

Tahiti Kotajoki

KEHITTÄMISTUTKIMUS: HIILIVETYJEN KEMIA -AIHEISEN PROJEKTITYÖN SUUNNITTELU YLÄKOULUUN

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatintyö
Maaliskuu 2020

TIIVISTELMÄ

Tahiti Kotajoki: KEHITTÄMISTUTKIMUS: HIILIVETYJEN KEMIA -AIHEISEN
PROJEKTITYÖN SUUNNITTELU YLÄKOULUUN

Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Teknis-luonnontieteellinen
Maaliskuu 2020

Kemiallisen tiedon hallinta koostuu kolmesta eri tasosta: makrotasosta, mikrotasosta ja symbolisesta tasosta. Makrotasolla tarkoitetaan aistein havaittavaa kemiaa: mitä voidaan nähdä, haistaa ja koskettaa. Mikrotaso käsittää molekyylitason rakenteet ja käyttäytymisen ja symbolinen taso symbolit, kaavat, yhtälöt, kuvaajat sekä niiden matemaattisen käsittelyn. Jotta kemiaa voi kunnolla ymmärtää, on sitä ymmärrettävä kaikilla kolmella tasolla. Kemian oppiminen koetaan usein vaikeaksi ja vaikka kokeellinen työskentely on useimpien mielestä mukavaa, ei moni ymmärrä, mitä työssä oikeastaan ollaan tekemässä.

Projektioppimisessa keskitytään oppimiseen erilaisissa projekteissa, jotka sisältävät opetettavaan aiheeseen liittyvän kysymyksen tai ongelman. Projektityö koostuu kahdesta olennaisesta osasta: projektityön aloittavasta kysymyksestä tai ongelmasta ja työskentelyn tuloksena syntyvästä lopputuotoksesta, joka vastaa kysymykseen tai ongelmaan.

Tämän työn tarkoituksena on kehittämistutkimuksena selvittää, miten projektityöskentelyllä voidaan tukea kemian oppimista kaikilla kolmella eri tasolla ja mitä asioita tulisi huomioida projektityötä suunnitellessa. Lisäksi suunnitellaan yläkoululaisille hiilivetyjen kemiaan liittyvä projektityö, jota pyritään kehittämään testaamisen ja työstä saadun palautteen avulla.

Ongelma-analyysin perusteella kemian oppimista voidaan tukea kaikilla kolmella tasolla siten, ettei kaikkia tasoja esitellä oppilaille täysin samanaikaisesti, sillä tämä kuormittaa helposti työmuistia ja johtaa tiedon vääristymiseen. Projektityöskentelyllä oppimista voidaan tukea suunnitteleamalla sellainen projektityö, että se opettajan tuella kasvattaa ja ylläpitää oppilaiden motivaatiota. Projektityöskentelyssä opitaan oppiainesisältöjen lisäksi myös vuorovaikutustaitoja.

Projektityön suunnittelussa tulee huomioida erityisesti aikataulutus, oppilaiden osaamistaso ja ohjeistuksen sisältö. Ohjeistuksen tulisi sisältää sekä opettajalle että oppilaalle tarkoitettu ohjeistus. Oppilaan ohjeistuksen tulisi olla selkeä, muttei liian tarkka, jotta oppilaille jää tunne siitä, että he voivat vaikuttaa itse omaan työskentelyynsä. Opettajan ohjeen puolestaan tulee sisältää tarkempi ohjeistus työstä, valmiit vastaukset tai ratkaisut työn kysymyksiin sekä tietoa siitä, miten projektityö liittyy opetussuunnitelman perusteisiin.

Kehittämistutkimuksen tuotoksena suunniteltiin projektityö, jossa käsitellään kattavasti hiilivetyjen kemia yläkoulukontekstissa. Tässä projektityössä toiminnan aloittavana kysymyksenä on, mitä hiilivedyt ovat. Projektityöskentelyn tuotoksina syntyy oppilaiden valmistama posterit sekä heidän suunnittelemansa oma mikrotason malli valitsemastaan hiilivedystä.

Avainsanat: kehittämistutkimus, projektioppiminen, kemian kolme tasoa, hiilivetyjen kemia, yläkoulun kemia, opetus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Haluan kiittää työtä varten haastattelemiani henkilöitä, Susanna Petäjistä, Laura Sal-kosta ja Elina Viroa hyvistä ajatuksista ja tietojensa jakamisesta.

Lisäksi haluan kiittää projektityön testaajia ja muita palautetta antaneita henkilöitä. Eri-tyisesti haluan kiittää Tampereen normaalikoulun opettajaa Tuula Oksmania palautteen lisäksi oppikirjojen lainaamisesta, kannustamisesta ja tuesta.

Lopuksi haluan vielä kiittää ohjaajaani Riikka Lahtista kärsivällisyydestä, kannustami-sesta ja hyvistä neuvoista.

Tampereella, 26.3.2020

Tahiti Kotajoki

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 2. KEHITTÄMISTUTKIMUS | 2 |
| 3. ONGELMA-ANALYYSI | 4 |
| 3.1 Teoreettinen ongelma-analyysi | 4 |
| 3.1.1 Kemian oppimisen kolme tasoa | 4 |
| 3.1.2 Projektioppiminen | 6 |
| 3.1.3 Yläkoulun opetussuunnitelman perusteet..... | 8 |
| 3.2 Empiirinen ongelma-analyysi | 8 |
| 3.2.1 Projektityön suunnittelussa huomioonotettavat asiat | 9 |
| 3.2.2 Projektityöskentelyn etuja ja haasteita | 10 |
| 3.2.2 Yläkoulun kemian oppikirjan analysointi | 11 |
| 4. KEHITTÄMISTUOTOS..... | 14 |
| 4.1 Projektityön suunnittelu | 14 |
| 4.2 Projektityön ensimmäinen versio..... | 15 |
| 4.3 Projektityön testaus ja kehitys | 17 |
| 5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 19 |
| LÄHTEET | 21 |
| LIITE A: PROJEKTITYÖN OPETTAJAN OHJE..... | 23 |
| LIITE B: PROJEKTITYÖN OPPILAAN OHJE..... | 34 |

1. JOHDANTO

Yläkoulussa oppilaan tulisi opetussuunnitelman perusteiden mukaan olla aktiivisessa roolissa kehittämässä omaa osaamistaan. Häntä tulisi kannustaa tavoitteellisuuteen ja ongelmien ratkaisuun sekä ryhmän jäsenenä että itsenäisesti. [1] Projektityön määrittelyn mukaan sillä on jokin tietty päämäärä ja se on rajattu ajallisesti, kustannuksellisesti ja aihealueellisesti [2]. Tämän perusteella voidaan sanoa, että projektityöskentely tarjoaa oivan mahdollisuuden saada oppilas tekemään tavoitteellisesti töitä oman oppimisensa eteen, mikä vastaa myös opetussuunnitelman perusteiden käsitystä oppilaan roolista.

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on kehittämistutkimuksena suunnitella kemia-aiheinen projektityö yläkoululaisille. Projektityön olisi tarkoitus saada oppilaat innostumaan kemian opiskelusta ja opettaa ryhmässä työskentelyn taitoja. Kemia-aiheisia projektitöitä on suunniteltu aikaisemminkin ja valmiita ohjeistuksia löytyy muun muassa Helsingin yliopiston Tiedekasvatus-sivuilta [3]. Sopivia aiheita yläkoulun kemian projektitöille on useita, mutta tätä työtä varten aiheeksi on valittu hiilivetyjen kemia. Hiilivedyt ovat kohdallaisen laaja aihealue yläkoulun kemiassa, ja niitä opiskellessa tulee tutuksi myös kemiallisten aineiden mallintaminen eri tavoin, kuten esimerkiksi molekyyli- ja rakennekaavoilla.

Kemia ja sen opiskelu koetaan usein haastavaksi ja vaikeaksi. Monet pitävät kemian kokeellisesta työskentelystä, vaikeivat ymmärtäisi, mitä tarkalleen ovat tekemässä. [4] Tässä työssä yritetäänkin selvittää, miten opiskelua voidaan tukea projektimuotoisen työskentelyn avulla siten, että kemiallista tietoa opitaan kaikilla kolmella tasolla, eli makrotasolla, mikrotasolla ja symbolisella tasolla.

Seuraavassa luvussa kerrotaan tarkemmin kehittämistutkimuksesta menetelmänä ja listataan tarkemmin tutkimuskysymykset, joihin tässä työssä haetaan vastauksia. Tämän jälkeen luvussa kolme syvennyttään työn ongelma-analyysiin teoreettisesta ja empiirisestä näkökulmasta. Luvussa neljä puolestaan keskityttään kehittämistutkimuksen tuotoksen, eli yläkoulun hiilivetyjen kemiaan keskittyvän projektityön suunnittelu- ja kehitysprosessiin. Tämän jälkeen viides eli viimeinen luku sisältää koko työn yhteenvedon ja johtopäätöksiä työstä.

2. KEHITTÄMISTUTKIMUS

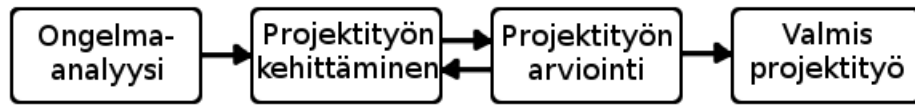
Kehittämistutkimuksen (engl. design based research tai design research) tarkoituksena on kehittää ratkaisu kasvatustieteelliseen ongelmaan ja kehittää tuntemustamme kyseisten ratkaisujen ominaisuuksista sekä kehittää ja suunnitella niitä eteenpäin. Prosessina kehittämistutkimus on syklinen, kuten yleensä kaikki kasvatustieteelliset tutkimusmenetelmät. Tutkimuksen aikana analysoidaan, suunnitellaan, testataan, arvioidaan ja uudistetaan, kunnes lopputulokseen ollaan tyytyväisiä. [5] Kehittämistutkimus on verrattain uusi menetelmä [6,7], mutta se soveltuu luontevasti opetuslalle, sillä sen ongelmat ovat usein moniulotteisia ja haastavia [5]. Ensimmäiset kehittämistutkimukselliset artikkelit on julkaistu 1990-luvun alkupuolella, mutta vasta 2000-luvun puolella menetelmää on alettu käyttää yleisemmin [8].

Kehittämistutkimus lähtee liikkeelle ongelma-analyysistä, joka on teoreettinen, empiirinen tai sisältää molempia. Teoreettisella ongelma-analyysillä tarkoitetaan aikaisempaan kirjallisuuteen ja teorioihin tutustumista, ja empiirinen ongelma-analyysi käsittää esimerkiksi haastatteluita ja oppikirjojen sisällön analysointia. [6,7] Ongelma-analyysi antaa reunaehdot tutkimustyön tuloksen prototyypille, jota testataan, arvioidaan ja kehitetään edelleen. Ensimmäisiä prototyyppisiä voidaan arvioida testaamisen sijaan aiheen asiantuntijoiden avulla. Kehittämistyön lopuksi tulisi arvioida, kuinka tehokkaasti tulos vastaa alussa määritettyihin ongelmiin. [5]

Yleisesti tutkimusten luotettavuutta tarkastellaan sen objektiivisuuden eli puolueettomuuden, validiteetin eli pätevyyden ja reliabiliteetin eli pysyvyyden avulla [9]. Validiteetti ja reliabiliteetti ovat kuitenkin määrällisen tutkimuksen mittareita, eli ne eivät suoranaisesti sovi luonteeltaan laadullisen kehittämistutkimuksen tarkasteluun. Lisäksi aineiston objektiivinen tarkastelu saattaa olla haastavaa, sillä kehittämistutkimuksessa sitä on usein paljon eikä tutkimukselle ole olemassa yhteneväisiä käytäntöjä. Luotettavuutta tarkastellessa tulisikin huomioida kehittämistutkimuksen avoimuus ja tutkimuksen dokumentoinnin tarkkuus. [8] Lisäksi luotettavuutta voidaan parantaa esimerkiksi hyödyntämällä erilaisia aineistoja kuten kirjallisuutta, haastatteluja ja havainnointia [9].

