

# **Langanvärjäys kemian ja käsityön integraationa yläkoulussa**

Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

24.5.2023

Riina Siivola

## Tiivistelmä

Tutkimuksen kirjallisessa osassa käsitellään oppiaineiden integrointia, sen näkymistä nykyisissä peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa ja integroinnin sovelluksia. Oppiaineiden integroinnissa yhdistetään kahta tai useampaa oppiainetta, jolloin opeteltavasta aiheesta saadaan syvällisempi ymmärrys. Sen hyviä puolia ovat muun muassa kokonaisvaltainen kuva opiskeltavasta asiasta, oppilaiden motivaation kasvaminen ja opettajien välisen yhteistyön lisääntyminen. Nykyisissä peruskoulun opetussuunnitelmien perusteissa vaaditaan vuosittain järjestettävän monialainen oppimiskokonaisuus, jossa oppilaat pääsevät mahdollisuuksien mukaan monialaisesti ja eri-ikäisten kanssa opiskelemaan jotain aihetta. Integroinnin sovelluksista käsitellään myös projektioppiminen ja ilmiölähtöinen oppiminen.

Kirjallisessa osassa käsitellään myös luonnonväreillä värjäämisen kemiaa. Värjäyksessä kasvista uutetaan väriaineet veteen, jolloin ne liikkuvat värjättävän kuidun sisälle. Värjäykseen vaikuttavista tekijöistä käsitellään kuidun rakenne, pureteaineet, väriaineen rakenne ja värjäysliemen happamuus.

Tutkimuksen kokeellisessa osassa luotiin kemiaa ja käsitöitä integroiva oppimiskokonaisuus langanvärjäyksestä luonnonväreillä. Oppimiskokonaisuudessa oppilaat värjäävät lankaa opetellen samalla kemian, biologian ja historian teoriasisältöjä. Oppimiskokonaisuutta kokeiltiin yläkoulun 8.-luokkalaisten valinnaisen käsityöntunnilla. Tutkimukseen kuuluivat kokeilussa olleiden oppilaiden kysely, oppilaiden käsityönopettajan haastattelu ja tutkijan oma havainnointi kokeilun aikana.

Oppilaat kokivat oppimiskokonaisuuden värjäämisen mielenkiintoisena ja teoriaosuudessa pidettiin eniten biologian sisällöistä. Opettajan mielestä oppimiskokonaisuudessa oli hyvää sen laaja-alainen aiheen käsittely, mutta aikataulutuksessa olisi vielä parantamisen varaa. Yleisesti hän pitää integroinnin ideaa hyvänä ja onkin järjestänyt muutamia integrointia hyödyntäviä kokonaisuuksia muiden aineiden kanssa. Integroinnin järjestämistä kuitenkin vaikeuttavat koulun rakenteet, kuten oppiaineiden palkitus ja opettajien erilaiset työajat, sekä valmiin materiaalin puute.

## Esipuhe

Tutkimuksen aiheeksi valikoitui opetuksen integraatio, sillä ollessani yläkoulussa sijaisena lukuvuoden 2021-2022 huomasin, ettei integrointia järjestetä kovin paljoa. Keskustelin koulun opettajien kanssa ja heidän mielestään integrointi ja monialainen opettaminen olisi hyvä idea, mutta valmista materiaalia ei ole paljon saatavilla. Muutamalla aineenopettajalla oli kuitenkin ideoita, miten omaa oppiainetta pystyisi integroimaan muiden kanssa. Täten päätin luoda gradussani oppiaineita integroivan kokonaisuuden.

Tutkimuksen kirjallinen osa aloitettiin syksyllä 2022 ja saatiin valmiiksi keväällä 2023. Kirjallisuushaussa hyödynnettiin ERIC-tietokantaa ja Google Scholar -hakukonetta. Aineiston rajaaminen oli haastavaa, sillä aihe on laaja. Rajaus kuitenkin tehtiin keskittymällä oppiaineiden integroinnin ja muutaman sitä hyödyntävän menetelmän määritelmiin ja kemian opetuksen sovelluksiin menetelmästä.

Kokeellisen osan oppimiskokonaisuuden aiheen päättäminen oli haastavaa, ja aloitinkin kirjallisen osan kirjoittamisen ensin toinen aihe mielessäni. Kuitenkin joululomalla keskustellessani sukulaisten kanssa graduni aiheesta, heiltä ehdotettiin käsityötä kemian kanssa integroivaksi aineeksi, sillä teen paljon käsitöitä vapaa-ajalla. Täten langanvärjäys päätyi oppimiskokonaisuuden lopulliseksi aiheeksi. Kokonaisuuden suunnittelu aloitettiin tammikuussa 2023 ja sen testaaminen tehtiin maaliskuussa 2023. Tämän jälkeen tutkimuksen kokeellinen osa kirjoitettiin loppukevään 2023 aikana.

Haluan kiittää tutkimukseni ohjaajaa yliopistonopettaja FT Jouni Väliisaarta motivoinnista, kannustamisesta sekä ideoista kirjalliseen ja kokeelliseen osaan ja oppimiskokonaisuuteen liittyen. Haluan myös kiittää tutkimukseen osallistunutta opettajaa, hänen kanssaan käyty haastattelu ja muut keskustelut auttoivat paljon oppimiskokonaisuuden, yleisesti integroinnin ja muutenkin tulevan opettajuuden kanssa. Kiitän myös tutkimukseen osallistuneita oppilaita innostuksesta ja kiinnostuksesta erilaiseen opetustapaan. Lopuksi haluan kiittää perhettäni, ystäviäni ja kissaani tukemisesta koko graduprosessin ajan.

Jyväskylässä 21.5.2023

Riina Siivola

## Sisällysluettelo

<b>Tiivistelmä.....</b>	<b>ii</b>
<b>Esipuhe.....</b>	<b>iii</b>
<b>Sisällysluettelo.....</b>	<b>iv</b>
<b>1. Johdanto.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Oppiaineiden integrointi.....</b>	<b>2</b>
2.1 Integroinnin määritelmä.....	2
2.2 Integroinnin edut ja haasteet.....	3
2.3 Integroidun oppimiskokonaisuuden rakentaminen.....	6
2.4 Integroinnin käyttö kemian ja muiden luonnontieteiden opetuksessa.....	8
<b>3. Oppiaineiden integrointi ja eheyttäminen opetussuunnitelmien perusteissa.....</b>	<b>13</b>
3.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet.....	13
3.2 Lukion opetussuunnitelman perusteet.....	17
<b>4. Integroinnin sovelluksia.....</b>	<b>19</b>
4.1 Monialaiset oppimiskokonaisuudet.....	19
4.2 Projektioppiminen.....	24
4.3 Ilmiölähtöinen oppiminen.....	27
4.4 Yhteenveto integroinnin sovelluksista.....	30
<b>5. Langanvärjäys luonnonmateriaalilla.....</b>	<b>31</b>
5.1 Värjäysprosessi ja siihen vaikuttavat tekijät.....	32
5.1.1 Kuidun rakenne.....	32
5.1.2 Happamuus.....	35
5.1.3 Poretus.....	36
5.1.4 Väriaineet.....	38
5.2 Langanvärjäys kemian opetuksessa.....	42
<b>6. Kehittämistutkimus.....</b>	<b>46</b>
<b>7. Tutkimuskysymykset.....</b>	<b>49</b>
<b>8. Tutkimusmenetelmät.....</b>	<b>49</b>
8.1 Kehittämistutkimus.....	49

8.2 Kyselytutkimus.....	50
8.3 Haastattelututkimus.....	51
8.4 Havainnointitutkimus.....	51
8.5 Sisällönanalyysi.....	52
8.6 Tilastollinen analyysi.....	53
<b>9. Tutkimusaineisto.....</b>	<b>53</b>
<b>10. Oppimiskokonaisuuden suunnittelu.....</b>	<b>54</b>
<b>11. Tulokset ja tulosten analysointi.....</b>	<b>56</b>
11.1 Oppituntien kulku.....	56
11.2 Kyselytutkimuksen tulokset ja analysointi.....	57
11.3. Haastattelututkimuksen tulokset ja analysointi.....	61
11.4 Havainnointitutkimuksen tulokset ja analysointi.....	65
11.5 Eri tutkimusmenetelmien tulosten vertailu.....	66
11.6 Oppimiskokonaisuuden parannusehdotuksia.....	67
<b>12. Yhteenveto.....</b>	<b>68</b>
12.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin.....	68
12.2 Pohdinta.....	69
12.3 Tutkimuksen eettisyyden ja luotettavuuden arviointi.....	71
12.4 Jatkotutkimusideoita.....	73
<b>13. Kirjallisuusluettelo.....</b>	<b>74</b>
<b>Liitteet</b>	
Liite 1: Oppilaiden kyselylomake	
Liite 2: Opettajan haastattelurunko	
Liite 3: Oppituntien havainnointilomake	
Liite 4: Oppilaan materiaalit	
Liite 5: Opettajan materiaalit	
Liite 6: Oppituntien aikataulut	

## 1. Johdanto

*“Kun olet kävelemässä luonnossa, et näe kolmen vartin ajan kukkia, jonka jälkeen kolmen vartin ajan eläimiä. - - Toisaalta voit myös poimia kukkia ja keskittyä ainoastaan niihin kolmen vartin ajan.”* (Jacobs, 1989a, s. 2, suomennos tutkijan)

Näin Jacobs (1989a) vertasi oppiaineita integroivaa opetusta tavalliseen opetukseen. Samalla hän kuitenkin muistuttaa, että vaikka integroinnin avulla pystytään oppimaan monipuolisesti, tarvitaan edelleen myös perinteistä oppiainejakautunutta opetusta.

Oppiaineiden integrointi alkoi amerikkalaisen opettajan ja filosofin John Deweyn ajatuksista 1800- ja 1900-lukujen taitteessa. (McPhail, 2020) Se ei siis ole uusi keksintö, vaan opetustapa, joka aika ajoin nostetaan pinnalle. Esimerkiksi vuonna 1970 ilmestynyt Suomen ensimmäinen peruskoulun opetussuunnitelma painotti kokonaisvaltaista opetusta ja integrointia. Tästä kuitenkin luovuttiin nopeasti ja seuraavassa opetussuunnitelmassa integroinnin osuutta vähennettiin huomattavasti. (Niemelä & Tirri, 2018) Samoihin aikoihin ilmestyi myös Jacobsin (1989) integroidun opetussuunnitelman opas, jonka määritelmiä ja ideoita käytetään edelleen.

Luonnonväreillä värjäämistä on esiintynyt esihistoriallisesta ajasta lähtien. Nykyisin synteettisten väriaineiden ympäristöhaitoista (Gias Uddin, 2014) johtuen kiinnostus luonnonväreillä värjäämiseen on jälleen kasvanut. Kiinnostusta on sekä harrastaja- että teollisuuden tasolla. Harrastajien kiinnostusta on lisännyt myös internetin tuoma mahdollisuus värjäysohjeiden helpolle levitykselle. Kerätessä itse käytettäviä värjäyskasveja, voidaan hyödyntää paikallisesti runsaasti kasvavia kasveja, kuten järviruokoa, tai haitallisia vieraskasveja, kuten lupiinia. Näin myös säilytetään luonnon monimuotoisuutta. Toinen mahdollisuus on hyödyntää syntyvää biojätettä värjäyksessä, esimerkiksi kahvinporo, sipulinkuoret tai käytetyt teenlehdet toimivat hyvinä värin lähteinä. Näitä keinoja tutkitaan myös teollisuuden tasolla, jotta tekstiiliteollisuuden ympäristöhaitat pienenisivät. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Räisänen ym., 2015; Taito, 2021)

## 2. Oppiaineiden integrointi

### 2.1 Integroinnin määritelmä

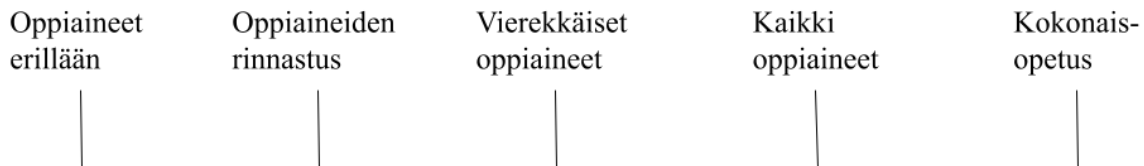
Suomessa oppiainerajat rikkovalle opiskelulle käytetään kahta termiä, oppiaineiden integrointi ja eheyttäminen. Osan mielestä näillä kahdella tarkoitetaan samaa asiaa, toisten mielestä integrointi on yksi keino toteuttaa eheyttämistä. (Cantell, 2015; Ruokonen, 2017) Nykyisissä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa integrointi on tapa yhdistää oppiaineita kokonaisuudeksi, mikä on yksi keino toteuttaa eheyttämistä (Opetushallitus, 2016). Toisaalta englanninkielisessä kirjallisuudessa integroinnille ja eheyttämiselle käytetään samaa termiä *integration* (esimerkiksi Jacobs, 1989a; Wall & Leckie, 2017). Tästä syystä johtuen tässä tutkimuksessa käytetään käsitettä integrointi, ellei lähdemateriaali erikseen puhu eheyttämisestä.

Integroinnille on useita eri määritelmiä sekä alatermejä. Puhuttaessa oppiaineisiin ja opetussuunnitelmaan liittyvästä integroinnista McPhail (2020) määrittelee sen olevan kahden tai useamman oppiaineen yhdistelmä opettaessa aihetta, johon kuuluu oppiaineiden aiheiden, tietojen ja taitojen yhdistäminen. Gill ja Fisher (2014) taas painottavat määritelmässään integroinnin merkitystä: integroinnilla tarkoituksellisesti vedetään yhteen tietoja, näkökulmia ja tiedonhakekeinoja enemmän kuin yhdestä alasta, jotta voidaan kehittää voimakkaampi ymmärrys keskeisestä ideasta, ongelmasta, henkilöstä tai tapahtumasta, käsittäen sekä asian filosofisen että käytännöllisen puolen. Yhdistetään nämä määritelmät tässä tutkimuksessa ja käytetään oppiaineiden integroinnin määritelmänä:

Integroinnissa yhdistetään kaksi tai useampi oppiaine käyttäen niiden tietoja, taitoja, näkökulmia sekä tiedonhakekeinoja, jotta saataisiin syvällisempi ymmärrys opittavasta ideasta, ongelmasta, henkilöstä tai tapahtumasta.

Opetuksen integroinnille on myös paljon alatermejä, jotka määrittelevät joko miten integrointia toteutetaan tai kuinka monta oppiainetta integroidaan keskenään. Jacobsin (1989b) oppaassa on integroinnin jana, joka kuvastaa kuinka syvällisesti integrointia toteutetaan ja miten monessa oppiaineessa (kuva 1). Liikuttaessa janalla vasemmalta oikealle integroinnista tulee syvällisempää. Janan vasemmalla laidalla on oppiaineiden rinnastus, jossa samaa aihetta opetetaan eri oppiaineissa samaan aikaan. Tällöin syvällistä integrointia ja ymmärrystä aiheesta ei vielä tapahdu, sillä aineiden yhteydet jäävät oppilaille vielä hämärän peittoon. Seuraavana on "vierekkäisten oppiaineiden", kuten kemia ja fysiikka, yhdistäminen

oppimiskokonaisuudeksi, jossa opetellaan tietty aihe. Tällainen on esimerkiksi yläasteen keittökemian valinnainen kurssi. Oikeassa laidassa on kaikkien oppiaineiden yhdistäminen oppimiskokonaisuudeksi tietyn aiheen oppimiseksi. Kaikkein oikeanpuoleisena on kaiken opetuksen järjestäminen kokonaisopetuksena, kuten Suomen esikouluissa. (Jacobs, 1989b)



Kuva 1. Oppiaineiden integroinnin jana, integroinnin syvällisyys ja mukana olevien oppiaineiden määrä kasvavat vasemmalta oikealle. Kuva mukailtu Jacobs (1989b).

Edellä olleen janan lisäksi integroinnilla on myös muita muotoja. Kuvitellaan esimerkiksi luonnontieteitä yhdistävä kurssi. Kurssilla voidaan opettaa asiat oppiainejärjestyksessä, eli ensin opiskellaan biologian sisällöt, jonka jälkeen kemia ja viimeisenä fysiikka. Tällöin kyseessä ei ole vielä syvälinen integrointi. Astetta syvemmälle päästään kun keskustellaan jostain kurssin aiheesta kaikkien oppiaineiden kannalta niiden rajat kuitenkin säilyttäen. Kolmas vaihtoehto on häivyttää kaikki oppiainerajat ja keskustella asioista ongelmalähtöisesti. (Loepp, 1999) Suomessa alakoulussa opiskeltava ympäristöoppi on tällainen esimerkki luonnontieteitä integroivasta opetuksesta (Opetushallitus, 2016). Integroinnin tasoon ja muotoon vaikuttavat paikallinen opetussuunnitelma, oppiainetta opettava opettaja ja käytetty kirja. (Loepp, 1999)

## 2.2 Integroinnin edut ja haasteet

Oppiaineiden integroinnilla on todettu olevan monia hyviä puolia oppilaille. Integroinnin avulla on helpompi käsitellä oikean maailman ongelmia, aiheita, tapahtumia tai ihmisiä. Tällöin näistä asioista saadaan kokonaisvaltaisempi kuva, kuin jos niitä olisi opiskeltu vain yhden oppiaineen tunnilla yhdestä näkökulmasta. (Loepp, 1999) Oppilaiden motivaatio ja asenteet oppimista kohtaan paranevat ja poissaolot vähenevät. Tämän uskotaan johtuvan siitä, että monesti oppiaineita integroidessa oppilaat saavat itse päättää opiskeltavan aiheen tai aihe on heille tärkeä tai muuten ajankohtainen. (Drake & Reid, 2018; Loepp, 1999; McPhail, 2020; Wall & Leckie, 2017) Oppilaat ovat myös varmempia itsestään ja omasta tekemisestään. He muodostavat enemmän positiivisia suhteita sekä ikätovereihin että opettajiin, sillä opetuksessa käytetään usein ryhmä- tai paritöitä opiskelumuotoina. He myöskin tunnistavat paikkansa



yhteisöissään. (Drake & Reid, 2018) Lisäksi oppilailla ongelmanratkaisutaidot kehittyvät sekä tieteellinen uteliaisuus kasvaa. (Loepp, 1999) Oppilaat ovat toisaalta kertoneet, että oppiminen on hauskeempaa ja oppimiselle oli tarkoitus kun käytettiin integroituja menetelmiä. Integrointi mahdollistaa oppimisen muilta oppilailta ja antaa vastuuta omasta oppimisestaan. (Smith & Karr-Kidwell, 2000) Oppilaiden on niin ikään pakko ajatella asioista itse, ei riitä että opettelee asioita ulkoa. (Wall & Leckie, 2017) Näin ollen oppilaiden ajattelun taidot, kuten päätöksenteko tai luova ajattelu, paranevat. (Perkins, 1989)

Oppimistuloksissa asiat eivät ole niin selkeitä. Kaikissa tutkimuksissa ei ole havaittu, että integrointi parantaisi oppimistuloksia (Drake & Reid, 2018), vaikkakin joissakin tutkimuksissa on havaittu korkeammalla tasolla suorittamista (Loepp, 1999). Asioita opitaan kuitenkin syvällisemmin ja opittu asia on relevanttia oppilaille (Loepp, 1999). Osalla PISA-tutkimuksen kärkipaikoilla olevista maista on integrointia oppimistapana hyödyntäviä säännöksiä. Esimerkiksi Etelä-Korean lukioissa on integrointia hyödyntävä opetussuunnitelma, jossa historia, yhteiskuntaoppi ja maantieto ovat yhtenä oppiaineena sekä fysiikka, kemia ja biologia toisena oppiaineena. (Drake & Reid, 2018)

Haasteita oppilaiden kannalta oppiaineiden integroinnilla ei ole monia. Osalla oppilaista saattaa olla asiaa kohtaan muutosvastaisuutta, mitä tulee aina kun muutetaan asioita. (Wall & Leckie, 2017) Lisäksi oppilaiden havaitsemat tiettyjen aineiden opiskelutekniikat eivät aina toimi integroidussa opetuksessa, mikä saattaa aiheuttaa vastarintaa opetukselle. (Jacobs, 1989b; Wall & Leckie, 2017) Mikäli integrointia ei tehdä kunnolla ja oppiaineiden yhteyksiä ei tuoda kunnolla esille, integroinnin tarkoitus saattaa jäädä hämärän peittoon oppilaille. (Jacobs, 1989b)

Opettajien kannalta integroinnista on hyötyä, sillä se lisää opettajien välistä yhteistyötä ja kommunikointia. (McPhail, 2020) Opettajat oppivat tekemään tällöin kompromisseja opetettavasta aineestaan. (Gill & Fisher, 2014) Opetus säilyy myös tuoreena, sillä se on sitoutuneena oikeaan maailmaan ja sen ongelmiin. (Smith & Karr-Kidwell, 2000) Opettajilla on lisäksi mahdollisuus oppia myös heille itselleen uutta, sillä oppilaiden valitsemat aiheet saattavat olla heillekin uusia (Loepp, 1999) tai integroidussa kokonaisuudessa on oppiaineita, joissa opettaja ei ole asiantuntija (Niemelä & Tirri, 2018).

Integroinnin haasteet opettajien kannalta liittyvät suureksi osaksi käytettäviin resursseihin. Koska integroivaan opetukseen on saatavilla vain vähän valmista oppimateriaalia, opettajat

joutuvat sen tekemään itse. Tämä tarkoittaa paljon sekä itsenäisesti että yhdessä tehtävää suunnittelua, etukäteisvalmistelua, rahaa ja mahdollisesti lisäkoulutusta. (Gill & Fisher, 2014; Jacobs, 1989a; Smith & Karr-Kidwell, 2000) Opettajien työmäärä on jo valmiiksi suuri, joten suunnittelulle ei yleensä ole aikaa, varsinkin jos suunnittelua pitäisi tehdä isommassa ryhmässä (Gill & Fisher, 2014; Niemelä & Tirri, 2018). Lisäksi itse toteutuksessa varsinkin ensimmäisillä kerroilla mukana olisi hyvä olla tarpeeksi opettajia oppilaita auttamassa. (Gill & Fisher, 2014)

Kuten oppilaissa, myös opettajissa vallitsee muutosvastaisuutta, varsinkin vanhemmassa polvessa. Tätä esiintyy etenkin, jos integrointi tuodaan vain hallinnolta, eikä opettajilla ole siihen päätösvaltaa. Muutosvastaisuus saattaa myös luoda jännitteitä ja epävarmuutta nuoremmille opettajille, jotka haluaisivat kokeilla oppiaineiden integrointia. (Niemelä & Tirri, 2018) Muutosvastaisuutta saattaa niin ikään aiheuttaa halu suojella ja vaalia omaa opetettavaa ainetta, jotta se opetettaisiin kunnolla ja opettajan mielestä oikein. (Gill & Fisher, 2014)

Opetuksen aiheen valitseminen voi olla myös haastavaa, sillä sen pitää olla mielenkiintoinen oppilaille, mutta samalla sellainen että siitä saadaan yhtenäinen kokonaisuus kun mukaan otetaan useita oppiaineita. (Gill & Fisher, 2014) Mikäli yksi opettaja opettaa koko integroidun kokonaisuuden, häneltä myös saattaa puuttua tarpeellinen teoreettinen tausta muista kuin oman oppiaineen osuuksista tai aineiden yhteyksistä toisiinsa, jolloin oppilaat eivät saa tarpeeksi syvällistä opetusta asiasta. (Cassidy & Puttick, 2022)

Koulupäivän rakenne ei myöskään suoraan tue integrointia, sillä oppiaineet on sijoitettu omiin ajanjaksoihinsa, joten toteutuessaan integrointi tarvitsee joustoa lukujärjestyksiin. Tämä vaatii hallinnon ja säädösten tuen integroinnille. (Gill & Fisher, 2014) Haasteen integroinnin lisäämiselle tuo myös se, että samaan aikaan koulumaailmaan tulee uutta teknologiaa, rinnakkaisopetusta ja inklusiota. Nämä kaikki yhdessä aiheuttavat opettajan työhön paljon muutoksia, mikä vie oman aikansa totuttautua. (Niemelä & Tirri, 2018) Taulukkoon 1 on koottu integroinnin keskeisimmät edut ja haasteet oppilaiden ja opettajien näkökulmasta.

Taulukko 1. Oppiaineiden integroinnin edut ja haasteet oppilaiden ja opettajien näkökulmasta.

	<b>Oppilaan näkökulma</b>	<b>Opettajan näkökulma</b>
<b>Edut</b>	Kokonaisvaltainen kuva (Loepp, 1999) Motivaatio paranee, poissaolot vähenevät (Drake & Reid, 2018) Positiiviset suhteet (Drake & Reid, 2018) Vastuu oppimisesta, oppiminen hauskaa (Smith & Karr-Kidwell, 2000) Syväisempi oppiminen (Loepp, 1999)	Opettajien välinen yhteistyö (McPhail, 2020) Opetus tuoretta (Smith & Karr-Kidwell, 2000) Opettajat oppivat uutta (Loepp, 1999)
<b>Haasteet</b>	Muutosvastaisuus (Wall & Leckie, 2017) Omaksutut opiskelutekniikat eivät välttämättä toimi (Jacobs, 1989b) Integroinnin tarkoitus saattaa jäädä epäselväksi (Jacobs, 1989b)	Raskas suunnittelu (Smith & Karr-Kidwell, 2000) Ei valmista oppimateriaalia (Jacobs, 1989a) Muutosvastaisuus (Niemelä & Tirri, 2018) Aiheen valinta (Gill & Fisher, 2014) Lukujärjestyksen rakenne (Gill & Fisher, 2014) Paljon uudistuksia (Niemelä & Tirri, 2018)

### 2.3 Integroidun oppimiskokonaisuuden rakentaminen

Aloittaessa suunnittelemaan integroitua oppimiskokonaisuutta, on hyvä muistaa että kaikkea ei tarvitse eikä kannatakaan integroida. (Wall & Leckie, 2017) Integroidun kokonaisuuden on oltava yhteneväinen ja yhteyksien eri oppiaineiden välillä on oltava selkeitä. Yhteyksillä on myös oltava jotakin lisäarvoa, että kokonaisuus olisi suurempi kuin osiensa summa. (Ackerman, 1989; Cassidy & Puttick, 2022) Ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista on myös hyvä tiedostaa suunnitteluun ja toteutukseen käytettävissä oleva aika, raha, muut opettajat, muut mahdolliset resurssit sekä opetuksen kohderyhmä. (Ackerman, 1989; Niemelä & Tirri, 2018)

Integroidun opetuskokonaisuuden suunnittelu alkaa joko aiheen valinnasta, jolloin mukana olevat oppiaineet määrittyvät aiheen perusteella (Jacobs, 1989c) tai päätetään mukana olevat oppiaineet, joiden perusteella valitaan opetuskokonaisuuden aihe (McPhail, 2020). Mikäli oppiaineet valitaan ensin, aiheen valinnassa kannattaa hyödyntää ajatuskarttoja, jotka tehdään jokaisen oppiaineen opetettavista asioista. Näin nähdään, missä asioissa esiintyy päällekkäisyyttä ja tietoa kannattaa lähteä syventämään. Aihetta päätettäessä kannattaa myös miettiä, mitä integrointi tuo opetukseen, eli mitä oppilaat oppivat aineiden yhteyksistä toisiinsa. (McPhail, 2020) Lisäksi aiheen pitäisi olla melko keskeinen kaikkien opittavien aineiden kannalta. Esimerkiksi integroitaessa matematiikkaa, fysiikkaa, historiaa ja kirjallisuutta liikenne ei ole keskeinen aihe näissä oppiaineissa ja täten se olisi huono aihe integroinnille. Toisaalta argumentointi ja todistaminen on keskeinen aihe omalla tavallaan kaikissa aineissa ja täten hyvä integroinnin aihe. (Perkins, 1989) Aihetta päätettäessä on

opettajien hyvä tietää, mitä muissa oppiaineissa opitaan, jolloin yhteisten teemojen löytäminen on helpompaa. (Niemelä & Tirri, 2018)

Mikäli aihe valitaan ennen oppiaineita, täytyy varmistaa että se on riittävän laaja, esimerkiksi valo tai nälänhätä ovat sopivan laajoja aiheita. Aihe voi olla myös jokin oppilaille merkityksellinen tapahtuma, kuten työnhaku. (Jacobs ym., 1989) Aiheenvalinnassa voi myös hyödyntää perusopetuksen tai lukion opetussuunnitelmien perusteita, ja niiden määrittelemiä tavoitteita laaja-alaiselle osaamiselle. (Drake & Reid, 2018; Opetushallitus, 2016; Opetushallitus, 2019) Kun aihe on valittu, mietitään siitä muodostuvia yhteyksiä oppiaineisiin. Nämä yhteydet voivat olla henkilöitä, kysymyksiä, asioita tai tapahtumia, jotka liittyvät aiheeseen. Esimerkiksi jos aiheena on lentäminen, matematiikan yhteydet voivat olla laskeutumisen kulmat ja lentokenttien pienoismallit, luonnontieteiden yhteydet lintujen lentokuviot ja aerodynamiikka sekä taiteiden da Vinci ja lentämisen elokuvat. (Jacobs, 1989c) Tärkeintä on, että jokainen mukana oleva oppiaine tuo asiaan uutta tietoa ja yhteyksiä sekä valittu aihe on mukana olevien oppiaineiden kannalta relevantti. (Jacobs ym., 1989) Kummassakin tapauksessa, valitaan aihe ennen tai jälkeen oppiaineiden, aiheenvalinnassa kannattaa käyttää oppilaita apuna. He voivat kokonaan päättää aiheen tai opettaja voi olla oppilaiden mukana päätösprosessissa. (Jacobs, 1989c; Niemelä & Tirri, 2018)

Kun aihe on valittu, sitä lähdetään syventämään ja erittelemään tarkemmin. (Jacobs, 1989c; McPhail, 2020) Mukana olevista oppiaineista päätetään, mitä tekniikoita ja oppimistapoja niistä halutaan mukaan. Esimerkiksi maantiedosta voidaan ottaa kartanlukua tai äidinkielestä tarinankerrontaa. Suunnitellaan tärkeimmät asiasisällöt ja niille looginen asiaesitys. (McPhail, 2020) Ajatukset ja ideat voidaan myös muuttaa kysymysmuotoon, joihin vastaamalla edetään oppimiskokonaisuudessa eteenpäin. Esimerkiksi aikaisempaan lentoesimerkkiin liittyen ohjaavat kysymykset voivat olla: mikä lentää, kuinka ja miksi luonnossa asiat lentävät, mikä on lentämisen vaikutus ihmisiin sekä mikä on lentämisen tulevaisuus. Tässä vaiheessa tehdään ikään kuin sisällysluettelo oppimiskokonaisuudessa käsiteltäville asioille. (Jacobs, 1989c)

Seuraavaksi mietitään joko tehtävät aktiviteetit, joiden perusteella suunnitellaan arviointi (Jacobs, 1989c; McPhail, 2020) tai oppimiskokonaisuuden arviointi suunnitellaan ensin, jonka perusteella tehdään aktiviteetit (Drake & Reid, 2018). Aktiviteettien pitää olla mahdollisimman monipuolisia ja aktiivisia ja niissä voidaan hyödyntää yksilö-, pari- tai ryhmätyöskentelyä sekä teknologiaa. Bloomin taksonomian kannalta aktiviteettien pitäisi olla

kaikilta tasoilta, yksinkertaisista muistamiseen liittyvistä tehtävistä luomista tarvitseviin korkeamman ajattelutason aktiviteetteihin. Jos edellisessä vaiheessa tehtiin ohjaavat kysymykset aiheeseen liittyen, valittujen aktiviteettien avulla pitäisi pystyä vastaamaan niistä jokaiseen. (Jacobs, 1989c) Aktiviteettien suunnittelussa on hyvä varmistaa, että niiden avulla opitaan myös ainekohtaisia taitoja ja opetuksessa on varmistettava että käytetään ainekohtaista sanastoa. Näin opitaan ainekohtaisia asioita, jotka muuten saattavat jäädä oppimatta. (Wall & Leckie, 2018) Aktiviteeteissa pitää myös hyödyntää oppiaineiden välisiä yhteyksiä sekä rakentaa materiaalia niiden varaan. Lisäksi aktiviteeteissa ja muussa opetuksessa käytettävien mallien ja esitysten pitää olla yhteneväisiä eri oppiaineiden välillä, tällöin yhteisten sisältöjen huomaaminen oppiaineiden välillä on helpompaa. (Cassidy & Puttick, 2022) Aktiviteeteissa ja muussa opetuksessa on huomioitava myös eritasoiset oppilaat ja eriyttäminen. (Smith & Karr-Kidwell, 2000)

Arviointia suunnitellessa kannattaa hyödyntää arviointimatriiseja, portfolioita ja muita tuotoksia, joita on tehty integroidun oppimiskokonaisuuden aikana. (Cassidy & Puttick, 2022; Drake & Reid, 2018; Loep, 1999) Myös itse-, pari- ja ryhmäarviointia kannattaa käyttää aktiviteeteista riippuen koko oppimiskokonaisuuden ajan, jolloin oppilaat voivat seurata oppimistaan helposti. (Wall & Leckie, 2017) Tärkeintä arvioinnissa on, että se on monipuolista ja opettaja hyödyntää sekä formatiivista että summatiivista arviointia. (Drake & Reid, 2018)

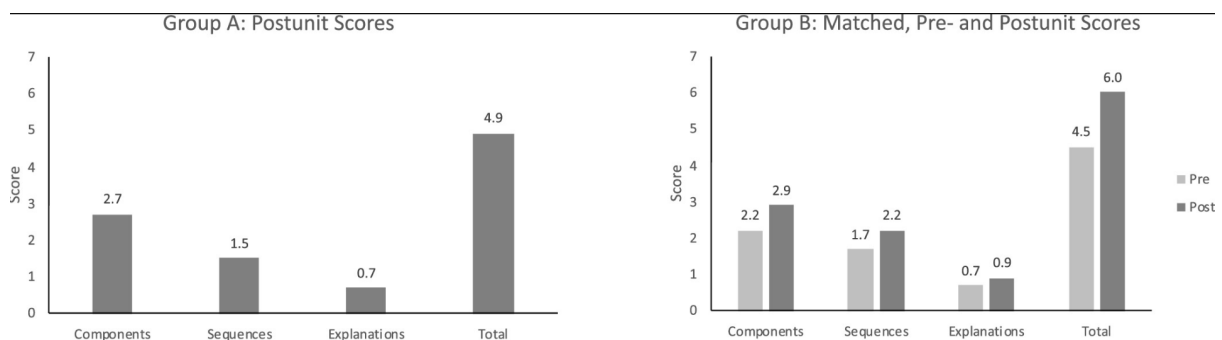
On tärkeää, että suunnittelun jokaisessa vaiheessa mukana olevat opettajat keskustelevat ja päättävät asioista yhteisesti, jotta kokonaisuudesta tulee yhtenäinen ja selkeä. (McPhail, 2020) Hallinnon tuki esimerkiksi aikataulullisissa asioissa on tärkeää. (Loep, 1999; McPhail, 2020) Myös oppilaita kannattaa hyödyntää suunnittelun jokaisessa vaiheessa niin paljon kuin mahdollista. Tällöin tehdystä oppimiskokonaisuudesta tulee mahdollisimman mielenkiintoinen heille ja kokonaisuudesta saadaan suurempi hyöty. (Drake & Reid, 2018)

## **2.4 Integroinnin käyttö kemian ja muiden luonnontieteiden opetuksessa**

Kemiaa integroidaan yleisimmin muiden luonnontieteiden tai matematiikan kanssa. Grooms (2021) tutkimusryhmänsä kanssa yhdisti kemian ja maantieteen kaupunkisaarekeilmiötä käsittelevässä opintojaksossa lukiolaisille. Kyseessä oli osa suurempaa uudistusta, jossa rakennettiin kurssi kemian ja maantieteen integroimiselle, mutta tutkimuksessa käsiteltiin yhtä osaa tästä. Opintojaksolla käytettiin mallinnusta integrointialustana ilmiön selittämisen apuna.

Jaksossa opittiin perinteisiä lämpökemian aiheita, kuten endo- ja eksotermisiä reaktioita sekä lämmönsiirtoa kaupunkisaarekeilmiön kontekstissa. Opiskelijat myös tutkivat kotikaupunkinsa lämpöaaltojen dataa kaupungissa ja maaseudulla sekä tekivät itse lämpötilatutkimuksia koulun alueella eri materiaalien kanssa. Lopuksi he rakensivat erilaisia malleja ja selityksiä havaintojen, kemian käsitteiden sekä kaupunkisaarekeilmiön välille. (Grooms ym., 2021)

Tutkimuksessa analysoitiin näitä opiskelijoiden tekemiä malleja arviointimatriisien avulla. Muutaman opiskelijan tekemät mallit ennen opetusta analysoitiin myös. Opiskelijat osasivat parhaiten mallin käsitteet eli nimitykset, kuvat ja symbolit. Toiseksi parhaiten osattiin yhteydet näiden käsitteiden välillä, eli syy-seuraussuhteet. Huonoiten osattiin selittää ilmiön kemiallinen tausta. Opiskelijoiden, jotka tekivät mallin myös ennen opintojaksoa, osaaminen parani huomattavasti käsitteiden osalta, muiden osalta paraneminen ei ollut merkittävää. Kuvassa 2 esitetään opiskelijoiden oppimistulokset. Ilmiö oli relevantti opiskelijoille, sillä heidän koulupäivänsä usein keskeytyi kaupunkisaarekeilmiön aiheuttaman rakennusten kuumentumisen seurauksena. Tästä syystä he pystyivät liittämään omia havaintojaan ja tietojään opintojaksolla opittuihin kemian ja maantieteen käsitteisiin. (Grooms ym., 2021)



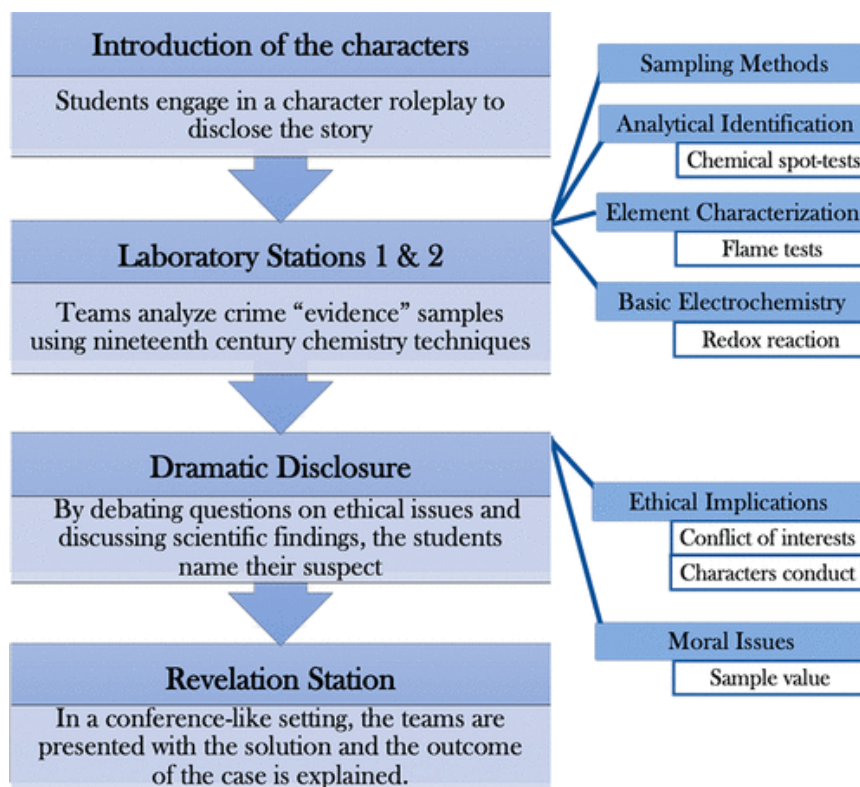
Kuva 2. Opiskelijoiden mallien analyysin oppimistulokset opetusjakson jälkeen ovat vasemmalla, oikealla ovat opiskelijat, joiden mallit ennen opetusjaksoa analysoitiin myös. Jokaisesta mallin kategoriasta (käsitteet, yhteydet, selitykset) oli mahdollista saada 0-3 pistettä. (Grooms ym., 2021)

Integroitavien kokonaisuuksien ei tarvitse aina olla koko kurssin tai opintojakson mittaisia. Esimerkiksi de Sousa Pereira ja Fernandes (2022) suunnittelivat lyhyen, noin yhden oppitunnin mittaisen kemian ja biologian integroivan kokonaisuuden happamuudesta. Tässä kokonaisuudessa opetettiin lukiolaisille pH:n ja happamuuden käsitteet sekä happamuuden vaikutus elämiseen mikro-organismien ja happamuuden terveysvaikutusten kautta. Tutkijat olivat etukäteen tehneet bakteeriviljelmiä, joissa setelissä olevia bakteereja oli altistettu

suolahapolle, etikalle, magnesiumin suolalle ja erilaisille puskuriliuksille. He olivat myös tehneet erilliset bakteeriviljelmät käsien bakteereille sen jälkeen kun kädet oli pesty etikalla, ionivaihdetulla vedellä, pesuaineella, magnesiumkarbonaattijauheella tai emäksisellä puskuriliuksella. (de Sousa Pereira & Fernandes, 2022)

Kokonaisuuteen kuului kolme aktiviteettia. Ensin mitattiin puskuriliuosten sähköpotentiaalierot ja tehtiin tuloksista kuvaaja. Tämän jälkeen mitattiin etikan, maidon sekä joidenkin happojen ja emästen sähköpotentiaalierot ja käytettiin edellä tehtyä kuvaajaa määrittelemään näiden pH-arvot. Viimeiseksi opiskelijoille näytettiin tutkijoiden tekemien bakteerien kasvunäytteiden kuvat ja keskusteltiin opettajan johdolla opiskelijoiden näkemyksistä aiheeseen liittyen. Tutkimukseen kuuluivat alku- ja lopputestit aiheeseen liittyen. Tutkimuksessa havaittiin, että opiskelijoiden ymmärrys happamuuden käsitteestä ja sen vaikutuksista elämään ja jokapäiväiseen elämään parani huomattavasti integroivan kokonaisuuden seurauksena. (de Sousa Pereira & Fernandes, 2022)

Dias (2021) tutkijaryhmänsä kanssa integroivat kemiaa filosofian etiikan kanssa, kun he tekivät pelin, jossa yläkoululaiset ratkoivat murhaa 1800-luvulta. Tässä portugalilaisen yliopiston kesäohjelmassa halukkaat oppilaat osallistuivat tarinankerronnan avulla peliin, jossa he tutkijoiden lailla yrittivät löydettyä todistusaineistoa kemiallisesti analysoiden ratkaista murhaajan sekä miettiä tapaukseen liittyviä eturistiriitoja niin syyllisten kuin syyttäjienkin osalta. Todistusaineistoa tutkittiin kuuden kokeen avulla, (1) hiuksia analysoitiin suurennuslasilla, (2) liekkikokeella tunnistettiin kuparisulfaattia, (3) värjäystestillä tunnistettiin magnesium- ja kuparisuola, (4) eksotermisellä katalyysillä havaittiin vetyperoksidia, (5) hapetus- ja pelkistysreaktioilla havaittiin polysakkarideja sekä (6) tutkittiin ei-newtonilaista fluidia. Kokeiden perusteella ryhmät päättelivät syyllisen ja esittelivät sen perusteluidensa kanssa muille osallistujille. Lopuksi paljastettiin oikea murhaaja ja keskusteltiin henkilöstä, joka ratkaisi tämän oikean tapauksen 1800-luvulla. Pelin kulku kuvataan kuvassa 3. (Dias ym., 2021)



Kuva 3. Kemiaa ja etiikkaa integroivan pelin kulku on kuvattu vasemmalla, oikealla on kemian ja etiikan käsiteltävät sisällöt. Kuva Dias ym. (2021).

