
KE2, BI2 ja BI3	3	1	-
KE2, GE1, FY2 ja ÄI3	5	1	” Ympäristö ja yhteiskunta vuorovaikutuksessa”
KE2, GE1, FY2 ja BI3	5	1	” Kestävä kehitys”
KE2, FY2 ja BI3	3	1	” Luonnontieteet, energia ja ympäristö”
KE2, GE1, FY2, BI3, HI1 (ja jos haluaa FY3)	7–9	1	”Ilmastonmuutoksen opintokokonaisuus”
KE2, FY2 ja ENA5	4	1	”Kestävä tulevaisuus”
KE2, GE1 ja FY2	4	1	”Kestävä kehitys”
KE2, FY2, BI2 ja BI3	4	1	”Ihminen ja ympäristö”

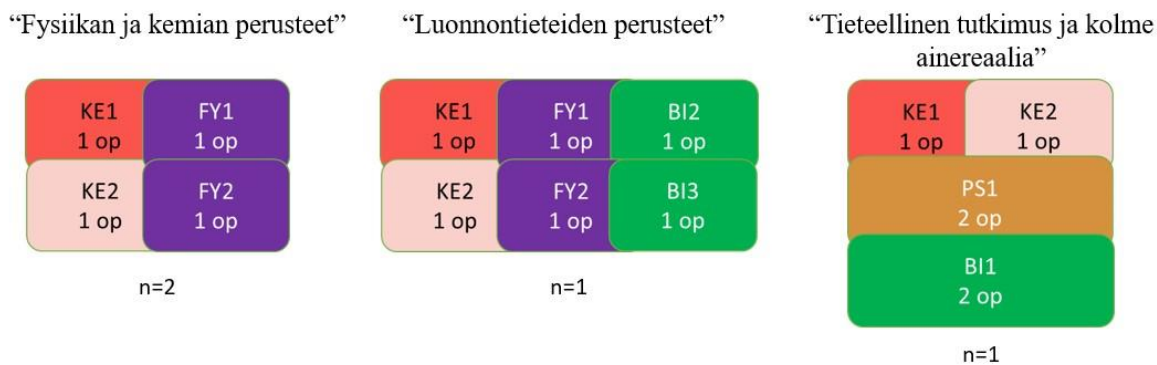
<sup>a</sup> Opintojaksojen nimet otettu suoraan lukioiden opetussuunnitelmista.

Tarjotuin (n=17) suoritustapa KE2-moduulille on opiskella se omana 1 op:n opintojaksone ja toiseksi tarjotuin (n=3) suoritustapa on KE2FY2-opintojakso (2 op), joka sisältää kemian ja fysiikan toiset pakolliset moduulit. Näiden lisäksi KE2-moduuli on osana yhdeksää muuta opintojaksoa kahdeksassa eri lukiossa. FY2-moduuli on yhdistetty KE2-moduulin kanssa yhdeksässä opintojaksossa yhdestätoista. Myös biologian moduuleja on yhdistetty kuudessa eri opintojaksossa ja maantieteen GE1-moduuli viidessä eri opintojaksossa KE2-moduulin kanssa. Yksi lukio tarjoaa opintojakson nimeltä ”Ilmastonmuutoksen opintokokonaisuus”, jossa opiskelija saa valita suorittaako hän sen 7 op kokonaisuutena sisältäen vain pakollisia moduuleja oppiaineista vai opiskeleeko hän 9 op kokonaisuuden, joka sisältää myös fysiikan valtakunnallisen valinnaisen moduulin FY3. Yllä mainittujen oppiaineiden lisäksi myös äidinkielen, englannin ja historian moduuleja on yhdistetty KE2-moduulin kanssa opintojaksoiksi. Kaikki (taulukon 3) 11 eri opintojaksoa KE2-moduulille on kuvattu moduuleistaan rakennettuina kuvassa 6.



**Kuva 6.** Aineiston kaikki eri opintojaksovaihtoehdot, jotka sisältävät kemian opinnoista pelkästään KE2-moduulin. Saman oppiaineen eri moduulit on kuvattu samalla värillä.

Niissä lukioissa, joissa KE1KE2-opintojakso ei ole vaihtoehto kemian pakollisten moduulien suorittamiseksi (26 % aineiston lukioista), neljässä eri lukiossa tarjotaan kolme erilaista opintojaksoa, jotka koostuvat KE1- ja KE2-moduulien lisäksi muiden aineiden moduuleista. Nämä opintojaksot ovat ”Fysiikan ja kemian perusteet” (4 op), joka muodostuu kemian ja fysiikan kaikista pakollisista moduuleista, ”Luonnontieteiden perusteet” (6 op), joka muodostuu kemian ja fysiikan pakollisten moduulien lisäksi biologian moduuleista BI2 ja BI3, sekä ”Tieteellinen tutkimus ja kolme ainerealia” (6 op), joka muodostuu kemian pakollisten moduulien lisäksi psykologian pakollisesta moduulista PS1 ja biologian ensimmäisestä pakollisesta moduulista BI1. Kaikki kolme opintojaksoa on kuvattu kuvassa 7.

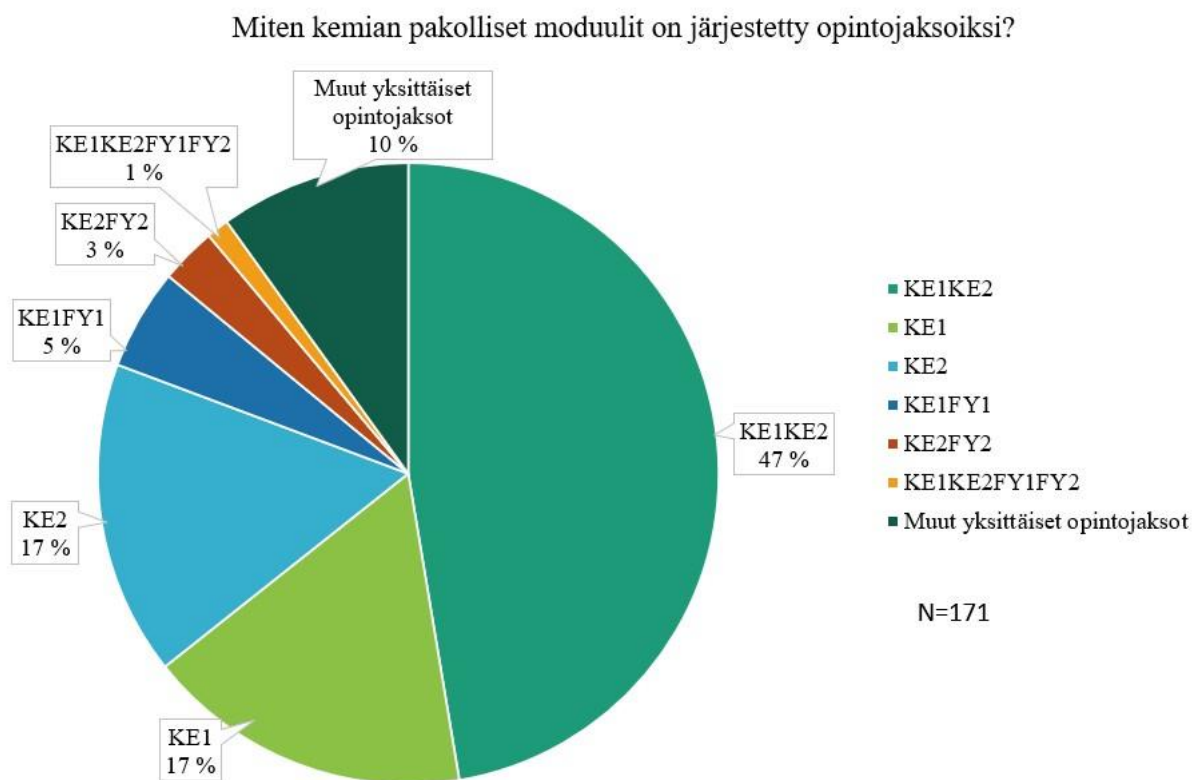


**Kuva 7.** Opintojaksot, jotka koostuvat kemian molempien pakollisten moduulien lisäksi muiden

aineiden moduuleista. Saman oppiaineen eri moduulit on kuvattu samalla värillä, poikkeuksena kemian pakolliset moduulit.