Kehittämistutkimuksen sisällä voidaan hyödyntää muita tutkimusmenetelmiä, kuten sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysillä tarkoitetaan tekstimuotoisten tai tekstimuotoon saatettujen lähteiden analysointia sanallisesti kuvailemalla. Analyysi voi olla määrällistä, laadullista tai molempia. [10] Tässä työssä laadullista sisällönanalyysiä hyödynnetään kemian oppikirjojen analysoinnissa.

Tämä työ sisältää sekä teoreettista että empiiristä ongelma-analyysiä, joiden pohjalta luodaan kemian projektityö yläkoululaisille. Kaavio tämän kehittämistutkimuksen etenemisestä on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kehittämistutkimuksen eteneminen

Tutkimus toteutetaan kandidaatintyönä, joten projektityön arviointi tapahtuu yläkouluryhmän kanssa testaamisen sijaan aikuisryhmän kanssa testaamisen ja projektityöstä saadun palautteen avulla.

3. ONGELMA-ANALYYSI

Tässä luvussa ongelma-analyysejä avulla tutkitaan, millaisiin asioihin kehittämisprosessin aikana tehtävien valintojen tulisi perustua. Kuten aiemmin on mainittu, ongelma-analyysi jakaantuu tässä työssä kahteen osaan, teoreettiseen ja empiiriseen ongelma-analyysiin. Tässä työssä haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten projektityöskentelyllä voidaan tukea kemian oppimista kaikilla kolmella eri tasolla?
2. Mikä on tärkeää kemian projektityön suunnittelussa?
3. Minkälainen projektityö voidaan suunnitella hiilivetyjen kemiaan siten, että sen avulla voidaan oppia yläkoulussa hiilivetyjen aihealue kattavasti?

Näitä kysymyksiä lähestytään ensin teoreettisen ja sitten empiirisen ongelma-analyysin kautta. Lisäksi vastauksia haetaan suunnitellusta projektityöstä pyydettävän palautteen avulla luvussa 4.

3.1 Teoreettinen ongelma-analyysi

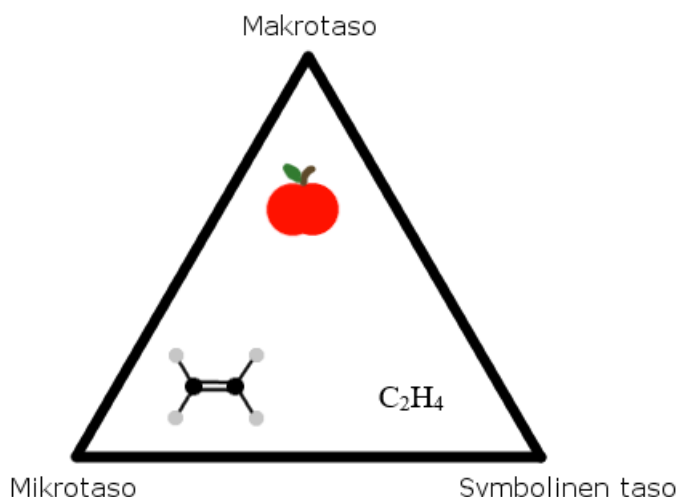
Teoreettinen ongelma-analyysi käsittää aikaisempaan kirjallisuuteen tutustumista. Tämän työn kannalta on koettu olennaiseksi tutustua kemian oppimisen kolmeen tasoon, yhteistoiminnalliseen oppimiseen, projektioppimiseen ja peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin.

3.1.1 Kemiällisen tiedon kolme tasoa

Kemian tiedon ajatellaan koostuvan kolmesta eri tasosta: makro- (engl. macro), mikro- (engl. sub micro) ja symbolisesta tasosta (engl. symbolic tai representational). Makrotasolla tarkoitetaan aistein havaittavia ilmiöitä, eli nähtäviä, kosketettavia ja/tai haistettavia ilmiöitä. Mikrotaso kuvaa atomeita, molekyyliä, ioneja ja rakenteita, joita ei voi nähdä paljaalla silmällä. Symbolinen taso puolestaan sisältää symbolien, kaavojen, yhtälöiden ja graafien sekä niiden matemaattisen käsittelyn ja ymmärtämisen. [4] Kuvassa 2 on havainnollistettu tasojen suhdetta toisiinsa kolmion avulla. Esimerkiksi eteeniä voidaan

symbolisella tasolla kuvata sen molekyylikaavan C_2H_4 avulla. Mikrotasolla eteenin molekyyliarakennetta voidaan havainnollistaa esimerkiksi pallo-tikku-mallin avulla. Makrotasolla puolestaan voidaan havaita omenan kypsyminen sen tuottaman eteenin ansiosta.

Makrotason kemia on useimmille tuttua, sillä sitä kohtaamme päivittäisessä elämässä, kuten esimerkiksi leipoessa tai harrastekerhoissa. Jotta kemiaa voi täysin ymmärtää, on makrotasolta siirryttävä mikrotasolle, missä aineiden käyttäytymistä tulkitaan mallien avulla. [4] Asiantuntevat kemistit pystyvät liikkumaan kolmion sisällä sulauttaen makro-, mikro ja symbolisen tason ilmiöitä. He liikkuvat ajatuksissaan helposti kolmen eri tason välillä. [11] Oppilaille jokaista tasoa ei kuitenkaan pitäisi esitellä samanaikaisesti, sillä tämä johtaa mitä todennäköisemmin työmuistin ylikuormittumiseen, jolloin tieto ei siirry pitkäkestoiseen muistiin. Jos opettaja esimerkiksi yrittää esittää kaasun laajentumista lämpötilan kasvaessa ja samaan aikaan puhuu kinetiikasta sekä esittelee matemaattisia kaavoja, voi oppilas helposti unohtaa kinetiikan ja olettaa, että kaasun laajentuessa atomit laajenevat. [4] Tämänkaltainen opettajan tahaton liikkuminen tasolta toiselle opetuksen aikana voi aiheuttaa oppilaille sirpaloituneen näkemyksen kemiasta. [12]



Kuva 2. Kemiallisen tiedon kolme tasoa. Muokattu [11]

Koulussa tehtävien kokeellisten töiden jälkeen tulisikin varata reilusti aikaa keskustelulle, jotta makrotason ymmärtämisestä voidaan siirtyä mikro- ja symbolisen tason ymmärtämiseen. Mikäli työ on mahdollisuus toistaa, voi lopuksi olla hyödyllistä tehdä työ uudelleen ja liittää samalla mikrotason teoria makrotason kokeellisiin havaintoihin. Tämä vahvistaa oppilaiden visuaalista kuvaa ja varmistaa oikeiden havaintojen tekemistä. [13]

Kemian ymmärtämisen ja oppimisen suurin haaste ei ole kolmen tason esittämisen haaste, vaan kemian ohjeistuksen esiintyminen lähinnä kaikkein abstraktimmalla, symbolisella tasolla. Vaikka ei ole tarpeellista linkittää kaikkia kolmea tasoa opetukseen samanaikaisesti, tulisi opettajien ymmärtää kolmen tason yhteys siten, että sen tärkeyden voi välittää oppilaille. Tähän tarjoutuu hyvä mahdollisuus kokeellisten töiden yhteydessä. [12]

Kemian osaamisen kolmen tason lisäksi on myös olemassa neljäs taso, eli yhteydet yhteiskuntaan ja ihmisen toimintaan (engl. human elements). Tällä tasolla käsitetään muun muassa arkielämän ongelmiin keskittymistä, kehittämisen arviointia, tieteellisen työn sosiokulttuurisen sisäistämisen ymmärtämistä ja reflektiivistä analysointia historiallisesta, filosofisesta sosiologisesta ja kulttuurisesta näkökulmasta. [14] Tässä työssä keskitytään kuitenkin lähinnä kemian oppimiseen kolmella ensimmäisellä tasolla.

3.1.2 Projektioppiminen

Projektioppiminen keskittyy oppimiseen ja opettamiseen sellaisissa projekteissa, jotka liittyvät aitoihin kysymyksiin tai ongelmiin, jotka sisältyvät opetettavaan aiheeseen [15]. Käsitteenä projektioppiminen saatetaan kuitenkin ymmärtää usein väärin [16], sillä projektioppimiselle ei löydy yhtä, laajasti hyväksyttyä määritelmää [15]. Erityisesti kemiassa opettajat ja opettajaopiskelijat saattavat virheellisesti käsittää kokeellisen työskentelyn tai raportin kirjoittamisen projektioppimiseksi [16].

Kysymyksiin tai ongelmiin vastausten etsimisen lisäksi projektioppimista toteutetaan usein oppilaista kootuissa ryhmissä, jotka yhdessä valmistavat jonkin lopputuloksen, kuten esimerkiksi kirjoitelman, nettisivun tai esitelmän. [15] Projektien voidaan siis ajatella koostuvan kahdesta olennaisesta osasta: kysymyksestä tai ongelmasta, joka käynnistää toiminnan ja toiminnan tuloksena syntyvästä lopullisesta tuotoksesta, joka vastaa kysymykseen tai ongelmaan. [17] Projektityöllä on siis oltava sekä selkeä aloitus että lopetus [18].

Vaikka projektityöllä tulisikin olla ennalta määritettyjä tavoitteita [18], ei kysymys tai ongelma saa olla niin tarkka, että lopputulos olisi täysin ennalta määritettävissä [17]. Esimerkiksi kokeellisen työn tapauksessa oppilailla tulee olla mahdollisuus osallistua työn suunnitteluun, jotta työ toteuttaisi projektioppimista [16]. Projektioppimisessa oppilaalla on aktiivinen rooli oman oppimisensa kasvattamisessa, kun taas opettajan rooli on motivoida ja ohjata oppimista. Oppilaalla on siis suuri vastuu omasta oppimisestaan. [18]

Projektityöskentelyn aikana on haettava ja sovellettava tietoa, ajatuksia ja malleja, mikä syventää ymmärtämistä. Lisäksi projektityötä on suunniteltava, prosessista on pidettävä

kirjaa ja sitä arvioitava, mikä puolestaan parantaa ajattelun ja suunnittelun taitoa. [17] Myös ryhmätyö- ja vuorovaikutustaitojen hallintaa on mahdollista kehittää projektityöskentelyn aikana. [19] Mahdolliset virheet voidaan projektioppimisessa nähdä ennemmin oppimismahdollisuuksina kuin merkinä osaamisen tasosta. [17]

Koska projektioppiminen koostuu muustakin kuin pelkän aihealueen hallinnasta [17], voivat oppilaat näyttää osaamistaan muutenkin kuin pelkän perinteisen kokeen tavoin [16]. Projektioppimisessa on osattava sekä etsiä tietoa ja esimerkkejä, että käyttää erilaisia apuvälineitä kuten tietokonetta [17]. Arviointi projektioppimisessa on parhaimmillaan jatkuvaa ja monipuolista sekä sisältää varsinaisen projektituotoksen arvioinnin lisäksi myös projektin suunnittelun, toteutuksen ja ryhmätyötaitojen arvioimista. Arviointimenetelminä voi edellisten lisäksi käyttää myös esimerkiksi oppilaiden itse- ja vertaisarviointia sekä oppilaiden kanssa keskustelua. Arvioinnin tulisi kaikenlaisessa oppimisessä olla kehittävä, eikä pelkkiä virheitä saisi korostaa. Virheiden lisäksi tulisi myös huomioida, missä oppilas on onnistunut. [20]

Usean lähteen mukaan projektioppiminen pääasiassa kasvattaa opiskelumotivaatiota [16,17,19]. Mikäli projektioppimista toteutetaan oikealla tavalla, voidaan sen avulla kasvattaa kaiken tasoisten oppilaiden motivaatiota. [16] Oppilaat kokevat projektit kiinnostaviksi ja arvokkaiksi, kun sen sisältämät tehtävät ovat monipuolisia ja uudenlaisia, käsiteltävä kysymys tai ongelma on todellinen ja sopivasti haastava, oppilailla on valinnanvaraa projektin toteutuksessa ja projektin lopuksi valmistetaan jonkinlainen lopputuotos. [17]

Vaikka projektityöskentelyä pidetäänkin palkitsevana ja monipuolisena työskentelymuotona, liittyy siihen haasteitakin. Projektityön toteuttaminen vie perinteiseen opetukseen verrattuna enemmän aikaa. Ryhmässä työskentely saattaa olla haastavaa, jos työ ei jakaudu tasaisesti kaikkien ryhmän jäsenten kesken. Projektioppiminen onkin oppilaiden näkökulmasta haastavampi tapa opiskella, sillä ryhmässä työskentely vaatii enemmän sosiaalisia taitoja kuin perinteinen oppimismenetelmä. Mikäli ryhmän vuorovaikutustaidot ovat puutteelliset, eikä projektityö etene suunnitellusti, opettajan tulisi ohjata oppilaiden mielenkiinto takaisin projektityön pariin. [19]

Projektioppiminen nähdään siis sekä motivoivana että osittain haastavana oppimismenetelmänä. Jotta projektioppiminen toimisi kunnolla, tulee projektityö suunnitella siten, että opettajan tuella se kasvattaa ja ylläpitää opiskelijoiden motivaatiota ja ajattelevuutta [17].