Tutkimuksessa analysoitiin ryhmien peliraportteja, joihin he tekivät myös laboratoriomuistiinpanot, pelin jälkeistä kyselyä pelin sisällöstä ja vapaaehtoista palautetta pelistä. Peliraporteissa olleista asioista muodostettiin kolme kategoriaa: kemiallinen osaaminen, oikean murhaajan ja myrkyt tunnistaminen sekä eettisten kysymysten huomioiminen. Tutkimukseen osallistui noin 280 oppilasta, joista noin 40 % suoriutui pelistä hyvin, reilu puolet tyydyttävästi ja vajaa kymmenes puutteellisesti. Oppilaat oppivat kertomansa mukaan tieteen historiaa, tutkimisen taitoja (erityisesti havainnointikykyä), kemiallisten aineiden tunnistusta, positiivista asennetta kemiaa kohtaan sekä sosiaalisia taitoja. Vapaaehtoisessa palautteessa peli arvioitiin yleisesti asteikolla 1-5 (1=huono, 5=erinomainen), palautteenantajien keskiarvoksi peli sai luvun 4,77. (Dias ym., 2021)

Myös muita luonnontieteitä kuin kemiaa voidaan integroida. Anwar (2022) tutkijaryhmänsä kanssa suunnittelivat opintojakson yläkoululaisille, missä integroitiin biologiaa ja insinöritieteitä. Opintojakson lähtökohtana oli lähiojen saastuminen raskasainien seurauksena, joten jaksolla oppilaat suunnittelivat vedenpuhdistimen läheiselle vedenpuhdistuslaitokselle. Opintojakson suunnittelussa hyödynnettiin kyseisen vedenpuhdistuslaitoksen insinöörin tietämystä. Hän kirjoitti oppilaille motivaatiokirjeen, jossa



selitettiin saastuminen. Opintojakso koostui 15 oppitunnista, jotka oli jaettu seuraaviin osa-alueisiin: opintojakson esittely sekä tutkimuskysymysten teko; vesikierto ja veden suodattuminen maaperän läpi; tutkimus, kuinka kasvit käyttävät elotonta materiaalia elääkseen; vuorovaikutukset ekosysteemissä sekä vesisuodattimen rakentaminen. Oppilaat työskentelivät koko opintojakson pienryhmissä. (Anwar ym., 2022)

Opintojakson opettajille järjestettiin kolmen viikon intensiivikoulutus, jossa käsiteltiin luonnontieteiden ja matematiikan integroimista sekä opintojakson aiheita. Opettajat saivat myös oppitunteja varten neuvoja keskusteluryhmien ja ongelmaratkaisutilanteiden ohjaamiseen. Heitä ohjattiin oikeaan kielenkäyttöön, oppilaiden auttamiseen biologian käsitteiden parissa ja oppilaiden tukemiseen koko opintojakson ajan. Opettajilta myös pyydettiin, etteivät he antaisi oppilaille heti oikeaa ratkaisua, vaan antaisivat heidän oppia itse vaikeuksista ja epäonnistumisista. (Anwar ym., 2022)

Tutkimus sisälsi oppilaskyselyn, jossa selvitettiin heidän tietojaan aiheesta ennen ja jälkeen opintojakson sekä kahdeksan viikkoa opintojakson jälkeen. Näitä tuloksia verrattiin kontrolliryhmien tuloksiin, joille oli opetettu samat biologian sisällöt perinteisin opetustavoin. Tuloksista huomattiin, että opintojaksolle osallistuneet oppilaat suoriutuivat kyselystä paremmin kuin perinteisillä tavoilla opetetut oppilaat. Perinteisillä tavoilla oppineilla ei huomattu merkittävää muutosta oppimistuloksissa ennen ja jälkeen opetuksen. Opetuskokeiluun osallistuneet myös muistivat paremmin oppimansa asiat kahdeksan viikkoa opetuksen jälkeen. (Anwar ym., 2022)

McComas (2022) taas integroi biologiaa matematiikan ja kirjallisuuden kanssa. Hän suunnitteli opintojakson lahjakkaille oppilaille, jota hän on soveltanut yläkoululaisista yliopisto-opiskelijoihin. Opintojaksolla tutkittiin sirkkojen siritystä ja kuinka lämpötila vaikuttaa siihen. Jakso koostui neljästä osuudesta. Ensimmäiseksi herätettiin oppilaiden kiinnostus aiheeseen kirjallisuuden lukemisen, aiheeseen liittyvän keskustelun sekä haikujen kirjoittamisen avulla. Tämän jälkeen oppilaille soitettiin sirkkojen siritystä eri olosuhteissa (paikka, korkeus merenpinnasta, lämpötila) ja he tekivät havaintoja sirityksen muutoksista. Kolmannessa vaiheessa oppilaat tekivät kuvaajan sirkkojen sirityksen ja ympäristön lämpötilan suhteesta, jolloin huomattiin niiden matemaattinen yhteys. Selvitettyään tämän yhteyden kuvaajaa käytettiin ennustamaan sirkkojen siritysten määrä muissa kuin kokeessa olleissa lämpötiloissa. Tällöin mietittiin myös mallin rajoja. Lopuksi oppilaat saivat itse

päittää, minkälaisia jatkotutkimuksia he haluavat tehdä aiheeseen liittyen. He myös suunnittelivat tutkimukset ja mahdollisesti toteuttivat ne. (McComas, 2022)

Kaikissa edellä kuvatuissa tutkimuksissa on yhteistä opetuksen aiheen valinta. Aihe oli valittu niin, että se on mielenkiintoinen, ajankohtainen tai lähiympäristöön vaikuttava asia. Opetus ja oppiminen myös tapahtuivat suurelta osalta oppilaiden muodostamissa pienryhmissä. Kaikissa oli lisäksi tavoitteena parantaa oppilaiden ja opiskelijoiden oppimistuloksia, ja osassa myös asenteita luonnontieteitä kohtaan. Tässä oli onnistuttu kaikkien niiden tutkimusten osalta, joissa oli ilmoitettu oppimistuloksia. Oppilaat ja opiskelijat olivat suurelta osin oppineet opitun asian ja jopa oppineet sen mahdollista kontrolliryhmää paremmin (Anwar ym., 2022). Muutama tutkimusprojekti sisälsi lisäksi opettajille koulutusjakson aiheeseen ja oppiaineiden integrointiin liittyen ennen opetusta. (Anwar ym., 2022; Dias ym., 2021; Grooms ym., 2021; McComas, 2022; de Sousa Pereira & Fernandes, 2022)

### 3. Oppiaineiden integrointi ja eheyttäminen opetussuunnitelmien perusteissa

#### 3.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS) mainitaan eheyttäminen ja integrointi tärkeänä osana koulujen opetuksen toimintakulttuuria. Eheyttämisen tavoitteena on saada oppilaat havaitsemaan opiskeltavien asioiden välisiä suhteita sekä merkitystä oman elämän ja yhteiskunnan kannalta. Opetuksen aiheiksi ohjeistetaan valitsemaan todellisen maailman ilmiöitä ja teemoja. Aiheissa ja toteutustavoissa on myös huomioitava koulun toimintakulttuurin kulmakivet, kuten yhdenvertaisuus, demokraattinen toiminta ja kulttuurinen moninaisuus. POPS:n mukaan opetusta voidaan eheyttää

- *“rinnastamalla eli opiskelemalla samaa teemaa kahdessa tai useammassa oppiaineessa samanaikaisesti*
- *jaksottamalla eli järjestämällä samaan teemaan liittyvät asiat peräkkäin opiskeltaviksi*
- *toteuttamalla toiminnallisia aktiviteetteja kuten teemapäiviä, erilaisia tapahtumia, kampanjoita, opintokäyntejä ja leirikouluja*

- *suunnittelemalla monialaisia, pitempikestoisia oppimiskokonaisuuksia, joiden toteuttamiseen osallistuu useampia oppiaineita ja joihin voi sisältyä edellä mainittuja eheyttämistapoja*
- *muodostamalla oppiaineista integroituja kokonaisuuksia*
- *kokonaisopetuksena, jossa kaikki opetus toteutetaan eheyttynä kuten esiopetuksessa” (Opetushallitus, 2016, s. 31)*

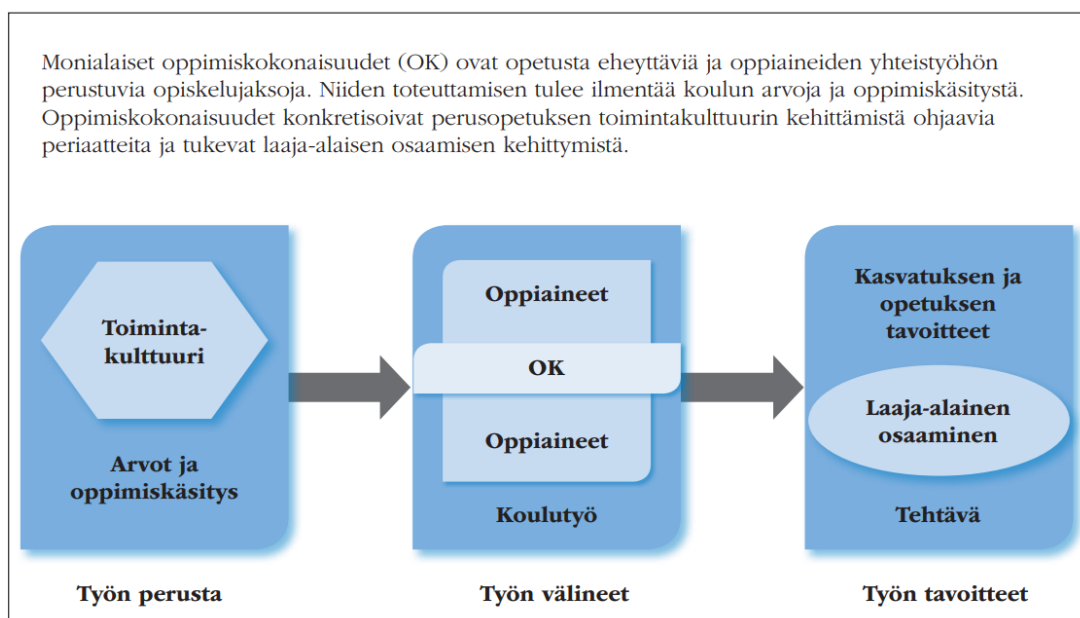
Näitä toimintatapoja voidaan verrata luvussa 2.1 esiteltyyn Jacobsin (1989b) integroinnin janaan (kuva 1). Luettelossa ensimmäisinä olevat asiat vastaavat janan vasemmalla olevia tapoja ja vastaavasti luettelon viimeisinä olevat vastaavat janan oikeanpuoleisia kohtia. POPS:ssa ohjeistetaan melko tarkasti monialaisten oppimiskokonaisuuksien järjestäminen, mutta kannustetaan tekemään myös muunlaista eheyttämistä mahdollisuuksien mukaisesti. (Opetushallitus, 2016)

Monialaisia oppimiskokonaisuuksia ohjeistetaan järjestämään vähintään kerran lukuvuodessa, jotta jokaisella oppilaalla olisi mahdollisuus osallistua häntä kiinnostavan aiheen opiskeluun. Lisäksi niiden pitää olla pitkäkestoisia, jotta oppilaille on mahdollisuus syventyä aiheeseen sekä opiskella tavoitteellisesti monipuolisilla oppimistavoilla. Niiden aiheissa voidaan hyödyntää POPS:ssa mainittuja laaja-alaisia osaamiskokonaisuuksia, kuten kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu (L2) tai työelämätaidot ja yrittäjyys (L6). Oppimiskokonaisuuksien aikana kehoitetaan hyödyntämään paikallista osaamista ja mahdollisuuksia sekä tekemään yhteistyötä koulun ja muun yhteiskunnan välillä. Oppilaat ja opettajat saavat lisämotivaatiota, jos käsiteltävät asiat ovat paikallisia, ajankohtaisia ja yhteiskunnallisesti merkittäviä. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien tavoitteina on

- *“vahvistaa oppilaiden osallisuutta ja tarjota mahdollisuuksia olla mukana opiskelun tavoitteiden, sisältöjen ja työskentelytapojen suunnittelussa*
- *nostaa esiin oppilaiden merkityksellisiksi kokemia kysymyksiä sekä luoda tilaisuuksia niiden käsittelyyn ja edistämiseen*
- *lisätä mahdollisuuksia opiskella erilaisissa ja eri-ikäisten oppilaiden ryhmissä ja työskennellä useiden eri aikuisten kanssa*
- *tarjota mahdollisuuksia yhdistää koulun ulkopuolinen oppiminen koulutyöhön*
- *antaa tilaa älylliselle uteliaisuudelle, elämyksille ja luovuudelle sekä haastaa monenlaisiin vuorovaikutus- ja kielenkäyttötilanteisiin*

- vahvistaa tietojen ja taitojen soveltamista käytäntöön sekä harjaannuttaa kestävän elämäntavan mukaista toimijuutta
  - innostaa oppilaita toimimaan yhteisöä ja yhteiskuntaa rakentavalla tavalla.”
- (Opetushallitus, 2016, s. 32)

Nämä tavoitteet tähtäävät siihen, että oppilaat oppivat sekä koulun toimintakulttuurin peruseriaatteet (POPS luku 4.2) sekä nyky-yhteiskunnassa tarvittavia taitoja, kuten yhteistyökykyä, kriittistä ajattelua, luovuutta ja kansalaisena olemista (Drake & Reid, 2018). Jotta nämä tavoitteet voidaan saavuttaa, täytyy monialaisissa oppimiskokonaisuuksissa hyödyntää useiden oppiaineiden lähestymistapoja ja koulun muuta toimintaa. Kuvassa 4 havainnollistetaan koulun toimintakulttuurin, monialaisten oppimiskokonaisuuksien ja opetuksen tavoitteiden suhdetta. Monialaisista oppimiskokonaisuuksista ei anneta erillistä arvosanaa, vaan niiden arviointi sisältyy niissä mukana olevien oppiaineiden summatiiviseen arviointiin. (Opetushallitus, 2020) Kaikkien oppiaineiden on oltava vuorollaan mukana näissä oppimiskokonaisuuksissa. Erityisesti integrointi ja monialaiset oppimiskokonaisuudet mainitaan kaikkien kielten, kemian, fysiikan, historian, musiikin, käsityön ja kotitalouden oppiainekohtaisissa tavoitteissa ja sisällöissä. (Opetushallitus, 2016)



Kuva 4. Koulun toimintakulttuurista saadaan pohja oppiaineille ja monialaisille oppimiskokonaisuuksille, joiden avulla saavutetaan laaja-alainen osaaminen. Kuva Opetushallitus (2016).

Monialaiset oppimiskokonaisuudet keskittyvät siihen, miten integrointia ja eheyttämistä toteutetaan oppiaineiden välillä. Integrointia voi tapahtua myös oppiaineen sisällä.

Alakouluissa oleva ympäristöoppi on oppiaine, jossa biologia, kemia, fysiikka, maantiede ja terveystieto muodostavat integroidun kokonaisuuden. Oppiainerajat voidaan häivyttää kokonaan:

*“ympäristöopin opetus voidaan jäsentää kokonaisuuksiksi, joissa tarkastellaan ympäröivää maailmaa sekä oppilaita ja heidän toimintaansa yhteisön jäsenenä.”*

(Opetushallitus, 2016, s. 240)

Tällöin asioita ja ilmiöitä tarkastellaan kokonaisuuksina, eikä vain tietyn oppiaineen näkökulmasta. Myös yläkoulun maantiede on samankaltainen integroitu oppiaine:

*“Maantiedon opetuksessa otetaan huomioon luonnontieteiden, ihmistieteiden ja yhteiskuntatieteiden näkökulmat. Näin rakennetaan eheää kokonaiskuvaa monimuotoisesta maailmasta ja sen toiminnasta.”* (Opetushallitus, 2016, s. 384)

Alakoulun ympäristöopin tavoin tavoitteena on tutkia asioita ja ilmiöitä monelta kannalta ja muodostaa niistä kokonaiskuvia. (Opetushallitus, 2016)

Nykyisen POPS:n suhde eheyttämiseen ja integroimiseen on muuttunut paljon sen edeltäjästä. Aiemmissa POPS:issa eheyttäminen mainittiin aihekokonaisuuksien yhteydessä, jotka vastaavat nykyisen POPS:n laaja-alaisia osaamiskokonaisuuksia. Perusteet eivät kuitenkaan kehoittaneet järjestämään integroituja oppimiskokonaisuuksia, ainoastaan hyödyntämään aihekokonaisuuksia jokaisessa oppiaineessa erikseen tai koulun yhteisissä tapahtumissa. Näiden aihekokonaisuuksien aiheet muistuttavat hyvin vahvasti nykyisen POPS:n laaja-alaisen osaamiskokonaisuuksien aiheita, kuten kulttuuri-identiteetti ja kansainvälisyys tai vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta. Näiden aihekokonaisuuksien lisäksi eheyttäminen mainittiin erikseen suomen kielen ja kotitalouden sisällöissä ja tavoitteissa. Oppiaineen sisäistä integrointia tapahtui myös samankaltaisesti kuin nykyisissä POPS:ssa. Nykyistä ympäristöoppia vastaava ympäristö- ja luonnontieto 1.-4.-luokkalaisten integroi maantietoa, biologiaa, fysiikkaa, kemiaa ja terveystietoa. Lisäksi 5.-6.-luokille erotetut oppiaineet biologia ja maantieto sekä fysiikka ja kemia sisälsivät terveystiedon integroituna kumpaankin. (Opetushallitus, 2004; Opetushallitus, 2016)

### 3.2 Lukion opetussuunnitelman perusteet

Uusissa lukion opetussuunnitelman perusteissa (LOPS) eheyttäminen ja integrointi tapahtuu pääasiallisesti oppiaineiden sisällä. LOPS:ssa on määritelty kuusi laaja-alaisen osaamisen osa-alueita, joita ovat esimerkiksi monitieteinen ja luova osaaminen sekä globaali- ja kulttuuriosaaminen. Nämä osa-alueet on esitetty kuvassa 5. (Opetushallitus, 2019)



Kuva 5. Laaja-alaisen osaamisen osa-alueet nykyisissä lukion opetussuunnitelman perusteissa. Kuva Opetushallitus (2019).

Jokaiselle oppiaineelle on määritelty, miten laaja-alaisen osaamisen osa-alueet ja oppiainerajat ylittävä osaaminen kehittyy kyseisessä aineessa sekä mitä oppiaineen ulkopuolista osaamista kyseisessä aineessa kertyy. Esimerkiksi kemiasta kerrotaan:

*“Kemian opetuksessa opiskelija omaksuu tietoja ja taitoja, jotka auttavat ymmärtämään kemian merkityksen oman arjen, terveyden ja elinympäristön kannalta, mikä tukee hyvinvointiosaamisen tavoitteita. - - Opiskelija kehittää vuorovaikutusosaamistaan ja oppii pitkäjänteisyyttä sekä vastuunottamista omasta työskentelystään monipuolisten työtapojen avulla, esimerkiksi projektioppimisella ja ryhmässä työskentelemällä. - -*

*tieto- ja viestintäteknologia on osa nykyaikaista ja **monitieteistä osaamista** tukevaa kemian opetusta. - - Kemian opetus tukee opiskelijan **yhteiskunnallista osaamista** sekä **globaali- ja kulttuuriosaamista** - - [ja] vahvistaa **eettisyyttä ja ympäristöosaamista** syventämällä opiskelijan ymmärrystä erilaisista ympäristöongelmista ja niihin johtaneista syistä.”* (Opetushallitus, 2019, s. 258-260, painotus alkuperäisessä materiaalissa)

Näin kemian tunneilla käsitellään myös muun muassa terveystiedon, äidinkielen, tietotekniikan, filosofian ja yhteiskuntaopin aiheita. Paikallisesti voidaan myös päättää eri oppiaineiden modulien yhdistämisestä yhteiseksi opintojaksoksi. (Opetushallitus, 2019)

Lisäksi paikallisessa lukion opetussuunnitelmassa voidaan päättää temaattisista opinnoista, joissa kehitetään laaja-alaista osaamista. (Opetushallitus, 2019) Näitä temaattisia opintoja voidaan verrata Jacobsin (1989b) oppiaineiden integroinnin janan vierekkäisten oppiaineiden yhdistämiseen (kuva 1). Vanhoissa lukion opetussuunnitelman perusteissa kuvailtiin kolme syventävää teemaopintojen kurssia, joissa tarkoituksena oli eri oppiaineita integroiden keskittyä yhden teeman opiskeluun. Näitä kursseja olivat monitieteinen ajattelu, tutkiva työskentely teknologialla ja osaaminen arjessa. (Opetushallitus, 2015)

Verrattaessa lukion ja perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteita keskenään, huomataan niissä olevan sekä yhteneväisyyksiä että eroja. Molemmissa on esitetty laaja-alaiselle opetukselle osaamiskokonaisuudet (POPS) tai osa-alueet (LOPS). Näissä on samoja teemoja, kuten yhteiskunnallinen osallistuminen, kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutuksellinen osaaminen ja ympäristöosaaminen. Näitä osa-alueita tai osaamiskokonaisuuksia on sijoitettu oppiaineiden sisälle valmiiksi. Eroa näkyy paikallisen opetussuunnitelman merkityksessä. POPS:ssa on määritelty, että oppilaille on järjestettävä vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus lukuvuodessa. LOPS:ssa ei taasen määritellä mitään valtakunnallisella tasolla, vaan jokaisessa paikallisessa opetussuunnitelmassa saadaan päättää, kuinka paljon ja miten integrointia ja eheyttämistä toteutetaan esimerkiksi yhdistettyjen modulien tai temaattisten opintojen avulla. (Opetushallitus, 2016; Opetushallitus, 2019)

## 4. Integroinnin sovelluksia

Integrointia hyödynnetään monessa opetusmenetelmässä. Tässä tutkimuksessa näitä kutsutaan integroinnin sovelluksiksi, mutta niitä voidaan kutsua myös esimerkiksi tutkivan oppimisen eri osa-alueiksi. Näistä esitellään monialaiset oppimiskokonaisuudet, projektioppiminen ja ilmiölähtöinen oppiminen, mutta sovelluksia on olemassa muitakin. Nämä kolme valittiin tähän tutkimukseen, sillä ne ovat melko yleisiä opetusmenetelmiä.

### 4.1 Monialaiset oppimiskokonaisuudet

Tässä alaluvussa tarkastellaan integroivaa oppimista Suomessa. Monialaiset oppimiskokonaisuudet (MOK) ovat opetussuunnitelman perusteissa mainittu tapa toteuttaa integrointia eli eheyttämistä Suomen peruskouluissa. POPS:ssa on annettu suuntaviivoja MOK:n toteuttamiseen, kuten luvussa 3.1 kerrottiin. Jokaisella koululla on täten velvollisuus järjestää vähintään yksi MOK vuodessa. (Opetushallitus, 2016)

MOK:n kestoksi suositellaan yhden vuosiviikkomäärän oppitunteja, joka tarkoittaisi yläkoulussa 27-30 oppituntia. Tämä voidaan jakaa esimerkiksi viikkomallin, pidemmän toteutuksen, palkituksen tai tiettyjen päivien mukaan. Taulukossa 2 on esiteltynä näiden mallien edut ja haasteet. Taulukko on muokattu Peltomaan kirjan ja internetsivun pohjalta. (Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)

Taulukko 2. MOK:n eri toteusmallien edut ja haasteet. (Muokattu Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)

Malli	Kuvaus	Edut	Haasteet
Viikko-malli	Käytetään yhden viikon oppitunnit kokonaisuuteen.	Yhdistää koulua. Luo yhdessä tekemisen tunnetta. Helpottaa vierailujen tekemistä. Helpottaa eri-ikäisten ja eriluokkalaisten yhteistyötä.	Raskas toteuttaa. Erillinen muusta koulutyöstä. Tilojen ja laitteiden riittävyys.
Pidempi toteutus	Kokonaisuuden tunnit jaetaan pidemmälle aikavälille.	Voidaan välillä opiskella muitakin asioita. Voidaan muuttaa suunnitelmia.	Pidettävä huoli, että oppilaat kokevat kokonaisuuden yhtenäisenä. Edellisen kerran kertaamiseen käytettävä aikaa.
Palkitus	MOK:n tunnit on palkitettu lukujärjestykseen.	Jatkuvasti oppilaiden mielessä. Tilat ja laitteet riittävät paremmin.	
Tietyt päivät	Valitaan tietyt päivät kokonaisuudelle.	Toimii erityisesti yläkouluissa. Helpottaa lukujärjestyksen rakentamista.	



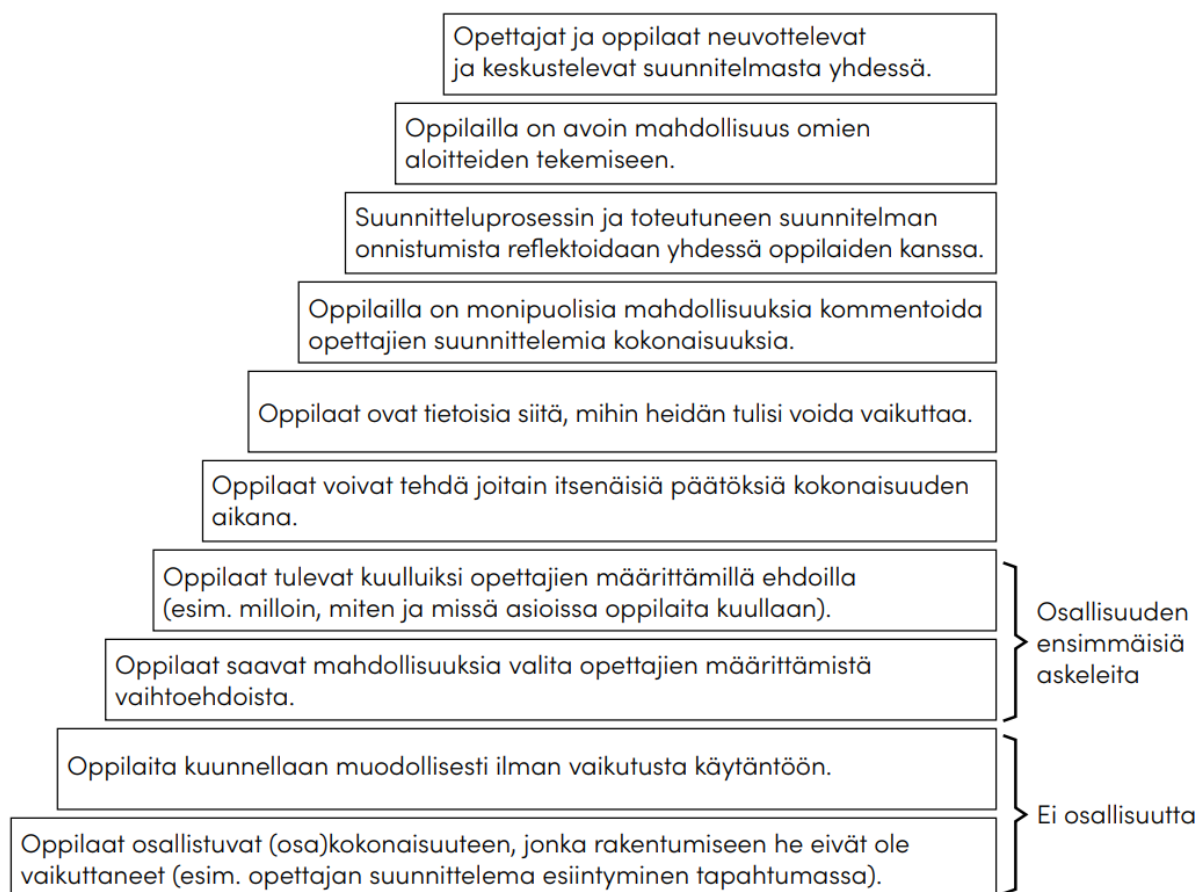
Kun MOK:n toteutustapa on valittu, voidaan valita käsiteltävä aihe tai teema. Tämä voidaan määrittellä koulun lukuvuosisuunnitelmassa, paikallisessa opetussuunnitelmassa tai opettajat voivat päättää sen. Myös oppilaiden suositellaan olevan mukana aiheenvalinnassa. Aihetta voidaan miettiä vuodenaikojen, juhluvuosien tai muuten ajankohtaisten asioiden perusteella. Esimerkiksi monessa koulussa viime vuosina teemana on ollut koronapandemia. Espoolaisessa koulussa oppimiskokonaisuuden teemaa haettiin lukemalla Aku Ankkoja ja etsimällä niistä mielenkiintoisia aiheita. Aiheen valinnassa tärkeintä on, että sitä on luontevaa käsitellä mukana olevien oppiaineiden näkulmasta ja että se on mielenkiintoinen oppilaille. (Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)

Kun MOK:n teema ja mukana olevat oppiaineet on valittu, suunnitellaan sen tavoitteet. Tavoitteet muodostetaan sekä mukana olevien oppiaineiden sekä laaja-alaisen osaamisen tavoitteista. Tärkeää on rajata laajoja tavoitteita ja muodostaa niistä konkreettisia tavoitteita, joita myös oppilaat ymmärtävät. Tavoitteiden on oltava tiedossa kaikille koko oppimiskokonaisuuden ajan, sillä kokonaisuuden arviointi perustuu niihin. Myös oppilaat voivat osallistua tavoitteiden laadintaan opettajan parhaiten näkemällä tavalla. Tämä voi olla kokonaista osallistumista tavoitteiden laadintaan tai opettajat voivat tarjota oppilaille valmiita tavoitteita, joista he valitsevat mieluisensa. Vaikka oppilaat olisivat mukana tavoitteiden laadinnassa ja valinnassa, opettaja on kuitenkin vastuussa, että valitut tavoitteet noudattavat opetussuunnitelmaa. (Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)

Sisältöjä ja toimintatapoja mietittäessä on pidettävä huolta, että oppimiskokonaisuudessa säilyy tutkiva ja toiminnallinen ote sekä käytetään hyväksi monipuolisesti yhteistyötä. Tutkivassa työskentelyssä oppilaat muodostavat heitä kiinnostavia tutkimuskysymyksiä ja tutkivat niitä. Toiminnallisuudessa tavoitteena on yhdistää oppimisen strategiat konkreettiseen, aktiiviseen ja vuorovaikutukselliseen tekemiseen kuten tutkimustehtäviin, väittelyihin tai leikkeihin. Yhteistyötä voidaan toteuttaa muun muassa rinnakkaisluokkien tai eri-ikäisten oppilaiden, koulun ulkopuolisten toimijoiden tai kansainvälisen ystävyysluokan kanssa. Erilaisten työtapojen opetteluun on varattava aikaa niin opettajille kuin oppilaillekin. Myös sisältöjen ja toimintatapojen miettimisessä on oppilaiden hyvä olla mukana. (Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)

MOK:n arvioinnissa otetaan huomioon alussa määritellyt tavoitteet. Vaikka oppimiskokonaisuudesta ei anneta erillistä arvosanaa, sen arviointi sisällytetään oppiaineista saatavaan arvosanaan. Opettajan myös kuuluu auttaa oppilaita formatiivisen arvioinnin ja

konkreettisten esimerkkien avulla saavuttamaan oppimiskokonaisuudelle määritellyt tavoitteet. Lisäksi oppilaiden toimijuutta ja osallisuutta suunnittelun eri vaiheissa on tärkeää arvioida esimerkiksi itse- ja vertaisarvioinnin avulla. Opettajat voivat arvioida oppilaiden osallisuutta oppimiskokonaisuuden suunnitteluun kuvan 6 palkkien avulla. Mitä ylempäs palkeissa mennään, sitä enemmän oppilailla on osallisuutta oppimiskokonaisuuden toteutukseen. (Peltomaa, 2021; Peltomaa, 2023)



Kuva 6. MOK:n oppilaiden osallisuuden portaat. Kuva Peltomaa (2021).

Seuraavaksi esitellään kaksi esimerkkiä MOK:n järjestämisestä. Braskén ym. (2020) suunnittelivat MOK:n 9.-luokkalaisille. Kokonaisuuden teemaksi valittiin energia, sillä koulussa oli aikaisemmin järjestetty 9.-luokkalaisille energiaviikkoja. Teeman tavoitteena oli antaa oppilaille laaja-alaista osaamista sekä laajentaa heidän ymmärrystään energia-käsitteen tarkoituksesta ja käytöstä. Toisena tavoitteena oli saada oppilaille erilaista koulutyötä, joka motivoisi heitä ja jotta he saisivat positiivisia kokemuksia koulussa olemisesta. Oppimiskokonaisuus sisälsi kaksi 60 minuutin oppituntia viikossa seitsemän viikon ajan. Suunnitteluun ja toteutukseen osallistui rehtorin lisäksi 13 opettajaa. Heille ei järjestetty

erillistä koulutusta integroimisesta eikä heillä ollut siitä aikaisempaa kokemusta. (Braskén ym., 2020)

Ennen MOK:a oppilailta kysyttiin heidän mielenkiinnon kohteita ja toiveita kokonaisuuteen liittyen. Oppimiskokonaisuus alkoi kahden kutsuvieraan luennoilla uusiutuvan energian tuotannosta. Seuraavaksi oppilaista muodostettiin noin kolmen hengen pienryhmiä, joissa he opiskelivat loppukokonaisuuden. Pienryhmät valitsivat seuraavista aktiviteeteista kolme heistä mielenkiintoisinta ja kirjoittivat niistä raportit. Aktiviteetit olivat: vierailu energialaitokselle, energiayhtiöiden yritysfoorumiin osallistuminen, laboratoriotöitä, vierailu liikuntakeskukselle, englanninkielisen haastattelun suunnittelu ja toteuttaminen paikalliselle energian alalla työskentelevälle ihmiselle sekä aktiviteetti jossa mietittiin energia-termin jokapäiväistä sekä tieteellistä käyttöä. Oppimiskokonaisuuden lopuksi pienryhmät valitsivat mieluisimman aktiviteetin ja esittelivät sen muille. (Braskén ym., 2020)

Tutkimus koostui mukana olevien matematiikan ja luonnontieteiden opettajien ryhmähaastattelusta sekä rehtorin haastattelusta ennen ja jälkeen kokonaisuuden järjestämisen. Opettajat kokivat, että suunnittelu vaati paljon enemmän työtä, mitä hallinto oli siihen varannut. Rehtori oli mukana vain muutamassa suunnittelukokouksessa, joten oppimiskokonaisuuden suunnittelu jäi kokonaan opettajille. Mukaan otettavien aktiviteettien ja vastuuhenkilöiden päättäminen vei suuren osan suunnittelutyöstä. Myös suunnittelu kolmentoista opettajan ryhmässä koettiin haastavaksi, vaikka opettajat saivatkin uusia ideoita ja näkökulmia kollegoilta. Suunnittelun työmäärä johti siihen, ettei kenelläkään ollut siitä päävastuuta eikä myöskään ollut aikaa muodostaa selkeitä ja konkreettisia oppimistavoitteita. Konkreettisten tavoitteiden puuttuminen vaikeutti myös arvioinnin toteuttamista. Päävastuun puuttuminen johti siihen, että aktiviteetit tuntuivat opettajista irrallisilta, ja he olivat huolissaan, saivatko oppilaat yhtenäistä kuvaa teemasta. (Braskén ym., 2020)

Vaikka oppilailta kysyttiin halutusta sisällöstä, suurin osa opettajien suunnittelutyöstä oli jo tehty, eikä vastauksia otettu kunnolla huomioon. Oppilailla oli kuitenkin opettajien mielestä enemmän vastuuta omasta oppimisestaan sekä enemmän vaihtoehtoja kuin normaalissa opetuksessa. Rehtorin mielestä vaihtoehtoja ja vastuuta olisi voinut olla enemmänkin. Tämä olisi kuitenkin vaatinut enemmän totuttelua niin opettajilta kuin oppilailta, jotta oppilaat tottuisivat uuteen vastuuseen omasta oppimisestaan. Lopuksi oppilaiden muodostamat pienryhmät eivät toimineet kaikkien tapauksessa parhaimmalla tavalla, sillä heitä ohjaavat

opettajat eivät välttämättä tunteneet oppilaita hyvin tai opettajilla ei ollut tarpeeksi ammatillista osaamista pienryhmien ohjaamisesta. (Braskén ym., 2020)

Samanlaisia ongelmia ovat myös muut opettajat kohdanneet. Suunnittelutyö koetaan raskaaksi, varsinkin jos teemaa ei ole kunnolla saatu sidottua oppiaineiden sisältöihin, jolloin se koetaan ylimääräiseksi työksi. Lisäksi aiheen laajuus vaikuttaa, esimerkiksi monet koulut valitsivat 2017-2018 aiheekseen Suomi 100 -teeman, josta tehtiin koko koulun yhteinen projekti. Tällöin projektin suunnitteluun menee huomattavasti enemmän aikaa, kuin jos valittaisiin pienempi kahden aineen yhdistämä kokonaisuus. Osassa kouluja haasteen on aiheuttanut myös oppilaiden muutosvastaisuus MOK:a kohtaan. (Venäläinen ym., 2020)

Toinen esimerkki on alakoulun kolmannelta luokalta. Kaksi opettajaopiskelijaa toteutti MOK:n yhdelle 3. luokalle. Kokonaisuus oli 50 oppitunnin, eli noin viiden viikon mittainen ja sen teemana oli Suomen metsät. Se sisälsi maantietoa, biologiaa, äidinkieltä, kuvataidetta ja käsitöitä. Oppimiskokonaisuus alkoi oppilaiden ennakkotietojen selvittämisellä. Tämän jälkeen opeteltiin Suomen metsien perustyyppit ja tehtiin retki metsään. Sitten oppilaat jaettiin viiteen ryhmään heidän mielenkiinnonkohteensa mukaan. Pienryhmissä he kehittivät jokaiselle tutkimuskysymyksen heitä kiinnostavasta aiheesta ja etsivät kysymyksiin vastaukset. Ryhmät tekivät posterit heidän aiheistaan. Kuvaamataidon tunneilla he myös tekivät maisemakuvat valitsemansa aiheen metsätyypistä. Posterien teon jälkeen ryhmäläiset päättivät, millä visuaalisella keinolla he halusivat esitellä posterin aiheen: näytelmän, videon tai nukketeatterin avulla. Lopuksi ryhmät esittivät esityksensä ja posterinsa muille ja saivat vertauspalautetta työstään. (Niemi & Kiilakoski, 2020)

Vastuuopettaja otti kuvia MOK:n aikana eri vaiheista. Kokonaisuuden jälkeen jokainen oppilas valitsi 1-5 kuvaa seuraaviin kategorioihin: positiiviset kokemukset, neutraalit kokemukset sekä asiat jotka vaativat kehittämistä. Näin luotiin jokaiselle oppilaalle kuvakirja heidän kokemuksistaan. Oppilaat myös kirjoittivat omia kokemuksia ja mietteitä kuvakirjoihin. Lopuksi vastuuopettaja haastatteli lyhyissä haastatteluissa jokaista oppilasta kuvakirjan perusteella. Tutkimuksessa analysoitiin sekä oppilaiden kuvakirjat että heidän haastattelunsa. Oppilaiden positiivisista kokemuksista nousi kolme pääteemaa: sosiaalinen vuorovaikutus muiden kanssa, pienryhmien autonomia ja osaamisen tunne. Negatiivisia tunteita aiheutti, jos pienryhmissä ei otettu oppilaan omaa mielipidettä huomioon; aktiviteettien taitotaso, jonka jotkut kokivat liian helpoksi, toiset taas liian vaikeaksi sekä

aiheeseen keskittyminen ja vastuu pienryhmän tietystä aihealueesta. (Niemi & Kiilakoski, 2020)