## 5.2 Kokoavat tulokset kemian pakollisille moduuleille

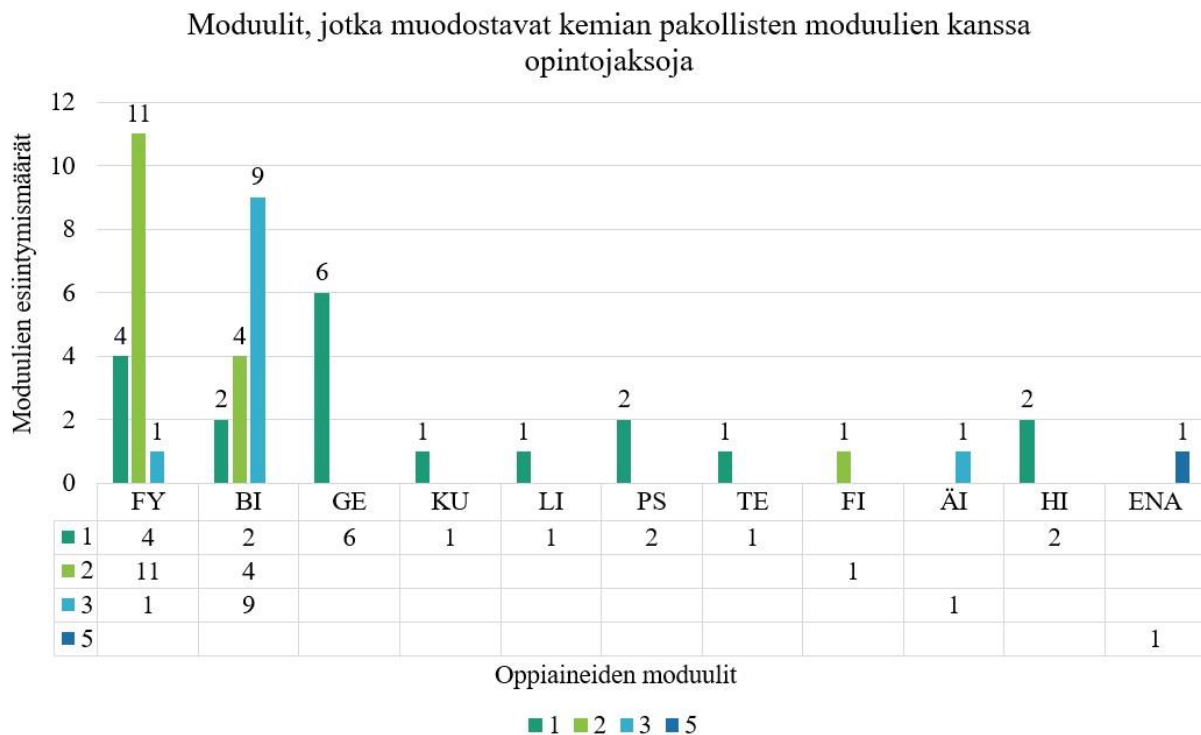
Kemian kahdesta pakollisesta moduulista muodostetaan yhteensä 23 erilaista opintojaksoa. Kun kysytään, millaisia opintojaksoja kemian pakollisista moduuleista muodostetaan, KE1KE2-opintojakso esiintyy vastauksissa eniten. Se on vaihtoehtona 74 % aineiston lukiosta ja sen osuus kaikista aineistossa ilmenneistä opintojaksoista (n=171) on 47 %. Toiseksi tarjotuun opintojaksovaihtoehtoon opettaa pakolliset moduulit omina erillisinä opintojaksoina. Molempien opintojaksojen (KE1 ja KE2) osuudet kaikista aineiston opintojaksoista on 17 %. Erilaiset kemian ja fysiikan pakollista moduuleista muodostetut opintojaksot muodostavat yhteensä 9 % aineiston opintojaksoista siten, että KEFY1 osuus on 5 %, KE2FY2 osuus on 3 % ja KE1KE2FY1FY2 osuus on 1 % aineiston opintojaksoista. Loput 10 % muodostuu yksittäisistä opintojaksoista, joita on yhteensä 17 erilaista (kaikki loput aiemmin tuloksissa kuvatut opintojaksot) ja joista jokainen ilmestyy vain kerran aineistossa. Kokoava tulos kemian pakollisten moduulien järjestämisestä opintojaksoiksi on kuvattu kuvassa 8.



**Kuva 8.** Kemian pakollisten moduulien järjestäminen opintojaksoiksi aineiston lukioiden osalta.

Kun tarkastellaan moduuleja, joista nämä 23 erilaista opintojaksoa on muodostettu, huomataan että kemian pakollisten moduulien lisäksi kyseiset opintojaksot sisältävät yhteensä 15 eri moduulia 11 eri

aineesta. Oppiaineista fysiikan moduuleja yhdistetään kemian pakollisten moduulien kanssa eniten. Fysiikan moduuleja on yhdistetty yhteensä 16 kertaa, joista eniten FY2-moduulia. Toiseksi eniten yhdistetään biologian moduuleja (yhteensä 15 kertaa), joista BI3-moduulia eniten. Maantieteen GE1-moduuli on yhdistetty kuusi kertaa ja sekä historian että psykologian pakolliset HI1- ja PS1-moduulit yhdistetään molemmat kahdesti opintojaksoissa kemian pakollisten moduulien kanssa. Myös kuvataiteesta, liikunnasta, terveystiedosta, filosofiasta, äidinkielestä ja englannista yhdistetään yksi moduuli kemian pakollisten opintojen kanssa. Kuvataiteen kohdalla ei olla otettu laskuihin mukaan kuin yksi moduuli (KU1), sillä taulukossa 2 mainitussa opintojaksossa ”KE1 yhdistettynä kuvataideteemaan” ei ole mainittu opetussuunnitelman perusteissa kuvattuja kuvataiteen moduulia. Sen sijaan kyseisen opintojakson kuvauksessa on kerrottu vain, että KE1-moduliin kanssa voi yhdistää jonkin kuvataideteeman ja suorittaa siten 2 op opintojakson. Kaikki moduulit, jotka muodostavat kemian pakollisten moduulien kanssa opintojaksoja on kuvattu kuvassa 9.

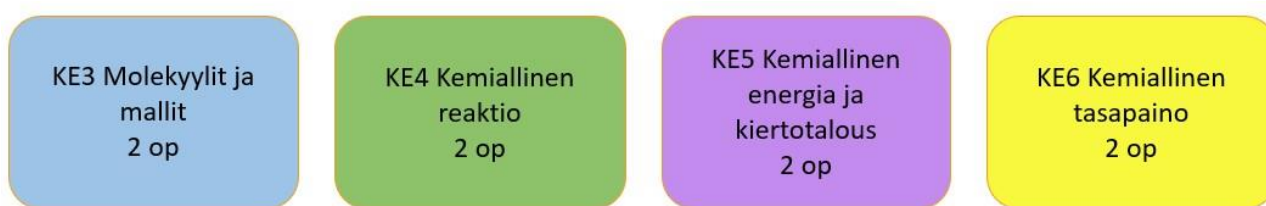


**Kuva 9.** Yhteensä 15 eri moduulia 11 eri aineesta yhdistetään kemian pakollisten moduulien kanssa opintojaksoiksi.

### 5.3 Kemian valtakunnallisten valinnaisten moduulien järjestäminen opintojaksoiksi

Kemian valtakunnalliset valinnaiset lukio-opinnot muodostuvat neljästä moduulista: KE3 (Molekyylit ja mallit, 2 op), KE4 (Kemiallinen reaktio, 2 op), KE5 (Kemiallinen energia ja kiertotalous, 2 op) ja KE6 (Kemiallinen tasapaino, 2 op). Webropol-kyselytyökalun kysymysten 7–11 avulla saatiin vastaus siihen, miten yllä mainitut kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit on

järjestelty opintojaksoiksi aineiston lukioissa. Webropol-kyselytyökalun seitsemännessä kysymyksessä kysytään, muodostavatko kaikki kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit omat 2 op opintojaksensa. Vastauksena tähän kysymykseen aineiston 110 lukiosta 109 lukiossa näin tapahtuu, eli kaikki kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit opiskellaan omina 2 op opintojaksoina (Kuva 10.). Vain yhdessä aineiston lukioista kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit on järjestelty opintojaksoiksi tästä poikkeavalla tavalla. Kyseisessä lukiossa KE3-moduuli on omana 2 op:n opintojaksona ja lukion toisen vuoden kemian opinnot on järjestetty omaksi 8 op:n opintojaksoksi sisältäen moduulit KE4, KE5, KE6 ja lukion oman paikallisen kokeellisen kemian moduulin KE7 (2 op).

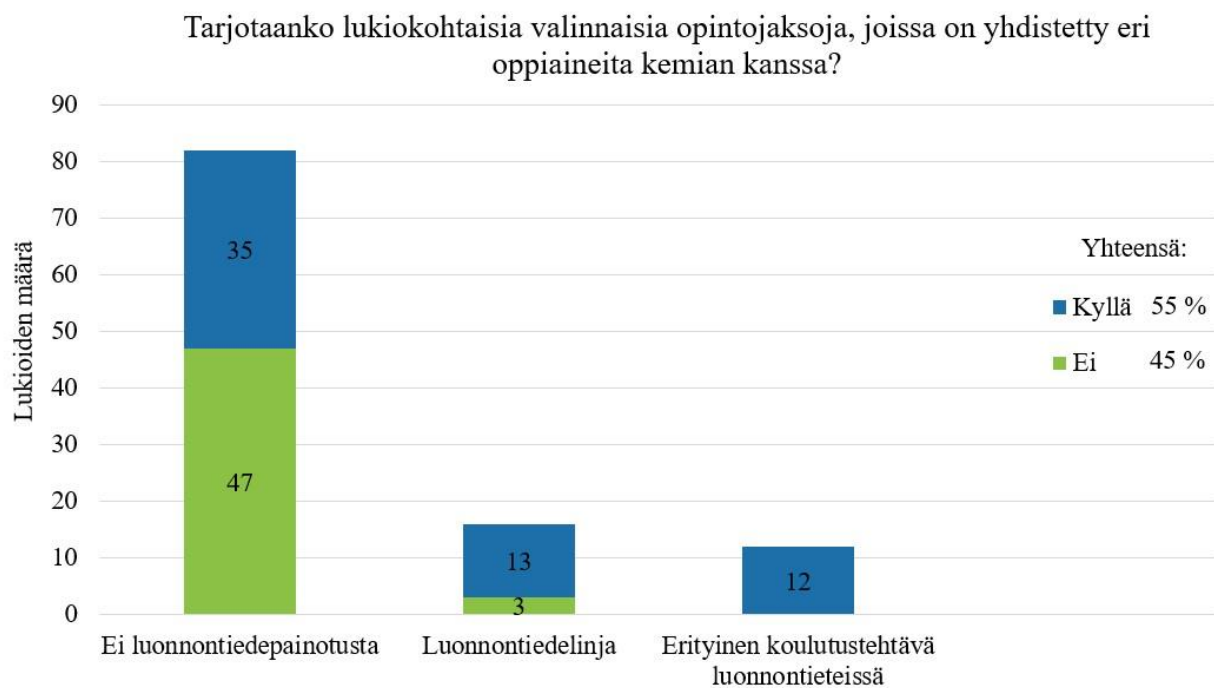


**Kuva 10.** Kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit opiskellaan kaikki omina 2 op opintojaksoina 99 % tutkimusaineiston lukioista.