3.1.3 Yläkoulun opetussuunnitelman perusteet

Opetussuunnitelman perusteet ovat opetushallituksen laatima ohjeistus siitä, miten opetus kouluissa tulisi toteuttaa. Niiden perusteella laaditaan paikalliset opetussuunnitelmat. Uusimmat opetussuunnitelman perusteet ovat vuodelta 2014 ja ne on otettu käyttöön yläkouluissa porrastetusti vuosina 2017-2019. [21]

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaita tulisi kannustaa ottamaan vastuuta omasta oppimisestaan. Oppilas nähdään aktiivisena toimijana, kun taas opettajan roolina on ohjata oppimista huomioiden jokaisen yksilölliset oppimistavat. Lisäksi oppimista tulisi tapahtua monipuolisilla työtavoilla, sekä itsenäisesti että ryhmässä työskennellessä. Jokaisessa oppiaineessa tulisi kasvattaa laaja-alaista osaamista, eli esimerkiksi ajattelun ja oppimisen taitoja, vuorovaikutus- ja työelämätaitoja sekä tieto- ja viestintä-tekniologista osaamista. [21] Aiemmin määritelty projektioppiminen vaikuttaa vastaavan hyvin tällaista käsitystä oppimisesta.

Vuosiluokilla 7-9 tulisi kehittää oppilaiden havainnointikykyä. Tiedonhaun tulisi olla monipuolista ja tarkasteltavaa aihetta tulisi pohtia useasta eri näkökulmasta. Erityisesti kemian opetuksessa tulisi opetella luonnontieteellistä ajattelutapaa ja tukea maailmankuvan kehittymistä. Oppilaiden tulisi ymmärtää, millainen merkitys kemialla on jokapäiväisessä elämässä. [8] Tutkimuksellista otetta pidetään tärkeänä käsitteiden sisäistämisessä ja luonnontieteiden ymmärtämisessä. Yläkoulun kemia keskittyy eniten makrotasolle, mutta mikrotason ja symbolisen tason yhteyttä makrotasoon luodaan oppilaiden kehittäessä abstraktia ajattelua. Havaintojen perusteella selitetään käsitteitä ja opetellaan reaktioiden mallintamista kemian merkkielellä. Projektityön aihealueiden osalta opetussuunnitelman perusteissa sanotaan, että yläkoulussa tulee tutustua hiilen yhdisteisiin, joita hiilivedyt ovat. Lisäksi tulee tutustua aineiden koostumiseen atomeista ja hyödyntää erilaisia malleja rakenteen hahmottamisessa. [1]

Vuoden 2014 opetussuunnitelman perusteissa opetussisältöjä on supistettu. Lisäksi opettajille on annettu enemmän päätösvaltaa oman opetuksen suunnitteluun. Tästä syystä opettajien on entistä helpommin mahdollista sisällyttää projektityöskentelyä omaan opetukseen. [19]

3.2 Empiirinen ongelma-analyysi

Empiirinen ongelma-analyysi sisältää haastatteluja, joiden avulla tutustuttiin projektityön suunnittelussa huomioitaviin asioihin sekä yleisesti projektityöskentelyn etuihin ja haas-

teisiin. Tätä työtä varten on haastateltu Tampereen LUMATE-keskuksen koordinaattoreita, Susanna Petäjistä ja Laura Salkosta [22] sekä väitöskirjaa Tampereen yliopistossa projektityöskentelyyn liittyen tekevää Elina Viroa [23].

Haastattelujen lisäksi empiirinen ongelma-analyysi sisältää yläkoulun kemian oppikirjoihin tutustumista ja niiden analysointia. Tässä työssä on tutustuttu kolmeen oppikirjaan ja yhteen työkirjaan sekä niiden sisältöihin liittyen projektityön aiheeseen eli hiilivetyjen kemiaan.

3.2.1 Projektityön suunnittelussa huomioonotettavat asiat

Haastattelujen pohjalta projektityön suunnittelussa yhdeksi tärkeimmäksi huomioonotettavaksi aiheeksi nousi työskentelyyn tarkoitettun aikataulun muodostaminen. Etukäteen tulisi tehdä arviota siitä, kuinka paljon aikaa projektin tekemiseen pitäisi mennä. Aikataulusta ei saisi tehdä liian tiukkaa, sillä yllättävistä syistä projektiin saattaa kulua paljon pidempi aika [23].

Projektityön tekemiseen tulisi varata tarpeeksi aikaa, sillä yläkoululaisten vuorovaikutustaidot eivät ole kehittyneet yhtä pitkälle kuin lukiolaisten [22]. Jo yläkoululaistenkin keskuudessa seitsemäs- ja yhdeksäsluokkalaiset eroavat taidoissaan. Yhdeksäsluokkalaiset ovat ehtineet käydä oppiainesisältöjä läpi laajemmin kuin seitsemäsluokkalaiset. Myöhemmin käsiteltäviä aihealueita voi toki sisällyttää projektityöhön, mutta tällöin on huomioitava, että projektityön suorittamiseen kuluu enemmän aikaa. [23]

Osaamistaso ei ole ainoa asia, mikä erottaa seitsemäs- ja yhdeksäsluokkalaiset toisistaan. Seitsemännellä luokalla oppilaat saattavat helpommin innostua leikkimällä ja toiminnan kautta tekemällä, kun taas yhdeksäsluokkalaisten mielestä se saattaa olla jopa noloa. [23] Lähes kaikki oppilaat kuitenkin innostuvat, kun pääsevät omin käsin tekemään ja kokeilemaan [22].

Eryteisesti positiivisena asiana oppilaat kokevat projektitöiden valinnanvapauden. Lisäksi opettajan oma suhtautuminen projektityöhön vaikuttaa myös oppilaiden asenteeseen projektityöskentelyä kohtaan. Mikäli opettaja on projektityöstä innoissaan, kokevat oppilaat projektityöskentelyn mukavammaksi. Muutoin oppilaiden suhtautuminen projektitöihin on Viron kerääminen palautteiden perusteella ollut ristiriitaista. Esimerkiksi ryhmässä työskentely on osan mielestä kivaa, kun taas toiset eivät ollenkaan pidä siitä. Opettajat puolestaan pitävät projekteista, joiden aikana tehdään vierailu johonkin yritykseen. Tällöin opettajat oppivat uusia asioita ja luovat uusia kontakteja. Yleisesti ottaen opettajien suhtautuminen projekteihin on kuitenkin aina ollut positiivista. [23]

Projektityön ohjeistuksen tulisi olla yksityiskohtainen ja tarkka [22]. Liian tarkka ohjeistus ei kuitenkaan saisi olla, jotta oppilaille jäisi tunne, että he voivat vaikuttaa omaan työskentelyynsä. Projektityötä suunniteltaessa tulisikin pitää mielessä oppilaslähtöisyys. [23] Opettajan ohjeistuksen tulisi sisältää projektityön teoreettista taustoitusta, vastaukset mahdollisiin kysymyksiin ja reflektointikysymyksiä projektin purkamiseen liittyen. Lisäksi ohjeistuksessa tulisi kertoa, miten projektityö liittyy opetussuunnitelman perusteisiin. [22] Sisällöllisesti projektityön tulisikin liittyä opetussuunnitelman perusteisiin. Toki oppisisältöjä voidaan käsitellä opetussuunnitelmaa laajemminkin, mutta tällöin projektityöhön ei voida käyttää yhtä paljon aikaa. [23]

3.2.2 Projektityöskentelyn etuja ja haasteita

Projektitöiden toteuttamisessa löytyy niin etuja kuin haasteitakin. Aikataulutusta pidettiin yhtenä tärkeimmistä huomioonotettavista tekijöistä projektin suunnitteluvaiheessa, sillä työntekoon kuluvan ajan arviointi koettiin haasteelliseksi.

Vaikka Viro [23] itse ei koe ongelmalliseksi ottaa projektitöitä mukaan opetukseen, hänen tekemänsä kyselyn perusteella opettajat kokevat sen haasteelliseksi. Vuoden aikataulut ovat tiukat, joten projektitöiden mahduttaminen voi vaikuttaa haasteelliselta.

Myös resurssit saattavat muodostua suureksi haasteeksi projektityöskentelyssä. Työskentelyyn tarvitaan usein tietokoneita ja nettiyhteyttä. Jos nämä eivät toimikaan, ei työtä pystytä välttämättä toteuttamaan. Lisäksi oppiainesisältöjen oppiminen olisi tärkeää projektityöskentelyssä, mutta välillä se saattaa olla haastavaa. Kaikki oppilaat eivät välttämättä pidä projektia motivoivana, mikä saattaa muodostua haasteeksi. [23]

Työelämätaitojen puute saattaa muodostua suurimmaksi haasteeksi. Työt eivät aina ja kaannu tasan, eivätkä ryhmän sisäiset henkilökemiat aina toimi. Oman työn aikataulutus saattaa olla oppilaille haastavaa ja tietotekniset taidot puutteellisia. [23] Samaan aikaan ryhmässä tehtävä projektityöskentely kuitenkin valmentaa hyvin työelämätaitoja ja jatko-opintoja varten. Ryhmässä työskennellessä vuorovaikutustaitoja sekä harjoitetaan että kehitetään. [22] Juuri tästä syystä projektityöskentely onkin tärkeää. Työelämätaitoja tulisi harjoittaa mahdollisimman nuoresta asti, ettei niiden puute myöhemmässä vaiheessa muodostuisi ongelmaksi. [23]

Lisäksi opetussuunnitelman perusteiden mukaan monialaisia kokonaisuuksia on järjestettävä joka vuosi. Tähän tarkoitukseen projektityöt soveltuvat erityisen hyvin. Opetussuunnitelman mukaan pitäisi myös tehdä yhteistyötä paikallisen elinkeinoelämän kanssa. Projekteissa tämän toteuttaminen on helppoa, jos lähestytään aihetta yritysyhteistyön kautta. [23]

Nykyisen oppimiskäsityksen mukaan oppilaan rooli on aktiivinen, kun taas opettaja on enemmän asiantuntijan ja ohjaajan roolissa. Projektityössä tämän kaltainen ideologia tulee luontevasti esille. Myös kielentäminen eli ajatteluprosessin sanallistaminen tulee useissa projekteissa luontevasti esille, mitä voidaan pitää hyvänä asiana. [23]

3.2.2 Yläkoulun kemian oppikirjan analysointi

Yläkoulun kemian oppikirjaan tutustuminen antaa selkeän kuvan siitä, mitä kaikkea yläkoulun kemian tunneilla opiskellaan. Tässä työssä on tutustuttu Otavan Titaani Kemia 7-9 [24], Sanoma Pro Oy:n Ilmiö 7-9 Kemia [25] ja FyKe 7-9 Kemia [26] oppikirjoihin sekä FyKe-kirjasarjan työkirjaan [27]. Oppikirjoja on analysoitu hiilivetyjä käsittelevien kappaleiden osalta sisällönanalyysin menetelmin, eli oppikirjojen sisältöjen yhteneväisyyksiin ja eroavaisuuksiin keskittyen.