Monialaiset oppimiskokonaisuudet ovat Opetushallituksen tapa luoda tilaisuuksia jokaiselle oppilaalle osallistua oppiaineita integroivaan opetukseen. Niitä voidaan järjestää monella eri tavalla tai monesta eri aiheesta. Tärkeintä niissä on laadukas yhteistyö koulun sisällä ja halutessa myös koulun ulkopuolisten toimijoiden kanssa. MOK:n suunnitteleminen saattaa tuntua opettajista raskaalta, mutta niiden vaikutus oppilaiden oppimiseen, motivaatioon ja sosiaalisiin taitoihin toivottavasti painavat vaakakupissa enemmän. Suunnittelussa pitää lisäksi huomioida, että projektilla on nimetty vastuhenkilö, jolla on käsitys kokonaiskuvasta ja että oppilaiden valinnat konkreettisesti vaikuttavat MOK:n suunnitteluun. Valittujen tavoitteiden on oltava konkreettisia ja valittujen aktiviteettien on tuettava näihin tavoitteisiin pääsyä. MOK:n tarkoituksena on, että valmiiksi opetussuunnitelmassa olevia asioita opeteltaisiin laaja-alaisesti, yhteistyössä muiden kanssa ja uudessa kontekstissa, ei se että MOK:t toisivat ylimääräistä opiskeltavaa oppilaille tai kohtuutonta suunnittelutyötä opettajille. (Braskén ym., 2020; Opetushallitus, 2016; Peltomaa, 2021)

## 4.2 Projektioppiminen

Projektioppiminen käsitellään tässä tutkimuksessa toisena integroinnin sovelluksena. Tässä oppimiskokonaisuus suunnitellaan jonkin projektin ympärille, josta saadaan konkreettinen tuotos. Tämä tuotos voi olla projektista riippuen esimerkiksi fyysinen malli, video, raportti, peli, näytelmä tai nettisivusto. Tämän tuotoksen teon yhteydessä oppilaat rakentavat ja muokkaavat omaa tietämystään. Oppilaiden on myös havaittu oppivan tehokkaammin, mikäli he pystyvät hyödyntämään oppimaansa jonkin tuotoksen tekemisessä. Lisäksi he pääsevät tekemään yhteistyötä, mikä kehittää korkeamman ajattelun taitoja, kuten tiedon soveltamista ja kysymysten muodostamista. Tämä lopputuotoksen tekeminen erottaa projektioppimisen sille läheisestä ongelmaperustaisesta oppimisesta. (Kokotsaki ym., 2016; Krajcik & Shin, 2014)

Kuten muissakin integroinnin muodoissa, myös projektioppimisessa konteksti saadaan oikeasta elämästä. Tämän oikean maailmaan liittyvän tutkimuskysymyksen (*driving question*) pitäisi olla oppilaille merkityksellinen, mutta myös sellainen, jonka parissa tutkijat työskentelevät. Lisäksi tutkimuskysymyksen pitäisi olla toteuttamiskelpoinen oppilaille ja antaa heille autonomiaa toteuttaa aihetta. Lopputuotoksen pitäisi olla oppilaiden vastaus

tutkimuskysymykseen, jossa he esittelevät omaa oppimistaan aiheeseen liittyen. Tutkimuskysymyksen tutkimisessa on myös suositeltavaa hyödyntää teknologiaa. Teknologian avulla oppilaat voivat esimerkiksi hakea tietoa, tehdä yhteistyötä koulun ulkopuolisten ryhmien kanssa, kerätä dataa ja analysoida sitä, luoda erilaisia malleja ja luoda multimediatuotoksia. (Kokotsaki ym., 2016; Krajcik & Shin, 2014)

Projektioppiminen perustuu muutamaankin perusideaan, jotka ovat aktiivinen konstruktivismi, tilannetajuinen oppiminen, sosiaalinen kanssakäyminen sekä kognitiiviset työkalut. Aktiivisissa konstruktivisissa oppilaat rakentavat itse merkityksiä oppimasta asiasta heidän kokemuksiinsa ja vuorovaikutuksiinsa liittyen, jolloin tapahtuu syvällistä oppimista. Tämä syvällinen oppiminen vie aikaa ja sitä tapahtuu useammin kun oppilaat työskentelevät heille mielenkiintoisen asian parissa keksien uusia ideoita, yhdistäen tietoa monesta eri lähteestä sekä keskustellen muiden kanssa. Tilannetajuisen oppimisen (*situated learning*) mukaan oppimista tapahtuu parhaiten, kun oppiminen on kytketty autenttiseen oikeaan maailman kontekstiin, jolloin oppilaat näkevät opiskeltavan asian hyödyn ja sovelluksen oikeassa maailmassa. Tällöin oppilaat myös hyödyntävät tieteellistä menetelmää, he suunnittelevat tutkimuksia, tekevät selityksiä, rakentavat malleja sekä esittelevät ideoita toisille. Sosiaalisessa kanssakäymisessä oppilaiden ymmärrys asiasta paranee, kun he saavat keskustella asiasta muiden kanssa. Kognitiiviset työkalut auttavat oppilaita oppimisessa. Esimerkiksi tietokoneohjelmien avulla datan visualisointi tai mallien testaaminen ovat kognitiivisia työkaluja. (Krajcik & Shin, 2014)

Projektioppimisen hyviä puolia oppilaiden kannalta on huomattu useita. Projektioppimisen on havaittu auttavan oppilaita säätämään omaa oppimistaan ja olemaan itsenäisempiä oppimisessaan. Oppilaiden sosiaaliset taidot kehittyvät ja asenteet oppilastovereita kohtaan paranevat, varsinkin jos ryhmätyö on ollut laadukasta. Laadukkaan ryhmätyön merkkejä ovat ryhmän jäsenten positiivinen riippuvuus toisistaan, yksilöiden vastuu omasta toiminnasta sekä tasa-arvoinen osallistuminen ryhmän toimintaan. Oppilaiden asenteet opiskeltavaa ainetta kohtaan paranevat, mikä nostattaa myös opiskelumotivaatiota. Oppilaiden argumentointitaidot ja ymmärryksen taidot paranevat, sillä asioita ymmärretään eikä ainoastaan muisteta ulkoa. Lisäksi joissain tutkimuksissa on huomattu oppimistulosten paranevan. Positiivisiin tuloksiin on voinut olla myös syynä, että oppilaat ovat innokkaampia mistä tahansa uudesta opetusmenetelmästä ja näin ovat kiinnostuneita asiasta enemmän. (Kokotsaki ym., 2016)

Projektioppimisen asiantuntijaopettajat ovat antaneet neuvoja, joiden avulla projektioppimista voidaan hyödyntää kouluissa enemmän. Ajanhallinta on yksi tärkeimmistä asioista, myös oppilaita on tuettava tässä. Ajanhallintaan kuuluu myös tieto muiden opettajien projekteista, ettei oppilaille tule montaa projektia samaan aikaan. Alun orientointi projektiin on tärkeää, tällöin herätetään oppilaiden kiinnostus asiaan. Lisäksi alussa on tärkeää antaa tarpeeksi aikaa oppilaille miettiä projektia etukäteen, auttaa heitä tutkimussuunnitelman teossa sekä kertoa projektin arvioinnista. Vaikka oppilaat ovat vastuussa jossain määrin omasta tekemisestä, kuten projektin suunnittelusta ja osittaisesta toteuttamisesta, he vaativat paljon tukea itse tekemiseen, tekemään oppimiseen sekä ryhmätyöhön. Oppilasryhmien hallinta on tärkeää ja opettajan pitää miettiä minkälaisissa ryhmissä oppilaat oppivat parhaiten. Ryhmien edistymistä pitää myös seurata esimerkiksi viikottaisilla raporteilla. Projektien ja oppilaiden arvioinnissa on käytettävä laajasti eri arviointitapoja, kuten itse- ja vertaisarviointia, arviointimatriiseja, oppilaiden arviointia yksilönä ja ryhmän jäsenenä sekä ryhmien arviointia. Lopuksi muistutetaan tuen ja avun kysymisestä muilta opettajilta, rehtorilta sekä muulta hallinnolta. (Kokotsaki ym., 2016)

Esimerkiksi Imaduddin ym. (2020) käyttivät projektioppimista opiskeltaessa kolloideja keittiökemian avulla. Tutkimuksessa opiskelijat valmistivat valitsemansa ruoan, jossa hyödynnetään kolloideja ja opiskelivat samalla kolloideista kemian avulla. Opiskelijat valmistivat esimerkiksi jäätelöä, hampurilaisia tai miilunpolttajan pastaa. Lopuksi opiskelijat suorittivat testin opituista asioista ja asenteista projektia kohtaan. Opiskelijoiden mielestä projekti oli kiva, helppo ymmärtää ja aikaavievä. Parhaimmat oppimistulokset ja positiivisimmat asenteet projektia kohtaan oli kulinaristisesta alasta kiinnostuneilla. (Imaduddin ym., 2020)

Suomessa projektioppimista on vienyt eteenpäin LUMA-keskus Suomen luoma StarT-projektioppimishjelma. Tässä 2016 perustetussa ohjelmassa tavoitteena on lisätä kouluissa monialaista yhteisöllistä oppimista ja yhteistyötä sekä koulun sisällä että muiden toimijoiden kanssa. Ohjelmaan kuuluu myös opettajien tuki materiaalien, ideoiden sekä koulutusten muodossa. StarT-ohjelma on suunnattu kaikille varhaiskasvatuksesta lukiotasolle luonnontieteiden, matematiikan ja teknologian oppimiseen. Lisäksi StarT-ohjelmaan on liittynyt vuosittaiset StarT-festarit ja StarT-kisat, joissa koulut ovat voineet esitellä omia projektejaan muille kouluille. Näihin festareihin ja kisoihin on osallistunut kouluja myös ulkomailta. Esimerkiksi Keminmaan yläkoulussa on tehty projekti, jossa yläkoululaiset suunnittelivat ja toteuttivat kemian tunnin 2.-luokkalaisille. Projektissa oppilaat testasivat

mahdollisia kemian töitä ja valitsivat näistä toteutettavaksi kaksi alakoululaisten kanssa. Yläkoululaiset toimivat alakoulun tunnilla opettajina ja projektin lopuksi aiheesta tuotettiin projektipäiväkirja ja video. (LUMA-keskus Suomi, 2023)

Projektioppimisessa oppiminen tapahtuu siis projektin teon ympärillä ja sen muodostamassa kontekstissa. Tästä syystä valitun aiheen ja projektin on oltava oppilaille mielenkiintoinen, jotta siihen jaksetaan panostaa pidemmänkin ajan. Hyvässä projektioppimisessä saavutetaan muulle integroinnille tyypillisiä tuloksia, kuten parempaa motivaatiota oppimista kohtaan, parempia yhteistyötaitoja sekä asiaan liittyvää syväoppimista. (Imaduddin ym., 2020; Kokotsaki ym., 2016; Krajcik & Shin, 2014)

### **4.3 Ilmiölähtöinen oppiminen**

Kolmas esimerkki integroinnin sovelluksista on ilmiölähtöinen oppiminen. Se on samankaltainen projektioppimisen ja muiden integroinnin sovellusten kanssa. Esimerkiksi projektioppimisen tavoin ilmiölähtöisessä oppimisessa työskennellään pienryhmissä jonkin asian parissa opettajan ollessa ohjaajan roolissa. Projektioppimisesta ilmiölähtöinen oppiminen kuitenkin eroaa siinä, että ilmiölähtöisessä oppimisessä ei useimmiten tuoteta mitään lopullista tuotetta kuten projektioppimisessä. Ilmiölähtöisessä oppimisessä tavoitteena on kokonaisvaltaisesti (*holisticity*), autenttisessa kontekstissa ja avoimen oppimisprosessin (*open-ended learning process*) avulla tutkia valittua ilmiötä. Kokonaisvaltaisuudella tarkoitetaan ilmiön tarkastelemista monen oppiaineen näkulmasta ja näiden näkökulmien liittymistä toisiinsa. Autenttisessa kontekstissa oikean maailman ilmiöitä tutkitaan niiden oikeissa yhteyksissä, eikä eristyksessä muusta maailmasta. Avoimessa tutkimusprosessissa oppilaiden tutkiessa ilmiötä he tunnistavat siitä ongelmia ja kiinnostuksenkohteita, joihin keskittävät tutkimuksensa. (Drew, 2020; Tarnanen & Kostainen, 2020)

Kuten muissakin integroinnin muodoissa, oikeanlaisen tutkittavan asian valitseminen on keskeistä, mutta samalla hyvin haastavaa. Tutkittava ilmiö voi olla kulttuurinen, matemaattinen tai fyysinen ja se voi olla joko yksittäinen tapahtuma tai tapahtumasarja. Ilmiön kannattaa olla ajankohtainen ja paikallinen, jotta se kiinnostaisi oppilaita. Lisäksi ilmiön pitää olla riittävän monipuolinen, että sitä voidaan tarkastella monien oppiaineiden näkökulmista. Ilmiö ei saa kuitenkaan olla liian laaja, jotta se on vielä oppilaiden hallittavissa ja ymmärrettävissä. Ilmiö voi olla oppilaiden tai opettajan valitsema tai se voi tulla



opetussuunnitelmasta. Esimerkkejä Eurooppa-teemaan liittyvistä ilmiöistä olisivat Auschwitz, Saksan ruokakulttuuri tai eurooppalainen taide. (Drew, 2020; Tarnanen & Kostiainen, 2020)

Ilmiön valitsemisen jälkeen valitaan oppimistavoitteet ja tavoitteiden perusteella päätetään arviointi. Sekä oppimistavoitteissa että arvioinnissa on otettava huomioon sisällöllisen osaamisen lisäksi ajattelun ja tiedon prosessointitaidot sekä vuorovaikutus- ja ryhmätyötaidot. Näiden laadinnassa otetaan myös oppilaat mukaan heidän tasollaan. Arvioinnissa hyödynnetään formatiivista arviointia sekä itse- ja vertaisarviointia summatiivisen arvioinnin kuten loppukokeen sijaan. (Tarnanen & Kostiainen, 2020)

Ilmiölähtöisen oppimisen prosessin vaiheet ovat myös samankaltaiset muiden integroinnin sovellusten kanssa. Ensimmäin lähdetään liikkelle orientaatiovaiheella, jossa sitoudutaan oppimisprosessiin ilmiön omakohtaisten kokemusten ja havaintojen kautta. Pienryhmän on myös oltava tietoinen omista arkikäsitteistä ilmiöön liittyen, jolloin oppimisprosessin aikana näitä käsitteitä voidaan muokata tieteellisimmiksi ja kokonaisvaltaisemmiksi. Tämän jälkeen on ilmiön käsitteellistäminen, jonka jälkeen suoritetaan ilmiöön soveltuvia tutkimuksia. Tutkimusten perusteella tehdään päätelmiä, jotka viestitään muille pienryhmille. Nämä ilmiölähtöisen oppimisen prosessin vaiheet eivät välttämättä tapahdu peräkkäin, vaan ne voivat limittyä toisiinsa sekä toistua syklisesti. Opettajan rooli ohjaajana on tärkeä prosessin eri vaiheissa. Opettaja esimerkiksi ohjaa asettamaan tutkittavia kysymyksiä ilmiöön liittyen, auttaa tiedonhaussa, syventää oppilaiden reflektointia esittämällä syventäviä kysymyksiä ja tukee yhteistyötä pienryhmien sisällä ja välillä. Ilmiölähtöisen oppimisen rakennusaineet ja prosessi on esitetty kuvassa 7. (Tarnanen & Kostiainen, 2020)



Kuva 7. Ilmiölähtöisen oppimisen rakennusaineet ja prosessin sykli. Kuva Tarnanen & Kostiainen (2020).

Verrattaessa ilmiölähtöistä oppimista esimerkiksi projektioppimiseen, huomataan niillä olevan myös samanlaisia hyötyjä oppilaille. Näitä ovat esimerkiksi oppilaiden mahdollisuus vaikuttaa opeteltavaan sisältöön, oppimisen yhteisöllisyys, syvälinen oppiminen ja oppilaiden sitouttaminen. Lisäksi kun ilmiölähtöisessä oppimisessä ilmiötä tarkastellaan monialaisesti, oppilaat voivat nähdä ristiriitaisiakin näkemyksiä monimutkaisiin asioihin kuten ilmastonmuutokseen, maahanmuuttopolitiikkaan tai ruuan kestävyys. Tämä opettaa oppilaita elämään monimuotoisessa maailmassa, jossa asioilla ei ole yhtä oikeaa ratkaisua. Haasteina ilmiölähtöiselle oppimiselle on oikeanlaisen ilmiön valitseminen ja oppimiskokonaisuuden rakentaminen ilmiön ympärille. Tämä saattaa myös tuoda MOK:n tavoin suhteellisen paljon suunnittelutyötä opettajalle, mikäli ilmiön aihetta ei saada sidottua opetussuunnitelman tavoitteisiin. Haasteina ovat myös oppilaiden mahdollinen turhautuminen, kun opettaja ei anna suoraan vastausta, vaan heidän on itse selvitettävä asia, tai oppilailta vaadittu aloitteellisuus oppimista kohtaan. Näitä haasteita kohdataan myös muissa integroinnin sovelluksissa. (Drew, 2020; Kostianen & Tarnanen, 2020)

Ilmiölähtöistä oppimista on toteutettu esimerkiksi indonesialaisessa yläkoulussa, jossa ollaan opeteltu valon heijastumista ja taittumista. Tutkijat suunnittelivat kolmen oppitunnin kokonaisuuden, jonka avulla opeteltiin tieteellisen selityksen rakentamista omien havaintojen pohjalta. Oppituntien aiheet olivat valon heijastuminen ja taittuminen tasolla, kupera ja kovera peili sekä kupera ja kovera linssi. Jokaiseen oppituntiin liittyi yhdestä kahteen kysymystä, joihin oppilaiden piti pienryhmissä suoritettavien tutkimusten perusteella vastata. Vastauksiin piti liittää myös perustelu tutkimustulosten perusteella ja tieteellinen selitys havainnoille. Tutkimuksessa huomattiin sekä oppilaiden ymmärryksen asiasta että heidän perustelutaitonsa parantuneen. (Islakhiyah ym., 2018)

Ilmiölähtöinen oppiminen voi myös perustua jonkin konkreettisen esineen tutkimiseen. Esimerkiksi Bobrowsky (2018) on suunnitellut yksinkertaisia ilmiöitä, joita voidaan käyttää alakoulun luonnontieteen opetuksessa. Nämä kaikki perustuvat jonkin esineen ominaisuuksien tutkimiseen. Ilmiönä voi olla lampun sytyttäminen, jossa pienryhmille annetaan lamppu, paristo ja johtoja ja näiden avulla itse kokeilemalla heidän pitää saada lamppu sytytettyä. Oppilaille voidaan myös antaa kaksi sauvamagneettia ja heidän pitää tutkia niiden käyttäytymistä. Niin ikään leluautoilla voidaan tutkia nopeutta ja kiihtyvyyttä matkan eri vaiheissa. (Bobrowsky, 2018)

Ilmiölähtöisellä oppimisella on monia yhtymäkohtia muiden integroinnin sovellusten kanssa. Siinä tutkitaan oikean maailman ilmiöitä autenttisessa kontekstissa. Tällöin oppilaille voi olla omakohtaisia kokemuksia aiheesta, mikä lisää oppimisen mielekkyyttä. Ilmiöt voivat olla suuria projekteja, joissa oppilaat oppivat näkemään asioita eri näkökulmista tai ne voivat olla pieniä yhden tai muutaman oppitunnin mittaisia oppimiskokonaisuuksia, jossa perehdytään yhteen aiheeseen. Joka tapauksessa oppilaiden mukana oleminen suunnittelemisen alkuvaiheesta omien tutkimusten tekoon ja arviointiin on ilmiölähtöisessä oppimisessä tärkeää. (Bobrowsky, 2018; Drew, 2020; Islakhiyah ym., 2018; Kostiainen & Tarnanen, 2020; Tarnanen & Kostiainen, 2020)

#### **4.4 Yhteenveto integroinnin sovelluksista**

Integroinnin eri sovelluksilla on paljon yhteisiä piirteitä toistensa kanssa. Kuten puhtaan integroinnin, myös integroinnin sovellusten tarkoituksena on opettaa oppilaille oppiainekohtaisten tietojen ja taitojen lisäksi 2000-luvun taitoja, kuten ryhmätyöskentelyä, kriittistä ajattelua ja tiedonhakua (Ananiadou & Claro, 2009). Oppimiskokonaisuuden suunnitteleminen lähtee liikkeelle aiheen, projektin tai ilmiön valinnalla, missä myös oppilaat ovat mukana. Aiheen olisi oltava mielenkiintoinen oppilaille, jotta he sitoutuvat oppimiseen. Muutenkin suunnittelutyössä oppilaat ovat mukana heidän omalla tasollaan. Suunnittelutyön alkuvaiheessa muodostetaan aiheesta konkreettiset tavoitteet. Näihin tavoitteisiin on sisällytetty oppiainekohtaisen osaamisen lisäksi myös edellä mainittuja 2000-luvun taitoja. Näistä tavoitteista muodostetaan myös arviointikriteerit. Arvioinnissa hyödynnetään formatiivista arviointia sekä oppilaiden itse- ja vertaisarviointia. (Drew, 2020; Kokotsaki ym., 2016; Kostiainen & Tarnanen, 2020; Krajcik & Shin, 2014; Opetushallitus, 2016; Peltomaa, 2021; Tarnanen & Kostiainen, 2020)

Koska integroinnin sovellukset ovat toistensa kanssa hyvin samankaltaisia, niillä on myös samanlaisia hyötyjä. Oppilaat ovat motivoituneempia, he oppivat tulemaan toimeen erilaisten ihmisten kanssa ja useimmiten myös oppimistulokset paranevat. Haasteina kaikissa sovelluksissa on suuri suunnittelutyön määrä opettajilla, oikeanlaisen aiheen valinta sekä ajanhallinta. Samankaltaisuuksista huolimatta integroinnin sovelluksilla on eroja, joita on koottu taulukkoon 3. (Braskén ym., 2020; Drew, 2020; Imaduddin ym., 2020; Kokotsaki ym., 2016; Kostiainen & Tarnanen, 2020)

Taulukko 3. Integroinnin sovellusten eroja.

	<b>Monialainen oppimiskokonaisuus</b> (Peltomaa, 2021; Opetushallitus, 2016)	<b>Projektioppiminen</b> (Krajcik & Shin, 2014; Kokotsaki ym., 2016)	<b>Ilmiölähtöinen oppiminen</b> (Drew, 2020; Kostiainen & Tarnanen, 2020)
<b>Aihe</b>	Opetussuunnitelmasta, opettajilta tai oppilailta; ajankohtainen, paikallinen	Oppilaille merkityksellinen, jota tutkijat tutkivat.	Ajankohtainen, paikallinen, riittävän monipuolinen
<b>Lopputuotos</b>	Mahdollisesti	Kyllä, esimerkiksi laite, posterit, video	Ei yleensä
<b>Käytetty aika</b>	Noin 27-30 oppituntia, saattaa vaihdella	Vaihtelee, ei määritelty	
<b>Pakollista tehdä peruskoulussa</b>	Kyllä, vähintään yksi vuodessa.	Ei, mutta suositeltavaa (esimerkiksi Opetushallitus 2016, s. 27, s. 401).	
<b>Ryhmätyöskentely</b>	Suositteluaan yhteistyötä, myös ryhmätyöskentelyä	Ollaan pienryhmissä koko oppimisprosessin ajan.	

Kaiken kaikkiaan integroinnin sovellusten erot ovat pieniä yksityiskohtia ja monesti sovellusten termejä käytetään ristikkäin tai synonyymeinä. Integroinnin sovellukset muistuttavat myös paljon varsinaista integrointia. Näissä molemmissa oppimisen prosessi on samankaltainen aiheen valinnasta, tavoitteiden määrittelemisestä työskentelyyn ja arviointiin. (vertaa esimerkiksi Tarnanen & Kostiainen, 2020 ja Jacobs, 1989c) Tärkeintä oppilaiden kannalta on, että he saisivat kokea jonkinlaista oppiaineiden integrointia koulussa, olkoon se puhdasta integrointia, MOK:a, projektioppimista tai ilmiölähtöistä oppimista.

## 5. Langanvärjäys luonnonmateriaalilla

Lankojen kasvivärjäyksessä on kolme päävaihetta: esikäsitely, värjäys ja jälkikäsitely. Esikäsitelyssä langat pestään ja puretaan sekä käytetyistä kasveista ja sienistä uutetaan väri väriliemeen. Puretuksessa lankaan lisätään ainetta, jolla helpotetaan väriaineen kiinnittymistä lankaan. Kasveista ja sienistä värit saadaan irtoamaan ensin liuottamalla niitä vedessä ja tämän jälkeen keittämällä niitä. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Tetri, 2021)

Itse värjäykseen on olemassa useita tekniikoita, kuten keittovärjäys, kylmävärjäys tai nykyaikainen mikrovärjäys. Keittovärjäyksessä esikäsitellyt langat kuumennetaan väriliemessä ja pidetään 60-90 °C:ssa noin tunnin ajan. Kylmävärjäyksessä esikäsitellyt langat

ja väriliemi ensin kuumennetaan noin 80 °C, jonka jälkeen niiden annetaan jäähtyä huoneenlämmössä. Jäähtynyt liemi ja langat suljetaan ilmatiiviisti ja niiden annetaan seistä muutamasta vuorokaudesta kuukauteen huoneenlämmössä tai kylmemmässä. Mikrovärjäyksessä esikäsiteltyjä lankoja ja kokoon keitettyä värilientä lämmitetään mikrossa noin 10 minuutin ajan. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Tetri, 2021)

Jälkikäsitelyssä värjätyt langat huuhdellaan useaan kertaan vedellä, jonka jälkeen ne pestään neutraalilla pesuaineella. Lopuksi langat huuhdellaan vedellä, jossa on etikkaa ja ripustetaan kuivumaan. Etikkaa käytetään neutraloimaan pesuaineen mahdolliset emäksiset jäänteet. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Tetri, 2021)

## 5.1 Värjäysprosessi ja siihen vaikuttavat tekijät

Väriainemolekyylien kiinnittymiseen kuituihin on kolme vaihetta:

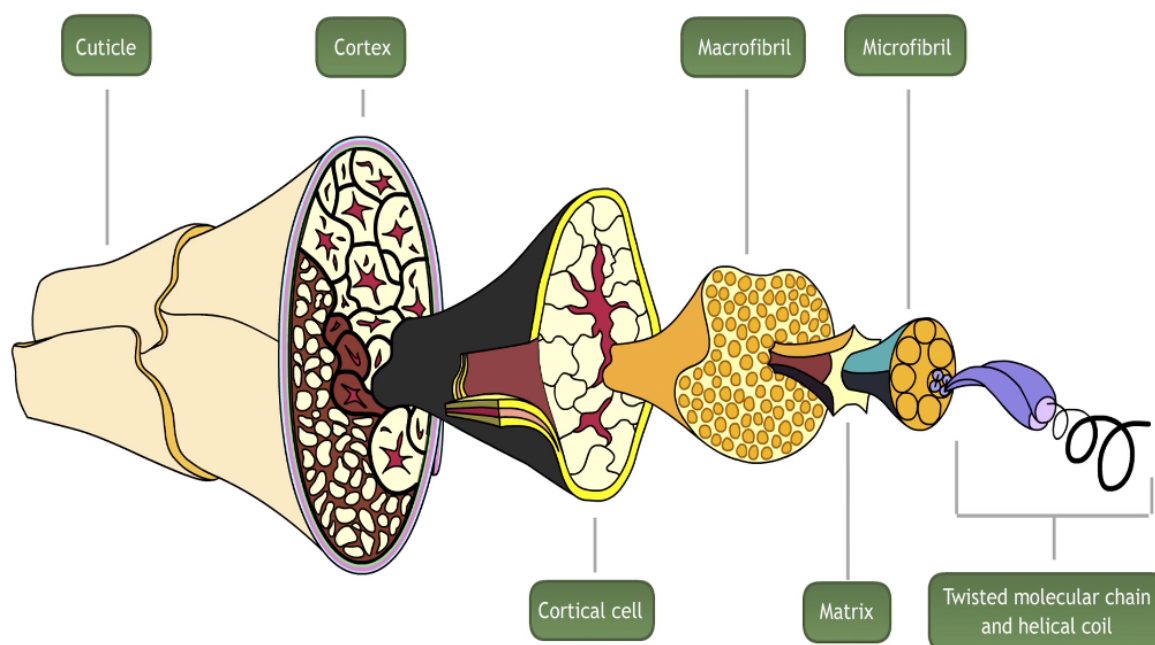
1. *“Väriaineen siirtyminen liuksesta kuidun pintaan.*
2. *Väriaineen diffuusio pinnasta kuidun keskustaa kohti.*
3. *Väriainemolekyylin ankkuroituminen kuituun esimerkiksi ionisidoksilla, vetysidoksilla, Van der Waalsin sidoksilla ja/tai kovalenttisilla sidoksilla.”*  
(Räisänen ym., 2015, s. 210)

Ensimmäiseen vaiheeseen vaikuttavat pinnan ja väriainemolekyylin elektropotentiaaliset voimat, seoksen lämpötila ja sekoittaminen. Alhaisemmassa lämpötilassa väriainetta siirtyy kokonaisuudessaan enemmän mutta se on paljon hitaampaa. Sekoittaessa molekyylit liikkuvat enemmän, mikä nopeuttaa reaktiota. Kolmannessa vaiheessa sidokset voivat olla hyvin moninaisia ja riippuvat paljon käytetyistä kuiduista ja väriaineista. Esimerkiksi ionisidoksia muodostuu villan  $\text{NH}_3^+$ -ryhmien ja väriaineiden vesiliuoksissa muodostuneiden  $\text{O}^-$ - sekä  $\text{COO}^-$ -ryhmien välille. Mitä voimakkaammat sidokset ovat, sitä parempi värinkesto saadaan. (Räisänen ym., 2015)

### 5.1.1 Kuidun rakenne

Lankaa voidaan valmistaa esimerkiksi villasta, silkistä, puuvillasta tai tekokuiduista, kuten polyamidista. Värjäytyvyyteen vaikuttavat kuidun kemiallinen rakenne ja kemialliset ryhmät, kuidun rakenne ja muoto sekä kuidun morfologia eli kuinka huokoista kuitu on. Mitä tiiviimpi

ja tiukkakierteisempi kuidun rakenne on, sitä huonommin se värjäytyy. Yleisesti parhaiten luonnonväreillä värjäytyvät luonnon proteiinikuidut, esimerkiksi villa ja silkki. Huonoiten värjäytyvät puuvilla ja muut selluloosakuidut. Tekokuitujen värjäytyvyys vaihtelee paljon, esimerkiksi polyamidi värjäytyy noin kymmenesosan villan määrästä. (Räisänen ym., 2015)

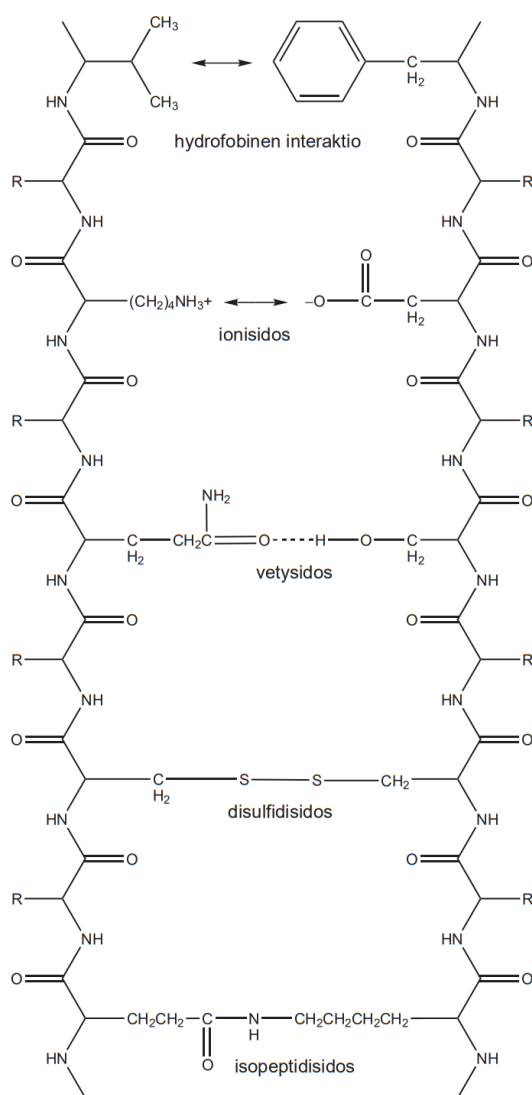


Kuva 8. Villan proteiinikuidun kerroksellinen rakenne. Kuva Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao (2010).

Villa on hyvin huokoista ja sisältää rakenteessaan paljon onkaloita väriainemolekyyleille. Villan rakenne on esitetty kuvassa 8, josta nähdään että sen rakenne on kerroksellista. Villan uloin kerros on kutikula (*cuticle*), joka määrittelee väri- ja muiden molekyylien pääsyä villan sisälle. Kutikula myös hylkii vettä. Tämän sisällä on korteksi (*cortex*), joka muodostaa 90 % villan rakenteesta. Korteksi sisältää kahdenlaisia soluja, herkemmin reagoivia ortokortekseja (*ortho-cortical*) ja parakortekseja (*para-cortical*). Nämä solut ovat solukalvokompleksin (*cell membrane complex*) ympäröimiä. Solukalvokompleksissa molekyylien välillä on heikkoja kemiallisia sidoksia ja tämä mahdollistaa väriainemolekyylien helpon sisäänpääsyn. (Räisänen ym., 2015; Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao, 2010)

Orto- ja parakorteksien sisällä on pitkiä filamentteja, eli pitkiä ja ohuita proteiinisiäikeitä. Näiden filamenttien nimi on makrofibrilli (*macrofibril*). Makrofibrillejä ympäröi rikkihappoisten proteiinien matriisi. Matriisin rikin vuoksi villa pystyy imemään itseensä vettä ja väriaineita. Makrofibrillit koostuvat pienemmistä filamenteista eli mikrofibrilleistä (*microfibril*). (Räisänen ym., 2015; Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao, 2010)

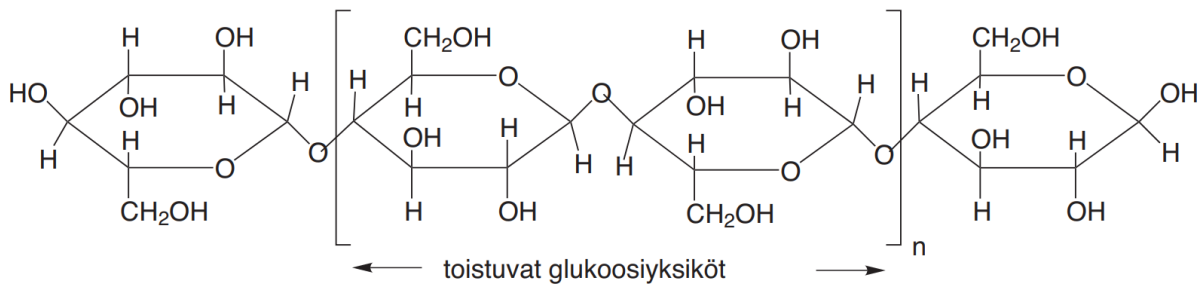
Mikrofibrillit koostuvat proteiiniketjuista, jotka ovat kiertyneet toistensa ympärille spiraalimaisesti ja epämääräisesti. Proteiiniketjut ovat keratiineja, joiden rakenne muodostuu 20 erilaisesta aminohaposta. Aminohapot sisältävät sekä aminoryhmän  $\text{-NH}_2$  että karboksyylihapporyhmän  $\text{-COOH}$ . Mikrofibrillien proteiiniketjut ovat haaroittuneita, joten ketjut eivät pääse lähelle toisiaan. Ketjujen välille on muodostunut vetysidoksia, rikkisiltoja, ionisidoksia ja van der Waalsin voimia. Näistä johtuen varaukset ovat jakautuneet epätasaisesti, mikä vetää värimolekyylejä puoleensa. Nämä antavat myös villalle sen ominaisen joustavuuden, elastisuuden ja kestävyuden. Mikrofibrillien kemialliset sidokset on esitetty kuvassa 9. Mikrofibrillien proteiiniketjujen epämääräinen spiraalisuus, haaroittuneisuus ja epäsäännöllinen rakenne tekevät villan rakenteesta noin 75 % amorfisen. Tämä amorfisuus parantaa osaltaan värjäytymistä luoden tilaa ja koloja väriainemolekyyleille. (Räisänen ym., 2015; Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao, 2010)



Kuva 9. Villan proteiiniketjujen rakenne ja ketjujen välisiä sidoksia. Kuva Räisänen ym. (2015)

Villakuitujen lisäksi silkki on myös hyvin värjäytyvä kuitu. Sen polymeerirakenne on yksinkertaisempi kuin villan. Se koostuu fibriiniproteiinista, jossa on 17 erilaista aminohappoa. Kuitenkin neljä aminohappoa, glyseeni, alaniini, tyrosiini ja seriini koostavat 90 % silkkipolymeerin painosta. (Räisänen ym., 2015)

Puuvilla koostuu selluloosasta, jonka hydroksiryhmät -OH muodostavat runsaasti vetysidoksia kuidun sisällä ja kuitujen välillä. Koska vetysidokset ovat melko vahvoja heikkoja sidoksia, puuvillapolymeeri reagoi heikosti väriaineen kanssa. Tästä johtuen selluloosakuidut värjäytyvätkin huonosti kasviväreillä. Puuvillapolymeerin rakenne on esitetty kuvassa 10. Muilla selluloosakuiduilla kuten pellavalla ja hampulla on vastaava rakenne, ja ne ovat myös morfologisesti tiiviimpiä kuin puuvilla. Tiiviimmästä rakenteesta johtuen ne värjäytyvät puuvillaa huonommin. (Räisänen ym., 2015)



Kuva 10. Selluloosakuidun, kuten puuvillan, polymeerirakenne. Kuva Räisänen ym. (2015)

Tekokuiduista polyamidin rakenne on samankaltainen villan kanssa, sillä siinä on myös aminoryhmiä jotka reagoivat vastaavanlaisesti villan aminoryhmien kanssa. Aminoryhmiä on kuitenkin vain 10 % villan aminoryhmien määrästä, joten väriainetta ei pääse sitoutumaan niin paljon. Polyamidia käytetään kuitenkin usein villan sekoitteena, jolloin sen heikompa sitoutumista ei erota. Esimerkiksi polyamidin 25 % sekoiteosuutta ei pysty erottamaan värjäystuloksessa verrattuna 100 % villaan. Tekokuitujen kulutus on lisääntynyt viime vuosikymmeninä, joten niiden luonnonvärjäysten ominaisuuksien parantaminen on ollut tutkimuksen kohteena. (Räisänen ym., 2015)

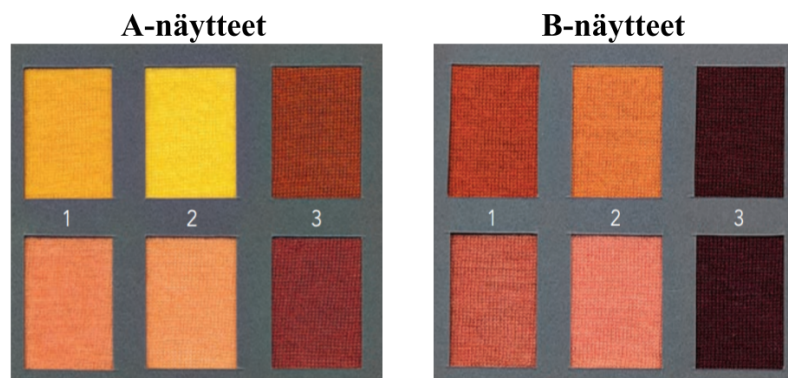
### 5.1.2 Happamuus

Värjäämiseen vaikuttaa käytetyn kuidun lisäksi värjäysliemen happamuus. Esimerkiksi hyvin emäksisessä liuoksessa villan proteiinituotteiden rikkisillat rikkoutuvat tuhoten polymeerirakenteen, jolloin villa liukenee liuokseen. Happamuus vaikuttaa myös



muodostuvaan väriin, esimerkiksi verihelttaseitkillä värjätessä happamassa liuoksessa saadaan keltaista väriä, mutta emäksisessä liuoksessa saadaan punaista. Verihelttaseitikki toimii tällöin luonnon happo-emäs-indikaattorina. Värimuutos johtuu väriainemolekyyleissä olevista hydroksiryhmistä. OH-ryhmät ionisoituvat vesiliuokseen eri tavoin riippuen sen happamuudesta. Tästä johtuen väriainemolekyylin väriä tuottavassa osassa on erilainen määrä elektroneita. Elektronien määrä vaikuttaa molekyylin absorboiman valon aallonpituuteen, jolloin myös havaittava väri muuttuu. (Räisänen ym., 2015)

Happamuuden aiheuttamat värimuutokset vaikuttavat myös lankojen pesuun värjäyksen jälkeen. Värjäys tapahtuu usein happamassa tai neutraalissa liuoksessa, sillä esimerkiksi pureteaineena käytetty aluna happamoittaa liuosta vapauttamalla siihen rikkihappoa. Tästä syystä lankojen pesussa on tärkeää käyttää neutraalia pesuainetta, ettei langoista ja väriaineesta tule emäksisiä ja täten väri muuttuisi epätoivotulla tavalla. Kuvassa 11 havainnollistetaan happamuuden vaikutusta, A-näytteet on värjätty pH:ssa 4 ja B-näytteet on värjätty pH:ssa 8. Värjäyksessä on käytetty veriseitikin väriainetta emodiinia, ylemmät näytteet ovat suoraan värjäyksestä saadut värit, alemmat näytteet ovat värit pesun jälkeen. (Räisänen ym., 2015)

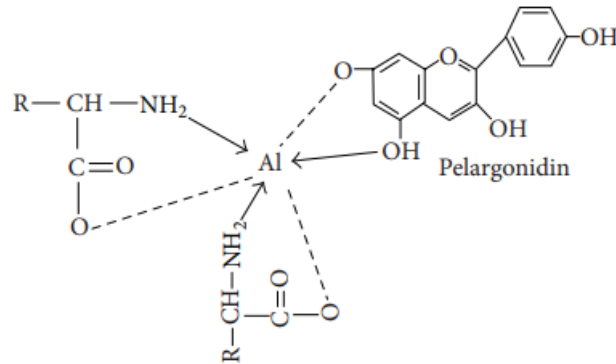


Kuva 11. Happamuuden ja puretuksen vaikutus väriin. A-näytteet on värjätty pH:ssa 4 ja B-näytteet pH:ssa 8. Ylärivillä on värjäyksestä saatu väri, alemmalla rivillä pesun jälkeinen väri. Käytetty puretusaine: 1 ei käytetty, 2 aluna, 3 kaliumdikromaatti. Näytteet on värjätty emodiinilla. Kuva Räisänen ym. (2015)

### 5.1.3 Puretus

Väriaineen kiinnittymistä voidaan parantaa käyttämällä puretusaineita. Useimmiten puretusaineena käytetään alunaa (yleisimmin kaliumalumiinisulfaatti,  $[KAl(SO_4)_2]$ ). Vesiliuoksessa alunan alumiini erottuu alumiini-ioniksi, joka muodostaa koordinaatiosidoksen

väriainemolekyylin ja kuidun välille. Kuvassa 12 esitetään alumiini-ionin muodostama koordinaatiosidos silkin aminohappojen sekä keltasipulin yhden väriaineen, pelargonidinin, välillä. (Gias Uddin, 2014; Räisänen ym., 2015)



Kuva 12. Alumiini-ioni muodostaa koordinaatiosidoksen väriainemolekyylin (pelargonidin, keltasipulin yksi väriaine) sekä kuidun aminohapon välillä. Kuva Gias Uddin (2014).