#### 5.4 Koulukohtaiset valinnaiset opintojaksot, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa

Tarjotaanko lukiossa koulukohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa ja jos tarjotaan, niin millaisia? Tämä 2. tutkimuskysymys koskee lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, jotka sisältävät kemian opintojen lisäksi opintoja muista aineista. Kutsun tällaisia opintojaksoja tässä tutkielmassa integraatio-opintojaksoiksi, sillä kyseiset opintojaksot sisältävät opintoja useammasta aineesta. Esimerkiksi kemian työt -opintojakso tai kemian kertausopintojakso eivät sisällä opintoja muista aineista, eikä niitä siksi käsitellä tässä tutkielmassa, vaikka monessa lukiossa kyseisiä opintojaksoja tarjotaankin lukiokohtaisina valinnaisina opintojaksoina kemiasta. Tulokset 2. tutkimuskysymykseen saatiin Webropol-kyselytyökalun kysymyksistä 12–13. Kysymyksessä numero 12 kysytään, tarjotaanko lukiossa valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa. Tulokset tähän kysymykseen on kuvattu kuvassa 11.





**Kuva 11.** Webropol-kyselytyökalun 12. kysymyksen vastaukset. Lukuarvot ilmoittavat lukioiden määrän.

Tulosten mukaan 55 % aineiston lukioista tarjotaan lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa. Siitä 32 % on lukioita, joissa ei ole luonnontiedelinjaa, 12 % on luonnontiedelinja ja 11 % on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä. Täytyy muistaa, että kaiken kaikkiaan tutkimuksen aineistosta 75 % on lukioita, joissa ei ole luonnontiedelinjaa, 14 % on luonnontiedelinja ja 11 % on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä (Taulukko 1.). Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisessa aineiston erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä omaavista lukioista tarjotaan lukiokohtaisia valinnaisia integraatio-opintojaksoja, jotka sisältävät kemian opintoja. Luonnontiedelinjan omaavista lukioista 81 % tarjoaa integraatio-opintojaksoja ja lukioissa, joissa ei ole luonnontieteiden painotusta vain 43 % tarjoaa lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja. Yhteensä lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja tarjotaan 130 kappaletta 60 eri lukiossa. 130 kemian integraatio-opintojaksosta 38,5 % on lukioista, joissa ei painoteta luonnontieteitä, 35,4 % on erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneista lukioista ja 26,1 % on luonnontiedelinjan omaavista lukioista. Yllä mainitut tulokset ovat koottuna taulukossa 4.

**Taulukko 4.** Lukiokohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen jakautuminen aineiston lukioiden kesken

	<b>Erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä</b>	<b>Luonnontiedelinja</b>	<b>Ei luonnontiede- painotusta</b>
<b>Montako lukiota tarjoaa kemian integraatio-opintojaksoja<sup>a</sup>?</b>	12/12	13/16	35/82
<b>Prosenttiosuus</b>	100 %	81 %	43 %
<b>Montako kemian integraatio- opintojaksoa tarjotaan/lukio (ka.)</b>	3,8	2,6	1,4
<b>Keskihajonta</b>	2,0	1,2	0,7
<b>Montako kemian integraatio- opintojaksoa tarjotaan/lukio (Mo)</b>	4	2	1
<b>Prosenttiosuus kaikista kemian integraatio-opintojaksoista<sup>b</sup></b>	35,4 %	26,1 %	38,5 %

<sup>a</sup> Integraatio-opintojaksoilla viitataan tässä lukiokohtaisiin valinnaisiin opintojaksoihin, joissa on yhdistetty kemian lisäksi opintoja muista oppiaineista. <sup>b</sup> Aineistossa kuvattu yhteensä 130 integraatio-opintojaksoa 60 eri lukiosta.

Tutkimuksessa halutaan myös tietää, minkä oppiaineiden kanssa kemiaa yhdistetään lukiokohtaisissa valinnaisissa integraatio-opintojaksoissa. Näitä oppiaineita on yhteensä 10: biologia, fysiikka, maantiede, matematiikka, terveystieto, yhteiskuntaoppi, historia, kotitalous, kuvataide sekä filosofia. Näiden lisäksi integraatio-opintojaksoissa kemian kanssa on yhdistetty myös vieraiden kielten opintoja sekä yrittäjyysopintoja ja joissain opintojaksoissa opiskelija saa itse valita, mitä aineita hän yhdistää. Lukiokohtaisissa valinnaisissa integraatio-opintojaksoissa kemian kanssa on yhdistetty eniten biologiaa, jota esiintyy 68,5 % kaikista integraatio-opintojaksoista. Toiseksi eniten on yhdistetty fysiikkaa (47,7 %) ja kolmanneksi eniten maantiedettä (16,2 %). Kaikkien aineiden ja vaihtoehtojen esiintyvyys integraatio-opintojaksoissa kemian kanssa on lueteltu taulukossa 5.

**Taulukko 5.** Oppiaineet, jotka on yhdistetty kemian kanssa lukiokohtaisissa valinnaisissa opintojaksoissa

<b>Oppiaine</b>	<b>Yhdistetty kemian kanssa (opintojaksojen lkm.)</b>	<b>Esiintyvyys integraatio-opintojaksoissa<sup>a</sup></b>	<b>Esimerkkejä opintojaksoista<sup>b</sup></b>
biologia	89	68,5 %	”Ihmisen biokemia”, ”Luonnontieteiden laborointi maastossa”, ”vesi” ja ”Itämeri”
fysiikka	62	47,7 %	”Termodynamiikka”, ”Ympäristö, energia ja ihminen” ja ”Kemian ja fysiikan työt”
maantiede	21	16,2 %	”Globaalit uhat ja mahdollisuudet”, ”Luonnontieteen ilmiöt tutkimuskohteena” ja ”Ilmastonmuutos”
matematiikka	18	13,8 %	”Matematiikkaa ja luonnontieteitä tutkimassa”, ”Luonnontieteiden matikka” ja ”LUMA-projekti”
vapaavalintaiset aineet	15	11,5 %	”Monitieteinen ajattelu”, ”Tutkiva työskentely teknologialla” ja ”Mångvetenskapligt projekt”
terveystieto	4	3,1 %	”Ravintokemia” ja ”Elintarvike kemiaa ja ravitsemustiedettä”
yhteiskuntaoppi	4	3,1 %	”Kiertotalous tutuksi” ja ”Hukkataloudesta kiertotalouteen”
historia	3	2,3 %	”Luonnontieteiden historia” ja ”Globalisaation eettiset haasteet”
vieras kieli	2	1,5 %	”Kansainvälinen projekti”
kotitalous	2	1,5 %	”Ravintoaineet ja kemiaa keittiössä” ja ”Molekyyligastronomiaa ja muita kemian sovelluksia”
kuvataide	2	1,5 %	”Taidetta kemian keinoin” ja ”Kuvataide ja tiede”
filosofia	1	0,8 %	”Tieteen etiikka”
yrittäjyys	1	0,8 %	”Hiitolanjoki-opinnot”
vapaavalintaiset luonnontieteet	1	0,8 %	”Johdanto poikkitieteelliseen ajatteluun”

<sup>a</sup> Oppiaineen esiintyvyys kaikista kemian integraatio-opintojaksoista (130 kpl). <sup>b</sup> Opintojaksojen nimet otettu suoraan lukioiden opetussuunnitelmista.

5.5 Koulukohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen tarjonnan vertailu  
 Tarjotaanko lukioissa, joissa on luonnontiedelinja, enemmän koulukohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja opintojaksoja, kuin lukioissa, joissa ei ole luonnontiedelinjaa? Tässä 3. tutkimuskysymyksessä vertaillaan lukioita, joissa on luonnontiedelinja (erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneet lukiot ja lukiot, joissa on jokin luonnontiedelinja), lukioihin, joissa ei ole luonnontiedelinjaa. Vertailu kohdistuu lukiokohtaisiin valinnaisiin kemian integraatio-opintojaksoihin. Tutkimuksessa on tutkittu myös sitä, kuinka suuri osuus lukiokohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista on suunnattu ensisijaisesti luonnontiedelinjalla opiskeleville opiskelijoille.

Erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä omaavien lukioiden kemian integraatio-opintojaksoista 80 % on suunnattu ensisijaisesti luonnontiedelinjalla opiskeleville opiskelijoille. Luonnontiedelinjan omaaville lukioille kyseinen prosenttimäärä on 59 %. Kun erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneiden lukioiden ja luonnontiedelinjan omaavien lukioiden ensisijaisesti linjalaisille suunnatut kemian integraatio-opintojaksot lasketaan yhteen, ne kattavat 71 % kyseisissä lukioissa tarjotuista kemian integraatio-opintojaksoista. Yhteensä kaikista aineiston lukiokohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista 62 % on lukioista, joilla on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä tai jokin luonnontiedelinja. Ensisijaisuus linjalaisille luonnontieteitä painottavien lukioiden kemian integraatio-opintojaksoissa on kuvattu taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Kemian lukiokohtaisten valinnaisten integraatio-opintojaksojen jakautuminen ensisijaisesti luonnontiedelinjalaisille luonnontieteitä painottavissa lukioissa

	<b>Erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä + luonnontiedelinja lukiot</b>	<b>Ei luonnontiedepainotusta</b>
<b>Lukiot, jotka tarjoavat kemian integraatio-opintojaksoja</b>	25/28 89 %	35/82 43 %
<b>Osuus kaikista kemian integraatio-opintojaksoista</b>	80/130 62 %	50/130 38 %
<b>Ensisijaisesti linjalaisille suunnatut opintojaksot</b>	57/80 71 %	–

Khiin neliö -testin mukaan lukioiden, joissa on luonnontiedelinja (n=28, erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä ja luonnontiedelinjan omaavat lukiot) sekä lukioiden, joissa ei ole luonnontiedelinjaa (n=82), lukiokohtaisten valinnaisten kemian integraatio-opintojaksojen tarjonnassa on määrällisesti

eroa:  $X^2(1, N=110) = 18.28, p < .001$ . Luonnontiedelinjan omaavissa lukioissa tarjotaan enemmän lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja kuin lukioissa, joissa ei ole luonnontieteiden painotusta.