Yläkoulun kemian oppikirjoissa käsitellään muun muassa aineiden turvallista käsittelyä peruskoulun kemian työskentelyä varten, aineiden ominaisuuksia ja rakennetta, hiilivetyjä, orgaanista kemiaa, metalleja ja kemian ympäristövaikutuksia. Eri oppikirjat käsittelevät aiheita hieman eri järjestyksessä ja eri asioita painottaen. Myös hiilivetyjä oppikirjat käsittelevät eri painotuksella. Ilmiö-oppikirjassa [25] hiilivetyihin keskitytään yhden alaluvun verran, kun taas Titaanissa [24] aiheelle on varattu kokonainen kappale ja FyKe-kirjasarjassa [26] [27] hiilivetyjä käsitellään jopa kahden kappaleen verran.

Ilmiössä [25] hiilivetyjen alaluvussa esitellään hiilivedyt melko yksinkertaisesti ja esitellään molekyyli- ja rakennekaava käsitteinä. Hiilivetyjen nimeämisen apuna on yksi taukko, joka sisältää viiden yksinkertaisimman, suoraketjuisen hiilivedyn hiilten lukumäärän, yhdisteen nimen ja rakenne- sekä molekyylikaavat. Lisäksi lyhyen tekstin ja esimerkin avulla opetellaan luokittelemaan ja tunnistamaan, kuuluuko hiilivety alkaaneihin, alkeeneihin, alkyyneihin vai rengasrakenteisiin hiilivetyihin. Aiheeseen liittyvissä tehtävissä kerrataan hiilivetyjen nimeämistä ja piirtämistä. Lisäksi internet-tehtävissä on tarkoitus etsiä vastauksia siihen, mitä ovat tyydyttyneet ja tyydyttymättömät hiilivedyt ja aromaattiset yhdisteet sekä mitä tarkoitetaan isomerialla ja mikä on bentseeni.

Titaanissa [24] käsitellään lähes samat asiat kuin Ilmiössäkin, mutta tekstin määrä on selkeästi suurempi ja täten asiat on myös selitetty tarkemmin. Erityisesti alkaanit, alkeenit ja alkyynit on selitetty tarkemmin ja jokaisesta on annettu yksi tai kaksi esimerkkiyhdistettä, joiden ominaisuuksista on kerrottu muutamalla virkkeellä. Titaanissa on myös suoraan selitetty, mitä tarkoitetaan tyydyttyneillä ja tyydyttymättömällä hiilivedyillä, aromaattisilla yhdisteillä ja isomerialla. Luvussa on tutustuttu hiilivetyjen palamisreaktioihin ja reaktion tasapainottamisesta on annettu esimerkiksi propaanin palamisreaktio. Myös

polttoaineiden lämpöarvosta on kirjoitettu yhden kappaleen verran. Kirjan tehtävät painottuvat Ilmiön tavoin hiilivetyjen nimeämiseen ja piirtämiseen, mutta luvun muihinkin aiheisiin, kuten lämpöarvoon, liittyy vähintään yksi tehtävä. Lisäksi kirjan sisältöjen lisäksi on tehtävänä selvittää, millä nimellä kutsutaan hiilivetyjä, jossa vedyt on korvattu kloorilla, bromilla, fluorilla tai jodilla.

FyKe-oppikirjassa [26] hiilivedyt on jaettu kahteen lukuun: yleisesti hiilivetyjä käsittelevään lukuun ja erityisesti pienimolekyylisiä hiilivetyjä käsittelevään lukuun. Ensimmäisessä luvussa tutustutaan kahden edellisen oppikirjan tavoin alkaaneihin, alkeeneihin ja alkyyneihin esimerkkien avulla sekä hiilivetyjen nimeämiseen. Luvussa tutustutaan myös kovalenttiseen sidokseen ja molekyylikaavaan sekä tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin hiilivetyihin. Kappaleesta löytyy kuvia hiilivetyjen rakennekaavoista, mutta varsinaisesti rakennekaava opetetaan vasta pienimolekyylisten hiilivetyjen luvussa. Hiilivetyjen yleisen luvun tehtävissä keskitytään myös FyKe-oppikirjassa yhdisteiden nimeämiseen, mutta myös muista kappaleen aiheista löytyy tässäkin kirjassa jokaisesta yksi tehtävä. Pienimolekyylisten hiilivetyjen luvussa tutustutaan raakaöljyyn, orgaanisten yhdisteiden tyypillisiin ominaisuuksiin, muutamaan hiilivetyyn ja niiden ominaisuuksiin, hiilivetyjen palamiseen ja mallintamiseen rakennekaavan ja pallotikkumallien perusteella. Lisäksi luvun lopuksi alustetaan seuraavissa luvuissa käsiteltäviä alkoholeja ja karboksyylihappoja kertomalla, että hiilivetyjen runkoon voi liittyä ”tunnusomaisia” eli funktionaalisia ryhmiä. Tämän luvun tehtävissä keskityttiin melko tasapuolisesti kaikkiin luvun aiheisiin.

FyKe-työkirjassa [27] aloitetaan hiilivetyjen mallintamiseen pallotikkumallien avulla tehtävän työn kanssa. Työssä on tarkoitus rakentaa seitsemän valmiiksi nimettyä hiilivetyä ja täydentää tämän jälkeen taulukkoon yhdisteiden molekyyli- ja rakennekaavat. Tämän jälkeen taulukon perusteella on tarkoitus vastata kysymyksiin kyseisistä hiilivedyistä. Lisäksi luvusta löytyy tehtäviä liittyen hiilivetyjen rakenteeseen ja nimeämiseen. Pienimolekyylisten hiilivetyjen luvussa tehtäväkirjassa aloitetaan hiilivetyjen palamiseen liittyvällä työllä, jossa tutkitaan, mitä yhdisteitä muodostuu nestekaasun palamisreaktiossa. Tutkimuksen perusteella on tarkoitus vastata muutamaaan kysymykseen. Lisäksi luvussa esitellään opettajan johdolla tehtävä demotyö, jossa tarkastellaan, mitä kalsiumkarbidin ja veden reaktiossa muodostuu. Kun työn havainnot on kirjattu, tulee jälleen vastata muutamaaan aiheeseen liittyvään kysymykseen. Luvun tehtävissä keskitytään yksittäisten hiilivetyjen ominaisuuksiin, mallien tulkitsemiseen ja palamisreaktioiden tasapainottamiseen.

Yleisesti ottaen kirjojen perusteella tärkeimmiksi aiheiksi nousivat alkaanit, alkeenit ja alkyynit sekä niiden nimeäminen ja tunnistaminen, tyydyttyneiden ja tyydyttymättömien

hiilivetyjen erottaminen sekä hiilivetyjen mallintaminen eri tavoin. Myös molekyyli- ja rakennekaavoihin tutustuttiin kaikissa kirjoissa hiilivetyjen yhteydessä. Tästä syystä nämä aiheet tulisi ottaa huomioon ja sisällyttää projektityöhön suunnitteluvaiheessa, johon keskitytään seuraavassa luvussa.

4. KEHITTÄMISTUOTOS

Valmis kehittämistuotos on kemian projektityö, joka on suunniteltu yläkoululaisia varten. Projektityötä suunnitellessa on huomioitu luvun 3 teoreettiset ja empiiriset tutkimukset sekä projektityön kohderyhmä. Projektityön tarkoituksena on oppia vähintään tarvittavat tiedot hiilivetyjen kemiasta, opettaa suunnitelmallista työskentelyä ja innostaa tutkivaan kemian opiskeluun.

Projektityön kehittämisprosessi on lähtenyt liikkeelle teoreettisen ja empiirisen tiedonhankinnan jälkeen. Projektityön ensimmäisestä versiosta on pyydetty palautetta kemian opettajilta ja opettajiksi opiskelevilta. Vaikka projektia ei ole ehditty testaamaan oikean oppilasryhmän kanssa, on pienimuotoinen kokeilu suoritettu aikuisten kanssa, jotka eivät ole lukion tai peruskoulun jälkeen opiskelleet kemiaa. Tämän perusteella saatiin parempi kuva siitä, miten projektityö käytännössä toimii. Saadun palautteen ja testauksen perusteella projektityötä on muokattu. Tässä luvussa kerrotaan tarkemmin projektityön suunnittelusta ja kehittämisestä sekä esitellään kehittämistuotoksen testattua versiota.

4.1 Projektityön suunnittelu

Projektityön suunnitteluvaihe alkoi teoreettisen ongelma-analyysin jälkeen, käyttäen hyödyksi sen avulla löydettyjä tuloksia. Jo aiemmin on kerrottu projektityön aiheen olevan hiilivetyjen kemia. Kuten oppikirja-analyysin kappaleessa on todettu, yläkoulussa tarkastellaan melko yksinkertaisia, haaroittumattomia hiilivetyjä. Lisäksi yksinkertaistuksen vuoksi ne alkeenit ja alkaanit, joihin tutustutaan ja joiden nimeämistä harjoitellaan, sisältävät vain yhden kaksois- tai kolmoissidoksen. Tästä syystä on projektityössäkin päädytty tarkastelemaan vain yksinkertaisimpia hiilivetyjä. Ylöspäin eriyttämisen mahdollisuutena on kuitenkin haaroittuneiden hiilivetyjen ja esimerkiksi dieenien tarkastelu.

Sekä teoreettisessa että empiirisessä ongelma-analyysissä nousi esille ryhmätyö-, vuorovaikutus- ja työelämätaitojen tärkeys ja niiden oppimisen mahdollisuus projektitöitä toteutettaessa. Tästä syystä myös tämä projektityö haluttiin toteuttaa neljän oppilaan ryhmässä. Työskentelyn sujuvoittamiseksi on päätetty jakaa ryhmän jäsenille kullekin oma roolinsa: työnjohtaja, sihteeri, organisoija ja visualisti. Lisäksi työnjaosta ja tehtävien suorittamisesta tulee pitää kirjaa, jotta opettaja voi paremmin seurata ja arvioida ryhmän toimintaa ja työskentelyä.

Projektityöhön on haluttu liittää jokainen kemian kolmesta tasosta: makrotaso, mikrotaso ja symbolinen taso, sillä näiden on todettu täydentävän toisiaan ja syventävän oppimista.

Hiilivetyjen kemiassa onkin luontevaa yhdistää mikrotason molekyyllimallit symbolisen tason molekyylikaavoihin. Makrotasolla hiilivetyjä käsitellään vasta projektin loppupuolella, kun oppilaat tutustuvat itse valitsemiinsä hiilivetyihin ja siihen, missä niitä esiintyy, miten niitä käytetään tai valmistetaan. Kemian neljäs taso, eli yhteiskunnan ja ihmisen toiminnan yhteydet, tulee projektityössä luontevasti esille esimerkiksi ryhmätyöskentelyn avulla.

Seuraavassa alaluvussa kerrotaan tarkemmin projektityön ensimmäisestä eli testatusta versiosta. Valmiit ja tarkemmat ohjeistukset löytyvät liitteistä A (opettajan ohje) ja B (oppilaan ohje).

4.2 Projektityön ensimmäinen versio

Projektityön tarkoituksena on aloittaa tutustuminen hiilivetyjen kemiaan. Tavoitteena on oppia tunnistamaan ja nimeämään erilaisia hiilivetyjä, mallintaa hiilivetyjä eri tavoin kuten molekyylikaavan, rakennekaavan ja pallo-tikku-mallien avulla, tutustua ryhmän valitsemaan hiilivetyyn ja sen käyttöön tarkemmin. Lisäksi työ toteutetaan ryhmätyönä, joten tavoitteena on myös oppia yhteistyötaitoja.

Ryhmiin on tarkoitus pitää työpäiväkirjaa työn kulusta. Työpäiväkirjaan tulisi kirjata, kuinka kauan mihinkin työvaiheeseen on käytetty aikaa, miten ryhmän jäsenet ovat osallistuneet työtehtäviin ja vastaukset teoriakysymyksiin. Työpäiväkirjan voi opettajan päätöksen ja käytettävien resurssien mukaan tehdä joko tietokoneilla tai kynällä ja paperilla.