Puretusaineen käyttö parantaa huomattavasti väriainemolekyylin ankkuroitumista kuituun, puretteen käytöllä saadaan muodostettua 3-4 kertaa enemmän kiinnittymispaikkoja väriainemolekyylin ja kuidun välillä kuin jos pureteainetta ei käytettäisi. Muita mahdollisia pureteaineita ovat esimerkiksi rauta(II)sulfaatti ( $\text{FeSO}_4$ ), tina(II)kloridi ( $\text{SnCl}_2$ ), kupari(II)sulfaatti ( $\text{CuSO}_4$ ) ja kaliumdikromaatti ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ). Nämä ovat kuitenkin suuressa mittakaavassa terveydelle ja ympäristölle vaarallisia. Osa pureteaineista myös heikentää lankaa. Esimerkiksi rautasulfaattia kannattaa käyttää korkeintaan 15 minuutin ajan, muuten langat rupeavat liukenemaan seokseen kuidun rakenteen hajotessa. Lisäksi monet pureteaineista sisältävät sulfaattia, joka muodostaa vesiliuoksessa rikkihappoa. Tämä voi kuumennuksessa haihtua ja olla ärsyttävää iholle. Käytetty pureteaine vaikuttaa myös värjäyksessä muodostuvaan väriin, kuten kuvasta 11 nähdään. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Räisänen ym., 2015)

Alunan ja muiden metallisuolojen vaarallisuuden vuoksi on löydetty myös luonnosta pureteaineita, kuten raparperin oksaalihappo tai runsaasti tanniineja sisältävät kasvit, esimerkiksi pajun kuori tai kävyt. Niiden käyttö vaatii kuitenkin pitkiä esivalmisteluja, kuten pitkiä liuotus- ja keittoaikoja, ennen kuin niitä voidaan käyttää värjäyksessä. Tanniinit ovat erityisen hyödyllisiä selluloosakuitujen värjäyksessä, sillä niiden avulla väriaineet tarttuvat kuituun huomattavasti paremmin kuin muilla pureteaineilla. (Prabhu & Bhute, 2012; Räisänen ym., 2015)

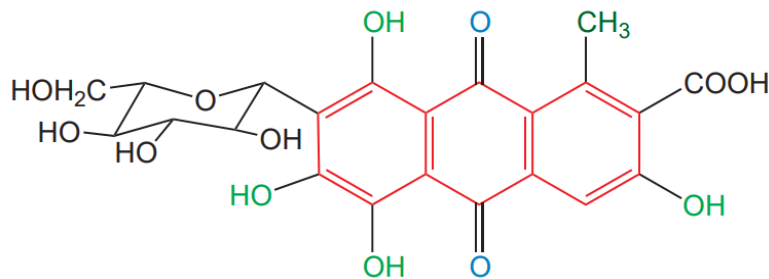
Puretus tehdään yleensä ennen värjäystä, jolloin pureteaine on valmiina kuidun rakenteessa väriliemeen laitettaessa. On kuitenkin mahdollista tehdä samanaikaispuretus, jolloin pureteaine lisätään samaan aikaan väriliemen kanssa. Tällöin on kuitenkin mahdollista, että pureteaineen koordinaatiosidokset muodostuvat värimolekyylien ja liuoksessa vapaana olevien aineiden välillä. Tämä pienentää väriaineen sitoutumista kuituun. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Räisänen ym., 2015)

#### *5.1.4 Väriaineet*

Ensimmäiset todisteet värjäamisestä ja väriaineista ovat löytyneet jääkauden jälkeiseltä ajalta n. 10 000 eaa. Värjäämistä on voitu tehdä aikaisemminkin, sillä käytetyt luonnonkuidut ja -väriaineet ovat helposti hajoavia, joten arkeologisten löydösten löytäminen on ollut vaikeaa. Suurin osa löydetyistä näytteistä ovat säilyneet ikijään, kuivan hiekka-aavikon tai anaerobisten olosuhteiden, kuten suon, ansiosta. Yksi tärkeimmistä väriaineista, sinistä tuottava indigo, löydettiin Intiassa noin 4000 vuotta sitten. Indigo muodostui tärkeäksi kauppatavaraksi Eurooppaan meritien avauduttua Intiaan 1500-luvulla (Räisänen ym., 2015). Muita historiallisia väriaineita ovat tyroksen purppura, jota saatiin Välimeren värikotiloista, tai Amerikan kilpikirvojen kokenillin punainen. Keskiajalla munkit kirjoittivat paljon käytetyistä väriaineista ja värjäystekniikoista. Ensimmäiset synteettiset väriaineet kehitettiin 1856, mistä lähtien luonnonväriaineiden käyttö on vähentynyt selvästi. Nykyisin luonnonväriaineita käytetään niiden luonnonmukaisuuden ja myrkyttömyyden vuoksi lähinnä harrastuneisuuden vuoksi. (Mantua-Kommonen & Vasko, 2021; Sequin-Frey, 1981)

Väriaineet syntyvät solujen solulimassa ja ne ovat eliöiden sekundääriaineenvaihdunnan tuotteita. Tämä tarkoittaa, että niillä ei ole elämiseen suoraan vaikuttavia ominaisuuksia, vaan niillä on muita tehtäviä eliöille. Väriaineiden rakenteissa esiintyy hydroksi-, karboksyylihapo- ja aminoryhmiä, jotka tekevät niistä vesiliukoisia. Osa väriaineista on sokerijohdannaisia, mikä myös lisää vesiliukoisuutta. Tämä sokeriosa ei kuitenkaan vaikuta molekyylin värintuottamiseen. Väriaineiden suurempi vesiliukoisuus parantaa niiden liukenemistä eliöiden soluista veteen. Vesiliukoisuutta voidaan lisätä nostamalla väriliemen happamuutta, jolloin hydroksiryhmät ionisoituvat O<sup>-</sup>-ryhmiksi. On olemassa myös rasvaliukoisia väriaineita, jotka varastoituvat soluliman sijasta soluseinämiin. Näitä väriaineita käytetään kuitenkin harvoin värjäykseen. (Räisänen ym., 2015)

Väriainemolekyylissä väri muodostuu elektronien liikkeestä molekyylin osista toisiin. Tätä kokonaisuutta, jossa elektronien liike tapahtuu, sanotaan kromogeeniksi eli väriä tuottavaksi osaksi. Kromogeeni koostuu kolmesta osasta, kromoforista, auksokromista ja antiauksokromista. Kromoforeissa tapahtuu elektronien liikkuminen, ja ne sisältävät kaksoissidoksia ja yksöissidoksia. Auksokromit ovat elektroneja luovuttavia osia, kuten metyyli- ( $-\text{CH}_3$ ), amino- ( $-\text{NH}_2$ ) ja hydroksiryhmiä. Antiauksokromit ovat taas elektroneja puoleensa vetäviä osia, kuten nitro- ( $-\text{NO}_2$ ) ja bromiryhmiä. Kuvassa 13 havainnollistetaan karminihapon kromogeeniä. Karminihappo tuottaa kokenillin punaisen värin. Kuvasta nähdään, että karminihapon sokeriosa ei osallistu värin muodostukseen, vaikka se sisältääkin esimerkiksi hydroksiryhmiä. Tästä syystä ne jätetään välillä merkittämättä väriainemolekyylin rakennekaavoista. (Räisänen ym., 2015)



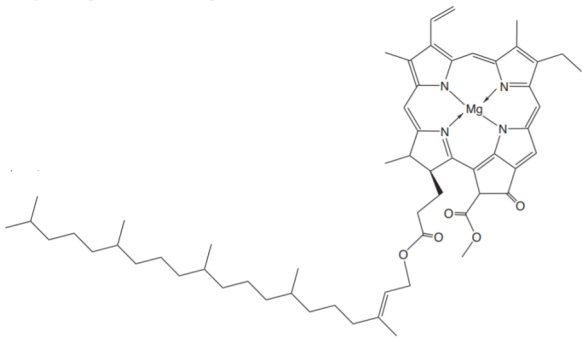
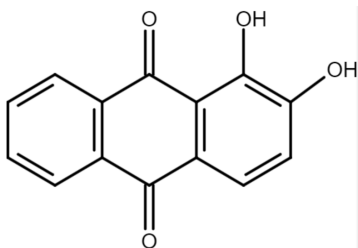
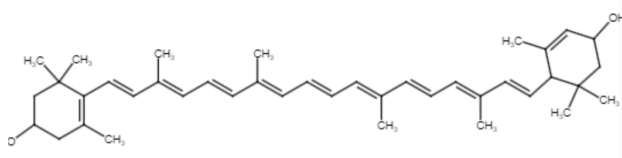
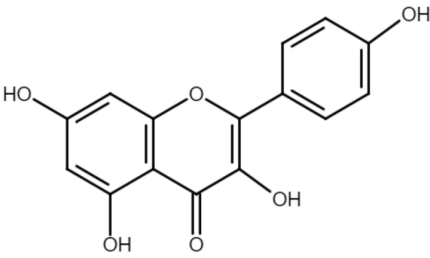
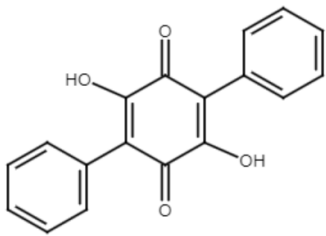
Kuva 13. Karminihapon kromogeenin molekyyli­rakenne, kromofori punaisella, auksokromi vihreällä ja antiauksokromi sinisellä. Kuva Räisänen ym (2015).

Luonnonväriaineet voidaan jakaa niiden rakenteen perusteella pääryhmiin, joita ovat muun muassa klorofyllit, antrakinonit, karotenoidit, flavonoidit ja terfenyylikinonit. Näistä klorofyllejä eli lehtivihreää ei voida käyttää tekstiilivärjäyksessä, sillä se hajoaa helposti valon ja lämmön vaikutuksesta. Sitä on kuitenkin tutkittu paperin värjäyksessä. Taulukossa 4 on esitetty näiden ryhmien väriaineiden rakenteista ja väriaineen lähteistä esimerkit. (Prabhu & Bhute, 2012; Räisänen ym., 2015)

Antrakinoneita esiintyy esimerkiksi seitikeissä, mataroiden juurissa, kilpikirvoissa, paatsamoissa ja joissakin jäkälissä. Ne tuottavat punaisen eri sävyjä. Antrakinonit ovat pysyviä tekstiileissä, mikä on tehnyt niistä suosittuja väriaineita historian saatossa. Esimerkiksi värimataraa on viljelty sen sisältämän alitsariinin vuoksi. Tämä on tehnyt väriaineesta kohtuullisen halvan, jolloin myös tavallinen kansa on voinut värjätä sillä. Seitikeistä erityisesti veriseitikit ja veriheltaseitikit ovat olleet hyviä punaisen lähteitä ja ne sisältävät antrakinoneita melkein kaksinkertaisen määrän mataroihin verrattuna. Antrakinonien rakenteet sisältävät kolme yhteenliittynyttä rengasta. (Räisänen ym., 2015)

Taulukko 4. Luonnonväriaineiden väriaineryhmiä ja esimerkit jokaisesta väriaineryhmästä.

Taulukko muokattu Räisänen ym. (2015).

Väriaine-ryhmä	Väriaineen nimi	Väriaineen rakenne	Eliö
klorofyllit	klorofylli a	 <p>Kuva: Räisänen ym. (2015)</p>	eukaryootit sinilevät
antrakinonit	alitsariini		matarat
karotenoidit	luteiini		kehäkukka
flavonoidit	kemferoli		kultapiisku liuskalääte kanerva nokkonen
terfenyyliki- kinonit	polypori- happo		okrakääpä samettijalka

Karotenoideista saadaan keltaisen, oranssin ja punaisen sävyjä. Karotenoidit voivat olla joko vesi- tai rasvaliukoisia. Vesiliukoisia karotenoideja kutsutaan ksantofylleiksi ja ainoastaan niitä voidaan käyttää värjäykseen. Rasvaliukoisilla karotenoideilla, eli karoteeneilla, ei voida värjätä, sillä ne eivät liukene veteen eivätkä täten kiinnity kuituihin. Karotenoideja on esimerkiksi saframissa, maustekurkuman juurakoissa, pietaryrteissä, kehäkukissa sekä muutamissa käävissä ja levissä. Niin ikään kehäkukkaa voidaan viljellä värimataran tavoin sen sisältämän luteiinin vuoksi. Karotenoidit sisältävät polyeeniketjun, jossa on 9-11 konjugoitunutta kaksoissidosta. (Prabhu & Bhute, 2012; Räisänen ym., 2015)

Flavonoidit ovat suurin luonnonväriaineiden ryhmä, josta johtuen myös niiden värikirjo on laaja. Kaikki flavonoidit ovat vesiliukoisia. Kasvien flavonoidipitoisuus on suurimmillaan kasvukauden lopussa. Flavonoideilla on monta alaryhmää, kuten antosyaanit, flavonit, flavonolit, kalkonit ja auronit. Antosyaanit tuottavat punaisen, oranssin, violetin ja sinisen sävyjä, mutta ne eivät ole kestäviä tekstiileissä. Niitä saadaan muun muassa marja-aronian marjoista ja lupiineista. Flavoneista saadaan keltaista väriä, jota esiintyy esimerkiksi väriresedassa, liuskaläätteessä, puna-apilassa ja järviruo'ossa. Flavonit ovat hyvin pysyviä värejä ja varsinkin väriresedaa on käytetty neoliittiselta kaudelta (6000-3500 eaa.) lähtien värjäämiseen. Flavonolit ovat toinen keltaisen lähde, mutta näissä tekstiilien värinpysyvyys ei ole yhtä hyvä kuin flavonien. Flavonoleja on monissa vihreissä kasveissa, kuten piiskuissa, liuskaläätteessä, kehäkukassa, suomyrtyssä, pietaryrtissä ja ruskolevissä. Kalkonit ja auronit tuottavat puolestaan kullan, oranssin ja punaoranssin sävyjä. Niitä löytyy esimerkiksi kaunosilmistä, auringonkukista ja euroopanpiikkiherneestä. (Prabhu & Bhute, 2012; Räisänen ym., 2015)

Terfenyylikinoneita esiintyy ainoastaan sienissä, muun muassa orakkaissa, käävissä, samettijalassa ja tateissa. Sienissä yleensä vanhemmat yksilöt antavat paremman värin. Terfenyylikinoneilla saadaan sinisen, siniharmaan ja violetin sävyjä. Sinisen värin saaminen värjäyksessä ei kuitenkaan ole yksinkertaista. Indigon tavoin sienten sininen väriaine on eliössä värittömän esiasteen muodossa, ja värjäämisessä käytetään erityistä kyyppivärjäystä. Terfenyylikinonien rakenteessa esiintyy kolmen bentseenirenkaan ketju. (Räisänen ym., 2015; Zhou & Liu, 2010)

Värjäysprosessiin vaikuttavat siis monet tekijät. Käytetyn kuidun rakenne vaikuttaa siihen, kuinka hyvin se värjäytyy. Yleisesti mitä amorfisempi ja huokoisempi kuitu on, sitä paremmin se värjäytyy. Värjäysliemen happamuus vaikuttaa saatavaan väriin, sillä osa käytetyistä

väriaineista toimii luonnon indikaattoreina. Puretuksella parannetaan värjäyksen saantoprosenttia. Metallisuolat, kuten alunan alumiini, kiinnittyvät koordinaatiosidoksilla kuidun rakenteisiin luoden väriainemolekyyleille enemmän paikkoja kiinnittyä kuituun. Luonto sisältää monenlaisia väriaineita, joista monia on käytetty tuhansien vuosien ajan. Luonnonväriaineista saadaan yleensä keltaisen, oranssin tai punaisen sävyjä, sinistä saadaan lähinnä indigosta. (Räisänen ym., 2015)

## 5.2 Langanvärjäys kemian opetuksessa

Luonnonväreillä värjäämistä on hyödynnetty kemian opetuksessa, jolloin pystytään luomaan integroivia projekteja ja opettamaan kemiaa erilaisessa kontekstissa. Esimerkiksi langanvärjäys on toiminut kontekstina yliopiston ensimmäiselle kemian kurssille. Kurssi suunniteltiin muotialan opiskelijoille, sillä he olivat värjänneet lankoja aikaisemmin. Kurssi muodostui kuitenkin hyvin suosituksi kaikkien opiskelijoiden keskuudessa. Kurssin tarkoituksena oli saada opiskelijat huomaamaan kemian merkityksellisyys ja tarpeellisuus arkipäiväisissä asioissa ja opiskelijoille tutuissa tilanteissa. (Tallman, 2019)

Kurssi koostui viidestä osiosta, jotka olivat valo värin lähteenä, luonnonväreillä värjääminen, synteettisillä väreillä värjääminen, ympäristövaikutukset ja opiskelijoiden itse suunnittelema tutkimusprojekti jostain kurssin aiheesta. Jokaisessa osiossa käsiteltiin kemian eri aiheita tutkimusartikkelien, teorian sekä laboratoriotöiden avulla. Kemian aiheina olivat muun muassa sähkömagneettisen säteilyn spektri, saostumisreaktiot, happamuus sekä hapettuminen ja pelkistyminen. Tutkimuksessa kysyttiin opiskelijoiden mielipiteitä kurssista kyselyn avulla. Noin 80 % sanoi oppineensa tehokasta ryhmätyöskentelyä, kurssin asioiden soveltamista muissa tilanteissa ja oikeiden ongelmanratkaisukeinojen käyttöä. Lisäksi noin 90 % oppi keräämään, analysoimaan ja yhdistämään tietoa eri lähteistä. (Tallman, 2019)

Langanvärjäystä voidaan toteuttaa myös lukion kemian opetuksessa. Pereiran ym. (2006) suunnitteleman projektin tavoitteena oli muodostaa yhteyksiä luonnontieteen, teknologian, yhteiskunnan ja kulttuurin välille, muodostaa parempi ymmärrys värjäysprosessin kemiasta sekä vahvistaa koulun ja ulkopuolisen yhteisön sidettä. Projekti koostui monista museo-, yritys- ja yliopistovierailuista, värjäyskasvien keruusta, posterien tekemisestä sekä laboratoriotyöskentelystä. Projektin aikana opeteltiin happo-emäs tasapainoa, aineen rakennetta ja reaktiivisuutta, molekyylien välisiä voimia ja sidoksia, liukoisuutta sekä spektroskopian alkeita. Oppilaat pitivät projektin työskentelystä ja kemian integroitumisesta

kulttuuriin ja yhteiskuntaan. Lisäksi projekti lisäsi muutamien kiinnostusta kemian ammatteja kohtaan. (Pereira ym., 2006)

Myös Alves ym. (2014) suunnittelivat lukiolaisille langanvärjäysprojektin, osittaen perustuen Pereiran ym. (2006) tutkimukseen. Tässä tavoitteena oli opetella kemiallista sitoutumista erilaisessa kontekstissa, muodostaa parempi ymmärrys värjäysprosessin kemiasta, tutkia väriaineiden, puretusaineiden ja saadun värin yhteyttä, muodostaa yhteys värin ja sähkömagneettisen spektrin välille sekä tuoda näkyväksi luonnontieteen, kulttuurin ja arkielämän suhteet toisiinsa. Projektiin kuului teoriaosia, laboratorio-osia ja keskusteluosia. Teoriaosissa opeteltiin aiheen historiallista taustaa, kasvien väriaineiden rakenteita ja kemiallista sitoutumista. Laboratorio-osissa värjättiin villaa eri väriaineilla ja puretteilla. Keskusteluosissa keskusteltiin laboratorio-osien havainnoista ja liitettiin saadut tulokset teoriataustaan. (Alves ym., 2014)

Tutkimuksessa tehtiin opiskelijoille kysely projektiin liittyen. Kyselyn perusteella opiskelijat pitivät laboratoriotöistä, sillä ne vahvistivat teoriaosissa käytyjä asioita. Lisäksi laboratoriotyöt motivoivat oppilaita, paransivat heidän yhteistyötaitojaan ja erilaisten taitojen opettelua. Projektiin osallistuneiden opiskelijoiden koetulokset paranivat huomattavasti kemiallisen sitoutumisen ja sähkömagneettisen säteilyn spektrin osalta edellisvuosiin verrattuna, jolloin asiat opeteltiin tavallisella luento-opetuksella. Projektiin osallistuneista kaikki läpäisivät kokeen ja 80 % sai vähintään kiitettävän arvosanan, kun edellisvuosina 60 % opiskelijoista läpäisi kokeen ja 15 % sai kiitettävän arvosanan. (Alves ym., 2014)

Luonnonväriaineilla värjämisestä opetuksessa on myös tehty opinnäytetyö. Sundvall (2003) esittelee proseminarityössään kehittämänsä ja kokeilemaansa kemian, kuvataiteen ja käsityön integroivaa langanvärjäysprojektia. Projektissa kemian tunneilla eristettiin käytetty väriaine krappijuuresta opiskellen samalla erotusmenetelmiä. Kuvaamataidon tunneilla suunniteltiin valmistettavan tuotteen värimaailma ja kuvitus. Viimeiseksi käsityön tunneilla värjättiin langat eristetyllä väriaineella ja valmistettiin langoista ryijytossut. Projekti toteutettiin 7.-luokkalaisille. Oppilaiden mielestä kemian oppiminen projektin aikana oli mukavampaa ja kiinnostavampaa, sillä opitut asiat liittyivät laajempaan kokonaisuuteen. Tämän tyyppinen integroiva projekti oli heille uutta, ja he oppivat kuinka yksi aihepiiri voi liittyä moneen oppiaineeseen. Lisäksi melkein kaikkien mielestä projektin aikana opittiin asioita paremmin kuin tavallisilla tunneilla. Tunneilla jouduttiin tekemään itsenäistä tiedonhakua, josta oppilaat eivät kunnolla innostuneet vaan olisivat halunneet opettajan



kertovan vastauksen heille suoraan. Eniten innosti käsityön mukana oleminen, sillä oppilaat pääsivät tekemään itse ja suunnittelemaan valmistettavan tuotteen omanlaisekseen. (Sundvall, 2003)

Myös Räisänen (2002) esittelee sienien väriaineen eristystä käsittelevässä väitöskirjassaan mahdollisuuden biologian, kemian ja käsityön integrointiin värjäysprojektissa. Biologian tunneilla tunnistettaisiin ja kerättäisiin värjäyksessä käytettävät sienet, jonka jälkeen kemian tunnilla eristettäisiin väriaine näistä kromatografisesti. Lopuksi käsityön tunnilla eristetyllä väriainejauheella joko värjättäisiin käytettävät langat tai painettaisiin sillä kuvioita kankaisiin, jotka valmistettaisiin tuotteiksi. Kokonaisuutta suositellaan lukiotasolle. (Räisänen, 2002)

Luonnonväreillä värjäämistä ja tekstiilien rakenteeseen tutustumista on sisällytetty myös nykyisiin yläkoulun kemian oppikirjoihin. Ohjeissa värjätään pieni määrä lankaa tai kangasta kerätyillä kasveilla, sipulinkuorilla tai teellä ja ehdotettuina pureteaineina käytetään kaikkea alunasta ja kuparisulfaatista viinikiveen ja oksaalihappoon. Kuvassa 14 esitetään *FyKe 7-9 Kemia* -kirjan työvaiheet kankaan värjäämiseen luonnonväreillä. Pohdintakysymykset työn jälkeen vaihtelevat ympäristöystävällisyyden miettimisestä (Ikonen ym., 2023), käytettyjen erotusmenetelmien ja luonnonkuitujen ja tekokuitujen eroihin (Kangaskorte ym., 2023) sekä yksinkertaisesti työn päätelmien esittelemiseen (Muilu & Virtanen, 2023). Kirjojen teoriasisällöissä opetellaan vaihtelevasti tekstiilikuitujen luokittelusta eläin-, kasvi- ja tekokuituihin, värjäyksen teoriasta, ympäristövaikutuksista ja kierrättämisestä. Ilmiö-kirjassa kehoitetaan myös yhteistyöhön tekstiilikäsityön kanssa, jotta värjätylle langalle löytyisi pitkäaikaista käyttöä. (Ikonen ym., 2023; Kangaskorte ym., 2023; Muilu & Virtanen, 2023)

### Värjäys luonnonväreillä

	
<p>Ota iso keitinlasi puolitellen pilkottuja kasveja. Kaada kuumaa vettä kasvien päälle, kunnes ne peittyvät vedellä. Keitä seosta kuumennusverkon päällä 15 minuuttia välillä sekoittaen.</p> <p>Odota, että kasvit laskeutuvat keitinlasin pohjalle.</p> <p>Siivilöi väriliemi varovasti toiseen keitinlasiin jäähtymään.</p>	<p>Ota pieneen keitinlasiin noin 10 ml kylmää vettä ja liuota veteen ½ tl alunaa. Kaada alunaliuos jäähtyneeseen väriliemeen. Upota värjättävät kangaspalat väriliemeen.</p> <p>Kuumenna väriliemi 80-asteiseksi ja pidä lämpötila samana kuumennuksen ajan. Anna kankaiden värjäytyä liemessä noin 15 minuuttia välillä sekoittaen.</p> <p>Sammuta kaasupoltin.</p>
<p>Voit vaikuttaa värisävyyden lisäämällä väriliemeen ½ tl kuparisulfaattia tai ruokasuolaa. Sekoita liuosta ja odota 10 minuuttia.</p> <p>Ota kankaat upokaspihdeillä pois liuoksesta pieneen keitinlasiin.</p> <p>Anna kankaiden hieman jäähtyä ja huuhtelee ne ensin lämpimällä vedellä.</p> <p>Huuhtelee kankaat lopuksi kylmällä vedellä.</p> <p>Aseta kankaat kuivumaan.</p>	

Kuva 14. FyKe Kemia -kirjan luonnonväreillä värjäämisen työohjeen työvaiheet. Kuva Kangaskorte ym. (2023).

Oppimateriaalia värjäykseen liittyen tuottaa myös BioColour-hanke. Hankkeen tavoitteena on luoda tietokanta luonnonväreistä, niiden käytöstä ja niistä saatavista väreistä. Hanke tekee yhteistyötä muun muassa LUMA-keskuksen Kemianluokka Gadolinin, Tekstiiliopettajaliiton ja Kotitalousopettajien liiton kanssa tuottaen värjäykseen liittyvää oppimateriaalia. He myös järjestävät koulutuksia asiaan liittyen. Koulutuksissa käsitellään esimerkiksi luonnonväriaineita kestävyuden näkökulmasta, puhutaan ilmiöoppimisesta ja harjoitellaan luonnonväreillä värjäämistä. (Alanko, 2020) BioColour-hanke on myös tuottanut Värjäyspäivän menu -materiaalin, jossa esitellään miten kotona tai kotitaloustunnilla syntynyttä ruokahävikkiä voidaan hyödyntää värjäyksessä. Materiaali esittelee muutaman reseptin ja niissä käytettävien materiaalien hyödyntämistä värjäyksessä. (Alanko ym., 2020) Tämä avaa integrointimahdollisuuden käsityön ja kotitalouden kanssa. (BioColour, 2023)

Langanvärjäys on mielenkiintoinen konteksti kemian opetukselle ja sen integraatiolle. Mukana olevia oppiaineita voivat olla käsityön lisäksi esimerkiksi historia, biologia, yhteiskuntaoppi, kuvaamataito tai kotitalous. Lisäksi opeteltavat kemian aiheet ja käsitteet voivat vaihdella esimerkiksi yksinkertaisesta laboratoriotyöskentelystä kemialliseen sitoutumiseen ja spektroskopiaan. Kemian aiheiden laajuudesta ja värjäyksen monimutkaisuudesta johtuen värjäykseen liittyvät oppimiskokonaisuudet ovat yleensä pitkiä monien viikkojen projekteja. Näissä oppimiskokonaisuuksissa opiskelijat kuitenkin oppivat kemian sisältöjä huomattavasti paremmin kuin tavallisilla kemian tunneilla. Opiskelijat näkevät projektien aikana kemian merkityksellisyyden ja tärkeyden värjäyksen osalta. Käytännöllisyyden parantamiseksi kemian oppikirjoissa on esitelty myös helpommin järjestettäviä yhden tai kahden oppitunnin kokonaisuuksia. (Alves ym., 2014; Ikonen ym., 2023; Kangaskorte ym., 2023; Pereira ym., 2006; Sundvall, 2003; Tallman, 2019)

## 6. Kehittämistutkimus

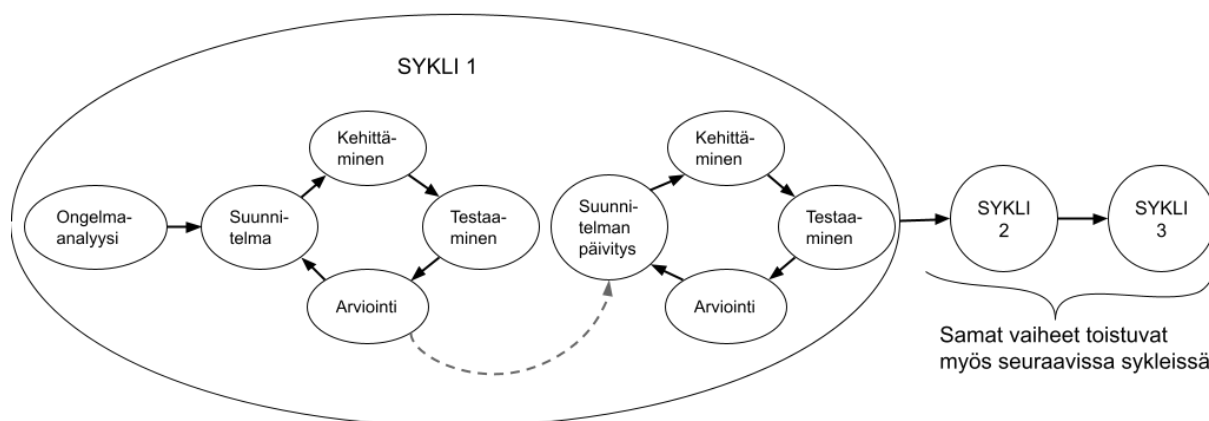
Kehittämistutkimus on melko uusi, 1990-luvulla opetuksen tutkimukseen tullut tutkimusmenetelmä. Menetelmä kehitettiin, jotta opetuksen tutkimuksen tuloksia pystyttäisiin paremmin hyödyntämään tavallisissa oppilaitoksissa ja, että opetuksen tutkimus saisi tieteellistä luotettavuutta. Kehittämistutkimuksessa tutkija ja opettaja tekevät tiivistä yhteistyötä, jotta tutkimuksesta saataisiin hyödyllistä materiaalia ja tutkimus olisi tieteellisten laatumäärittysten mukaista. (Pernaa, 2011; Pernaa, 2013) Kehittämistutkimuksessa

*“kehittäminen ja tutkiminen yhdistyvät teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältävässä syklisessä prosessissa”*, (Pernaa, 2013, s. 10).

Kehittämistutkimuksessa lähdetään liikkeelle todellisista opetustilanteiden ongelmista, joihin kehitetään teoriapohjan avulla jokin ratkaisu. Tätä ratkaisua arvioidaan, jonka perusteella siihen tehdään muutoksia ja kokeillaan ratkaisua uudestaan. Näin prosessi jatkuu syklisesti kunnes ratkaisuun ollaan tyytyväisiä ja sitä pystytään yleistämään. (Pernaa, 2011; Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimuksessa on kolme päävaihetta, jotka toistuvat syklisesti. Tutkimus alkaa kohteen ongelma-analyysillä, jossa analysoidaan kehittämisen tarpeet, mahdollisuudet ja haasteet. Tämä voi olla empiirinen tai teoreettinen tai yhdistää molempia. Tutkimuksen kohde

voi olla esimerkiksi oppimisaktiviteetti, arviointitapa, hallinnollinen muutos tai kokonainen kurssi. Ongelma-analyysin jälkeen laaditaan alustava kehittämissuunnitelma. Suunnitelmaa päivitetään tutkimuksen edetessä, kun asiasta saadaan uutta tietoa. Näiden jälkeen on käytännön toteutus, joka koostuu kehittämis-, arviointi- ja raportointivaiheista. Toteutuksen jälkeen tuotosta arvioidaan ja nostetaan sen haasteet uuden syklin tavoitteiksi. Kehittämistutkimuksen päävaiheet ja iteratiivinen luonne esitetään kuvassa 15. (Anderson & Shattuck, 2012; Pernaa, 2011; Pernaa, 2013)



Kuva 15. Kehittämistutkimuksen päävaiheet ja syklinen eteneminen. Kuva mukailtu Pernaa (2013).

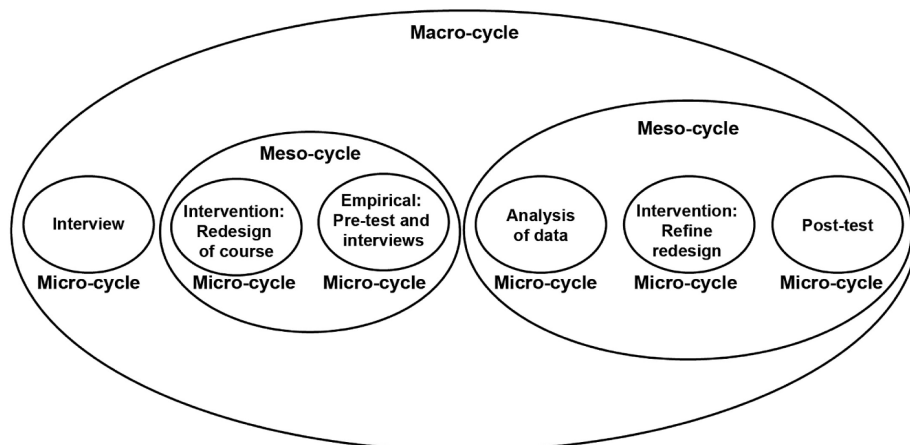
Kehittämistutkimuksella on monia etuja. Se tuottaa käytännönläheistä tietoa tutkimuksen jokaisessa vaiheessa, jota opettajat voivat hyödyntää. Sen tuloksia voidaan myös yleistää. Tutkimuksessa voidaan hyödyntää sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä samanaikaisesti esimerkiksi tukemalla laadullisia havaintoja määrällisillä mittauksilla. Tällöin asiasta saadaan kokonaisvaltaisempi kuva ja tutkimuksen luotettavuus paranee. Myös monien iteraatioiden tekeminen samasta aiheesta parantaa luotettavuutta, sillä harvoin ensimmäisellä kerralla saadaan täydellistä tuotosta. Teorian ja tutkimustulosten soveltaminen opetuksen arkeen on yleisesti koettu ongelmalliseksi, kehittämissuunnitelma korjataan juuri tätä ongelmaa. Lisäksi tutkijan ja opettajan yhteistyö koko kehittämissuunnitelman ajan parantaa tutkimusta. Opettajat ovat usein liian kiireisiä tai heitä ei ole koulutettu tekemään tutkimusta. Toisaalta tutkijat eivät ole yhtä tietoisia koulujen kulttuurista, teknologiasta, päämääristä tai politiikasta jotta he voisivat tehokkaasti luoda ja testata tutkimusta ilman opettajaa. (Anderson & Shattuck, 2012; Pernaa, 2011; Pernaa, 2013)

Kehittämissuunnitelma on kuitenkin myös monia haasteita. Suurin niistä liittyy monen muun opetuksen tutkimusmenetelmän tavoin tutkimuksen luotettavuuteen. Kehittämissuunnitelma

ei ole kehitetty yhtenäisiä tutkimuskäytäntöjä, sillä se on vielä melko nuori tutkimusmenetelmä. Tutkimuksen aikana kertyy myös paljon dataa, mikä haastaa tutkijoita pysymään puolueettomina ja objektiivisina koko tutkimuksen ajan. Kehittämistutkimukseen kuuluu myös olennaisesti yleistysten teko tulosten ja analyysin perusteella, mikä saattaa olla haastavaa sosiaalisten tilanteiden ainutlaatuisuuden sekä yleensä pienen kvalitatiivisen otoksen perusteella. Muita kuin laadullisia haasteita ovat tutkimuksen laajuus ja pitkäkestoisuus. Kehittämistutkimuksen luonteeseen kuuluvat syklisen monien iteraatiot, mikä vaatii paljon tutkimusresursseja ja hyviä koordinoitaitoja. (Anderson & Shattuck, 2012; Pernaa, 2011; Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimuksen laajuus ja pitkäkestoisuus tekevät siitä haastavan tutkimusmenetelmän lyhyemmille projekteille, kuten opinnäytetöille. Ongelmanratkaisua varten kehittämistutkimus on jaettu erikokoisiin sykleihin. Mikrocyklit koostuvat yhdestä päävaiheesta, esimerkiksi ongelma-analyysistä tai kehittämissuunnitelman tekemisestä. Mesocyklit koostuvat 1-3 päävaiheesta ja makrosyklit koostuvat useasta mesosyklistä. Näin opinnäytetyöt voivat olla osa suurempaa tutkimusta, ja ne voivat koostua esimerkiksi yhdestä mesosyklistä. Tutkimus voi myös koostua yhdestä makrosyklistä, mutta tällöin ei saada yhtä kokonaisvaltaista kuvaa aiheesta. Kuvassa 16 on esitetty esimerkki väitöskirjatutkimuksen sykleistä, jotka olivat osa suurempaa tutkimusta kurssin uudelleensuunnittelusta. (Pool & Laubscher, 2016)

Kehittämistutkimuksella yritetään parantaa opetuksen tutkimuksen saavutettavuutta opettajille. Tutkimus kohdennetaan todellisiin ongelmiin, joita yritetään selvittää tutkimuksen päävaiheita syklisesti iteroiden kohti parasta ratkaisua. Tästä syystä tutkimukset ovat usein laajoja ja pitkäaikaisia, mutta niistä saadaan tuloksia kaikissa tutkimuksen vaiheissa, joita voidaan hyödyntää koulumaailmassa. (Anderson & Shattuck, 2012; Pernaa, 2011)



Kuva 16. Väitöskirjatutkimuksen kehittämistutkimuksen päävaiheet ja syklin osat. Kuva Pool & Laubscher (2016).

## 7. Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa tutkimuskysymykset muotoutuivat seuraaviksi:

1. Mitä on oppiaineiden integrointi?
  - a. Mitkä ovat oppiaineiden integroinnin etuja ja haasteita?
  - b. Miten oppiaineiden integrointia järjestetään yläkoulussa?
2. Miten kemian oppiainetta voidaan integroida muiden oppiaineiden kanssa?
3. Minkälaisen kontekstin langanvärjäys tuo kemian opetukselle?
4. Miten oppilaat ja opettaja kokivat tässä tutkimuksessa kehitetyn kemiaa ja käsitöitä integroivan oppimiskokonaisuuden?

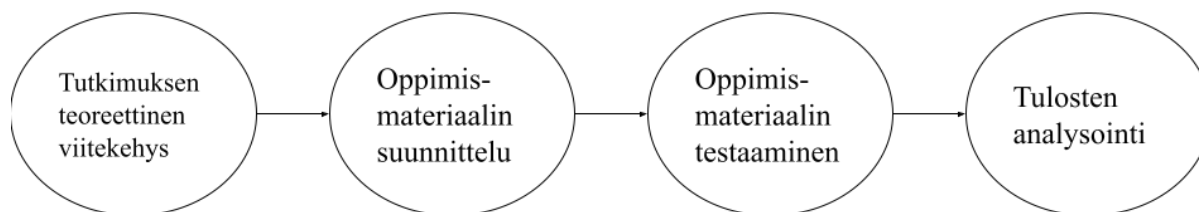
## 8. Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa käytettiin tutkimusmenetelminä kehittämistutkimusta, kyselytutkimusta, haastattelututkimusta ja havainnointitutkimusta. Lisäksi aineiston analyysissä käytettiin sekä sisällönanalyysiä että tilastollista analyysiä.

### 8.1 Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimus esiteltiin tämän tutkimuksen luvussa 6. Tämä tutkimus muodosti kehittämistutkimuksen ensimmäisen syklin, eli ongelma-analyysin, kehittämissuunnitelman ja suunnitelman toteuttamisen (Pernaa, 2011).

Tutkimuksessa käytettiin kehittämistutkimusta, sillä haluttiin suunnitella integroitu oppimiskokonaisuus. Vaikka perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet ovat olleet voimassa seitsemän vuoden ajan (Opetushallitus, 2016), tällaisille integroiduille oppimiskokonaisuuksille ei ole olemassa vielä paljon valmista materiaalia. Kehittämistutkimuksessa yhdistyy tämä todellinen tarve, teoreettinen pohja, uuden materiaalin tekeminen ja suunnitelman testaaminen. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ollut mahdollista jatkaa kehittämistutkimuksen seuraavaan sykliin tutkimuksen laajuuden vuoksi. Kuvassa 17 esitetään tämän tutkimuksen kehittämistutkimuksen syklin vaiheet.



Kuva 17. Kehittämistutkimuksen vaiheet tässä tutkimuksessa.

