

Selkokiehilet kemian oppimateriaalit: tarve, toteutus ja käyttö suomalaisessa perusopetuksessa

Pro gradu- tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

10.6.2020

Essi Oinas

Tiivistelmä

Tässä pro gradu- tutkielmassa selvitettiin selkokielisten kemian oppimateriaalien käyttöä, tarvetta sekä selkokielisen kemian opetuksen toteutusta suomalaisessa perusopetuksessa. Tutkielmassa kartoitettiin kemian oppimiseen liittyviä haasteita ja selkokielisen oppimateriaalin kykyä vastata kemian opetuksen tarpeisiin. Tutkielman kirjallisessa osassa perehdyttiin erityisopetukseen, kemian erityisopetukseen ja kolmiportaiseen tukeen. Kirjallisessa osassa perehdyttiin myös selkokielen rakenteeseen, käyttäjäryhmiin ja selkokielisiin oppimateriaaleihin.

Selkokieli on suomen kielen muoto, jonka ymmärrettävyyttä on parannettu esimerkiksi käyttämällä helposti ymmärrettäviä lauseenrakenteita ja välttämällä vaikeita ammattisanaston eli erityiskielen termejä. Kemian terminologia määritellään erikoiskieleksi ja peruskoulun kemian oppikirjojen käytön tekee osaltaan hankalaksi vaikea kieli. Kemiassa oppiaineena yhdistyy vaikea kieli, matemaattisuus, abstraktien ilmiöiden mallintaminen sekä kokeellinen työskentely. Kemian oppimisen voivat tehdä oppilaalle haastavaksi esimerkiksi erilaiset oppimisvaikeudet sekä näiden yhteisvaikutus tai oppilaan kielellinen tausta. Selkokielineen oppimateriaali voi auttaa näiden oppilaiden kemian oppimista.

Pro gradu- tutkielman kokeellisessa osassa tehtiin laadullinen sisällönanalyysi, jonka avulla selvitettiin selkokielisen kemian oppikirjan ja yleiskielisen kemian oppikirjan välisiä sisältöeroja. Tämän sisällönanalyysin tueksi toteutettiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin kahta aineenopettajaa ja yhtä erityisopettajaa. Tutkimusaineisto analysoitiin aineistolähtöisenä sisällönanalyysinä.

Kirjallisuusanalyysissä kävi ilmi, että selkokielisen oppikirjan taitto ja erityisesti tehtävien ja kokeellisten töiden työhjeiden asettelu olivat selkeämpiä kuin yleiskielisessä oppikirjassa. Selkokielisen oppikirjan sisällöstä puuttuu kuitenkin ilmiöpohjaisuus ja kemian tiedon määrä on vähäistä. Kokeellisen osan haastattelututkimuksessa kävi ilmi, että oppilaiden väliset tasoerot ovat suuria ja oppilailla on ongelmia erityisesti oman toiminnan ohjauksessa. Haastateltujen opettajien mielestä saatavilla oleva kemian oppimateriaali ei vastaa kemian erityisopetuksen tarpeisiin riittävästi. Selkokielisestä oppimateriaalista puuttuu opettajien mukaan ilmiöpohjaisuus ja kemian tietoa on vähän ja se on pintapuolista.

Esipuhe

Tämä pro gradu- tutkielma aloitettiin syksyllä 2018 aineistonkeruulla ja tutkielman kirjallista osaa on työstetty tasaisesti vuonna 2019 sekä keväällä 2020. Tutkielman kirjallisen osan eri osa-alueet vaativat perehtymistä ja aiheeseen uppoutumista, mikä selittää kirjoitusprosessin kestoa. Kirjallisuuden etsimisessä hyödynnettiin JYKDOK-, ERIC- ja Google Scholar- tietokantoja. Tutkielman kokeellisen osan kirjallisuusanalyysi toteutettiin syksyn 2019 ja kevään 2020 aikana ja haastattelututkimukset toteutettiin maaliskuussa 2020.

Haluan kiittää haastattelututkimukseen osallistuneita opettajia, jotka tekivät tutkielman valmistumisesta mahdollista koronapandemiasta huolimatta. Kiitoksen ansaitsevat myös kaikki ystäväni ja tuttavani, jotka ovat jakaneet gradustressiäni ja jaksaneet olla läsnä tässä ihmeellisessä elämänvaiheessa. Haluan myös kiittää vanhempiani jatkuvasta kannustuksesta sekä erityisesti äitiäni gradun viimeistelyn mahdollistaneesta täyshoidosta ja isääni tutkielmani oikoluvusta. Erityisesti haluan kiittää ohjaajaani Jouni Välisaarta hänen loppumattomasta uskostaan tutkimusaiheeseeni, josta ei ole Suomessa tehty aikaisemmin tutkimusta. Kiitos Jouni, että valoit minuun uskoa omiin kykyihini ja et antanut minun olla liian ankara omaa tutkielmaani kohtaan.

Essi Oinas

Jyväskylässä, 10.6.2020

Sisällys	
Tiivistelmä	i
Esipuhe	ii
Sisällys	iii
1 Johdanto	1
2 Erityisopetus Suomessa	2
2.1. Inklusioperiaate	2
2.1.1. Segregaatio	2
2.1.2. Integraatio	4
2.1.3. Inkluusio	5
2.2. Luokkamuotoinen ja osa-aikainen erityisopetus	6
2.3. Erityisopetuksen syyt	8
2.3.1. Oppimisvaikeudet.....	8
2.3.1.1. Lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet.....	9
2.3.1.2. Matematiikan oppimisvaikeudet.....	9
2.3.1.3. Motorisen oppimisen vaikeudet.....	10
2.3.1.4. Käyttäytymisen vaikeudet	11
2.3.1.5. Tarkkaavaisuuteen liittyvät häiriöt	12
2.3.2. Vammaisuus	13
2.3.2.1. Aistivammat.....	15
2.3.2.2. Liikuntavammat.....	17
2.3.2.3. Kehitysvammat.....	17
2.3.2.4. Autismin kirjo.....	18
3 Kolmiportainen tuki	19
3.1. Yleinen tuki	20
3.2. Tehostettu tuki.....	21
3.3. Erityinen tuki.....	24
3.4. Tukimuodot	28
4 Selkokieli	30
4.1. Selkokielen rakenne	32
4.2. Lukutaito	35
4.3. Selkokielen käyttäjäryhmät	36
4.4. Selkokielinen oppimateriaali	37
5 Kemian oppiaineena erityisopetuksen näkökulmasta	38
5.1. Kemian erityispiirteet	39

5.2. Kemian erityisopetus	41
5.3. Kokeellisen kemian erityisopetus.....	43
5.4. Kemian erityisopetusmateriaalit	44
6 Tutkimuksen tarkoitus	46
7 Tutkimusmenetelmät	46
7.1. Kirjallisuusanalyysi	46
7.2. Puolistrukturoitu teemahaastattelu	47
8 Tutkimusaineisto	48
8.1. Kirjallisuusanalyysi	48
8.2. Puolistrukturoidut teemahaastattelu	48
9 Selkokielen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin analyysi	48
9.1. Taitto	48
9.1.1. Tekstin asettelu	48
9.1.2. Taulukot.....	51
9.1.3. Kuvaajat ja kaaviot	53
9.1.4. Kuvat ja kuvatekstit	55
9.2. Tehtäväsivut	59
9.3. Kokeelliset työt.....	64
9.4. Kemian termit.....	73
9.5. Yhteenvedo.....	80
10 Haastattelututkimus.....	82
10.1. Haastateltavien taustatiedot	82
10.2. Haastattelututkimuksen tulokset ja tulosten analyysi.....	83
10.2.1. Kemian opetuksen ja oppimisen haasteet.....	83
10.2.2. Kemian oppimateriaalit	85
10.2.3. Selkokielen Titaanin sisältö	86
11 Pohdinta	87
11.1. Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus	87
11.2. Johtopäätökset	88
11.3. Jatkotutkimuskohteita.....	92
12 Kirjallisuus	94
LIITTEET	

1. Johdanto

Tässä pro gradu- tutkielmassa selvitetään selkokielisen kemian oppimateriaalin kykyä vastata kemian erityisopetuksen tarpeisiin. Tutkimuksessa analysoidaan selkokielisen kemian oppikirjan, Titaani 1E:n,¹ ja yleisopetuksen kemian oppikirjan, Titaanin,² välisiä eroavaisuuksia sekä kerätään opettajien kokemuksia kemian erityisopetuksesta ja olemassa olevien erityisopetusmateriaalien toimivuudesta haastatteluiden avulla.

Kemian erityispiirteisiin oppiaineena kuuluu erityinen kielellinen kulttuuri ja sen monimutkaisuus, lainasanat ja termistö.³⁻⁵ Vaikean kielen lisäksi oppiaineen luonteeseen kuuluu havaittavien, konkreettisten ilmiöiden selittäminen abstrakteilla malleilla.⁶ Muun muassa edellä mainitut kemian erityispiirteet tekevät oppiaineesta haastavan ja moni oppilas tarvitsee kemian opiskeluun tukea esimerkiksi eriyttämisen ja lisäopetuksen avulla. Peruskoulun oppilaista 29,2 % kuului vuonna 2018 kolmiportaisen tuen piiriin.⁷ Suurin osa yleisen, tehostetun ja erityisen tuen tasoilla opiskelevista oppilaista suorittaa kemian opintonsa inklusiivisesti osana yleisopetuksen ryhmää,⁷ joten kemian aineenopettajien on pystyttävä vastaamaan taidoiltaan ja tarpeiltaan yksilöllisten oppilaiden opetuksesta.

Kemian sisällöllisestä haastavuudesta johtuen käytössä olevan opetusmateriaalin monipuolisuuden tarve opetuksen eriyttämisessä korostuu.⁸ Syksyyn 2019 asti peruskoulun 7.– 9. luokkien kemian oppikirjoista vain Otavan kustantamasta Avain-sarjasta oli julkaistu erityisopetukseen suunnattu oppikirja.⁹ Kyseinen oppikirjan sisältö vastaa yleisopetuksen oppikirjaa, mutta rakenteellisesti luku- ja työkirjat on yhdistetty samoihin kansiin. Kemian opetuksen apuna on voinut hyödyntää Kehitysvammaliiton¹⁰ tuottamaa Päivänselvää oppimateriaalia, mutta vasta syksyllä 2019 julkaistiin ensimmäinen selkokielinen kemian oppikirja Otavan¹¹ kustantamaan Titaani-sarjaan. Tässä tutkielmassa tutkitaan selkokielisten kemian opetusmateriaalien tarvetta, toteutusta ja toimivuutta kemian erityisopetuksen näkökulmasta.

2. Erityisopetus Suomessa

Peruskoulun tehtävänä on kodin kasvatustehtävän tukeminen.¹² Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaalle tulee tarjota riittävä ja oikea-aikainen tuki koulunkäynnin sujuvaan suorittamiseen.⁶ Suomalaisen koulutusjärjestelmän perusajatuksena on taata jokaiselle mahdollisuus kouluttautua niin pitkälle kuin mahdollista. Suomalainen peruskoulu toteuttaaakin erinomaisesti koko ikäluokan kouluttamisen.¹³ Oppilaat ja heidän tarpeensa ovat kuitenkin yksilöllisiä, joten oppimisen tuen tarpeen kartoittaminen koulutuksen alkuvaiheessa on tärkeää. Oppilaalle on siis tehtävä aikainen interventio. Erityisopetuksen tarpeen tunnistamiseksi on välttämätöntä tunnistaa normaalin ja poikkeavan raja.¹²⁻¹⁴ Koulun tehtävänä ja velvollisuutena on siis tunnistaa ja luokitella opiskelun esteet sekä järjestää opiskelun onnistumiseen tarvittava tuki ja ohjaus

Erilaisuuden ja poikkeavuuden kohtaaminen on monimutkainen ja ongelmallinen prosessi, jossa on pyrittävä esimerkiksi minimoimaan opetusjärjestelyiden leimaavuus.¹³ Myös erityisopetuksen tarpeen luokittelun terminologiaan tulee kiinnittää huomiota, mikä voi olla jopa asiantuntijoille haastavaa.¹⁴⁻¹⁵ Homogeeninen, samaan tahtiin etenevä luokka ei ole enää yleinen tilanne edes yleisopetuksessa. Opetusryhmien heterogeenisyys on lisääntynyt ja oppilasjoukon erilaisuutta voidaan pitää koko koulutoimintaa määrittävänä sääntönä.¹³

2.1. Inklusioperiaate

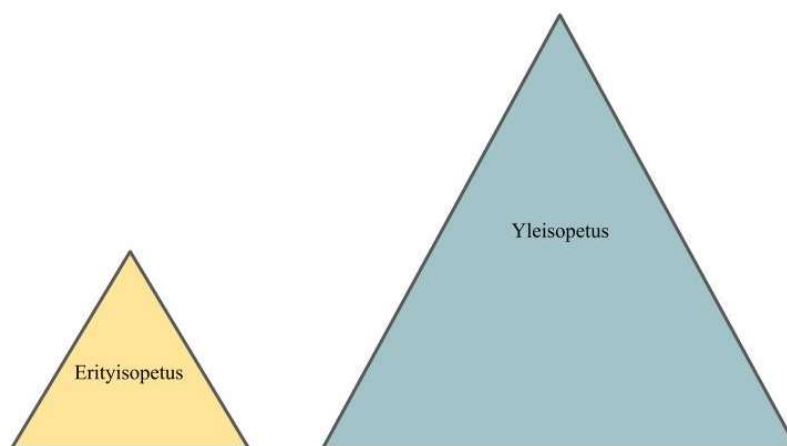
Perusopetuslain mukaan oppilaan perusopetus tulisi pyrkiä järjestämään hänen lähikoulullaan inklusiivisesti.¹⁶ Takalan mukaan jokaiselle oppilaalle tulisi tarjota hänen lähikoulullaan tukea koulunkäyntiin siinä laajuudessa, jonka hän tarvitsee.¹⁷ Opetuksen tavoitteena on siis yhtenäinen peruskoulu. Inklusio on oppilaiden väliseen tasa-arvoon tähtäävä ajattelutapa, joka pitää sisällään paljon muutakin kuin lähikouluperiaatteen. Inklusio on nykyaikaisen ja tasa-arvoisen erityisopetuksen suuntaviiva ja erillisen, jopa vanhanaikaisena pidetyn, segregaatoin vastakohta ja perillinen.¹⁷

2.1.1. Segregatio

Segregatio on suoraan englanninkielisestä termistä *segregation* käännetty termi, jolla tarkoitetaan eristämistä.¹⁷ Suomalaisen erityisopetuksen alkuaikoina opetusta alettiin järjestää eri tavoin vammaisille erillisissä kouluissa. Suomessa on pitkät perinteet kuurojen ja sokeiden

kouluttamisesta, mutta vasta vuonna 1985 voimaan tullut perusopetuslaki siirsi muun muassa kehitysvammaiset perusopetuksen piiriin.¹⁶ Tarpeiltaan erilaisten oppijoiden siirtyessä perusopetuksen piiriin esille nousi myös tarve vastata oppilaiden tarpeisiin. Ennen kolmiportaisen tuen mallin käyttöön ottoa erilliset erityisopetuksen pienluokat olivat yleisiä suomalaisissa peruskouluissa (kts luku 3). Oppilaat, joilla oli oppimiseen ja koulunkäyntiin liittyviä vaikeuksia siirrettiin lähes poikkeuksetta pois yleisopetuksen ryhmistä. Oppilaiden opetus saatettiin esimerkiksi kokea liian haastaviksi aineenopettajan työnkuvan näkökulmasta. Pienryhmätyöskentely erityisopettajan kanssa voitiin myös kokea soveltuvan erilaisille oppijoille paremmin. Oppilaan saadessa perusopetuksensa täysin erityisopetuksen pienryhmässä tai esimerkiksi erityiskoulussa, puhutaan segregaatiosta. Yleisin segregaation muoto kolmiportaisessa tuessa on kokoaikainen luokkamuotoinen erityisopetus. Segregaation hyödyllisyyttä voidaan Takalan mukaan miettiä kysymällä, tuleeko lapsen olla sopiva koululle vai koulun sopiva lapselle.¹⁷ Perusopetuslain mukaan oppilaalle tulisi tarjota hänen koulunkäyntiinsä tarvitsema tuki tämän lähikoululla.¹⁶ Joidenkin oppilaiden kohdalla erillinen, pieni luokka voi vastata hänen yksilöllisiin tarpeisiinsa kaikkein parhaiten.

Tällöin erityisopetuksen suhde yleisopetukseen on kuvan 1 mukainen.



Kuva 1. Erityisopetuksen ja yleisopetuksen suhde segregaatiossa

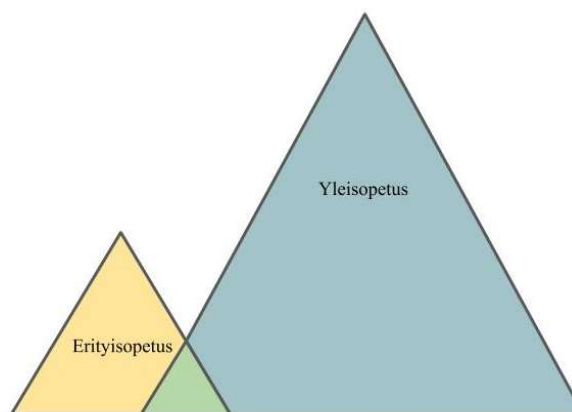
Kuvassa 1 havainnollistetaan erityisopetuksen määrää suhteutettuna yleisopetukseen. Opetusmuotojen välillä ei ole vuorovaikutusta eli oppilas, joka saa erityisopetusta ei

pääsääntöisesti opiskele yleisopetuksen ryhmässä. Vastaavasti yleisopetuksen oppilas ei ole samanaikaisesti erityisopetuksen ja yleisopetuksen piireissä. Täysin segregoidussa opetuksen toteutuksessa oppilas on koko opetuksen ajan erityisluokalla tai -koulussa. Kolmiportaisen tuen käyttöönoton jälkeen oppilaan täysi eristäminen yleisopetuksesta on kuitenkin harvinaista. Oppilas voi esimerkiksi opiskella osan ajasta segregoidusti pienryhmästä ja osan ajasta yleisopetuksen ryhmässä. Tällöin opetus toteutetaan integroidusti.

2.1.2. Integraatio

Integraatio puolestaan on suoraan englanninkielisestä termistä *integration* käännetty termi, jolla tarkoitetaan yhdistämistä.¹⁷ Perusopetuksessa yleisin muoto integraatiosta on, että erityisluokalla opiskeleva oppilas osallistuu joillain tunneilla yleisopetukseen. Oppilaan integraatio voidaan toteuttaa yhdessä tai useamassa aineessa.¹⁷ Oppilaalla voi esimerkiksi olla erityisen tuen päätös matemaattisten aineiden osalta, mutta hän voi menestyä yleisopetuksessa esimerkiksi vieraiden kielten osalta. Kolmiportaisen tuen mallissa tavoitteena on, että opetus voitaisiin toteuttaa tukitoimilla yleisopetuksessa.⁶

Kuvassa 2 havainnollistetaan erityisopetuksen ja yleisopetuksen suhdetta integraation toteutuksessa.



Kuva 2. Erityisopetuksen ja yleisopetuksen suhde integraatiossa.

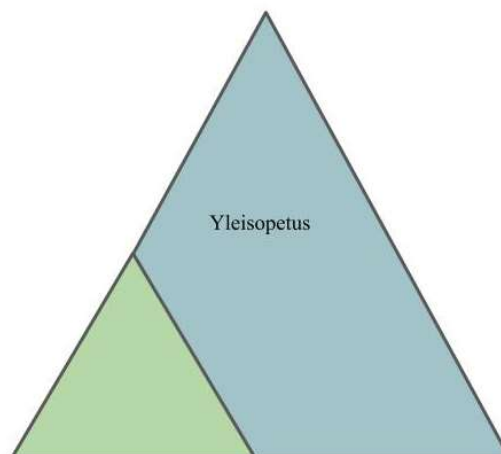
Kuvasta 2 huomataan, että erityisopetus ja yleisopetus ovat edelleen erillisiä opetuksen muotoja, mutta niillä on myös yhteinen alue, eli integroidut oppitunnit. Onnistunut integraatio

vaatii yhteistyötä esimerkiksi aineenopettajien ja erityisopettajien kesken eikä pelkkä fyysinen integraatio, eli oppilaan fyysisen oppimisympäristön muutos ole riittävä saavutus.¹⁷ Onnistuneessa integraatiossa jokainen luokan oppilas saa tarvitsemansa tuen ja oppimisympäristö tarjoaa jokaiselle oppilaalle mahdollisimman tasa-arvoiset lähtökohdat. Integraation onnistuessa täydellisesti, eli erityisopetuksen ollessa luonteva osa yleisopetusta, puhutaan inklusiosta.

2.1.3. Inklusio

Inklusio on suoraan englanninkielisestä termistä *inclusion* käännetty termi, jolla tarkoitetaan mukaan ottamista.¹⁷ Inklusiossa oppilas aloittaa koulunkäynnin lähikoulussaan ja kaikki hänen tarvitsemansa tuki tuodaan lähikoululle ja oppilaan omaan luokkaan. Inklusioperiaate on siis ongelmanratkaisumalli, jossa tuki vietään suoraan ongelman luo.¹³ Inklusio muodostuu fyysisestä, sosiaalisesta ja opetuksellisesta inklusiosta.¹⁹ Fyysisellä inklusiolla tarkoitetaan esimerkiksi opetustilojen saavutettavuutta, sosiaalisella inklusiolla tarkoitetaan esimerkiksi opetusryhmien inklusiota ja opetuksellisella inklusiolla tarkoitetaan esimerkiksi opetusmenetelmien saavutettavuutta. Inklusion toteutuessa erityisen tuen päätöksen saanut lapsi pystyy siis opiskelemaan yleisopetuksen ryhmässä niin, että hänen yksilölliset tuen tarpeensa täyttyvät. Oppilas ei tällöin saa lainkaan erillistä erityisopetusta vaan erityisopetus on luonteva osa yleisopetusta.

Inklusiota on havainnollistettu kuvassa 3.



Kuva 3. Erityisopetuksen ja yleisopetuksen suhde inklusiossa.

Kuvan 3 havainnollistamassa tilanteessa erityisopetus on yleisopetuksen osa-alue eli yleisopetus on täysin inklusiivista, kaikkien tarpeet huomioon ottavaa. Kuvassa 3 havainnollistettu tilanne on perusopetuksen tavoite, joka ei sellaisenaan vastaa perusopetuksen nykytilannetta.¹⁷ Tilastokeskuksen mukaan kokoaikaista erityisopetusta saavien oppilaiden määrä on laskussa, eli inklusioperiaate toteutuu vuosi vuodelta paremmin.⁷

Toisaalta perusopetuslain lähikouluperiaatteen on myös huomattu lisäävän segregatiota alueittain.¹⁶⁻¹⁷ Kaikilla kouluilla ei mahdollisesti ole resursseja tarjota kaikkia tuen muotoja, joita oppilas olisi erityiskoulussa saanut. Tällaisessa tilanteessa esimerkiksi käytöshäiriöiset lapset ja nuoret voidaan sijoittaa erilliseen pienryhmään, vaikka heidän opiskelunsa olisi riittävällä tuella mahdollista myös yleisopetuksen ryhmässä. Huonosti ja liian pienillä resursseilla toteutettu inklusio voi Takalan¹⁷ mukaan siis syrjäyttää ja lisätä segregatiota.

2.2 Luokkamuotoinen ja osa-aikainen erityisopetus

Suomalainen erityisopetus voidaan jakaa karkeasti kahteen osa-alueeseen, luokkamuotoiseen ja luokattomaan erityisopetukseen.^{15,20} Jos oppilaalla on vaikeuksia oppimisessa tai koulunkäynnissä, hän voi saada osa-aikaista erityisopetusta. Tällöin kyseessä on yleensä luokaton erityisopetus eli oppilas opiskelee pääasiassa yleisopetuksessa, mutta saa tarvittaessa erityisopetusta.¹⁵ Edellä mainittua opetusta kutsutaan monella eri nimellä, mutta yleisimmin käytettyjä termejä ovat laaja-alainen tai osa-aikainen erityisopetus. Osa-aikainen eli laaja-alainen erityisopetus kohdistuu työmuotona pääasiassa lieviin oppimisen vaikeuksiin ja se on mahdollista aloittaa joustavasti heti tuen tarpeen ilmetessä. Osa-aikainen erityisopetus onkin laajasti käytetty tuen muoto kaikilla kolmiportaisen tuen tasoilla.^{6,15}

Osa-aikaista erityisopetusta voidaan antaa esimerkiksi pienryhmä- ja yksilöopetuksena tai laaja-alainen erityisopettaja voi toimia yhteisopetuksessa aineenopettajan kanssa. Yksilöopetuksen syynä on usein oppilaan vaikeudet esimerkiksi lukemisessa, matematiikassa tai vieraan kielen oppimisessa. Yksilöopetus on kallis ja pahimmillaan oppilasta syrjäyttävä tuen muoto, jota pyritään käyttämään vain, jos oppilas ei suoriudu opinnoistaan muuten. Yleisempi laaja-alaisen erityisopetuksen muoto on pienryhmätyöskentely, jossa ryhmä koko on useimmiten alle kymmenen oppilasta. Pienryhmän oppilaiksi voidaan valita oppimisen haasteiltaan samankaltaisia oppilaita, jolloin tarjotut tukimuodot on mahdollista kohdentaa

tehokkaasti.¹⁵ Oppilas työskentelee pienryhmässä pääasiassa 1-2 oppituntia viikossa, mutta myös jonkun oppiaineen kaikkien tuntien opiskelu pienryhmässä on mahdollista. Kokonaisten oppiaineiden opetuksen järjestäminen pienryhmässä voi kuitenkin olla erityisopettajan aineenhallinnan näkökulmasta haasteellista.¹⁵

Yhteistyö aineenopettajien ja erityisopettajien välillä voi olla aikataulullisesti haastavaa ja pahimmassa tapauksessa oppiaineen opetus voi olla niin pirstaleista, että sisältöjen hallinta jää pintapuoliseksi. Tämä pirstaloituminen voidaan välttää esimerkiksi hyvin suunnitellulla yhteisopetuksella. Yhteisopetus on samanaikaisopetuksen muoto, jossa opetus suunnitellaan, toteutetaan ja arvioidaan yhdessä.¹⁵ Yhteisopetuksessa aineenopettaja ja erityisopettaja voivat sopia oppitunnin rooleista ja vastuualueista etukäteen ja parhaimmassa tapauksessa useampi oppilas saa tarvitsemaansa tukea kuin esimerkiksi pienryhmäopetuksessa. Erityisopettajan aineenhallinta voi toimia esteenä yhteisopettajien väliselle tasa-arvolle ja opettajien väliset erot opetustyyliissä voivat häiritä joidenkin oppilaiden työskentelyä.¹⁵ Yhteistyönä ja ajan kanssa tehty tuntien suunnittelu mahdollistaa erityisopettajan työpanoksen täyden hyödyntämisen oppilaiden hyväksi. Kiireellä ennen oppituntia sovituissa rooleissa erityisopettaja jää helposti tuntia avustavan ja yksittäisiä oppilaita tukevan avustajan rooliin. Kolmiportaisen tuen malli ja perusopetuslain määrittämä inklusioperiaate kannustavat yhteisopettajuuteen.^{6,16} Systemaattisesti toteutettuna yhteisopettajuus voisi olla toimivin kolmiportaisen tuen muodoista, mutta aihetta ei ole vielä tutkittu riittävästi.¹³

Opetussuunnitelman mukaan erityinen tuki voidaan järjestää joko yleisopetuksessa, tarpeen vaatimassa laajuudessa erityisluokalla tai muussa soveltuvassa paikassa, esimerkiksi erityiskoulussa.⁶ Oppilas voi saada erityistä tukea, jos yleinen ja tehostettu tuki eivät riitä laajuudeltaan. Kolmiportaisen tuen toteutuksesta on kerrottu tarkemmin luvussa 3. Oppilas voi myös aloittaa koulunkäynnin suoraan erityisluokalla ja siirtyä yleisopetukseen ryhmään myöhemmässä opintojen vaiheessa. Erityisluokan ryhmäkoko on perusopetuslain mukaan korkeintaan kymmenen oppilasta, pidennetyn oppivelvollisuuden ryhmässä kahdeksan oppilasta ja vaikeimmin kehitysvammaisten ryhmässä kuusi oppilasta.¹⁶ Luokkamuotoisessa erityisopetuksessa opiskelevat pääsääntöisesti oppilaat, joiden tarpeisiin vastaamiseen pieni ryhmäkoko ja jatkuva erityisopetus ovat välttämättömiä.²⁰ Erityisluokka tarjoaa oppilaalle monipuolisen ja laadukkaan oppimisympäristön, jossa oppilas saa tarpeisiinsa räätälöityä opetusta. Luokkamuotoisen erityisopetuksen on tarkoitus olla väliaikainen ratkaisu, josta

voidaan siirtyä vähitellen osa-aikaiseen erityisopetukseen ja inklusiiviseen yleisopetukseen. Erityisluokalta yleisopetuksen luokkaan siirtyminen voi kuitenkin olla oppilaalle vaikeaa. Jokaista oppilasta ei pystytä toistaiseksi tukemaan inklusiivisesti yleisopetuksen luokassa, joten luokkamuotoiselle erityisopetukselle on tarvetta.^{17,20} Tavoitteena kuitenkin on, että oppilas lähtökohtaisesti opiskelee yleisopetuksessa ja kaikki hänen tarvitsemansa tuki, esimerkiksi apuvälineet, avustaja ja eriytetty oppimateriaali, tuodaan hänen luokseen. Tuen tulisikin inklusioperiaatteen mukaan tulla oppilaan luo eikä oppilaan juosta tuen perässä.¹⁷

2.3 Erityisopetuksen syyt

Kolmiportaisen tuen malli otettiin käyttöön vuonna 2011, minkä jälkeen erityisopetusta saaneita oppilaita ei ole tilastoitu erityisopetuksen syyn mukaan.^{6,16} Erityisopetusta saavien oppilaiden joukko on erittäin heterogeeninen. Oppilaiden luokittelu erityisopetuksen antamisen syyn perusteella ei ole yksiselitteistä, mutta tehostettua ja erityistä tukea saavat oppilaat voidaan jakaa karkeasti oppilaisiin, joilla on oppimisen vaikeuksia ja oppilaisiin, joilla on oppimista vaikeuttava vamma. Oppimisvaikeudet ja vammaisuus on tässä tutkielmassa käsitelty erillisinä kokonaisuuksina, sillä vaikka oppilaalla voi olla sekä oppimisvaikeus että vamma, eivät edellä mainitut erityisopetuksen syyt muodosta yhtenäistä joukkoa.