Jaetaan oppilaat neljän hengen ryhmiin. Ryhmät jakavat jokaiselle jäsenelle oman roolin: työnjohtaja, sihteeri, organisoija ja visualisti. Roolien merkitystä on avattu enemmän oppilaan ohjeessa. Mikäli ryhmät eivät jakaudu tasaisesti, ja joissakin ryhmissä on kolme jäsentä, vastaa työnjohtaja myös visualistin roolista. Myös roolijako kirjataan työpäiväkirjaan.

Oppilaille jaetaan kaksi monistetta: toisessa on hiilivetyjen rakennekaavoja ja toisessa niitä vastaavat nimet. Oppilaiden tulisi ensin jaotella hiilivedyt rakennekaavojen perusteella kolmeen eri ryhmään. Tarkoituksena olisi, että oppilaat tajuavat yhden ryhmän koostuvan vain yksinkertaisia kovalenttisia sidoksia sisältävistä hiilivedyistä, toisen ryhmän koostuvan kaksoissidoksen sisältävistä hiilivedyistä ja kolmannen ryhmän koostuvan kolmoissidoksen sisältävistä hiilivedyistä. Mikäli oppilaat eivät itse ymmärrä tarkastella sidoksia, voi opettaja ohjata heitä oikeaan suuntaan.

Seuraavaksi olisi tarkoitus jaotella hiilivetyjen nimet kolmeen eri ryhmään. Alkaanit, eli -aani-päätteiset nimet ovat yksi ryhmä, toinen ryhmä alkeenit, eli -eeni-loppuiset hiilivedyt ja kolmas ryhmä alkyynit, eli -yyini-loppuiset hiilivedyt.

Kolmannessa työvaiheessa oppilaiden tulee etsiä tietoa hiilivedyistä käyttäen apuna opikirjaa ja/tai internetiä. Heidän tulee vastata työohjeen mukaisiin kysymyksiin.

Neljännessä työvaiheessa tulee hyödyntää kolmannessa työvaiheessa etsittyä tietoa ja yhdistää ensimmäisen työvaiheen rakennekaavat toisen työvaiheen nimiin. Lisäksi tulee jaotella hiilivedyt tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin hiilivetyihin.

Seuraavaksi harjoitellaan hiilivetyjen mallintamista pallo-tikku-mallien avulla. Ryhmä hakee opettajalta molekyyli mallinnussetin, jonka avulla rakentavat ensimmäisen kohdan hiilivedyt. Lisäksi ryhmän tulee kirjata ylös jokaisen hiilivedyn molekyylikaava.

Kuudennessa vaiheessa on tarkoituksena koota taulukko hiilivetyjen tiedoista. Taulukon tulee sisältää jokaisen ensimmäisessä työvaiheessa esiintyvän hiilivedyn rakennekaava, nimi ja molekyylikaava.

Tämän jälkeen ryhmä valitsee itselleen oman hiilivedyn. Hiilivety voi olla jokin ensimmäisen työvaiheen hiilivedyistä. Jos ryhmä keksii jonkin muun oikean hiilivedyn, kelpaa se yhtä hyvin. Ryhmä varmistaa opettajalta, ettei jokin toinen ryhmä ole jo valinnut itselleen samaa hiilivetyä. Kun hiilivety on hyväksytetty opettajalla, kirjaa ryhmä ylös oman hiilivedyn nimen, rakennekaavan ja molekyylikaavan. Omasta hiilivedystä etsitään tietoa työohjeen kysymyksien avulla.

Seuraavaksi oppilaiden tulee keksiä pallo-tikku-mallin lisäksi jokin vaihtoehtoinen tapa mallintaa omaa hiilivetyä. Tässä kohtaa mielikuvitusta on sallittua käyttää. Muovailuvaha ja hammastikut voivat olla ”perinteisempi” tapa mallintaa molekyyliä, mutta miksei muovailuvahan tilalla voisi käyttää vaikkapa omenoita ja viinirypäleitä? Mallin pitäisi kuitenkin olla toteutettavissa, sillä oppilaiden on tarkoitus rakentaa kyseinen malli.

Viimeisessä työvaiheessa ryhmän tulee suunnitella ja valmistaa posterit, jotka sisältävät olennaisimmat asiat hiilivedyistä, ohjeet hiilivetyjen nimeämiseen ja tietoa ryhmän omasta hiilivedystä.

Lopuksi posterit ja omat hiilivety mallit esitellään opettajan valikoimalla tavalla. Jokainen ryhmä voi esimerkiksi esitellä omat tuotoksensa yhdessä koko luokan edessä tai voidaan järjestää esittelytilaisuus, jossa osa ryhmän jäsenistä on esittelemässä omia tuotoksia, kun toiset kiertävät katselemassa muiden töitä.

Työn lopuksi voi pyytää jokaista oppilasta kirjoittamaan oman näkemyksensä ryhmätyöskentelyn etenemisestä ja sujumisesta, jotta vain sihteerin näkemyksellä ei olisi merkitystä.

4.3 Projektityön testaus ja kehitys

Kun projektityön ensimmäinen versio oli saatu valmiiksi, pyydettiin työstä palautetta ja sitä kokeiltiin pienimuotoisesti yhden aikuisista koostuvan kolmen hengen ryhmän kanssa, joista yksi ei ole opiskellut kemiaa peruskoulun jälkeen, toinen on opiskellut lukiossa vain pakollisen kemian kurssin ja kolmas on opiskellut muutaman lukion valinnaisen kemian kurssin. Kaikilla ryhmän jäsenillä oli kuitenkin ollut useamman vuoden tauko edellisestä kemian oppitunnista. Projektityön testausta analysoitiin havainnoinnin ja testaajilta saadun suullisen palautteen avulla.

Projektityön testauksen perusteella työ eteni kohtalaisen selkeästi ja työohjeistus oli riittävän hyvä. Ohjeistuksesta ei tullut suorittamisen aikana kysymyksiä ja työskentely oli toivotun mukaista. Projektin tuotoksina syntyi posterit, sekä hammastikkujen, kymmenttisten ja euron kolikoiden avulla rakennettu buteenin malli.

Ohjeistuksesta löytyi yksi pieni epäloogisuuskohta kohdasta, jossa hiilivetyjen nimiä, rakennekaavoja ja molekyylikaavoja kirjataan taulukkoon. Työn sujumuuden vuoksi lopulliseen ohjeistukseen työtä on muokattu siten, että hiilivetyjen nimet ja rakennekaavat kirjataan taulukkoon jo ennen pallo-tikku-mallien rakentamista ja molekyylikaavat vasta sen jälkeen. Tämän muutoksen takia molekyylikaavoja ei tarvitse kirjata ylös kahteen kertaan. Työhön arvioitu aika puolestaan (4 x 45 min + tuotosten esittelytilaisuus) vaikutti melko sopivalta testauksen perusteella. Testauksessa työn suorittamiseen kului aikaa noin 3 x 45 minuuttia, mutta aikuisten ihmisten työskentely on sujuvampaa ja nopeampaa kuin yläkoululaisten.

Myöskään saadun palautteen perusteella työohjeistus ei kaivannut juurikaan muokkauksia. Pieniä korjauksia ja lisäyksiä tehtiin oppikirjasta ja netistä etsittäviin kysymyksiin, sillä niiden koettiin selkeyttävän työn ohjeistusta ja oppilaiden osaamistasoa. Lisäksi opettajan ohjeistukseen lisättiin tieto siitä, että oppilaan ohjeistuksesta löytyy tarkennus siihen, mitä työn eri rooleilla eli työnjohtajalla, sihteerillä, organisoijalla ja visualistilla tarkoitetaan. Palautteen perusteella myös työhön varattu aika vaikutti sopivalta, joten sitä ei enää muokattu.

Kehittämistutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi tässä työssä on hyödynnetty erilaisia aineistoja: kirjallisuutta, haastatteluja ja projektityöstä saatua palautetta. Tutkimuksen dokumentoinnissa on pyritty tarkkuuteen ja avoimuuteen. Luotettavuuden parantamiseksi projektityötä olisi pitänyt testata myös oikean oppilasryhmän kanssa, sillä aikuisryhmän kanssa testaaminen ei koskaan voi täysin vastata yläkoululaisten kanssa tes-

taamista. Tämä on kuitenkin pyritty huomioimaan havaintoja tehdessä. Lisäksi luotettavuuden parantamiseksi kehittämissyklejä olisi voinut olla useampia, mutta tähän ei ollut aikaa, sillä kyseessä on kandidaatintyö.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella kemia-aiheinen projektityö yläkoululaisille. Työn aiheeksi valikoitui hiilivetyjen kemia, josta suunniteltiin koko aihealueen kattava projektityö. Työn suunnittelua varten tehtiin sekä teoreettista että empiiristä tutkimusta kemian oppimiseen ja projektityöskentelyyn liittyen.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä pohdittiin, miten projektityöskentelyllä voidaan tukea kemian oppimista kaikilla kolmella tasolla. Teoreettisen ongelman analyysin mukaan projektityö tulee suunnitella siten, että se opettajan tuella kasvattaa ja ylläpitää opiskelijoiden motivaatiota ja ajattelevuutta, jotta projektioppiminen tukisi oppimista, kuten Blumenfeld ym. [17] ovat todenneet. Oppiainesisältöjen lisäksi projektioppimisella voidaan tukea muun muassa vuorovaikutustaitojen kehittymistä. Kemian oppimista voidaan puolestaan tukea siten, ettei kaikkia kolmea tasoa esitellä oppilaille täysin samanaikaisesti, sillä tämä johtaa helposti työmuistin kuormittumiseen ja tiedon vääristymiseen. Vaikka projektityötä suunnitellessa keskityttiin lähinnä kemian kolmen tason osaamiseen, myös neljännen tason, yhteiskunnan ja ihmisen toiminnan yhteydet tulevat projektityössä esiin etenkin ryhmätyöskentelyä toteuttaessa.

Toisessa tutkimuskysymyksessä keskityttiin siihen, mikä kemian projektityön suunnittelussa on tärkeää. Kemian projektityötä suunnitellessa on tärkeä huomioida aikataulutus, oppilaiden osaamisen taso ja ohjeistuksen sisältö. Aikataulua suunnitellessa tulee huomioida, ettei projektityöhön voida käyttää kovin paljon enemmän aikaa, kuin mitä siihen käytettäisiin perinteisemmällä, opettajajohtoisemmalla opetustavalla. Lisäksi projektityön aikataulusta ei kannata tehdä liian tiukkaa, jotta kaikki ehtivät tehdä työn loppuun asti. Oppilaiden osaamisen taso tulisi huomioida sekä aihealueen että vuorovaikutustaitojen suhteen. Jos projektityön aihe on oppilaille täysin uusi, kestää työn tekeminen ja aiheen sisäistäminen kauemmin. Samaan tapaan työskentely vie enemmän aikaa, mikäli oppilaat eivät ole aikaisemmin tehneet paljon ryhmätöitä. Projektityöstä tehtävän ohjeistuksen tulisi sisältää ohjeet sekä oppilaille että opettajalle. Oppilaille tarkoitetun ohjeistuksen tulisi olla selkeä, muttei kuitenkaan liian tarkka, jotta oppilaat voisivat jossain määrin vaikuttaa omaan työskentelyynsä. Opettajan ohjeen puolestaan tulisi sisältää tarkempaa ohjeistusta sekä lisäksi vastaukset tai ratkaisut työn kysymyksiin ja kertoa, miten projektityö liittyy opetussuunnitelman perusteisiin.