Ensimmäisessä vaiheessa perehdyttiin integroinnin ja langanvärjäyksen teoriaan ja aikaisempiin tutkimuksiin, tämä löytyy tutkimuksen luvuista 2-5. Seuraavaksi suunniteltiin teoriaosan perusteella oppimismateriaali 8. luokalle, missä integroidaan kemiaa ja käsityötä langanvärjäyksen kontekstissa. Suunnitteluosuus on tutkimuksen luvussa 10 ja valmiit materiaalit liitteissä 4 (oppilaan materiaalit) ja 5 (opettajan materiaalit). Kolmanneksi suunniteltu oppimateriaali testattiin yläkoulun valinnaisen käsityöryhmän ja heidän opettajansa kanssa, tästä kerrotaan luvussa 11.1 ja käytetty tuntisuunnitelma on liitteessä 6. Viimeiseksi saadut tulokset analysoitiin ja tuloksia verrattiin ensimmäisen vaiheen teoreettiseen viitekehykseen. Tulosten analysointi on luvuissa 11.2-11.6 ja käytetyt tutkimuslomakkeet ovat liitteissä 1-3.

## 8.2 Kyselytutkimus

Standardoidussa kyselytutkimuksessa kaikki tutkimushenkilöt vastaavat samoihin kysymyksiin. Kyselyitä voi kerätä joko verkko- tai postikyselyinä, jolloin kyselylomake lähetetään esimerkiksi sähköpostilla tutkittaville tai kontrolloituna kyselynä, jolloin tutkija henkilökohtaisesti jakaa kyselylomakkeet tai kerää ne tutkimushenkilöiltä. Kyselyissä on kolmentyyppisiä kysymyksiä: asteikkollisia kysymyksiä, monivalintakysymyksiä ja avoimia kysymyksiä. Avoimissa kysymyksissä vastaajat voivat vastata omin sanoin, jolloin se kertoo tutkittavan ajattelutavasta ja tietämyksestä asiaan enemmän. Toisaalta monivalinta- ja asteikkokysymyksissä tutkittavien vastausten vertaaminen on mielekkäämpää ja helpompaa. Kyselytutkimuksen etuina voidaan pitää suurta tutkimusaineistoa, tehokkuutta ja erityisesti monivalinta- ja asteikkokysymysten helppoa analysointia. Haasteina ovat aineiston pinnallisuus, kuinka vakavasti tutkimushenkilöt ovat vastanneet kyselyyn, kysymysten helppo väärinymmärtäminen ja joissakin tapauksissa pieni vastausprosentti. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin kyselytutkimusta, sillä haluttiin tehokkaasti selvittää kaikkien oppilaiden mielipiteet langanvärjäysprojektista. Oppilaiden haastattelu olisi ollut

liian aikaavievää ja ryhmähaastatteluissa muiden mielipide voi vaikuttaa vahvasti oppilaiden vastauksiin. Vastausprosentin uskottiin pysyvän hyvänä kyselyssä, sillä käytettiin kontrolloitua kyselyä ja kyselyyn vastattiin tunnilla. Kyselyssä käytettiin useita kysymystyyppejä, jotta mahdollisimman moni pystyisi ilmaisemaan mielipiteensä monipuolisesti. Käytetty kyselylomake on liitteessä 1.

### **8.3 Haastattelututkimus**

Haastattelututkimuksessa pyritään haastattelijan ja haastateltavan välillä aitoon keskusteluun, jota haastattelijä johtaa tutkimuksen aiheen parissa. Haastatteluja on kolmea erilaista sen avoimuuden mukaan: strukturoitu haastattelu, jossa kaikilla haastateltavilta kysytään samat kysymykset samassa järjestyksessä; teema- eli puolistrukturoitu haastattelu, jossa on tiedossa aihepiirit, mutta kysymyksiä voidaan esittää eri järjestyksessä tai voidaan esittää tarkentavia kysymyksiä sekä avoin haastattelu, jolla ei ole ennaltamäärättyä runkoa. (Hirsjärvi ym., 2004)

Haastattelu voidaan myös toteuttaa yksilö- tai ryhmähaastatteluna. Ryhmähaastattelua voidaan käyttää etenkin lasten haastattelussa, sillä lapset saattavat arastaa haastattelijaa tai haastattelutilannetta. Haastattelun etuina on sen joustavuus aineistoa kerätessä, sillä tutkittavalta voidaan esittää tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä. Lisäksi haastattelussa voidaan käsitellä joko vähemmän tutkittua asiaa tai monitahoista ja monitulkintaista asiaa. Toisaalta haastattelun haasteina on sen monet virhelähteet, joita tulee tutkijasta, tutkimuskohteesta sekä itse haastattelutilanteesta. Haastateltavalla on esimerkiksi taipumista antaa sosiaalisesti hyväksytyjä vastauksia tai haastattelutilanne voidaan kokea uhkaavaksi sekä saatu aineisto on tilanne- ja kontekstisidonnaista. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin haastattelututkimusta opettajan mielipiteiden selvittämisessä. Haastattelu valittiin, jotta halutuista aiheista pystyttiin keskustelemaan laajasti ja syvällisemmin kuin kyselyssä olisi mahdollista. Lisäksi haastatteluja suoritettiin ainoastaan yksi, jolloin se ei tuonut kohtuutonta työmäärää tutkimukseen. Haastattelu järjestettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna ja sen haastattelurunko on liitteessä 2.

### **8.4 Havainnointitutkimus**

Havainnointitutkimuksessa tutkija seuraa tutkittavien käyttäytymistä yleensä todellisissa tilanteissa. Tutkijan on oltava tarkkana, ettei sekoita tilanteen havainnoimista omiin



tulkintoihin tilanteesta. Havainnointi jaetaan systemaattiseen ja osallistuvaan havainnointiin. Systemaattisessa havainnoinnissa laaditaan erilaisia luokittelusysteemejä, joita havainnoidaan systemaattisesti tarkistuslistojen käyttämällä. Esimerkiksi havainnoidaan, kuinka paljon oppilaat ja opettaja puhuvat tunnin aikana. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tutkija on yleensä ulkopuolinen havainnoija, joka ei osallistu tilanteeseen. Osallistuvassa havainnoinnissa tutkija osallistuu tutkittavaan toimintaan joko täydellisesti kertomatta ensin rooliaan tutkijana tai kertoen ensin tutkivansa ryhmää. Näissä tilanteissa havainnointi on yleensä vapaata ja havaitaan tilanteessa muodostuvia havaintoja tarkkojen listojen sijaan. (Hirsjärvi ym., 2004)

Havainnointitutkimuksen etuina on, että sillä päästään autenttiseen ympäristöön tutkimaan kohdetta, sillä pystytään tutkimaan vuorovaikutustilanteita ja sillä pystytään tutkimaan henkilöitä, joilla on kielellisiä vaikeuksia. Haasteina on havainnoijan muuttaminen autenttista tilannetta, havainnoinnin aikaavievuus, havaintojen kirjaaminen havainnointitilanteessa sekä havainnoinnin eettiset ongelmat. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin havainnointitutkimusta oppituntien kulun ja oppilaiden reaktioiden seuraamiseen. Havainnoinnilla haluttiin selvittää oppilaiden osallisuus projektin eri vaiheissa. Lisäksi havainnointitutkimuksella haluttiin monipuolisempi näkemys oppimiskokonaisuudesta, sillä havainnointi suoritettiin samanaikaisesti opetuksen kanssa. Kyseessä oli täten osallistuva havainnointi, eikä rinnakkaishavainnoijaa käytetty. Havainnoinnissa käytettiin osittain jäsenneltyä havainnointia ja havainnointilomake on liitteessä 3.

## **8.5 Sisällönanalyysi**

Sisällönanalyysissä luokitellaan, tyypitellään tai teemoitellaan käytettävissä oleva aineisto systemaattisesti ja objektiivisesti. Tällöin pyritään saamaan tutkittavasta ilmiöstä tiivis ja yleistetty kuvaus. Sisällönanalyysiä voidaan käyttää melkein minkälaisen tahansa aineiston analyysiin, kuten haastattelun, raporttien tai strukturoimattoman aineiston. Siinä analysoidaan tekstiä etsien sen erilaisia merkityksiä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Sisällönanalyysiä voidaan tehdä joko aineistolähtöisesti, teorialähtöisesti tai teoriaohjaavasti. Aineistolähtöisessä tavassa aineiston luokittelun luokat nousevat aineistosta, teorialähtöisessä

muodostetaan teorian pohjalta analyysirunko, mutta luokat tulevat aineistosta ja teoriaohjaavassa myös luokittelun luokat tulevat teoriasta ja aikaisemmista tutkimuksista. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Tässä tutkimuksessa käytettiin sisällönanalyysiä haastattelun, havainnointien sekä kyselyn avointen kysymysten analysoinnissa. Avoimet kysymykset analysoitiin ryhmittelemällä vastaukset ja laskemalla kunkin ryhmän frekvenssit. Haastattelu analysoitiin kirjoittamalla äänitetyn haastattelun tärkeimmät asiat ja ryhmittelemällä nämä haastattelun teemojen mukaan yläkäsitteisiin. Havainnot jäseneltiin havainnointirunkoon, jonka jälkeen ne ryhmiteltiin yläkäsitteisiin.

## **8.6 Tilastollinen analyysi**

Tilastollisessa analyysissä kvantitatiivista aineistoa käsitellään tilastollisin menetelmin eli esimerkiksi laskemalla keskilukuja, frekvenssejä ja hajontoja sekä tekemällä havainnollistavia kuvioita, kuvaajia ja taulukoita. Näitä yksinkertaisia keinoja käytetään etenkin kyselytutkimusten monivalinta- ja asteikkokysymysten analysoinnissa. Muita analysointitapoja ovat esimerkiksi regressioanalyysi, fraktorianalyysi tai aikasarja-analyysi (Nummenmaa ym., 2019). Mikäli analyysin tuloksia halutaan yleistää, on varmistettava että kerätty otos vastaa tarpeeksi hyvin perusjoukkoa. (Alastalo & Borg, 2023)

Tässä tutkimuksessa tilastollista analyysiä käytettiin kyselyn monivalinta- ja asteikkokysymysten analysoimiseen. Asteikkokysymyksistä laskettiin aineiston koon vuoksi ainoastaan frekvenssit, keskiarvot ja hajonnat. Monivalintakysymyksistä laskettiin frekvenssit.

## **9. Tutkimusaineisto**

Tutkimukseen osallistui erään suomalaisen peruskoulun 8. luokan tekstiilikäsityön valinnaisen ryhmä ja heidän tekstiilikäsityön opettajansa. Ryhmässä oli 16 oppilasta usealta rinnakkaisluokalta. Oppimiskokonaisuuteen käytettiin kahden viikon oppitunnit, eli yhteensä kaksi 90 minuutin kaksoistuntia. Havainnointia suoritettiin kummallakin viikolla. Opettajan haastattelu suoritettiin jälkimmäisen viikon tuntien jälkeen ja haastattelu kesti noin 1,5 tuntia.

Oppilaiden kysely suoritettiin jälkimmäisen viikon tuntien loppupuolella, kyselyyn vastaamiseen käytettiin noin 5 minuuttia ja siihen saatiin 10 vastausta.

## 10. Oppimiskokonaisuuden suunnittelu

Oppimiskokonaisuus koostuu kahden viikon oppitunneista. Ensimmäisellä viikolla tehdään väriliemet sekä vyyhdetään ja puretaan langat. Väriliemien keiton ja puretuksen aikana opiskellaan langanvärjäyksen teoriasta langanvärjäyksen historiaa, pureteaineiden kemiaa ja värjäykseen käytettyjä kasveja. Toisella viikolla värjätään puretut langat tehdyillä väriliemillä ja huuhdellaan värjätyt langat. Värjäyksen aikana opiskellaan teoriasta villan ja proteiinien rakenteita sekä väriaineiden rakenteita. Oppimiskokonaisuuden aikana työskennellään mahdollisimman paljon pareittain tai pienryhmissä projektioppimisen (luku 4.2) ja ilmiölähtöisen oppimisen (luku 4.3) mukaan (esimerkiksi Drew, 2020; Kokotsaki ym., 2016).

Oppimiskokonaisuuden suunnittelu aloitettiin halusta muodostaa kemiaa integroiva oppimiskokonaisuus. Tutkija huomasi ollessaan sijaisena, että yläkoulussa ei toteuteta oppiaineiden integrointia vielä kovin paljon, osasyyn ollessa valmiiden materiaalien puute. Kemian sisällöistä POPS:ssa mainitaan esimerkiksi kemian soveltaminen erilaisissa konteksteissa, elinympäristöön liittyvien ilmiöiden tutkiminen sekä tavoitteen T15 mukainen kemian tietojen ja taitojen soveltaminen monialaisessa kontekstissa. (Opetushallitus, 2016) Käsityö valikoitui toiseksi integroitavaksi aineeksi tutkijan henkilökohtaisen kiinnostuksen vuoksi. Langanvärjäys luonnonväreillä valittiin aiheeksi, sillä siinä vaaditaan paljon kemian tietämystä esimerkiksi pureteaineista, väriaineista ja happamuudesta. Käsityön osalta POPS:ssa mainitaan teemojen käsittely oppiainerajat ylittäen ja vanhojen käsityötekniikoiden kokeileminen (S3). (Opetushallitus, 2016)

Biologia liittyi myös luonnollisesti kokonaisuuteen mukaan kasvintunnistuksen yhteydessä, sillä langanvärjäystä voidaan myös tehdä suomalaisesta luonnosta löytyvillä kasveilla ja sienillä. Viimeiseksi tuomalla mukaan historia, haluttiin korostaa oppilaille, että värjäys on ollut historian saatossa tärkeä tekniikka ihmisten elämässä. POPS:ssa mainitaan biologian sisällöissä työskentely erilaisissa oppimisympäristöissä sekä historian sisällöissä sisältöalueen S5 mukainen arkielämän historiaan tutustuminen. (Opetushallitus, 2016)

Langanvärjäys toteuttaa täten integroinnin (luku 2.3) ja ilmiölähtöisen oppimisen (luku 4.3) ohjenuoraa aiheenvalinnalle olemalla laaja aihe, jota pystytään käsittelemään useasta näkökulmasta. (Esimerkiksi Jacobs ym., 1989; Tarnanen & Kostiainen, 2020) Projektioppimisen (luku 4.2) tavoin langanvärjäys tarjoaa myös tuotoksen tekemisen oppimiskokonaisuuden aikana, johon kaikki opitut asiat sidotaan. (esimerkiksi Krajcik & Shin, 2014) Kokonaisuus toteutetaan käsityön tunneilla, joten monialaisten oppimiskokonaisuuksien tavoin (luvut 3.1 ja 4.1) aiheen voidaan olettaa olevan kiinnostava oppilaille. (esimerkiksi Peltomaa, 2021) Lisäksi langanvärjäys luonnonväreillä valittiin suosittu Taito-käsityölehden vuoden käsityötekniikaksi vuonna 2022 (Taito, 2021), mikä tuo siihen integroinnin ja sen sovellusten toivomaa ajankohtaisuutta. (esimerkiksi Drew, 2020; Wall & Leckie, 2017)

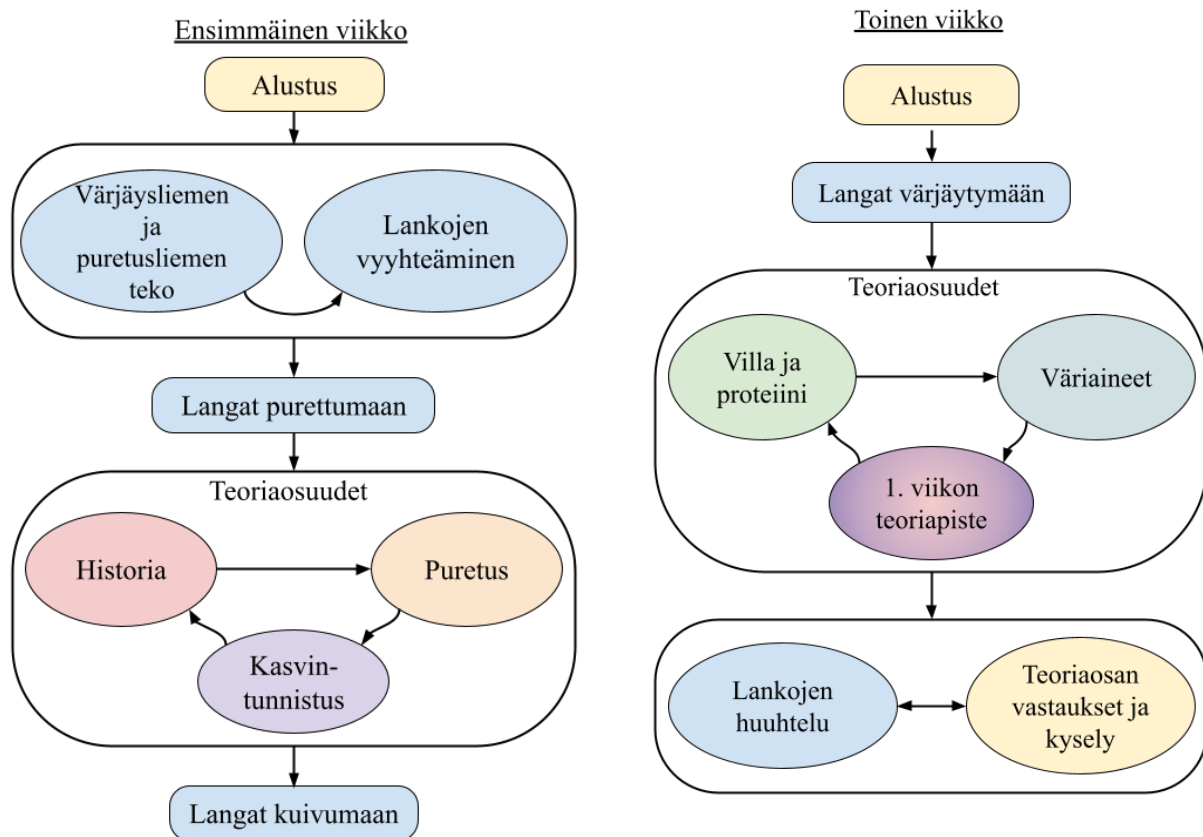
Langanvärjäyksen pitkien keitto- ja lämmitysaikojen vuoksi oppimiskokonaisuuden rakenteeksi muodostui teoriakokonaisuuksien opiskelu värjäysliemen valmistamisen, lankojen puretuksen ja värjäyksen aikana. Teoriakokonaisuudet päädyttiin opiskelemaan pistetyöskentelynä, koska se mahdollisti monipuolisemmat työskentelytavat ja tavaroiden riittämisen jokaiselle. Pisteiden aiheina olivat ensimmäisessä teoriaosuudessa langanvärjäyksen historia, puretusaineet ja kasvintunnistus, ja toisessa teoriaosuudessa villan ja proteiinin rakenne sekä kasvien väriainemolekyylit.

Pisteiden työtavoissa pyrittiin monipuolisuuteen, aktiivisuuteen ja tiedonhakuun, kuten integroidussa projektissa kuuluisikin (luku 2.3) (Jacobs, 1989c). Historian pisteellä käytettiin luetunymmärtämistä, pureteaineen pisteellä sarjakuvan piirtämistä, biologian pisteellä kasvien tunnistamista kasvikirjojen avulla, villan ja proteiinin pisteellä molekyyli mallien rakennusta sekä väriainemolekyylien pisteellä molekyylien piirtämistä ja funktionaalisten ryhmien tunnistamista. Lisäksi oppimismateriaalissa on ehdotus värjäystapahtuman havainnollistamisesta draaman avulla. Ensimmäisen teoriaosuuden yhden pisteen kestoksi arvioitiin 15 minuuttia ja jälkimmäisen 20 minuuttia, tällöin kummatkin teoriaosuudet olisivat noin 45 minuuttia. Tarkat kuvaukset pisteiden sisällöistä, pisteiden materiaalit ja langanvärjäyksen ohjeet löytyvät oppilaan materiaalista (liite 4) ja opettajan materiaalista (liite 5).

## 11. Tulokset ja tulosten analysointi

### 11.1 Oppituntien kulku

Oppimiskokonaisuus järjestettiin kahden 90 minuutin kaksoistunnin aikana ja oppituntien suunnitellut aikataulut ovat liitteessä 6. Kuvassa 18 esitetään oppituntien kulku. Ensimmäisellä viikolla alustuksen jälkeen jaettiin ryhmä kahteen pienryhmään. Toisen pienryhmän kanssa tehtiin väriliemet, joihin käytettiin kuivattuja sitruhedelmien kuoria, keltasipulin kuoria, punasipulin kuoria ja kahvinporoja. Lisäksi tämän pienryhmän kanssa tehtiin puretusliemet langoille punnitsemalla aluna ja sekoittamalla se veden joukkoon. Samaan aikaan toinen pienryhmä vyyhtesi lankakerät vyyhdeiksi. Vyyhteäminen kesti odotettua kauemmin, ja väriliemet tehnyt pienryhmä tuli myös auttamaan vyyhteämisessä saatuaan tehtävänsä tehtyä. Vyyhteämisen jälkeen langat laitettiin puretusliemiin purettumaan.



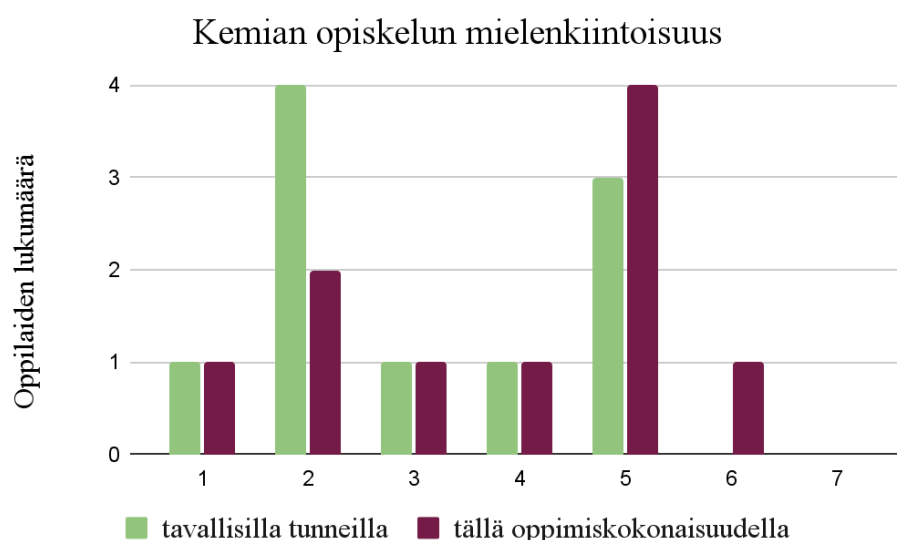
Kuva 18. Oppituntien kulku. Ensimmäisellä viikolla pienryhmissä tehtiin joko värjäysliemet tai lankojen vyyhteäminen, mutta värjäysliemen tehneet siirtyivät auttamaan lankojen vyyhteämisessä saatuaan kaiken tehtyä. Toisella viikolla pienryhmät tekivät sekä huuhtelun että kyselyn. Ensimmäisen viikon teoriaosuuksissa pienryhmät tekivät kaksi pistettä, toisella viikolla pienryhmät tekivät kaikki kolme pistettä.

Puretuksen ja väriliemien keiton aikana opiskeltiin pistetyöskentelynä ensimmäisen teoriaosuuden kaksi pistettä, joista kumpaankin käytettiin vajaa 10 minuuttia. Teoriatyöskentelyn jälkeen puretetuista langoista puristettiin ylimääräiset vedet pois ja ne laitettiin kuivumaan kuivauskaappiin. Väriliemet jätettiin myös jäähtymään ja odottamaan seuraavaan kertaan.

Toisella viikolla ennen oppitunteja väriliemistä siivilöitiin kuoret ja kahvinporot pois. Tunneilla alustuksen jälkeen oppilaat saivat päättää haluamansa väriliemen langalleen, kuitenkin niin, että jokaiseen väriliemeen saatiin melkein sama määrä lankoja. Lankojen värjäytyessä keskusteltiin ensin värjäykseen sopivista kasveista, jonka jälkeen opiskeltiin pistetyöskentelynä toisen teoriaosuuden pisteet ja edelliseltä viikolta jäänyt piste. Jokaiseen pisteeseen käytettiin aikaa noin 12 minuuttia. Teoriaosuuden jälkeen toinen pienryhmä huuhteli värjäytyneet lankansa ja laittoi vyyhtinsä kuivumaan kuivauskaappiin. Tällä aikaa toisen pienryhmän kanssa tehtiin langanvärjäyssarjakuva puretainepisteeltä ja vastattiin tutkimuksen kyselyyn. Lopuksi pienryhmiä vaihdettiin, jotta jokainen pääsi huuhtelemaan oman lankansa ja vastaamaan kyselyyn.

## 11.2 Kyselytutkimuksen tulokset ja analysointi

Kyselyyn saatiin 10 vastausta (n=10). Vastaajista yhdeksän oli osallistunut molempien viikkojen tunneille ja yksi ainoastaan toisen viikon tunnille.



Kuva 19. Kemian opiskelun mielenkiintoisuus asteikolla 1-7 (1=ei yhtään mielenkiintoista, 7=todella mielenkiintoista). Vihreä edustaa tavallisia kemian tunteja ja tumman magenta edustaa tätä oppimiskokonaisuutta.

Kemian opiskelun mielenkiinnosta kysyttiin asteikolla 1-7 (1=ei yhtään mielenkiintoista, 7=todella mielenkiintoista). Vastaukset tähän on esitetty kuvan 19 pylväsdiagrammissa vihreällä. Vastausten keskiarvo on 3,1 ja hajonta 1,5. Vastauksista nähdään, että kemian mielenkiintoisuus vaihtelee oppilaiden välillä ja neutraaleja vastauksia ei ole paljon ( $f=1$ ).

Kemian opiskelun mielenkiintoisuutta kysyttiin myös oppimiskokonaisuuden aikana. Tämän vastaukset on esitetty myös kuvan 19 pylväsdiagrammissa tumman magentana. Näiden keskiarvo on 3,8 ja hajonta on 1,7. Kemian opiskelu on täten kyselyn perusteella hieman mielenkiintoisempaa tämän oppimiskokonaisuuden aikana kuin tavallisilla kemian tunneilla (keskiarvojen ero on 0,7). Kemian mielenkiintoisuuden pieni muutos huomataan myös kemian mielenkiinnon lisääntymisestä. Kolmen vastaajan mielestä oppimiskokelu lisäsi hieman mielenkiintoa kemian oppimista kohtaan ja kuuden vastaajan mielestä oppimiskokeilu ei muuttanut mielenkiintoa. Myös kirjallisuus tukee tätä havaintoa mielenkiinnon noususta integroinnin seurauksena, esimerkiksi projektioppimisen seurauksena oppilaiden asenteet oppimista kohtaan paranevat (Kokotsaki ym., 2016) ja langanvärjäysprojektissa kemian oppiminen oli mukavampaa ja kiinnostavampaa (Sundvall, 2003). Tässä kysymyksessä yksi vastaus hylättiin, sillä siinä oltiin vastattu kahteen kohtaan.

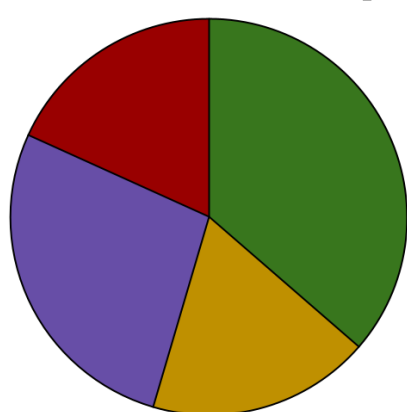
Teoriaosuuden pisteistä kysyttiin, mikä rasteista oli oppilaiden mielestä mielenkiintoisin, haastavin, tylsin, kivoin ja hyödyllisin. Vastauksista ( $n=10$ ) laskettiin frekvenssit, jotka on esitetty taulukossa 5. Tämän lisäksi adjektiivien mielenkiintoisin ja hyödyllisin frekvensseistä tehtiin ympyräkaaviot tulosten havainnollistamiseksi (kuva 20). Vastauksissa muutama adjektiiviin oli merkitty useampi teoriapiste. Nämä kaikki on otettu mukaan, sillä tehtävänannossa ei ollut ilmaistu, että jokaiseen adjektiiviin odotettiin yhtä vastausta.

Taulukko 5. Kyselyn teoriapisteiden vastausten frekvenssit. Suurimmat esiintymät jokaiseen adjektiiviin on tummennettu.

	<b>Historia</b>	<b>Puretus</b>	<b>Kasvintunnistus</b>	<b>Villa ja proteiini</b>	<b>Väriaineet</b>
<b>Mielenkiintoisin</b>	<b>4</b>	2	3	0	2
<b>Haastavin</b>	3	1	2	<b>4</b>	2
<b>Tylsin</b>	<b>5</b>	0	0	3	2
<b>Kivoin</b>	1	1	<b>4</b>	1	2
<b>Hyödyllisin</b>	2	3	<b>4</b>	0	2

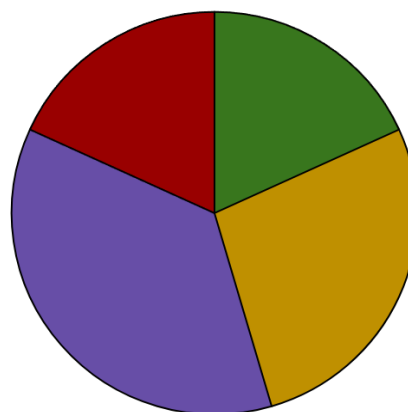
Vastauksista nähdään, että mielenkiintoisimmiksi teoriapisteiksi valittiin historia (f=4) ja kasvintunnistus (f=3). Kuitenkin historia valittiin myös tylsimmäksi (f=5) ja toiseksi haastavimmaksi pisteeksi (f=3). Kiinnostus ja mielenkiinto historiaa kohtaan on siis kahtiajakautunut, samoin kuin kemian kohdalla (vertaa kuvaan 19). Kasvintunnistus oli onnistunut piste, sillä mielenkiintoisuuden (f=3) lisäksi se valittiin kivoimmaksi (f=4) ja hyödyllisimmäksi (f=4) pisteeksi. Kasvintunnistuksessa oli ainoastaan yksi helposti ymmärrettävä tehtävä ja suuri osa kasveista oli tunnistettavissa ilman kasvikirjoja. Villan ja proteiinin piste valittiin sekä haastavimmaksi (f=4) että toiseksi tylsimmäksi (f=3), joten sitä pistettä ei voida pitää kovin onnistuneena. Kyseisellä pisteellä oppilaiden piti nimetä villan rakenteen eri osat sekä rakentaa molekyylimalleilla aminohappoja.

### Mielenkiintoisin teoriapiste



- Historia
- Puretus
- Kasvintunnistus
- Väriaineet

### Hyödyllisin teoriapiste



Kuva 20. Mielenkiintoisimman ja hyödyllisimmän teoriapisteen vastausten jakauma. Vihreällä historia, tumman keltaisella puretus, violetilla kasvintunnistus ja punaisella väriaineet.

Oppimiskokonaisuudesta kysyttiin yleistä mielipidettä avoimena kysymyksenä (n=9). Itse langanvärjäyksestä pidettiin ja se oli mukavaa (f=7), mutta teoriaosat koettiin lähinnä tylsinä (f=3). Yksi oppilas kirjoitti esimerkiksi, että

*“Se itse värjäys oli kivaa. Tylsää oli tehtävien teko :)”*

Värjäämisestä pidettiin esimerkiksi punasipulin keittämisen vuoksi (f=1), sen takia kun pääsi näkemään sen lopputuloksen (f=1) tai koska se oli uusi käsityötekniikka (f=1). Muutamat myös yleisesti pitivät oppimiskokonaisuudesta (f=2), esimerkiksi

*“Minun mielestä oli mielenkiintoista ja hauskaa”*.



Teoriaosassa muutama ei erityisesti pitänyt kemian mukana olosta ( $f=2$ ), esimerkiksi:

*“Ois ollu ihan kivaa, mutta inhoan kemia.”.*

Yksi oppilas mainitsi myös tuntien olleen liian pitkiä. Oppimisen kokeminen hauskana ja kivana nähdään myös aikaisemmissa tutkimuksissa, esimerkiksi Smith ja Karr-Kidwell (2000) mainitsevat tämän integroinnin yhteydessä. Lisäksi Pereira (2006) mainitsee opiskelijoiden erityisesti pitäneen langanvärjäyksen integrointiprojektin työskentelystä.

Viimeiseksi kysyttiin, haluaako oppilas tulevaisuudessakin tällaisia integroivia oppimiskokonaisuuksia ( $n=9$ ). Osa oppilaista ( $f=4$ ) haluaa näitä, sillä ne ovat mielenkiintoisia ( $f=3$ ) ja tällöin oli hauskaa oppia ja tehdä uusia asioita ( $f=1$ ). Esimerkiksi yhden oppilaan vastauksena kysymykseen, haluaako hän lisää integrointia, oli:

*“Vaikka. Ne oli ihan mielenkiintosta”.*

Osa oppilaista ei ollut varma, haluaako integrointia ( $f=3$ ). Yksi esimerkiksi vastasi:

*“Ehkä. olisi vaihtelua oppitunneilla.”.*

Näiden lisäksi yhden oppilaan mielestä integrointia ei pitäisi tuoda lisää:

*“Tämä oli kiva mutta en ehkä :).”.*

Oppilaiden epävarmojen vastausten takana saattaa olla kirjallisuudessa mainittua muutosvastaisuutta (Wall & Leckie, 2017) ja sen kanssa ristiriidassa olevaa innostuneisuutta uudesta opetustavasta (Kokotsaki ym., 2016).

Yhteenvetona voidaan todeta, että oppilaiden mielenkiinto kemian opiskelua kohtaan nousi hieman oppimiskokonaisuuden aikana. Hyödyllisimmäksi teoriapisteeksi valittiin kasvintunnistus ja mielenkiintoisimmaksi valittiin historia. Pisteiden kokemuksissa ja mielenkiintoisuuden kohteissa oli kuitenkin paljon vaihtelua oppilaiden välillä. Oppilaat pitivät kokonaisuudessa itse värjäyksestä ja melkein puolet haluaisivat tunneilla olevan enemmänkin tällaista oppiaineiden integrointia.

### 11.3. Haastattelututkimuksen tulokset ja analysointi

Haastateltavana oli kokenut käsityönopettaja, joka oli järjestänyt ennenkin integrointiprojekteja käsityössä. Integroinnin hän määritteli niin, että siinä eri oppiaineet tai niiden alueet yhdistyvät opetuksessa ja huomioidaan kuinka asiat limittyvät eri oppiaineissa. Tässä määritelmässä on samankaltaisuutta varsinkin McPhailin (2020) integroinnin määritelmän kanssa, jossa integrointi nähdään kahden tai useamman aineen yhdistelmänä (luku 2.1).

Opettajan mukaan integrointia tapahtuu päivittäin myös huomaamatta ja se voi olla pieni tai iso osa tuntia. Oppimiskokonaisuudesta hän oli etukäteen positiivisesti innoissaan, sillä hänellä ei ole syvällistä kemiallista tietoutta asiasta. Haastattelu jakaantui kahteen osaan, oppimiskokonaisuuteen sekä yleisesti oppiaineiden integrointiin.

Oppimiskokonaisuuden hyvänä puolena oli opettajan mielestä se, miten oppilaat näkevät mitkä asiat vaikuttavat värjäykseen:

*“Oppilaat näkee, mitkä kaikki asiat vaikuttaa siihen värjäykseen, että mistä se niin kun väri tulee, mistä se lähtee, mistä se voi siirtyä sinne, että mistä sitä väriainetta saadaan ja miten se siirtyy sinne tuotteeseen.”*

Lisäksi hyvänä puolena oli, kuinka asiat käsitellään laajasti, mihin tavallisilla tunneilla ei ole aikaa. Myös valitut värjäysaineet oli valittu hyvin, jotta niistä saatiin monipuolisia ja vahvoja värejä. Lisäksi hän arveli teoriaosien tukeneen oppilaiden oppimista, mutta ei ollut tästä varma, sillä ei ollut ehtinyt tutustua teoriaosien materiaaleihin. Laaja ja kokonaisvaltainen kuva on juuri yksi integroinnin suurimmista eduista (luku 2.2) (esimerkiksi Loep, 1999).

Huonoina puolina oppimiskokonaisuudessa oli aikataulun niukkuus, erityisesti lankojen vyyhteämisen osalta. Vyyhteäminen oli oppilaille uutta ja jokaista oppilasparia piti erikseen avustaa vyyhteämisessä. Opettaja ehdottikin, että kolmasosa oppilaista olisi voinut mennä tekemään väriliemiä ja kaksi kolmasosaa olisi vyyhdennyt lankoja käytetyn tasajaon sijaan. Toinen vaihtoehto olisi ollut kolmannen oppitunnin lisääminen kokonaisuuteen, jolloin aikataulu olisi voinut mennä seuraavasti:

*“Alkuun käynty enemmän teoriaosuutta ja vyyhdenny [ensimmäinen oppitunti] ja sitten olisi ollu se liemien keitto ja siinä ehkä taas sitä kemiaa ehkä [toinen oppitunti] ja sitten viimesellä kerralla se värjääminen.”*

Muita parannusehdotuksia olivat valmiiden kasvivärjättyjen tuotteiden esitleminen ja esimerkit jokaisesta väriaineesta saatavasta väristä. Huuhtelua varten tarvittavien välineiden listaan voisi lisätä sisäkengät sukkiin kastelun estämiseksi sekä tukevat käsineet kuuman veden vuoksi. Lisäksi päätettäessä minkä värin kukakin haluaa, opettaja voisi laittaa jokaiseen väriliemeen lankarajoituksen, jolloin varmistetaan että jokaisesta väriliemestä saadaan riittävän vahva väri.

Opettaja oli iloinen oppilaiden tekemisestä ja värjäämisen onnistumisesta:

*“Hirveän hyvinhän he teki. Että mä olin ihan yllättynyt että tästä niitten niin kun niitten tekemisestä että se onnistu niin hyvin.”*

Värjääminen oli myös kaikille uusi asia, ja opettaja uskoi sen olleen mielenkiintoista heille. Lisäksi oppilaat suostuivat tarvittaessa tekemään kaverinkin osuuden esimerkiksi lankojen huuhtelussa, mistä opettaja oli ylpeä.

Oppimiskokonaisuuden soveltuvuudessa koulun arkeen on vielä monta asiaa mietittävänä. Opettaja arvioi, että yksin tätä kokonaisuutta ei pystyisi vetämään, ainakin avustajan tai toisen opettajan tarvitsisi tueksi. Toisaalta lukujärjestyksen puitteissa on vaikea järjestää toista aineenopettajaa samoille tunneille. Tämä hallinnollisen toteuttamisen vaikeus on integroinnissa tunnettu haaste (luku 2.2) (Gill & Fisher, 2014). Oppimiskokonaisuuden voisi järjestää koulun monialaisten oppimiskokonaisuuksien aikana. Tällöin mukana on kuitenkin oppilaita, jotka eivät opiskele käsityötä ja värjätylle langalle ei näin saataisi jatkokäyttöä. Lisäksi oppimiskokonaisuuden järjestely vie opettajalta paljon aikaa. Runsaasta ajankäytöstä mainitsee myös Niemelä & Tirri (2018) integroinnin yhteydessä (luku 2.2). Toteutukseen tarvitaan myös hyvä tila. Perinteisessä käsityönluokassa oppimiskokonaisuutta on vaikea toteuttaa ja kemianluokan käytöstä on sovittava etukäteen. Tutkimuksen koulussa käytössä oli käsityön ja kuvaamataidon yhteinen märkätila, jota pystyttiin hyödyntämään värjäyksessä.

Yleisesti integrointi on opettajan mielestä hyvä asia, sillä se tuo uutta ulottuvuutta oppimiseen:

*“Varmasti olis niin kun järkevää ja ihanaa ja tois uutta syvyyttä tavallaan siihen tekemiseen, et mitkä kaikki asiat siihen liittyy.”*

Koulun rakenteet tekevät kuitenkin integroinnin järjestämisen haastavaksi. Oppiaineet ovat eri palkkeissa lukujärjestyksessä, eli yhteistyö ja samanaikaisopettajuus on vaikea järjestää eri palkissa olevan oppiaineen kanssa. Systeemi on myös jäykkä, yläkoulussa oppitunnit ovat tietyn mittaisia, jonka jälkeen oppilaan on mentävä seuraavan aineen tunnille. Ruokailu, oppilaiden koulukyydit, resurssien riittäminen, kaikkea näitä on integrointia järjestettäessä mietittävä. Projektissa mukana olevien opettajien opetusvelvollisuus saattaa myös vaihdella sijaisesta ja tuntiopettajasta virassa oleviin, tämä vaikuttaa heidän suunnitteluaikaansa ja täten projektista saatavaan palkkaan. Opettaja summaa turhautuneisuutensa käytännön hankaluuksiin ja Opetushallituksen käytännön toteutuksen tuen puutteeseen:

*“Kyllähän niitä [integrointiprojekteja] pitäis oikeasti suunnitella ja miettiä ja sitten sanoa. Että jos esimerkiksi Opetushallituksella suunnitellaan tämmöstä, että miten se sitten niin kun oikeesti. Mä haluaisin monesti sen Opetushallituksen tulla näyttämään, että näyttäkää että miten se toimii käytännössä. Et kyllähän niitä pystyy kirjottamaan sinne vaikka kuinka hienoja, että integroidaan ja tehdään näitä ja näitä ja käytetään monta oppiainetta, mutta miten se käytännössä tehdään.”*

Toinen haastavuus on valmiiden materiaalien puute:

*“Varmasti kun joku rupee tekeen vähän joitakin valmiita, pikkusen jotakin valmiita kehyksiä, niin sitten ehkä niihin olis helpompi sitten, mutta mä en ainakaan tiedä että olisi olemassa juuri mitään tämmösiä valmiiksi mietittyjä, yhtään ees valmiiksi mietittyjä sabluunoita. Eihän ne tarvii olla ihan loppuun asti ollu, mutta olis vähän ees mietittynä jotain valmiiksi.”*

Opettaja uskoo kouluksen tuovan apua materiaalien puutteeseen ja konkretian saamiseen asiaan liittyen. Myös tutkimuksissa on huomattu valmiin materiaalin puute (luku 2.2) (Smith & Karr-Kidwell, 2000).