## 6. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

### 6.1 Johtopäätökset kemian pakollisten moduulien tuloksista

Tulosten mukaan yleisin tapa (74 % aineiston lukioista) opettaa kemian pakolliset moduulit KE1 ja KE2 on yhteisenä 2 op KE1KE2-opintojaksona. Tulos on järkevä, sillä 2 op laajuinen opintojakso vastaa laajuudeltaan yhtä entistä kurssia vanhassa lukion opetussuunnitelmassa (LOPS2015) ja molemmat kemian pakolliset moduulit ovat laajuudeltaan 1 op. Tällöin voidaan ajatella, että järjestettävä KE1KE2-opintojakso vastaisi opetukseltaan ajallisesti entistä kemian ainoaa pakollista (Opetushallitus, 2015) kurssia, jolloin kemian pakollisen opetuksen järjestäminen lukiossa ei muuttuisi ajankäytöksellisesti lainkaan verrattuna vanhaan opetussuunnitelmaan. KE1KE2-opintojakso on voinut olla luonnollinen ja turvallinen valinta toteuttaa kemian pakollisten moduulien opetus ja siksi se on mahdollisesti niin suosittu tapa.

Mielenkiintoista on se, että osassa aineiston lukioista tarjotaan useampia erilaisia opintojaksoja kemian pakollisten moduulien opiskelulle. Tästä herää kysymys siitä, voiko opiskelija mahdollisesti jossain lukiossa valita missä yhteydessä hän opiskelee kemian pakolliset moduulit?

12 % (n=13) aineiston lukioista tarjotaan vaihtoehtoisia toteutustapoja KE1KE2-opintojakson lisäksi. Näistä kahdeksasta eri opintojaksovaihtoehdosta eniten tuloksissa esiintyy KE1 ja KE2 moduulien opettaminen erillään omina 1 op opintojaksoina. Jos opintojakso koostuu useammasta saman oppiaineen moduulista, siitä annetaan yksi arvosana (Opetushallitus, 2019, s. 46). Tällöin KE1KE2-opintojaksosta annetaan yksi arvosana, mutta jos opiskelija opiskeleekin kyseiset moduulit omina opintojaksoina, hän saa molemmista oman arvosanan. Syy sille, miksi jossain lukioissa tarjotaan sekä KE1KE2-opintojaksoa että kaikista vaihtoehtoisista opintojaksoista eniten erillisiä KE1- ja KE2-opintojaksoja on mahdollisesti pakollisiin opintoihin ja lukujärjestyksiin liittyvä. Jokaisen opiskelijan on pakko suorittaa kaikkien aineiden pakolliset opinnot. Tämän mahdollistamiseksi lukiot, joissa on lähdetty yhdistelemään kemian pakolliset moduulit suurimmiksi opintojaksoiksi varmistavat sen, että opiskelija saa pakolliset opinnot suoritettua tarjoamalla mahdollisuuden opiskella kyseiset moduulit myös omina 1 op opintojaksoina. Lisäksi 1 op opintojaksot olisivat helpompia mahduttaa niin opettajien kuin opiskelijoiden lukujärjestykseen kuin laajat opintojaksot.

Tulosten mukaan lukioissa, joissa opiskelija voi opiskella erilaisilla linjoilla, kuten luonnontiede- tai tiimilinjalla, on lähdetty yhdistelemään kemian pakollisia moduuleja osaksi isompia oppiainerajat

ylittäviä 6 op opintojaksoja. Esimerkiksi luonnontiedelinjalaisille suunnattu ”LUMA2” opintojakso sisältää moduulit KE2, FY2, BI2, BI3 ja GE1, minkä vuoksi linjalla opiskelevat suorittavat KE1-moduulin osana tuloksissa mainittua ”LUMA1” opintojaksoa, joka sisältää moduulit KE1 ja FY1. Myös eräässä lukiossa tiimilinjalaisille tarjotaan 6 op ”Kestävä tulevaisuus”-opintojakso tapana suorittaa kemian pakolliset opinnot osana oppiainerajat ylittävää opintojaksoa. Lukioissa, joissa linjalaisille tarjotaan omaa opintojaksokokonaisuutta, tulee muille kuin linjalaisille järjestää kemian pakollisten moduulien opetus vaihtoehtoisella tavalla, mikä selittäisi erillisten KE1- ja KE2-opintojaksojen määrällisesti suuren esiintyvyyden tuloksissa.

26 % aineiston lukioista pakollisia kemian moduuleja ei voi opiskella KE1KE2-opintojaksona. Näissä lukioissa eniten tarjottu suoritustapa on myös opettaa kemian pakolliset moduulit omina 1 op opintojaksoina. Mahdollinen syy sille, miksi kemian pakolliset moduulit opetetaan erillisinä, on se, että lukioissa ei ole lähdetty muodostamaan moduuleja yhdisteleviä opintojaksoja ollenkaan, vaan opetussuunnitelman perusteissa 2019 määräytyistä moduuleista on tehty automaattisesti omat opintojaksot. Huomionarvoista on se, että lukioissa, joissa KE1KE2-opintojaksoa ei ole, KE2-moduulia on yksinään yhdistetty huomattavasti enemmän ja monipuolisemmin eri aineiden moduulien kanssa opintojaksoiksi (10 erilaista integraatio-opintojaksoa) kuin KE1-moduulia (3 erilaista integraatio-opintojaksoa). Syy tälle on mahdollisesti se, että KE2-moduulissa käsiteltävät aihesisällöt liittyvät kestävän kehityksen aiheisiin. Moduulin tavoitteissa on listattu, että moduulin aikana opiskelija tutustuu kemian merkitykseen kestävän elämäntavan edistämässä ja ymmärtää kemian merkityksen ympäristölle ja yhteiskunnalle ratkaisujen tarjoajana yhdessä muiden luonnontieteiden kanssa (Opetushallitus, 2019, s. 262).

Lukiokoulutuksen yhtenä arvoperustana on kestävä kehitys ja opetuksessa tulee kannustaa opiskelijoita mm. vastuulliseen toimijuuteen ja ymmärtämään kestävän elämäntavan välttämättömyys (Opetushallitus, 2019, s.17). Tämä näkyy myös tutkimuksen tuloksissa, joissa KE2-moduulia on sen aihesisältöjen ja tavoitteiden takia yhdistetty luontevasti ja monipuolisesti muiden luonnontieteiden pakollisten moduulien kanssa (mm. FY2, GE1, BI2, BI3) sekä yhteiskuntatieteiden (HI1) ja kieliopinnojen kanssa (ÄI3, ENA5). Yhteistä kaikille näille opintojaksoiksi yhdistetyille moduuleille on kestävän kehityksen teema tai aihesisällöt, jotka tukevat kestävän kehityksen opettamista. Myös Sundin ja Gericken (2020) ehdotus aineryhmät ylittävästä, kokonaisvaltaisemmasta kestävän kehityksen opettamisesta tukee KE2-moduulin yhdistämistä monipuolisesti eri oppiaineiden kanssa.

Kemian kahdesta pakollisesta moduulista on aineiston lukioissa muodostettu yhteensä 23 erilaista opintojaksoa, joista KE1KE2-opintojakso esiintyy vastauksissa eniten ja KE1- sekä KE2-opintojaksot toiseksi ja kolmanneksi eniten. Yhdessä näiden kolmen opintojaksomuodon osuus

kaikista aineistossa ilmenneistä (n=171) opintojaksoista on 81 %. Tulos viittaa siihen, että suurimmassa osassa aineiston lukiosta kemian pakollisia opintoja ei ole lähdetty yhdistämään oppiainerajat ylittävästi. Syitä tälle voi olla esimerkiksi KE1KE2-opintojakson luonnollinen valinta vanhan kemia 1 kurssin tilalle, pakollisten moduulien opiskelun mahdollisuuden varmistaminen yksittäisinä opintojaksoina sekä opintojaksojen muodostamisen ensikertaisuus.

Toisaalta 19 % tuloksista ilmenevistä opintojaksoista on oppiainerajat ylittäviä opintojaksoja. Tulos viittaa siihen, että osassa lukioista on lähdetty lukiouudistuksen alusta asti kohti oppiainerajat ylittävän opetuksen toteuttamista oppiainerajat ylittävien opintojaksojen muodostamisen kautta. Tuloksista huomataan, että kaikki moduulit, joita kemian pakollisten moduulien kanssa on yhdistetty opintojaksoiksi ovat myös pakollisia moduuleja (pois lukien taulukossa 3 esiintyvä ”Ilmastonmuutoksen opintokokonaisuus”-opintojakso, johon opiskelija voi halutessaan sisällyttää myös valinnaisen FY3-moduulin). Eri oppiaineiden pakollisten moduulien yhdistämistä opintojaksoiksi tukee nimenomaan opiskeltavien moduulien pakollisuus: on helpompaa yhdistellä eri aineiden pakollisia moduuleja isommiksi opintojaksoiksi, koska kaikkien opiskelijoiden tulee joka tapauksessa opiskella pakolliset moduulit jollain tavalla.