2.3.1 Oppimisvaikeudet

Oppimisvaikeudet ovat yksi erityisopetuksen keskeisimmistä sisältöalueista. Erityisopetuksen käytännön toteutuksen näkökulmasta oppimisvaikeuksien huomioinen opetuksessa on haastavaa. Oppimisvaikeudet ovat monimuotoisia ja niiden yksiselitteinen luokittelu voi olla hankalaa.²¹⁻²³ Oppimisvaikeudet pystytään usein tunnistamaan erillisinä, mutta käytännössä oppimisvaikeudet päällekkäistyvät. Oppimisvaikeuksien päällekkäistymisellä tarkoitetaan useampien oppimisvaikeuksien diagnosointia oppilaalla, jolla on diagnosoitu oppimisvaikeus.²¹⁻²² Oppimisvaikeuksien neurobiologinen tausta selittää osaltaan oppimisvaikeuksien päällekkäistymisen, sillä kehityksen poikkeavuudet altistavat samanaikaisesti useille kehityksellisille ongelmille.²² Esimerkiksi motorisen oppimisen vaikeuden eri osa-alueet esiintyvät useammin yhdessä muiden oppimisen vaikeuksien kanssa. Esimerkiksi oppilaalla, jolla on vaikeuksia hienomotoriikassa, on todennäköisemmin matematiikan oppimisen vaikeus.²¹

2.3.1.1 Lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet

Yleisin oppimisvaikeuksista on lukemisen ja kirjoittamisen vaikeus, jota kutsutaan usein lyhyemmin lukivaikeudeksi. Lukivaikeus on taustaltaan neurobiologinen ja sen on todistettu periytyvän.²³ Lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet voivat ilmetä esimerkiksi lukemisen hitautena, virheellisyytensä tai sen työläytenä. Useimmiten lukivaikeuden taustalla vaikuttavat ongelmat kielen äännerakenteiden käsittelyssä ja asioiden nopeassa nimeämisessä. Oppilaalla voi olla ongelmia sekä kielen äännerakenteiden käsittelyssä että nopeassa nimeämisessä tai vain jommassakummassa. Sujuvaa lukemista ja luetun ymmärtämistä voi vaikeuttaa myös oppilaan työmuistin kapeus, sillä kokonaista sanaa ei synny, jos kirjaimet eivät säily työmuistissa riittävän pitkään.²²⁻²³ Lukivaikeus on Suomessa yleistä ja sen esiintyvyys on noin 7 % väestöstä. Lukivaikeus on yleisempää pojilla.²⁴

Lukeminen taitona voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, tekniseen lukemiseen ja luetun ymmärtämiseen. Teknisellä lukemisella tarkoitetaan lukemisen tarkkuutta eli esimerkiksi kirjoitusvirheiden tunnistamista ja lukemisen sujuvuutta.²² Oppilas, jolla ei ole lukemisen vaikeutta tekee lukemastaan päätelmiä, arvioi omaa lukemistaan ja hahmottaa lukemansa tekstin rakenteen. Luetun ymmärtäminen on oleellista päätelmien tekemiselle ja kyky arvioida omaa lukemista mahdollistaa vaikean asian tunnistamisen ja sen uudelleen lukemisen. Oppilaat, joilla on lukemisessa vaikeuksia muistavat tekstistä usein vain yksityiskohtia, mutta tekstin ymmärrys kokonaisuutena voi jäädä pinnalliseksi.²²⁻²³

2.3.1.2 Matematiikan oppimisvaikeudet

Matematiikka on oppiaineena monelle oppilaalle haastava ja matematiikan oppimisvaikeudet voivat ilmetä oppiaineen eri osa-alueissa. Tämän seurauksena matematiikan oppimisvaikeudesta on haastavaa tehdä yhtenäistä oppimisvaikeusmääritelmää.^{22,25} Suomessa erityisopetusta saavia oppilaita ei ole tilastoitu erityisopetuksen syyn perusteella vuoden 2010 jälkeen, mutta kansainvälisellä tasolla matematiikan oppimisvaikeus arvioidaan olevan noin 3-6 prosentilla oppilaista.²⁵ Suomessa matematiikan oppimisvaikeuksille käytetään termiä laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia.²²

Matematiikka oppiaineena on moniulotteinen taitojen rakennelma, jossa aiemmin opittu pohjustaa uuden asian oppimista.^{22,26} Oppilas, jolla on laskemiskyvyn häiriö ei usein pysty

muistamaan vuosien harjoittelunkaan jälkeen yksinkertaisten peruslaskutoimitusten, kuten yhteenlaskujen tai kertolaskujen, tuloksia ulkoa.²² Vaativammissa matematiikan tehtävissä oppilas ei siis pysty hyödyntämään tehtävää pienempiin osa-alueisiin jakavia laskustrategioita, sillä myös näiden osa-alueiden laskeminen voi olla haastavaa, hidasta ja työlästä. Suuremmilla luvuilla laskettaessa oppilas joutuu hyödyntämään useampia välivaiheita, jolloin myös todennäköisyys tehdä laskuissa virheitä kasvaa.²⁶ Oppilaalla voi myös olla vaikeuksia oppia muistamaan laskujärjestys ja käyttämään laskuvaiheita, jolloin isommilla luvuilla laskeminen esimerkiksi allekkain on haastavaa. Myös suuruusluokkien hahmottaminen voi olla oppilaalle haastavaa eli esimerkiksi kymmenjärjestelmää hyödyntävien tehtävien ja arkielämän ilmiöiden ymmärtäminen voi olla mahdotonta.^{22,25} Oppilas ei siis mahdollisesti osaa arvioida esimerkiksi etäisyyksiä, rahankäyttöä tai ajan kulumista.

Vaikeudet sujuvassa laskemisessa ovat pysyviä, mutta niiden hallintaa voidaan tukea strategiaopetuksella. Sujuvan laskutaidon saavuttamiseen vaikuttavat myös päällekkäistyvät oppimisvaikeudet ja erityisesti kieleen liittyvillä oppimisvaikeuksilla kuten lukemisen ja kirjoittamisen häiriöllä voi olla negatiivinen vaikutus matematiikan oppimiseen.^{22,25} Matematiikan oppimisvaikeuksia käsiteltäessä on myös otettava huomioon, että matematiikka oppiaineena kuormittaa oppilaan työmuistia valtavasti.²⁵⁻²⁶ Oppilaan työmuistin rajallinen kapasiteetti voi toimia pullonkaulana matematiikan oppimiselle ja oppilaan laskuissa tekemät virheet voivat johtua osittain myös työmuistin rajallisuudesta. Oppilaan täytyy jokaisessa tekemässään tehtävässä muistaa esimerkiksi tehtävän laskutapa, edeltävät välivaiheet ja ymmärtää mitä laskussa tavoitellaan.²⁶ Oppilaan työmuistin rajallisuutta voidaan opetuksessa ja koetilanteissa korvata erilaisilla apuvälineillä, esimerkiksi laskimella. Myös matematiikan oppimistilanteet voivat olla oppilaalle haastavia, sillä oppilaan tulisi pystyä kuuntelemaan, ymmärtämään kuulemansa ja soveltavamaan opittua toiminnallisesti.^{22,26}

2.3.1.3 Motorisen oppimisen vaikeudet

Motorisen oppimisen vaikeuksilla tarkoitetaan oppilaan huomattavaa vaikeutta oppia uusia motorisia taitoja. Motorisen oppimisen vaikeuksia kutsutaan myös kehitykselliseksi koordinaatiohäiriöiksi. Kehityksellisten koordinaatiohäiriöiden termiä käytetään silloin, kun ongelmat eivät selity neurologisilla syillä, kuten esimerkiksi cp-vammassa (*celebral palsy*).²² Motorisen oppimisen ongelmat ovat yleisiä, mutta ne jäävät usein muiden oppimista vaikeuttavien tekijöiden varjoon. Yhtenäisen oirekuvan muodostaminen motorisen oppimisen

vaikeuksista on haastavaa, sillä ongelmat voivat esiintyä eri laajuisina ja motoriikan eri osissa.^{21-22,27} Motoriikan eri osa-alueilla on myös todettu yhteisvaikutuksia erilaisten oppimisvaikeuksien kanssa.^{21,27} Arvioiden mukaan Suomessa noin 5-6 % kouluikäistä on motorisen oppimisen vaikeus.²²

Ongelmat motoriikassa voivat esiintyä sekä karkea- että hienomotoriikassa tai molemmissa.^{22,27} Oppilaalla, jolla on ongelmia hienomotoriikassa, on usein vaikeuksia myös matematiikan oppimisessa. Vastaavasti oppilaalla, jolla on ongelmia karkeamotoriikassa, on todennäköisemmin vaikeuksia lukemisessa ja kirjoittamisessa.²¹ Ongelmat motoriikassa ja sen oppimisessa havaitaan selkeimmin uusia taitoja opiskeltaessa ja ne näyttäytyvät esimerkiksi motorisen suorituksen hitautena tai epätarkkuutena.²² Osalla oppilaista, joilla on motorisen oppimisen vaikeus, esiintyy myös ongelmia tiedonkäsittelyssä. Tiedonkäsittelyllä tarkoitetaan motoriikan tapauksessa esimerkiksi silmien aistitiedon ja lihaksien antaman aistitiedon yhteensovittamista.^{22,27} Oppilas voi siis esimerkiksi nähdä esineen ja arvioida etäisyyden siihen onnistuneesti, mutta tiedonkäsittelyn puutteen vuoksi törmätä esineeseen. Motorisen oppimisen vaikeudet ovat moninaisia ja ongelmat voivat vaikuttaa myös muuhun oppimiseen negatiivisesti.^{21-22,27} Esimerkiksi ongelmat kynän tai muiden oppimista tukevien välineiden käytössä ovat selkeä hidaste oppimisen sujuvuudelle. Aikainen puuttuminen motorisen oppimisen vaikeuksiin voi parantaa oppilaan suoriutumista esimerkiksi lukemisen ja laskemisen osalta opintojen myöhemmässä vaiheessa.²¹ Motoristen taitojen oppiminen ja harjoittelu tulee olla systemaattista ja tarkoituksenmukaista.²² Opettajan täytyy esimerkiksi jakaa opeteltavat taidot riittävän pieniin osa-alueisiin sekä antaa palautetta rohkaisevasti ja kannustavasti. Uuden taidon oppimiseen ja vanhojen taitojen hallinnan parantamiseen tarvitaan tavallista enemmän toistoja, joten opettajan tuki oppimisessa korostuu.²²

2.3.1.4 Käyttäytymisen vaikeudet

Koulussa oppilailta odotetaan kouluun soveltuvaa käytöstä, jota monissa kouluissa ohjataan esimerkiksi järjestyssäännöillä. Opettajat arvioivat oppilaan käyttäytymistä ja käyttäytymisestä annetaan usein myös numeerinen arvio todistuksissa. Haastavan tai huonon käyttäytymisen määrittely ei ole yksiselitteistä ja aikaisemmin on puhuttu esimerkiksi pahatapaisuudesta tai ongelmakäyttäytymisestä.^{23,27-28} Oppilaan kyvyillä säädellä keskittymistä, tunteita ja reaktioita erilaisiin tilanteisiin, on suuri vaikutus oppilaan käytökseen kouluympäristössä. Edellä kuvattua säätelyä kutsutaan itsesäätelyksi. Itsesäätely voidaan määritellä kyvyksi säädellä motivaatiota,

tunteita, haluja, suorituksia, impulsseja, tarkkaavuutta ja ajatuksia.^{22,28} Noin 6-10 % kouluikäistä lapsista on käyttämisen vaikeuksia, jotka vaativat koululta erityishuomiota ja toimenpiteitä.²⁹

Kouluympäristö edellyttää oppilaalta laaja itsesäätelyä ja oppilaan kokemuksilla koulunkäynnistä on suuri vaikutus oppilaan käytökseen opintojen edetessä.²⁸ Oppilas, jolla on hyvät itsesäätelytaidot, menestyy opinnoissaan todennäköisesti paremmin kuin oppilas, jolla on itsesäätelyssä ongelmia. Opinnoissa menestyminen vaikuttaa kokemukseen koulunkäynnistä, joten kokemus on positiivisempi oppilaalla, jolla on hyvät itsesäätelytaidot. Positiiviset kokemukset oppimisesta ja koulunkäynnistä taas vaikuttavat oppilaan haastavaan käytökseen.¹⁷ Esimerkkinä haastavasta käyttäytymisestä ovat esimerkiksi uhkailu ja kiroilu. Oppilaan tunnetiloissa voi myös olla muutoksia esimerkiksi kireyttä, ärtyneisyyttä ja ahdistuneisuutta. Oppilas voi myös käyttäytyä muita oppilaita ja henkilökuntaa kohtaan aggressiivisesti esimerkiksi tönimällä, kiusaamalla tai tuhoamalla toisen omaisuutta. Aggressiivisen käytöksen tarkoituksena on useimmiten uhata ja vahingoittaa toista ihmistä. Käytöksen takana voi olla esimerkiksi opittu malli ja käytös voi ilmentää oppilaan kokemaa stressiä, pelkoa ja pahaa oloa.^{23,29}

Tunteet ja tunnepitoinen päätöksenteko vaikuttavat haastavaan käyttäytymiseen oleellisesti. Sekä positiivisia että negatiivisia tunteita tulee pyrkiä käsittelemään niin, että oma käytös ei vahingoita muita ihmisiä. Haastava käytös voi myös olla oppimisen vaikeuksien tai kommunikaatiotaitojen puutteen aiheuttamaa turhautumista.^{23,28-29} Yhtenä koulun tehtävänä on tarjota oppilaille mahdollisuuksia harjoitella sosiaalista käyttäytymistä. Hyvää ja toimivaa vuorovaikutusta voidaan harjoittaa esimerkiksi välitunneilla, ruokailussa ja pelien kautta. Pedagogiikan täytyy kuitenkin olla systemaattista ja johdonmukaista kaikissa harjoittelun vaiheissa.²³

2.3.1.5 Tarkkaavaisuuteen liittyvät häiriöt

Opetussuunnitelman mukaan oppilaita tulee rohkaista itseohjautuvuuteen.⁶ Oppilaan tulisi siis pystyä työskentelemään mahdollisimman itsenäisesti ilman opettajan aktiivista ohjausta. Itseohjautuvuuden onnistumiseen liittyy oleellisesti itsesäätelyn onnistuminen. Itsesäätely määritellään esimerkiksi kyvyksi säädellä motivaatiota, tunteita, haluja, suorituksia,

impulsseja, tarkkaavuutta ja ajatuksia.^{22,28} Ongelmat itsesäätelyssä liittyvät oleellisesti tarkkaavaisuuden ja aktiivisuuden häiriön eli ADHD:n (*attention deficit hyperactivity disorder*) määrittelyyn. ADHD:n määritelmään kuuluvat esimerkiksi laaja-alainen keskittymiskyvyttömyys, hyperaktiivisuus ja impulsiivisuus. Keskittymiskyvyttömyydellä tarkoitetaan vaikeutta kohdentaa tarkkaavaisuus olennaisiin asioihin ja pitämään tarkkaavaisuutensa niissä. Hyperaktiivisuus voidaan havaita esimerkiksi jatkuvana liikkumisena, levottomuutena tai puheena. Impulsiivisuudella tarkoitetaan harkinnan puutetta toiminnassa. Itsesäätelyn pulmat ovat moninaisia ja ne voivat ilmetä eri laajuisina. Oppimisen näkökulmasta ongelmia voivat aiheuttaa esimerkiksi alisäätelyn ongelmat, kuten uhmakkuus, impulsiivisuus ja ylivilkkaus.^{22,27} Kansainvälisten tutkimusten mukaan ADHD:n esiintyvyys on noin 7,2 % ikäluokasta.³⁰

ADHD:n voi liittyä myös kognitiivisia vaikeuksia esimerkiksi työskentelyn suunnittelussa ja toteutuksessa. Kognitiivisten vaikeuksien säätelystä käytetään usein termiä toiminnanohjauksen vaikeudet. Vaikeudet toiminnanohjauksessa voidaan havaita esimerkiksi oppilaan aloitekyvyn tai ongelmanratkaisutaitojen puutteena. Oppilaalla voi esimerkiksi olla vaikeuksia seurata tehtyä suunnitelmaa ja hän toimii mielijohteiden vallassa.^{22,27} Selkeä aikataulu, säännöllisyys ja systemaattisuus ovat tärkeitä oppilaalle, jolla on tarkkaavaisuuteen liittyvä vaikeus.²⁷

2.3.2 Vammaisuus

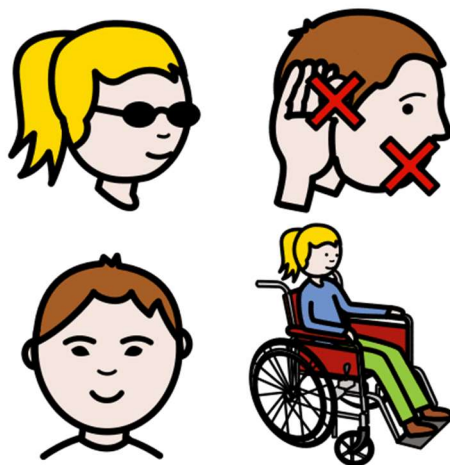
World Health Organization eli WHO määrittelee vammaisuuden kattotermiksi erilaisille vammoille, liikuntaesteille ja osallistumista rajoittaville tekijöille, jotka vaikuttavat negatiivisesti yksilön vuorovaikutukseen häntä ympäröivän yhteiskunnan kanssa.³¹ Vuonna 2016 tuli voimaan Yhdistyneiden Kansakuntien yleissopimus vammaisten henkilöiden oikeuksista. YK:n jäsenenä Suomi on sitoutunut tunnustamaan vammaisten henkilöiden oikeuden koulutukseen ja järjestämään osallistavaa koulutusta kaikilla koulutusasteilla.³² Perusopetuslain mukaisesti myös oppilaalle, jolla on oppimiseen vaikuttava vamma, tulee järjestää hänen tarvitsemansa tuki mahdollisuuksien mukaan tämän lähikoululla.^{6,16}

WHO:n mukaan maailmassa on eri arvioiden mukaan 93-150 miljoona alle 14-vuotiasta vammaista.³³ Vammaisia henkilöitä ei YK:n sopimuksen mukaan tulisi sulkea yleisen

koulutusjärjestelmän ulkopuolelle. Koulutuksen tarkoituksena on varmistaa vammaisille henkilöille heidän henkisten ja ruumiillisten kykyjensä kehittämisen mahdollisimman pitkälle.³⁴ Koulutusjärjestelmä tulee siis mahdollistaa vammaisten inklusiivinen kouluttautuminen ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen koulutuksissa. Vammaisia henkilöille tulee tarjota opiskeluun riittävästi tukea ja tarvittaessa opetusta tulee mukauttaa heidän yksilöllisten tarpeidensa mukaisesti.³²⁻³³ Opetuksessa täytyy pyrkiä mahdollisuuksien mukaan tarjoamaan vammaiselle oppilaalle välineitä yhteisön ja yhteiskunnan aktiivisena jäsenenä oloon, mikä edellyttää esimerkiksi pistekirjoituksen ja viittomakielen taitojen kehittymisen tukemista.³¹

Vammaisuus kattokäsitteenä pitää sisällään moninaisen ryhmän erilaisia oireyhtymiä, fyysisiä ja psyykkisiä poikkeavuuksia sekä näiden yhdistelmiä. Erilaisille vammaisuuden tyypeille on tyypillistä heterogeenisyys vamman laajuudessa. Esimerkiksi näkövamma voi olla lievä tai vakava, kehitysviivästymä voi olla lievä tai vakava ja autismin kirjoon kuuluva oireyhtymä voi esiintyä eriasteisena. Koulut eivät oppimisympäristöinä kuitenkaan usein ole täysin esteettömiä. Vammaisten oikeuksien sopimuksessa määrätään, että esteettömyyden ja saavutettavuuden on toteuduttava suomalaisissa peruskouluissa.³²

Kuvassa 4 on esitettyä toiminnanohjauksen tukikuva, joka kuvaa erilaisia vammaisuusryhmiä.



Kuva 4. Toiminnanohjauksen tukikuva termille toimintarajoitteet Kehitysvammaliiton Papunet-sivuston tukikuvapankin vammaisuusosiosista.³⁵

2.3.2.1 Aistivammat

Aistivammaiset oppilaat ovat heterogeeninen ryhmä sekä aistivamman laajuuden että koulunkäyntiin tarvittun tuen laajuuden mukaan. Sekä kuulovammaisuus että näkövammaisuus voivat esiintyä yksittäisinä vammoina tai yhdessä muun vamman kuten cp-vamman tai kehitysvamman kanssa.²⁹

Kuulovammaiset oppilaat voidaan jakaa vamman vakavuuden perusteella kahteen ryhmään, huonokuuloisiin ja kuuroihin. Jos kuulovamma ylittää kuulotason 85-90 dB, puhutaan kuuroudesta. Henkilö ei tällöin kuule tai ymmärrä ääniä, joiden voimakkuus on pienempää kuin 85 dB. Esimerkiksi normaalin keskustelun voimakkuus on noin 60 dB ja henkilö, jonka kuulotaso on 60-65 dB kuulee ja ymmärtää puheen noin metrin etäisyydeltä.^{29,36} Kuulovamman vaikutus kommunikaatioon riippuu sekä äänen voimakkuudesta että korkeudesta, eli äänen taajuudesta.¹⁷ Kuulovamman kuulotaso voi esimerkiksi olla 60 dB, jolloin kaikki sosiaalinen kansakäyminen on todella haastavaa tai kuulovamma voi olla vain korkeiden äänien taajuudella, jolloin joidenkin kirjaimien käyttö ja kuuleminen on haastavaa.¹⁷ Kuulovamma voi joissain tapauksissa olla niin lievä, että sen havaitseminen viivästyy ja voi vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi kielen kehitykseen. Kuulovammaisen kommunikointia ja opiskelua voidaan helpottaa esimerkiksi huonokuuloisten kohdalla käyttämällä kuulokojetta ja kuurojen kohdalla sisäkorvaistutetta.^{17,29} Huonokuuloiset käyttävät kommunikaatiossaan usein puheen ja viittomakielen yhdistelmää ja kuurot viittomakieltä.^{17,29} Oppilaan opiskelukielen ollessa viittomakieli käytetään opetuksessa yleensä tulkkia. Suuri osa kuuroista opiskelee erityisluokalla, jonka opettaja on viittomakielentaitoinen.¹⁷ Kuuro lapsi saa erityisen tuen päätöksen usein jo varhaiskasvatuksen aikana, joten tarvittavat tukitoimet voidaan aloittaa heti peruskoulun alkaessa.

Sekä kuurot että huonokuuloiset käyttävät kommunikaatiossaan huuliolukua.¹⁷ Huuliolukemisessa kuulovammaisen tulkitsee huulien asennosta sanotun äänten. Vokaalit erottuvat huulilta konsonantteja paremmin ja selkeä artikulointi helpottaa huuliolukua. Opettajan tulisi aina kuulovammaisia opettaessaan välttää selkä heihin päin puhumista. Kommunikoinnissa voidaan hyödyntää myös kirjoitettua informaatiota ja viittomakielen sormiaakkosia. Opetettavaa asia olisi myös hyvä visualisoida mahdollisuuksien mukaan.^{17,29} Kuulokojetta käyttävän oppilaan luokassa tulee pyrkiä minimoimaan ylimääräinen melu ja kaikuminen, sillä akustinen suojaus on erittäin tärkeää kuulolaitteen toimivuuden ja

käyttömukavuuden kannalta. Kuulokojetta käyttävä oppilas voi esimerkiksi kuulla kaikumisen vuoksi omiaan, jolloin oppitunnin oleellisia asioita voi jäädä kuulematta. Kuulovamma aiheuttaa oppilaalle eriasteisia kommunikaatiovaikeuksia. Kuulovammaa ei kuitenkaan määritellä oppimisvaikeudeksi.^{17,29}

Näkövammaisen oppilaan määrittely sokeaksi tai näkövammaiseksi perustuu näöntarkkuuden ja näkökentän määrittämiseen.²⁹ Näöntarkkuudella tarkoitetaan silmän kykyä erottaa yksityiskohtia eli esimerkiksi kykyä erottaa lähellä toisiaan olevat pisteet erillisiksi. Normaali näöntarkkuus on 1,0 tai parempi ja silmälaseja käyttävien näöntarkkuus ilmoitetaan taittovirheet korjattuna.³⁷ Oppilas, jonka paremman silmän silmälaseilla korjattu näöntarkkuus on 0,3 tai pienempi, määritellään näkövammaiseksi.^{29,37-38} Esimerkiksi ajokortin saamiseksi näkökyvyn on oltava 0,5. Jos oppilaan silmälaseilla korjattu näöntarkkuus on 0,05 tai pienempi hänet määritellään sokeaksi. Näkövamma voidaan määritellä näöntarkkuuden lisäksi myös näkökentän laajuuden avulla. Ihmisen normaali näkökenttä on kahdella silmällä 180 astetta ja yhdellä silmällä 160 astetta.³⁷ Oppilas voidaan määritellä sokeaksi, jos näkökenttä on kaventunut alle 20 asteeseen.³⁸

Näkövammaisten ja sokeiden oppilaiden opiskelussa on huomioitava oppilaan näkökyvyn yksilöllisyys. Näkövammaisen oppilas voi esimerkiksi pystyä lukemaan, mutta ympäristön havaitseminen ja siinä liikkuminen voi olla haastavaa.^{29,38} Luokan järjestykseen ja järjestyksen säilymiseen tulee kiinnittää huomiota sekä näkövammaisen että sokean oppilaan opetuksessa. Oppilaan istumapaikka luokassa tulee valita siten, että esimerkiksi luokan kuuluvuus ja valaistus ovat optimaalisia. Opetuksessa on hyvä käyttää konkreettisia käsitteitä ja opetuksen ydinasiat on kerrottava ääneen. Näkövamma vaikeuttaa kommunikoinnin kannalta oleellisten eleiden ja ilmeiden havainnointia, joten opettajan on syytä kiinnittää huomiota oppilaan tukemiseen esimerkiksi ryhmätöissä. Näkövammaisten kohdalla oppimateriaalit tulee muokata oppilaalle soveltuviksi esimerkiksi suurentamalla materiaalit tai tarjoamalla ne sähköisessä muodossa. Sokean oppilaan oppimateriaalit tulee tarjota joko pistekirjoituksella ja sähköisessä muodossa, kuten auditiivisinä materiaaleina.^{29,39}

2.3.2.2 Liikuntavammat

Liikuntavammat eli ortopediset häiriöt ovat synnynnäisiä tai elämän aikana esimerkiksi onnettomuudessa syntyneitä fyysiseen toimintaan vaikuttavia poikkeavuuksia.^{19,29} Liikuntavammoiksi määritellään esimerkiksi aivotoiminnan vaurioista johtuvat liikuntavammat, kuten cp-vamma (*celebral palsy*), onnettomuuksista johtuvat liikuntavammat kuten vakavat palovammat ja amputaatiot, synnynnäiset poikkeavuudet, kuten selkärankahalkio sekä sairaudet, joiden oireet näyttäytyvät fyysisinä kuten epilepsia.²⁹ Liikuntavammat ovat moninaisia ja liikuntavammaiset oppilaat ovat tarpeiltaan heterogeeninen ryhmä.^{19,29} Oppilaan tuen tarve voi olla väliaikaista kuten kirjoituskäden murtuessa tai jatkoa koko peruskoulun ajan. Liikuntavamman laajuus vaikuttaa oppilaan opetuksen eriyttämisen laajuuteen. Vamman laajuudesta riippuen oppilaan oppimäärää voidaan mukauttaa tai opetusympäristöjä voidaan muokata oppilaan tarpeisiin sopivaksi. Luokan esteettömyyttä voidaan parantaa esimerkiksi järjestämään luokan kalusteiden väliset tilat riittävän laajoiksi ja käyttämällä luokassa säädettäviä pulpetteja.²⁹ Oppilas voi hyötyä esimerkiksi erilaisista apuvälineistä, kuten tietokoneesta ja henkilökohtaisesta avustajasta.¹⁹

Liikuntavammaisella oppilaalla voi olla oppimisen vaikeuksia tai eriasteisia kehitysviivästyksiä, mutta suurimmalla osalla oppilaista ei oppimiskyvyn näkökulmasta ole tarvetta erityisopetukselle.²⁹

2.3.2.3 Kehitysvammat

Kehitysvammaisuudella tarkoitetaan neurobiologisia kehityksellisiä poikkeavuuksia, joiden seurauksena henkilöllä voi olla alhainen älykkyydosamäärä ja laaja-alaisia vaikeuksia oppia uutta ja ymmärtää oppimaansa. Kehitysvammat ilmenevät eri laajuisina ja usein puhutaan lievästä kehitysvammasta tai vaikeasta kehitysvammasta. Kehitysvammaisuus voi johtua useista eri tekijöistä ja oirekirjo on laaja.^{29,40} Kehitysvamma voi johtua esimerkiksi kromosomivirheestä, kuten Downin syndrooma tai raskauden aikana syntyneistä poikkeavuuksista, kuten FASD (*fetal alcohol spectrum disorders*) eli alkoholin aiheuttamien sikiövaurioiden kirjo.²⁹ Alhainen älykkyydosamäärä on kuitenkin selkeä kehitysvammaisuutta määrittävä oire. Henkilö, jonka älykkyydosamäärä on alle 70 määritellään kehitysvammaiseksi. Kehitysvammaisia on noin 1 % Suomen väestöstä ja alle 18-vuotiaita kehitysvammaisia on Suomessa noin 11 000.⁴⁰

Kehitysvammaisuus voidaan määritellä lääketieteen, toimintakyvyn tai sosiaalisen mallin näkökulmasta.⁴⁰ Kehitysvammaisen nuoren opetuksessa on hyvä huomioida kaikki kolme edellä mainittua mallia, sillä koulu voi ympäristönä olla kehitysvammaiselle oppilaalle joko osallistava tai passivoiva. Kehitysvammaiset oppilaat ovat taidoiltaan ja tarpeiltaan heterogeeninen oppilasryhmä ja erityisopetuksessa tulee keskittyä vastaamaan jokaisen oppilaan tarpeisiin ja vahvistamaan oppilaan taitojen ja vahvuuksien kehitystä.³¹ Oppilaan kehitysvammaisuus voi ilmetä matalan älykkyyden lisäksi poikkeavana liikkumisena ja käytöksenä. Opetussuunnitelman yhtenä tavoitteena on oppilaan oman toiminnan ohjauksen tukeminen.⁶ Kehitysvammaisen oppilaan kohdalla toimivampi termi on toimintakyky. Toimintakyky kuvaa yksilön valmiuksia selviytyä elämästä erilaisissa ympäristöissä ja se voidaan jakaa fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn.⁴⁰ Kehitysvammaisen oppilas tarvitsee inkluusivisen koulunkäynnin toteutumiseksi laaja-alaista tukea.³² Kehitysvammaisen oppilaan perusopetus suoritetaan useimmiten pidennetyin oppivelvollisuuden mukaan ja hänelle tehdään erityisen tuen päätös jo varhaiskasvatuksen aikana.^{6,16,41}

2.3.2.4 Autismin kirjo

Autismin kirjo tai autismin kirjon häiriöt, on kattokäsite neurobiologisille poikkeavuuksille, joita ovat esimerkiksi lapsuusiän autismi, Aspergerin oireyhtymä ja epätyypillinen autismi. Autismin kirjoon kuuluvia oireyhtymiä esiintyy Suomessa noin 0,46 prosentilla suomalaisista.⁴² Autismin kirjo muodostuu joukosta kehityksellisiä oireyhtymiä, joiden oireet ilmenevät samantapaisina eri syiden seurauksena. Autismin kirjon häiriöiden pääoireisiin kuuluvat poikkeavuudet ja vaikeudet sosiaalisessa kanssakäymisessä ja kommunikaatiossa sekä stereotypiat, eli rajoittuneet, toistuvat ja kaavamaiset käyttäytymispiirteet ja kiinnostuksen kohteet.⁴² Autismin kirjoon kuuluvalla oppilaalla voi olla haasteita ilmeiden, eleiden ja äänensävyjen tulkitsemisessa. Myös hienovaraiset kielelliset rakenteet kuten kielikuvat ja vitsit voivat olla autismin kirjoon kuuluvalla oppilaalla haastavia käsitellä. Monella autismin kirjoon kuuluvalla oppilaalla voi olla myös aistivammoja tai aistihäiriötä sekä liikunnan häiriöitä.^{27,42}

Oppimisen näkökulmasta autismin kirjoon kuuluvilla oppilailla on usein poikkeavuuksia kognitiivisissa kyvyissä, kuten tarkkaavaisuudessa, havainnoinnissa ja muistissa.^{27,42} Oppilas voi esimerkiksi kiinnittää huomiota yksityiskohtiin, mutta suurien kokonaisuuksien

hahmottaminen voi olla vaikeaa. Oppilas voi siis kiinnittää huomionsa esimerkiksi johonkin kertomuksen tai oppikirjaluvun yksityiskohtaan, mutta hän ei ymmärrä opiskellun asian keskeistä sisältöä. Oppilaan toiminnanohjausta voidaan tukea esimerkiksi tukikuvilla ja henkilökohtaisen avustajan ohjauksella. Autismin kirjon oireisiin kuuluvat oleellisesti vaikeudet vuorovaikutuksessa ja kommunikaatiossa.^{27,42} Oppilaalle voi siis olla haastavaa kommunikoida opettajan ja muiden oppilaiden kanssa, mikä voi tehdä yleisopetuksen luokassa työskentelyn haastavaksi. Osalla autismikirjioon kuuluvilla oppilailla on myös aistiyliherkkyyttä tai -aliherkkyttä, jolloin yleisopetuksen luokassa esiintyvät ärsykkeet tekevät opiskelusta vaikeaa.⁴² Autismin kirjioon kuuluvan lapsen opetukseen ja sen suunnitteluun kuuluu oleellisesti kasvatuksellinen kuntoutus. Oppilas voi osallistua esimerkiksi puhe- tai toimintaterapiaan.⁴² Oppilaan perusopetus pyritään järjestämään inklusiivisesti yleisopetuksen ryhmässä, jos se on tuen tarjoamisen näkökulmasta mahdollista. Monelle autismikirjioon kuuluvalla oppilaalle isot opetusryhmät ovat kuitenkin haastavia, joten usein erityisluokka on autismikirjioon kuuluvalla oppilaalle parempi oppimisympäristö.²⁷ Pienryhmässä voidaan esimerkiksi kiinnittää tarkemmin huomiota sosiaalisten tilanteiden selkeyttämiseen esimerkiksi kuvilla ja rutiineilla.⁴²

3. Kolmiportainen tuki

Perusopetuslain mukaan perusopetuksen tarkoituksena on edistää sivistystä ja tasa-arvoa yhteiskunnassa ja lisäksi tarjota koulutuksessa riittävä yhdenvertaisuus kotipaikkakunnasta riippumatta.¹⁶ Opetuksen tärkeänä tehtävänä on myös säilyttää oppilaiden oppimisympäristö ja ehkäistä syrjäytymistä.¹² Oppivelvollisuus alkaa sinä vuonna, kun lapsi täyttää seitsemän vuotta ja kestää kunnes peruskoulu on suoritettu tai sen alkamisesta on kulunut 10 vuotta. Pidentetyn oppivelvollisuuden tapauksessa oppivelvollisuus voidaan aloittaa vuotta aiemmin ja se voi kestää 11 vuotta.^{12,16} Oppivelvollisuuden aikana jokaiselle oppilaalle tulee tarjota heidän koulunkäyntiinsä tarvitsema yksilöllinen, oikea-aikainen ja riittävän laaja-alainen tuki.^{6,16,43} Oppilaalla on siis oikeus saada opetussuunnitelman mukaisen opetuksen lisäksi oppilaanohjausta ja riittävän laajaa koulunkäynnin ja oppimisen tukea.