Haastatellulla opettajalla itsellään on jonkin verran aikaisempaa kokemusta integroinnista. Hän on esimerkiksi järjestänyt koulun kuvaamataidon opettajan kanssa 7.-luokkalaisille paita ja printti -kokonaisuuden. Tässä oppilaat pääsevät kuvaamataidon tunnilla suunnittelemaan printin paitaan ja tekemään siihen sopivan sabluunan. Käsityön tunnilla oppilaat ompelevat

paidan ja painavat suunnittelemansa kuvion siihen. Teknisen työn opettajan kanssa on tehty myös 7.-luokkalaisille projekti, jossa oppilaat ompelivat kassit ja tekivät niihin nahkamerkit. Opettaja huomauttaa, että integrointiprojektien suunnitteleminen ja tekeminen on helpompaa, mikäli oppiaineet ovat samassa palkissa.

Integrointia tapahtuu myös tunnilla päivittäin huomaamatta, esimerkiksi matematiikkaa integroiden laskettaessa huovutustyön kutistumista tai neuletyöhön vaadittavaa silmukkamäärää. Oppitunneilla voidaan myös pukeutumisen yhteydessä puhua Suomen kansallispuvuista ja sen merkityksistä tai mitkä kaikki asiat vaikuttavat ihmisen pukeutumiseen, kuten kulttuuri, raha ja muoti. Erilaisten tekniikoiden yhteydessä käsitellään myös välillä niiden kulttuurillista ja historiallista taustaa. Työn ohjeet saattavat myös olla vieraalla kielellä. Oppilaiden reaktiot varsinkin matematiikan integrointiin eivät aina ole positiivisia:

*“Sen huomaa, jos me huovutetaan, niin sit mä sanon, nyt pitää laskea niin kun et kuinka paljon isomman kaavan tekee. Et kun se pitää olla nyt 40 % suurempi kuin se [haluttu tuote]. Niin sit ne on: “Ahhh, ei tää oo matikan tunti, et ei nyt kyllä ruveta laskeen”.”*

Nämä oppitunnilla esiintyvät integraatiot ovat verrattavissa de Sousa Pereiran ja Fernandesin (2022) integroituun happamuuden opetukseen siinä, että ne ovat lyhyitä, korkeintaan oppitunnin mittaisia tapahtumia (luku 2.4).

Koulussa on järjestetty myös MONO-viikkoja eli monialaisen oppimisen viikkoja kerran vuodessa, POPS:n mukaisesti (luku 3.1) (Opetushallitus, 2016). Näissä viikoissa koko koulu ja sen kaikki oppiaineet ovat mukana omalla tavallaan. Käsityön puolelta ollaan esimerkiksi tehty Saraakallion kalliomaalauksista huovalle taideteoksia joko huovuttamalla tai kirjomalla. Toisena vuonna ollaan tehty linolevyyn kaivertamalla leimasimia ja leimattu Suomen kansalliseläimiä ja -kasveja kankaaseen, josta ollaan tehty verhot biologian luokkaan.

Haastateltu opettaja suhtautuu positiivisesti integrointiin, mutta on epäileväinen sen toimivuudesta koulun arjessa. Kokemuksesta huolimatta (vertaa luku 2.2, opettajien muutosvastaisuus (Niemelä & Tirri, 2018)) hän olisi valmis tekemään integrointia, mikäli sille saisi valmista materiaalia. Oppimiskokonaisuudessa hän piti sen laaja-alaisuudesta, mutta aikataulutamisessa olisi vielä parantamisen varaa.

#### 11.4 Havainnointitutkimuksen tulokset ja analysointi

Havainnointia suoritettiin molemmilla projektin viikoilla tutkijan puolesta. Havainnoinnin suoritti sama tutkija, joka piti tunteja, josta syystä pelkkään havainnointiin oli haastava keskittyä ja havainnointi jäi täten melko pintapuoliseksi. Lisäksi opettajan haastattelu suoritettiin ennen toisen viikon havaintojen kirjoittamista, joten opettajan mielipiteet ovat saattaneet vaikuttaa havaintoihin. Havainnointitutkimus haluttiin kuitenkin säilyttää mukana triangulaation eli tulosten luotettavuuden parantamiseksi (Hirsjärvi ym., 2004). Havainnointia oltaisiin voitu parantaa tekemällä tarkat havainnointilomakkeet, tekemällä ainoastaan havainnointia toisen opettaessa tai ulkopuolisen suorittaessa havainnointia.

Havaintojen mukaan oppilaat olivat kiinnostuneita värjäämisestä, he esimerkiksi kuuntelivat ohjeistusta tarkasti ja toimivat ohjeiden mukaan. Varsinkin toisella viikolla, kun toimintatapa oli tutumpi, ryhmäkoko pienempi poissaolojen vuoksi ja oppilaat hieman tutumpia, ryhmänhallinta ja ohjeistaminen oli helpompaa. Ensimmäisen viikon värilienten ja vyyhteämisen yhteydessä käytetty parityöskentely tuntui toimivan, ja oppilaat saivat etenkin väriliemet tehtyä hyvin. Myös toisella viikolla varsinkin värinvalinnassa ja lankojen laitossa värjäytymään oppilaat olivat aktiivisesti mukana. Lisäksi väriliemien etukäteen siivilöiminen auttoi aikataulussa pysymistä ja toisen viikon tunti pystyttiin lopettamaan suunnilleen ajallaan. Aktiivisuus ja oppilaiden kiinnostus aiheeseen ovat myös aiemman tutkimuskirjallisuuden mukaan integroinnille ominaisia hyviä puolia (luvut 2.2 ja 2.4) (esimerkiksi Dias ym., 2021).

Aikaisemmin tutkimuksessa käsitelty ensimmäisen viikon vyyhteämisen venyminen aiheutti ongelmia ensimmäisellä viikolla. Teoriaosien lyhentymisen lisäksi pitkä vyyhteäminen tuntui vievän motivaatiota oppilailta, eikä lopputunnista jaksettu keskittyä yhtä hyvin. Tunnin venyminen muutaman minuutin yliajalle aiheutti myös ärsytystä. Esimerkiksi Kokotsaki ym. (2016) muistuttaa ajanhallinnan ja aikataulujen tärkeydestä projektioppimisen yhteydessä (luku 4.2). Puresuoliemien alunan punnitsemiseen käytetty vaaka ei myöskään toiminut toivotulla tavalla, mikä aiheutti turhautumista. Lisäksi toisella viikolla värjäytystä langoista sitrushedelmien kuoret eivät antaneet kovin voimakasta väriä, joka aiheutti pettymystä näissä oppilaissa jotka olivat sen valinneet. Myös toisella viikolla oppilaiden pitkä koulupäivä tuntui lopputunnista ja esimerkiksi puresuoliemien sarjakuvasta keskustellessa oppilaiden kiinnostus ja keskittyminen asiaan oli laskenut alkutunnista.

Ensimmäisellä viikolla teoriaosat olivat tunnin loppupuolella vyyhteämisen keston vuoksi, ja kaikki oppilaat eivät jaksaneet keskittyä niihin. Pisteet olivat myös keskenään erimittaisia: kasvintunnistus saatiin lähes kaikkien osalta tehtyä, puretuksen saivat noin puolet tehtyä sarjakuvaa lukuunottamatta ja historiaa ei kukaan saanut valmiiksi. Tämä saattaa johtua osittain siitä, että ensimmäisen viikon teoriapisteet oltiin suunniteltu noin 15 minuutin mittaisiksi, mutta niihin käytettiin vajaa 10 minuuttia.

Toisella viikolla teoriaosien pisteet oltiin suunniteltu haastavammiksi ja pitempikestoisimmiksi, sillä niiden tekoon oltiin varattu 20 minuuttia. Oppilaat eivät kuitenkaan halunneet yrittää vaikeampia tehtäviä tai opetella monia uusia asioita. Tämä on ristiriidassa Loeppin (1999) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan oppilaiden tieteellinen uteliaisuus kasvaa integroinnin seurauksena (luku 2.2). Teoriapisteet olivat myös niin pitkiä, että kukaan ei saanut niitä kokonaan tehtyä, nopeimmat ehtivät toisen viikon teoriapisteissä tekemään noin puolet tehtävistä. Toisen viikon teoriapisteisiin käytettiin noin 12 minuuttia pistettä kohden.

### **11.5 Eri tutkimusmenetelmien tulosten vertailu**

Teoriaosuuden pisteiden vertailu haastattelun perusteella ei ole mielekäästä, sillä opettaja ei ollut ehtinyt tutustua teoriapisteisiin. Havaintojen perusteella oppilaat saivat parhaiten tehtyä kasvintunnistusta tunnistettavien kasvien osalta, tämä osoittautui myös kyselyssä kivoimmaksi pisteeksi. Kyselyn nojalla haastavimmaksi valittua villan ja proteiinin pistettä ei kukaan saanut havaintojen perusteella valmiiksi sekä villan rakenteessa tulleet termit olivat kaikille uusia. Historian pisteen tehtävät vaativat oppilaiden lukevan tekstin ja löytävän sieltä pyydettyjä asioita. Havainnoinnin mukaan kaikki oppilaat eivät kuitenkaan saaneet tekstiä luettua kokonaan, mikä saattaa osittain selittää sen valintaa tylsimmäksi pisteeksi kyselyn perusteella. Puretuksen yhteydessä ollut värjäyksen sarjakuva, joka käytiin tuntien lopuksi yhteisesti voi selittää minkä takia piste valittiin melko hyödylliseksi. Pisteellä oli myös vastaavia alunan määrän laskuja, joita puretusliemen tekijät laskivat itse, myös tämä saatettiin kokea hyödylliseksi.

Käytännön värjäämisestä oppilaat pitivät kyselyn perusteella, mikä heijastuu opettajan ylpeyteen heidän hyvästä tekemisestään sekä värjäämisen onnistumisesta. Myös havaintojen perusteella oppilaat olivat kiinnostuneita värjäämisestä, varsinkin oman värin valitsemisesta ja väriliemien teosta. Väriliemien tekemisen mukavuus näkyi myös kyselyssä yhden oppilaan

vastauksessa syynä oppimiskokonaisuudesta pitämiseen. Yllättävästi ensimmäisen viikon vyyhteämisen pitkä kesto ei näkynyt kyselyssä oppilaiden vastauksissa, vaikka havaintojen mukaan muutamat oppilaat kyllästyivät sen pitkään keston ja opettajakin mainitsi vyyhteämisen keston huonona puolena. Tämä voi olla, että oppilaat olivat unohtaneet vyyhteämisen keston, sillä kysely toteutettiin vasta toisella viikolla tai vyyhteämisen kesto ei koettu niin huonona asiana, jona tutkija ja opettaja sen kokivat.

Opettaja ja suurin osa oppilaista ovat samaa mieltä, että integroituja oppimiskokonaisuuksia pitäisi olla enemmän kouluissa. Opettajan esteinä ja haasteina integroiduille kokonaisuuksille liittyvät hallinnollisiin ja rakennellisiin haasteisiin sekä materiaalien puutteeseen. Integrointi olisi kuitenkin hänen mielestään järkevää ja toisi syvyyttä opetukseen. Oppilaiden mielestä integrointi on mielenkiintoista, hauskaa ja se toisi uutta vaihtelua tunneille.

### **11.6 Oppimiskokonaisuuden parannusehdotuksia**

Langanvyyhteämisen keston vuoksi muutosehdotuksena oppimiskokonaisuus voidaan järjestää kolmen kaksoistunnin aikana, jolloin vyyhteäminen tehtäisiin ensimmäisellä tunnilla. Oppilaat voidaan myös jakaa värilienten keiton ja vyyhteämisen suhteen eri tavoin, esimerkiksi kolmasosan mennessä väriliemien tekoon, jolloin vyyhteämiseen saadaan kaksi kolmasosaa oppilaista. Lankaa voidaan ostaa myös valmiiksi vyyhteinä, jolloin lankoihin tarvitsee kiinnittää vain haltija- ja pasmalangat sekä teipit. Lisäksi kannattaa harkita pienempiä lankakeriä (50 g), jolloin lankaa ei ole yhdellä vyyhdillä niin paljon.

Teoriapisteet on tutkimuksessa testattu 8.-luokkalaisilla ja heille ne ovat kemian osalta liian haastavia ja pitkiä. Villan ja proteiinin teoriaosassa kannattaa valita joko villan rakenteen osien nimeäminen ja lisätä siihen jokin helppo tehtävä, esimerkiksi alkuaineiden nimeäminen, tai aminohappojen rakentaminen molekyylimalleilla. Väriaineiden pisteellä funktionaaliset ryhmät kannattaa jättää kokonaan välistä. Mikäli oppilaiden kanssa on opiskeltu esimerkiksi hydroksi- ja karboksyylihapporyhmät, pisteellä voisi tunnistaa pelkästään näitä. Historian pisteelle kannattaa lisätä kuvia värjäytyistä tekstiileistä niin historiasta kuin nykypäivästä. Lisäksi oppilaiden tason mukaan lukuosuutta voi lyhentää. Kasvintunnistukseen voi nopeille oppilaille lisätä esimerkiksi kasvien kasvualueiden tai uhanalaisuuden etsimisen. Puretuksen sarjakuva kannattaa siirtää lisätehtäväksi nopeille. Teoriapisteissä kaikkien mukana olevien opettajien on hyvä perehtyä materiaaleihin, eikä pelkästään kemian opettajan.



Langanvärjäyksessä ei kannata käyttää sitrushedelmien kuoria, sillä niistä saatava väri on hyvin haalean keltainen. Lisäksi jokaisen värjäysmateriaalin värjäystuloksesta on hyvä olla esimerkit, jolloin oppilaat osaavat valita haluamansa värin helpommin. Oppimiskokonaisuuden toteuttaminen kemian tai mahdollisen luonnontieteiden valinnaisella kurssilla voisi myös lisätä oppilaiden kiinnostusta kemian sisältöjä kohtaan. Lisää parannusehdotuksia sekä käytännön toteuttamisen vinkkejä löytyy opettajan materiaalista liitteestä 5.

## 12. Yhteenveto

### 12.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Oppiaineiden integroinnissa yhdistetään kahta tai useampaa oppiainetta ja niiden limittymistä toisiinsa, jolloin saadaan syvällisempi ymmäryks opittavasta asiasta. (Gill & Fisher, 2014; McPhail, 2020; opettajan haastattelu). Sen etuina ovat kokonaisvaltainen ja syvälinen kuva opitusta asiasta, oppimismotivaation paraneminen, oppimisen mielenkiintoisuus ja opettajien välinen yhteistyö. (Drake & Reid, 2018; Loepp, 1999; McPhail, 2020; oppilaiden kysely) Sen haasteina ovat muutosvastaisuus, omaksuttujen opiskelutekniikoiden toimimattomuus, raskas suunnittelu, valmiin materiaalin puute ja koulujärjestelmän jäykkä rakenne. (Jacobs, 1989b; Niemelä & Tirri, 2018; opettajan haastattelu; Smith & Karr-Kidwell, 2000; Wall & Leckie, 2017)

Jokaisella peruskoululla on vuosittain velvollisuus järjestää monialaista oppimista oppilaille. (Opetushallitus, 2016) Integrointia voidaan myös järjestää projektioppimisena esimerkiksi StarT-projektien tavoin tai ilmiölähtöisenä oppimisena esimerkiksi valoa opiskeltaessa. (Islakhiyah ym., 2018; LUMA-keskus Suomi, 2023) Tekstiilikäsityötä on esimerkiksi integroitu kuvaamataidon kanssa T-paitoja suunniteltaessa ja tehtäessä tai teknisen työn kanssa tehtäessä kasseja. (opettajan haastattelu) Integrointia voidaan järjestää helpommin samaan aikaan olevien aineiden kanssa. (opettajan haastattelu) Integroitavan kokonaisuuden suunnittelu aloitetaan mukana olevien oppiaineiden, aiheen ja oppimistavoitteiden päättämällä, jonka jälkeen suunnitellaan monipuoliset aktiviteetit sekä aktiviteetteja ja oppimistavoitteita reflektoivat arviointikeinot. (Esimerkiksi Drake & Reid, 2018; Peltomaa, 2021; Tarnanen & Kostainen, 2020)

Yleisimmin kemiaa integroidaan muiden luonnontieteiden ja matematiikan kanssa, esimerkiksi tutkittaessa kaupunkisaarekeilmiötä maantieteen kanssa tai happamuuden käsitettä biologian kanssa. (Grooms ym., 2021; de Sousa Pereira & Fernandes, 2022) Nämä eivät kuitenkaan ole ainoita vaihtoehtoja, vaan kemiaa voidaan yhdistää myös etiikan kanssa murhapelissä, kotitalouden kanssa keittiökemiaa opiskellessa tai tekstiilikäsitöiden kanssa langanvärjäyksessä. (Dias ym., 2021; Imaduddin ym., 2020; opettajan haastattelu). Kemia voi olla myös mukana koulun monialaisissa oppimiskokonaisuuksissa. (Braskén ym., 2020)

Langanvärjäykseen liittyy paljon kemiaa, kuten villan rakenne ja sen sidokset, käytetyt väriaineet, värjäystapahtuma ja pureteaineiden rakenne ja toiminta. (Räisänen ym., 2015) Langanvärjäystä on käytetty myös aikaisemmin kemian opetuksen kontekstina, jolloin se luo kemian mielenkiintoisemmaksi ja käytännöllisemmäksi. (esimerkiksi Tallman, 2019; Alves ym., 2014) Myös nykyisissä peruskoulun kemiankirjoissa esitellään langanvärjäystä ja siihen liittyviä kemian oppilastöitä. (Ikonen, ym., 2023; Kangaskorte ym., 2023; Muilu & Virtanen, 2023) Tässä tutkimuksessa suunnitellussa oppimiskokonaisuudessa esimerkiksi tunnistettiin alkuaineita, rakennettiin molekyyylimalleilla aminohappoja ja opeteltiin funktionaalisia ryhmiä langanvärjäyksen kontekstissa.

Oppimiskokonaisuudessa värjättiin lankaa kasviväreillä ja pitkien lämmitysaikojen aikana opeteltiin langanvärjäykseen liittyvää teoriaa. Kokonaisuudessa oppilaiden kemian oppimisen mielenkiinto nousi hieman ja valittu aihe oli opettajan mielestä oppilaille mielenkiintoinen. Oppilaat pitivät värjäyksestä ja varsinkin historian ja kasvintunnuksen teoriapisteet koettiin mielenkiintoisiksi ja hyödyllisiksi. Opettaja piti kokonaisuudesta, sillä se mahdollisti langanvärjäyksen käsittelyn laajemmin, mihin tavallisilla tunneilla ei olisi mahdollisuutta. Kuitenkin suunniteltu aikataulu oli osittain liian tiukka ja kokonaisuudelle varattu aika liian lyhyt sekä teoriapisteet liian vaikeita oppilaiden tasoon nähden. Koulun arkeen oppimiskokonaisuus vaatii vielä hiomista, sillä kaksoisopettajuus ja kemian ja käsityön yhteistyö ovat hankalia toteuttaa hallinnollisista syistä.

## 12.2 Pohdinta

Oppiaineiden integroinnilla tarkoitetaan kahden tai useamman oppiaineen yhdistämistä, jotta opeteltavasta asiasta saataisiin syvällisempi ymmärrys. (esimerkiksi Gill & Fisher, 2014) Sillä on useita hyviä puolia, kuten opiskelumotivaation nostaminen, oppimistuloksien paraneminen ja opettajien välisen yhteistyön lisääntyminen. (Alves ym., 2014; Drake & Reid, 2018;

McPhail, 2020) Osittain näistä syistä se on nostettukin nykyisissä POPS:a tärkeään osaan koulun ja oppilaiden arkea. (Opetushallitus, 2016) Yhtenä haasteena integroinnin lisäämiselle on kuitenkin ollut valmiiden oppimateriaalien puute (Jacobs, 1989a), johon on tässä tutkimuksessa vastattu luomalla kemiaa ja käsitöitä integroiva oppimiskokonaisuus.

Oppimiskokonaisuudessa värjättiin lankaa opiskellen samalla aiheeseen liittyviä kemian käsitteitä ja myös biologian ja historian sisältöjä. Oppimiskokonaisuus pidettiin käsityön valinnaisilla tunneilla, joten voidaan pitää luonnollisena, että oppilaat pitivät käsityön osuudesta eniten. Värjääminen oli myös oppilaille uusi käsityötekniikka, joten se koettiin mielenkiintoisena. Teoriaosuuksissa ei myöskään samalla tavalla päässyt itse tekemään, vaan ne olivat lähinnä erilaisten tehtävien tekemistä. Mikäli teoriaosiinkin saataisiin konkreettista tekemistä, eikä vain paperille tehtävien tekoa, tämä voisi lisätä niiden mielenkiintoa. Lisäksi oppilaat ovat hyvin tottuneita ainejakoon ja olettavat tietyn oppiaineen tunnilla opiskeltavan vain tätä ainetta. Tällöin integrointi saattaa aiheuttaa harmitusta, mikäli halutaan yhdistää oppilaalle epätoivottavaa ainetta mukavaan aineeseen.

Tässä tutkimuksessa tuli esille myös integroinnin käytännön järjestämisen vaikeus, vaikka materiaalia olisikin. Varsinkin yläkoulussa, jossa jokaisella oppiaineella on oma opettajansa, on opettajien välinen yhteistyö välillä haastavaa. Opettajien erilaiset työajat, oppiaineiden järjestäminen eri aikoihin, opettajien useat opetettavat ryhmät ja opettajien monet hallinnolliset tehtävät haastavat kaikki integroinnin järjestämistä opettajien näkökulmasta, vaikka integrointia haluttaisiinkin tehdä. Myös tarvittavien resurssien määrä mietityttää, esimerkiksi tilojen, opiskeluvälineiden tai avustajien osalta. Näistä syistä tämän tutkimuksen oppimiskokonaisuutta voi sellaisenaan olla vaikea toteuttaa koulussa, sillä se vaatii sekä käsityöopettajan että kemianopettajan yhteistyötä ja yhteisopettajuutta tunneilla. Käytännössä kuitenkin toisen opettajan tilalla tunneilla voi olla avustaja, erityisopettaja tai muu henkilö, kunhan molemmat opettajat ovat tarkastaneet materiaalin toimivuuden.

Integrointia voidaan kuitenkin järjestää oppitunneilla ilman suurempia projekteja. Se voi olla hyvin yksinkertaisesti toisen aineen näkökulman huomiointia yhden aineen tunnilla. Esimerkiksi kemian tunnilla opiskeltaessa ravintoaineista huomioidaan niiden terveydelliset vaikutukset ihmiseen tai yhteyttämisen reaktioyhtälöä käytäessä keskustellaan yhteyttämisen merkityksestä ihmisille ja elämiseen ylipäätään. Sähkökemian yhteydessä voidaan keskustella sähkönsäilytyksestä yhteiskunnalle ja miltä tuntuisi elää sähköttömästi. Tunneilla voidaan myös lukea kemiaan liittyvää kauno- tai tietokirjallisuutta tai katsoa kemian videoita

englanniksi tai ruotsiksi. Nämä kaikki tuovat integrointia jokapäiväiseen opetukseen, eivätkä ne vaadi suuria rakennemuutoksia toteuttamiseen.

Muutosta ei kuitenkaan tapahdu, ellei kukaan halua tehdä asian eteen mitään. Mikäli integrointi halutaan saada koulujen arkeen pysyväksi osaksi, pelkät monialaisten viikot eivät riitä, sillä ne tuottavat opettajille ja henkilökunnalle paljon ylimääräistä työtä ja oppilaat kokevat sen erillisenä koulun muusta arjesta (Braskén ym., 2020). Integroinnin materiaalia pitäisi saada helpommin saataville ja opettajille tarjota lisäkoulutusta aiheeseen. Myös rehtoreille ja koulun hallinnolle on tarjottava helposti käyttöönotettavia malleja, joilla helpotetaan integroinnin järjestämistä hallinnollisista syistä. Lopuksi on kuitenkin muistettava, että kaikkea ei kannata integroida, vaan aina kannattaa miettiä oppimisen kannalta paras tapa käsitellä asioita (Wall & Leckie, 2017). Lisäksi Suomessa opettajilla on korkea itsemääräämisoikeus omaan opetukseen ja tätä on myös kunnioitettava integrointiinkin liittyvissä asioissa.

### **12.3 Tutkimuksen eettisyyden ja luotettavuuden arviointi**

Suomessa tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) on määritellyt ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet. Nämä periaatteet jakaantuvat yleisiin periaatteisiin, tutkittavan henkilön kohteluun ja oikeuksiin, erityisiin ohjeisiin alaikäisiä tai vajaakykyisiä henkilöitä koskeviin tutkimuksiin, henkilötietojen käsittelyyn, yksityisyyden suojaan ja tutkimusaineiston avoimuuteen. (TENK, 2019)

Tämä tutkimus on ollut yleisten periaatteiden mukaista, sillä siinä kunnioitettiin oppilaiden ihmisarvoa ja itsemääräämisoikeutta, eikä oppilaille tai opettajalle aiheutunut merkittäviä vahinkoja tai haittoja. Yleisiin periaatteisiin kuuluu myös hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen. Näihin kuuluu muun muassa rehellisyys, huolellisuus, tiedon avoimuus, viittaaminen muiden tutkijoiden tutkimuksiin ja tutkimuslupien hankkiminen. Tutkimuksessa on esimerkiksi hankittu tutkimuslupa koulun rehtorilta ennen tutkimuksen aloittamista ja tulokset on raportoitu rehellisesti. (TENK, 2013; TENK, 2019)

Tutkittavan henkilön kohteluun ja oikeuksiin liittyen tutkimuksen opettajan ja oppilaiden on ollut mahdollista keskeyttää tai peruuttaa osallistumisensa missä vaiheessa tahansa tutkimusta, tästä mainitaan esimerkiksi oppilaiden kyselylomakkeessa. Tutkimukseen osallistuminen on ollut myös vapaaehtoista ja esimerkiksi oppilaat pystyivät kieltäytymään

osallistumasta tutkimukseen jättämällä kyselylomakkeen täyttämättä. Opettajalle kerrottiin tutkimuksen sisällöstä ja tavoitteista etukäteen sähköpostilla, oppilaille nämä kerrottiin ensimmäisen oppitunnin alussa ja niistä muistutettiin ennen kyselylomakkeen täyttöä. Lisäksi alaikäisiä koskee erityiset ohjeet tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimuksen oppilaat olivat 8.-luokkalaisia, eli tavallisesti 14-15-vuotiaita. Tutkimuksesta on informoitu huoltajia Wilma-viestillä, jossa kerrottiin tutkimuksen tarkoitus, kesto, toteutustapa sekä kyselytutkimuksen aineiston säilytykseen ja anonyymiuteen kuuluvat seikat. Lisäksi viestissä kerrottiin miten tutkimuksesta voi kieltäytyä ja annettiin tutkijan yhteystiedot lisäkysymyksiä varten. Pelkkä huoltajien informointi riittää, sillä tutkimuksessa ei käsitelty alaikäisten henkilötietoja. (TENK, 2019)

Henkilötietojen käsittelyyn liittyen oppilaiden kyselyyn vastaukset annettiin anonyymisti, eikä kyselylomakkeessa kysytty henkilötietoja. Lisäksi havainnoinnissa ei kirjoitettu oppilaiden nimiä tai tunnistettavia piirteitä havaintoihin. Opettajan haastattelussa ilmitulleita henkilötietoja ei käytetty tutkimuksessa. Yksityisyyden suojaan liittyen tutkimuksen koulua eikä oppilaiden tai opettajan nimiä ole paljastettu. Eettisyyteen liittyen myös kaikki tutkimusaineisto, eli oppilaiden kyselytutkimuksen paperit, opettajan haastattelututkimuksen nauhoitus ja havainnointitutkimuksen havainnot, tuhoataan tutkimuksen julkaisun jälkeen. (TENK, 2019)

Luotettavuuden tarkastelussa käytetään yleensä termejä validius ja reliaabelius. Validiudella tarkoitetaan pätevyyttä, eli mitataan ja tutkitaan sitä mitä on tarkoitus. Esimerkiksi, että kyselylomakkeen vastaajat ajattelevat kysymykset samalla tavalla kuin tutkija. Reliaabelius tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta, esimerkiksi toistamalla tutkimuksen uudestaan myöhemmin saadaan samat tulokset. Laadullisessa tutkimuksessa näitä käsitteitä on kritisoitu, sillä ne ovat luotu määrälliseen tutkimukseen ja vastaavat niiden tarpeita. On esimerkiksi esitetty, että jokainen sosiaalinen tapahtuma on ainutlaatuinen ja täten sitä ei pystytä toistamaan, vaikka sen kuvailisi kuinka tarkasti. (Hirsjärvi, 2004; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan parantaa kertomalla tarkasti tutkimuksen toteuttaminen, joka on tässä tutkimuksessa luvuissa 7-11.1. Luotettavuutta voidaan myös parantaa hyödyntämällä triangulaatiota. Triangulaatiota on monta erilaista: tutkimusaineiston, tutkijoiden, teorioiden, metodien ja analyysimenetelmien triangulaatiota. Tässä tutkimuksessa käytettiin metodista triangulaatiota kyselyn, haastattelun ja havainnoinnin avulla sekä tutkimusaineistollista triangulaatiota oppilaiden ja opettajan suhteen. Metodista triangulaatiota

voidaan kutsua myös metodien yhdistämiseksi (*mixed methods*). (Hirsjärvi, 2004; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Haastattelussa opettaja antoi paljon pitkiä vastauksia ja kertoi myös negatiivisia mielipiteitä. Varsinkin negatiiviset mielipiteet eivät yleensä ole sosiaalisesti suotavia ja näin lisäävät haastattelun luotettavuutta. Kyselyssä kemian opiskelun mielenkiintoisuutta kysyttiin asteikolla 1-7 ja oppilaat ovat voineet kokea asteikon eri tavoin. Määrällisenä tutkimuksena vastaajajoukko (n=10) on hyvin pieni, eli tutkimusta on vaikea yleistää tältä osin. Lisäksi avoimena kysymyksenä kysytyyn mielipiteeseen oppimiskokonaisuudesta oli liitetty apukysymyksiä, joiden oli tarkoituksena auttaa vastaamisessa ja näin toivottiin kysymykseen pidempiä vastauksia. Vastaukset jäivät kuitenkin melko lyhyiksi, mikä on yleistä nuorilla vastaajilla. (Hirsjärvi ym., 2004; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Havainnointitutkimusta suoritettiin samalla kun tutkija opetti oppimiskokonaisuutta ja kuten aikaisemmin tutkimuksessa todettiin, tämä pienentää havainnointien syvällisyyttä ja täten myös luotettavuutta. Havainnot kirjattiin ylös oppituntien jälkeen illalla, joten tässä välissä havaintoja on myös unohtunut. Havainnoinnilla pystytään kuitenkin todentamaan kyselyssä ja haastattelussa ilmenneitä asioita lisäten näiden luotettavuutta. Havainnoija ja tutkija oli myös suurelle osalle oppilaista ja opettajalle tuttu entuudestaan. Tämä lisää luotettavuutta, sillä oppilaat käyttäytyvät tällöin luonnollisemmin. (Hirsjärvi ym., 2004)

Tutkimuksen eettisyyttä parantavat tutkimuslupien kysyminen, alaikäisten vastaajien huomioiminen, oppilaiden ja opettajan anonymisuus ja tutkimusaineiston tuhoaminen tutkimuksen jälkeen. Tutkimuksessa myös noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimuksen luotettavuutta parantaa metodinen ja tutkimusaineistollinen triangulaatio. Luotettavuutta pienentää kuitenkin muun muassa pieni tutkimusjoukko ja havaintojen suorittaminen samaan aikaan opetuksen kanssa. (Hirsjärvi ym., 2004; TENK, 2019; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

#### **12.4 Jatkotutkimusideoita**

Tämä tutkimus on ollut kehittämistutkimuksen ensimmäinen sykli. Kehittämistutkimusta voisi jatkaa muokkaamalla oppimiskokonaisuutta ehdotetuilla muutoksilla (luku 11.6) ja näin toteuttamalla toisen syklin. Oppimiskokonaisuutta voitaisiin myös kokeilla toteuttaa kemian tunnilla, jolloin oppilaiden reaktiot saattaisivat vaihtua, sillä mukana olisi myös oppilaita,

jotka eivät ole välttämättä kiinnostuneita käsitöistä. Jotta integroinnista hyödyttäisiin mahdollisimman paljon, kokonaisuus kannattaisi toteuttaa puoliksi kemian ja puoliksi käsityön tunneilla, mutta käytännön järjestelyiden kannalta tämä olisi haastavaa opetusryhmän, opettajien aikataulujen ja oppituntien sijoittelun kannalta. Tutkimuksessa voisi myös keskittyä enemmän oppilaiden oppimisen tutkimiseen heidän reaktioiden sijaan tai sen ohella. Opettajan materiaalissa (liite 5) on ehdotettuna lisäksi erilaisia teoriapisteitä tutkimuksessa olleiden tilalle tai lisäksi, joita olisi mielenkiintoista kokeilla.

Integrointia voidaan toteuttaa monenkokoisilla projekteilla. Tämän tutkimuksen oppimiskokonaisuus on keskikokoinen projekti, sillä se kestää muutaman viikon oppitunnit. Olisi mielenkiintoista kehittää materiaaleja myös erimittaisille ja -laajuisille projekteille. Voitaisiin esimerkiksi tutkia, minkä kokoisiin projekteihin opettajat olisivat valmiita lähtemään tai minkälaista materiaalia tarvittaisiin eniten. Haluavatko opettajat esimerkiksi yhden tunnin mittaisia pieniä integrointitehtäviä vai haluavatko he mieluummin laajempia, usean oppiaineen tai koko koulun käsittäviä materiaaleja.

Näiden lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia, kuinka paljon kouluissa nykyisin järjestetään integrointia ja minkälaista se on. Kuinka monessa koulussa esimerkiksi järjestetään integrointia pakollisen MOK:n lisäksi tai millä eri tavoin MOK:a järjestetään. Myös opettajien omat pienet integroinnit tunnilla mietityttävät, sillä niitä saattaisi olla melkein jokaisella. Integrointia järjestävillä opettajilla on myös varmastikin vinkkejä muille opettajille, joita voisi tutkimuksen avulla ensin kerätä ja tämän jälkeen jakaa käyttöön niitä tarvitseville.

### 13. Kirjallisuusluettelo

Ackerman, D. B. (1989). Intellectual and practical criteria for successful curriculum integration. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 25-38). Edward Brothers.

Alanko, R. (2020). Inspiroivaa kestävyyskasvatusta luonnonväriaineiden kautta. *Tekstiiliopettaja*, 3, 23-25.

Alanko, R., Räisänen, R., Sekki, S. & Yli-Heikkilä, E. (8.5.2020). *Värjäyspäivän menu: Ruokaohjeita ja värjäysreseptejä ruokien sivutuotteina syntyvillä aineilla värjäämiseen*. BioColour, Helsingin yliopisto. Haettu 19.5.2023 osoitteesta

[https://biocolour.fi/wp-content/uploads/2020/05/BioColour\\_V%C3%A4rj%C3%A4ysp%C3%A4iv%C3%A4n-menu.pdf](https://biocolour.fi/wp-content/uploads/2020/05/BioColour_V%C3%A4rj%C3%A4ysp%C3%A4iv%C3%A4n-menu.pdf).

- Alastalo, M. & Borg, S. (julkaisuaika tuntematon). Numerolukutaito: tutkimuksen analyysivaihe. Teoksessa *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Haettu 26.4.2023 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/numerolukutaito/analyysi/>.
- Alves, H., Manhita, A., Barrocas Dias, C. & Ferreira, T. (2014). Traditional dyeing – an educational approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 610-619. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1039/C4RP00038B>.
- Ananiadou, K. & Claro, M. (2009). 21st Century skills and competences for new millenium learners in OECD Countries, *OECD Education Working Papers*, 41, OECD Publishing. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1787/218525261154>.
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>.
- Anwar, S., Menekse, M., Guzey, S. & Bryan, L. A. (2022). The effectiveness of an integrated STEM curriculum unit on middle school students' life science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7), 1204-1234. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1002/tea.21756>.
- BioColour. (julkaisuaika tuntematon). *Tietoa hankkeesta*. Haettu 21.4.2023 osoitteesta <https://biocolour.fi/tietoa-hankkeesta/>
- Bobrowsky, M. (2018). Q: How can I make science fun and have students learn more by using phenomenon-based learning?. *Science & Children*, 9, 70-73.
- Braskén, M., Hemmi, K. & Kurtén, B. (2020). Implementing a multidisciplinary curriculum in a Finnish lower secondary school -- the perspective of science and mathematics. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(6), 852-868. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623311>.
- Cantell, H. (2015). Ainejakoisuus ja monialainen eheyttäminen opetuksessa. Teoksessa Cantell, H. (toim.), *Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia* (s. 11-15). PS-kustannus.
- Cassidy, M. & Puttick, G. (2022). “Because subjects don’t exist in a bubble”: Middle school teachers enacting an interdisciplinary curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 31(1), 233-245. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09951-y>.



- Dias, D., Ferraz-Caetano, J. & Paiva, J. (2021). "Ethics against chemistry": Solving a crime using chemistry concepts and storytelling in a history of science-based interactive game for middle school students. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1681-1690. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01469>.
- Drake, S. M. & Reid, J. L. (2018). Integrated curriculum as an effective way to teach 21st century capabilities. *Asia Pacific Journal of Educational Research*, 1(1), 31-50.
- Drew, C. (3.3.2020). *What is Finland's phenomenon-based learning approach?*, Teacher, Australian Council for Educational Research. Haettu 20.5.2023 osoitteesta [https://www.teachermagazine.com/au\\_en/articles/what-is-finlands-phenomenon-based-learning-approach](https://www.teachermagazine.com/au_en/articles/what-is-finlands-phenomenon-based-learning-approach).
- Gias Uddin, M. (2014). Effects of different mordants on silk fabric dyed with onion outer skin extracts. *Journal of Textiles*, 2014, 1-8. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <http://dx.doi.org/10.1155/2014/405626>.
- Gill, C. & Fisher, A. (2014). How can the secondary school learning model be adapted to provide for more meaningful curriculum integration?. *Teachers and Curriculum*, 14, 13-19.
- Grooms, J., Fleming, K., Berkowitz, A. R. & Caplan, B. (2021). Exploring modeling as a context to support content integration for chemistry and earth science. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2167-2175. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00319>.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2004). *Tutki ja kirjoita*. 10. painos. Tammi.
- Ikonen, M., Ojala, P. & Tuomisto, M. (2023). *Ilmiö 7-9 Kemia*. SanomaPro.
- Imaduddin, M., Praptaningrum, D. N. W. & Safitri, D. A. (2020). Students' attitude toward STEM project-based learning in the fun cooking activity to learn about the colloid system. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 8(1), 14-26. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.33200/ijcer.820898>.
- Islakhiyah, K., Sutopo, S. & Ylianti, L. (2018). Scientific explanation of light through phenomenon-based learning on junior high school student. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 218, 173-185. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.2991/icomse-17.2018.31>.
- Jacobs, H. H. (1989a). The growing need for interdisciplinary curriculum content. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 1-12). Edward Brothers.
- Jacobs, H. H. (1989b). Design options for an integrated curriculum. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 13-24). Edward Brothers.

- Jacobs, H. H. (1989c). The interdisciplinary model: a step-by-step approach for developing integrated units of study. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 53-66). Edward Brothers.
- Jacobs, H. H., Hannah, J., Manfredonia, W., Percivalle, J. & Gilbert, J. C. (1989). Descriptions of two existing interdisciplinary programs. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 39-52). Edward Brothers.
- Kangaskorte, A., Lavonen, J., Pikkarainen, O., Saari, H., Sirviö, J., Vakkilainen, K. M. & Viiri, J. (2023). *FyKe 7-9 Kemia*, SanomaPro.
- Kokotsaki, D., Menzies, V. & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: a review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>.
- Kostiainen, E. & Tarnanen, M. (2020). Ilmiölähtöinen opetussuunnitelma – opettajuutta, oppimista ja toimintakulttuuria uudistamassa. Teoksessa Tarnanen, M. & Kostiainen, E. (toim.), *Ilmiömäistä! Ilmiölähtöinen lähestymistapa uudistamassa opettajuutta ja oppimista* (s. 43-63). Jyväskylän yliopisto.
- Krajcik, J. S. & Shin, N. (2014). Project-based learning. Teoksessa Sawyer, R. K. (toim.), 2. painos, *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 305-328). Cambridge University press.
- Loepp, F. L. (1999). Models of curriculum integration. *Journal of Technology Studies*, 25(2), 21-25.
- LUMA-keskus Suomi. (julkaisuaika tuntematon). *StarT*. Haettu 22.4.2023 osoitteesta <https://start.luma.fi/>.
- Mantua-Kommonen, K. & Vasko, A. (2021). *Padoista puikoille - Värjää ja neulo luonnonväreillä*. Sitruuna kustannus.
- McComas, K. K. (2022). Investigating crickets: Jumping across the disciplines in a naturally interdisciplinary project. *Gifted Child Today*, 45(2), 105-109. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1177/10762175211070350>.
- McPhail, Dr G. (10.9.2020). *An introduction to curriculum integration*. The Education Hub. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://theeducationhub.org.nz/an-introduction-to-curriculum-integration/>.
- Muilu, H. & Virtanen, T. (2023). *Titaani kemia 7-9*. Otava.
- Niemelä, M. A. & Tirri, K. (2018). Teachers' knowledge of curriculum integration: A current challenge for Finnish subject teachers. Teoksessa Weinberger, Y. & Libman, Z. (toim.), *Contemporary Pedagogies in Teacher Education and Development*. InTech. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.5772/intechopen.75870>.