Erilaisia kemian ja fysiikan pakollista moduuleista muodostettuja opintojaksoja on yhteensä 9 % aineiston opintojaksoista. Kaikista 11 eri oppiaineesta, joita on yhdistetty kemian pakollisten moduulien kanssa, eniten on yhdistetty fysiikkaa. Fysiikan pakollisten moduulien yhdistäminen kemian pakollisten moduulien kanssa opintojaksoksi on myös järkevä ja luonnollinen tulos. Aineiden yhdistämistä opintojaksoksi tukee muun muassa oppiaineiden yleinen tehtävä tukea opiskelijoiden luonnontieteellisen ajattelun kehittymistä, kokeellisuus ja opetuksen lähtökohtana ympäristöstä tehdyt havainnot (Opetushallitus, 2019). Myös usealla kemian aineenopettajalla on pätevyys opettaa sivuaineena fysiikkaa (ja matematiikkaa). Tällöin heidän sisällöntuntemuksensa yhdistettävistä aineista on hyvä, mikä helpottaisi oppiainerajat ylittävän opintojakson pitämisen yksinkin, kun yleinen yhteisen suunnitteluajan puute (Haatainen & Aksela, 2021; Wang et al., 2020) tai aineiden riittämätön hallinta (Weinberg & Sample McMeeking, 2017) ei olisi ongelma toteuttamiselle. Toisaalta usein kemian ja fysiikan opettajat tekevät muutenkin paljon yhteistyötä, jolloin mahdollinen yhteisen opintojakson suunnittelu ja opettaminen sujuisi luonnollisemmin kuin mahdollisesti muiden aineiden välillä.

Loput 10 % aineiston opintojaksoista muodostuu yksittäisistä integraatio-opintojaksoista, joita on yhteensä 17 erilaista ja joista jokainen esiintyy vain kerran aineistossa. Oppiaineista biologiaa on yhdistetty toisiksi eniten ja maantiedettä kolmanneksi eniten kemian pakollisten moduulien kanssa. Näiden aineiden yhdistämistä tukee mm. kestävän kehityksen tema sekä biologian ja kemian yhtenevät aiheisällöt. Huomionarvoista on, että matematiikan moduuleja ei ole yhdistetty lainkaan

kemian moduulien kanssa missään aineiston lukioissa. Tulosta tukee Hansenin (2008) tutkimus, jonka mukaan opettajat kokevat matematiikan opetuksen yhdistämisen muiden aineiden kanssa hankalaksi kuten myös opetussuunnitelman vaatimusten täyttämisen hankalaksi oppiainerajat ylittävässä toteutuksessa.

Luonnontieteiden lisäksi kemian pakollisten moduulien kanssa on yhdistetty kahdeksan eri oppiainetta. Oppiaineita on siis lähdetty yhdistelemään monipuolisesti ja ennakkoluulottomasti, vaikka määrällisesti montaakaan pakollisia moduuleja sisältäviä integraatio-opintojaksoja ei lukioissa tarjota vielä. Taideaineiden (esimerkiksi kuvaamataidon) yhdistämistä kemian kanssa osaksi yhteistä opintojaksoa tukee ajatus STEAM-opetuksesta. Toisaalta jos tulkitaan A-kirjain lyhenteessä miksi tahansa aineeksi, joka ei ole STEM-aine, voidaan kaikki tuloksissa ilmenevät integraatio-opintojaksot, jotka sisältävät muitakin oppiaineita kuin luonnontieteitä, tulkita STEAM-opetustapaan sopiviksi (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

## 6.2 Johtopäätökset kemian valtakunnallisten valinnaisten moduulien tuloksista

Tulosten mukaan kemian valtakunnalliset valinnaiset moduulit: KE3, KE4, KE5 ja KE6 opiskellaan omina 2 op opintojaksoina 99 % tutkimusaineiston lukioista. Yhdessä aineiston lukioista oli muodostettu KE4KE5KE6+KE7 -opintojakso. Tähän ratkaisuun oli päädytty siten, että oli ajateltu yhdistää kaikki kemian toisen vuoden opinnot yhdeksi opintojaksoksi. Syy sille, miksi valtakunnallisia valinnaisia moduuleja ei ole lähdetty yhdistelemään muiden aineiden kanssa, voi olla moduulien valinnaisuus opiskelijoille: Kannattaako yhdistää eri oppiaineiden valtakunnallisia valinnaisia moduuleja laajemmiksi opintojaksoiksi, jos jotkut opiskelijat haluavatkin opiskella tietyistä oppiaineista vain yksittäisiä moduuleja? Tällöin laajojen opintojaksokokonaisuuksiin ilmoittautuvien opiskelijoiden määrä voisi olla alhaisempi, jos opintojakso sisältääkin moduuleja, joita he eivät halua tai joita heidän ei tarvitse opiskella.

Suurin syy sille, miksi tulosten mukaan kemian valtakunnalliset valinnaiset opinnot tarjotaan lähes kaikissa aineiston lukioissa omina 2 op opintojaksoina on opetussuunnitelman perusteissa 2019 mainittu ohje koulutuksen järjestäjille, jossa vaaditaan, että koulutuksen järjestäjän tulee tarjota opiskelijalle mahdollisuus suorittaa valtakunnallisia valinnaisia opintoja kahden opintopisteen laajuisina opintojaksoina (Opetushallitus, 2019, s. 18). Tällöin moni koulutuksenjärjestäjä on varmasti nähnyt parhaimmaksi ratkaisuksi olla yhdistelemättä valtakunnallisia valinnaisia moduuleja alun perinkään.



### 6.3 Johtopäätökset koulukohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista ja niiden tarjonnan vertailusta

Tulosten mukaan 55 % aineiston lukioista tarjotaan lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa on yhdistetty eri oppiaineita kemian kanssa. Tulokseen vaikuttaa vahvasti aineistoon tarkoituksella kerätyt erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä ja jonkin luonnontiedelinjan omaavat lukiot, joiden osuus aineistosta on 25 %. Kyseiset lukiot nostavat kokonaisprosenttia ylöspäin, sillä aineiston kaikissa erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneissa lukioissa tarjotaan kemian integraatio-opintojaksoja. Sama prosenttiluku jonkin luonnontiedelinja omaaville lukioille on 81 % kun taas lukioille, joissa ei ole luonnontiedepainotusta osuus on vain 43 %. Tuloksista voidaan päätellä, että luonnontiedelinjan omaavissa lukioissa tarjotaan suurella todennäköisyydellä lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja, kun taas lukioissa, joissa ei ole luonnontiedelinjaa tarjotaan harvemmin lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja. Toki 43 % on positiivisen suurehko osuus, kun ajatellaan että kyseessä on oppiainerajat ylittävä valinnainen opintopaketti kemiasta. Se kertoo siitä, että myös lukioissa, joissa ei ole luonnontiedepainotusta on lähdetty yhdistelemään kemian opetusta muiden aineiden kanssa tai opiskelijalla on mahdollisuus yhdistää kemian kiinnostuksensa osaksi vapaavalintaisia temaattisia opintoja.

Yhteensä lukiokohtaisia valinnaisia kemian integraatio-opintojaksoja tarjotaan 130 kappaletta 60 eri lukiossa ja kemiaa on yhdistetty niissä 10 eri oppiaineen kanssa. Vaikka yhdistettyjä oppiaineita on monta, LUMA-aineita (luonnontieteet ja matematiikka) on yhdistetty kemian kanssa selkeästi eniten verrattuna muihin aineisiin. 68,5 % kaikista kemian integraatio-opintojaksoista on yhdistetty biologiaa kemian kanssa. Tulos on järkevä, sillä vanhassa opetussuunnitelmassa moni lukio tarjosi valtakunnallisena syventävänä kurssina mm. biokemian, orgaanisen kemian ja biomolekyylien tai biologian ja kemian yhteistä laboratorioskurssia. Tällaiset kurssit muuttuvat uudessa opetussuunnitelmassa helposti kemiaa ja biologiaa yhdistäviksi opintopaketteiksi. Sama pätee myös kemian ja fysiikan yhteisille laboratorio- ja työkurseille, mikä selittää osakseen fysiikan suurta prosenttimäärää (47,7 %) lukiokohtaisissa valinnaisissa integraatio-opintopaketeissa. Maantieteen ja yhteiskuntaopin yhdistämistä kemian kanssa tukee kestävä kehityksen teemat sekä kiertotalous. Myös STEAM-opetus näkyy tuloksissa, sillä ”Nanoselluloosaa ja geopolymeerejä”-opintopaketti on STEAM Turun -opintopaketti lukiolaisille. Tämän lisäksi OROL-hankkeessa (Saarnio & Vepsä, 2022) toteutettu kemiaa, kuvataidetta ja mediaopintoja yhdistävä ”Taidetta kemian keinoin”-opintopaketti löytyy myös tuloksista. Huomattavaa on, että vaikka matematiikkaa ei oltu yhdistetty kemian pakollisten moduulien kanssa lainkaan, lukiokohtaisissa valinnaisissa opinnoissa matematiikka on neljänneksi eniten yhdistetty oppiaine kemian integraatio-opintopaketeissa. Tulosta voi johtua siitä, että valinnaiset opintopaketit ovat usein soveltavampia sisällöiltään ja monissa tehdään erilaisia

LUMA-aineiden projekteja, joissa käytetään matematiikkaa. Tulosta selittää myös se, että osassa lukioista tarjotaan koulukohtaisena valinnaisena opintojaksena luonnontieteitä tukevia matematiikan opintojaksoja.

11,5 % integraatio-opintojaksoista opiskelija saa valita mitä aineita hän yhdistää omaan projektityöhönsä tai temaattisiin opintoihin. Lukiolain mukaan lukiokoulutuksen oppimäärä voi sisältää laaja-alaista osaamista kehittäviä temaattisia opintoja (Lukiolaki 714/2018, 11 § 2 mom.). Temaattisten opintojen tavoitteet ja sisällöt päätetään paikallisessa opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2019, s. 354 ) ja ne ovat siten lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja uudessa opetussuunnitelmassa. Vanhassa opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2015, s. 220) puhutaan teemaopinnoista, jotka ovat eri tiedonalojen yhdistäviä opintoja. Niiden tehtävänä oli eheyttää opetusta ja tarjota mahdollisuuksia usean eri oppiaineen tietojen ja taitojen yhdistämiseen sekä soveltamiseen. Vanhassa opetussuunnitelmassa on nimettynä kolme valtakunnallista syventävää teemaopintokurssia. Ne ovat monitieteinen ajattelu (TO1), tutkiva työskentely teknologialla (TO2) ja osaaminen arjessa (TO3). (Opetushallitus, 2015) Näitä teemaopintoja on jätetty myös uusiin paikallisiin opetussuunnitelmiin temaattisina opintoina ja niistä kaksi ensimmäistä on laskettu mukaan tämän tutkimuksen tuloksiin mahdollisina kemian integraatio-opintojaksoina niiden oppiaineita integroivan luonteen vuoksi. Tämä tosin vaatii sen, että opiskelija itse valitsee kemian yhdistettäväksi aineeksi jonkun muun tai useamman oppiaineen kanssa osana temaattisia opintojaan. Mutta koska se on mahdollista, temaattiset opintojaksot on laskettu tässä tutkimuksessa mukaan kemian integraatio-opintojaksoja tutkiviin tuloksiin.