Viimeisenä tutkimuskysymyksenä pohdittiin, minkälainen projektityö voidaan suunnitella hiilivetyjen kemiaan siten, että sen avulla voidaan oppia yläkoulun hiilivetyjen aihealue

kattavasti. Kehittämistutkimuksen tuotoksena syntyi hiilivetyjen kemiaan liittyvä projektityö yläkoululaisille, jota kehitettiin aikuisryhmän kanssa testaamisen ja työohjeista saadun palautteen perusteella. Kehitetty projektityö kattaa hyvin opetussuunnitelman mukaiset vaatimukset yläkoulun hiilivetyjen sisällöistä, sillä sen avulla tutustutaan hiilivetyjen perusteisiin. Palautteen ja testaamisen perusteella projektityöhön tehdyt muutokset olivat suhteellisen pieniä, mutta tekivät ohjeistuksesta selkeämmän ja johdonmukaisemman. Työn toimivuuden selvittämiseksi olisi ollut hyödyllisempää testata projektityötä yläkoululaisista koostuvan oppilasryhmän kanssa sen sijaan, että työ testattiin aikuisryhmällä. Tällä kertaa testaus oppilasryhmän kanssa ei kuitenkaan onnistunut. Suunniteltua projektityötä voisikin jatkossa kehittää edelleen, mikäli tarjoutuu tilaisuus sen testaamiseen oppilasryhmän kanssa.

Kehitetyn projektityön yhtenä työvaiheena on rakentaa työn hiilivetyjä pallo-tikku-mallien avulla. Ghulamin [28] mukaan molekyylien kolmiulotteisesta mallintamisesta on oppilaille hyötyä, sillä tämä auttaa heitä ymmärtämään mikrotason kemiaa paremmin. Valmiin mallinusetin avulla molekyylien kolmiulotteinen rakenne tulee automaattisesti huomioitua, mutta mikäli hiilivetyjä rakennetaankin esimerkiksi muovailuvahan ja hammastikkujen avulla, ei kolmiulotteinen rakenne välttämättä tule oikeanlaiseksi. Molekyylien kolmiulotteisen rakenteen hahmottamiseksi kannattaisi tällöin käyttää apuna esimerkiksi molekyylien mallintamiseen tarkoitettavaa sovellusta.

LÄHTEET

- [1] Opetushallitus, "Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014," 4. painos, Helsinki 2016, s. 15–24, 282, 393–394.
- [2] H.-R. Kymäläinen, M. Lakkala, E. Carver ja K. Kamppari, "Opas projektityöskentelyyn," Helsingin yliopisto, 2016, s. 10.
- [3] J. Herranen ja M. Aksela, Tutkimuksellisia kemian opetuskokonaisuuksia, Helsingin yliopisto, verkkosivu Saatavissa (viitattu 26.2.2020): <https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/tutkimuksellisia-kemian-opetuskokonaisuuksia>.
- [4] A. H. Johnstone, Teaching of chemistry – Logical or psycho-logical?, The Practise of Chemistry Education, Vol. 1, Iss. 1, 2000, pp. 9–15.
- [5] T. Plomp ja N. Nieveen, An Introduction to Educational Design Research, Netherlands institute for curriculum development, 2017 p. 12–13.
- [6] J. Perna, "Kehittämistutkimus opetuslalla," PS-kustannus, Juva 2013, s. 9–26.
- [7] I. Linnavuori, "Kehittämistutkimus: Luonnontieteellistä lukutaitoa yläkoulun kemian opetukseen," Helsingin yliopisto, 2016, s. 4.
- [8] M. Bergström, "Orgaanisten yhdisteiden nimeämisen opettaminen pelillistämisen ja kielentämisen avulla," diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, 2018, s. 3–6.
- [9] P. Tomperi, Kehittämistutkimus: Opettajan ammatillisen kehittymisen tutkimusperustainen tukeminen käyttäen SOLO-taksonomiaa - esimerkkinä tutkimuksellinen kokeellinen kemian opetus, Helsingin yliopisto, 2015, 133s.
- [10] A. Saaranen-Kauppinen ja A. Puusniekka, Sisällönanalyysi, KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto, Tampere 2006, verkkosivu (viitattu 26.2.2020): https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_2.html.
- [11] A. H. Johnstone, The Development of Chemistry Teaching, Symposium on Revolution and Evolution in Chemical Education, 1993, Vol 70 No 9, s. 701–705.
- [12] D. Gabel, Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A look to the Future, Journal of Chemical Education, Vol 76 No 4, 1999, s. 548–554.
- [13] W. C. Deese, L. L. Ramsey, J. Walczyk ja D. Eddy, Using demonstration assessments to improve learning, Journal of Chemical Education, Vol. 77, Iss. 11, 2000, pp. 1511–1516.
- [14] J. Sjöström ja V. Talanquer, Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization, Journal of Chemical Education, 2014, p. 1125–1131.
- [15] D. McGrath, Getting Started with Project-Based Learning, Learning & Leading with Technology, 2002, Vol 30 No 3.
- [16] M. Mononen, Oppimisen arviointi LUMA-projektioppimisessä, Pro gradu, Jyväskylän yliopisto, 2018, 48 s.
- [17] P. C. Blumenfeld, E. Soloway, R. W. Marx, J. S. Krajcik, M. Guzdial ja A. Palincsar, Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning, Educational Psychologist, 15 (3&4), s. 369–398.
- [18] J. Vesterinen, Projektioppiminen – ohjaajan käsikirja, opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu, 2003, 26 s, verkkodokumentti Saatavissa (viitattu 30.1.2020): <http://staff.hamk.fi/~ttuukkanen/projektiopiskelu/projektioppimisen-opas.pdf>
- [19] E. Viro, Projektioppiminen perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 matematiikan opetuksessa, diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, 2014, s. 35–36, 84–85.
- [20] M. Mononen, Projektioppimisen arviointi LUMA-aineissa, Dimensio, 2019, verkkosivu Saatavissa (viitattu 26.2.2020): <https://www.dimensiolehti.fi/projektioppimisen-arviointi-luma-aineissa/>.
- [21] Opetushallitus, Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, verkkosivu Saatavissa (viitattu 30.1.2019): https://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus.
- [22] S. Petäjästä ja L. Salkonen, LUMA-koordinaattorit, Tampere. Haastattelu 27.9.2018.

- [23] E. Viro, jatko-opiskelija, Tampere. Haastattelu 8.10.2019.
- [24] H. Muilu ja T. Virtanen, Titaani Kemia 7-9, Otava, Keuruu 2016, 279 s.
- [25] M. Ikonen, M. Tuomisto ja P. Ojala, Ilmiö 7-9 Kemia, Sanoma Pro Oy, Helsinki 2016, 312 s.
- [26] A. Kangaskorte, J. Lavonen, O. Pikkarainen, H. Saari, J. Sirviö, K.-M.Vakkilainen ja J. Viiri, FyKe 7–9 Kemia, Sanoma Pro Oy, Helsinki 2017, 191 s.
- [27] A. Kangaskorte, J. Lavonen, O. Pikkarainen, H. Saari, J. Sirviö, K.-M.Vakkilainen ja J. Viiri, FyKe 7-9 Tutkimukset ja tehtävät, Sanoma Pro Oy, Helsinki 2016, 176 s.
- [28] S. P. Ghulam, Design-based Research : The Use of Computer-based Molecular Modelling to Enhance Student Understanding of Chemical Bonding, Masters thesis, University of Helsinki, Helsinki 2016, 78p.

LIITE A: PROJEKTITYÖN OPETTAJAN OHJE

Opettajan ohje

Hiilivetyjen kemiaa yläkoululaisille

Työn tarkoitus: Tutustua hiilivetyjen kemiaan

Tarvittavat työvälineet: Tulostetut hiilivetymonisteet, joista toisessa hiilivetyjen rakennekaavat ja toisessa hiilivetyjen nimet. Oppikirjat ja tietokoneet/älypuhelimet tms. tiedonhankintaa varten. Hiilivetyjen molekyyli-mallinnussetti jokaiselle ryhmälle.

Työn kesto: 4 x 45 min + tuotosten esittelytilaisuus. Tarkempi aikataulukaaavio ohjeistuksen lopussa

Keskeiset käsitteet: Hiilivety, alkaani, alkeeni, alkyyni, tyydyttynyt ja tyydyttymätön hiilivety, yksinkertainen kovalenttinen sidos, kaksoissidos, kolmoissidos

Pohjatiedot: Hiilen kemia: hiili muodostaa neljä sidosta (kerrataan vielä projektin aikana). Ei tarvita aikaisempaa tietämystä hiilivedyistä.

Osaamistavoitteet: Hiilivetyjen kemian perusteet: millaisia hiilivetyjä ovat alkaanit, alkeenit ja alkyynit, millaisia hiilivetyjä ovat tyydyttyneet ja tyydyttymättömät hiilivedyt, yksinkertaisten hiilivetyjen nimeäminen. Rakennekaavan ja molekyylikaavan tunnistaminen. Hiilivetyjen mallintaminen pallo-tikku-mallien avulla. Oman hiilivedyn ominaisuuksiin ja käyttökohteisiin tutustumista.

Työvaiheet

Ryhmien on tarkoitus pitää työpäiväkirjaa työn kulusta. Työpäiväkirjaan tulisi kirjata, kuinka kauan mihinkin työvaiheeseen on käytetty aikaa, miten ryhmän jäsenet ovat osallistuneet työtehtäviin ja vastaukset teoriakysymyksiin. Työpäiväkirjan voi opettajan päätöksen ja käytettävien resurssien mukaan tehdä joko tietokoneilla tai kynällä ja paperilla.

Jaetaan oppilaat 3-4 hengen ryhmiin ja jaetaan jokaiselle ryhmälle työhjeistus. Ryhmät jakavat jokaiselle jäsenelle omat roolit: työnjohtaja, sihteeri, organisoija ja visualisti. Roolien merkitystä on avattu enemmän oppilaan ohjeessa. Mikäli ryhmässä on kolme jäsentä, vastaa työnjohtaja myös visualistin roolista. Myös roolijako kirjataan työpäiväkirjaan.

Oppilaan ohjeen viimeisellä sivulla löytyy hiilivetyjen rakennekaavoja ja nimiä. Oppilaiden tulisi ensin jaotella hiilivedyt rakennekaavojen perusteella kolmeen eri ryhmään. Tarkoituksena olisi, että oppilaat tajuaisivat yhden ryhmän koostuvan vain yksinkertaisia kovalenttisia sidoksia sisältävistä hiilivedyistä, toisen ryhmän koostuvan kaksoissidoksen sisältävistä hiilivedyistä ja kolmannen ryhmän koostuvan kolmoissidoksen sisältävistä hiilivedyistä. Mikäli oppilaat eivät itse hoksaa tarkastella sidoksia, voi opettaja ohjata heitä oikeaan suuntaan.

Seuraavaksi olisi tarkoitus jaotella hiilivetyjen nimet kolmeen eri ryhmään. Alkaanit, eli -aani-päätteiset nimet olisivat yksi ryhmä, toinen ryhmä alkeenit, eli -eeni-loppuiset hiilivedyt ja kolmas ryhmä alkyynit, eli -yyni-loppuiset hiilivedyt.

Kolmannessa työvaiheessa oppilaiden tulisi etsiä tietoa hiilivedyistä käyttäen apuna oppikirjaa ja/tai internetiä. Heidän tulisi vastata työohjeen mukaisiin kysymyksiin.

Neljännessä työvaiheessa tulisi hyödyntää kolmannessa työvaiheessa etsittyä tietoa ja yhdistää ensimmäisen työvaiheen rakennekaavat toisen työvaiheen nimiin. Lisäksi tulisi jaotella hiilivedyt tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin hiilivetyihin.

Seuraavaksi oppilaiden tulisi tehdä taulukko, josta löytyy tarkasteltavien hiilivetyjen rakennekaavat ja nimet. Lisäksi heidän tulisi jättää tilaa hiilivetyjen molekyylikaavoille, jotka kirjataan ylös seuraavassa kohdassa.