- Niemi, R. & Kiilakoski, T. (2020). "I learned to cooperate with my friends and there were no quarrels": Pupils' experiences of participation in a multidisciplinary learning module. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(7), 984-998. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1639817>.
- Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2019). *Tilastollisen menetelmien perusteet*. 5. painos. Sanoma Pro.
- Opetushallitus. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Vammalan Kirjapaino.
- Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Määräykset ja ohjeet 2015:48.
- Opetushallitus. (2016). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Määräykset ja ohjeet 2014:96. 4. painos.
- Opetushallitus. (2019). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019*. Määräykset ja ohjeet 2019:2a.
- Opetushallitus. (10.2.2020). *Oppilaan oppimisen ja osaamisen arviointi perusopetuksessa - Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 muutokset*. Haettu 20.5.2023 osoitteesta [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen-arviointiluku-10-2-2020\\_2.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen-arviointiluku-10-2-2020_2.pdf).
- Peltomaa, I. M. (2021). *Mokista oppii! : ohjekirja onnistuneisiin monialaisiin oppimiskokonaisuuksiin*. PS-kustannus.
- Peltomaa, I. M. (julkaisuaika tuntematon). *Rakenna mok*. Haettu 22.4.2023 osoitteesta <https://www.monialaiset.fi/rakenna-mok>.
- Pereira, M. M., Fátima Paixão, M. & Cachapuz, A. F. (2006). Bridging the gap: From traditional silk dyeing chemistry to a secondary-school chemistry project. *Journal of Chemical Education*, 83(10), 1546. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1021/ed083p1546>.
- Perkins, D. N. (1989). Selecting fertile themes for integrated learning. Teoksessa Jacobs, H. H. (toim.), *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation* (s. 67-76). Edward Brothers.
- Pernaa, J. (2011). *Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen* [monografiaväitöskirja, Helsingin yliopisto]. HELDA, Helsingin yliopiston julkaisuarkisto. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/28007>.
- Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa Pernaa J. (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (s. 9-26). PS-kustannus.

- Pool, J. & Laubscher, D. (2016). Design-based research: Is this a suitable methodology for short-term projects?. *Educational Media International*, 53(1), 42-52. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1080/09523987.2016.1189246>.
- Prabhu, K. H. & Bhute, A. S. (2012). Plant based natural dyes and mordants: a review. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 2(6), 649-664.
- Räisänen, R. (2002). *Anthraquinones from the Fungus Dermocybe sanguinea as textile dyes* [Artikkeliväitöskirja, Helsingin yliopisto]. HELDA Helsingin yliopiston julkaisuarkisto. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/20041>.
- Räisänen, R., Primetta, A. & Niinimäki, K. (2015). *Luonnonväriaineet*. Maahenki. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.31885/9789515150028>.
- Ruokonen, I. (2017). Integraatio ja eheyttäminen. Kasvamista musiikkiin ja musiikin avulla. Teoksessa Lindeberg-Piironen, A. & Ruokonen, I. (toim.), *Musiikki varhaiskasvatuksessa -käsikirja* (s. 305-316). Classicus.
- Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao. (31.5.2010). *Wool fibre structure and properties*. University of Waikato. Haettu 21.4.2023 osoitteesta [https://www.sciencelearn.org.nz/image\\_maps/61-wool-fibre-structure-and-properties](https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/61-wool-fibre-structure-and-properties).
- Séquin-Frey, M. (1981). The chemistry of plant and animal dyes. *Journal of Chemical Education*, 58(4), 301-305.
- Smith, J. & Karr-Kidwell, P.J. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://eric.ed.gov/?id=ed443172>.
- de Sousa Pereira, W. & Fernandes, J. C. B. (2022). An interdisciplinary activity to teach the concept of pH in chemistry. *Science Activities: Projects and Curriculum Ideas in STEM Classrooms*, 58(4), 143-150. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1080/00368121.2021.1977225>.
- Sundvall, M. (2003). *Kemian, kuvataiteen ja tekstiilikäsityön integroiva kasvivärijäysprojekti* [proseminarityö, Helsingin yliopisto]. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://www.mv.helsinki.fi/home/riraisan/tutkimus/integraatiop/INTEGR%20KASVARJPR OJ%20ETELA.pdf>.
- Taito. (20.11.2021). *Vuoden 2022 käsityötekniikka – värijäys luonnonväreillä*. Taitoliitto. Haettu 3.5.2023 osoitteesta <https://www.taito.fi/ajankohtaista/kasityoblogi/vuoden-2022-kasityotekniikka-varjays-luonnonvareilla/>.
- Tallman, K. A. (2019). Introducing students to fundamental chemistry concepts and basic research through a chemistry of fashion course for nonscience majors, *Journal of Chemical*

- Education*, 96(9), 1906-1913. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00826>.
- Tarnanen, M & Kostiainen, E. (2020). Ilmiölähtöinen oppiminen. Teoksessa Tarnanen, M. & Kostiainen, E. (toim.), *Ilmiömäistä! Ilmiölähtöinen lähestymistapa uudistamassa opettajuutta ja oppimista* (s. 7-19). Jyväskylän yliopisto.
- Tetri, A. K. (2021). *Värjää ja neulo*. Moreeni.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2013). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. Haettu 14.5.2023 osoitteesta [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf).
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa: Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019*. Haettu 14.5.2023 osoitteesta [https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakoarvioinnin\\_ohje\\_2020.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf).
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. 5. painos. Tammi.
- Venäläinen, S., Saarinen, J., Johnson, P., Cantell, H., Jakobsson, G., Koivisto, P., Routti, M., Väänänen, J., Huhtanen, M., Kauppinen, L. & Viitala, M. (2020). *Näkymiä OPS-matkan varrelta – Esi- ja perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteiden 2014 toimeenpanon arviointi*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Haettu 20.5.2023 osoitteesta [https://karvi.fi/wp-content/uploads/2020/01/KARVI\\_0520.pdf](https://karvi.fi/wp-content/uploads/2020/01/KARVI_0520.pdf).
- Wall, A. & Leckie, A. (2017). Curriculum integration: An overview. *Current Issues in Middle Level Education*, 22(1), 36-40.
- Zhou, Z. Y. & Liu, J. K. (2010). Pigments of fungi (macromycetes). *Natural Product Reports*, 27, 1531-1570. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://doi.org/10.1039/C004593D>.

## Oppilaiden kysely

Tämä kahden viikon kokonaisuus on osa minun pro gradu -tutkimustani. Tutkimuksessani tutkin kemian ja käsityön opetuksen integroimista eli yhdistämistä. Tämä langanvärjäys-kokonaisuus on suunnittelemani oppimiskokonaisuus aiheeseen liittyen. Tässä kyselyssä haluan selvittää sinun mielipiteitäsi tähän kokonaisuuteen liittyen. Kysely suoritetaan täysin nimettömänä, eikä lopullisesta tutkimuksesta pysty tunnistamaan yksittäisiä vastaajia. Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista ja tutkimuksesta voi poistua missä vaiheessa tahansa. Vastaaminen vie aikaa noin 5-10 minuuttia. Kyselyn vastauksia säilytetään tutkimuksen teon ajan, jonka jälkeen ne tuhotaan. Jos et halua osallistua tutkimukseen, palauta tämä lomake tyhjänä.

Kiitos osallistumisestasi!

Riina Siivola

### Taustakysymykset

Valitse sopiva vaihtoehto.

Osallistuitko molempien viikkojen tunneille?       Kyllä       En

Minkälaista kemian opiskelu tavallisilla kemian oppitunneilla mielestäsi on?

(1 = ei yhtään mielenkiintoista - 7 = todella mielenkiintoista)

1       2       3       4       5       6       7

Valitse teoriaosuuden piste, joka oli mielestäsi

	Historia	Poretus	Kasvintunnistus	Villa ja proteiini	Väriaineet
mielenkiintoisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
haastavin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tylsin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kivoin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hyödyllisin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valitse sopivin vaihtoehto. Voit halutessasi perustella vastauksiasi paperin toiselle puolelle.

Minkälaista kemian oppiminen oli näillä käsityön tunneilla?

(1 = ei yhtään mielenkiintoista - 7 = todella mielenkiintoista)

1       2       3       4       5       6       7

Miten tämä oppimiskokeilu muutti intoa tai mielenkiintoa kemian oppimista kohtaan?

Laski       Laski hieman       Ei muuttanut       Lisäsi hieman       Lisäsi intoa

Avoimet kysymykset

Mitä mieltä olit näistä kahdesta tunnista?

Esim. Mistä pidit? Mistä et pitänyt? Mikä oli hauskaa? Mikä oli tylsää? Mitä olisit halunnut tehdä toisin?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Haluaisitko että tällaisia oppiaineita yhdistäviä oppimiskokonaisuuksia olisi enemmän?  
Perustele!

---

---

---

Kiitos paljon osallistumisestasi tähän tutkimukseen ja kyselyyn! Toivottavasti sinulla oli kivaa ja opit jotain uutta :)

## Opettajan haastattelu

### Luvat ja taustatiedot

1. Ennen haastattelua mainittava/kysyttävä lupa
  - a. Tallennuslupa; haastattelu tallennetaan puhelimeen, jotta sen sisältöön pystytään palaamaan myöhemmin
  - b. Anonymiteetti; opettajan eikä koulun nimeä julkaista tutkimuksessa
  - c. Tallennuksen säilytys ja tuhoaminen; säilytetään tutkimuksen teon ajan, jonka jälkeen tuhotaan tallennus
2. Taustatiedot
  - a. Opetuskokemus vuosina?
  - b. Opetettavat aineet?
    - i. Ennen ja nyt

### Ennakkotiedot ja -oletukset

1. Mitä sinulle tulee ensimmäisenä mieleen integroinnista?
  - a. Entä tästä oppimiskokonaisuudesta ennen tunteja?

### Suunniteltu oppimiskokonaisuus

2. Mitä mieltä oppimiskokonaisuudesta?
  - a. Hyvät ja
  - b. huonot puolet?
  - c. Oliko aihe mielestäsi mielenkiintoinen oppilaille?
    - i. Miksi/miksi ei?
    - ii. Mistä huomasit sen?
    - iii. Miten aihetta olisi voinut parantaa?
  - d. Miten teoriaosat mielestäsi tukivat värjäysprosessia?
    - i. Entä miten värjäysprosessi tuki teoriaosia?
  - e. Olivatko teoriaosan aiheet relevantteja värjäysprosessiin liittyen
  - f. Onko kokonaisuus toimiva?
3. Miten toteutus mielestäsi sujui?
  - a. Ensimmäinen viikko: alustus, väriliemet, puretus, teoriaosa 1
  - b. Toinen viikko: värjäys, pesu, teoriaosa 2
  - c. Perustelut
  - d. Miten muuttaisit/parantaisit toteutusta?
4. Olet käsityön asiantuntija, mitä mietteitä syntyy siitä, kun integroiduissa oppimiskokonaisuuksissa on mukana myös muita aineita, joissa ei ole samalla tavalla asiantuntija? Esim. tässä oli mukana myös kemiaa, historiaa ja biologiaa, joista sinulla ei ole samalla tavalla vuosien opetuskokemusta.
  - a. Miltä esim tuntui kun oppilaat kysyivät muihin aineisiin liittyviä kysymyksiä?
5. Tässä oppimiskokonaisuudessa oli kaksi opettajaa, miltä tämä tuntui?
  - a. Muuttuiko jotain tavallisesta opetustavasta tältä osalta?
  - b. Oletko ennen opettanut toisen opettajan kanssa samaan aikaan?
    - i. Erityisopettaja, aineenopettaja tai luokanopettaja?
6. Muuta sanottavaa oppimiskokonaisuudesta?



### **Integrointi yleisesti**

7. Oletko ennen toteuttanut samantyyppisiä integroivia oppimiskokonaisuuksia muiden oppiaineiden kanssa?
  - a. Minkälaisia, minkä aineiden kanssa, kuinka usein?
  - b. Tai muunlaista integroivaa opetusta, esim pelkästään omassa opetuksessa?
    - i. Millä tavalla?
  - c. Jos ei, niin miksi ei?
  - d. Haluaisitko jatkossa toteuttaa (enemmän) integroivaa opetusta?
  - e. Onko käsityö mielestäsi aine, johon on helppo suunnitella integroivaa opetusta?
8. Opetussuunnitelman perusteissa mainitaan, että eheyttäviä/integroivia kokonaisuuksia pitäisi toteuttaa vähintään kerran vuodessa (jokaisen oppilaan osallistuttava), mitä ajatuksia tästä?
  - a. Opettajan ja
  - b. Oppilaan näkökulma?
9. Pitäisikö opetuksessa olla enemmän oppiaineita integroivaa opetusta?
  - a. Miksi/miksi ei?
  - b. (Minkä takia nykyisin ei ole paljon integroivaa opetusta?)
  - c. Jos suunnitellaan integroivaa oppimiskokonaisuutta, mitä pitäisi mielestäsi ottaa huomioon suunnittelussa?
  - d. Pitäisikö asiaan liittyen olla opettajille lisäkoulutusta?
    - i. Miksi/miksi ei?
    - ii. Minkälaista?
    - iii. Tai muuta tukea esim hallinnon tai muiden opettajien puolelta?
10. Muuta sanottavaa oppiaineiden integroinnista?

Kiitä haastattelusta ja tutkimuksessa mukana olemisesta!

## **Havainnointilomake**

Päivämäärä:

Havainnoija:

Aikataulu

Oppilaiden reaktiot

Oppilaiden ohjeistus ja toiminnan sujuvuus

Toimivat asiat

Kehittämiskohteita

Muita havaintoja

# Langanvärjäys kemian ja käsityön integraationa

## Oppilaan ohje

### Sisällysluettelo

Langanvärjäyksen työvaiheet

Pistetyöskentelyn materiaalit

Teoriaosa 1

Piste 1A Historia

Piste 1B Puresaineet

Piste 1C Kasvien tunnistus

Teoriaosa 2

Piste 2A Villan ja proteiinin rakenne

Piste 2B Väriaineet ja niiden funktionaaliset ryhmät



Riina Siivola

## Langanvärjäys, työvaiheet

### 1. viikko

#### Väriliemen valmistaminen

1. Laita valitsemasi kasvi kattilaan ja lisää kuumaa vettä niin paljon, että se peittyy kunnolla.
2. Laita kattila lämpenemään.
3. Kun vesi ja kasvit kiehuvat, vähennä lämpöä ja anna hiljaa poreilla n. tunnin ajan.

#### Lankojen esikäsitely (puretus)

4. Mikäli langat ovat kerissä, vyyhteä ne kaverin avulla.
  5. Lisää lankavyyhteihin haltijan- ja pasmalangat, katso kuvat. Kiinnitä haltijanlankaan maalarinteippi, jossa lukee oma nimesi.
  6. Lisää uuteen kattilaan lämmintä vettä, sekoita alunaa (10 g alunaa per 100 g lankaa, eli \_\_\_\_g) pieneen kuumaan vesimäärään ja lisää kattilaan.
  7. Pujota lankojen haltijalangat kepeistä ja lisää langat kattilaan.
  8. Lisää kattilaan lämmintä vettä kunnes langat ovat peittyneet kunnolla.
  9. Kuumenna lankakattila n. 80 °C, ja pidä tässä lämpötilassa vajaan tunnin.
  10. Sekoita lankoja muutaman kerran tänä aikana.
- 
11. Kun väriliemi on keittynyt tunnin ajan, laita lämpö pois ja siivilöi kasvit pois liemestä. Jätä väriliemi odottamaan seuraavaan kertaan kannen alla.
  12. Kun langat ovat purettuneet alunassa, ota ne pois kattilasta, huuhtelee ne ja puristele ylimääräiset vedet pois. Jätä kuivumaan seuraavaan kertaan.



Pasmalanka, estää sotkeutumisen



Haltijalanka, helpottaa nostelua

## **2. viikko**

### Lankojen värjääminen

13. Laita langat väriliemeen, pujota taas haltijanlagat kepeistä. Lisää tarvittaessa vettä, että värilientä on tarpeeksi.
14. Lämmitä n. 80 °C, ja pidä tässä lämpötilassa n. 45 min.
15. Sekoita lankoja muutaman kerran tänä aikana.
  
16. Kun langat ovat värjäytyneet, laita lämpö pois ja anna lankojen ja liemen jäähtyä n. 15 min.

### Värjättyjen lankojen loppukäsittely

17. Ota langat pois väriliemestä, pese ne hellästi ja huuhtelee. Laita viimeiseen huuhteluveteen hiukan etikkaa.
18. Puristele langoista ylimääräiset vedet pois ja laita kuivumaan.
19. Keri kuivuneet langat keriksi parin avulla, langat ovat nyt valmiita käytettäväksi!

## Piste 1A Historia

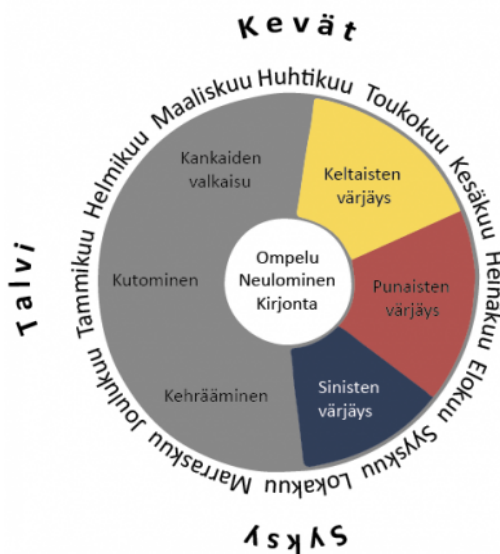
Lue seuraava teksti.

“Luonnonväriaineet ja niillä värjääminen ovat osa suomalaista käsityökulttuuria ja perinnettä, jota on harjoitettu vuosisatoja. Koska Suomessa on eletty pitkään omavaraistaloudessa, myös tekstiilit on valmistettu suurelta osin itse vielä 1900-luvun alkupuolella. Värjäys on ollut yksi osa tekstiilien valmistusprosessia. Synteettiset väriaineet tulivat käyttöön 1800-luvun loppupuolella, joten sitä ennen luonnosta peräisin olevat väriaineet olivat ainoa vaihtoehto, joilla tekstiilikuituja voitiin värjätä.”



“Varhaisimmat tiedot suomalaisesta värjäysperinteestä ajoittuvat vanhimpiin tekstiililöydöksiin, jotka ovat pääosin myöhäisemmältä rautakaudelta, noin 800-1300 jKr. Tekstiilien säilymiseen vaikuttaa se, että orgaanisena aineksena ne maatuvat helposti ja toisaalta hautauskäytäntönä on ollut polttaa vainaja vaatteineen, jolloin tekstiilejä ei ole jäänyt jäljelle.

Tutkimusten perusteella näyttää siltä, että Suomessa on värjätty kotoperäisillä väriaineilla pääosin villaa. Rautakaudella on käytetty värjäysmenetelmiä, jotka ovat vaatineet pitkän värjäysajan, koska värjäys on tapahtunut alhaisissa lämpötiloissa. Värjäykseen on käytetty luonnosta saatuja kasveja. Rautakaudella värjäysmenetelminä ovat olleet kyppivärjäys, puretevärijäys kasvipuretteilla ja käymismenetelmä tanniineilla värjätessä. Alunan käyttö puretteena ja kuumavärjäys kiehuvaan vedessä on yleistynyt keskiajalla (~ 1200-1500 jKr.). Puuvilla on ollut lähes yksinomaan värjättyä ulkomailta tuotua. Myös väriaineita on tuotu Suomeen jo varhain.



Värjäjän vuosikello

Tekstiileissä olevat värit saatiin aikaan siten, että värjättiin kolmea väriä: sinistä, punaista ja keltaista, ja näitä eri tavoilla päällekkäin, kahteen kertaan, värjäämällä voitiin tuottaa muita värejä.

Sininen on värjätty joko kotoperäisellä morsingolla (*Isatis tinctoria*) tai tänne tuodulla indigolla (*Indigofera tinctoria*), joka on ollut arvokasta kauppatavaraa jo viikinkiajalla (800-1025 jKr.). Myös punaista väriä tuottava matarakasvin (*Rubia tinctorum*) juuri on ollut joko tuontitavaraa tai värjäykseen on käytetty kotoisia ahomataran (*Galium album*), paimenmataran (*Galium mollugo*) ja keltamataran (*Galium verum*) juuria. Punaista on saatu myös lisäämällä mataran juuriin rätvänän (*Potentilla erecta*) juuria.

Punaisia sävyjä on saatu lepän (*Alnus*), paatsaman (*Frangula alnus*) ja koivun (*Betula*) kuorista. Riippuen värjäysmenetelmästä sävyt ovat vaihdelleet keittovärjäysmenetelmällä tuotetuista vaaleista sävyistä hyvin intensiivisiin punaisiin, joita saatiin erityisesti fermentointimenetelmällä. 1970-luvulla Pohjois-Amerikasta levinneen sienivärjäyksen tuloksena punaisen värin lähteenä on käytetty myös veriseitikkettä (*Cortinarius sanguineus*) ja verihelttaseitikkettä (*Cortinarius semisanguineus*). Keltaista väriä on saatu useista kasveista, joista yleisimmin käytettyjä ovat olleet koivun lehdet, kanervat (*Calluna vulgaris*) ja suopursut (*Rhododendron tomentosum*, syn. *Ledum palustre*).”

“Värjäystaito on kulkeutunut sukupolvelta toiselle pitkälti suullisena perintönä, mutta ohjeita hyvistä väri kasveista ja värjäysresepteistä on myös kirjoitettu ylös ja julkaistu kirjoina, lehtiartikkeleina tai vain reseptivihkoina, jotka ovat siirtyneet perintönä seuraaville sukupolville. Vanhin suomenkielinen värjäysopas, jonka julkaisi Kansanvalistusseura vuonna 1905, on Alina Hellénin vihkonen Neuvoja kotivärjäykseen kasviaineilla.”

Lähde: [wiki.aineetonkulttuuriperinto.fi](http://wiki.aineetonkulttuuriperinto.fi)

### Tehtävä 1

Edellä olevan tekstin perusteella sijoita alla olevat tapahtumat aikajanelle. Merkitse myös vuodet aikajanelle.

800 jKr

nykyaika



1. Indigoa tuodaan Suomeen
2. Tekstiilejä ei enää valmistettu pääosin itse
3. Alunan käyttö yleistyy
4. Vanhin suomalainen värjäysopas
5. Synteettiset väriaineet saapuvat Suomeen
6. Varhaisimmat todisteet värjäyksestä
7. Veriseitikkiä aletaan käyttää punaiseen väriin

### Tehtävä 2

Miten saisit tehtyä a) violettiä, b) vihreää lankaa morsingolla, mataralla ja koivulla?

---



---

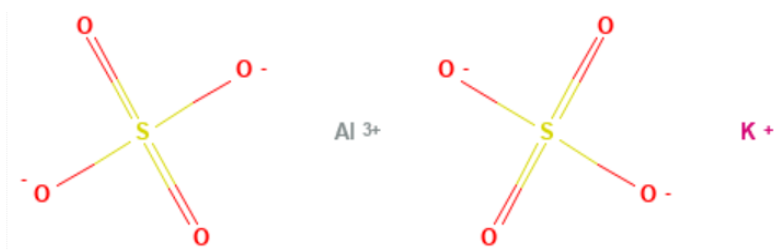


---

## Piste 1B Puretusaineet

Puretusaineiden eli puretteiden tehtävänä on helpottaa väriaineen kiinnittymistä lankaan. Yleisimpänä puretteena käytetään alunaa, jonka kemiallinen kaava on  $KAl(SO_4)_2$  ja sen rakenne on esitetty vieressä.

Aluna on yleisin purete, sillä se ei muuta värjyksessä saatua väriä ja sen käyttö on melko turvallista. Alunaa käytetään noin 10 % värjättävän villan painosta.



### Tehtävä 1

Mitä alkuaineita aluna sisältää? Kirjoita alkuaineiden nimet ja kemialliset merkit.

---



---

### Tehtävä 2

- a) Jos sinulla on värjättävänä 400 g villalankaa, kuinka paljon alunaa tarvitset?  
 b) Jos sinulla on käytettävissä 75 g alunaa, kuinka paljon villalankaa pystyt sillä värjäämään?

Merkitse laskut näkyviin.

---



---



---

### Alunan toiminta

Kun villalankaa pidetään kuumassa vedessä alunan kanssa, alunan alumiini sitoutuu villan rakenteeseen. Kun tämän jälkeen puretettua villalankaa värjätään väriliemessä, väriliemen väriainemolekyylit muodostavat sidoksia samojen alumiini-ionien kanssa. Tällöin samaan alumiini-ioniin on sitoutunut sekä villa ja väriaine, eli villa on värjäytynyt.

Alunan sulfaatti-ionit ( $SO_4^{2-}$ ) ja kaliumionit eivät vaikuta alunan toimintaan puretteena.



**Tehtävä 3**

Piirrä sarjakuva alunan toiminnasta pureteaineena.

**Muut puretusaineet**

Alunan lisäksi myös muita aineita voidaan käyttää puretteina. Näitä ovat esimerkiksi rautasulfaatti, tinakloridi, kuparisulfaatti ja kaliumdikromaatti. Nämä ovat kuitenkin suuressa mittakaavassa terveydelle ja ympäristölle vaarallisia. Osa myös muuttaa värjäyksessä saatavaa väriä tai heikentää langan rakennetta. Ohessa on muutama lankanäyte, jotka kaikki on värjätty sipulinkuorilla, mutta joissa on käytetty eri puretteita.

Osa värjäykseen käytettävistä kasveista sisältää pureteaineita jo valmiiksi. Tällöin erillistä puretusta ei tarvitse tehdä. Tällaisia kasveja ovat esimerkiksi raparperin juuret, pajun kuoret tai lepän kuoret ja kävyt. Nämä vaativat kuitenkin yleensä pitkät liotusajat (yön yli) ja keittoajat (n. 3 tuntia), ennen kuin niitä voidaan käyttää.

**Tehtävä 4**

Minkä vuoksi aluna on yleisin puretusaine?

---

---

---

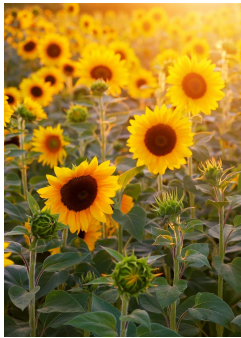
---

## Piste 1C Kasvien tunnistus

Värvämisessä voidaan käyttää monia luonnon kasveja ja sieniä. Keräämisessä on huomioitava **jokamiehenoiseudet**, esimerkiksi uhanalaisten kasvien kerääminen tai kaarnan ottaminen elävästä puusta on kiellettyä.

### Tehtävä

Tunnista nämä värjäyksessä käytettävät kasvit ja sienet. Käytä tarvittaessa oheisia kirjoja apuna.



1. \_\_\_\_\_,  
Siemenet, kukka, lehdet



2. \_\_\_\_\_,  
Kuori, kivi



3. \_\_\_\_\_,  
Verso, kukinto



4. \_\_\_\_\_,  
Vanhat lakit



5. \_\_\_\_\_,  
Röyhyt



6. \_\_\_\_\_,  
Puru



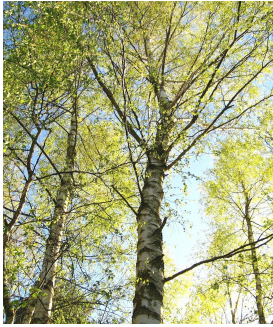
7. \_\_\_\_\_,  
Koko varpu



8. \_\_\_\_\_,  
kuori, käpy



9. \_\_\_\_\_,  
kuori



10. \_\_\_\_\_,  
Lehdet, nila



11. \_\_\_\_\_,  
marjat, kuori, oksat



12. \_\_\_\_\_,  
kuori



13. \_\_\_\_\_,  
Tuoreet lehdykät



14. \_\_\_\_\_,  
versot



15. \_\_\_\_\_,  
kukat, lehdet



16. \_\_\_\_\_,  
Naatit



17. \_\_\_\_\_,  
kuori



18. \_\_\_\_\_,  
koko sieni



19. \_\_\_\_\_,  
Juuri



20. \_\_\_\_\_,  
kuori

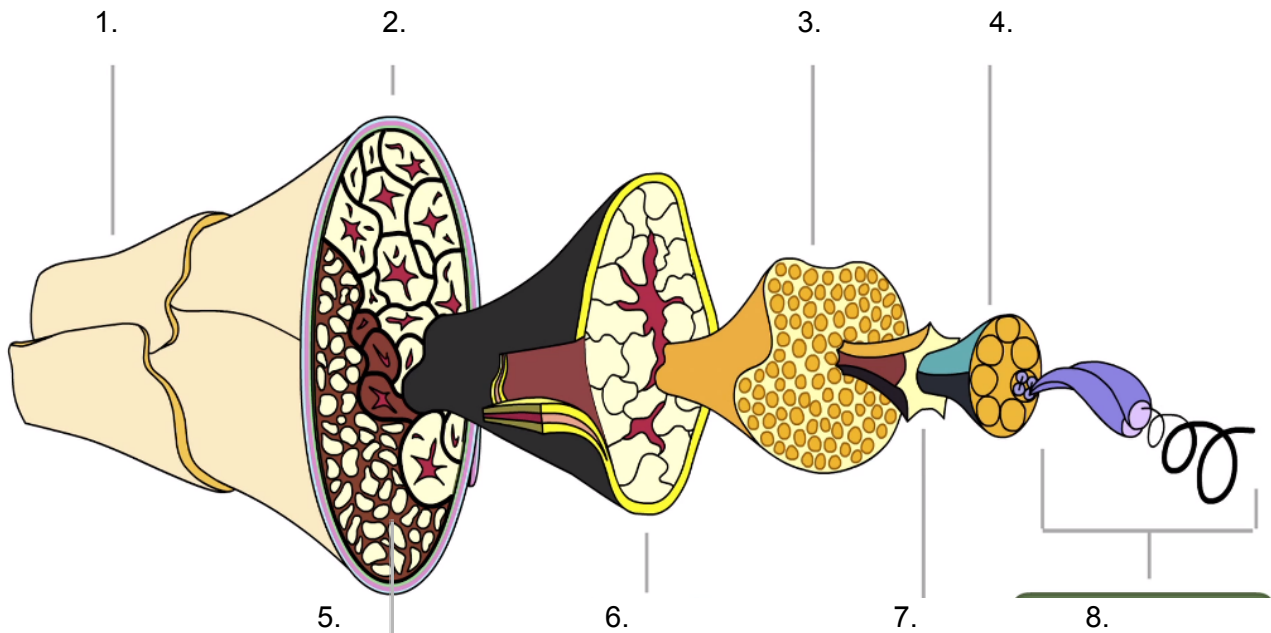


21. \_\_\_\_\_,  
lakki, jalka

## Piste 2A villan ja proteiinin rakenne

### Tehtävä 1

Nimeä alla olevaan villan rakenteen kaaviokuvaan osien nimet alla olevan tekstin perusteella.



### Villan rakenne

Villan rakenne on kerroksellista. Villan uloin kerros on **kutikula**, joka määrittelee väri- ja muiden molekyylien pääsyä villan sisälle. Kutikula myös hylkii vettä. Kutikulan sisäosaa sanotaan **korteksiksi**, joka muodostaa 90 % villan rakenteesta. Korteksi sisältää useanlaisia **korteksisoluja**, joista osa reagoi helpommin ja osa huonommin. Nämä solut ovat **solukalvokompleksin** ympäröimiä. Solukalvokompleksissa molekyylien välillä on heikkoja kemiallisia sidoksia ja tämä mahdollistaa väriainemolekyylien helpon sisäänpääsyn.

Korteksisolujen sisällä on pitkiä filamentteja, eli pitkiä ja ohuita proteiinisäikeitä. Näiden filamenttien nimi on **makrofibrilli**. Makrofibrillejä ympäröi rikkihappoisten proteiinien **matriisi**. Matriisin rikin vuoksi villa pystyy imemään itseensä vettä ja väriaineita. Makrofibrillit koostuvat pienemmistä filamenteista eli **mikrofibrilleistä**. Mikrofibrillit koostuvat **proteiiniketjuista**, jotka ovat kiertyneet toistensa ympärille spiraalimaisesti.

## Proteiinin rakenne

Villa koostuu proteiinista. Proteiinit vuorostaan muodostuvat **aminohappoketjuista**.

**Aminohappoja** on luonnossa 40 erilaista ja ne liittyvät toisiinsa niin sanotuilla **peptidisidoksilla**. Villan rakenteessa voi olla 20 erilaista aminohappoa. Näistä 20:stä aminohaposta kuuden rakenne on esitetty seuraavalla sivulla. Sivulla on esitetty myös esimerkki peptidisidoksesta.

## **Molekyylimallit**

Molekyylimallissa jokaista atomia kuvastaa värillinen pallo. Pallon väri viittaa aina tiettyyn alkuaineeseen. Sidokset atomien välillä muodostetaan tikuilla, jotka kiinnitetään palloihin. Lyhyemmät ja jäykät tikut ovat yksöissidoksia (eli sidoksia joissa on yksi viiva atomien välillä) ja pidemmät ja taipuisammat tikut ovat kaksoissidoksia varten (eli sidoksia joissa on kaksi viivaa atomien välillä).

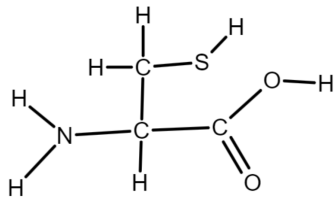
### Tehtävä 2

Täydennä alla oleva taulukko molekyylimallin pallojen väreistä, alkuaineiden kemiallisista merkeistä ja alkuaineiden nimistä.

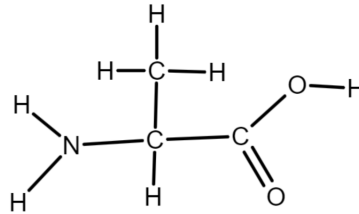
Pallon väri	Alkuaineen kemiallinen merkki	Alkuaineen nimi
Musta		
	H	
		Happi
Sininen	N	
		Rikki

### Tehtävä 3

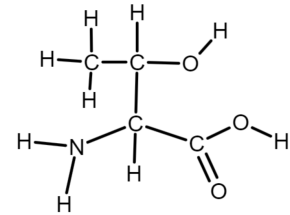
Valitse muutama villan rakenteessa oleva aminohappo, ja rakenna se molekyylimalleilla.

Villan aminohappoja

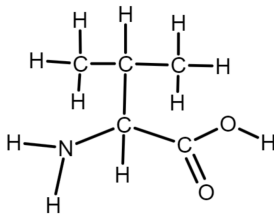
Kysteini



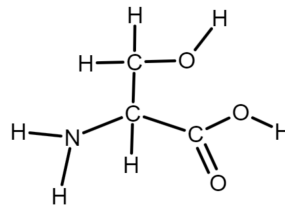
Alaniini



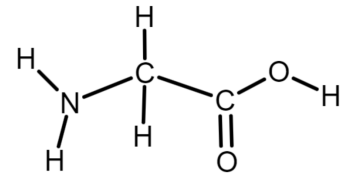
Treoniini



Valiini



Seriini



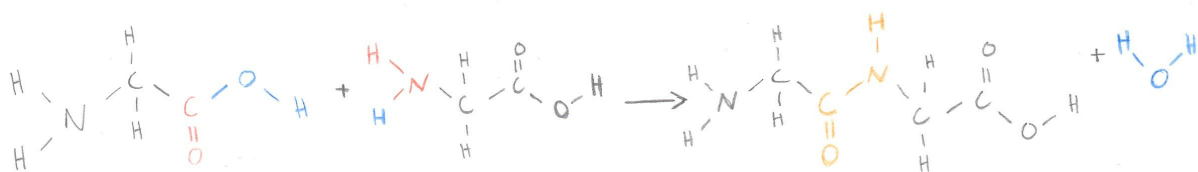
Glysiini

**Vapaavalintainen lisätehtävä**

Liitä kaksi rakentamaasi aminohappoa yhteen peptidisidoksella.

**Peptidisidos**

**Peptidisidoksessa** ensimmäisen aminohapon **hiiliatomi** on liittynyt toisen aminohapon **typpiin**. Jotta tämä sidos pystyy muodostumaan, ensimmäisen aminohapon **hiiliatomista**, jossa on **hapon kaksoissidos**, lähtee pois **happiatomi**, johon on kiinnittyneenä **vety**. Ja toisen aminohapon **typpiin** lähtee pois toinen **vetyatomi**. Irronneista happi- ja vetyatomeista muodostuu vesimolekyyli. Esimerkissä kaksi glysiinimolekyyliä liittyy yhteen **peptidisidoksella**.



## Piste 2B väriaineet ja niiden funktionaaliset ryhmät

Kasvit sisältävät monenlaisia väriä tuottavia molekyylejä. Näitä sanotaan väriainemolekyyleiksi. Jokaisessa kasvissa on useita erilaisia väriainemolekyylejä, jotka antavat niille sen ominaisen värin. Kaikkia kasveja ei voida käyttää värjäykseen, sillä niiden väriainemolekyylit ovat sellaisia, että ne eivät joko irtoa kasvista tai ne eivät kiinnity värjättävään tuotteeseen (esimerkiksi lanka tai kangas).

### Tehtävä 1

Toisella paperilla esitellään joitakin väriainemolekyylejä. Mitä alkuaineita näissä molekyyleissä esiintyy? Kirjoita alkuaineiden kemialliset merkit ja nimet.

---



---

Väriainemolekyyleissä pienet muutaman atomin muutokset saattavat aiheuttaa suuren muutoksen siitä saatavaan väriin.

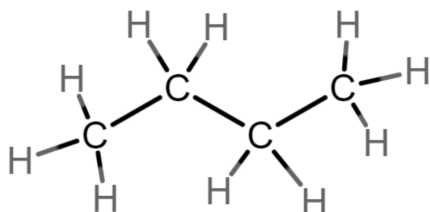
### Tehtävä 2

Etsi ja merkitse erot seuraavien molekyylien välillä.

- alitsariini ja emodiini
- kemferoli, luteoliini, kversetiini ja pelargonidiini

## Funktionaaliset ryhmät

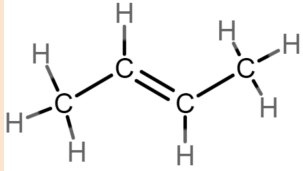
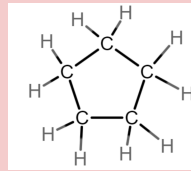
Monet luonnossa esiintyvät molekyylit (kuten väriainemolekyylit) koostuvat pääosin hiilestä ja vedystä. Tällaisia molekyylejä sanotaan **hiilivedyiksi**. Hiilivedyissä hiilet ovat liittyneet toisiinsa ketjuksi ja jokaisesta hiileen on sitoutunut vetyjä.



Tässä hiilivedyissä on neljä hiiltä sitoutunut ketjuun keskenään. Näihin hiiliin on sitoutunut vetyjä niin, että jokaisesta hiilestä lähtee 4 sidosta.

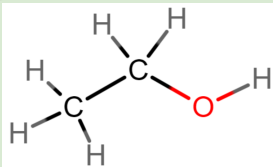
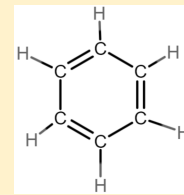
Seuraavaksi esitellään erilaisia muunnoksia hiilivetyihin. Näitä muunnoksia sanotaan **funktionaalisiksi ryhmiksi**, sillä ne muuttavat hiilivedyn käyttäytymistä. Käyttäytymisen muutoksen vuoksi niiden tunnistaminen ja nimeäminen on hyvin tärkeää kemiassa. Yhdessä hiilivedyissä voi olla useita funktionaalisia ryhmiä.

Hiilet voivat olla sitoutuneena myös renkaaksi. Tällöin sitä sanotaan **rengasrakenteiseksi** hiilivedyksi. Tässä hiilivedyssä on viisi hiiliatomiä sitoutunut yhdeksi renkaaksi. Lisäksi jokaisesta hiilestä on sitoutunut kaksi vetyatomiä. Tätä hiilivetyä sanotaan rengasrakenteiseksi.



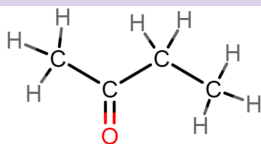
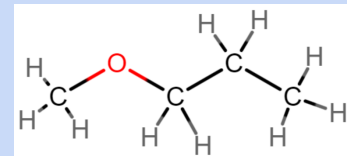
Hiilivedyssä hiilten välillä voi olla **kaksoissidos tai kolmoissidos**. Tällöin kyseisten hiilten välillä voidaan ajatella olevan kaksi tai kolme sidosta. Esimerkiksi tässä hiilivedyssä kahden hiilen välillä on kaksoissidos.

Mikäli kuusi hiiltä on sitoutunut rengasrakenteiseksi hiilivedyksi ja joka toinen sidos on kaksoissidos, tätä rakennetta sanotaan **bentseenirenkaaksi**. Tätä rakennetta esiintyy luonnossa usein, joten rakenne on saanut erikoisnimen.



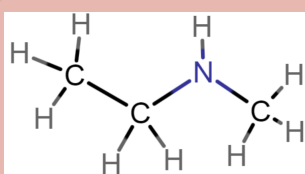
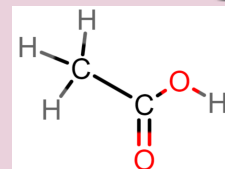
Hiiliketjuun voi olla sitoutunut vedyn lisäksi esimerkiksi happea. Jos hiileen on sitoutunut happiatomi ja happiatomiin on sitoutunut vetyatomi, hiilivedyssä on **hydroksiryhmä**. Tässä on esimerkiksi etanoli, jossa kahden hiilen ketjuun on sitoutunut hydroksiryhmä.

Happi voi olla sitoutunut myös kahden hiiliatomin välille. Tällöin sitä sanotaan **eetteriryhmäksi**. Tässä esimerkissä hapen vasemmalla puolella on yhden ja oikealla puolella kolmen hiilen hiiliketju.



Myös happi voi olla sitoutunut hiileen kaksoissidoksella. Tällöin tätä sanotaan **ketoryhmäksi**. Esimerkiksi tässä happi on sitoutunut neljän hiilen ketjussa toiseen hiiliatomiin.