Opetussuunnitelman perusteissa mainitut tavoitteet lukioiden ja korkeakoulujen välisen yhteistyön vahvistamiseen, yrittäjyyteen tutustumiseen ja kansainvälisen osaamisen kehittämiseen näkyvät tarjotuissa lukiokohtaisissa valinnaisissa kemian integraatio-opintojaksoissa (Opetushallitus, 2019, s.10). Muun muassa yksi kemiaan liittyvä yrittäjyysopintojakso, kansainvälisiä projekteja, ja yhdessä korkeakoulujen tai LUMA-keskusten kanssa toteutettavia opintojaksoja (esim. BIOHAMK, työkurssi TAMK1, DNA-sormenjälkiä ja rikoskemian -opintojaksot) tai erilaisia korkeakouluvierailuja tai opintoretkiä sisältäviä opintojaksoja (esim. Energia ja teollisuus, Ympäristökemia ja Itämeri -opintojaksot).

Huomion arvoista on että 62 % kaikista aineiston lukiokohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista on erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneiden ja jonkin luonnontiedelinjan omaavien lukioiden opetussuunnitelmista. Määrillisesti eniten kemian integraatio-opintojaksoja per lukio on erityisen koulutustehtävän saaneissa lukioissa ( $M_o=4$ ). Seuraavaksi eniten jonkin luonnontiedelinjan omaavissa lukioissa ( $M_o=2$ ) ja vähiten lukioissa, joissa ei ole luonnontiedepainotusta ( $M_o=1$ ). Tulos on järkevä, sillä erityisellä koulutustehtävällä tarkoitetaan

opetusta, jossa olennaisessa määrin painotetaan yhtä tai useampaa oppiainetta tai opintokokonaisuutta (Lukiolaki 714/2018, 6 § 1 mom.) ja sen saaneilta lukioilta edellytetään tarvetta kyseisen koulutuksen järjestämiseen ja osaamisen syventämiseen, sekä opiskelumahdollisuuksien monipuolistamiseen (Lukion Erityinen Koulutustehtävä, 2017). Erityisen koulutustehtävän saaneille myönnetään rahoitusta suorittaa erityistehtäväänsä. Tämän takia on luonnollista, että tulosten mukaan erityisen koulutustehtävän luonnontieteissä saaneissa lukioissa kaikissa tarjotaan kemian integraatio-opintojaksoja ja kyseisissä lukioissa on myös monipuolisempi valikoima erilaisia kemian integraatio-opintojaksoja verrattuna lukioihin, joissa ei ole luonnontiedepainotusta.

On toki huomattava, että tulosten mukaan 71 % lukiokohtaisista valinnaisista kemian integraatio-opintojaksoista on suunnattu ensisijaisesti luonnontiedelinjalla opiskeleville opiskelijoille. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikilla muilla opiskelijoilla on paljon pienempi mahdollisuus päästä opiskelemaan näitä kemian integraatio-opintojaksoja. Mahdollisuus kasvaa hieman, jos opiskelija opiskelee lukiossa, jossa on jokin luonnontiedelinja tai jolla on erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä, ja hän mahtuu mukaan opintojaksolle kyseisen linjan ulkopuolelta.

#### 6.4 Jatkotutkimusehdotuksia

Tuloksia tarkastellessa tulee muistaa, että tässä tutkielmassa ei ole tarkasteltu kemian lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, jotka sisältävät vain kemian opintoja, kuten kemian laboratorioskurssit tai kemian kertausopintojaksot ylioppilaskokeita varten. Melkein kaikissa aineiston lukioissa järjestetään kyseisiä opintojaksoja ja jos haluaisi saada tarkemman kuvan kemian lukiokohtaisista valinnaisista opintojaksoista tulisi tutkimukseen ottaa myös kyseiset opintojaksot mukaan. Tässä tutkielmassa keskityttiin lukiokohtaisten valinnaisten opintojen kohdalla vain kemian integraatio-opintojaksoihin. Toinen asia, mikä vaikuttaa tuloksiin on aineiston keruu-aika, joka oli kevät ja kesä 2021. Tällöin aineistossa mukana olevat paikalliset opetussuunnitelmat ovat niistä lukioista, jotka olivat julkaisseet opetussuunnitelmansa aikaisemmin. Ne lukiot, jotka ovat julkaisseet opetussuunnitelmansa aikaisemmin ovat aloittaneet LOPS-työnsä aikaisemmin, jolloin mahdolliset mietityt muutokset ovat olleet aikaisemmin valmiita. Tai sitten vaihtoehtoisesti muutoksia opetussuunnitelmaan ei ole juurikaan tehty, mikä selittäisi osaltaan sen, miksi pakolliset kemian moduulit opiskellaan suurimmassa osassa aineiston lukioissa kemian oppiaineen sisällä eikä oppiainerajat ylittävissä opintojaksoissa. Jos haluaisi tarkemmat tulokset tutkimus tulisi suorittaa nyt, kun kaikkien lukioiden opetussuunnitelmat 2021 ovat luettavissa.

Tämä tutkimus perustuu pelkästään paikallisiin lukion opetussuunnitelmiin, joita olen itse parhaani mukaan tulkinnut, kysymättä niiden laatijoilta, miten he aikoivat käytännössä toteuttaa opintojaksionsa. Tutkimusta voisi jatkaa seuraavaksi selvittämällä opettajilta, miten he opettavat

opetussuunnitelmissa kuvatut opintojaksot käytännössä. Oppiainerajat ylittävien opintojaksojen kohdalla voisi selvittää OROL-hankkeen (Saarnio & Vepsä, 2022) tapaan millaisia yhteistyömuotoja, rakenteellisia ratkaisuja, opettajuuden muotoja ja arviointia opettajat toteuttavat oppiainerajat ylittävissä opintojaksoissa sekä miten he itse kokevat kyseiset ratkaisut ja niiden toimivuuden opetuksessaan. Kiinnostavaa olisi myös selvittää syyt siihen, miten aineiston lukioissa on päädytty tuloksissa esiintyviin oppiainerajat ylittävien opintojaksojen muodostamiselle ja toisaalta miksi jossain lukioissa ei ole lähdetty yhdistelemään moduuleja oppiainerajat ylittäviksi opintojaksoiksi.

Aiheesta tehdyn empiirisen tutkimuksen vähyyden takia olisi hyvä tutkia vaikuttaako oppiainerajat ylittävä opetus opiskelijoiden oppimistuloksiin positiivisesti. Kemian oppimisen osalta voisi mitata sitä onko opiskelijoilla, jotka suorittavat kemian opintonsa osana suurempia oppiainerajat ylittäviä opintojaksoja paremmat oppimistulokset kemiasta kuin opiskelijoilla, jotka opiskelevat kemian opinnot opintojaksoissa, jotka sisältävät vain kemian opintoja. Myös mahdollista eriarvoisuuden syntyä lukioiden välillä voisi tutkia. Syntyykö lukiokoulutukseen enemmän hajontaa (ja sen myötä eriarvoisuutta) jos jossain lukioissa opetetaan monipuolisesti oppiaineita oppiainerajat ylittävissä opintokokonaisuuksissa ja toisissa ei? Myös tämän Pro gradu -tutkielman tutkimuksen voisi toistaa esimerkiksi kolmen vuoden päästä ja verrata saatuja tuloksia tämän tutkielman tuloksiin. Tällöin voitaisiin selvittää, onko oppiainerajat ylittävät opintojaksot lisääntyneet paikallisissa opetussuunnitelmissa, kun opettajat ovat päässeet kokeilemaan ja opettamaan niitä muutaman vuoden verran uuden opetussuunnitelman käyttöönoton jälkeen.