Perusopetuslakiin tehtiin vuonna 2010 tarkennus (642/2010), jossa otettiin käyttöön kolmiportaisen tuen malli.¹⁶ Mallin mukaan tarjottavan tuen on oltava oppilaan yksilöllisten

tarpeiden mukaista ja sitä on tarjottava asteittain muuttuvasti. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa korostetaan kolmiportaisen tuen tarvetta olla suunnitelmallista, joustavaa ja jatkuvaa.⁶ Tarjottavan tuen tulee olla systemaattisesti toteutettua ja oppilaan tarpeiden mukaista.^{6,43} Eri tukimuotojen välillä siirryttäessä tulee myös noudattaa perusopetuslaissa ennalta määriteltyjä toimitapoja.¹⁶ Opetuksen säädökset ja periaatteet on kirjattu lakeihin ja asetuksiin, koska kyseessä on julkisin varoin tuotettu palvelu, jonka toimintaperiaatteina on oltava tasapuolinen kohtelu ja palveluiden turvaaminen asuinpaikasta riippumatta.¹² Tarjottavan tuen joustavuudella tarkoitetaan oppilaan oikeutta saada eriasteista tukea hänen tarpeensa muuttuessa, kuitenkin siten, että hän voi saada vain kerrallaan tukea vain yhdellä tasolla.⁴³ Riittävän laajan oppimisen ja koulunkäynnin tuen takaamiseksi oppimista ja tuen tarvetta seurataan ja arvioidaan säännöllisesti. Käytännössä oppilaalle tarjotaan ensin yleistä tukea ja mikäli se ei riitä, siirrytään tehostettuun tukeen ja jos se todetaan riittämättömäksi, siirrytään erityisen tuen piiriin.⁴³

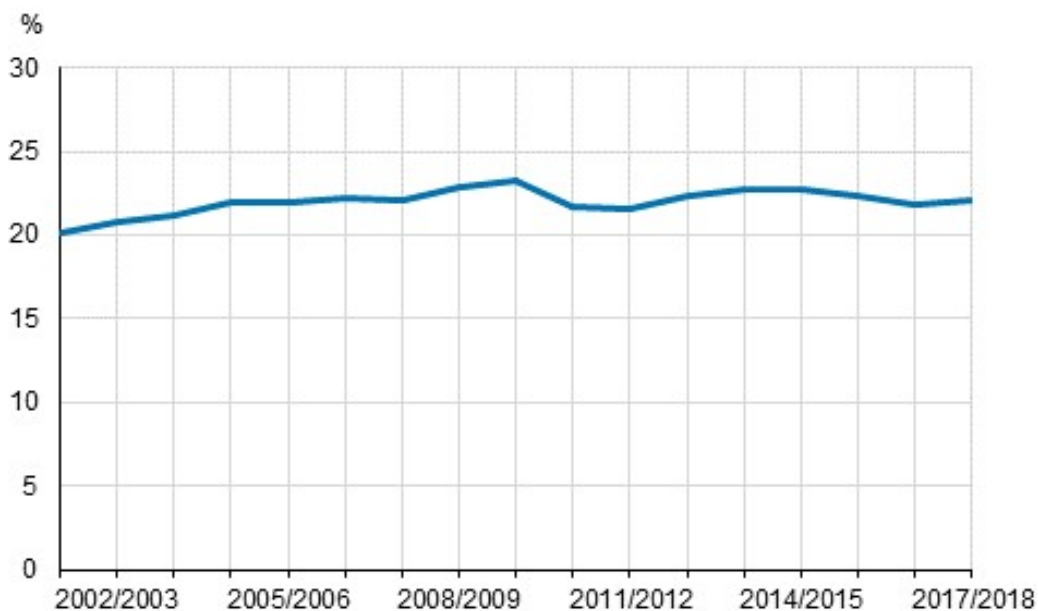
3.1 Yleinen tuki

Jokaisella oppilaalla on oikeus saada ohjausta ja tukea sujuvaan koulunkäyntiin tarvitsemansa määrä. Kolmiportaisen tuen mallissa yleisellä tuella tarkoitetaan tukea, joka on jokaisen oppilaan saatavilla ilman pedagogista arviota tai selvitystä.^{6,16,43} Yleiseen tuen tukimuotoja ovat esimerkiksi opetuksen eriyttäminen, samanaikaisopetus ja koulunkäynninohjaajan luokassa olo, tukiovetus sekä osa-aikainen erityisopetus. Jahnukaisen ym. mukaan yleisessä tuessa korostuu peruskoulun alemmilla luokilla luokanopettajan rooli opetuksen eriyttäjänä, vaikka kokonaisuutena yleinen tuki vaatii koko kouluyhteisön yhteistyötä.⁴⁴ Peruskoulun ylemmillä luokilla opetuksen tuottavat aineenopettajat eli heidän roolinsa yleisen tuen tasolla korostuu. Yleinen tuki on ensimmäinen keino, jolla pyritään vastaamaan tuen tarpeeseen ja se on usein lyhytkestoista.^{6,43} Tukea voidaan tarjota tukimuodosta riippuen esimerkiksi oppilaan lyhyen poissaolon vuoksi tai luokan yleisen opiskelurauhan ylläpitämiseksi.

Oppilaan koulunkäynnin tukemisessa ovat yleisen tuen tasolla käytössä kaikki tuen muodot lukuun ottamatta kokoaikaista erityisopetusta ja oppimäärän yksilöllistämistä. Tilastokeskuksen mukaan lukuvuonna 2017 – 2018 peruskoulua käyvistä oppilaista 122 900 eli noin 22 % sai osa-aikaista erityisopetusta. Yleisen tuen piirissä näistä oppilaista oli noin 65 200 oppilasta ja kokonaisuudessaan 29,2 % perusopetuksessa olevista oppilaista sai jonkinlaista tukea koulunkäyntiin.⁷ Yleinen tuki on helposti saatavilla olevaa ja vapaasti tarjottua

koulunkäynnin ja oppimisen tukea, jota oppilas ei välttämättä edes tiedosta saavansa, sillä osa yleisen tuen muodoista ovat luontainen osa koulunkäyntiä. Opettaja voi esimerkiksi antaa ohjeet kemian kokeelliseen työskentelyyn kirjallisena, suullisena, kuvapohjaisena ja näiden yhdistelmänä. Oppilaalle voidaan myös selittää tunnilla epäselväksi jäänyt asia tunnin lopuksi, jolloin tuki määritellään tukiopetuksiksi ja luokassa voi toimia toinen opettaja, jolloin tuki määritellään samanaikaisopetuksiksi.

Kolmiportaisen tuen tasoille kuuluvaa osa-aikaista erityisopetusta saaneiden oppilaiden prosentuaalinen osuus kaikista peruskoulun oppilaista vuosina 2001–2018 on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Osa-aikaista erityisopetusta saavien oppilaiden prosentuaalinen osuus vuosina 2002 – 2018 kaikista peruskoulun oppilaista Tilastokeskuksen mukaan.⁷

Kuvan 5 perusteella voidaan todeta, että kolmiportaisen tuen käyttöönoton jälkeen osa-aikaista erityisopetusta saavien oppilaiden osuus peruskoulun oppilaista on noussut hieman, mutta pysynyt samassa suuruusluokassa.

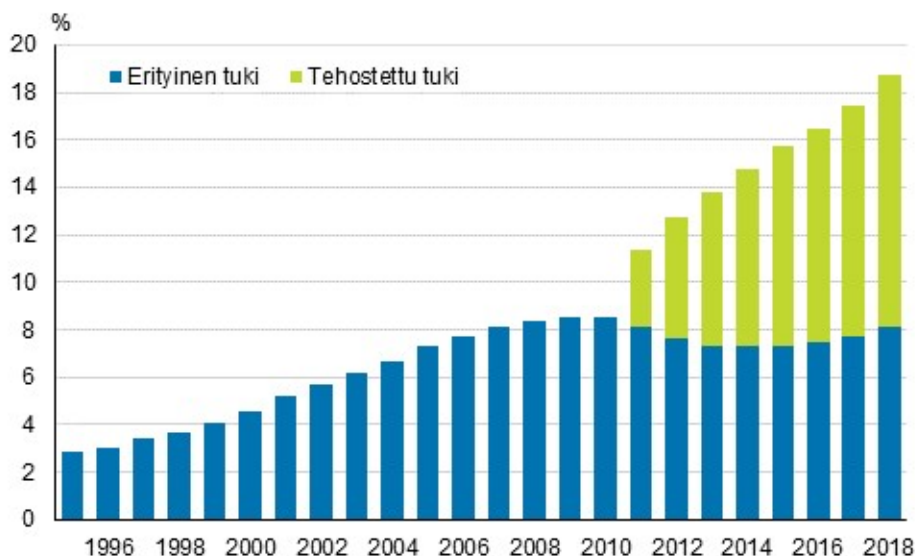
3.2 Tehostettu tuki

Perusopetuslain mukaisesti oppilaalle, joka tarvitsee säännöllistä, jatkuvaa ja monimuotoista tukea koulunkäyntiin, on tehtävä pedagoginen arvio, jonka perusteella hän on oikeutettu

saamaan tehostettua tukea.^{6,16,44} Pedagogisen arvion tekee yleensä oppilaan oman luokan opettaja tai luokanvalvoja, mutta se voidaan tehdä myös moniammatillisessa oppilashuoltoryhmässä, johon voi osallistua oppilasta opettavia aineenopettajia, erityisopettajia ja koulun johtokuntaa. Pedagogisen arvion tekemiseen ei vaadita huoltajan suostumusta, mutta yhteistyö kodin ja koulun välillä on tärkeä osa tehostetun tuen toteuttamista. Kasvatusinstituutioiden, kuten koulujen, tehtävänä on kodin kasvatustyön tukeminen, joten kodin ja koulun yhteistyön toteutumiseen tulee kiinnittää huomiota.¹² Pedagogisessa arvioissa määritellään oppilaan oppimisen ja koulunkäynnin kokonaistilanne, kuvataan oppilaan saama yleinen tuki ja arvioidaan sen toimivuutta sekä tehdään arvio siitä, millaisilla tukijärjestelyillä tehostettua tukea tulee tulevaisuudessa tarjota.^{6,44}

Tehostettua tukea saaneiden oppilaiden lukumäärässä on pieniä eroavaisuuksia maakunnittain, mutta koko maan kattavan tilastoinnin mukaan vuonna 2012 tehostettua tukea sai 5,2 % ja vuonna 2018 vastaavasti 10,6 % peruskoulun oppilaista.^{7,43} Poikien osuus tehostetun tuen saajista on suurempi molempina tilastointivuosina. Oppilasmäärään suhteutettuna vuonna 2012 pojista 6,5 % ja tytöistä 3,6 % sai tehostettua tukea.⁴³ Vuonna 2018 tehostettua tukea saaneiden tyttöjen osuus oppilasmäärästä oli noussut 7,9 prosenttiin ja vastaavasti poikien osuus oli noussut 13,3 prosenttiin.⁷

Tehostettua ja erityistä tukea saavien oppilaiden osuutta peruskoululaisista vuosina 2011 – 2018 on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6. Tehostettua ja erityistä tukea saavien oppilaiden osuus peruskoulun oppilaista vuosina 1996 – 2018 Tilastokeskuksen mukaan.⁷

Kuvasta 6 voidaan nähdä tehostetun tuen ja erityisen tuen piirissä olevien oppilaiden kokonaisuuden selvä kasvu vuosien 2011 ja 2018 välillä. Kokonaisuuden kasvu johtuu pääasiallisesti tehostettua tukea saavien oppilaiden lukumäärän kasvusta, sillä erityistä tukea saavien oppilaiden lukumäärä on pysynyt tutkimusvuosina samassa suuruusluokassa. Oppilaat, jotka ovat saaneet erityisopetusta ennen vuotta 2011 on kuvassa 6 esitetty erityisen tuen saajina.⁷

Oppilaalle tarjottavat tukimuodot ovat tehostetun tuen piirissä samat kuin yleisessä tuessa, mutta niitä tarjotaan laajemmin ja oppilaalle tehtävän henkilökohtaisen oppimissuunnitelman mukaisesti.^{6,16,44} Opetussuunnitelmaan perustuva kirjallinen oppimissuunnitelma on pedagoginen asiakirja, jossa määritellään oppilaan henkilökohtaiset oppimistavoitteet sekä hänelle tarjottavat tukimuodot ja niiden määrät. Oppimissuunnitelma voidaan jakaa opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti neljään osa-alueeseen eli oppilaskohtaisiin tavoitteisiin, pedagogisiin ratkaisuihin, tuen edellyttämään yhteistyöhön ja palveluihin sekä tuen seurantaan ja arviointiin.^{6,44} Osa-alueiden sisällöt on eritelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tehostetun tuen oppimissuunnitelman sisältö opetussuunnitelman perusteiden⁶ mukaisesti

Oppilaskohtaiset tavoitteet	oppilaan oppimiseen, koulunkäyntiin sekä työskentely- ja vuorovaikutustaitoihin liittyvät tavoitteet
	oppilaan oppimisvalmiudet, erityistarpeet sekä oppimiseen ja koulunkäyntiin liittyvät vahvuudet
	oppilaan oma näkemys tavoitteistaan ja kiinnostuksen kohteistaan
Pedagogiset ratkaisut	oppimisympäristöihin liittyvät ratkaisut
	opetukseen liittyvät ratkaisut kuten joustavat ryhmittelyt, samanaikaisopetus, opetusmenetelmät, opiskelustrategiat sekä työskentely- ja kommunikointitavat
	tukiopetus ja osa-aikainen erityisopetus
	oppilaan ohjaukseen liittyvät tavoitteet ja toimenpiteet
	opiskelun painoalueet eri oppiaineissa
Tuen edellyttämä yhteistyö ja palvelut	oppilashuollon ja muiden asiantuntijoiden antama tuki
	perusopetuslain mukaiset tulkkaus- ja avustajapalvelut, muut opetuspalvelut, apuvälineiden ja kuntoutuspalveluiden järjestäminen
	eri toimijoiden vastuunjako
Tuen seuranta ja arviointi	asetettujen tavoitteiden toteutumisen ja toimenpiteiden toimivuuden seuranta sekä arviointiajankohdat
	oppilaan ja huoltajan kanssa tehtävä arviointi oppimisen ja koulunkäynnin tilanteesta sekä oppilaan itsearviointi
	arvioinnissa käytettävät menetelmät
	oppimissuunnitelman tarkistaminen ja sen ajankohta
	oppimissuunnitelman laatineet henkilöt

Oppimissuunnitelma on pedagoginen asiakirja, joka toimii työvälineenä eri oppiaineiden opettajille ja se takaa oppilaan oikeuden saada kaikkia oppimissuunnitelmaan listattuja tukimuotoja vähintään suunnitelmassa määritellyssä laajuudessa.⁴⁴ Oppimissuunnitelmaa voidaan käyttää myös oppilaalle, joka ei kuulu tehostetun tuen piiriin. Tällöin oppilas esimerkiksi etenee opinnoissaan oman opinto-ohjelman mukaisesti, hänen opetuksensa järjestetään erityisillä opetusjärjestelyillä tai hänet on otettu joustavan perusopetuksen toimintaan.⁶ Joustava perusopetus eli JOPO on perusopetuksen toimintamuoto, jonka tavoitteena on vähentää perusopetuksen keskeyttäneiden oppilaiden määrää ja tukea heidän siirtymistään toisen asteen opintoihin.⁶ Tehostetun tuen toimivuutta arvioidaan jatkuvasti ja laaja-alaisesti. Oppilas voi tuen tarpeesta riippuen joko siirtyä takaisin kevyemmän tuen eli yleisen tuen piiriin tai siirtyä intensiivisemmän tuen eli erityisen tuen piiriin.

3.3 Erityinen tuki

Tehostetun tuen ollessa oppilaan tarpeisiin nähden riittämätöntä voidaan hänet siirtää erityisen tuen piiriin. Erityistä tukea tarjotaan niille oppilaille, joilla kasvun, kehityksen tai oppimisen tavoitteiden saavuttaminen ei ole mahdollista muuten.^{6,44} Erityisen tuen tarkoituksena on antaa oppilaalle tukea riittävässä laajuudessa oppivelvollisuuden suorittamiseksi. Perusopetuslain¹ mukaan erityinen tuki koostuu osa-aikaisesta tai kokoaikaisesta erityisopetuksesta ja kaikista muista oppilaan tarvitsemista tukimuodoista. Oppilaalla on esimerkiksi oikeus saada eri oppiaineiden tukiopetusta ja koulunkäynnin ohjausta osana erityisopetusta.³ Erityinen tuki järjestetään oppilaan etu huomioden inklusiivisesti muun opetuksen yhteydessä tai joko osittain tai kokonaan erityisluokalla ja jopa erityiskoulussa.^{6,15-17,20,44}

Erityisopetus ja oppilaan saamat muut tuen muodot muodostavat laajan ja järjestelmällisen kokonaisuuden, jota voidaan toteuttaa joko oppiaineittain tai toiminta-alueittain.⁶ Oppiaineittain toteutetussa erityisopetuksessa oppilaalla voi olla käytössä esimerkiksi mukautettu oppikirja ja opetus voi tapahtua erityisopettajan kanssa pienryhmässä. Oppilas voi siis opiskella eri oppiaineissa joko yleisen tai yksilöllistetyn oppimäärän mukaisesti.^{6,16} Erityisopetukseen liittyvillä pedagogisilla ratkaisuilla pyritään ensisijaisesti turvaamaan oppilaan oppiminen. Toiminta-alueittain toteutettua opetusta käytetään silloin, kun oppilas ei kykene opiskelemaan peruskoulun oppimäärän mukaisia sisältöjä edes yksilöllistettynä.⁶ Vuonna 2012 erityistä tukea sai 7,7 %² ja vuonna 2018 8,1 % peruskoulun oppilaista.⁷ Erityistä tukea saavien poikien osuus suhteutettuna oppilaslukumäärään oli molempina tilastointivuosina

yli kaksinkertainen tyttöihin verrattuna. Vuonna 2012 pojista 10,3 % ja tytöistä 4,8 % kävi peruskoulua erityisen tuen piirissä, kun vastaavat luvut vuonna 2018 olivat pojista 11,2 % ja tytöistä 4,9 %.^{7,43} Erityistä tukea saavien oppilaiden osuus peruskoulun oppilaista on siis noussut noin prosentin tilastointivuosien välillä, mutta samaan aikaan tehostettua tukea saavien oppilaiden määrä on kasvanut viidellä prosentilla.

Ennen erityisen tuen aloittamista oppilaan koulunkäynnin ja oppimisen tilasta on tehtävä pedagoginen selvitys.^{6,16,44} Pedagoginen selvitys koostuu kahdesta osasta. Oppilasta opettavat opettajat antavat päätöksen tekijälle kirjallisen selvityksen oppilaan taitotasosta ja oppimisen etenemisestä oppiainekohtaisesti. Toisena pedagogisen selvityksen osana käytetään tehostettua tukea varten tehtyä pedagogista arviota sekä oppimissuunnitelmaa ja moniammatillinen oppilashuoltoryhmä arvioi näiden pohjalta oppilaan erityisen tuen tarvetta.⁶ Pedagogisen selvityksen sisältö on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Erityiseen tukeen liittyvän pedagogisen selvityksen sisältö opetussuunnitelman perusteita⁶ mukaillen

Pedagogisen selvityksen sisältö	oppilaan oppimisen ja koulunkäynnin tilanne oppilaan, huoltajan sekä koulun näkökulmasta.
	oppilaan saama tuki ja arvio eri tukimuotojen toimivuudesta
	oppilaan vahvuudet ja oppimisvalmiudet sekä oppimiseen ja koulunkäyntiin liittyvät erityistarpeet
	arvio erityisen tuen tarpeesta
	arvio oppiaineiden yksilöllistämisen tarpeesta

Pedagogisen selvityksen tekemisen jälkeen erityisen tuen aloittamisesta, jatkamisesta tai lopettamisesta on tehtävä hallintolain (434/2003) mukainen kirjallinen päätös.^{6,16,45} Erityisen tuen päätöksen tekijä on useimmiten koulun rehtori tai oppilaan kotipaikkakunnan opetuksesta vastaava sivistystoimenjohtaja. Päätös pyritään tekemään yhteisymmärryksessä huoltajan kanssa, mutta erityisen tuen päätös on mahdollista tehdä myös huoltajan tahdon vastaisesti esimerkiksi sivistyslautakunnassa, kun käytetään kuntalain mukaista hallinnollista pakkoa. Erityisen tuen päätöksessä tulee käydä ilmi oppilaan pääsääntöinen opetusryhmä, mahdolliset tulkkaus- ja avustajapalvelut sekä muu mahdollinen opetuksen poikkeava järjestäminen.⁶ Erityisen tuen päätös voidaan tehdä ilman edeltävää pedagogista selvitystä tai tehostetun tuen antamista, jos oppilaan opetusta ei voida järjestää vamman, sairauden, kehityksen viivästyksen tai tunne-elämän häiriön vuoksi muilla tavoin.^{6,16}

Eriyisen tuen päätöksen teon jälkeen on sen toimeenpanemiseksi tehtävä oppilaalle henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma (HOJKS), joka pohjautuu pedagogisessa selvityksessä tuotettuun sisältöön.^{6,16} Suunnitelmassa määritellään kirjallisesti oppilaan saama erityisen tuen päätöksen mukainen opetus sekä annettavat tukitoimet kattavasti. HOJKS:sta on käytävä ilmi oppilaan oppimisen ja koulunkäynnin tavoitteet, käytettävät opetusjärjestelyt, pedagogiset menetelmät sekä oppilaat tarvitsema tuki ja ohjaus.⁶ Suunnitelma on myös tarkistettava ja muokattava oppilaan tarpeiden mukaisesti säännöllisesti ja vähintään kerran lukuvuodessa. HOJKS voidaan jakaa opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti viiteen osa-alueeseen, jotka ovat oppilaskohtaiset tavoitteet, pedagogiset ratkaisut, opetuksen järjestäminen, tuen edellyttämä yhteistyö ja palvelut sekä tuen seuranta ja palvelut.⁶ HOJKS:in sisältö on eritelty taulukossa 3.

Taulukko 3. Eriyiseen tukeen liittyvän HOJKS:in sisältö opetussuunnitelman perusteita⁶ mukaillen

Oppilaskohtaiset tavoitteet	oppilaan näkemys tavoitteistaan ja kiinnostuksen kohteistaan
	oppilaan vahvuudet, oppimisvalmiudet ja oppimiseen sekä koulunkäyntiin liittyvät erityistarpeet
	oppilaan oppimiseen, työskentelytaitoihin ja koulunkäyntiin liittyvät tavoitteet
	oppilaan kehitykseen liittyvät tavoitteet
	oppiaineet, aineryhmät ja valinnaiset opinnot sekä näiden vuosiviikkotuntimäärät
Pedagogiset ratkaisut	oppimisympäristöt
	joustavat ryhmittelyt, samanaikaisopetus, opetusmenetelmät, opiskelustrategiat sekä työskentely- ja kommunikointitavat
	oppilaalle annettava tukiopeus ja osa-aikainen erityisopetus
	opiskelun painoalueet eri oppiaineissa
	oppilaan ohjaukseen liittyvät tavoitteet ja toimenpiteet
Opetuksen järjestäminen	oppilaan opetuksen järjestäminen muun opetuksen yhteydessä ja erityisluokalla
	erityisluokassa opiskelevalle oppilaalle nimetty yhteistyöluokka
	oppilaan koulukuljetuksen järjestelyt
Tuen edellyttämä yhteistyö ja palvelut	moniammatillinen tuki ja eri toimijoiden vastuunjako
	tulkkauksen, avustajan-, apuväline- ja kuntoutuspalveluiden järjestäminen sekä eri toimijoiden vastuunjako
	yhteistyö oppilaan ja huoltajan kanssa sekä huoltajan tarjoama tuki
	oppilaan osallistumiseen aamu- ja iltapäivätoimintaan ja kuvaus toiminnan järjestämisestä
Tuen seuranta ja arviointi	HOJKS:in tavoitteiden toteutumisen seuranta, toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi sekä arviointiajankohdat
	oppilaan itsearviointi ja huoltajan kanssa tehtävä arviointi oppilaan oppimisen ja koulunkäynnin kokonaistilanteesta
	arviointimenetelmät
	HOJKS:in tarkistamisen ajankohta
	suunnitelman laatimiseen osallistuneet henkilöt

Ensisijaisesti oppilasta pyritään tukemaan opiskelussaan niin, että oppilaalla on mahdollisuus saavuttaa yleisen oppimäärän mukaiset osaamistavoitteet.⁶ Oppiainekohtaisia oppimisvaikeuksia pyritään ennaltaehkäisemään ja opetusta tukemaan perusopetuslaissa määritellyillä tuen muodoilla.¹⁶ Oppilalle voidaan määritellä jossakin oppiaineessa erityiset painoalueet, jolloin oppilas keskittyy opiskelussaan näihin painoalueisiin. Oppilaan osaamisen arviointi suhteutetaan tällöin yleiseen oppimäärään. Mikäli oppilaalla on vaikeuksia saavuttaa oppiaineen keskeiset osaamistavoitteet hänelle tarjotuista tukimuodoista huolimatta, voidaan oppiaineen oppimäärä yksilöllistää.^{6,44} Kun oppiaineen oppimäärä yksilöllistetään, määritellään oppilaan oppimisen tavoitetaso vastaamaan hänen henkilökohtaisia oppimisen edellytyksiään. Tavoitteiden tulee siis olla oppilaan saavutettavissa, mutta oppilalle riittävän haasteellisia. Yksilöllistämisen tarve on arvioitava jokaisen oppiaineen kohdalla erikseen ja uusi pedagoginen selvitys sekä erityisen tuen päätös tehdään aina kun yksilöllistettyjen oppiaineiden määrää on tarpeen lisätä tai vähentää.^{6,44}

Oppilaan yksilöllistetyn oppimäärän tavoitteet ja sisällöt johdetaan oppiaineen yleisistä tavoitteista oppilaan luokka-asteen mukaisesti, mutta myös aikaisempien luokka-asteiden tavoitteita ja sisältöjä voidaan soveltaa tarvittaessa.⁶ Oppimäärän yksilöllistäminen kuvataan HOJKS:ssa yksityiskohtaisesti ja opetus sekä arviointi toteutetaan HOJKS:iin kirjattujen tietojen perusteella. Oppilaan opiskelua tuetaan yksilöllistämisen lisäksi HOJKS:issa määritellyillä tuen muodoilla ja erilaisilla pedagogisilla järjestelyillä. Oppimäärän yksilöllistämistä pidetään ensisijaisena vaihtoehtona oppilaan oppimäärästä vapauttamiselle. Oppiaineen yleisen oppimäärän opiskelusta vapauttamiselle on oltava erityisen painavat syyt ja oppilaan vapauttamisesta on tehtävä perusopetuslain perusteella hallintopäätös. Oppimäärästä vapauttamisesta päätetään erityisen tuen päätöksessä ja päätös tehdään yhteistyössä oppilaan ja huoltajan kanssa. Huoltajalle ja oppilalle täytyy myös selvittää oppimäärän yksilöllistämisen vaikutus oppilaan mahdollisiin jatko-opintoihin. Jos oppimäärästä vapauttamisen ei ole lyhytaikaista, täytyy oppilalle myös järjestää muuta opetusta tai ohjattua toimintaa tunneilla, joiden opetuksesta hänet on vapautettu.⁶

Oppilaan oppivelvollisuutta voidaan pidentää, jos peruskoulun suorittaminen yhdeksässä vuodessa ei vammaisuuden tai sairauden vuoksi ole hänelle mahdollista. Pidentetty oppivelvollisuus voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla. Oppilaan pidennetty oppivelvollisuus voi alkaa vuotta aiemmin ja päättyä kun perusopetuksen oppimäärä on suoritettu tai kun

oppivelvollisuuden aloituksesta on kulunut 11 vuotta. Vaihtoehtoisesti esiopetusta voidaan aikaistaa vuodella, jolloin lapsi aloittaa esikoulun viiden vuoden iässä. Pidennetyn oppivelvollisuuden päätöksen saanut lapsi on oikeutettu esiopetukseen kahtena peräkkäisenä lukuvuonna, jonka jälkeen hän voi jatkaa perusopetuksessa normaalin aikataulun mukaisesti. Lapsi voi myös aloittaa esiopetuksen sinä vuonna, kun hän täyttää kuusi vuotta ja osallistua esiopetukseen kahden lukuvuoden ajan. Tällöin hän aloittaa oppivelvollisuuden vuoden myöhemmin ja aloittamista on tehtävä erillinen hallintopäätös.^{6,12,45}

Pidennetyn oppivelvollisuuden piiriin kuuluvat pääasiallisesti vaikeasti vammaiset tai sairaat lapset ja päätös oppivelvollisuuden pidentämisestä tehdään usein jo ennen oppivelvollisuuden alkamista. Tällöin lapselle laaditaan jo esiopetuksen aikana HOJKS ja tehdään erityisen tuen päätös. Varhaisen tuen tarjoamisen edellytyksenä on eri hallintokuntien ja huoltajien välinen yhteistyö. Esiopetuksen kesto tulee suunnitella lapsen tuen tarpeen kokonaistilanteen perusteella ja päätöksen lapsen esiopetukseen osallistumisesta tekee huoltaja.⁶ Oppilaan siirtyessä esiopetuksesta perusopetukseen ja perusopetuksesta toiselle asteelle on tärkeää taata erityisen tuen tukimuotojen jatkuvuus kaikilla koulutusasteilla.¹²

3.4 Tukimuodot

Kolmiportaisen tuen mallin mukaiset tukimuodot on säädetty perusopetuslaissa.^{6,16} Tilapäisesti opinnoissaan jälkeen jääneelle oppilaalle tulee tarjota ja järjestää tukiopetusta heti, kun tarve oppimisen tuelle on havaittu. Aikainen reagointi tuen tarpeeseen auttaa oppilasta pysymään opetuksen tahdissa ja tukee oppilaan oppimisinnon säilymistä. Tukiopetuksen tarpeen taustalla voi esimerkiksi olla piilevä oppimisvaikeus tai oppilaan poissaolot. Ensisijaisesti tukiopetuksen tarpeen ottaa esille opettaja, mutta tukiopetusta on tarjottava vapaasti myös oppilaan tai huoltajan ottaessa tukiopetuksen tarpeen esille. Tavoitteena on järjestää tukiopetus yhteisymmärryksessä oppilaan ja huoltajan kanssa, jolloin tieto tukiopetuksen tavoitteista ja toteutuksesta kulkee sujuvasti kaikkien osallisten välillä. Tukiopetus on tuen muoto, johon kaikilla oppilailla tulee olla mahdollisuus osallistua tarvittaessa. Tukiopetuksessa opeteltavaa asiaa pyritään lähestymään monipuolisten ja oppilaan yksilöllisiin tarpeisiin soveltuvien opetusmenetelmin.⁶

Perusopetuslain mukaan oppilas, jolla on vaikeuksia oppimisessa tai koulunkäynnissä, on oikeutettu saamaan osa-aikaista erityisopetusta.¹⁶ Oppilaalla voi esimerkiksi olla vaikeuksia koulunkäynnissä, opiskelu- ja vuorovaikutustaidoissa sekä yksittäisissä oppiaineissa. Kolmiportaisen tuen mallissa osa-aikainen erityisopetus on tukimuotona kaikilla mallin tasoilla, mutta sen rooli korostuu tehostetun tuen piirissä.⁴⁴ Oppilaalla on oikeus saada osa-aikaista erityisopetusta myös erityisen tuen ja erityisluokassa opiskelun aikana, mutta tällöin erityisopetuksen tarve, toteutus ja määrä tulee olla kirjattuna HOJKS:iin. Osa-aikainen erityisopetus toteutetaan erityisopettajan toimesta joustavasti esimerkiksi pienryhmässä, yksilöopetuksena tai samanaikaisopetuksena. Opetuksen toteutus järjestetään joustavasti osana oppilaan normaalia koulunkäyntiä ja se pyritään toteuttamaan inklusiivisesti yhteisymmärryksessä huoltajan ja oppilaan kanssa.^{6,12}

Opetuksen tukena voidaan käyttää myös erityyppisiä opetusjärjestelyjä sekä opetusvälineitä. Tällaisia tukitoimia ovat esimerkiksi tulkkauspalvelut viittomakielisillä oppilailla sekä koulunkäynnin ohjaajan toiminta yksittäisen oppilaan tukena. Apuvälineiden kohdalla tarve voi liittyä fyysisiin tarpeisiin, kuten näön ongelmiin tai oppimisen erityistarpeisiin, kuten keskittymisen häiriöihin.⁶ Apuvälineitä voivat olla esimerkiksi erilaiset tietotekniset laitteet ja sovellukset, sekä hahmottamista helpottavat välineet kuten lukuviivaimet. Taulukossa 4 on eritelty kolmiportaisen tuen malliin kuuluvat tukimuodot.