Kuudennessa vaiheessa olisikin tarkoitus rakentaa molekyylihallinnussettien avulla tarkasteltavien hiilivetyjen pallo-tikku-mallit ja samalla kirjata taulukkoon hiilivetyjen molekyylikaavat. Valmiit molekyylihallinnussetit antavat automaattisesti molekyylielle oikeat sidoskulmat. Mikäli valmiiden settien sijaan käytetään esimerkiksi hammastikkuja ja muovailuvahaa, tulee opettajan huomioida, ettei oppilaiden rakentamissa malleissa sidoskulmat todennäköisesti tule oikein. Tässä voisi esimerkiksi hyödyntää molekyylien mallintamiseen tarkoitettuja sovelluksia molekyylien kolmiulotteisten muotojen tarkasteluun.

Tämän jälkeen ryhmä valitsee itselleen oman hiilivedyn. Hiilivety voi olla jokin ensimmäisen työvaiheen hiilivedyistä. Jos ryhmä keksii jonkin muun oikean hiilivedyn, kelpaa se yhtä hyvin. Ryhmä varmistaa opettajalta, ettei jokin toinen ryhmä ole jo valinnut itselleen samaa hiilivetyä. Kun hiilivety on hyväksytetty opettajalla, kirjaa ryhmä ylös oman hiilivedyn nimen, rakennekaavan ja molekyylikaavan. Omasta hiilivedystä etsitään tietoa työohjeen kysymyksien avulla.

Seuraavaksi oppilaiden tulisi keksiä pallo-tikku-mallin lisäksi jokin vaihtoehtoinen tapa mallintaa omaa hiilivetyä. Tässä kohtaa mielikuvitusta on sallittua käyttää. Muovailuvaha ja hammastikut voivat olla ”perinteisempi” tapa mallintaa molekyylejä, mutta miksei muovailuvahan tilalla voisi käyttää vaikkapa omenaa ja viinirypäleitä? Ainoa rajoite mallin ideoinnissa on se, että mallin tulisi olla oppilaiden rakennettavissa.

Viimeisessä työvaiheessa ryhmän tulisi suunnitella ja valmistaa posterit, jotka sisältävät olennaisimmat asiat hiilivedyistä, ohjeet hiilivetyjen nimeämiseen ja tietoa ryhmän omasta hiilivedystä.

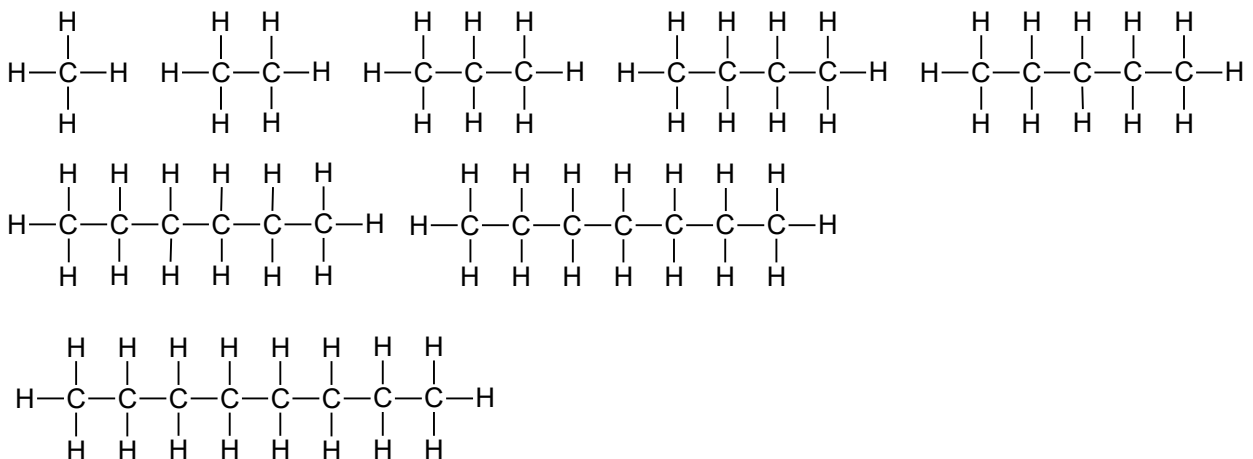
Lopuksi posterit ja omat hiilivetymallit esitellään opettajan valikoimalla tavalla. Jokainen ryhmä voi esimerkiksi esitellä omat tuotoksensa yhdessä koko luokan edessä tai voidaan järjestää esittelytilaisuus, jossa osa ryhmän jäsenistä on esittelemässä omia tuotoksia, kun toiset kiertävät katselemassa muiden töitä.

Työn jälkeen voi pyytää jokaista oppilasta kirjoittamaan oman näkemyksensä ryhmätyöskentelyn etenemisestä ja sujumisesta, jotta vain sihteerin näkemyksellä ei olisi merkitystä.

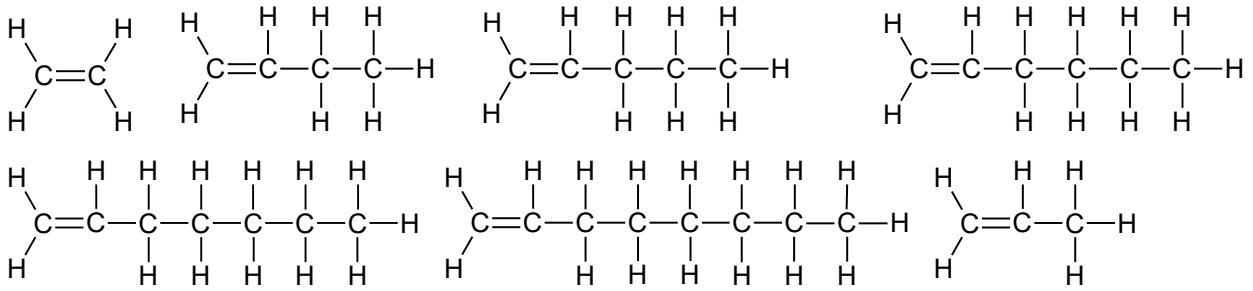
Tehtävien vastaukset

1. Jaotelkaa hiilivedyt kolmeen ryhmään niiden rakennekaavan perusteella.

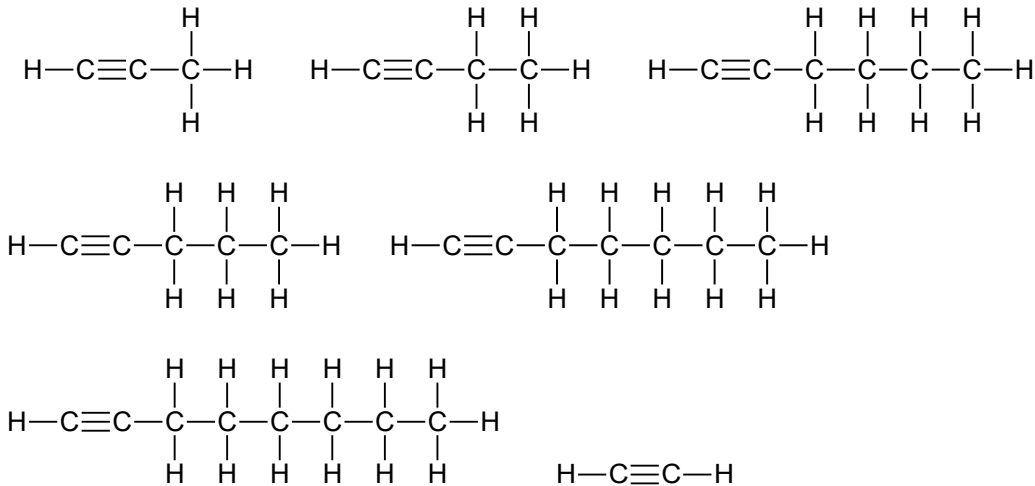
Ryhmä 1:



Ryhmä 2:



Ryhmä 3:



2. Jaotelkaa hiilivetyjen nimet kolmeen ryhmään.

Ryhmä 1: Metaani, etaani, propaani, butaani, pentaani, heksaani, heptaani ja oktaani

Ryhmä 2: Eteeni, propeeni, buteeni, penteeni, hekseeni, hepteeni ja okteeni

Ryhmä 3: Etyyni, propyyini, bentyyni, pentyyni, heksyyini, heptyyni ja oktyyni

3. Etsikää tietoa hiilivedyistä. Tietoa löytyy oppikirjasta ja netistä. Vastatkaa huolellisesti seuraaviin kysymyksiin:

a. Mikä on hiilivety? Mitä alkuaineita se sisältää? Millä kirjaimilla näitä alkuaineita merkitään?

Hiilivety on molekyyli, joka sisältää hiiltä C ja vetyä H

b. Kuinka monta sidosta nämä alkuaineet muodostavat?

Hiili muodostaa neljä sidosta ja vety yhden

c. Hiilivedyt voidaan jaotella kolmeen eri ryhmään. Mitkä kolme ryhmää nämä ovat? Miten nämä kolme ryhmää eroavat toisistaan?

Alkaanit, alkeenit ja alkyynit. Alkaaneissa hiiliatomien välillä on vain yksinkertaisia kovalenttisia sidoksia. Alkeeneissa hiiliatomien välillä on ainakin yksi kaksoissidos. Alkyyneissä taas hiiliatomien välillä on ainakin yksi kolmoissidos.

d. Mikä on yksinkertainen kovalenttinen sidos? Entä kaksoissidos ja kolmoissidos?

Yksinkertainen kovalenttinen sidos muodostuu, kun kaksi atomia luovuttavat yhden elektroninsa atomien yhteiseen käyttöön. Atomeilla on tällöin kaksi yhteistä elektronia, eli yksi yhteinen elektronipari.

Kaksoissidoksessa atomit luovuttavat yhteiskäyttöön kaksi elektronia, jolloin atomeilla on neljä yhteistä elektronia eli kaksi yhteistä elektroniparia.

Kolmoissidoksessa atomit luovuttavat yhteiskäyttöön kolme elektronia, jolloin atomeilla on kuusi yhteistä elektronia, eli kolme yhteistä elektroniparia.

e. Mikä on tyydyttynyt hiilivety? Entä tyydyttymätön hiilivety?

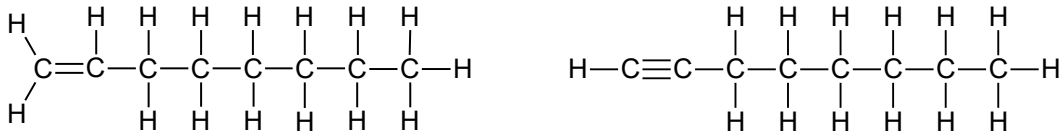
Tyydyttynyt hiilivety sisältää vain yksinkertaisia kovalenttisia sidoksia. Alkaanit ovat siis tyydyttyneitä hiilivetyjä.

Tyydyttymättömät hiilivedyt sisältävät kaksois- tai kolmoissidoksen. Alkeenit ja alkyynit ovat tyydyttymättömiä hiilivetyjä.

f. Miten hiilivedyt nimetään?

Hiilivetyjen nimen etuosa muodostuu hiilivedyn hiiliatomien mukaan, alla olevan taulukon mukaisesti. Loppuosa määräytyy sen mukaan, onko kyseessä alkaani (pääte -aani), alkeeni (-eeni) vai alkyyni (-yyini).

| Hiiliatomien lkm | Etuliite |
|------------------|----------|
| 1 | met- |
| 2 | et- |
| 3 | prop- |
| 4 | but- |
| 5 | pent- |
| 6 | heks- |



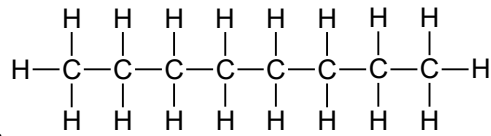
5. Tehkää taulukko, josta löytyy 1. kohdan rakennekaavat sekä niitä vastaavat nimet. Jättäkää taulukkoon tilaa myös seuraavassa kohdassa kirjattaville molekyylikaavoille.
6. Rakenna 1. kohdan hiilivetyjen pallo-tikku-mallit molekyylimallisarjan avulla, jonka saat opettajalta. Kirjatkaa 5. kohdan taulukkoon myös jokaisen hiilivedyn molekyylikaava.

| Nimi | Rakennekaava | Molekyylikaava |
|----------|---|--------------------------------|
| Metaani | $ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $ | CH ₄ |
| Etaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₂ H ₆ |
| Propani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₃ H ₈ |
| Butaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₄ H ₁₀ |
| Pentaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₅ H ₁₂ |
| Heksaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₆ H ₁₄ |
| Heptaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₇ H ₁₆ |
| Oktaani | $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ | C ₈ H ₁₈ |
| Eteeni | $ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ | C ₂ H ₄ |

| | | |
|-----------|--|---------------------------|
| Propeeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ | C_3H_6 |
| Buteeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_4H_8 |
| Penteeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_5H_{10} |
| Hekseeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_6H_{12} |
| Hepteeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_7H_{14} |
| Okteeni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & & \\ & \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_8H_{16} |
| Etyyni | $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ | C_2H_2 |
| Propyyini | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | C_3H_4 |
| Butyyini | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_4H_6 |
| Pentyyni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_5H_8 |
| Heksyyni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_6H_{10} |
| Heptyyni | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ | C_7H_{12} |

| | | |
|---------|---|--------------------------------|
| Oktyyni | $\begin{array}{cccccccc} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}- & \text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\ & & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array}$ | C ₈ H ₁₄ |
|---------|---|--------------------------------|

7. Valitkaa yksi hiilivety. Varmistakaa opettajalta, ettei toinen ryhmä ole valinnut jo samaa hiilivetyä. Kirjatkaa ylös hiilivedyn nimi, rakennekaava ja molekyylikaava.