## Lähteet

- Al Salami, M. K., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 63–88. <https://doi.org/10.1007/S10798-015-9341-0/TABLES/11>
- Allina, B. (2013). The evolution of a game-changing acronym: Why government recognition of STEAM is critical. *Arcade*, 31(2), 1–3. <https://aldrinfoundation.org/wp-content/uploads/2020/02/ARCADE-The-Evolution-of-a-Game-Changing-Acronym-Why-Government-Recognition-of-STEAM-is-Critical.pdf>
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness (Educación STEAM: aportando pruebas de validez y efectividad). *Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 755–768. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926678>

- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43.  
<https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Boud, D., & Felletti, G. (1997). *The Challenge of Problem-based Learning*.  
[https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z13\\_NMZbjgcC&oi=fnd&pg=PP12&dq=boud+%26+feletti&ots=pEZyslHLMM&sig=z-Rijukkpoh2kci62BonrIf-xPc&redir\\_esc=y#v=onepage&q=boud+%26+feletti&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z13_NMZbjgcC&oi=fnd&pg=PP12&dq=boud+%26+feletti&ots=pEZyslHLMM&sig=z-Rijukkpoh2kci62BonrIf-xPc&redir_esc=y#v=onepage&q=boud+%26+feletti&f=false)
- Buehl, M. M., & Beck, J. S. (2014). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs* (pp. 66–84). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203108437-11>
- CalcProfi satunnaislukugeneraattori. (n.d.). Retrieved February 8, 2022, from  
<https://fi.calcprofi.com/online-satunnaislukugeneraattori.html>
- Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation. In *The Cultural and Social Foundations of Education*.  
<https://lib.hpu.edu.vn/handle/123456789/26406>
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary science teaching [Book]. In *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (1st ed., pp. 395–411). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch20>
- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an “A” in STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2), 10–15.  
[http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1006879&site=ehost-live%5Cnhttp://ojs.jstem.org/index.php?journal=JSTEM&page=article&op=view&path\[\]=1744&path\[\]=1520](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1006879&site=ehost-live%5Cnhttp://ojs.jstem.org/index.php?journal=JSTEM&page=article&op=view&path[]=1744&path[]=1520)
- Dyrberg Egemose, N., Fabrin Hjort, M., & Michelsen, C. (2018). *Situational survey: An insight on interdisciplinarity in Europe today*.
- Fogarty, R. (1991). 10 ways to integrate curriculum [Article]. *Educational Leadership*., 49(2), 61–65.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting Science and Mathematics Instruction: Pedagogical Context Knowledge for Teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127–141.  
<https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.2005.TB18047.X>
- Gardner, H. (2004). Discipline, understanding, and community. *Journal of Curriculum Studies*,

36(2), 233–236. <https://doi.org/10.1080/0022027032000135085>

Gardner, H., & Boix-Mansilla, V. (1994). Teaching for understanding—within and across the disciplines. *Educational Leadership*, 51(5), 14–18.

<https://www.researchgate.net/publication/234725768>

Haatainen, O., & Aksela, M. (2021). Project-based learning in integrated science education: Active teachers' perceptions and practices. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 149–173–149–173. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392>

Hansen, S. H. (2008). Challenges for interdisciplinary teaching of mathematics and the sciences in upper secondary school [Proceeding]. *Challenges for Interdisciplinary Teaching of Mathematics and the Sciences in Upper Secondary School*, 5, 173–179.

Harrison, M., & Royal, T. (2011). Supporting the T and the E in STEM: 2004-2010. *Design and Technology Education*, 16(1), 17–25. <https://ojs.lboro.ac.uk/date/article/view/1591>

Hellström, M. (2008). *Sata sanaa opetukselta : keskeisten käsitteiden käsikirja* [Book]. PS-kustannus.

Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416–438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>

Humes, W. (2013). Curriculum for Excellence and interdisciplinary learning. *Scottish Educational Review*, 45(1), 82–93. <https://www.researchgate.net/publication/312456290>

Hurley, M. M. (2001). Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), 259–268. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.2001.TB18028.X>

Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2010.05.022>

Koonce, D., Zhou, J., Anderson, C., Hening, D., & Conley, V. (2011). What is STEM? *2011 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 9. <https://doi.org/10.18260/1-2--18582>

Koonti erityisistä koulutustehtävistä 1.8.2018 lukien. (2017).

[https://okm.fi/documents/1410845/4240776/koonti\\_tehtavista\\_+27.10.2017.pdf/d3c74ffa-fab0-4355-8533-9cdd25b281b8/koonti\\_tehtavista\\_+27.10.2017.pdf?t=1509108385000](https://okm.fi/documents/1410845/4240776/koonti_tehtavista_+27.10.2017.pdf/d3c74ffa-fab0-4355-8533-9cdd25b281b8/koonti_tehtavista_+27.10.2017.pdf?t=1509108385000)

- Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57. <https://www.proquest.com/docview/195208506?accountid=14774>
- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Lonka, K., Hietajärvi, L., Hohti, R., Nuorteva, M., Raunio, A. P., Sandström, N., Vaara, L., & Westling, S. K. (2015). Ilmiölähtöisesti kohti innostavaa oppimista [Book]. In H. Cantell (Ed.), *Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia* (pp. 49–76). PS-kustannus.
- Lonning, R. A., & DeFranco, T. C. (1997). Integration of Science and Mathematics: A Theoretical Model. *School Science and Mathematics*, 97(4), 212–215. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.1997.TB17369.X>
- Lukiolaki 714/2018 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX ®. (n.d.). Retrieved May 10, 2022, from <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180714#L3P11>
- Lukion erityinen koulutustehtävä (Opetus-ja). (2017). <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160210>
- Lukion keskiarvorajat Keskiarvokoneella! (2021, February 9). Tutorhouse.fi. <https://www.tutorhouse.fi/lukion-keskiarvorajat-keskiarvokone>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/S40594-018-0151-2/TABLES/4>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/SCE.21522>
- Mason, T. (1996). Integrated curricula: Potential and problems [Article]. *Journal of Teacher Education*, 47(4), 263. <https://doi.org/10.1177/0022487196474004>
- Meier, S. L., Nicol, M., & Cobbs, G. (1998). Potential Benefits and Barriers to Integration. *School Science and Mathematics*, 98(8), 438–447. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.1998.TB17436.X>
- Morrison, J., & McDuffie, A. R. (2009). Connecting Science and Mathematics: Using Inquiry Investigations to Learn About Data Collection, Analysis, and Display. *School Science and*

*Mathematics*, 109(1), 31–44. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.2009.TB17860.X>

Nyysölä, K. (2013). Koulutuksen ohjaus. Näkökulmia koulutuksen ohjausjärjestelmiin, tietoperustaisuuteen ja valintoihin. Raportit ja selvitykset 2013:12. In *Raportit ja selvitykset 2013:12*. <https://docplayer.fi/3678199-Kari-nyyssola-koulutuksen-ohjaus-nakokulmia-koulutuksen-ohjausjarjestelmiin-tietoperustaisuuteen-ja-valintoihin-raportit-ja-selvitykset-2013-12.html>

Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/172124\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2015.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf)

Opetushallitus. (2019). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019*. [www.oph.fi](http://www.oph.fi)

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43.

<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

Perusopetuksen jälkeisen koulutuksen yhteishaun pisterajat. (n.d.). Retrieved February 25, 2022, from [https://vipunen.fi/fi-fi/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/fi-fi/Raportit/Ammatillisen koulutuksen ja lukiokoulutuksen yhteishaku - pisterajat.xlwb](https://vipunen.fi/fi-fi/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/fi-fi/Raportit/Ammatillisen_koulutuksen_ja_lukiokoulutuksen_yhteishaku_-_pisterajat.xlwb)

Rennie, L., Venville, G., & Wallace, J. (2012). Integrating science, technology, engineering, and mathematics: Issues, reflections, and ways forward. In *Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Issues, Reflections, and Ways Forward*. Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203803899>

Repko, A. F., & Szostak, R. (2020). *Interdisciplinary Research: Process and Theory* (4.). SAGE Publications.

[https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=b\\_C9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&ots=K6\\_gcM7H-6&sig=yUxWUxQa2IUesVuUusFb67p52L4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=b_C9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&ots=K6_gcM7H-6&sig=yUxWUxQa2IUesVuUusFb67p52L4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Ristiintaulukointi ja khiin neliö -testi | Akin menetelmäblogi. (n.d.). Retrieved May 5, 2022, from <https://tilastoapu.wordpress.com/2011/10/14/6-ristiintaulukointi-ja-khiin-nelio-testi/>

Ronis, D. (2008). *Problem-Based Learning for Math & Science: Integrating Inquiry and the Internet* - Diane L. Ronis - *Google-kirjat*. Corwin Press.

[https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=gnX750EfdKUC&oi=fnd&pg=PR7&ots=WdvejNtIVC&sig=P6ZC43ZaLbbKF01Doe\\_Puaxt4EU&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=gnX750EfdKUC&oi=fnd&pg=PR7&ots=WdvejNtIVC&sig=P6ZC43ZaLbbKF01Doe_Puaxt4EU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in



gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review*, 16(2), 203–212.

<https://doi.org/10.1007/s12564-015-9362-0>

Saarnio, M., & Vepsä, J. (2022). Oppiainerajat ylittävän opetuksen hyviä käytäntöjä. In M. Saarnio & J. Vepsä (Eds.), *Oppiainerajat ylittävä oppiminen lukiossa Kokemuksia ja tuloksia OROL-hankkeesta* (pp. 122–148). Tampereen yliopisto, Tampere 2022.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–28. <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>

Stinson, K., Harkness, S. S., Meyer, H., & Stallworth, J. (2009). Mathematics and Science Integration: Models and Characterizations. *School Science and Mathematics*, 109(3), 153–161. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.2009.TB17951.X>

Sund, P., & Gericke, N. (2020). Teaching contributions from secondary school subject areas to education for sustainable development—a comparative study of science, social science and language teachers. *Environmental Education Research*, 26(6), 772–794. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1754341>

Tolppanen, S. (2021). A tool for planning multidisciplinary teacher collaboration and project-based learning. *Educational Studies*. <https://doi.org/10.1080/03055698.2021.2012427>

Uusikylä, K., & Atjonen, P. (2007). *Didaktiikan perusteet* (P. Atjonen (Ed.); 3.-4. pain) [Book]. WSOY.

Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2004). Decision making and sources of knowledge: How students tackle integrated tasks in science, technology and mathematics. *Research in Science Education*, 34(2), 115–135. <https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000033762.75329.9B>

Wang, H. H., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., & Tormoehlen, R. L. (2020). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/S40594-019-0201-4/FIGURES/3>

Weinberg, A. E., & Sample McMeeking, L. B. (2017). Toward Meaningful Interdisciplinary Education: High School Teachers' Views of Mathematics and Science Integration. *School Science and Mathematics*, 117(5), 204–213. <https://doi.org/10.1111/ssm.12224>

Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with caution. Design and Technology Education. *An International Journal*, 16(1), 35. <https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1590>

## Liitteet

Liite 1. Aineiston keruun ensimmäisen vaiheen lukiot

Liite 2. Aineiston keruun toisen vaiheen lukiot

Liite 3. Aineiston keruun kolmannen vaiheen lukiot

Liite 4. Tutkimuksessa käytetty Webropol-kyselytyökalu

### Liite 1. Aineiston keruun ensimmäisen vaiheen lukiot

43 lukiota (sisältää 4 lukiota, joilla on erityinen koulutustehtävän luonnontieteissä ja 5 lukiota, joissa on luonnontiedelinja), joiden opetussuunnitelma julkaistu 17.3.2021 mennessä aakkosjärjestyksessä alueen mukaan.