Taulukko 4. Tukimuodot kolmiportaisen tuen tasoilla opetussuunnitelman mukaan⁶

	yleinen tuki	tehostettu tuki	erityinen tuki
opetuksen eriyttäminen	•	•	•
tukiopetus	•	•	•
osa-aikainen erityisopetus	•	•	•
tulkkaus- ja avustajapalvelut	•	•	•
apuvälineet	•	•	•
oppilaan ohjaus ja oppilashuolto	•	•	•
kokoaikainen erityisopetus			•

Taulukosta 4 perusteella voidaan todeta, että tukimuodot ovat lähes samat yleisen, tehostetun ja erityisen tuen tasoilla. Poikkeuksena tästä on kokoaikainen erityisopetus, joka kuuluu tukimuotona vain erityisen tukeen. Kokoaikainen erityisopetus on tukimuotona harvinainen ja

vuonna 2018 vain 35,5 % erityisen tuen piirissä olevista peruskoulun oppilaista sai kokoaikaista erityisopetusta.⁷ Tämä tarkoittaa 2,9 % kaikista peruskoulun oppilaista.

4. Selkokieli

Suomen kieli on kieliopiltaan ja rakenteeltaan monimutkainen kokonaisuus. Suomen kielen muoto, joka on yleisesti käytössä ja jota ymmärretään kaikilla murrealueilla, kutsutaan kirjakieleksi tai yleiskieleksi. Vaikka tämä kielimuoto on suunniteltu suurelle yleisölle käytettävään viestintään, on sekin usein rakenteeltaan vaikeaselkoista.⁴⁶ Erilaisilla tieteenaloilla käytettävää ammattisanastoa kutsutaan kielentutkimuksessa erikoiskieleksi. Erikoiskielten hallinta on huomattavasti hankalampaa kuin yleiskielen ja kaikkia koskevan ymmärryksen helpottamiseksi tärkeät termit tulisi pystyä avaamaan ja selittämään yleiskielellä.⁴⁶⁻⁴⁷ Informaation jakaminen vain erikoiskielen termistöllä voi myös vaarantaa yksilön kyvyn tehdä valistuneita päätöksiä, sillä informaation ymmärryksen ehtona on erikoiskielen ymmärtäminen.⁴⁶ Kieltä, jonka rakennetta ja sisältöä on muokattu yleiskieltä helpommin ymmärrettäväksi, kutsutaan selkokieleksi. Selkokielen käytön tavoitteena on lisätä tiedon saavutettavuutta ja esteettömyyttä yhteiskunnassa.⁴⁶⁻⁴⁷

Selkokielen, yleiskielen ja erikoiskielen ominaisuuksia ja eroavaisuuksia on eritelty kuvassa 7.



Kuva 7. Selkokielen, yleiskielen ja erikoiskielen ominaisuudet Selkokeskuksen määritelmää mukailten.⁴⁸

Kuvasta 7 huomataan, että kemian oppimateriaalit, kuten oppikirjat ja kokeellisten töiden työohjeet, sijoittuvat selkokielen määritelmän näkökulmasta yleiskielen ja erikoiskielen välimaastoon. Oppilaille uudet termit selitetään esimerkiksi oppikirjan tekstissä huolellisesti, kuten yleiskieleen kuuluu, mutta oppilaan edetessä opinnoissaan hänen odotetaan jo osaavan käyttää aiemmin selitetyjä termejä, jolloin oppimateriaalilla on myös erityiskielen ominaisuuksia.

Suomen perustuslain mukaan jokaisella yhteiskunnan jäsenellä on yhdenvertainen oikeus tiedonsaantiin riippumatta yksilön ominaisuuksista. Jokaisella yhteiskunnan jäsenellä on myös oikeus maksuttomaan perusopetukseen ja muuhun itsensä sivistämiseen omien taitojensa ja tarpeidensa mukaisesti.³⁴ Selkokieltä arjessaan tarvitsevia on Suomessa arviolta 200 000-350 000, mutta suuruusluokka-arvioiden tekeminen on haastavaa, sillä selkokieli on tarpeellista monenlaisilla ryhmillä, joiden henkilömäärät ovat vain summittaisesti tiedossa.⁴⁶⁻⁴⁷ Kotimaisten kielten keskus arvioi selkokieltä tarvitsevien määrän olevan vuonna 2019 jopa 650 000-750 000.⁴⁹ Suuruusluokka-arvioissa on siis suuria, jopa satojen tuhansien käyttäjien eroja, mutta jokaisella näistä selkokielen käyttäjästä on perustuslain turvaama oikeus tiedonsaantiin ja perusopetukseen.³⁴

Kielikohtaisten selkokielen kansainvälinen vertailu on haastavaa, sillä terminologia ei ole yksiselitteistä.⁵⁰ Englannin selkokielestä käytetään usein termejä *plain english* tai *simple english*, mutta nämä termit eivät vastaa sisällöltään yksiselitteisesti esimerkiksi Suomessa käytössä olevaa selkokieltä. Myös pohjoismaiden välillä on eroja sekä selkomateriaalin tuottamisen tavoissa että terminologian kattavuudessa. Esimerkiksi Ruotsissa ovat käytössä rinnakkain termit *lättläst litteratur*, jolla tarkoitetaan selkokirjallisuutta ja *tillrättalagd litteratur*, jolla tarkoitetaan mukautettua kirjallisuutta.⁵⁰ Näistä *lättläst litteratur* on suunnattu henkilöille, joilla on huono lukutaito ja *tillrättalagd litteratur* kehitysvammaisille nuorille ja aikuisille. Kumpikaan termeistä ei siis täysin vastaa Suomessa käytössä olevaa selkokielen ja selkokirjallisuuden määritelmää. Ruotsissa edellä mainittujen materiaalien tuottamiseen saadaan valtiolta suuri tuki, mutta materiaalin tuotosta ei ole vastuussa suomalaista Selkokeskusta vastaava elin.⁵⁰

4.1 Selkokielen rakenne

Selkokieli on yleiskielestä muokattu kielen muoto, jonka tuottamisessa on huomioitu lukijoiden erityispiirteet.⁴⁶⁻⁴⁷ Yleisenä edellytyksenä selkokielen tuottamiselle on suomen kielen kieliopin noudattaminen. Kielioppia ei lähtökohtaisesti helpoteta, vaan tekstin selkeyteen vaikutetaan muin keinoin. Yleiskieleen verrattuna selkokielisessä tekstissä aiheen valinta ja rajaus korostuvat. Jo tekstiä suunniteltaessa on hyvä määritellä lukijaryhmä, jolle teksti on suunnattu ja tehdä arvio lukijaryhmän ymmärryksen tasosta.⁴⁶ Tekstitason tulee siis olla tasoltaan sopiva kohdeyleisölle, mihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi asioiden esittämisjärjestyksellä. Selkokielessä virkkeet tulee rakentaa siten, että tärkein asia on lauseen alussa ja uusi asia on lauseen lopussa. Lauseen rakenteiden tulee myös edetä loogisesti ja asia tulee pystyä esittämään ytimekkäästi.⁴⁶⁻⁴⁷ Tekstistä pitää siis karsia pois kaikki turha, kuitenkin siten, että kokonaisuus on aukoton. Yhtenäisyyden lisäämiseksi peräkkäiset lauseet tulee myös sitoa toisiinsa esimerkiksi toistolla ja vertailulla.⁴⁶ Esimerkiksi kevään 2019 eduskuntavaalien alla Selkosanomissa vaaleista kerrottiin selkokielellä⁵¹:

“Eduskuntavaaleissa valitaan käytännössä myös Suomen seuraava pääministeri. Vaalien voittaja eli puolue, joka saa eniten ääniä, on yleensä myös pääministeripuolue. Suomessa on tapana, että hallituksen muodostamista yrittää ensimmäiseksi suurimman puolueen puheenjohtaja. Hänestä tulee pääministeri.”

Edellä olevassa esimerkissä virkkeet ovat lyhyitä ja tärkein sisältö eli pääministerin valinta toistetaan peräkkäisissä lauseissa. Arkikielestä irrallisempi, itsessään selkokielineen, termi “vaalien voittaja” on selitetty puolueen menestyksen kautta ja virkkeiden sanajärjestys on suora.

Selkokielen kirjoittamisessa tulisi suosia suoraa sanajärjestystä, jossa ei käytetä useita sivulauseita ja lauseenvastikkeita. Virkkeiden ja lauseiden olisi hyvä olla lyhyitä ja yhdessä lauseessa tulisi olla vain yksi tärkeä, niin sanottu ydinasia.⁴⁶ Lauseenjäsenten osalta adjektiivit ja adverbit ovat Turusen mukaan⁴⁷ tekstin lukemista ja ymmärtämistä vaikeuttavia tekijöitä ja vastaavasti substantiivit ja verbit ovat tekstin lukemista ja ymmärtämistä helpottavia tekijöitä. Selkokielineen tekstin kirjoittamisessa tulisi välttää vaikeita sijamuotoja, kuten abessiivia ja instruktiivia, vaikeita verbin taivutusmuotoja, kuten potentiaalia ja imperatiivia sekä passiivia

ja esimerkiksi tarpeettomia kieltomuotoja.^{46,52} Substantiivit ja verbit ovat siis tekstiä helpottavia tekijöitä, mutta esimerkiksi substantiivin taivuttaminen vaikeaan sijamuotoon tai verbin esittäminen passiivissa voi tehdä tekstin ymmärtämisestä huomattavasti vaikeampaa. Yksittäisiä tekijöitä, joita tulee aina välttää selkokielisessä tekstissä ovat lyhenteet, mittayksiköt, suuret luvut ja kielikuvat.⁴⁶ Tiede-lehdessä keväällä 2019 julkaistussa artikkelissa⁵³ kerrottiin mustan aukon kuvaamisesta näin:

“Kuvassa näkyy säteily, joka syntyy, kun pöly ja kaasu kieppuvat lähes valon nopeudella M87-galaksin massiivisen mustan aukon ympäri 55 miljoonan valovuoden päässä maasta. Otos koostuu aineistosta, jota kahdeksan teleskooppia keräsi viiden huhtikuisen päivän aikana kaksi vuotta sitten. Radioteleskoopit rekisteröivät mustasta aukosta tulevan säteilyn. Kukin teleskooppi keräsi havaintoaineistoa noin yhden petatavun eli miljoonan gigatavun verran.”

Edellä olevasta lainauksesta löytyvät lähes kaikki yksittäiset tekijät, joita selkokielisessä tekstissä tulisi välttää. Tekstissä käytetään lyhennettä M87, jonka merkitys on asiasta tietämättömälle vaikeasti ymmärrettävä. Luonnontieteille ominaiset, erikoiskieleksi määriteltävät termit kuten säteily, valon nopeus, galaksi ja valovuosi vaikeuttavat tekstin ymmärrystä entisestään ja selkokielisessä tekstissä ne pitäisi avata yleiskielelle. Suuruusluokat peta ja giga ovat myös kiellettyjen listalla ja sanavalinnoista esimerkiksi verbi kieppua ja adjektiivi massiivinen ovat selkokielen näkökulmasta monimutkaisia. Myös tulla-verbin taivutus muotoon tulevan ei täytä selkokielen määritelmää. Virke itsessään on pitkä ja lauserakenteet eivät ole suoria ja selkeitä. Selkouutisissa⁵⁴ saman mustan aukon kuvaamisesta kerrottiin näin.:

“Tähtitieteilijät ovat ensimmäistä kertaa onnistuneet kuvaamaan avaruuden mustan aukon.

Kuva syntyi kansainvälisen tutkijaryhmän yhteistyönä. Siihen tarvittiin kahdeksan radioteleskooppia eri puolilla maapalloa. Havainnot tehtiin 2 vuotta sitten. Sen jälkeen ne on koottu yhdeksi kuvaksi.

Kuvassa näkyy musta aukko, joka sijaitsee M87-galaksissa. Se on noin 55 miljoonan valovuoden päässä Maasta.”

Vertailemalla lainauksia Tiede-lehdestä⁵³ ja selkouutisista⁵⁴ suurimmat erot huomataan tekstien jaottelussa ja annettavan informaation asettelussa. Selkouutisissa käytettävät virkkeet ovat lyhyitä ja niiden sanajärjestys on suora toisin kuin Tiede-lehdessä, jossa yhdessä virkkeessä on useampia sivulauseita. Tiede-lehdessä kuvataan mustaa aukkoa ja sen kuvaamista ilmiönä luonnontieteellisten termien kautta ja selkouutisissa erikoiskielisiä termejä on käytetty huomattavasti vähemmän. Tiede-lehden uutisessa erikoiskielen termejä ei selitetty, jolloin uutinen ei täytä yleiskielen määritelmää. Selkouutisten tekstissä mustan aukon kuvaaminen on esitelty yleisenä tapahtumana ja jokaisessa virkkeessä tehdyt asiat on sidottu tekijään esimerkiksi tähtitieteilijät ensimmäisessä virkkeessä. Selkouutisissa ei ole selitetty harvinaisempia sanoja kuten radioteleskooppi, galaksi ja valovuosi, kuten selkokielisen tekstin kirjoitusohjeissa ohjeistetaan.⁴⁶ Verrattuna Tiede-lehden tekstiin näitä sanoja on kuitenkin huomattavasti vähemmän ja esimerkiksi radioteleskooppien tapauksessa aineiston suuruusluokkia petaa ja gigaa ei käytetä.

Sanaston tasolla on suuri merkitys selkokielisen tekstin ymmärrettävyyteen. Sanojen ollessa tuttuja, voidaan niiden olettaa olevan helpommin ymmärrettäviä. Tutuilla sanoilla tarkoitetaan usein lyhyitä, historialtaan vanhoja sanoja, jotka eivät ole monimerkityksellisiä.⁴⁶⁻⁴⁷ Sanojen pituus ei yksiselitteisesti vaikuta sanan ymmärrettävyyteen, mutta pituudella on vaikutus mekaaniseen luettavuuteen. Luettavuudella tarkoitetaan tekstin lukemisen ja ymmärryksen helppoutta.⁴⁷ Erikoiskielen termejä, abstrakteja ilmaisuja sekä kielikuvia tulisi välttää tekstiä kirjoitettaessa, sillä Turusen mukaan⁴⁷ tuttuja sanoja ja konkreettisia esimerkkejä käyttävän tekstin ymmärtäminen on selkokieltä tarvitsevalle henkilölle huomattavasti helpompaa. Kaikki käytettävät käsitteet tulisi selittää yksinkertaisilla, jokapäiväisillä termeillä. Esimerkiksi termi kansalaisopisto selitettäisiin selkokielellä:

“Kansalaisopisto on koulu, jossa on erilaisia kursseja.”

Selkokielisessä tekstissä havainnollisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ymmärryksen kannalta oleelliset termit ja ilmiöt tulee selittää konkreettisilla esimerkeillä ja ne täytyy kiinnittää tekstissä aikaan ja paikkaan.⁴⁶ Turusen mukaan⁴⁷ konkreettiset virkkeet varastoituvat

lyhytaikaiseen muistiin kuvina ja abstraktit virkkeet sanallisesti. Tämän seurauksena sisällöltään abstraktin virkkeen käsittely on muistille huomattavasti rasittavampaa kuin sisällöltään konkreettisen virkkeen.

4.2 Lukutaito

Suomen kieli on kieliopillisesta monimutkaisuudestaan huolimatta foneettinen eli se on kirjoitus- ja äännejärjestelmiltään johdonmukainen, mikä tarkoittaa, että jokainen sana kirjoitetaan, kuten se äännetään.^{46,55} Jokainen lapsi on oppimisessaan ainutlaatuinen yksilö, mutta edellä mainitun suomen kielen johdonmukaisuuden seurauksena suurin osa suomalaisista lapsista oppii lukemaan viimeistään toisen luokan loppuun mennessä. Lukemaan oppimisen taustalla vaikuttaa useita tekijöitä, joita nimitetään laaja-alaisesti yleisiksi oppimisvalmiuksiksi. Lukutaidon oppimiseen vaikuttaa esimerkiksi se, kuinka hyvin lapsi pystyy keskittymään uuden oppimiseen. Ennen kuin lukemaan oppiminen on mahdollista, täytyy lapsen myös ymmärtää yhteys puhutun ja kirjoitetun kielen välillä.⁵⁵ Lukemaan oppimisen jälkeen osaamiserot kuitenkin kasvavat nopeasti sukupuolien välillä ja tutkimusten mukaan pojat oppivat lukemaan hitaammin kuin tytöt.⁴⁶

Elinikäisen oppimisen näkökulmasta lukutaito on avaintaito, jota tarvitaan oleellisesti sekä työssä että arjessa. Yhteiskunnan näkökulmasta lukutaito kuvaa kansalaisen koulutettavuutta ja siten työllistettävyyttä.⁴⁶ Lukutaito on edellytyksenä opinnoissa etenemiselle ja koulutustason nousulla on havaittu olevan yhteys työllistymisasteen todennäköisyyden nousuun.⁵⁶ Heikko lukutaito voi siis osaltaan kasvattaa syrjäytymisriskiä elämän kaikilla osa-alueilla ja lisätä työttömyyden riskiä. Malinin mukaan⁵⁷ noin viidesosalla nuorista on lukutaidossa puutteita, joilla on vaikutuksia jatko-opinnoissa menestymiseen. Vastaavasti aikuisista noin kolmasosaa voidaan pitää teknisesti lukutaitoisena, mutta heidän lukutaidon tasoaan tietoyhteiskunnan kannalta riittämättömänä. Perustuslain mukaan jokaiselle Suomen kansalaiselle tulee taata tiedonsaanti.³⁴ Lukutaidon puute voi estää tiedonsaannin ja saatavilla olevan selkomateriaalin vähyys voi rikkoa selkomateriaalia tarvitsevien perustuslaillista oikeutta tiedonsaantiin.

Lukutaidolla tarkoitetaan yleisesti henkilön kykyä ymmärtää ja tulkita kirjoitettua kieltä.^{46-47,55} Lukutaitoa arvioidaan usein lukemisen sujuvuudella, jolla yleisen määritelmän mukaan tarkoitetaan virheetöntä, kohtuullisen nopeaa ja ääneen luettuna eläväistä lukemista.^{22,55}

Lukemisen ollessa sujuvaa voidaan siirtyä lukemaan oppimisesta lukemalla oppimiseen, mikä mahdollistaa tiedon hankinnan lukemisen välityksellä. Virtasen mukaan harjaantunut lukija ei lue kirjain kerrallaan vaan käyttää lukemisessaan fiksaatiopisteitä.⁴⁶ Fiksaatiopisteellä tarkoitetaan kirjoitetun tekstin kohtaa, johon lukijan katse sivulla kohdistuu. Harjaantuneella lukijalla fiksaatiopisteitä on vähemmän, eli hänen fiksaatiopisteensä sisältää useampia sanoja. Tällöin lukeminen on nopeampaa. Selkokieltä käyttävällä lukijalla fiksaatiopiste on noin 0,5 sanan välein, mikä vaikuttaa lukemisen sujuvuuteen huomattavasti.⁵⁵ Koodausyksiköllä taas tarkoitetaan Turusen mukaan tekstin osaa, jonka lukija voi ottaa lyhytkestoisen muistin käsittelyyn kerralla.⁴⁷ Esimerkiksi lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksista kärsivällä henkilöllä koodausyksikkö voi olla todella lyhyt, mikä vaikeuttaa lukemisen sujuvuutta ja hidastaa luetun ymmärrystä huomattavasti.²² Keskimääräistä huonomman lukutaidon taustalla vaikuttavia tekijöitä voivat esimerkiksi olla oppimisvaikeus, kehitysvamma tai kieleen ja kulttuuriin liittyviä tekijöitä.⁴⁶⁻⁴⁷

4.3 Selkokielen käyttäjäryhmät

Selkokieli on määritelmältään suomen kielen muoto, joka on mukautettu yleiskieltä luettavammaksi ja ymmärrettävämmäksi. Tämä on toteutettu esimerkiksi sanavalinnoilla ja lauseen rakenteita selkeyttämällä. Selkokielen käyttäjiin kuuluu laaja kirjo erilaisia ihmisryhmiä, mutta Virtasen mukaan⁴⁶ yleisenä määritelmänä voidaan pitää ihmisiä, joilla on vaikeuksia lukea tai ymmärtää yleiskieltä. Selkokielen tarve voi johtua useista eri syistä sekä näiden syiden yhteisvaikutuksesta. Näiden selkokielen tarpeen syiden päällekkäistymisestä johtuen selkokieltä tarvitsevien henkilöiden ryhmittely yksiselitteisesti on haastavaa. Virtasen mukaan⁴⁶ ryhmiin jaottelussa on otettava huomioon, että vain pieni osa jokaiseen ryhmään määriteltävistä ihmisistä hyötyy selkokielestä. Esimerkiksi kouluikäisten lasten ja nuorten tapauksessa selkokielen tarve on selkeä erityisopetusta saavien oppilaiden keskuudessa, mutta erilaisten oppimisvaikeuksien yms. taustalla voi olla useita syitä, jolloin selkokielen tarpeen syitä ei voida pitää yksiselitteisinä. Kolmiportaisen tuen mallissa on määritelty selkeästi syyt, joiden perusteella oppilas voi siirtyä tehostetun tuen tai erityisen tuen tasoille. Osalla näistä oppilaista selkokielen tarve on ilmeinen, esimerkiksi tarkkaavaisuuden häiriöt tai Aspergerin oireyhtymään liittyvät oppimisvaikeudet, jolloin selkokielen tarpeen voidaan olettaa jatkuvan myös aikuisiällä.^{22,27,42,46} Vasta aikuisiällä ilmeneviä syitä selkokielen tarpeelle ovat esimerkiksi muistisairaudet, aivohalvaus tai maahanmuutto.⁴⁶ Taulukossa 5 on jaoteltu selkokielen käyttäjäryhmät.

Taulukko 5. Selkokielen käyttäjäryhmät koottuna Virtasen⁴⁶ kahdesta taulukosta

1	Henkilöt, joilla on hahmottamisen, tarkkaavaisuuden ja keskittymisen häiriöitä.	Esimerkiksi ADHD eli aktiivisuuden ja tarkkaavaisuuden häiriö, ADD eli tarkkaavaisuuden häiriö ja FASD eli sikiön alkoholioireyhtymä
2	Henkilöt, joilla on kielellisiä vaikeuksia.	Esimerkiksi dysleksia eli lukemisen ja erityisvaikeus ja dysfasia eli kielellinen erityisvaikeus
3	Henkilöt, joilla on kehitysviivästymä.	Esimerkiksi kehitysvammaisuus ja laaja-alaiset oppimisvaikeudet.
4	Henkilöt, joilla on autismin kirjoon liittyviä oppimista vaikeuttavia tekijöitä..	Esimerkiksi aistitiedon tulkinnan yksilöllisyys ja poikkeavuudet kommunikaatiossa.
5	Henkilöt, joilla on aivoverenkierron häiriö.	Esimerkiksi aivohalvaus ja afasia.
6	Henkilöt, joilla on muistihäiriö.	Esimerkiksi osa ikääntyneistä henkilöistä ja dementiaa sairastavat.
7	Henkilöt, joille suomi on vieras kieli.	Esimerkiksi maahanmuuttajat, joille suomi ei ole toinen kotimainen kieli.
8	Henkilöt, jotka kuuluvat etniseen tai kielelliseen vähemmistöön ja henkilöt, jotka eivät kuulu edeltäviin käyttäjäryhmiin.	Esimerkiksi suomenruotsalaiset, saamelaiset, romanit, viittomakieliset, kuurosokeat, mielenterveyskuntoutujat ja syrjäytyneet.

Selkokielen käyttäjäryhmien jaottelu ei ole aina yksiselitteistä.⁴⁶ Taulukosta 5 huomataan, että ryhmittelyä voidaan toteuttaa esimerkiksi lääketieteellisen diagnoosin perusteella, kuten ryhmissä 1-6 tai kielellisen taustan perusteella, kuten ryhmissä 7 ja 8. Selkokielen tarve liitetään usein vahvemmin esimerkiksi eriasteisiin kehitysviivästyksiin ja kehitysvammaisuuteen kuin esimerkiksi kielivähemmistöön kuulumiseen. Todellisuudessa kuitenkin suomen kieli on haastava kieli opiskella ja selkokieli voi olla tarpeellista jokaiselle, jolle suomi on vieras kieli.

4.4 Selkokielen oppimateriaali

Selkokielistä kirjallisuutta tuotetaan Suomessa kaikissa kirjallisuuden tyylilajeissa. Selkokielistä oppikirjoja ja selkokielistä opetusmateriaalia tuottaa Suomessa erityisesti Kehitysvammaliiton alainen Oppimateriaalikeskus Opike.⁵⁸ Oppikirjat ja muut oppimateriaalit ovat kirjallisuuden laji, joissa pyritään noudattamaan yleisesti vallitsevaa oppimiskäsitystä. Oppimateriaaleille ja niiden käytölle on tyypillistä se, että oppilas on itselleen uuden asian äärellä ja tiedon esitystavan on sovittava mahdollisimman monenlaisille lukijoille.⁵⁹ Oppikirjojen tekstin rakenteelle on nykyisin tyypillistä mosaiikkisuus. Teksti koostuu siis useista erilaisista elementeistä, kuten leipätekstistä, kuvista, vinjeteistä ja taulukoista, joita on tekstissä sijoitettu osittain limittäin. Leipäteksti toimii usein oppimateriaalin kantavana

voimana, mutta kokonaisuus voi olla oppilaan näkökulmasta sekava. Edellä määritelty oppikirjojen mosaiikkisuus ei tyylinä ole yhdenmukainen eri kustantajien ja kirjasarjojen välillä, joten oppilaan ei välttämättä ole mahdollista oppia hyödyntämään oppimateriaalia systemaattisesti. Sisällön havainnollistaminen erilaisilla elementeillä mahdollistaa erilaisten oppimismenetelmien hyödyntämisen, mutta yhteyden löytäminen sisällön eri osien välillä voi olla haastavaa ja erilaisten oppilaiden lukutekniikoiden hyödyntäminen oppimisprosessissa voi olla raskasta.⁵⁹

Tavoitteellisen oppimisen saavuttamiseksi selko-oppimateriaalin suunnittelua ja tuottamista tulisi lähestyä materiaalin käyttäjän kykyjen ja tarpeiden näkökulmasta.⁸ Esimerkiksi oppilaiden eriaisteiset hankaluudet käsitys- ja hahmotuskyvyissä tarkoittavat, että oppimateriaalia on oltava saatavilla selkokielellä. Selko-oppimateriaalissa on huomioitava tekstin selkokielisyyden lisäksi esimerkiksi myös kuvituksen ja taiton selkeys sekä havainnollisuus.⁸ Oppilaiden yksilöllisyyden huomioiminen oppimateriaalia suunniteltaessa on tärkeää, mutta haastavaa. Oppilaiden tarpeisiin voidaan esimerkiksi vastata käyttämällä erityyppisiä aistikanavia hyödyntävien oppimateriaalien kokonaisuuksia, joissa oppilas voi hyödyntää omiin tarpeisiinsa parhaiten sopivaa oppimistapaa.⁸ Opettajan työnkuvan näkökulmasta erityyppisten oppimateriaalien etsiminen, tuottaminen ja käyttäminen voi vaatia paljon aikaa ja olla työnkuvaa kuormittava tekijä. Helposti saatavilla olevien oppimateriaalien monipuolisuus ja työyhteisön, esimerkiksi erityisopettajan tuki, voivat olla työnkuvaa helpottavia tekijöitä.