Mikäli hiiliketjun päässä olevaan hiileen on sitoutunut sekä ketoryhmä että hydroksiryhmä, tätä yhdistelmää sanotaan **karboksyylihapporyhmäksi**. Tässä on esimerkiksi etikkahappo, jossa karboksyylihapporyhmä on sitoutunut kahden hiilen hiiliketjuun.

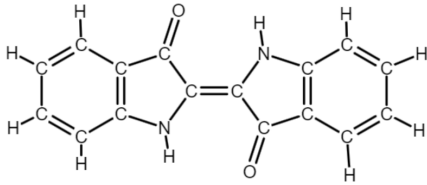


Hiiliketjussa voi olla vedyn ja hapen lisäksi typpeä. Mikäli typpi on sitoutunut hiileen missä tahansa paikassa hiiliketjua, sitä sanotaan **aminoryhmäksi**. Se voi olla sitoutunut hiiliketjun päähän hydroksiryhmän hapen tavoin tai hiiliketjun keskelle eetteriryhmän hapen tavoin.

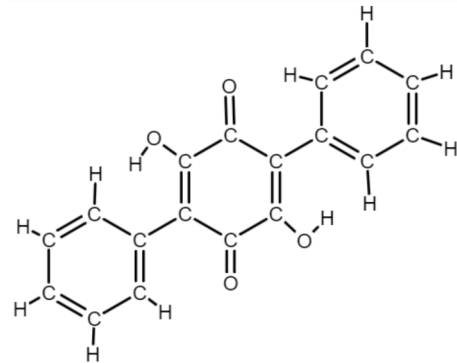


**Tehtävä 3**

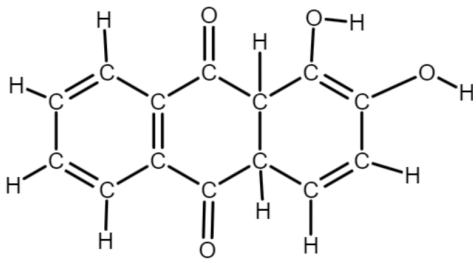
Valitse vähintään kaksi väriainemolekyyliä. Piirrä niiden rakennekaavat, ympyröi niistä niiden sisältämät funktionaaliset ryhmät ja nimeä kyseiset funktionaaliset ryhmät.

Väriainemolekyyliä

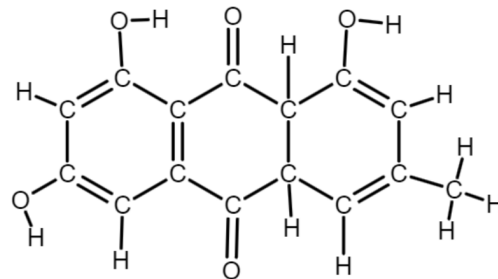
Indigotiini (morsinko, väritatar)



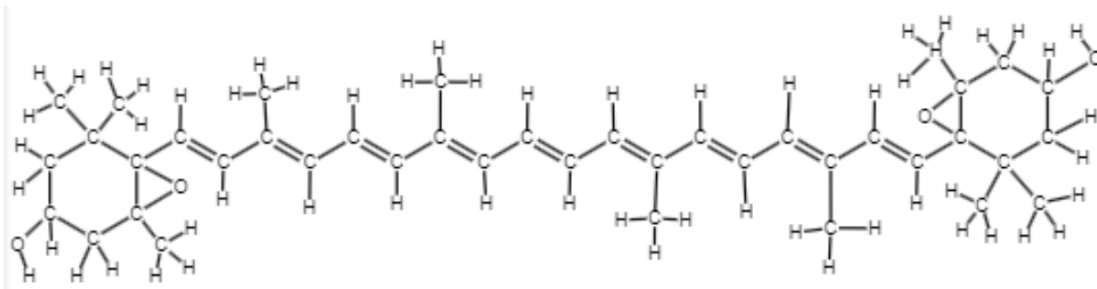
Polyporihappo (okrakääpä, samettijalka)



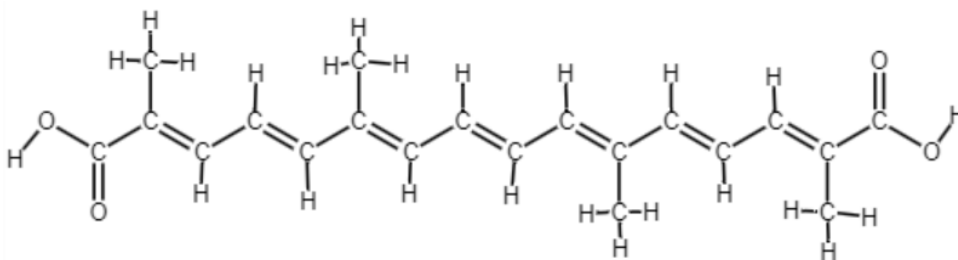
Alitsariini (matarat)



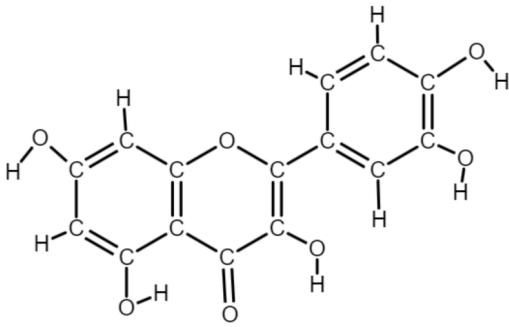
Emodiini (veriseitikit)



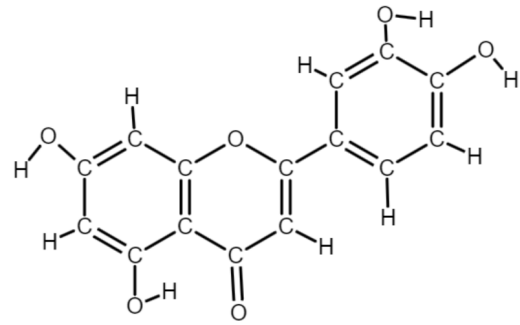
Violaksantiini (pietaryrtti, kehäkukka)



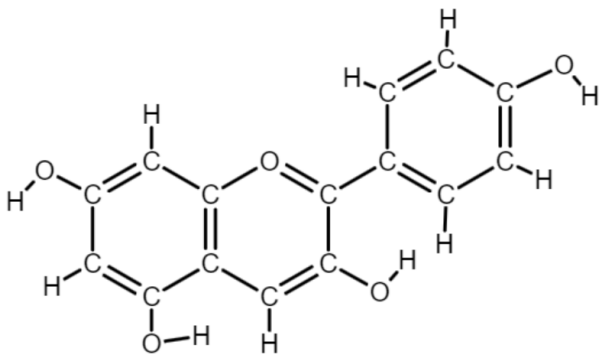
Kroketin (maustesahrami)



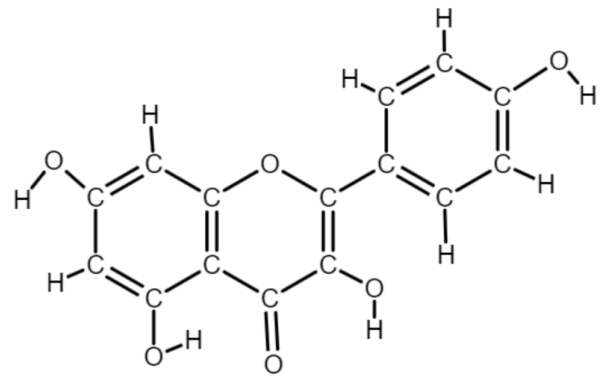
Kversetiini (lepät, ruskolevät)



Luteoliini (mm. pietaryrtti, puna-apila)



Pelargonidiini (sipuli)



Kemferoli (mm. kanerva, nokkonen)

# Langanvärjäys kemian ja käsityön integraationa

## opettajan ohje

### Sisällysluettelo

Aihe

Oppimistavoitteet ja opetussuunnitelma

Oppiaineet

Aikataulu

    Työ suoritetaan yhdellä kerralla

    Työ suoritetaan kahden kaksoistunnin aikana

    Työ suoritetaan kolmen kaksoistunnin aikana

Mahdollisia käytettäviä kasveja

Tarvittavat välineet

Teoriaosien kuvaukset

Ehdotuksia käsityöprojekteista

Työturvallisuus

Vinkkejä toteutukseen

Teoriapisteiden muuntelu

Teoriaosien vastaukset

Lähteitä



Riina Siivola

**Aihe:** Langanvärjäys. Työssä värjätään lankoja luonnonväreillä sekä opetellaan ilmiöön liittyviä kemian käsitteitä ja historiallista taustaa ja tunnistetaan värjäykseen käytettäviä kasveja. Oppimiskokonaisuus on suunniteltu yläkoulun valinnaisen käsityön tunneille 8-luokkalaisille, joilla on 7. luokan kemian opinnot käytynä.

**Oppimistavoitteet ja yhteys opetussuunnitelmaan:** (kä=käsityö, ke=kemia, h=historia, b=biologia)

- Langanvärjäyksen vaiheet (kä S3, S5, T3, T8; ke T8, T15, S3)
- Langanvärjäyksen historiaa (h S5)
- Villan ja proteiinin rakenne (ke T11, S2, S5)
- Funktionaalisten ryhmien tunnistus (ke T11, S5)
- Pureteaineiden käyttö ja toiminta (ke T3, S6)
- Kasvintunnistus (b T1)
- Ryhmätyöskentelytaidot (L6)
- Turvallinen työskentely (kä S6; ke T6, S1)

### Oppiaineet:

Käsityö - lankojen värjäys ja niiden jatkokäyttö

Kemia - tieteellinen selitys

Historia - kansanperinne

Biologia - kasvien kerääminen ja tunnistaminen

- Mikäli työ toteutettaisiin loppukeväästä tai alkusyksystä, voitaisiin biologian tunnilla käydä retkellä, jossa kerätään värjäyskasvit (esim. pietaryrtti, verihellettaseitikki, lupiini, järviruoko, koivu, näitä tarvitaan tuoreena n. 1 kg per 100 g lankaa)

Mukana voi olla myös kotitalous, jolloin värjäysmateriaali kerättäisiin sen tunneilla.

### Aikataulu:

*Työ suoritetaan yhdellä kerralla (n. 3 tuntia)*

1. Oppilaat jaetaan pareihin, kerrataan turvallisen työskentelyn säännöt.
2. Laitetaan kasvit keittymään veteen.
  - Jokainen kasvi omaan kattilaan, pienesti kiehuun noin tunnin ajan.
3. Vyyhdetään langat puretusta ja värjäystä varten.
  - Laitetaan vyyhteihin pasma- ja haltijalangat (kuva oppilaiden ohjeessa).
  - Laitetaan myös teipit haltijalankoihin, joihin kirjoitetaan omat nimet.
4. Laitetaan langat purettumaan alunaan.
  - Langat laitetaan lämpimään veteen, johon on lisätty kuumaan veteen sekoitettu aluna.
    - Alunaa käytetään 10 g per 100 g lankaa.
    - Lämpötila nostetaan 80 °C, jossa se pidetään vajaan tunnin.
  - Langat pujotetaan haltijalangoista keppiin kattilan yläpuolelle.
  - Lankoja sekoitetaan muutaman kerran puretuksen aikana.
5. Väriliemen keittyessä ja lankojen puretuessa käsitellään kasvintunnistus, historiallinen merkitys ja puretuksen kemiallinen tausta.
  - Ohjeet ovat alempana, teoriaosa 1.
6. Väriliemistä siivilöidään kasvinosat pois.

7. Otetaan langat pureduksesta ja laitetaan ne väriliemiin.
  - Lisätään tarvittaessa vettä, jotta langat peittyvät kunnolla.
  - Lämpötila 80 °C noin 45 min, tämän jälkeen laitetaan virta pois ja annetaan jäähtyä.
  - Langat haltijalangoista keppiin kiinni kuten pureduksessa.
  - Lankoja sekoitetaan muutaman kerran värjäyksen aikana.
8. Värjäyksen aikana käsitellään villan ja aminohappojen rakenne sekä tutustutaan väriaineisiin ja tunnistetaan niissä olevia funktionaalisia ryhmiä.
  - Ohjeet ovat alempana, teoriaosa 2.
9. Otetaan langat pois väriliemestä, pestään, huuhdellaan ja laitetaan ne kuivumaan.
  - Pesu tehdään neutraalilla pesuaineella.
  - Viimeiseen huuhteluveteen lisätään hieman etikkaa.
  - Pesuvedet ovat asteittain viileämmät aloittaen kuumasta ja viimeisen pesuveden ollessa kädenlämpöinen.
10. Purete- ja väriliemet voidaan hävittää viemäristä, siivilöity kasvijäte laitetaanbiojätteeseen.

*Työ suoritetaan kahden kaksoistunnin aikana (n. 2x90 min)*

Muuten sama kuin yllä, mutta

- Väriliemet jätetään siivilöimättöminä odottamaan seuraavaan kertaan kannen alla, tunnin alussa väriliemet siivilöidään ja lisätään tarvittaessa vettä.
- Lankojen pureduksen jälkeen langat huuhdellaan, puristellaan ja jätetään kuivumaan seuraavaan kertaan.
- Seuraavan kerran alussa langat laitetaan huoneenlämpöiseen väriliemeen, jonka jälkeen sen lämpötila nostetaan 80 °C ja jatketaan ylemmästä ohjeesta.

Mikäli vyyhteäminen on oppilaille vierasta, voidaan työ suorittaa kolmen kaksoistunnin aikana.

Tällöin aikataulu voisi olla seuraava:

- Ensimmäisellä kerralla tehtäisiin vaiheet 1, 3 ja 5.
- Toisella kerralla tehtäisiin vaiheet 2, 4 ja 8 ja puretettujen lankojen laittaminen kuivumaan.
- Kolmannella kerralla tehtäisiin vaiheet 6, 7, 9 ja 10 sekä mahdolliset tekemättömät teoriapisteet ja teoriapisteiden läpikäyminen.

### **Mahdollisia käytettäviä kasveja**

- Keltasipulinkuoret (20 g per 100 g lankaa) (keltainen)
- Punasipulinkuoret (20 g per 100 g lankaa) (vihreä)
- Käytetyt kahvinpurut (50 g per 100 g lankaa) (ruskea)
- Käytetyt teenlehdet (50 g per 100 g lankaa)
- Kuivatut sitrushedelmien kuoret (200-300 g per 100 g lankaa) (haalean keltainen)
- Porkkanan naatit (kuivattuna 100 g per 100 g lankaa, tuoreena n. 1 kg)

Sitrushedelmien ja sipulien kuoria voidaan liuottaa vedessä 1 vuorokausi ennen käyttöä.

### **Tarvittavat välineet**

- Isoja kattiloita (1 kpl jokaista kasvia kohden + vähintään 1 puretteelle)
- Lankaa, värjäämätöntä tai luonnonvalkoista  
(esim. <https://www.lankava.fi/fi/langat/valmistaja/lankava-naturelli-langat/> tai novita)
- Alunaa (10 g per 100 g lankaa, esim. <https://www.lankava.fi/fi/aluna/> tai apteekki)

- Lämpömittari, vaaka, sekoitusvälineitä, keppejä, siivilä, ämpäreitä, keittolevyjä
- Kalalankaa tms. puuvillalankaa pasma- ja haltijalankoihin
- Neutraalia pesuainetta, etikkaa
- Laboratoriotakit, kengät, suojalasit, kumihanskat
- Teoriaosaa varten oppilaiden materiaalit tulostettuina, yksi jokaiselle; rakennettavia molekyyylimalleja; kasvi- ja sienikirjoja

## Teoriaosat

Teoriaosat käydään pistetyöskentelynä. Oikeat vastaukset voivat olla joko oppilaiden saatavilla pisteellä tai ne käydään läpi yhdessä työskentelyn jälkeen. Ryhmästä riippuen oppilaat voivat vapaasti siirtyä pisteeltä toiselle tai opettaja voi määrittellä työskentelytahdin. Pisteiden materiaalit ovat oppilaiden materiaaleissa ja oikeat vastaukset tämän materiaalin lopussa. Työskentelyn jälkeen keskustellaan opituista asioista yhteisesti. Opettajalle löytyy lisätietoa kemian teoriasta Riina Siivolan pro gradu -työstä Langanvärjäys kemian ja käsityön integraationa yläkoulussa (Jyväskylän yliopisto, 2023).

### Teoriaosa 1

Piste 1A (historia): tekstinluku ja sen perusteella laitetaan annetut asiat aikajärjestykseen.

Piste 1B (poretus): teksti alunasta ja tehdään siihen liittyviä tehtäviä.

Piste 1C (biologia): tunnistetaan kasveja kasvi- ja sienikirjan avulla.

### Teoriaosa 2

Piste 2A (villan ja proteiinin rakenne): nimetään kuvaan tekstin perusteella villan rakenneosat ja rakennetaan molekyylimalleista aminohappoja.

Piste 2B (väriaineet): nimetään väriainemolekyyleistä löytyvät alkuaineet, etsitään ja nimetään eri funktionaaliset ryhmät väriainemolekyyleistä.

Lopuksi käsitellään yhteisesti värjäysprosessi, tämä voidaan tehdä esimerkiksi pisteen 1B puretussarjakuvan tai draaman avulla. Draamassa oppilaille jaetaan seuraavat roolit ja ikään kuin näytellään, mitä värjäysprosessissa tapahtuu.

- Villan proteiineja (oppilaat pitävät toisistaan käsillä kiinni)
- Alunan alumiini-ioneja (liittyvät villan ja väriaineen väliin)
- Kasveja
- Kasvien väriainemolekyylejä (irtoavat kasveista, liittyvät alunan avulla villan proteiineihin)
- Halutessa myös vesimolekyylejä, kattila yms.

### Ideita käsityön tunnille lankojen käyttöön:

- Jokainen ideoi ja toteuttaa oman virkkaus- tai neuletyön
- Tehdään yhdessä koululle neule- ja/tai virkkauspeitto, johon jokainen suunnittelee ja valmistaa paloja
- Tehdään pannulaput kotitalouden tunneille
- Tehdään kirjontatyö

### Työturvallisuus:

- Suoritetaan mieluiten ulkona tai hyvin ilmastoidussa tilassa kuten kemianluokassa.

- Jokaisella laboratoriotakki (suojaa roiskeilta), kengät (suojaa roiskuvulta vedeltä), kumihanskat (liemissä olevat langat kuumia) ja suojalasit.
- Aluna muodostaa puretelimestä laimean rikkihappoliemen, joten käsittelyssä oltava varovainen.
- Oltava varovainen käsiteltäessä kuumia lankoja ja vesiä sekä siivilöitäessä kasveja väriliemistä.

### Vinkkejä toteutukseen

- Vyyhteäminen kestää kauan, varsinkin jos oppilaat eivät ole ennen sitä tehneet.
  - Apuna kannattaa käyttää vyyhteämistelinettä tai tuolinjalkoja.
  - Langan voi ostaa valmiiksi vyyhdettynä.
  - Lankakerän voi jakaa pienempiin osiin (50 g).
- Huuhtelussa ja kuumien lankojen käsittelyssä on opettajan oltava apuna.
  - Tukevat kumihanskat ja kengät (esim crocksit) auttavat.
- Mikäli mahdollista, kuivauskaappia kannattaa hyödyntää lankojen kuivauksessa.
- Päädetessä lankojen värejä oppilaiden kanssa, jokaiselle väriliemelle kannattaa laittaa suurin määrä lankoja, joita sinne voi laittaa, jotta kaikkiin lankoihin riittää väriainetta.
  - Jokaisesta väristä kannattaa olla myös värjätty esimerkki.
- Oppimiskokonaisuutta pitäessä tunnilla pitää olla vähintään kaksi opettajaa tai opettaja avustajan kanssa, sillä kokonaisuutta on hankala pitää yksin.
  - Jokaisella mukana olevalla opettajalla ja avustajalla on oltava selkeä kuva työn kulusta, käytetyistä materiaaleista, menetelmistä ja vastuualuistaan.
- Oppimiskokonaisuus voidaan tehdä joko kemian tai käsityön tunneilla, luonnontieteen valinnaisella kurssilla tai monialaisen oppimisen teemapäivässä.
  - Mikäli kokonaisuus tehdään sekä kemian että käsityön tunneilla, oppilaat kannattaa olla 7.-luokkalaisia, jolloin sama ryhmä pääsee tekemään värjäyksen ja kemian sisällöt.
  - Mikäli työtä ei tehdä käsityön tunnilla, langat voidaan antaa käsityön oppilaiden käyttöön, mikäli niillä ei ole muuta käyttökohdetta.

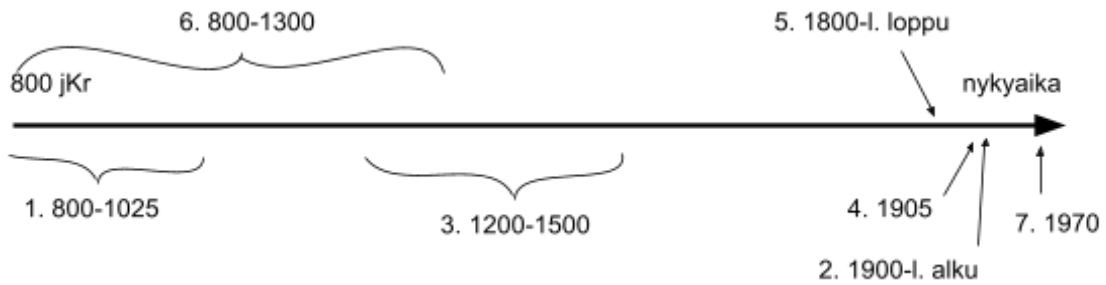
### Teoriapisteiden muutosehdotuksia eri-ikäisille oppilaille ja eriyttämiseen

- *Historia*: mukana kannattaa olla joko kuvina tai esineinä värjättyjä tekstiileitä sekä historiasta että nykypäivästä; lukuosuuden pituutta voidaan muuttaa, teksti on osoitteesta [https://wiki.aineetonkulttuuriperinto.fi/wiki/Luonnonv%C3%A4riaineilla\\_v%C3%A4rj%C3%A4minen](https://wiki.aineetonkulttuuriperinto.fi/wiki/Luonnonv%C3%A4riaineilla_v%C3%A4rj%C3%A4minen); tehtävän aikajanelle voidaan valmiiksi sijoittaa oikeat vuosiluvut.
- *Puretus*: sarjakuva voidaan muuttaa vapaaehtoiseksi lisätehtäväksi; voidaan lisätä muiden metallisuolojen alkuaineiden, rakenteiden tai kaavojen tekemistä; voidaan tutkia puretusaineiden varoitusmerkkejä tai käyttöturvallisuustiedotteita.
- *Kasvintunnistus*: nopeille voidaan lisätä kasvien kasvualueiden tai uhanalaisuuden etsiminen.
- *Villa ja proteiini*: pisteellä kannattaa olla joko villan rakenne tai aminohappojen rakentaminen, tällöin voidaan lisätä helppoja alkuaineen tunnistustehtäviä tai aminohapoista proteiinien sekundääri- ja tertiäärirakenteet.
- *Väriaineet*: mikäli funktionaalisia ryhmiä ei ole yhtään opeteltu, ne kannattaa jättää pois, muuten kannattaa tunnistaa vain aikaisemmin opeteltuja funktionaalisia ryhmiä.

- *Muita teoriapisteitä:* happamuuden piste, jossa käsiteltäisiin happamuuden vaikutusta värjäykseen ja pH-asteikkoa; sähkömagneettisen säteilyn ja värinmuodostuksen tai värinnäkemisen piste; indigon kulkureittejä Intiasta Eurooppaan käsittelevä piste; kasvisolun rakenne -piste, jossa käytäisiin missä osassa kasvisolua väriainetta on ja kasvisolun rakennetta yleisesti; erotusmenetelmien piste, erityisesti käsiteltäisiin uuttamista.

### Vastaukset teoriaosan kysymyksiin

Piste 1A aikajana



#### Värien valmistus

- Värjätään ensin mataralla, jonka jälkeen morsingolla.
  - Värjätään ensin koivulla, jonka jälkeen morsingolla.
- Molemmissa voidaan kasvien järjestys vaihtaa.

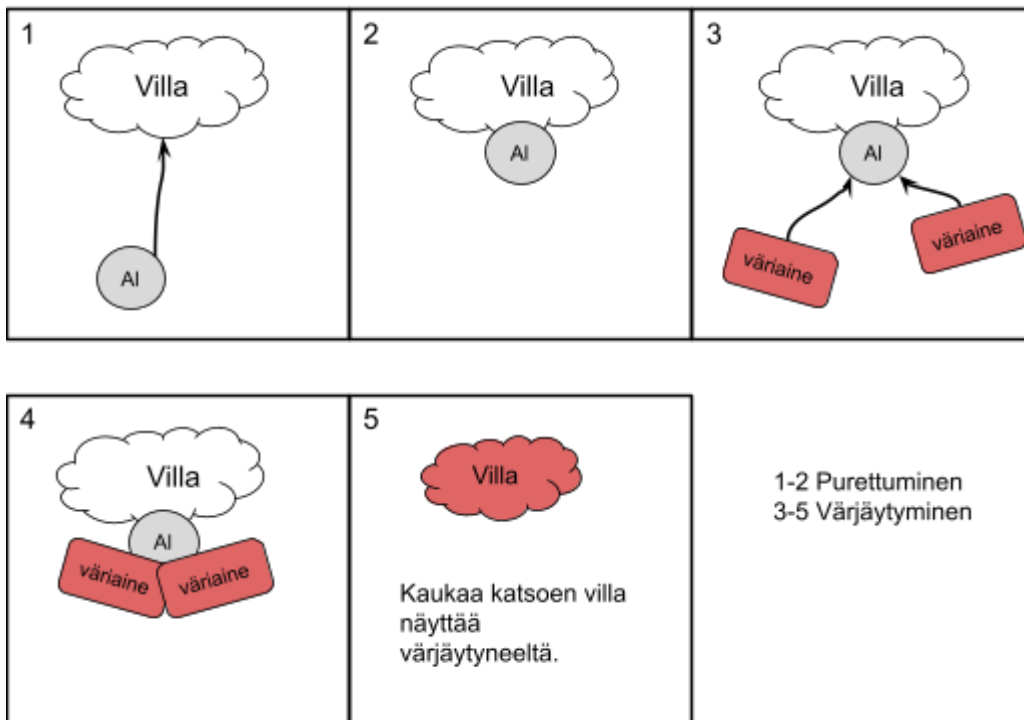
#### Piste 1B alunan alkuaineet

Happi O, rikki S, alumiini Al, kalium K

#### Alunan ja langan määrä

- $10\% = 0,1$   $400g \times 0,1 = 40g$ , alunaa tarvitaan 40 g
- $X = \text{langan määrä}$   $X \times 0,1 = 75g \Leftrightarrow X = 75g/0,1 = 750g$ , lankaa voidaan värjätä 750 g

#### Sarjakuva alunan toiminnasta





**Muut puretteet**

Alunaa käytetään eniten, sillä muut pureteaineet ovat yleensä suuremmassa mittakaavassa vaarallisia, heikentävät lankaa, muuttavat värjäystulosta tai ovat pitkäaikaisia valmistaa. Aluna taas on suhteellisen turvallinen, eikä muuta värjäystulosta.

**Piste 1C kasvintunnistus**

- |                          |                |                    |                |                 |
|--------------------------|----------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1. Auringonkukka         | 2. Avokado     | 3. Lupiini         | 4. Herkkutatti | 5. Järviruoko   |
| 6. Kahvi                 | 7. Kanerva     | 8. Leppä           | 9. Keltasipuli | 10. Koivu       |
| 11. Korpipaatsama        | 12. Paju       | 13. (Väri)morsinko | 14. Nokkonen   | 15. Pietaryrtti |
| 16. Porkkana             | 17. Punasipuli | 18. Samettijalka   | 19. Raparperi  | 20. Vaahtera    |
| 21. Verihellettaseitikki |                |                    |                |                 |

**Piste 2A Villan rakenne**

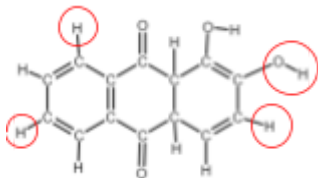
- |                 |             |                    |                   |                       |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| 1. Kutikula     | 2. Korteksi | 3. Makrofibrilli   | 4. Mikro fibrilli | 5. Solukalvokompleksi |
| 6. Korteksisolu | 7. Matriisi | 8. Proteiini ketju |                   |                       |

**Molekyylimallin alkuaineet ja värit**

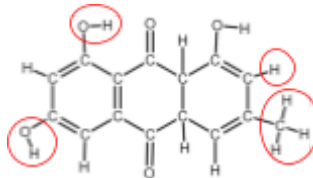
Pallon väri	Alkuaineen kemiallinen merkki	Alkuaineen nimi
Musta	C	Hiili
Valkoinen	H	Vety
Punainen	O	Happi
Sininen	N	Typpi
Keltainen/Vihreä	S	Rikki

**Piste 2B Väriainemolekyylien alkuaineet**

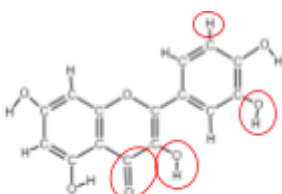
Hiili C, vety H, typpi N, happi O

**Väriainemolekyylien erot****a. Alitsariini ja emodiini**

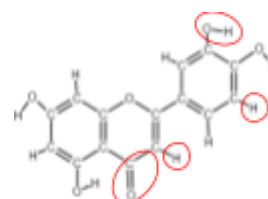
alitsariini



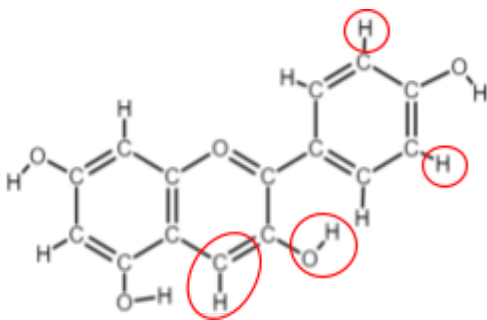
emodiini

**b. kemferoli, luteoliini, kversetiini ja pelargonidiini**

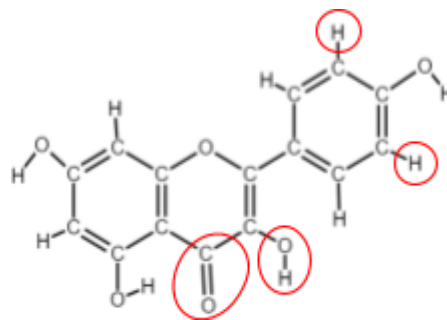
kversetiini



luteoliini



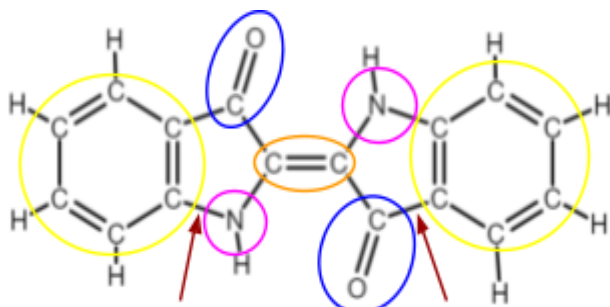
pelargonidiini



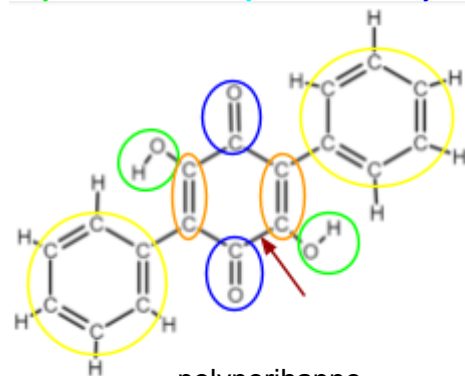
kemferoli

*Väriainemolekyylien funktionaaliset ryhmät*

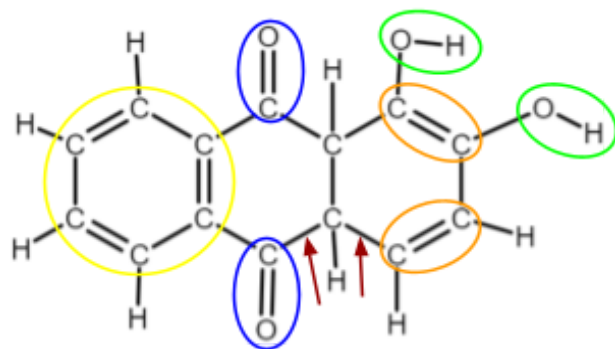
rengasrakenne, kaksoissidos, bentseenirengas, hydroksiryhmä, eetteriryhmä, ketoryhmä, karboksyylihapporyhmä, aminoryhmä



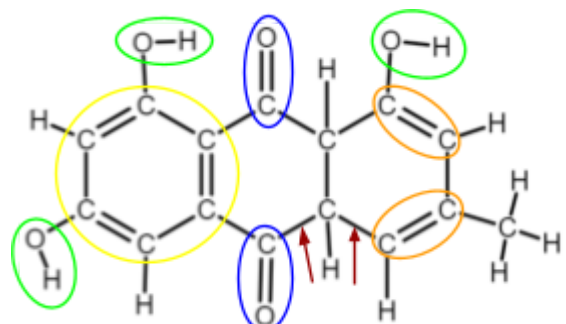
indigotiini



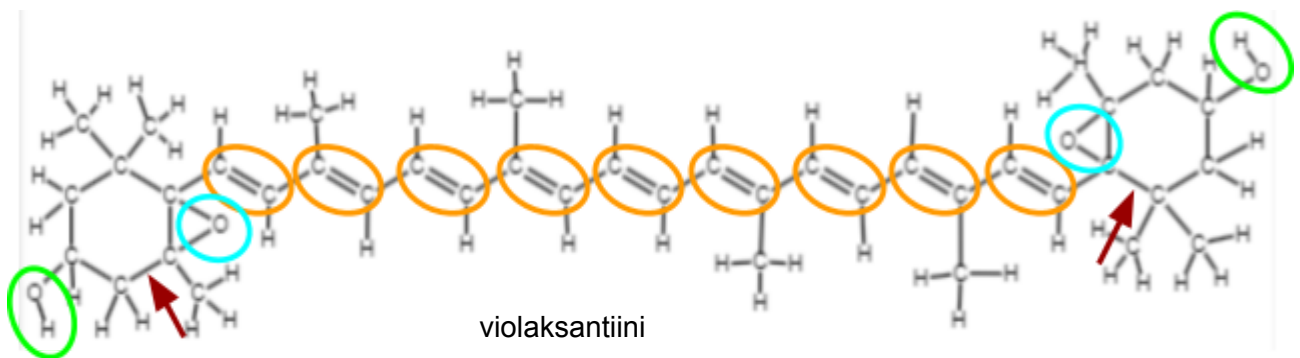
polyporihappo



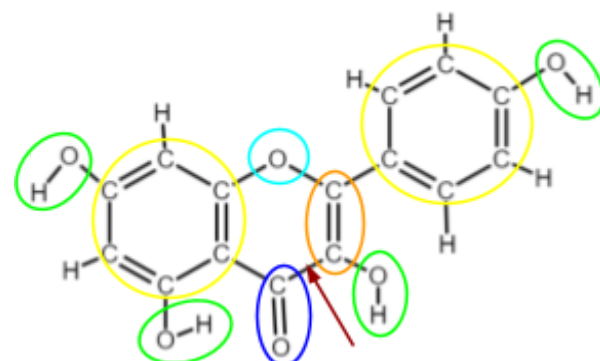
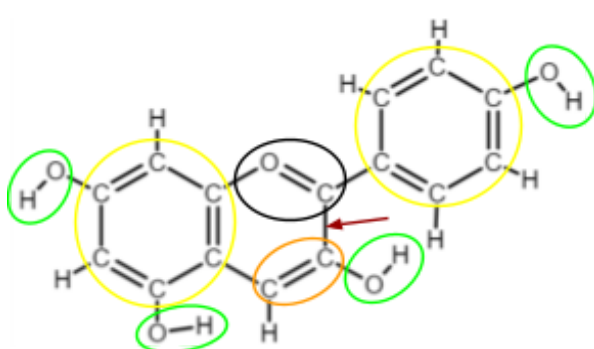
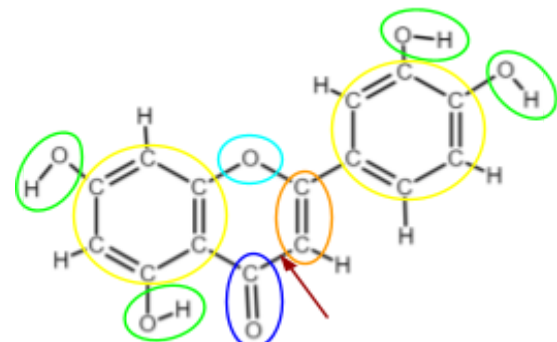
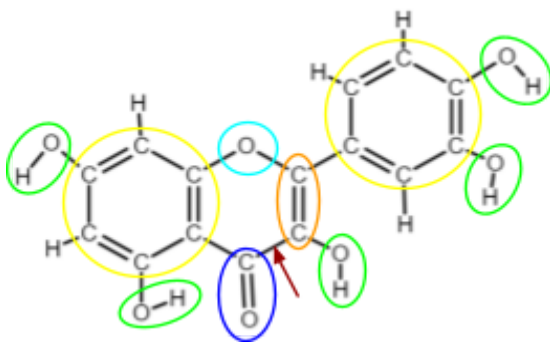
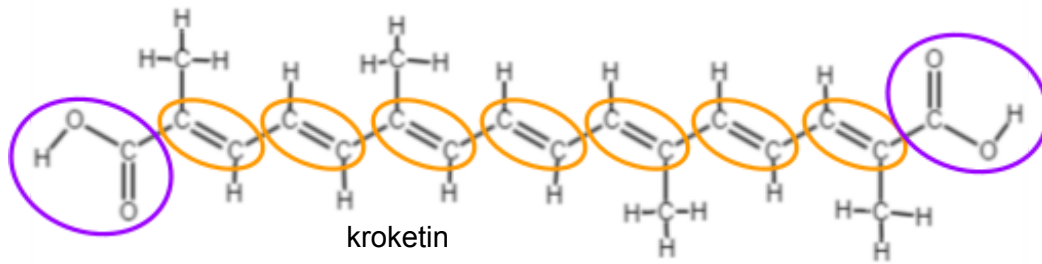
alitsariini



emodiini



violaksantiini



### Lähteitä ja ohjeita värjäykseen:

<https://peda.net/orivesi/perusopetus/yhteiskoulu/oppiaineet/kemia/anne-valjakka/8aksjh/kasviv%C3%A4rj%C3%A4ys>, opettajan ohjeita pienimuotoiseen värjäykseen

<https://www.taito.fi/kasityoohjeet-ja-jutut/varjays/varjaysmateriaaleja-bioroskiksesta/>, Taito-lehden ohjeet biomateriaalilla värjämisestä ja kuvat pasma- ja haltijalankojen laitosta

<https://kasityokekkerit.fi/2020/04/kasvivarjaysen-perusohje/>, kasvivärjäyksen ohje

## Oppituntien aikataulu

Oppitunnit 100 min, ei välituntia välissä

### Viikko 1

- |        |  |
|--------|--|
| 10 min | Alkuhöpinät <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alustus</li> <li>- Parien jako</li> <li>- Tehtävänjako</li> </ul>   |
| 25 min | Väriliemet ja langat <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puolet oppilaista tekee väriliemet (1 pari väriä kohden)</li> <li>- Toinen puolisko vyyhteää langat, kiinnittää haltija- ja elämänlangat ja laittaa langat purettumaan (4 lankakerää paria kohden)</li> <li>- Mikäli väriliemet valmiina ennen lankojen vyyhteämistä, he auttavat puretusliemen ja vyyhteämisen kanssa</li> </ul>  |
| 45 min | Teoriapisteet (3 kpl) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ryhmät: kaksi 3 parin ja yksi 2 parin ryhmää, kehoitetaan keskustelemaan asioista</li> <li>- Jokaiselle pisteelle vajaa 15 min aikaa, vaihdot opettajan mukaan</li> <li>- Vaihtojen yhteydessä käydään sekoittamassa lankoja ja varmistamassa oikea lämpötila</li> <li>- Viimeisen vaihdon yhteydessä laitetaan lämmöt pois lankakattiloista</li> <li>- Vastaukset pisteillä valmiina, paitsi puretuksen sarjakuvaan</li> </ul> |
| 10 min | Puretuksen sarjakuva <ul style="list-style-type: none"> <li>- Käydään yhdessä läpi alunan toiminta</li> <li>- Tarvittaessa myös muita tehtäviä</li> </ul>  |
| 10 min | Väriliemet ja langat kuntoon ensi viikkoon <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laitetaan väriliemistä lämmöt pois ja jätetään seuraavaan viikkoon</li> <li>- Otetaan langat puretusliemestä, puristellaan ylimääräiset vedet ja laitetaan kuivumaan seuraavaan kertaan (jokainen hoitaa omansa)</li> </ul>  |

Viikko 2

- 5 min Alkuhöpinät
- Käydään päivän aikataulu
  - Valitaan väri
- 5 min Langat väriliemiin
- Laitetaan lankoihin teipit, joissa omat nimet
  - Laitetaan langat väriliemiin ja aloitetaan väriliemien lämmittäminen
  - Väriliemet on etukäteen siivilöity
- 45 min Teoriaosat (3 kpl)
- Samat ryhmät kuin viimeksi
  - Yhdellä pisteellä tehdään edellisellä kerralla tekemättä jäänyt piste
  - Viimeisen vaihdon yhteydessä sammutetaan lankojen lämmitys
- 45 min Vastaukset, lankojen pesu ja kysely
- Jaetaan porukka kahtia värien mukaan
  - Toinen osa pesee langat
  - Toisen kanssa käydään teoriaosien vastaukset, langanvärjäyksen teoria ja vastataan kyselyyn
  - Vaihdetaan osia