Esim. Oktaani, C₈H₁₈,

8. Etsikää omasta hiilivedystänne tietoa seuraavien kysymysten perusteella:

a. Mihin ryhmään hiilivety kuuluu? Onko hiilivety tyydyttynyt vai tyydyttymätön?

Esim. Oktaani on alkaani, eli se on tyydyttynyt hiilivety.

b. Mistä hiilivetyä löytyy tai miten sitä valmistetaan? Missä sitä käytetään? Mitä ominaisuuksia sillä on?

Esim. Oktaania löytyy maaöljystä ja sitä käytetään bensiinissä. Se on normaali-olosuhteissa väritön, veteen liukenematon neste.

...

Eriyttäminen

Tämän projektityön aikana onnistuu sekä ylöspäin että alaspäin eriyttäminen. Ylöspäin eriyttäminen onnistuu korvaamalla osa hiilivedyistä esimerkiksi haaroittuneilla hiilivedyillä tai/ja dieneillä. Tällöin esimerkiksi nimeämiseen saadaan lisää haastetta ja vaihtelevuutta. Alaspäin eriyttäminen onnistuu vähentämällä tarkasteltavien hiilivetyjen määrää. Mukaan voisi ottaa esimerkiksi vain 1-5 hiiliatomia sisältävät hiilivedyt. Tällöin työn suoritukseen käytetty aika lyhenee, eikä ole välttämätöntä opetella nimeämään pidempiä hiilivetyketjuja.

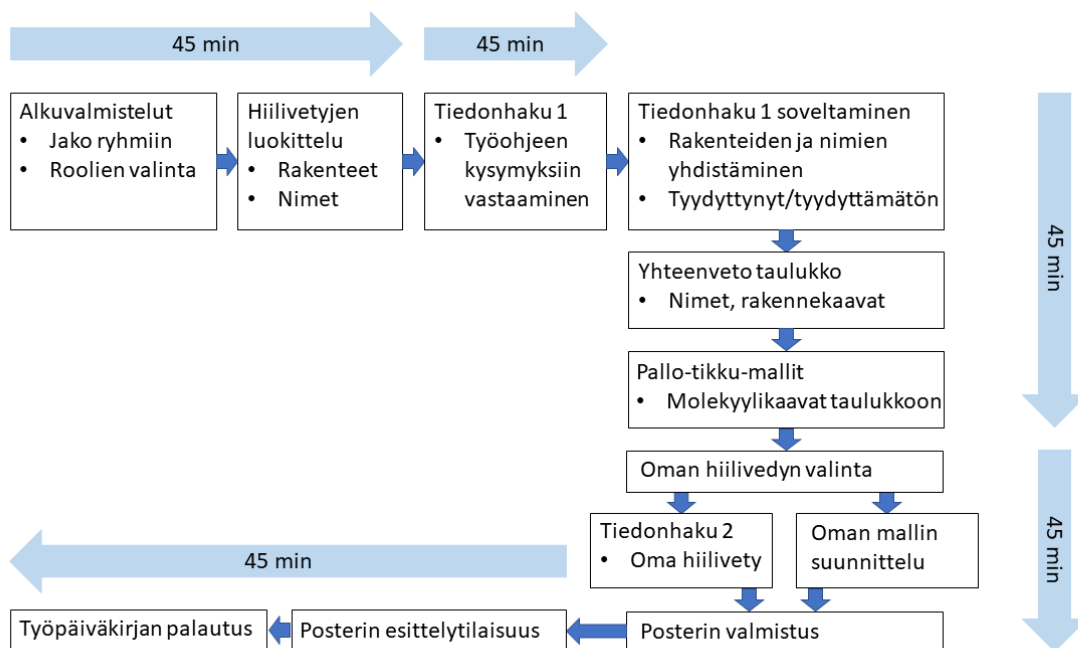
Työn liittyminen opetussuunnitelman perusteisiin

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilas nähdään aktiivisena toimijana ja oppimista tulisi tapahtua sekä itsenäisesti että ryhmän jäsenenä. Jokaisessa oppiaineessa tulisi kasvattaa laaja-alaista osaamista, eli esimerkiksi ajattelun ja oppimisen taitoja, vuorovaikutus- ja työelämätaitoja sekä tieto-

ja viestintäteknologista osaamista. Erityisesti kemiassa tulisi hyödyntää tutkimuksellista otetta luonnontieteen ja sen käsitteiden sisäistämässä. Projektityöskentely on luonteeltaan oppilaan aktiivista toimintaa ja kun sitä tehdään ryhmässä, toteutuu myös vuorovaikutus- ja työelämätaitojen harjoittelua. Luonnontieteet ovat perusluonteeltaan tutkimuksellisia aineita, ja tässäkin projektityössä tarkoituksena on kehittää oppimista itsenäisellä päättelyllä ja kirjallisella tutkimuksella. Mikäli tutkimustyössä hyödynnetään oppikirjojen lisäksi myös internetiä, on mahdollisuus kehittää myös tietoteknologia taitoja tiedonhaun yhteydessä.

Tässä projektityössä opetellaan hiilivetyjen kemiaa. Opetussuunnitelman perusteissa on mainittu hiilen yhdisteet olennaisena osana yläkoulun kemiaa, joten tämä projektityö tarjoaa mahdollisuuden käsitellä kyseinen aihealue projektityön muodossa. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan tulee tutustua aineiden koostumiseen atomeista ja hyödyntää erilaisia malleja rakenteen hahmottamisessa. Tähän työhön on sisällytetty molekyylikaavan ja rakennekaavan hyödyntämisen lisäksi pallo-tikku-mallit. Nämä kaikki kolme mallia kertovat aineiden koostumuksesta ja lisäksi rakennekaava ja pallo-tikku-mallit havainnollistavat myös aineiden rakennetta.

Aikataulukkaavio



LIITE B: PROJEKTITYÖN OPPILAAN OHJE

Hiilivetyjen kemiaa

Bensiini sisältää oktaania, omenat vapauttavat eteeniä, lääkeaineteollisuudessa käytetään heksaania ja hitsauksessa käytetään etyyniä. Näille yhdisteille yhteistä on, että ne kaikki ovat hiilivetyjä. Mitä hiilivedyt oikein ovat ja missä kaikkialla niitä voikaan hyödyntää? Näihin kysymyksiin saat vastauksen tätä projektityötä tehdessäsi.

Projektin aikana: Opit tunnistamaan alkaaneita, alkeeneita ja alkyyneitä, sekä lajittelemaan hiilivetyjä tyydyttyneihin ja tyydyttymättömiin. Opit mallintamaan hiilivetyjä eri tavoin, kuten rakennekaavan, molekyylikaavan ja pallo-tikku-mallien avulla. Etsit enemmän tietoa yhdessä ryhmäsi valitsemasta hiilivedystä. Suunnittelet, valmistelet ja esität posterin yhdessä ryhmäsi kanssa.

Ennen työskentelyn aloitusta jakakaa kullekin ryhmänne jäsenelle roolit:

- Työnjohtaja
 - lukee ryhmälle ohjeistuksen ennen työn alkamista
 - pitää huolen siitä, että työ valmistuu aikataulun mukaisesti
- Sihteeri
 - pitää työpäiväkirjaa, johon kirjataan, kauanko kuhunkin työvaiheeseen on kulunut aikaa, ja mitä kukakin ryhmän jäsen on tehnyt
- Organisoija
 - jakaa työtehtäviä tasaisesti ryhmälle (myös itselleen) ottaen huomioon jokaisen vahvuudet ja toiveet
- Visualisti
 - johtaa posterin suunnittelua
 - pitää huolen siitä, että posterit on selkeä ja ohjeistuksen mukainen

Kirjatkaa roolijako työpäiväkirjaan.

Työpäiväkirjaan tulee myös kirjata vastaukset työohjeiden mukaisiin kysymyksiin. Vastauksien kirjaaminen on **jokaisen ryhmän jäsenen vastuulla**, ei vain sihteerin.

Työohjeet

9. Jaotelkaa hiilivedyt kolmeen ryhmään niiden rakennekaavan perusteella.
10. Jaotelkaa hiilivetyjen nimet kolmeen ryhmään.
11. Etsikää tietoa hiilivedyistä. Tietoa löytyy oppikirjasta ja netistä. Vastatkaa huolellisesti seuraaviin kysymyksiin:
 - a. Mikä on hiilivety? Mitä alkuaineita se sisältää? Millä kemiallisilla merkeillä näitä alkuaineita merkitään?
 - b. Kuinka monta sidosta nämä alkuaineet muodostavat?
 - c. Hiilivedyt voidaan jaotella kolmeen eri ryhmään. Mitkä kolme ryhmää nämä ovat? Miten nämä kolme ryhmää eroavat toisistaan?
 - d. Mikä on yksinkertainen kovalenttinen sidos? Entä kaksoissidos ja kolmoissidos?
 - e. Mikä on tyydyttynyt hiilivety? Entä tyydyttymätön hiilivety?
 - f. Miten hiilivedyt nimetään?
 - g. Millainen on rakennekaava? Entä molekyylikaava? Mitä yhteistä niillä on ja mitä eroa niillä on?
12. Nimeä 1. kohdan rakennekaavat 2. kohdan nimillä. Mitkä näistä ovat tyydyttyneitä? Entä tyydyttymättömiä?
13. Tehkää taulukko, josta löytyy 1. kohdan rakennekaavat sekä niitä vastaavat nimet. Jättäkää taulukkoon tilaa myös seuraavassa kohdassa kirjattaville molekyylikaavoille.
14. Rakenna 1. kohdan hiilivetyjen pallo-tikku-mallit molekyyylimallisarjan avulla, jonka saat opettajalta. Kirjatkaa 5. kohdan taulukkoon myös jokaisen hiilivedyn molekyylikaava.
15. Valitkaa yksi hiilivety. Varmistakaa opettajalta, ettei toinen ryhmä ole valinnut jo samaa hiilivetyä. Kirjatkaa ylös hiilivedyn nimi, rakennekaava ja molekyylikaava.
16. Etsikää omasta hiilivedystänne tietoa seuraavien kysymysten perusteella:
 - a. Mihin ryhmään hiilivety kuuluu?
 - b. Mistä hiilivetyä löytyy tai miten sitä valmistetaan? Missä sitä käytetään? Mitä ominaisuuksia sillä on?
17. Keksikää jokin vaihtoehtoinen tapa mallintaa omaa hiilivetyänne molekyyylimallinnussarjan lisäksi. Rakentakaa kyseinen malli.
18. Suunnitelkaa ja valmistakaa posterit, josta löytyy teidän mielestänne olennaisimmat asiat hiilivedyistä, ohjeet hiilivetyjen nimeämiseen ja tietoa omasta hiilivedystänne.