5. Kemia oppiaineena erityisopetuksen näkökulmasta

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksen tavoitteena peruskoulun 7.–9. vuosiluokilla on tukea oppilaiden luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittymistä.⁶ Opetuksen tavoitteena on kehittää oppilaiden valmiuksia tehdä valintoja elämän eri osa-alueilla ja ohjata heitä luonnontieteelliseen ajatteluun, tiedonhankintaan ja lähdekritiikkiin.⁶ Kemia oppiaineena on peruskoulun 3.–6. luokilla integroituna ympäristötiedon oppiaineeseen yhdessä biologian, maantiedon, terveystiedon ja fysiikan kanssa. Kemian opetuksen tavoitteena 3.–6. luokilla on havainnoida ympäristön ilmiöitä ja tutkia, kuvailla ja selittää havaittuja asioita.⁶ Syvälliselle luonnontieteelliselle ajattelulle on siis

rakennettu perusopetuksessa pohja jo ennen vuosiluokille 7–9 siirtymistä. Monen oppilaan ongelmaksi kemian opiskelussa voivat kuitenkin muodostua konkreettisten ilmiöiden systemaattinen havainnointi sekä abstraktien mallien ja havaittujen ilmiöiden välisen yhteyden ymmärtäminen.

5.1 Kemian erityispiirteet

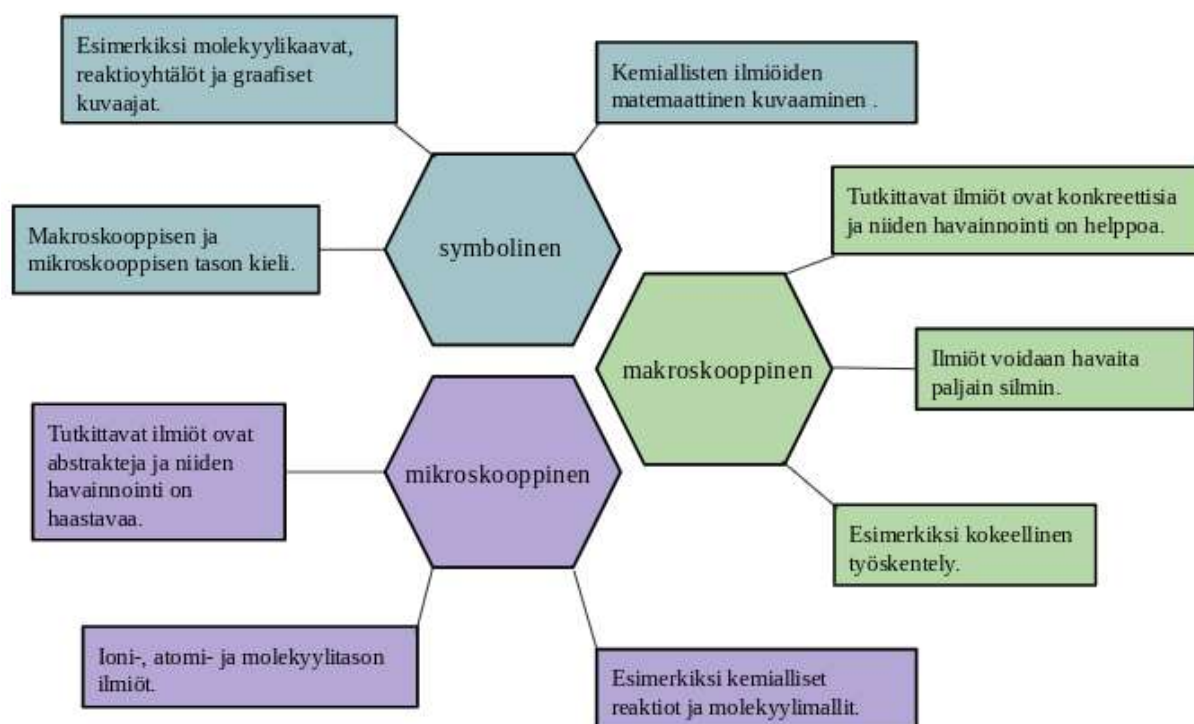
Kemian erityispiirteisiin oppiaineena kuuluu erikoissanaston, matemaattisuuden ja luonnontieteellisten ilmiöiden mallintamisen yhdistyminen.³ Luonnontieteillä ja erityisesti kemialla on oma kielellinen kulttuurinsa, johon kuuluu esimerkiksi tieteellisten termien, lainasanojen ja erilaisten lyhenteiden runsas käyttö.⁴⁻⁵ Myös kokeellisen työskentelyn ja kemian kielen välisen yhteyden ymmärtäminen tekee kemiasta oppiaineena ainutlaatuisen. Vaikeudet kemian kielen ymmärtämisessä voivat johtaa väärinkäsityksiin oppimisen kannalta oleellisissa käsitteissä ja aiheisällöissä.⁴ Uuden aiheen oppiminen perustuu kemiassa vahvasti aiemmin opittuun ja puutteet käsitteiden sekä ilmiöiden ymmärryksessä voivat kerrostua ja pahentua opintojen edetessä. Kemian kielen sujuvan käytön taustalla on siis laaja ymmärrys luonnontieteellisistä ilmiöistä ja samanaikaisesti tämän ymmärryksen saavuttamiseksi täytyy ymmärtää kemian kieltä.⁵

Vaikean erikoissanaston lisäksi kemian oppimista voi vaikeuttaa myös arjesta tuttujen sanojen eri merkitys tieteellisessä tekstissä.³ Esimerkiksi arkikielessä suolalla yleensä tarkoitetaan ruokasuolaa eli natriumkloridia. Kemiassa suola on kuitenkin laajempi termi ionisidoksilla muodostuneille kiinteille ja kiteisille aineille, joihin myös natriumkloridi kuuluu. Kemian kielessä käytetään myös ilmiöitä ja asioita kuvaavia termejä ristikkäin kemian eri osa-alueilla.⁶⁰ Esimerkiksi hapettumisella voidaan tarkoittaa elektronin menettämistä, hapetusluvun kasvamista tai oksidin muodostumista.⁶⁰ Orgaanisessa kemiassa mahdollisia merkityksiä on myös useita. Oppilaan näkökulmasta kemian kielellinen erityisyys tekee kemian opiskelusta todella haastavaa. Oppilas voi esimerkiksi oppia yhdistämään oikean termin sitä vastaavaan ilmiöön, mutta saman termin kaikkien merkityksien muistaminen ja hallinta voi olla haastavaa jopa asiantuntijalle.

Oppimisen ja ymmärtämisen näkökulmasta kemiallista tietoa käsitellään usein Johnstonen kolmella tasolla eli makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla.⁶¹ Kemian

makroskooppisella tasolla tarkoitetaan asioita, joita pystytään näkemään tai koskemaan, kuten esimerkiksi kokeellinen työskentely luokassa tai laboratoriossa. Makroskooppisen tason ilmiöt ovat siis konkreettisia ja niitä on helppo ymmärtää ja havainnoida. Mikroskooppisella tasolla tarkoitetaan ioni-, atomi- ja molekyyli-tason ilmiöitä, joita kemiallisissa reaktioissa tapahtuu. Symbolinen taso on edellä mainittujen tasojen kieli, jossa tapahtuvia ilmiöitä tutkitaan esimerkiksi molekyylikaavoilla, reaktioyhtälöillä ja graafisilla kuvaajilla.⁶¹

Edellä mainittujen kemian tasojen ominaisuuksia on eritelty kuvassa 8.



Kuva 8. Johnstonen kolme kemiallisen tiedon tasoa.⁶¹

Mikroskooppisen tason ja symbolisen tason hallinta vaatii oppilaalta abstraktista ajattelukykyä, mikä tarkoittaa esimerkiksi erilaisten mallien ja todellisten ilmiöiden välisen yhteyden ymmärrystä.⁶¹ Sujuva liikkuminen edellä mainittujen kolmen kemian tason välillä on vaikeaa ja kemian opetuksessa tulisi pyrkiä yhdistämään oppilaiden tasosta riippuen yhtä tai kahta kemian tasoa kerrallaan. Opetussuunnitelman mukaan kemian opetuksen pääpaino peruskoulussa on makroskooppisella tasolla, mutta oppilaan abstraktin ajattelukyvyyn

kehittyessä voidaan opetukseen yhdistää myös mikroskooppinen ja symbolinen taso.⁶ Kemian opetusta on siis mahdollista yksilöllistää lisäämällä tai vähentämällä kemian abstraktimpien osa-alueiden osuutta opetuksesta. Kaikkien kolmen tason yhtäaikainen hallinta vaatii asiantuntijuutta, joka voi olla haasteellista jopa aineenopettajalle.⁶¹ Kokeelliseen työskentelyyn, eli makroskooppiseen tasoon, voidaan esimerkiksi yhdistää reaktioyhtälöiden tasapainottamista, eli symbolisen tason työskentelyä, mutta tällöin reaktioiden käsittely mikroskooppisella tasolla on todennäköisesti oppilaiden työmuistille liikaa ja oppiminen vaikeutuu.⁶¹

5.2 Kemian erityisopetus

Kemian ominaisuuksiin oppiaineena kuuluu monimutkaisen kielen, matemaattisuuden ja kokeellisuuden yhdistyminen. Oppilaan näkökulmasta kemian oppimisen voivat siis tehdä haastavaksi esimerkiksi eritasoiset lukemisen, kirjoittamisen, laskemisen, hahmottamisen tai motoriikan häiriöt.⁶²⁻⁶³ Edellä mainittujen oppimisen vaikeuksien kerrostuminen voi vaikuttaa oppilaan kykyyn käsitellä ja ymmärtää kemian oppimateriaalia.⁶² Vaikeudet oppimateriaalin ja opiskeltavan asian käsittelyssä sekä opitun asian muistamisessa voivat tehdä myös oppilaan osaamisen näyttämisen vaikeaksi, mikä voi johtaa oppilaan turhautumiseen ja käytöshäiriöiden lisääntymiseen.⁶³ Positiivisten oppimiskokemusten saavuttaminen on tärkeää kemian erityisopetuksessa. Osaamisen ja oppimisen osoittamisessa ja arvioinnissa tulisi opetus suunnitelmien mukaisesti pyrkiä monipuolisuuteen.³ Oppimisvaikeuksien lisäksi fyysiset poikkeavuudet, kuten huonokuuloisuus ja kuurous sekä huononäköisyys ja sokeus vaikeuttavat kemiat opiskelua huomattavasti.⁶⁴

Kolmiportaisen tuen mallin mukaisesti oppilaat, jotka tarvitsevat kemian oppimiseen tehostettua tai erityistä tukea opiskelevat usein integroituna yleisopetuksen ryhmään.⁶ Inklusiivisuuden saavuttamisen opetuksessa tekee haastavaksi oppilaiden yksilöllisyys uuden asian käsittelyssä ja oppimisessa.⁶³⁻⁶⁴ Kemian aineenopettajan työnkuvan näkökulmasta opetukseen kuuluu siis oleellisesti opetuksen yksilöllistäminen eli eriyttäminen, johon aineenopettajalla ei mahdollisesti ole pohjakoulutuksen tarjoamaa osaamista tai välineitä.⁶²⁻⁶⁴ Eriyttämisellä tarkoitetaan opetuksessa esimerkiksi oppimateriaalien ja työskentelytapojen yksilöllistämistä, jonka tavoitteena on oppimisedellytyksiltään eritasoisten oppilaiden samanaikainen oppiminen yleisopetuksen ryhmässä.⁶ Opetuksen eriyttäminen on haastava työnkuvan osa, joka vaatii aineenopettajalta joustavuutta, mielikuvitusta ja oma-

aloitteisuutta.⁶⁴ Opetuksen eriyttämistä helpottavia tekijöitä ovat esimerkiksi valmis, monipuolinen ja helppokäyttöinen oppimateriaali sekä yhteistyö esimerkiksi erityisopettajan kanssa.

Oppilaat, joilla on oppimisen vaikeuksia hyötyvät kemian opetuksessa selkeästä ja jäsenneilystä opetuksesta.^{62,64} Opettajan tulisi esimerkiksi kiinnittää opetuksessaan huomiota puheen selkeyteen, nopeuteen ja tauotukseen. Myös taulun näkyvyyteen ja luokan valaistukseen on syytä kiinnittää huomiota opiskelun helpottamiseksi.⁶⁴ Esimerkiksi keskittymisen ja tarkkaavaisuuden häiriössä useat samanaikaiset ärsykkeet, voivat toimia oppimisen esteenä. Opettajan tulisi huomioida tämä esimerkiksi puhumalla vain luokkaan päin ja lopettaa puhuminen muistiinpanojen kirjoittamisen ajaksi.⁶⁴ Etukäteen suunnitellut ja tiedossa olevat opetus- ja opiskelumetodit auttavat oppilasta toimimaan luokassa ja kotona systemaattisesti, mikä helpottaa vaikeiden kemian aiheisältöjen sisäistämistä.^{5,62,64} Oppilaille olisi hyvä toimittaa kurssin aikataulu kirjallisena ja tärkeistä palautuspäivämääristä sekä tapahtumista tulisi tiedottaa ja muistuttaa myös suullisesti.⁶⁴

Kemian erityisopetuksessa huomioon otettavia seikkoja on havainnollistettu kuvassa 9.⁶⁴



Kuva 9. Kemian erityisopetuksessa huomioon otettavia seikkoja Paganon ym. mukaan.⁶⁴

5.3 Kokeellisen kemian erityisopetus

Kokeellisuus on oleellinen osa ilmiöpohjaista kemian opiskelua. Kokeellinen kemian työskentely voi toimia parhaimmillaan teorian ymmärryksen avaimena oppilaille, joten sen sisällyttäminen myös kemian erityisopetukseen on äärimmäisen tärkeää.⁶⁴ Kokeellista työskentelyä vaikeuttavat tekijät, kuten erilaiset oppimisvaikeudet tai aistivammat voivat vaatia työskentelytapojen ja työmäärän yksilöllistämistä, mutta ne eivät lähtökohtaisesti ole esteenä kokeelliselle työskentelylle.⁶⁴ Ennakointi on eriytetyn kokeellisen työskentelyn avain riippumatta eriyttämisen syystä. Mahdollisuus kokeelliseen työhön etukäteen tutustumiseen mahdollistaa oppilaan voimavarojen käyttämisen kokeellisen työn suorittamiseen oppitunnin aikana.⁶⁴ Oppilaalle voidaan esimerkiksi antaa työohje mukaan jo edeltävällä oppitunnilla tai oppilaan kanssa voidaan tutustua oppilaslaboratorion toimintaan etukäteen. Oppilas voi myös tarvita lisäaikaa kokeellisen työn toteutukseen, joten oppilaalle voidaan yksilöllistää työohje, jonka mukaan työ on mahdollista suorittaa oppitunnin aikana.

Kemian kokeellisessa työskentelyssä täytyy ensisijaisesti ohjata oppilaita turvalliseen ja sujuvaan työskentelyyn.⁶ Työturvallisuuden takaamiseksi on tärkeää selvittää oppilaiden kyky tunnistaa oikeat välineet ja reagenssit ja tarvittaessa tarjota tukea näissä työvaiheissa kokeellisen työskentelyn sujuvoittamiseksi.⁶⁴ Tarvittavat työvälineet voidaan työohjeessa esimerkiksi nimetä ja eritellä kuvin ja työssä tarvittavat reagenssit voidaan antaa oppilaille valmiina. Oppilaat voivat myös hyötyä suuremmasta fontista työohjeessa ja työvaiheiden selkeästä numeroinnista. Tarvittaessa oppilaat voivat myös toteuttaa työt suuremmissa astioissa, jolloin visuaalisen tarkkuuden merkitystä voidaan vähentää.⁶⁴

Kokeelliset työt ja demonstraatiot, joissa ilmiöt voidaan havaita selkeästi värin, hajun, lämpötilan ja äänen muutoksen avulla, soveltuvat kemian erityisopetukseen parhaiten.⁶⁴ Esimerkiksi selkeästi väriä vaihtava indikaattori mahdollista kuuroille oppilaalle kemiallisen reaktion tilan seuraamisen ja sokea oppilas voi tunnistaa reaktion eksotermiseksi tai endotermiseksi koeputken lämpötilan muutoksen avulla. Monilla kokeellisissa töissä käytettävillä reagensseilla on selkeä ominaishaju, jonka tunnistamista voidaan hyödyntää aistivammainen oppilaiden kemian opetuksessa erityisesti työturvallisuuden näkökulmasta. Esimerkiksi alkoholin, hapon ja emäksen ominaishajut ovat erilaisia ja oppilas voidaan opettaa tunnistamaan erilaisten yhdisteiden hajut toisistaan.

5.4 Kemian erityisopetusmateriaalit

Kemian oppimateriaaleissa pyritään usein helpottamaan uuden asian oppimista käyttämällä ydinasian esittämiseen erilaisia tiivistys- ja korostusmenetelmiä. Oppikirjan kappaleen lopussa voi esimerkiksi olla ydinasiat tiivistettynä ranskalaisin viivoin tai opiskeltavaa reaktiota on voitu mallintaa kuvilla ja kaavioilla. Oppimateriaalien monimuotoisuuden on hyvä huomioida erilaiset aistikanavat.⁸ Kemian erityisopetuksen näkökulmasta visuaaliset oppimateriaalit ovat oleellinen osa kemian opetusta ja oppimista.⁶⁴⁻⁶⁵ Esimerkiksi kaavion tai kuvaajan käyttäminen suullisen selityksen apuna voi olla oppilaalle hedelmällisempi työtapana kuin vaikean tekstin lukeminen.⁶⁵ Kemian oppimateriaalin sisällön ymmärrystä helpottaviksi suunnitellut ratkaisut eivät kuitenkaan aina ole avuksi oppilaalle, jolla on vaikeuksia kemian oppimisessa. Oppilas, jolla on oppimisen vaikeuksia voi esimerkiksi kokea uuteen asiaan keskittymisen vaikeaksi tai huomaamattaan ohittaa oppimateriaalin ydinasian, mikä voi johtaa virheellisiin johtopäätöksiin.⁵ Yksittäisessä kemian oppimateriaalissa voidaan esimerkiksi pyrkiä huomioimaan mahdollisimman monta erilaista oppimistapaa, mikä voi johtaa joidenkin oppilaiden kohdalla tilanteeseen, jossa oppimateriaali on liian sekavaa hyödynnettäväksi. Yksilöllisen ja oppilaan tarpeisiin parhaiten soveltuvan kemian opetusmateriaalin löytäminen voi olla haastavaa tai jopa mahdotonta ja aineenopettaja voi joutua tuottamaan oppilaan tarpeisiin sopivaa materiaalia itse.⁶⁴ Tämä voi olla kuitenkin haastavaa, sillä aineenopettajan koulutus ei todennäköisesti tarjoa valmiuksia tällaisen oppimateriaalin tuottamiseen.⁶⁵

Kemian erityisopetusmateriaalien suunnittelussa ja toteutuksessa on pyrittävä selkeyteen ja yksiselitteisyyteen.^{5,64-65} Yleisesti erityisopetusmateriaalia tuotettaessa tulee huomioida, että mitä vaikeampi opiskeltava asia on, sitä helpommin ymmärrettävää täytyy käytettävän materiaalin olla.⁶⁵ Perinteisesti kemian oppikirjat on koostettu lukukirjan kappaleista, joiden käsittelyyn kuuluu harjoitustehtäviä joko kappaleen osana tai erillisestä työkirjasta. Kokeelliset työt ohjataan yleisesti integroituna opetusmateriaalin ja kokonaisuus voi olla sisällöltään laaja. Erityisopetusmateriaalia suunniteltaessa on otettava sisällön laadun ja laajuuden lisäksi huomioon sisällön esittämisen selkeys.⁶⁵ Kemian oppikirjoissa voidaan mielenkiintoisuuden lisäämiseksi esimerkiksi yhdistää arkielämään liittyvää tarinallista tekstiä faktapohjaiseen tieteelliseen tekstiin. Tämä voi aiheuttaa osalle oppilaista vaikeuksia tekstin ydinasian käsittelyssä ja ymmärtämisessä.⁵

Kemian kieli on rakenteeltaan ja sanastoltaan haastavaa,^{4,5} joten erityisopetusmateriaalia suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota esimerkiksi lauseiden sanajärjestykseen ja pituuteen, vaikeiden termien selittämiseen ja annettujen turvallisuusohjeiden yksiselitteisyyteen. Kemian oppimateriaalin käsittelyn voi tehdä oppilaille haastavaksi myös niin sanottu käsiteellinen tiheys,⁵ jolla tarkoitetaan uuden tiedon määrää tekstissä. Kemian oppimateriaaleille on tyypillistä opiskeltavien aiheisältöjen laajuus ja vaikeus, joten erityisopetusmateriaalia suunniteltaessa aihepiirien rajaus ja erittely ovat tärkeitä. Oppimateriaalin tavoitteet on mietittävä tarkasti ja materiaalissa tulisi pyrkiä motivoimaan ja oppilaan kokemusmaailman kytkeytyvään sisältöön.⁶⁵

Erityisopetusmateriaaleja suunniteltaessa ja toteutettaessa olisi hyvä pyrkiä selkokieliisyyteen.⁶⁵ Kemian opiskeluun liittyy oleellisesti kemian termien, käsitteiden ja kokonaisuutena kemian kielen hallinta.⁴⁻⁵ Nämä kemian kielelle tyypilliset termit ja käsitteet tekevät kemian kielestä erikoiskielen, jonka käyttäminen ja hallinta ovat oppilaille haastavia.⁴⁸ Kemian opetusmateriaaleissa yhdistyvät yleiskieli ja erikoiskieli. Opetusmateriaalien hyödyntäminen selkokieltä tarvitsevien oppilaiden erityisopetuksessa on siis haastavaa. Selkokieliisyydellä on oppikirjoissa tekstin sisällön lisäksi tarkkoja kriteerejä myös kuvituksen, taiton ja ulkoasun osalta.^{8,65} Oppikirjan selkeyteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi skaalaamalla kuvat saman levyisiksi tekstipalstojen kanssa ja noudattamalla yhdenmukaisuutta tekstikappaleiden otsikoinnissa.⁸

6. Tutkimuksen tarkoitus

Tässä pro gradu- tutkielmassa selvitettiin selkokiehisen kemian oppikirjan, Titaanin¹, kykyä vastata kemian opetuksen ja erityisopetuksen tarpeisiin. Taustatutkimuksena tutkielmassa tutustuttiin Suomen erityisopetusjärjestelmään, kolmiportaiseen tukeen, selkokieheen ja kemian erityisopetukseen. Selkokiehisen Titaanin¹ sisältöä arvioitiin oppikirja-analyysina yhdessä yleiskiehisen Titaanin² kanssa. Kemian opetuksen ja erityisopetuksen haasteiden ja toteutuksen kartoittamiseksi tutkimuksessa haastateltiin kahta kemian aineenopettajaa ja yhtä laaja-alaista erityisopettajaa. Haastattelussa selvitettiin myös kemian aineenopettajien ja erityisopettajan näkemyksiä selkokiehisen Titaanin sisällöistä ja käytettävyydestä kemian opetuksessa.

Pro gradu-tutkielman tutkimuskysymykset olivat:

1. Miten selkokiehinen kemian oppikirja, Titaani, vastaa kemian opetuksen ja erityisopetuksen tarpeisiin?
2. Miten selkokiehinen kemian oppikirja, Titaani, vastaa opetussuunnitelman määrittämiä kemian oppimisen tavoitteita?
3. Miten selkokiehinen kemian oppikirja, Titaani, soveltuu kemian opetukseen käytännössä?
4. Miten selkokiehisiä kemian oppimateriaalia voitaisiin kehittää tulevaisuudessa?

7. Tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutettiin kaksiosaisena. Tutkimuksessa toteutettiin laadullinen kirjallisuusanalyysi selkokiehisestä kemian oppikirjasta, Titaanista, ja puolistrukturoitu temahaastattelu.

7.1 Kirjallisuusanalyysi

Tutkimus toteutettiin laadullisena kirjallisuusanalyysina, jossa analysoitiin yläkoulun kemian oppikirjasarjan selkokiehisiä ja yleiskiehisiä oppikirjaa. Tutkimuksen alussa analysoitiin oppikirjojen taittoa, kuvitusta ja tekstin sisältöä. Vertailun tukena käytettiin esimerkkisivuja oppikirjoista. Tutkimuksessa analysoitiin myös oppikirjojen tehtäviä. Tehtävistä analysoitiin tehtävämuotoja sekä tehtävien kemiallista sisältöä ja vaikeustasoa. Tutkimuksessa analysoitiin

kokeellisen työskentelyn työohjeet kolmesta selkokiehisen oppikirjan luvusta. Työohjeita verrattiin yleiskielisen oppikirjan vastaaviin työohjeisiin. Työohjeista analysoitiin muun muassa työvaiheita, työohjeiden kuvia ja töihin liittyvien kysymyksen sisältöä. Tutkimuksen lopuksi analysoitiin kemian termien selityksiä oppikirjoissa. Tutkimukseen valittiin oppikirjojen esimerkkisivut niiden sisällöllisten eroavaisuuksien perusteella. Esimerkkejä on käytetty havainnollistamaan oppikirjojen sisältöeroja ja niitä on käytetty sisällönanalyysin tukena.

7.2 Puolistrukturoitu teemahaastattelu

Tutkimus toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Tutkimuksen alkuperäisenä tavoitteena oli saada minimissään kuuden opettajan otanta, mutta keväällä 2020 puhjenneen koronaepidemian seurauksena haastateltavien tavoittaminen oli haastavaa. Aineenopettajille näytettiin haastattelutilanteessa kopiot, joissa oli rinnakkain yleiskielinen ja selkokiehinen tehtäväsivu tai kokeellinen työ. (LIITE 1, LIITE 2) Aineenopettajille näytettiin myös taulukko, jossa oli kemian termejä selitettynä yleiskielellä ja selkokielellä. (LIITE 3) Haastattelussa aineenopettajilta pyydettiin kommentteja edellä mainittuihin kohtiin. Erityisopettajan haastattelu toteutettiin puhelimitse ja hänellä oli käytössään selkokiehinen Titaani. Erityisopettajaa pyydettiin haastattelun aikana tutkimaan samoja tehtäväsivuja ja työohjeita, joita aineenopettajien haastatteluissa oli hyödynnetty. Erityisopettajaa ei pyydetty kommentoimaan termien selityksiä, sillä kysymyksessä käsiteltiin kemian ainesisältöjen toteutumista. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna, jonka haastattelurungossa oli 16 kysymystä. (LIITE 4). Haastatteluiden äänitteitä ei litteroitu sanasta sanaan haastatteluiden keskustelunomaisen luonteen vuoksi. Äänitteet tuhottiin opettajien antamien vastauksien kirjaamisen jälkeen. Vastauksia jaettiin selkeyden vuoksi mahdollisuuden mukaan kokonaisiksi lauseiksi. Tutkimustuloksien käsittelyssä opettajien vastauksia on myös yhdistelty eri kysymyksistä aihepiireittäin kysymyskohtaisen käsittelyn sijaan. Haastateltavien yksityisyyden turvaamiseksi heistä käytetään tutkimustuloksien tarkastelussa nimityksiä opettaja/haastateltava A, opettaja/haastateltava B ja opettaja/haastateltava C

8. Tutkimusaineisto

8.1. Kirjallisuusanalyysi

Tutkimuksessa valittiin analyysin tueksi yksi selkokielen Titaanin¹ ja yleiskielisen Titaanin² luvun 10 sivu, taulukko luvusta 6, kaavio luvusta 4 sekä yksi kuva luvusta 5 ja yksi kuva luvusta 9. Analysoitaviksi oppikirjan tehtäviksi valittiin tehtäviä luvuista 10 ja 12. Tutkimuksessa analysoitiin myös kokeellisia töitä oppikirjan luvuista 5,8 ja 11 ja kemian termien selityksiä luvuista 5,8,10 ja 11.¹⁻² Analysoitavaksi valittiin oppikirjan osa-alueita, joissa selkokielen ja yleiskielisen oppikirjan väliset sisältöerot havaittiin selkeästi.

8.2 Puolistrukturoidut teemahaastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin kahta kemian aineenopettajaa ja yhtä laaja-alaista erityisopettajaa. Haastattelut toteutettiin Keski-Suomen alueella. Haastatteluiden pituudet olivat 15 – 20 min ja ne äänitettiin aineiston käsittelyä varten. Oppikirjojen kirjallisuusanalyysia käytettiin haastattelun pohjana oppikirjojen sisältöjä koskevissa kysymyksissä.

9. Selkokielen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin analyysi

9.1 Taitto

9.1.1 Tekstin asettelu

Selkokielisessä Titaanissa¹ opetettava asia on esitetty lyhyillä virkkeillä ja myös tekstikappaleet ovat lyhyempiä kuin yleiskielisessä Titaanissa. Palstat on tasattu vain vasempaan reunaan. Yleiskielinen Titaani noudattaa tieteellisen kirjoittamisen ohjeistuksia eli oppikirjateksti on kirjoitettu pääasiallisesti passiivissa, mutta esimerkiksi turvallisuusohjeita on annettu myös aktiivissa. Yleiskielisessä Titaanissa virkkeet ja tekstikappaleet ovat pidempiä ja palstat on tasattu molemmista reunoista. Selkokielen määritelmän mukaan selkokielen tekstin rakenteissa tulisi välttää potentiaalinen, imperatiivinen ja passiivinen käyttö.^{46,52} Selkokielisessä Titaanissa passiivinen käyttöä pyritäänkin välttämään ja teksti on kirjoitettu pääasiallisesti käyttäen aktiivia.

Kuvassa 10 on esitettyä sivu yleiskielisen Titaanin luvusta 10.²

Reaktioyhtälö kuvaa reaktion kulkua

Yhteyttämisreaktiossa vesi ja hiilidioksidi muuttuvat auringon energian avulla sokeriksi ja hapiksi. Kemialliset reaktiot kirjoitetaan tavallisesti reaktioyhtälön muotoon.

Yhteyttämisreaktiota kuvaava reaktioyhtälö on vesi + hiilidioksidi → sokeri + happi

$$6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$$

lähtöaineet → reaktiotuotteet

Ensimmäiseksi reaktioyhtälöön kirjoitetaan reaktion osallistuvat aineet, joita sanotaan **lähtöaineiksi**. Yhteyttämisreaktion lähtöaineet ovat vesi H₂O ja hiilidioksidi CO₂. Nuoli kuvaa reaktion tapahtumista. Nuolen jälkeen kirjoitettavat aineet ovat **reaktiotuotteita**. Yhteyttämisreaktion tuotteita ovat sokeri C₆H₁₂O₆ ja happi O₂. Happikaasu on luonnossa happimolekyyleinä, joten se kirjoitetaan reaktioyhtälöihin muodossa O₂.

Kun reaktioyhtälö kirjoitetaan kansainvälisillä kemiallisilla merkeillä, pystyvät lukijat riippumatta omasta äidinkielestään ymmärtämään, mistä reaktiosta on kyse.

カルビン回路および光化学反応の収支式をまとると以下の反応式となる。
6CO₂ + 6H₂O → C₆H₁₂O₆ + 6O₂
この式は好気呼吸の収支式の逆反応であり、炭素消費および酸素の収支が極めて巨大な生態系規模でもうまく行くことが理解できる。(→炭素循環)

› Kemian merkikieli on kansainvälistä, sillä reaktioyhtälöissä käytetään kautta maailman latinalaisia aakkosia.

Reaktion kertoimien määrittämistä sanotaan tasapainottamiseksi

Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla. Jotta atomien määrä pysyisi reaktioyhtälössä samana reaktiotuotteissa ja lähtöaineissa, tulee kemiallisten kaavojen eteen lisätä erilaisia kerto-

mia. Yhteyttämisreaktiossa vety-, hiili- ja happiatomien määrä saadaan lähtöaineissa samaksi kuin reaktiotuotteissa, kun veden, hiilidioksidin ja hapen eteen laitetaan kertoimiksi 6.

Kun halutaan kirjoittaa jotain reaktiota kuvaava reaktioyhtälö, kirjoittaminen etenee aina samassa järjestyksessä. Ensin kirjoitetaan lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden kaavat. Sitten muutetaan reaktioyhtälön kertoimia niin, että reaktioyhtälön molemmilla puolilla jokaisen alkuaineiden atomeja on yhtä paljon. Kertoimien määrittämistä sanotaan reaktioyhtälön **tasapainottamiseksi**.