<b>Koulun nimi</b>	<b>Alue</b>
Askolan lukio	Askola
Euran lukio	Eura
Hankoniemen lukio	Hanko
Harjavallan lukio	Harjavalta
Hausjärven lukio	Hausjärvi
Iin lukio	Ii
Iitin lukio	Iitti
Janakkalan lukio	Janakkala
Tulliportin normaalikoulu	Joensuu
Joensuun lyseon lukio	Joensuu
Joensuun yhteiskoulun lukio	Joensuu
Pyhäselän lukio	Joensuu
Jyväskylän normaalikoulu	Jyväskylä
Karkkilan lukio	Karkkila
Kinnulan lukio	Kinnula
Kuhmoisten yhtenäiskoulu	Kuhmoinen
Lahden yhteiskoulu	Lahti
Lahden lyseo	Lahti
Lappajärven Geolukio	Lappajärvi
Laukaan lukio	Laukaa
Leppävuiran lukio	Leppävirta
Novida lukio	Loimaa
Mäntsälän lukio	Mäntsälä
Mäntän lukio	Mänttä-Vilppula
Naantalın lukio	Naantali
Nurmeksen lukio	Nurmes
Arkadian yhteislyseon lukio	Nurmijärvi
Porin suomalaisen yhteislyseon lukio	Pori
Rautalammin lukio	Rautalammi
Rautjärven lukio	Rautjärvi
Halikon lukio	Salo

Seinäjoen lukio	Seinäjoki
Nurmon lukio	Seinäjoki
Sipoon lukio	Sipoo
Someron lukio	Somero
Sulkavan lukio	Sulkava
Suonenjoen lukio	Suonenjoki
Sysmän lukio	Sysmä
Säkylän seudun lukio	Säkylä
Puolalanmäen lukio	Turku
Turun Suomalaisen Yhteiskoulun lukio	Turku
Väinö Linnan lukio	Urjala
Äänekosken lukio	Äänekoski

### Liite 2. Aineiston keruun toisen vaiheen lukiot

8 lukiota, joilla on erityinen koulutustehtävän luonnontieteissä ja 11 lukiota, joissa on luonnontiedelinja, joiden opetussuunnitelma julkaistu 26.8.2021 mennessä aakkosjärjestyksessä alueen mukaan.

Koulun nimi	Erityinen koulutustehtävä luonnontieteissä	Alue
Otaniemen lukio	matematiikka- ja luonnontiedelinja	Espoo
Helsingin luonnontiedelukio	luonnontiedelinja	Helsinki
Helsingin matematiikkalukio	matematiikka- ja luonnontiedelinja	Helsinki
Kaurialan lukio	matematiikka- ja luonnontiedelinja	Hämeenlinna
Järvenpään lukio	matematiikka- ja luonnontiedelinja	Järvenpää
Kokkolan suomalainen lukio	luonnontiede- ja teknologialinja	Kokkola
Tampereen klassillinen lukio	luonnontiedelinja	Tampere
Martinlaakson lukio	luonnontiedelinja	Vantaa
	<b>Jokin matemaattis-luonnontieteellinen linja/polku</b>	
Munkkiniemen yhtenäiskoulu	luonnontiedelinja	Helsinki
Jyväskylän Lyseon lukio	luonnontiedepolku	Jyväskylä
Schildtin lukio	LUMA-polku	Jyväskylä
Kannuksen lukio	eläinlääketieteellinen linja	Kannus
Keravan lukio	luonnontieteellis-matemaattinen linja	Kerava
Kiuruveden lukio	matemaattis-luonnontieteellinen linja	Kiuruvesi
Karhulan lukio	matemaattis-teknologinen linja	Kotka
Kotkan lyseon lukio	ympäristöopinnot	Kotka
Ruoveden lukio	eläinlääketieteellinen linja	Ruovesi
Salon lukio	tiedelinja	Salo
Tampereen teknillinen lukio	matematiikka ja tietotekniikka -linja	Tampere

### Liite 3. Aineiston keruun kolmannen vaiheen lukiot

48 lukiota, joissa ei ole painotusta luonnontieteissä: satunnaisotantalista, aakkosjärjestyksessä alueen mukaan.

nro	Satunnaisotantalistan nro	Koulun nimi	Alue
1.	4.	Alajärven lukio	Alajärvi

2.	7.	Enontekiön Erälukio	Enontekiö
3.	9.	Haukilahden lukio	Espoo
4.	10.	Etelä-Tapiolan lukio	Espoo
5.	13.	Tapiolan lukio	Espoo
6.	14.	Kaitaan lukio	Espoo
7.	23.	Haapaveden lukio	Haapavesi
8.	35.	Mäkelänrinteen lukio	Helsinki
9.	38.	Oulunkylän yhteiskoulu	Helsinki
10.	42.	Helsingin Uusi yhteiskoulu	Helsinki
11.	47.	Helsingin Rudolf Steiner -koulu	Helsinki
12.	48.	Helsingin kielilukio	Helsinki
13.	49.	Suomalais-venäläinen koulu	Helsinki
14.	52.	Elias-koulu	Helsinki
15.	57.	Helsingin kuvataidelukio	Helsinki
16.	69.	Ilomantsin lukio	Ilomantsi
17.	75.	Joroisten lukio	Joroinen
18.	84.	Kangasalan lukio	Kangasala
19.	88.	Kauhajoen lukio	Kauhajoki
20.	95.	Kemijärven lukio	Kemijärvi
21.	102.	Kiteen lukio	Kitee
22.	106.	Kolarin lukio	Kolari
23.	115.	Kronoby gymnasium	Kronoby
24.	117.	Kuopion klassillinen lukio	Kuopio
25.	125.	Kurikan lukio	Kurikka
26.	134.	Lapuan lukio	Lapua
27.	139.	Lohjan Yhteislyseon lukio	Lohja
28.	156.	Nokian lukio	Nokia
29.	163.	Oulun lyseon lukio	Oulu
30.	184.	Pedersöre gymnasium	Pedersöre
31.	186.	Petäjäveden lukio	Petäjävesi
32.	189.	Jakobstads gymnasium	Pietarsaari
33.	201.	Puolangan lukio	Puolanka
34.	205.	Elisenvaaran lukio	Pöytyä
35.	213.	Rauman Lyseon lukio	Rauma
36.	219.	Saarijärven lukio	Saarijärvi
37.	225.	Savukosken lukio	Savukoski
38.	231.	Simon lukio	Simo
39.	239.	Tampereen lyseon lukio	Tampere
40.	244.	Tampereen Rudolf Steiner-koulu (Tampereen toimipiste)	Tampere
41.	252.	Turun klassillinen lukio	Turku
42.	253.	Turun normaalikoulu	Turku
43.	259.	Ulvilan lukio	Ulvila
44.	268.	Valkeakosken Tietotien lukio	Valkeakoski
45.	272.	Lumon lukio	Vantaa
46.	278.	Vieremän lukio	Vieremä
47.	280.	Viitasaaren lukio	Viitasaari
48.	284.	Ylitornion yhteiskoulun lukio	Ylitornio

**Liite 4.** Tutkimuksessa käytetty Webropol-kyselytyökalu

## LOPS 2021

 Pakolliset kentät merkitään asteriskilla (\*) ja ne tulee täyttää lomakkeen viimeistelemiseksi.

1. Koulun nimi \*

2. Alue \*

3. Erityistehtävä luonnontieteissä \*

- kyllä
- ei
- ei, mutta koulussa on jokin linja, jossa painotetaan luonnontieteitä (esim. luonnontiedelinja)

4. KE1 (kemia ja minä) ja KE2 (kemia ja kestävä tulevaisuus) muodostavat 2 op opintojakson \*

- kyllä
- ei
- kyllä, mutta moduulit on järjestelty myös vaihtoehtoisella tavalla opintojaksoiksi.

5. KE1 (kemia ja minä) muodostaa opintojakson

- FY1 kanssa
- muu, minkä kanssa?

6. KE2 (kemia ja kestävä tulevaisuus) muodostaa opintojakson

FY2 kanssa

muu, minkä kanssa?

7. KE3-KE6 moduulit ovat kaikki omina 2 op opintojaksoina \*

kyllä

ei

8. KE3 (molekyylit ja mallit)

omana opintojaksona

yhdistetty, minkä kanssa?

9. KE4 (kemiallinen reaktio)

omana opintojaksona

yhdistetty, minkä kanssa?

10. KE5 (kemiallinen energia ja kiertotalous)

omana opintojaksona

yhdistetty, minkä kanssa?

11. KE6 (kemiallinen tasapaino)

omana opintojaksona

yhdistetty, minkä kanssa?

12. Tarjotaan lukiokohtaisia valinnaisia opintojaksoja, joissa oppiaineita on yhdistetty kemian kanssa? \*

kyllä

ei

13. Lukiokohtaiset valinnaiset opintojaksot, joissa integraatiota kemian kanssa:

**opintojakson nimi** \_\_\_\_\_

**laajuus (op)** \_\_\_\_\_

**aineet, jotka yhdistyvät kemian kanssa**

fysiikka

biologia

matematiikka

muu?

**muut aineet:** \_\_\_\_\_

**Temaattiset opinnot**

Kyllä

Ei

**opintojakson kuvaus:** \_\_\_\_\_

**Kenelle opintojakso on tarjolla?**

kaikille

ensisijaisesti luonnontiedelinjalaisille

**muita erityistietoja**

pääsykokeisiin valmistava

korkeakoulu/työelämä/ yritysyhteistyö

opintoretki