Esimerkki 1

Kirjoita magnesiumin ja suolahapon välisen reaktion tasapainotettu reaktioyhtälö.

Ratkaisu

1. Kirjoitetaan lähtöaineiksi magnesiumin Mg ja suolahapon HCl kaavat ja nuoli kuvaamaan reaktiota

$$\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$$

2. Reaktiossa syntyy vetykaasua H₂ ja magnesiumkloridia MgCl₂. Vetykaasu kuplii liuoksesta pois, ja magnesiumkloridi jää liuokseen. Kirjoitetaan reaktioyhtälön nuolen oikealle puolelle reaktiotuotteet H₂ ja MgCl₂.

Reaktioyhtälö näyttää tällaiselta


$$\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{MgCl}_2$$

3. Kun verrataan eri alkuaineiden määrää lähtöaineissa ja reaktiotuotteissa, huomataan, että reaktiotuotteissa on kaksi vetyatomia ja kaksi klooriatomia, mutta lähtöaineissa kumpaakin

Kuva 10. Sivun yleiskielisestä Titaanista.²

Kuvasta 10 huomataan, että yleiskielisessä Titaanissa teksti on esitetty tiiviisti ja teksti sisältää paljon kemian tietoa, kuten molekyylikaavoja. Kemian kieli ja etenkin sen abstraktimmat osat, kuten molekyylikaavat, tulisi selittää oppikirjoissa tarkasti.⁵² Molekyylikaavoja esiintyy yleiskielisen Titaanin sivulla sekä osana leipätekstiä että erillisinä osina reaktioyhtälöiden tasapainottamisessa. Yleiskielisen Titaanin virkkeet ovat eripituisia ja niissä on sekä suoria että käänteisiä sanajärjestyksiä. Esimerkiksi virke, ”*Kun reaktioyhtälö kirjoitetaan kansainvälisillä kemiallisilla merkeillä, pystyvät lukijat riippumatta omasta äidinkielestään ymmärtämään mistä reaktiosta on kyse.*”, on pitkä ja sen sanajärjestys on käänteinen. Yleiskielisessä Titaanissa uuden kappaleen alkua merkitään sisennyksellä ja tekstin yleisen rakenteen näkökulmasta erilaisia tekstin osia ei ole erotettu tyhjällä rivillä. Esimerkiksi yhteyttämisreaktion reaktioyhtälö on kirjoitettu suoraan vastaavaan tekstikappaleeseen ja edellä käytettyä virkettä seuraa japaninkielinen selitys yhteyttämiselle ilman tyhjää riviä. (kuva 10)

Kuvassa 11 on esitetty vastaava sivu selkokielisestä Titaanista.¹



> Näet poretabletin reaktion kupliamisena.

Reaktioyhtälö kuvaa reaktion kulkua

Yhteyttäminen on reaktio, jossa hiilidioksidi ja vesi muuttuvat sokeriksi ja hapeksi auringon energian avulla.

Yhteyttämistä kuvaa **reaktioyhtälö**:

hiilidioksidi + vesi → sokeri + happi
 $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

lähtöaineet → reaktiotuotteet

Reaktioyhtälössä on lähtöaineet ja reaktiotuotteet

Lähtöaineet ovat reaktioon osallistuvat aineet. Ne kirjoitetaan reaktioyhtälöön ensimmäiseksi. Yhteyttämisreaktion lähtöaineet ovat hiilidioksidi CO_2 ja vesi H_2O . Nuoli kuvaa reaktiota. Nuolen jälkeen kirjoitetaan **reaktiotuotteet**. Yhteyttämisreaktion reaktiotuotteita ovat sokeri $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ja happi O_2 .

..... CO_2 + H_2O → $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + O_2
 lähtöaineet → reaktiotuotteet

Kertoimet tasapainottavat reaktioyhtälön

Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla. Atomien määrä pitää siis olla sama nuolen molemmilla puolilla, eli lähtöaineissa ja reaktiotuotteissa. Atomien määrä pysyy samana, kun kemiallisten kaavojen eteen lisätään sopivia lukuja eli kertoimia. Näin reaktio tasapainottuu.

Yhteyttämisreaktiossa vedyn, hiilen ja hapen määrät saadaan samoiksi, kun veden, hiilidioksidin ja hapen eteen laitetaan luku 6.

$6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

Nyt lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden puolella on 12 vetyä, 18 happea ja 6 hiiltä.

Kuva 11. Sivun selkokielisestä Titaanista.¹

Kuvasta 11 huomataan, että selkokielisessä Titaanissa on tekstiä huomattavasti vähemmän kuin yleiskielisessä Titaanissa. Teksti on esitetty harvemmin ja käytetyt virkkeet ovat lyhyempiä kuin yleiskielisessä Titaanissa. Selkokielen kirjoitusohjeiden mukaan tekstin ydinasia tulisi esittää ytimekkäästi ja loogisin lauseenrakentein.⁴⁶⁻⁴⁷ Virkkeiden sanajärjestys on selkokielisen Titaanissa pääasiallisesti suora ja sivun palstat on tasattu vain vasempaan reunaan. Tekstikappaleiden välissä on tyhjä rivi ja reaktioyhtälöt on esitetty tekstistä erillisinä. (kuva 11) Selkokielisen Titaenin sivulla on osana tekstiä kaksi yhteyttämiseen liittyvää molekyylikaavaa eli veden H_2O ja hiilidioksidin CO_2 , kun taas yleiskielisen Titaenin sivulla on esitetty edellä mainittujen lisäksi myös hapen O_2 ja sokerin $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. (kuva 10, kuva 11) Selkokielisessä tekstissä tulisi pyrkiä rajaamaan tekstiin vain asiasta oleellisin.⁴⁷ Kuvan 11 tapauksessa yhteyttämisestä kannalta oleellisimmiksi molekyylikaavoiksi on valittu veden ja hiilidioksidin molekyylikaavat eli reaktioyhtälön lähtöaineet. Yleiskielisessä tekstissä on esitetty myös

yhteyttämisreaktion tuotteet, joten yleiskielisessä tekstissä on enemmän yhteyttämiseen liittyvää kemian tietoa kuin selkokielisessä tekstissä.

Yleiskielisessä Titaanissa² ollutta esimerkkiä kemiallisten merkkien kansainvälisyydestä ei ole selkokielisessä Titaanissa¹ lainkaan. Yhteyttämisen reaktioyhtälö on esitetty selkokielisessä Titaanissa tarkemmin ja reaktioyhtälön määritelmä, rakenne ja tasapainottaminen on esitetty erillisten otsikoiden alla. Uuden opeteltavan asian jakaminen pienempiin osioihin voi parantaa tekstin ymmärrettävyyttä.⁴⁶ Yhteyttämisreaktion reaktioyhtälöä on myös käytetty esimerkkinä kaikkien alaotsikoiden tekstissä. Reaktioyhtälöiden tasapainotusta käsiteltäessä yhdisteiden edessä olevat tilat kertoimille on esitetty katkoviivalla. (kuva 11)

9.1.2 Taulukot

Taulukoiden käyttäminen on yleistä kemian oppikirjoissa, sillä oppiaineena kemiassa tutkitaan luonnonilmiöitä ja eri aineiden ominaisuuksien jaottelu on oleellista luonnontieteiden tutkimukselle. Yleiskielisessä Titaanissa² taulukot ovat pääasiallisesti sinipohjaisia ja niissä on esitetty paljon tietoa. Taulukot on muotoiltu siten, että oppilaan on helppo löytää esimerkiksi tehtävään etsimänsä tieto taulukosta.

Kuvassa 12 on esitetty yleiskielisen Titaanin taulukko yleisimmistä alkuaineista.²

Alkuaine	Kemiallinen merkki	Metalli vai epämetalli	Olomuoto huoneenlämpötilassa
alumiini	Al	metalli	kiinteä
argon	Ar	epämetalli	kaasu
boori	B	puolimetalli	kiinteä
bromi	Br	epämetalli	neste
elohopea	Hg	metalli	neste
fluori	F	epämetalli	kaasu
fosfori	P	epämetalli	kiinteä
happi	O	epämetalli	kaasu
helium	He	epämetalli	kaasu
hiili	C	epämetalli	kiinteä
hopea	Ag	metalli	kiinteä
jodi	I	epämetalli	kiinteä
kalium	K	metalli	kiinteä
kalsium	Ca	metalli	kiinteä
kloori	Cl	epämetalli	kaasu
kulta	Au	metalli	kiinteä

Alkuaine	Kemiallinen merkki	Metalli vai epämetalli	Olomuoto huoneenlämpötilassa
kupari	Cu	metalli	kiinteä
litium	Li	metalli	kiinteä
lyijy	Pb	metalli	kiinteä
magnesium	Mg	metalli	kiinteä
natrium	Na	metalli	kiinteä
neon	Ne	epämetalli	kaasu
pii	Si	puolimetalli	kiinteä
rauta	Fe	metalli	kiinteä
rikki	S	epämetalli	kiinteä
sinkki	Zn	metalli	kiinteä
tina	Sn	metalli	kiinteä
titaani	Ti	metalli	kiinteä
typpi	N	epämetalli	kaasu
uraani	U	metalli	kiinteä
vety	H	epämetalli	kaasu

➤ Yleisimpiä alkuaineita ja niiden ominaisuuksia.

Kuva 12. Yleisimmät alkuaineet taulukoituna yleiskielisessä Titaanista.²

Kuvan 12 taulukossa on esitettyä 31 yleisintä alkuainetta aakkosjärjestyksessä. Taulukkoon on listattu alkuaineen nimi, kemiallinen merkki, metalliluonne ja olomuoto huoneenlämmössä. Taulukon ensimmäinen ja kolmas sarake ovat valkoisia ja toinen ja neljäs sarake ovat sinisiä. Taulukon otsikkorivin pohjaväri on tummemman sininen. Taulukon rivit on erotettu mustalla viivalla, mutta sarakkeiden välissä ei ole reunoja.

Selkokielen Titaanin taulukko yleisimmistä alkuaineista on esitetty kuvassa 13.¹

Alkuaine	Kemiallinen merkki	Metalli vai epämetalli	Olomuoto huoneenlämpötilassa
alumiini	Al	metalli	kiinteä
bromi	Br	epämetalli	neste
elohopea	Hg	metalli	neste
fluori	F	epämetalli	kaasu
happi	O	epämetalli	kaasu
helium	He	epämetalli	kaasu
hiili	C	epämetalli	kiinteä
hopea	Ag	metalli	kiinteä
kaliium	K	metalli	kiinteä
kalsium	Ca	metalli	kiinteä
kloori	Cl	epämetalli	kaasu
kulta	Au	metalli	kiinteä

Alkuaine	Kemiallinen merkki	Metalli vai epämetalli	Olomuoto huoneenlämpötilassa
kupari	Cu	metalli	kiinteä
litium	Li	metalli	kiinteä
magnesium	Mg	metalli	kiinteä
natrium	Na	metalli	kiinteä
pii	Si	puolimetalli	kiinteä
rauta	Fe	metalli	kiinteä
rikki	S	epämetalli	kiinteä
sinkki	Zn	metalli	kiinteä
titaani	Ti	metalli	kiinteä
typpi	N	epämetalli	kaasu
uraani	U	metalli	kiinteä
vety	H	epämetalli	kaasu

› Taulukossa on yleisempien alkuaineiden kemialliset merkit ja aineiden ominaisuuksia.

Kuva 13. Yleisimmät alkuaineet taulukoituna selkokielisestä Titaanista.¹

Kuvan 13 taulukossa on esitettyä 24 yleisintä alkuainetta aakkosjärjestyksessä. Selkokielen Titaanin taulukossa on esitetty seitsemän alkuainetta vähemmän kuin yleiskielisen Titaanin taulukossa. Selkokielisestä taulukosta on jätetty pois alkuaineita, jotka esiintyvät kemian ainesisällöissä harvemmin, kuten jalokaasut argon Ar ja neon Ne. Sisällön rajaaminen ja oleellisen asian valitseminen kuuluvat selkokielen tekstin kirjoittamiseen.⁴⁶ Sisällöllisesti selkokielisessä taulukossa on noin 20 % vähemmän informaatiota kuin yleiskielisessä taulukossa. (kuva 13) Kokonaisen alkuaineryhmän, kuten jalokaasujen, poistaminen taulukosta voi vaikuttaa kattavan kemian yleistiedon muodostumiseen.

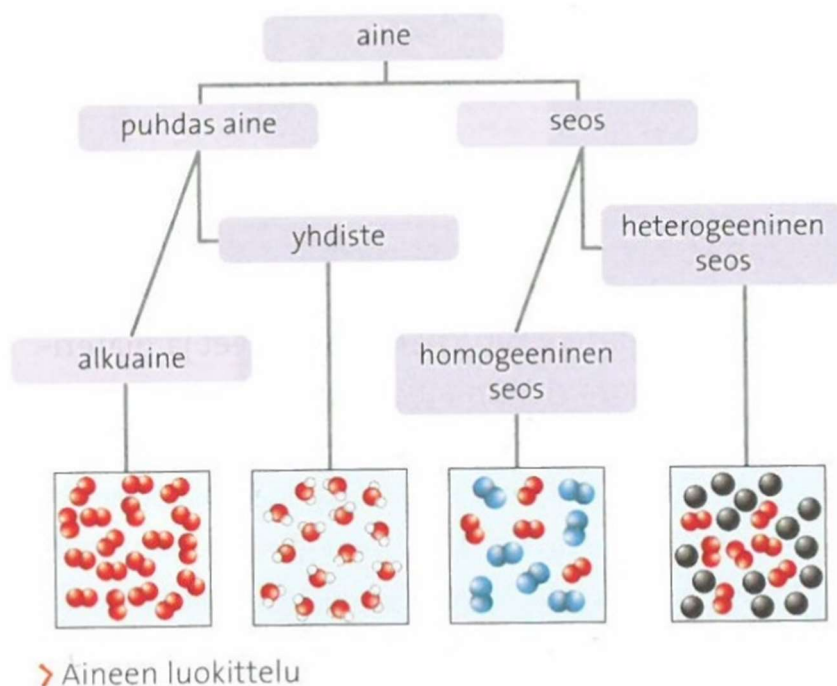
Selkokielisessä taulukossa on esitetty 24 alkuainetta, joten taulukko on symmetrinen. Selkokielistä opetusmateriaalia tuottaessa, onkin tärkeää kiinnittää huomiota taiton selkeyteen.^{8,65} Yleiskielinen taulukko ei ole symmetrinen ja taulukon kuvaus on sijoitettu taulukon 32. alkuaineen kohdalle. Selkokielisessä taulukossa kuvaus on erillisenä taulukon alla. Yleiskielisen taulukon kuvaus, ”*Yleisimpiä alkuaineita ja niiden ominaisuuksia.*”, on virke, jossa ei ole lainkaan tekijää tai predikaattia. Selkeiden ja loogisten lauserakenteiden käyttö parantaa tekstin ymmärrettävyyttä.^{46,52} Selkokielisessä taulukon kuvaus, ”*Taulukossa on yleisimpien alkuaineiden kemialliset merkit ja aineiden ominaisuuksia.*”, on kokonainen virke, jossa on suora sanajärjestys. Selkokielisessä taulukon kuvaus kuvaa taulukon sisältöä tarkemmin kuin yleiskielisen taulukon kuvaus ja sen ymmärtäminen sisällöllisesti on helpompaa. (kuva 12, kuva 13)

Selkokielisessä taulukon otsikkorivin sininen pohjaväri on tummempi kuin yleiskielisessä taulukossa ja sarakkeet on erotettu toistaan mustin reunoin. Selkokielisessä taulukon ensimmäiset ja kolmannet sarakkeet ovat pohjaväritään valkoisia ja toiset ja neljännet sarakkeet pohjaväritään vaaleansinisiä. Selkokielisessä Titaanin taulukko on asetelultaan selkeämpi kuin yleiskielisen Titaanin taulukko. Sarakkeiden ja rivien jako mustilla reunoilla helpottaa taulukon käyttöä oppilaan näkökulmasta.

9.1.3 Kuvaajat ja kaaviot

Erilaisia kuvaajia ja kaavioita käytetään kemian oppikirjoissa esimerkiksi selventämään ilmiöiden ja havaintojen välisiä suhteita sekä kuvaamaan ilmiöiden eri tasojen välisiä suhteita.

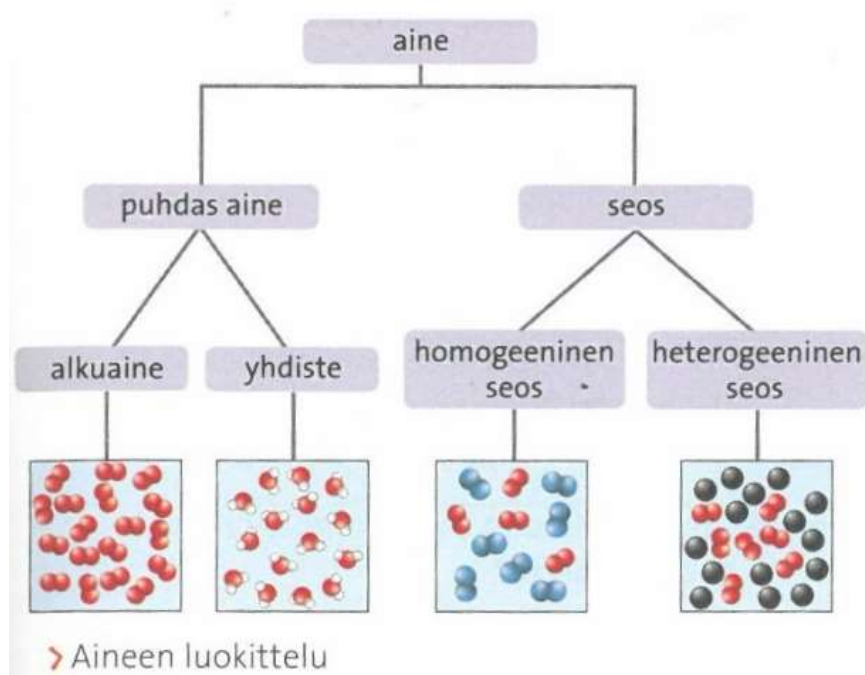
Kuvassa 14 on esitetty yleiskielisen Titaanin kaavio aineiden jaottelusta.²



Kuva 14. Kaavio aineen jaottelusta yleiskielisestä Titaanista.²

Kuvassa 14 on esitetty kaavio, jossa aineen määritelmä on jaettu kahteen alaryhmään eli puhtaaseen aineeseen ja seokseen. Puhdas aine on osaltaan jaettu vielä alkuaineisiin ja yhdisteisiin. Molemmille näistä on esitetty kuvallinen esimerkki pallomalleilla. Seos on osaltaan jaettu vielä homogeenisiin seoksiin ja heterogeenisiin seoksiin. Molemmille näistä on esitetty kuvallinen esimerkki pallomalleilla, eli kaaviossa käsitellään kemiallista tietoa symbolisella tasolla.⁶¹ Kaavio ei ole symmetrinen ja yhdisteen laatikko on esitetty samalla tasolla heterogeenisen seoksen kanssa. Vastaavasti alkuaineen ja homogeenisen seoksen laatikot ovat samalla korkeudella. Kaavion tekstilaatikat ovat pohjaväritään vaaleansinisiä.

Kuvassa 15 on esitetty selkokiehisen Titaanin kaavio aineiden jaottelusta.¹



Kuva 15. Kaavio aineen jaottelusta selkokielisestä Titaanista.¹

Kuvassa 15 on esitetty kaavio, jossa aineen määritelmä on jaettu kahteen alaryhmään eli puhtaaseen aineeseen ja seokseen. Selkokielisen Titaanin kaavion tekstilaatioiden sisältö ja pohjaväri on sama kuin yleiskielisessä kaaviossa. Myös kaavion alimmaisissa laatikoissa olevat pallomalliesimerkit ovat samat kuin yleiskielisessä kaaviossa. Kemian tiedon symbolinen taso huomioidaan siis myös selkokielisessä kaaviossa.⁶¹ Selkokielinen kaavio on tekstilaatikkojen korkeuden suhteen symmetrinen eli esimerkiksi puhtaan aineen alaryhmät alkuaine ja yhdiste ovat samalla korkeudella. Vastaavasti seoksen alaryhmien eli homogeenisen ja heterogeenisen seoksen tekstilaatikot ovat samalla korkeudella. Selkokielisessä kaaviossa kaikki laatikoiden väliset viivat ovat suoria. Yleiskielisessä kaaviossa viivat, jotka menevät korkeammalla oleviin alaryhmiin, eli yhdisteeseen ja heterogeeniseen ryhmään, eivät ole suoria. (kuva 14, kuva 15)

9.1.4 Kuvat ja kuvatestit

Kuvia käytetään kemian oppikirjoissa esimerkiksi opeteltavaan aiheeseen liittyvien esimerkkien esittämiseen ja tekstin yleisasun piristämiseen. Kuvien teksteihin voidaan esimerkiksi tiivistää opeteltavaan asiaan liittyviä yksityiskohtia. Kuvatekstien lyhyet tietoiskut voivat jäädä oppilaille paremmin mieleen kuin yksityiskohdat leipätekstistä.

Kuvassa 16 on esitetty happo- emäsindikaattorin, bromitymolisinisen, toimintaa happamassa, neutraalissa ja emäksisessä liuoksessa.²



Kuva 16. Yleiskielisen Titaanin luvun 9 kuva bromitymolisinisen väristä eri pH-arvoissa.²

Kuvassa 16 on kolme koeputkea, joissa on indikaattoriliuosta, bromitymolisinistä eli BTS-indikaattoria. Kuvan vasemmassa reunassa on koeputki, jossa on hapanta liuosta ja oikeassa reunassa on koeputki, jossa on emäksistä liuosta. Näiden koeputkien välissä on liuos, joka on indikaattorin värinmuutosalueella neutraali. Kuvaa 16 on käytetty yleiskielisessä Titaanissa auttamaan oppilasta ymmärtämään miten indikaattorin toimii ja miten sen liittyy happamuuteen.² (kuva 16) BTS-indikaattori on yleinen indikaattori myös oppilastöissä, joten sen käyttö kuvan esimerkissä yhdistää opiskeltavan teorian eli kemian mikroskooppisen tason kemian kokeelliseen työskentelyyn eli kemian makroskooppiseen tasoon.⁶¹

Kuvassa 17 on esitetty bromitymolisinisen toimintaa happamassa ja emäksisessä liuoksessa.¹



Kuva 17. Selkokiehisen Titaanin luvun 9 kuva bromitymolisinisen väristä eri pH-arvoissa.¹

Kuvassa 17 on esitetty kaksi koeputkea, joissa on indikaattoriliuosta, bromitymolisinistä eli BTS-indikaattoria. Vasemmanpuoleisessa liuoksessa on hapan liuos ja oikeanpuolimmaisessa on emäksinen liuos. Selkokiehisen Titaanin kuvassa ei ole indikaattorin värinmuutosalueen liuosta, joka on esitetty yleiskiehisen Titaanin kuvassa. (kuva 16) Selkokiehisen Titaanissa on siis esitetty happamuuden ääripäät eli hapan ja emäksinen, mutta asteikon keskelle jäävä värinmuutosalueen väri on jätetty pois. (kuva 17) Kokeehisen työskentelyn näkökulmasta oppilaiden on tärkeää osata käyttää BTS-indikaattoria liuoksen happamuuden tutkimiseen. Kuvien 16 ja 17 kaltaiset esimerkit auttavat kokeehisen työskentelyn onnistuneessa toteutuksessa. Indikaattorin värinmuutosalueen liuoksen esimerkin puuttuminen voi vaikeuttaa indikaattorin toiminnan hahmottamista. Jos oppilaille ovat tuttuja vain indikaattoriliuoksen väriskaalan ääripäät, voi esimerkiksi lähes neutraalin liuoksen happamuuden arviointi olla vaikeaa.

Yleiskiehisen Titaanin luvussa 5 oppilaat tutustuvat erilaisiin seoksiin ja erotusmenetelmiin.² Paperikromatografia on erotusmenetelmä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi tussien värien koostumuksen tutkimisessa.

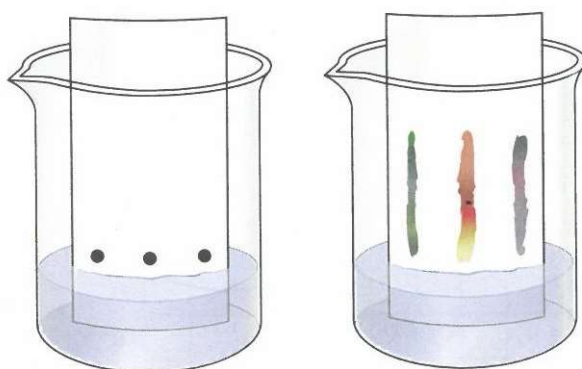
Kuvassa 18 on esitetty yleiskielisen Titaanin esimerkkikuva paperikromatografiasta.²



Kuva 18. Yleiskielisen Titaanin kuva paperikromatografiasta.²

Kuvassa 18 on esitetty eriväristen tussien liukenemien paperikromatografialla. Kuva tekstissä selitetään paperikromatografian olevan menetelmä, jolla voidaan esimerkiksi selvittää tussin värikoostumus. Kuvassa näkyy valkoinen paperi, jossa eriväriset tussit ovat liuenneet liuottimen nestetason noustessa osmoosin vaikutuksesta.

Kuvassa 19 on esitetty selkokiehisen Titaanin esimerkkikuva paperikromatografiasta.¹



> Musta väri sisältää eri värejä.
Eri värit voidaan erottaa paperikromatografialla.

Kuva 19. Selkokiehisen Titaanin kuva paperikromatografiasta.¹

Kuvassa 19 on piirrettynä kokeellista työskentelyä vastaava kuva paperikromatografiasta. Kuvassa on vasemmalla dekantterilasi, jossa on liuotinta ja paperi, johon piirretty kolme pistettä mustalla tussilla. Oikeanpuolimmaisessa dekantterilasissa nesteen taso on noussut paperia pitkin osmoosin seurauksena ja tussilla piirretyt mustat pisteet ovat lienneet eri väreistä koostuviksi viivoiksi. Selkokielen Titaanin kuva paperikromatografiasta kuvaa tarkemmin paperikromatografian taustalla toimivia ilmiöitä. Kuvasta on mahdollista havaita nesteen nousevan paperia pitkin ja oppilaalle on selvää, että moniväriset kaistaleet ovat peräisin mustan tussin liuenneista väreistä. (kuva 19) Selkokielen Titaanin kuva myös mallintaa kokeellista työskentelyä, jolloin paperikromatografian teko oppitunneilla sujuu helpommin. Yleiskielen Titaanin kuva paperikromatografiasta ei sisällä kokeellisen työskentelyn mallintamista ja paperikromatografian taustalla toimivat ilmiöt jäävät irrallisiksi. Selkokielistä oppikirjaa voidaan käyttää myös pienryhmäopetuksessa, jolloin erityisopettajalla ei mahdollisesti ole välineitä kokeelliseen työskentelyyn. Kuvaa 19 voidaan siis käyttää mallintamaan paperikromatografiaa.

9.2 Tehtäväsivut

Selkokielisessä Titaanissa kappaleeseen liittyvät tehtävät on sijoitettu siten, että opiskeltava asia ja siihen liittyvät tehtävät ovat samalla aukeamalla.¹ Tämä mahdollistaa kappaleen jakamisen oppilaan opiskelunopeudelle sopiviin osiin. Selkokielen määritelmän mukaan tekstin rajaaminen on oleellista tekstin ymmärrettävyyden parantamiseksi.⁴⁶ Kappaleen lopussa on myös kertaustehtäviä, joissa yhdistetään koko kappaleen tietoja. Selkokieliseen Titaanin ei ole erillistä tehtäväkirjaa vaan kaikki tarvittava on integroituna oppikirjaan. Yleiskielisessä Titaanissa kertaustehtävät löytyvät lukukappaleen lopusta ja materiaaliin kuuluu myös erillinen tehtäväkirja. Tehtäviä on kokonaisuudessa huomattavasti enemmän kuin selkokielisessä materiaalissa ja niissä painottuvat sanalliset selitystehtävät.

Kuvassa 20 nähdään palamiseen ja paloturvallisuuteen liittyviä oppikirjan tehtäviä yleiskielisestä Titaanista.²

Tehtäviä

1. Mitä on palaminen?
2. Mitä syntyy, kun *a)* hiili *b)* vety *c)* rauta palaa?
3. Mitkä ovat palamisen perusedellytykset?
4. Kerro esimerkki hitaasta palamisesta.
5. Mitkä seuraavista ovat palamistuotteita MgO, NO₂, O₂, CO₂, KCl, H₂O, N₂ ja NaI?
6. Mitä tarkoitetaan aineen
 - a)* syttymispisteellä
 - b)* leimahduspisteellä?
7. Miten tulipalo voidaan sammuttaa?
8. Mikä paloturvallisuuteen liittyvä väline tulee olla jokaisessa asunnossa?
9. Miksi rasvapaloa ei saa sammuttaa vedellä?
10. Selvitä, mistä asuntopalot saavat alkunsa.

Kuva 20. Yleiskielisen Titaanin luvun 12 tehtävät.²

Tehtävät on Titaanin yleiskielisessä kirjassa aseteltu tiiviisti ja osa kysymyksistä on sisällöltään abstrakteja. Opetussuunnitelman mukaan oppilaiden kykyä ymmärtää abstrakteja ilmiöitä tulisi tukea kemian opetuksessa.⁶ Oppilaan odotetaan tekevän tehtävät viikoon ja hakemaan kysymyksiin vastaamiseen vaadittu tieto sopivasta kappaleen kohdasta itsenäisesti. Kysymykset ovat osittain avoimia ja niissä pyritään tukemaan oppilaiden ilmiöpohjaista oppimista esimerkiksi käyttämällä tehtävien asettelussa kysymyssanoja, miten ja miksi, jotka vaativat oppilaan vastauksilta syvällisempää pohdintaa. Esimerkiksi tehtävässä 9 kysytään, “*Miksi rasvapaloa ei saa sammuttaa vedellä?*”, johon vastatakseen oppilaalla tulee olla kattava kokonaiskuva rasvapalosta ilmiönä. (kuva 20)

Osa samaan kappaleeseen kuuluvista tehtävistä oli esitetty selkokiekisessä Titaanissa kuvan 21 mukaisesti.¹



> Voit tukahduttaa tulen sammutuspeitteellä.

Sammutuspeitto tukahduttaa tulen

Kun happea ei pääse palavaan aineeseen, tuli sammuu eli tukahtuu.

Voit **tukahduttaa** tulen esimerkiksi sammutuspeitolla tai vedellä. Kun poistut palavasta huoneesta, sulje ovi. Näin tuli ei saa lisää happea. Jos et saa tulipaloa sammumaan, soita hätänumeroon 112.

Kaikkia aineita ei voi sammuttaa vedellä. Esimerkiksi palava rasva ei sammu vedellä, vaan vesi saa palavan rasvan roiskumaan vaarallisesti. Palava rasva tai sähkölaite sammutetaan sammutuspeitteellä tai jauhesammuttimella.

Palava aine voidaan raivata pois

Raivaaminen tarkoittaa, että palava aine poistetaan tulen läheltä. Raivaamisella estetään palon leviäminen.

Tehtäviä

7. Kun estät hapen pääsyn palavaan aineeseen,
 - a) sammutat tulipalon jäähdyttämällä
 - b) sammutat tulipalon raivaamalla
 - c) sammutat tulipalon tukahduttamalla.
8. Vedellä voi sammuttaa
 - a) metsäpalon
 - b) rasvapalon
 - c) palavan sähkölaitteen.
9. Paperin syttymispiste on
 - a) noin 200 °C
 - b) noin 300 °C
 - c) noin 400 °C.
10. Yleinen hätänumero on
 - a) 112
 - b) 911
 - c) 211.
11. Laki määrää, että joka asunnossa pitää olla
 - a) sammutuspeitto
 - b) palovaroitin
 - c) jauhesammutin.
12. Aine syttyy palamaan
 - a) kiehumispisteessä
 - b) sulamispisteessä
 - c) syttymispisteessä.

Kuva 21. Selkokielen Titaanin luvun 12 loppuosan tehtävät.¹

Kuvasta 21 huomataan, että tehtävät on sijoitettu samalle aukeamalle niihin kuuluvan tiedon kanssa. Tehtävät 1–6 löytyvät kappaleen aiemmilta aukeamilta, joissa käsiteltiin kappaleen eri osa-alueita. Tehtävät on selkokielisessä Titaanissa aseteltu väljästi ja kaikki tehtävät ovat monivalintatehtäviä. Tehtävissä odotetaan konkreettisia vastauksia eikä niissä haeta syvällistä pohdintaa avoimien kysymyksien avulla. Kysymyksien ja esimerkkien konkreettisuus kuuluu selkokielen määritelmään.⁴⁶⁻⁴⁷ Yleiskielisen Titaanin² ja selkokielen Titaanin¹ väliset tehtävät eivät vastaa numeroinniltaan ja sisällöltään toisiaan. Yleiskielisessä Titaanissa pyydetään esimerkiksi tunnistamaan palamistuotteita molekyylikaavoilla ilmoitettujen yhdisteiden listasta ja pohtimaan eri tapoja sammuttaa tulipalo. (kuva 20). Yleiskielisen Titaanin tehtävät yhdistävät siis kemian symbolista ja makroskooppista tasoa.⁶¹ Selkokielisessä Titaanissa kysymykset ovat yksiselitteisiä ja ne korostavat kappaleen ydinsisältöä, kuten

paloturvallisuutta. Selkokielisissä tehtävissä esimerkiksi pyydetään tunnistamaan yleinen hätänumero ja nimeämään lain määräämä paloturvallisuusväline eli palovaroitin. (kuva 21)

Toisessa yleiskielisen Titaanin kappaleessa käsiteltiin kemiallisia reaktioita, niiden nopeutta ja niiden mallintamista reaktioyhtälön avulla.² Yleiskielisessä kirjassa kappaleen lopussa olevista tehtävistä suurin osa oli sanallisia ja asettelultaan avoimia tehtäviä ja osassa niistä oli myös useita osatehtäviä.

Yleiskielisen Titaanin tehtävät esitetty kuvassa 22.²

Tehtäviä

- Mitä tarkoitetaan kemiallisella reaktiolla?
- Milloin voi syntyä räjähdys?
- Kerro esimerkki hitaasta reaktiosta.
- Mitkä ovat yhteyttämisreaktion lähtöaineet?
- Kun vety- ja happikaasu reagoivat, syntyy vettä. Mitkä ovat tämän reaktion a) lähtöaineet b) reaktiotuotteet?
- Kirjoita vedyn ja hapen välisen reaktion reaktioyhtälö.
- Tasapainota reaktioyhtälöt:
 - $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 - $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
- Mistä reaktionopeuteen vaikuttavasta asiasta on kysymys?
 - Rautanaula reagoi nopeammin 20 % suolahappoliuoksessa kuin 10 % liuoksessa.
 - Entsyymit nopeuttavat ravintoaineiden hajoamista.
 - Palasokeri liukenee kahviin hitaammin kuin hienosokeri.
 - Nyrjähtäneen nilkan hoidossa käytetään kylmähaudetta.
- Mitkä aineet toimivat luonnossa katalyytteinä?
- Miksi ruokatavaroita säilytetään jääkaapissa tai pakastimessa?

» Mitä ilmassa olevaa kaasua tarvitaan elämiseen?

Kuva 22. Yleiskielisen Titaanin tehtäviä luvusta 10.²

Sanallisten tehtävien sisällöissä korostuu opetussuunnitelman tavoitteiden mukainen ilmiöpohjaisuus, mutta osa tehtävistä on mekaanisia. Esimerkiksi tehtävässä 2 oppilasta pyydetään vastaamaan kysymykseen, “*Milloin voi syntyä räjähdys?*”. (kuva 22) Tehtävän asettelun perusteella oppilaan toivotaan ymmärtävän olosuhteet, jotka vaikuttavat tutkittavan ilmiön eli räjähdysten syntymiseen ja osaavan eritellä ne vastaukseensa. Vastaavasti tehtävässä 5 kerrotaan faktana, että vedyn ja hapen reaktiossa syntyy vettä ja oppilasta pyydetään erittelemään reaktion lähtöaineet ja reaktiotuotteet. Tehtävässä 6 taas pyydetään kirjoittamaan

edellä mainitun vedyn ja hapen välisen reaktion reaktioyhtälö, jonka sisältö selvitettiin tehtävässä 5. (kuva 22) Oppimisen näkökulmasta tehtävien 5 ja 6 yhdistämisen tavoitteena on pohjustaa uuden ja sisällöltään oleellisen kemian sisällön ymmärrystä. Tehtävissä oppilas saa välineet reaktioyhtälön osien tunnistamiseen ja reaktioyhtälöön kirjoittamiseen. Tehtävässä 7 oppilaan odotetaan osaavan jo hyödyntää näitä taitoja reaktioyhtälön tasapainottamisessa.

Selkokielisessä Titaanissa sisällöltään yleiskielisen Titaanin² tehtäviä 5-7 vastaavat tehtävät on esitetty kuvassa 23.¹

Esimerkki 1

Magnesiumin ja suolahapon reaktioyhtälö.

1. Kirjoita lähtöaineiksi magnesiumin Mg ja suolahappo HCl. Piirrä nuoli, joka kuvaa reaktiota.

..... Mg + HCl →

2. Kirjoita reaktiotuotteet nuolen perään. Reaktiossa syntyy magnesiumkloridia MgCl₂ ja vetykaasua H₂.

..... Mg + HCl → MgCl₂ + H₂

3. Tasapainota reaktio: Lähtöaineissa on 1 magnesium, 1 vety ja 1 kloori.

Reaktiotuotteissa on 1 magnesium, 2 klooria ja 2 vetyä.

Atomeja pitää olla samat määrät reaktioyhtälön molemmilla puolilla.

Tilanne korjautuu sillä, että kirjoitat suolahapon HCl:n eteen luvun 2.

Mg + 2 HCl → MgCl₂ + H₂

Nyt molemmilla puolilla on 1 magnesium, 2 vetyä ja 2 klooria. Reaktioyhtälö on nyt tasapainotettu.

Tehtäviä

9. Mitkä ovat yhteyttämisreaktion lähtöaineet?

.....

.....

10. Kun vety ja happi reagoivat, syntyy vettä.

a) Mitkä ovat lähtöaineet?

.....

.....

b) Mikä on reaktiotuote?

.....

.....

c) Kirjoita vedyn ja hapen reaktioyhtälö.

.....

11. Tasapainota reaktioyhtälöt

a) Zn + HCl → ZnCl₂ + H₂

b) N₂ + O₂ → NO₂

Kuva 23. Selkokielisen Titaanin tehtäviä luvusta 10.¹

Selkokielen Titaanin luvun 10 tehtävät 10-11 vastaavat sisällöltään yleisopetuksen luvun 10 tehtäviä 5-7. Tehtävässä 10 on yhdistetty vedyn ja hapen reaktion lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden nimeäminen sekä reaktion reaktioyhtälön kirjoittaminen. (kuva 23) Samaan opeteltavaan asiaan kuuluvat osatehtävät on siis yhdistetty yhdeksi tehtäväksi toisin kuin yleiskielisessä Titaanissa. Tehtävässä 10 on myös annettu osatehtäviin a-c valmiiksi vastausalue, joka on painettu katkoviivalla. Tämä helpottaa sivun sisällön hahmottamista ja tukee oppilaan itseohjautuvuutta.^{6,8,27} Selkokielen oppikirjan tehtävässä 11 on yksi tasapainotettava reaktioyhtälö vähemmän kuin vastaavassa yleiskielisen oppikirjan tehtävässä 7. Sisällöltään vaikein tasapainotus eli natriumin ja veden välinen reaktio on jätetty selkokielisessä Titaanissa pois.¹ Tehtävässä 11 on myös valittu tasapainotettavaksi typpikaasun ja happikaasun välinen reaktio, jota ei löydy tehtävästä 7. Yleiskielisessä Titaanissa² reaktioyhtälöiden tasapainotus tehdään kirjallisesti vihkoon, ja selkokielisessä Titaanissa¹ kertoimille on katkoviivoilla merkityt paikat, joihin ne merkitään kirjassa.

9.3 Kokeelliset työt

Kokeelliset työt on sijoitettu kappaleiden alkuun sekä yleiskielisessä että selkokielisessä Titaanissa.¹⁻² Yleiskielisessä Titaanissa jokaiseen kappaleeseen kuuluu pääasiassa kolme kokeellista työtä, jotka on sijoitettu tiiviisti yhdelle sivulle. Selkokielisessä Titaanissa on samat työt, mutta ne on hajautettu kokonaiselle aukeamalle.

Kuvassa 24 on esitettyä yleiskielisen Titaanin kokeellinen työ, jossa tislataan värillistä vettä.²

Värillisen veden tislauk

Rakenna oheisen kuvan mukainen laitteisto. Laita tislaukpulloon värillistä vettä ja muutama kiehumakivi. Kuumenna vettä niin, että se alkaa kiehua. Millaista vettä valuu tislaukpullon sivuputkesta koeputkeen?



Kuva 24. Yleiskielisen Titaanin työohje kokeelliselle työlle, jossa tislataan värillistä vettä.²

Kuvan 24 työohjeessa kokeellisen työn vaiheet on esitetty yhtenä tekstikappaleena, jonka jälkeen on sijoitettu kuva käytettävästä tislauk-laitteistosta. Työn tekemisessä oppilaalta odotetaan itseohjautuvuutta, sillä työohje ei anna yksityiskohtaisia ohjeita tislauk-laitteiston kokoamiseen eikä käytettäviä välineitä ole nimetty tai eritelty. Oppilaan itseohjautuvuuden tukeminen on yksi opetussuunnitelman tarvoitteista.⁶ Oppilaan odotetaan siis pystyvän kokoamaan laitteisto itsenäisesti tai vaihtoehtoisesti työohjeessa jätetään opettajalle mahdollisuus vaihtoehtoiseen ohjeistukseen. Tislauksen havainnointiin liittyvä kysymys, “Millaista vettä valuu tislaukpullon sivuputkesta koeputkeen?”, on esitetty osana työohjeen tekstikappaletta ja kysymykseen oletetaan vastaavaan kirjallisesti vihkoon. Kokeellisen työn tarkoituksena on havainnollistaa, että veden kiehumispiste mahdollistaa väriaineen erottamisen vedestä tislaamalla. Oppilaan siis toivotaan yhdistävän värillisen veden kiehumisen ja värittömän veden tiivistyminen ilmiönä tislaukseen.

Selkokielisessä Titaanissa oleva vastaava työohje on esitetty kuvassa 25.¹

Värillisen veden tislaus

Välineet ja aineet:

tislauspullo, kaasupoltin, kolmijalka, kuumennusverkko, statiivi, koura, kaksoispuristin, 600 millilitran keitinlasi, koeputki, värillistä vettä, kiehumakiviä

1. Hae tarvittavat välineet.
2. Laita värillinen vesi ja kolme kiveä tislauspulloon.
3. Rakenna laitteisto opettajan avulla. Katso kuvasta mallia
4. Sytytä kaasupoltin.
5. Kuumenna vesi kiehuvaiksi. Kerää koeputkeen nestettä, jota pullosta tulee.
6. Millaista vettä koeputkessa on?



Kuva 25. Selkokielisen Titaanin työohje kokeelliselle työlle, jossa tislataan värillistä vettä.¹

Selkokielisessä työohjeessa työhön tarvittavat välineet ja aineet on eritelty työn alussa. (kuva 25) Mittauslaitteisto on piirretty ja jokainen työhön kuuluva väline on nimetty kuvaan. Työohjeen teksti on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäisessä on kirjoitettuna tarvittavat välineet ja aineet ja toisessa on työn suoritus vaiheittain. Yleiskielisessä ohjeessa tislauksessa käytetään jäähdtyntä, johon johdetaan kylmää vettä. (kuva 24) Selkokielisessä ohjeessa tislatus veden jäähdtytys on toteutettu keitinlasilla, jossa on kylmää vettä. (kuva 25) Selkokielisen työohjeen koejärjestelyä voitaisiin soveltaa myös yleisopetuksessa, sillä kaikissa kemian luokissa ei ole mahdollisuutta juoksevan veden käyttöön jäähdtyntä.

Yleiskielisessä työohjeessa (kuva 24) työn vaiheet annettiin yhtenä tekstikappaleena, kun taas selkokielisessä ohjeessa (kuva 25) vaiheet on eritelty kuuteen alakohtaan. Alakohdissa eritellään työskentelyn kannalta oleelliset vaiheet, kuten välineiden haku ja laitteiston kokoaminen. Yleiskielisessä työohjeessa oppilaita pyydetään kokoamaan laitteisto kuvan avulla ja selkokielisessä ohjeessa oppilaita ohjataan rakentamaan se yhdessä opettajan kanssa. Yleiskielisessä työohjeessa oppilailta siis odotetaan itseohjautuvuutta ja omatoimisuutta, kun taas selkokielisessä työohjeessa työn tekoa ohjataan vahvasti. Työtä havainnoiva kysymys,

“Millaista vettä koeputkessa on?”, on esitetty selkokielisen työohjeen viimeisenä vaiheena ja sen kielellinen rakenne eroaa hiukan yleiskielisen työohjeen vastaavasta kysymyksestä. Selkokielisissä kysymyksissä tulisi pyrkiä konkreettisuuteen⁴⁶ ja selkokielisen työohjeen havainnointikysymys on sisällöltään konkreettisempi kuin yleiskielisen työohjeen kysymys. Yleiskielisessä työohjeessa kysymykseen sisältyy maininta tiivistyneen ja värittömän veden valumisesta jäähdytintä pitkin. (kuva 24) Oppilas ohjataan siis huomioimaan tislattun vesihöyryn jäähtyminen ja tiivistyminen osana ilmiötä. Selkokielisessä työohjeessa oppilasta ohjataan havainnoimaan vain lopputulosta eli väritöntä vettä eikä tislattun veden tiivistymistä sidota osaksi ilmiötä.

Sisällöllisesti oppilaan halutaan selkokielisen työn jälkeen ymmärtävän, että tislauks on erotusmenetelmä, jossa väriaine saatiin erilleen vedestä. Työssä ei kuitenkaan havainnollisteta tislauksen perustuvan nesteiden kiehumispisteisiin ja oppilaan ei selkokielisen oppikirjan työohjeen perusteella odoteta ymmärtävän vesihöyryn tiivistymistä osana erotusmenetelmän toimintaperiaatetta.

Kuvassa 26 on esitetty yleiskielisen Titaanin työohje kokeelliselle työlle, jossa tutustutaan happamuuteen ja emäksisyyteen ilmiöinä.²

Hapanta vai emäksistä sadetta
Tee tämä tutkimus vetokaapissa.

Laita keitinlasiin 50 ml vettä ja lisää siihen muutama pisara happo-emäs-indikaattoria.

Polta pieni määrä rikkiä rikinpolttokupissa erlenmeyer-pullossa.

Kaada keitinlasissa oleva indikaattoriliuos sitten erlenmeyerpulloon.

Mitä havaitset?

Miten selität havaintosi?



Kuva 26. Yleiskielisen Titaanin työohje työlle, jossa valmistetaan indikaattoriliuos ja tutkitaan liuoksen happamuutta.²

Yleiskielisen Titaanin työohjeessa tehtävä kokeellinen työ on esitetty tiiviisti. (kuva 26) Työhön käytettävä laitteisto on näkyvillä työohjeen kuvassa, mutta sen osia ei ole nimetty. Työssä käytettäviä aineita, kuten indikaattoria ei myöskään ole nimetty. Työohjeen teksti on yhtenäinen, mutta se on jaettu kuuteen osaan väleillä. Ensimmäisenä työohjeessa mainitaan turvallisuuden kannalta oleellinen eli työn tekeminen vetokaapissa, mitä seuraa kolmivaiheinen työn suoritus. Tekstikappaleen lopussa on kaksi kysymystä, joilla pyritään ohjaamaan oppilaita havainnoimaan työtä ja yhdistämään se kirjan luvun ilmiöön. (kuva 26) Kysymyksistä ensimmäinen eli, “*Mitä havaitset?*”, on yksiselitteinen, konkreettinen ja ilmiön tutkimiseen johdattelva. Toisessa kysymyksessä eli, “*Miten selität havaintosi?*”, oppilaan odotetaan selittävän havaitsemansa ilmiö. Kysymyksiin vastaamiseen ei ole annettu työohjeessa tilaa vaan niiden odotetaan vastaavan joko vihkoon tai suullisesti esimerkiksi yhdessä luokan kanssa.

Sisällöllisesti kuvan 26 työn tavoitteena on havainnollistaa ilmansaasteiden aiheuttaman happosateen syntyminen indikaattoriliuoksen avulla. Työssä oppilaat polttavat erlenmeyer pullossa rikkiä, jolloin syntyy rikkidioksidia SO_2 . Rikkidioksidi reagoi veden kanssa herkästi muodostaen ensin rikkihapoketta H_2SO_3 ja sitten rikkihappoa H_2SO_4 . Indikaattoriliuoksen väri vaihtuu, kun se kaadetaan erlenmeyer-pulloon happamien olosuhteiden johdosta. Työn käsittelyyn on mahdollista sitoa ilmansaasteiden yhteiskunnallinen vaikutus ja työllä voidaan myös havainnollistaa rikkidioksidin reaktioherkkyyttä.

Samana kokeellisen työn työohje Selkokielellisestä Titaanista on esitetty kuvassa 27.¹

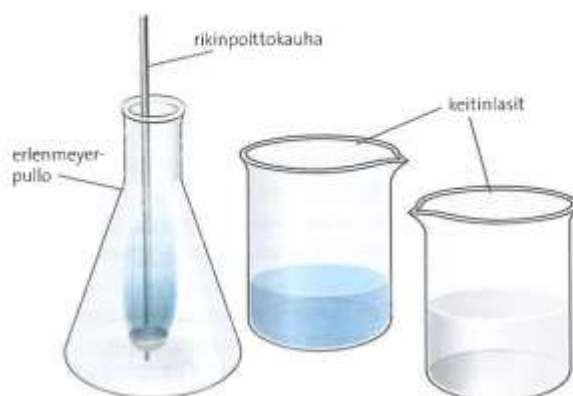
Hapanta vai emäksistä sadetta

Tee tämä tutkimus vetokaapissa.

Välineet ja aineet:

2 keitinlasia 250 ml,
erlenmeyer-pullo 250 ml,
kaasupoltin, rikinpolttokauha, tulitikut,
BTS-indikaattoria, rikkiä, vettä

1. Laita kahteen keitinlasiin 50 millilitraa vettä.
 2. Lisää toiseen keitinlasiin 3 pisaraa BTS-indikaattoria.
 3. Laita rikinpolttokauha puoliksi täyteen rikkiä.
 4. Sytytä kaasupoltin.
 5. Sytytä rikki palamaan kaasupolttimen päällä.
 6. Kun rikki syttyy, siirrä palava kauha erlenmeyer-pulloon.
 7. Polta rikkiä pullossa noin puoli minuuttia.
 8. Siirrä kauha keitinlasiin, jossa on pelkkää vettä.
 9. Upota kauha veteen, jolloin rikki sammuu.
 10. Kaada indikaattoriliuos erlenmeyer-pulloon.
- Mitä huomaat?



Kuva 27. Selkokielisen Titaanin työohje työlle, jossa valmistetaan indikaattoriliuos ja havainnollistetaan liuoksen happamuuden muutosta.¹

Selkokielinen työohje on asetelultaan ja taitoltaan ilmevämpi kuin yleiskielinen työohje. (kuva 27, kuva 26) Työohjeen alussa on työturvallisuuden kannalta oleellinen ohje työn tekemisestä vetokaapissa, mitä seuraa käytettävät välineet ja aineet. Käytettävät välineet on piirretty erillisinä ja jokainen väline on nimetty. Työn tekeminen on jaettu kymmeneen vaiheeseen, joista viimeiseen kuuluu työn havainnointiin liittyvät kysymys, “Mitä huomaat?”. Yleiskielisessä työohjeessa käytettyä, ilmiöpohjaiseen ajatteluun ohjaavaa kysymystä “Miten selität havaintosi?” ei ole selkokielisessä työohjeessa ollenkaan. (kuva 26, kuva 27) Sisällön kannalta selkokielisessä työohjeessa oppilaan odotetaan huomaavan indikaattoriliuoksen värin muuttuminen. (kuva 17) Oppilasta ei kuitenkaan ohjata yhdistämään värin muutos liuoksen

happamuuden muutoksen sen reagoiessa rikkidioksidin kanssa. Opetussuunnitelman edellyttämä ilmiöpohjaisuus ei siis toteudu kokeellisen työn käsittelyssä.⁶

Työn suoritus on selkokielisessä työohjeessa eritelty pieniin osiin. Esimerkiksi kohdassa 1 oppilaita pyydetään laittamaan kahteen keitinlasiin 50 ml vettä ja kohdassa 2 pyydetään lisäämään toiseen keitinlasiin kolme pisaraa BTS-indikaattoria. (kuva 17) Yleiskielisessä työohjeessa indikaattoria ei nimetä ja sen käyttömääräksi sanotaan *“muutama pisara”*. Selkokielisessä ohjeessa määrä on tarkka eli kolme pisaraa, jossa numeraali on ilmoitettu numerona 3. Selkokielisen työohjeen vaiheissa korostuu työturvallisuuden takaaminen. Oppilasta ohjeistetaan sytyttämään kaasupullo kohdassa 4 eli vasta kun indikaattoriliuos on valmistettu ja rikki on mitattu rikkipolttokauhaan. Vastaavasti palava rikki ohjeistetaan sammuttamaan kohdassa 8 ennen kuin indikaattoriliuos kaadetaan erlenmayer-pulloon. (kuva 27) Vastaavia vaiheita ei ole eritelty yleiskielisessä työohjeessa, vaan oppilaan odotetaan toimivan turvallisesti ilman erillistä kirjallista ohjeistusta. Oppilaan itsenäisen työskentelyn tukeminen on yksi opetussuunnitelman tavoitteista kemian opetuksessa.⁶

Liuoksen kylläisyyteen ja ylikylläisen liuoksen kiteytyvyyteen tutustuttiin yleiskielisen Titaanin työssä, joka on esitetty kuvassa 28.²



Kylläinen liuos

Laita erlenmeyer-pulloon 5 ml vettä. Lisää siihen kuparisulfaattia ja sekoita. Jatka kuparisulfaatin lisäämistä niin kauan, että pullon pohjalle jää hieman kiinteää kuparisulfaattia.

Lämmitä pulloa kaasupolttimella varovasti.

Mitä havaitset?

Anna liuoksen jäähtyä hetken, ja kaada se sitten petrimaljaan. Jätä petrimalja odottamaan seuraavaa kemian tuntia.

Mitä liuokselle on tapahtunut?

Kuva 28. Yleiskielisen Titaanin työohje työlle, jossa valmistetaan kylläinen liuos.²

Kuvan 28 työohje on muiden yleiskielisen Titaanin työohjeiden tapaan taitettu tiiviisti.² Työohjeen vasemmalla puolella on kuva mittauslaitteistosta ja oikealla puolella on ohjeet työn suorittamiseen. Ohjeet on esitetty yhtenäisenä lukuna, mutta osa-alueet on jaettu toisistaan väleihin. Tekstin ensimmäisessä osassa tehdään ylikylläinen liuos, toisessa lämmitetään se ja kolmannessa pyydetään kirjaamaan havainnot ylös. Työhön on yhdistetty tutkittavina ilmiöinä lämpötilan vaikutus liukoisuuteen ja ylikylläisen liuoksen kiteytyminen sen jäähtyessä. Oppilaita ohjataan havainnoimaan lämpötilan vaikutusta aineen liukoisuuteen esimerkiksi kysymyksellä, “Mitä havaitset?”. Neljännessä vaiheessa oppilaita ohjataan kaatamaan jäähtynyt liuos petrimaljaan ja havainnoimaan sitä seuraavalla kemian tunnilla, jolloin liuos on kiteytynyt. (kuva 28) Kokeelliseen työhön kuuluvien kysymyksien tarkoituksena on ohjata oppilas oivaltamaan lämpötilan vaikutus aineen liukoisuuteen.

Selkokielisen Titaanin vastaava työohje on esitetty kuvassa 29.¹

Kylläinen liuos

Välineet ja aineet:
erlenmeyer-pullo 100 ml (millilitraa), kaasupoltin, kolmijalka, kuumennusverkko, teelusikka, petrimalja, mittalasi, lasisauva, vettä, kuparisulfaattia

1. Laita erlenmeyer-pulloon 20 ml vettä.
2. Lisää pulloon puoli teelusikkaa kuparisulfaattia.
3. Sekoita, kunnes kuparisulfaatti liukenee kokonaan.
4. Lisää kuparisulfaattia vähän kerrallaan ja sekoita. Lisää kuparisulfaattia niin kauan, että sitä jää hieman pullon pohjalle.
5. Kokoa kuumennusvälineet. Sytytä kaasupoltin turvallisesti.
6. Nosta erlenmeyer-pullo kuumennusverkon päälle. Lämmitä liuos varovasti lähes kiehuvaiksi.

Mitä tapahtuu?

7. Anna liuoksen jäähtyä 5 minuuttia.
8. Kaada liuos petrimaljaan.
9. Jätä liuos odottamaan seuraavan viikon kemian tuntia.

Mitä liuokselle on tapahtunut viikon aikana?

Videot

- > Kahdessa kerroksessa
- > Lämpöä liukenemisesta
- > Liukenemisestä kylmyyttä
- > Kultasade
- > Ylikylläinen liuos

Kuva 29. Selkokielisen Titaanin työohje työlle, jossa valmistetaan ylikylläinen liuos.¹

Kuvan 29 työohjeen alussa on kirjoitettuna käytettävät välineet ja reagenssit. Koejärjestely ja käytettävät välineet on myös nimetty kuvassa 29. Selkokielen työohjeen kohdissa 1-4 valmistetaan ylikylläinen kuparisulfaattiliuos. Selkokielisessä työohjeessa liuottimen eli veden määrä on 20 ml ja yleiskielisessä 5 ml. (kuva 28, kuva 29) Liuosta valmistetaan siis selkokielisessä työohjeessa nelinkertainen määrä ja oppilaille myös annetaan arvio liukenevan kuparisulfaatin määrästä. Selkokielen työohjeen kohdissa 5-6 oppilasta pyydetään kokoamaan lämmityslaitteisto ja lämmittämään liuosta lähes kiehuvaaksi. (kuva 29) Yleiskielisessä työohjeessa vastaavat työvaiheet on ohjeistettu yhdellä käskyllä eli, *“Lämmitä pulloa kaasupolttimella varovasti.”*. (kuva 28) Yleiskielisessä työohjeessa siis ei ole mainintaa kylläisen kuparisulfaattiliuoksen kuumentamisesta lähes kiehuvaaksi ja oppilaan odotetaan työskentelevän turvallisesti ilman erillisiä turvallisuuskehotuksia.

Selkokielisessä työohjeessa on varattu kohdan 6 jälkeen tilaa kysymykseen, *“Mitä tapahtuu?”*, vastaamiseen. (kuva 29) Yleiskielisen työohjeen vastaavassa kysymyksessä oppilaita pyydetään havainnoimaan tilannetta ja selkokielisessä ohjeessa oppilaita pyydetään kuvaamaan tapahtuvaa tilannetta. Selkokielen työohjeen kysymys on sisällöltään konkreettisempi kuin yleiskielisen työohjeen kysymys.⁴⁶⁻⁴⁷ Sisällöllisesti kysymysten ero on pieni, mutta sanavalintojen näkökulmasta yleiskielisen työohjeen⁶⁰ kysymys, *“Mitä havaitset?”*, ohjaa oppilaita miettimään myös ilmiön syitä laajemmin kuin selkokielen työohjeen kysymys, *“Mitä tapahtuu?”*. (kuva 28, kuva29)

Selkokielen työohjeen kohdat 7-9 vastaavat sisällöltään lähes täysin yleiskielisen työohjeen tekstin loppuosaa. (kuva 28, kuva 29) Yleiskielisessä työohjeessa työn suoritusohjeet on ilmoitettu yhtenä tekstikappaleena ja selkokielisessä yksityiskohtaisina ja lyhyinä osioina. Selkokielen työohjeen kohdassa 7 oppilasta ohjeistetaan antavan liuoksen jäähtyä 5 minuuttia, kun taas yleiskielisessä työohjeessa jäähtymisaikaa ei määritellä. Selkokielisessä työohjeessa korostetaan siis turvallisuutta enemmän kuin yleiskielisessä työohjeessa. Selkokielen työohjeen lopussa on vastaustila, johon oppilas voi kuvailla viikon aikana kiteytynyttä liuosta. Myös yleiskielisessä työohjeessa pyydetään havainnoimaan liuosta seuraavalla oppitunnilla, mutta kysymyksen asettelussa ei korosteta kulunutta aikaa ja kysymyksen vastaukselle ei ole annettu erillistä tilaa. Selkokielen määritelmän mukaan tapahtumat on sidottava aikaan ja paikkaan.⁴⁶ Tekstin ymmärrettävyyden kannalta on siis tärkeää kertoa tarkasti milloin kiteytynyttä liuosta tutkitaan.

9.4. Kemian termit

Selkokielen määritelmän mukaan selkokielisessä tekstissä tulisi välttää erikoiskielen termejä ja käytettävät termit tulisi pystyä selittämään yksinkertaisin lauserakentein.⁴⁸ Kemian oppikirjoissa uusia termejä otetaan käyttöön jokaisessa luvussa ja ne selitetään pääasiallisesti vain kerran. Oppilaan odotetaan siis oppivan ja sisäistävän kielellisesti vaikea terminologia nopeasti. Luonnontieteellisiä ilmiöitä selitetään luonnontieteellisillä termeillä ja aikaisempien termien osaaminen rakentaa osaltaan myöhemmin opeteltavien termien hallintaa.⁵

Selkokielisen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin luvussa 5 tutustaan seosten aineosien erottamiseen. Taulukkoon 6 on kirjattu kolme erotusmenetelmää sekä niiden selitykset selkokielisestä Titaanista ja yleiskielisestä Titaanista.¹⁻²

Taulukko 6. Yleiskieliset ja selkokielisetselitykset kolmelle erottamismenetelmälle

termi	selkokieli	yleiskieli
uuttaminen	<i>Uuttaminen tarkoittaa, että seoksesta erotellaan vain joitain aineita. Uuttaminen perustuu aineiden erilaiseen liukoisuuteen.</i>	<i>Kun kiinteästä seoksesta, liuoksesta tai kaasuseoksesta vain joitain ainesosia liuotetaan, käytetään erotusmenetelmästä nimitystä uuttaminen.</i>
suodatus	<i>Suodatus erottaa isot hiukkaset pienistä hiukkasista.</i>	<i>Suodatuksessa seoksen ainesosat erottuvat toisistaan hiukkaskoon mukaisesti.</i>
tislaus	<i>Tislaus on erotusmenetelmä, jolla voit erottaa liuoksen aineet toisistaan. Kun kuumennat liuosta, siinä olevat aineet alkavat kiehua. Aineet kiehuvat eri lämpötiloissa.</i>	<i>Tislaus perustuu aineiden erilaisiin kiehumispisteisiin ja sitä käytetään toisiinsa liuenneiden nesteiden erottamiseen toisistaan.</i>

Taulukossa 6 kuvattu selkokielinen selitys uuttamiselle on vähän lyhyempi kuin yleiskielinen selitys. Selkokielisessä selityksessä lauseenjärjestykset ovat suoria ja virkkeissä on korkeintaan yksi sivulause.⁶ Yleiskielisessä selityksessä uuttaminen on selitetty yhdellä pitkällä virkkeellä, jossa lauseenjärjestys on käänteinen. Sisällöltään selkokielinen selitys uuttamiselle on huomattavasti pintapuolisempi kuin yleiskielinen selitys. Selkokielisen tekstin kirjoittamisessa korostuu aiheen valinta ja aiheen rajaus.⁴⁶ Selkokielisessä selityksessä mainitaan yleisesti, että uuttamisessa seoksesta erotellaan vain joitain aineita, kun taas yleiskielisessä selityksessä mainitaan mahdollisiksi eroteltaviksi seostyypeiksi kiinteät seokset, liuoksen ja kaasuseokset. Yleiskielisessä selityksessä käytetyt termit ovat siis kemian sisällöltään tarkempia.

Selkokielisessä selityksessä uuttamisen sanotaan perustuvan aineiden erilaiseen liukoisuuteen ja yleiskielisessä selityksessä liuotus terminä on sidottu seoksen ainesosien erottamiseen. Kokonaisuutena selkokielinen selitys antaa yleisen, mutta irrallisen kuvauksen uuttamisesta tapahtumana, kun taas yleiskielinen selitys pyrkii esittämään uuttamisen yhtenä ilmiönä ja erotusmenetelmänä monien joukossa.

Suodatus on selitetty selkokielisessä Titaanissa isojen hiukkasten erottamiseksi pienistä hiukkasista.¹ Lauseenjärjestys on suora ja virke on lyhyt. Lauseen predikaatti on esitetty muodossa “*erottaa*”. Yleiskielisessä Titaanissa saman termin selitykseen käytetään kemiallisen kielen ilmaisuja ainesosa ja hiukkaskoko.² Virke on yleiskielisessä selityksessä pidempi kuin selkokielisessä selityksessä ja predikaatti on esitetty muodossa “*erottuvat*”, mikä korostaa useiden ainesosien erotusta toisistaan. Ydinsisällöltään selitykset ovat samat, mutta yleiskielisen Titaanin selityksessä suodattaminen ilmiönä sidotaan tarkemmin seoksen ainesosien erottamiseen.² Tämä tapahtuu esimerkiksi valitsemalla sanamuodoksi “*suodatuksessa*”, jolloin käsitellään olemassa olevaa tapahtumaa. Selkokielinen selitys taas antaa yleisen määritelmän suodatukselle, mikä huomataan esimerkiksi sanamuodosta “*suodatus*”. Hiukkaskoko käsitteenä jää kuitenkin selkokielisessä selityksessä irralliseksi erotusmenetelmiin liittyvistä ilmiöistä.¹

Tislauksen selkokielisen selityksen ensimmäisessä virkkeessä sanotaan, “*Tislaus on erotusmenetelmä, jolla voit erottaa liuoksen aineet toisistaan.*”¹ Selityksessä mainitaan ensimmäisenä pääasiana tislauksen koskevan liuoksen aineiden erottamista toisistaan. Selkokielen määritelmän mukaan jokaisessa lauseessa tulisi olla vain yksi ydinasia ja se tulisi mainita lauseessa ensimmäisenä.⁴⁶ Selityksen seuraavissa virkkeissä jatketaan, ” *Kun kuumennat liuosta, siinä olevat aineet alkavat kiehua. Aineet kiehuvat eri lämpötiloissa.*”, eli tislauksen ilmiönä sidotaan aineiden kiehumiseen eri lämpötiloissa. Selkokielisen tekstin kirjoitusohjeiden mukaan asioista tärkein esitetään aina ensimmäisenä, eli tislauksen selkokielisessä selityksessä erotusmenetelmän perustuminen aineiden eri kiehumispisteisiin on toissijainen tieto.⁴⁶ Yleiskielisessä tislauksen selityksessä sanotaan, “*Tislaus perustuu aineiden eri kiehumispisteisiin...*”, eli ilmiön kemiallinen tausta tuodaan paremmin esille heti selityksen alussa ja tislauksen sidotaan kiehumispisteeseen ilmiönä. Sisällöltään sekä yleiskielinen että selkokielinen selitys ovat kemiallisesti oikein. Selkokielisessä selityksessä kuitenkin vältetään kemian termien, eli erikoiskielen käyttöä.⁴⁶

Selkokielen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin luvussa 8 oppilaat tutustuvat veteen liuottimena.¹⁻² Taulukkoon 7 on kirjattu selkokielliset ja yleiskieliset selitykset termeille pitoisuus ja liukoisuus.

Taulukko 7. Selkokielliset ja yleiskieliset selitykset pitoisuudelle ja liukoisuudelle

termi	selkokieli	yleiskieli
pitoisuus	<i>Pitoisuus tarkoittaa kuinka paljon ainetta on liennut esimerkiksi veteen. Pitoisuus voidaan ilmoittaa monella tavalla. Voit sanoa esimerkiksi, että 10g suolaa on litrassa vettä. Pitoisuus voidaan ilmoittaa myös prosentteina</i>	<i>Liunneen aineen pitoisuus vedessä voidaan ilmoittaa monella tavalla. Pitoisuusyksikkö voi ilmaista kuinka monta grammaa kiinteää ainetta on liennut tiettyyn nestetilavuuteen. Pitoisuus voidaan ilmoittaa myös prosentteina. Kemistit käyttävät pitoisuuden yhteydessä konsentraatiota.</i>
liukoisuus	<i>Aineen liukoisuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon ainetta voit liuottaa esimerkiksi 100g vettä.</i>	<i>Aineiden liukoisuus tarkoittaa, kuinka paljon liennutta ainetta voidaan liuottaa tiettyyn määrään liuotinta. Esimerkiksi ruokasuolan liukoisuus on 370g litrassa.</i>

Taulukossa 7 on esitetty selitys pitoisuudelle selkokielellä ja yleiskielellä. Selkokiellinen selitys sisältää neljä lyhyttä virkettä, joiden sanajärjestys on suora.⁴⁶ Yleiskielisessä selityksessä on myös neljä virkettä, mutta ne ovat huomattavasti pidempiä kuin selkokiellisen selitykset virkkeet. Selkokiellisen selityksen kahdessa ensimmäisessä virkkeessä sanotaan, *”Pitoisuus tarkoittaa kuinka paljon ainetta on liennut esimerkiksi veteen. Pitoisuus voidaan ilmoittaa monella tavalla.”*. Sisällöltään sama asia on esitetty yleiskielisessä selityksessä näin, *”Liunneen aineen pitoisuus vedessä voidaan ilmoittaa monella tavalla.”*. Selkokiellinen selitys on pidempi kuin yleiskielinen selitys ja siinä selitetään pitoisuus aineen veteen liukenemisen kautta. Termin selitys siis sidottu lauseen verbiin eli liukenemiseen. Liukeneminen terminä selitettiin siis konkreettisen esimerkkitapahtuman avulla.⁴⁶ Yleiskielisessä selityksessä oppilaan odotetaan jo ymmärtävän mitä liukenemisella ja liunneella aineella tarkoitetaan ja lauseen ydinasiiana on eri tavat ilmoittaa pitoisuus.

Terminologisesti yleiskielinen selitys on monipuolisempi ja sisällöltään haastavampi ymmärtää kuin selkokielinen selitys. Pitoisuuden selitystä jatketaan yleiskielisessä Titaanissa näin, *“Pitoisuusyksikkö voi ilmaista kuinka monta grammaa kiinteää ainetta on liuennut tiettyyn nestetilavuuteen.”*² Yleiskielisessä selityksessä ilmiö esitetään yleistettävässä muodossa, jolloin oppilaan odotetaan ymmärtävän mitä termillä tarkoitetaan erilaisissa tilanteissa. Selityksessä on käytetty kemian kieltä kuvaamaan tilannetta, mikä huomataan esimerkiksi sanavalinnoista *“pitoisuusyksikkö”, “kiinteää ainetta”* ja *“nestetilavuuteen.”* Selkokielisessä Titaanissa sama asia ilmaistiin, *“Voit sanoa esimerkiksi, että 10g suolaa on litrassa vettä.”* Selkokielinen selitys ei sisällä kemian kielen ilmaisuja ja pitoisuus on selitetty yhden selkeän arkielämän esimerkiksi kautta. Selkokielisessä selityksessä on siis pyritty esimerkin konkreettisuuteen.⁴⁶ Sekä selkokielisestä että yleiskielestä selityksestä löytyy sama maininta, *“Pitoisuus voidaan ilmoittaa myös prosentteina.”*, mutta yleiskielisessä selityksessä mainitaan pitoisuudelle myös kemistien käyttämä konsentraatio. Selkokielisessä selityksessä konsentraatiota ei ole mainittu lainkaan. Konsentraatio on kemian erityiskielen termi, joten sen käytön välttäminen selkokielisessä Titaanissa vastaa selkokielen määritelmää.⁴⁸

Taulukon 7 toinen termi liukoisuus on selitetty selkokielisessä Titaanissa yhdellä virkkeellä, jossa on suora sanajärjestys.¹ Virke koostuu yhdestä pääauseesta ja yhdestä sivulauseesta. Yleiskielisessä Titaanissa liukoisuus on selitetty kahdella virkkeellä, joista toinen on esimerkki.² Molemmissa selityksissä liukoisuus terminä on avattu esimerkin avulla. Selkokielisessä selityksessä esimerkiksi on valittu, *“Aineen liukoisuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon ainetta voit liuottaa esimerkiksi 100g vettä.”*, mistä ei ilmene liuotettava aine tai sen määrä. Liukoisuutta ei siis esitetä todellisen yhdisteen liukoisuuden avulla vaan esimerkki on luonteeltaan yleinen toteamus ja konkreettinen, helposti ymmärrettävä.⁴⁶ Yleiskielisessä selityksessä esimerkkinä käytettiin, *“Esimerkiksi ruokasuolan liukoisuus on 370g litrassa.”*, mikä on arkielämään sidottavissa oleva käytännön esimerkki liukoisuudesta.

Selkokielisen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin luvussa 10 oppilaat tutustuvat kemiallisiin reaktioihin, niiden ominaisuuksiin ja niiden mallintamiseen reaktioyhtälöillä.¹⁻² Taulukossa 8 on esitetty selkokieliset ja yleiskieliset selitykset kemialliselle reaktiolle, lähtöaineelle, reaktiotuotteelle ja reaktioyhtälön tasapainottamiselle.

Taulukko 8. Selkokieiset ja yleiskieliset selitykset kemialliseen reaktioon liittyville termeille

termi	selkokieli	yleiskieli
kemiallinen reaktio	<i>Kemiallisessa reaktiossa sidokset muuttuvat ja syntyy uusia yhdisteitä.</i>	<i>Kun yhdisteen kemialliset sidokset katkeavat, atomit voivat järjestäytyä uusilla sidoksilla toisiinsa. Tätä atomien uudelleen järjestäytymistä sanotaan kemialliseksi reaktioksi.</i>
lähtöaine	<i>Lähtöaineet ovat reaktioon osallistuvat aineet. Ne kirjoitetaan reaktioyhtälöön ensimmäiseksi.</i>	<i>Ensimmäiseksi reaktioyhtälöön kirjoitetaan reaktioon osallistuvat aineet, joita sanotaan lähtöaineiksi.</i>
reaktiotuotteet	<i>Nuolen jälkeen kirjoitetaan reaktiotuotteet.</i>	<i>Nuolen jälkeen kirjoitettavat aineet ovat reaktiotuotteita.</i>
reaktioyhtälön tasapainottaminen	<i>Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla. Atomien määrän pitää siis olla sama nuolen molemmilla puolilla, eli lähtöaineissa ja reaktiotuotteissa. Atomien määrä pysyy sopivana, kun kemiallisten kaavojen eteen lisätään sopivia lukuja eli kertoimia. Näin reaktio tasapainottuu.</i>	<i>Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla. Jotta atomien määrä pysyisi reaktioyhtälössä samana reaktiotuotteissa ja lähtöaineissa, tulee kemiallisten kaavojen eteen lisätä erilaisia kertoimia.</i>

Taulukossa 8 on esitetty selitys kemialliselle reaktiolle selkokielellä ja yleiskielellä. Selkokieellinen selitys on pituudeltaan yhden virkkeen ja yleiskielinen kaksi virkettä. Selkokieellisessä virkkeessä sanajärjestys on suora ja yleiskielisen selityksen virkkeistä toinen on suora ja toinen käänteinen.⁴⁶

Selkokieellisessä selityksessä kerrotaan, ”*Kemiallisessa reaktiossa sidokset muuttuvat ja syntyy uusia yhdisteitä.*”. Selityksessä ei eritellä miten sidokset muuttuvat eikä mistä sidoksista on kyse. Selityksessä ei siis käsitellä kemian mikroskooppista tasoa.⁶¹ Yleiskielisessä selityksessä sidoksien muuttumisesta kerrottiin, ”*Kun yhdisteen kemialliset sidokset katkeavat, atomit voivat järjestäytyä uusilla sidoksilla toisiinsa.*”. Yleiskielisessä selityksessä mainitaan, että katkeavat sidokset ovat yhdisteen sidoksia ja eritellään myös, että tästä seuraa atomien uudelleen järjestäytyminen. Yleiskielisessä selityksessä käsitellään siis myös kemian mikroskooppista tasoa.⁶¹ Yleiskielisen selityksen kuvaus kemiallisesta reaktiosta vastaa todellisuutta tarkemmin kuin selkokieellinen selitys. Selkokieellinen selitys antaa yleisen kuvauksen sidoksien muuttumisesta, jolloin syntyy eri yhdiste. Ilmiön kemiallinen kuvaus jää kuitenkin

pintapuoliseksi. Yleiskielisessä selityksessä kemiallinen reaktio määritellään atomien uudelleen järjestäytymisen kautta, mikä huomataan erityisesti selityksen toisesta virkkeestä, jossa sanotaan, *“Tätä atomien uudelleen järjestäytymistä sanotaan kemiallisiksi reaktioksi.”*. Yleiskielisessä selityksessä termiä käsitellään siis mikroskooppisella tasolla.⁶¹ Selkokielisessä selityksessä atomeja ei mainita lainkaan, joten sidoksien katkeamista käsitellään atomeista irrallisena ilmiönä ja Johnstonen mikroskooppisen tasoa ei käytetä.⁶¹

Reaktioyhtälön rakenteen ymmärtämisen kannalta oleellinen termi lähtöaine on selitetty selkokielisessä Titaanissa kahdella lyhyellä virkkeellä ja yleiskielisessä Titaanissa yhdellä pitkällä virkkeellä, jossa oli päälause ja sivulause.¹⁻² Selitykset ovat sisällöltään samat, mutta tieto on esitetty selityksissä eri järjestyksissä. Selkokielisessä selityksessä kerrotaan, *“Lähtöaineet ovat reaktioon osallistuvat aineet. Ne kirjoitetaan reaktioyhtälöön ensimmäiseksi.”*, eli ensin selitetään mitä lähtöaineet ovat ja sen jälkeen ilmaistaan niiden paikka reaktioyhtälössä. Selityksen pääasia on siis lähtöaineen määritelmä ja sen sijainti reaktioyhtälössä on toissijainen tieto.⁴⁶ Yleiskielisessä selityksessä sama informaatio selitettiin, *“Ensimmäiseksi reaktioyhtälöön kirjoitetaan reaktioon osallistuvat aineet, joita sanotaan lähtöaineiksi.”*, eli selityksen pääasiana on lähtöaineen sijainti reaktioyhtälössä ja se, että reaktioon osallistuvia aineita kutsutaan lähtöaineiksi, on toissijainen ja tarkentava tieto. Myös reaktiotuotteen selitykset ovat rakenteeltaan lähes identtiset selkokielisessä Titaanissa ja yleiskielisessä Titaanissa.¹⁻² Selkokielisessä Titaanissa reaktiotuotteet on selitetty, *“Nuolen jälkeen kirjoitetaan reaktiotuotteet.”*, eli selitys on lyhyt ja siinä ei määritellä mitä reaktiotuotteet ovat. Yleiskielisessä selityksessä sama asia selitettiin, *“Nuolen jälkeen kirjoitettavat aineet ovat reaktiotuotteita.”*, mistä käy ilmi, että reaktiotuotteet ovat aineita. Ero selitysten välillä on pieni, mutta selkokielinen selitys on kemian sisällöltään pintapuolisempi kuin yleiskielinen.

Reaktioyhtälön tasapainottaminen on selitetty selkokielisessä Titaanissa neljällä virkkeellä ja yleiskielisessä Titaanissa kahdella virkkeellä. Selkokielinen selitys on huomattavasti pidempi kuin yleiskielinen selitys, mutta virkkeet ovat yleiskielisessä selityksessä pidempiä. Selkokielisessä selityksessä kaikkien lauseiden sanajärjestykset ovat suorina, kun taas yleiskielisen selityksen toisessa virkkeessä on käänteinen sanajärjestys.

Sekä selkokielisessä että yleiskielisessä selityksessä ensimmäinen virke on, “*Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla.*”. Virkkeen pääasia eli atomien määrän säilyminen on esitetty ensimmäisenä ja vasta sivulauseessa määrän säilymistä on selitetty uudelleenjärjestäytymisellä. Yleiskielisessä selityksessä reaktioyhtälön tasapainottamista ohjeistettiin, “*Jotta atomien määrä pysyisi reaktioyhtälössä samana reaktiotuotteissa ja lähtöaineissa, tulee kemiallisten kaavojen eteen lisätä erilaisia kertoimia.*”. Kertoimien käyttö esitetään oppilaille selityksessä edellytyksenä atomien lukumäärän säilymiselle reaktioyhtälössä ja atomien määrän säilymistä on korostettu käänteisellä sanajärjestyksellä. Selkokielisessä selityksessä atomien määrän säilyminen, eli aineen häviämättömyys, on esitetty erikseen, “*Atomien määrän pitää siis olla sama nuolen molemmilla puolilla, eli lähtöaineissa ja reaktiotuotteissa.*”, minkä jälkeen on selitetty kertoimien merkitys, “*Atomien määrä pysyy sopivana, kun kemiallisten kaavojen eteen lisätään sopivia lukuja eli kertoimia.*”. Selkokielisessä selityksessä yhdessä virkkeessä on yksi pääasia eli atomien säilyminen ja kertoimien käyttö ovat kaksi erillistä, tärkeää asiaa. Yleiskielisessä selityksessä ydinasiat on esitetty tiiviimmin yhdessä virkkeessä, jolloin oppilas voi sisäistää niistä ensin esitetyn, eli atomien säilyvyyden, paremmin. Sekä yleiskielisessä että selkokielisessä selityksessä tasapainottamista käsitellään Johnstonen mikroskooppisella tasolla.⁶¹

Selkokielisen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin luvussa 11 oppilaat tutustuivat ilman ominaisuuksiin.¹⁻² Yhtenä kappaleen ydinasiiana oli ilmakehän koostumukseen tutustuminen. Selkokielinen selitys ja yleiskielinen selitys ilmakehän koostumukselle on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Selkokielinen ja yleiskielinen selitys ilmakehän koostumukselle

termi	selkokieli	yleiskieli
ilmakehän koostumus	<i>Maapallon ympärillä on ilmakehä, joka koostuu erilaisista kaasuista. Tyypeä on noin 80 prosenttia ja happea noin 20 prosenttia. Muita kaasuja on yhteensä noin 1 prosentti.</i>	<i>Ilmakehä koostuu pääosin tpestä N_2 ja hapesta O_2. Typpi- ja happikaasut ovat värittömiä. Typen osuus on noin 78% ja hapen osuus 21%. Muita kaasuja kuten argonia Ar, hiilidioksidia CO_2, otsonia O_3 ja vesihöyryä H_2O on yhteensä prosentin verran.</i>

Taulukossa 9 on esitetty selkokielinen ja yleiskielinen selitys ilmakehän koostumukselle. Selkokielinen selitys on lyhyempi kuin yleiskielinen selitys ja ennen ilmakehän koostumuksen määrittelyä kerrotaan ilmakehästä, *“Maapallon ympärillä on ilmakehä, joka koostuu erilaisista kaasuista.”* Selkokielisessä selityksessä nimetään ilmakehän kaasuista vain tärkeimmät eli happi ja typpi ja niiden osuudet on ilmoitettu pyöristettynä, *“Typeä on noin 80 prosenttia ja happea noin 20 prosenttia.”* Selkokielisessä selityksessä on siis rajattu selitykseen vain oleellisimmat kaasut.⁶ Yleiskielisessä selityksessä ilmakehän koostumuksesta kirjoitettiin, *“Ilmakehä koostuu pääosin tyyppiä N_2 ja hapesta O_2 . Typpi- ja happikaasut ovat värättömiä. Tyypin osuus on noin 78% ja hapen osuus 21%.”*, eli kirjoitusasu ja kemiallisen tiedon määrä eroavat selkokielisestä selityksestä huomattavasti. Yleiskielisessä selityksessä typpi- ja happikaasulle annetaan myös niiden molekyylikaavat ja niiden osuudet ilmakehästä ilmoitetaan tarkempina arvoina kuin selkokielisessä selityksessä. Yleiskielisessä selityksessä prosentille käytetään prosenttimerkkiä %, kun taas selkokielisessä selityksessä prosentti on kirjoitettu sanallisesti. Ilmakehän koostumuksen muiden kaasujen osalta yleiskielinen selitys on huomattavasti tarkempi, sillä selityksessä sanotaan, *“Muita kaasuja kuten argonia Ar , hiilidioksidia CO_2 , otsonia O_3 ja vesihöyryä H_2O on yhteensä prosentin verran.”*. Edellä mainittuja kaasuja ei ole nimetty selkokielisessä selityksessä lainkaan vaan ne on ilmoitettu yleisesti, *“Muita kaasuja on yhteensä noin 1 prosentti.”* Sisällöltään selkokielinen selitys antaa pintapuolisen kuvauksen ilmakehän kahdesta tärkeimmästä kaasusta ja niiden määrästä. Muiden kaasujen osuus on tyypin ja hapen määrään verrattuna niin pieni, että selkokielisen määritelmän mukaan niiden ilmoittaminen ja erittely ei ole oleellista.⁴⁶⁻⁴⁷

9.5. Yhteenveto

Selkokielisessä Titaanissa on kiinnitetty selkokielen määritelmän mukaisesti huomiota tekstin selkeyteen ja luettavuuteen.^{1,48} Selkokielisessä Titaanissa vältetään passiivin käyttöä, lauseenjärjestys on pääsääntöisesti suora ja virkkeet ovat lyhyitä.¹ Yleiskielisen Titaanin teksti on rakenteeltaan monipuolisempaa ja oppikirja on taitoltaan tiiviimpää kuin selkokielisen Titaanin.¹⁻² (kuva 10, kuva 11) Yleiskielisen Titaanin tekstissä käytetään kemian kielen termejä ja ilmaisuja, kuten molekyylikaavoja, enemmän kuin selkokielisen Titaanin tekstissä. Kemian termien selitykset ovat selkokielisessä Titaanissa usein arkisempia kuin yleiskielisessä Titaanissa. (taulukko 7) Selkokielisen Titaanin selityksessä käsitteeseen liittyvän kemian tiedon hallinta voi jäädä pintapuoliseksi ja käsitteet voivat jäädä irralliseksi niihin liittyvistä ilmiöistä. (taulukko 8) Yleiskielisen Titaanin selityksissä oppilaan odotetaan muistavan aiemmin opittu

termiin liittyvä tieto. Kemian termit ovat erikoiskieltä ja niiden käyttö kemian oppikirjoissa tekee tekstin ymmärtämisestä vaikeaa.⁴⁸ Selkokielisessä selityksissä tällaiset taustatiedot annetaan selityksessä. Yleiskielisen Titaanin selityksissä käsitteeseen tai ilmiöön liittyvä tieto annetaan tarkemmin ja selityksessä voidaan käyttää kemian kieltä, kuten molekyylikaavoja.² (taulukko 9)

Opiskeltavaa asiaa selkeyttävien visuaalisten materiaalien, kuten kuvien, kaavioiden ja taulukkojen käyttö on yleistä sekä yleiskielisessä että selkokielisessä Titaanissa.¹⁻² Kuvia on selkokielisessä Titaanissa selkeytetty esimerkiksi poistamalla osa informaatiosta, kuten indikaattorin väri neutraalissa liuoksessa, (kuva 17) tai mallintamalla paperikromatografiaa piirretyllä kuvalla, josta ilmiö on havaittavissa selkeämmin (kuva 19). Selkokielisen Titaanin ja yleiskielisen Titaanin kuvatestit ovat sisällöltään samat, mutta selkokielisen Titaanin kuvatekstien lauseenrakenteet ovat yksinkertaisempia.¹⁻² Taulukoissa ja kaavioissa on kiinnitetty huomiota symmetriaan ja selkeyteen. Esimerkiksi aineen jaottelua kuvaavan kaavion viivat on suoristettu selkokieliseen Titaaniin, kun taas yleiskielisessä Titaanissa osa viivoista tekee mutkan. (kuva 14, kuva 15) Myös taulukot ovat selkokielisessä Titaanissa tasattu siten, että sarakkeissa on yhtä monta riviä. (kuva 13) Selkokielisen Titaanin tekstissä, kuvissa ja taulukoissa on karsittu kemian tiedon määrää. Esimerkiksi selkokielisen Titaanin alkuainetaulukossa (kuva 13) on esitetty vain 24 alkuainetta, kun vastaavassa yleiskielen taulukossa (kuva 12) alkuaineita on esitetty 31.

Selkokielisessä Titaanissa tehtävät on sijoitettu samalle aukeamalle niitä koskevan teorian kanssa.¹ Yleiskielisessä Titaanissa tehtävät löytyvät oppikirjaluvun lopusta ja oppilaille on käytössään myös erillinen työkirja.² Suurin osa yleiskielisen Titaanin tehtävistä on sanallisia tehtäviä ja osa niistä on myös avoimia ja syvällisempää kemian tietoa vaativia. Tehtävien asettelussa korostuu pyrkimys ilmiöpohjaisen oppimisen tukemiseen.⁶ (kuva 20, kuva 22) Selkokielisessä Titaanissa tehtävät ovat usein monivalintoja ja erilaisia täyttötehtäviä. Tuottamista vaativia avoimia tehtäviä on vähän. Kysymysten sisältö on yksiselitteinen ja vastaukseksi etsitään konkreettisia asioita.⁴⁶ Oppilaan ei tehtävissä odoteta pohtivan vastaustaan syvällisesti. (kuva 21, kuva 23)

Selkokielisessä ja yleiskielisessä Titaanissa on samat kokeelliset työt.¹⁻² Yleiskielisissä työohjeissa oppilaalta odotetaan itseohjautuvuutta esimerkiksi laitteiston rakentamisen ja työturvallisuuden osalta.⁶ (kuva 24) Työohjeet on annettu usein yhtenäisenä tekstikappaleena ja käytettäviä välineitä sekä reagensseja ei ole eritelty. Kokeellisissa töissä oppilasta ohjataan ilmiöpohjaisen ajatteluun esimerkiksi kysymyksillä, kuten *“Millaista vettä valuu tislauspullon sivuputkesta koeputkeen?”*. (kuva 24) Kysymyksen asettelu tukee ilmiöpohjaista oppimista ja oppilaalta odotetaan kykyä kytkeä tehdyt havainnot opiskeltuun teoriaan.^{6,61} Selkokielisen Titaanin työohjeissa on piirretty kuva laitteistosta, johon on myös nimetty käytettävät välineet. Käytettävät reagenssit on ilmoitettu tarkasti. Työohjeen vaiheet ovat yksityiskohtaiset ja niissä korostetaan työturvallisuuden onnistumista. Oppilaan ei odoteta suorittavan työtä oma-aloitteisesti vaan yksityiskohtaiset työohjeet ohjaavat oppilaan toimintaa.⁶ Kokeelliseen työhön liittyvissä kysymyksissä ei pyritä ilmiöpohjaiseen ajatteluun, vaan oppilasta pyydetään havainnoimaan konkreettisia asioita esimerkiksi kysymyksillä, kuten *”Mitä huomaat?”*.^{6,46} Selkokielisen Titaanin työohjeissa tutkittavia ilmiöitä käsitellään pääasiallisesti makroskooppisella tasolla.^{1,61} (kuva 27)

10. Haastattelututkimus

10.1 Haastateltavien taustatiedot

Tutkimuksessa haastateltiin kahta opettajaa, jotka työskentelevät matemaattisten aineiden opettajina ja yhtä erityisopettajaa. Haastateltavat A ja B ovat molemmat koulutukseltaan filosofian maistereita ja he toimivat matemaattisten aineiden opettajina peruskoulussa. A:n pääaine on fysiikka ja B:n kemia. Molemmat ovat toimineet opettajana 10 vuotta ja he opettavat perusopetuksen vuosiluokkia 7-9. Opettaja C on koulutukseltaan kasvatustieteiden maisteri ja hän toimii laaja-alaisena erityisopettajana peruskoulussa. C on toiminut erityisopettajana neljä vuotta ja tutkimuksen toteutuksen aikaan hänen työnkuvansa on seitsemännen luokan oppilaiden erityisopetus. Kellään haastatelluista ei ole kokemusta selkokielisen Titaanin käytöstä. Opettaja C on käyttänyt selkokielistä materiaalia aikaisemmin ja tutustunut selkokielisen Titaanin käyttöön.

10.2 Haastattelututkimuksen tulokset ja tulosten analyysi

10.2.1 Kemian opetuksen ja oppimisen haasteet

Vaikeudet kemian oppimisessa korostuvat haastateltavien mukaan oppilailla, jotka saavat tehostettua tai erityistä tukea.^{6,16} Opettajan A:n mukaan tasoerot erityisen tuen oppilaiden ja yleisen tuen oppilaiden välillä voivat olla suuria. Erityisen tuen päätöksen saaneet oppilaat opiskelevat opettaja C:n mukaan kemiaa usein pienryhmässä tai erityisopettaja voi olla mukana kemian oppitunnilla.¹⁵ Pienryhmäopetus, opetuksen eriyttäminen ja osa-aikainen erityisopetus ovat tukimuotoja kolmiportaisen tuen kaikilla tasoilla.⁶ (taulukko 4) Näiden tukimuotojen laaja käyttö vaikeiden oppiaineiden kuten kemian kohdalla, on yleistä.

Kemian terminologia on kaikkien opettajien mielestä oppimista vaikeuttava tekijä ja opettaja C nosti esille kemian tiedon abstraktin luonteen.^{4-5, 61} Kemian vaikea kieli aiheuttaa opettaja C:n mukaan ongelmia erityisesti oppilaille, joilla on luki- vaikeus, kielellistä vaikeutta tai suomi toisena kielenä.^{17,22} Opettaja A:n mukaan kemian kielen ymmärtämisen ongelmat ovat yleisiä ja esimerkiksi ioniyhdisteiden nimeämistehtävien kotitehtäväksi antoa kannattaa välttää. Ioniyhdisteiden nimeäminen vaatii oppilaalta kemian mikroskooppisen ja symbolisen tason ymmärrystä, joten nämä tehtävät voivat olla oppilaalle haastavia.⁶¹ Opettaja B:n mukaan myös esimerkiksi alkuaineiden merkkien muistaminen on haastavaa jopa yhdeksäsluokkalaisille.⁵ Kemian oppikirjojen tekstin määrä voi vaikeuttaa opettajien A ja C mielestä kemian oppimista. Opettaja A:n mukaan suuri osa oppilaista ei jaksakaan lukea pitkiä tekstikappaleita ja tekstin ollessa vaikeaselkoista voi oppilas luovuttaa pian lukemisen aloittamisen jälkeen. Kemian opetuksessa hyödynnetään laajasti visuaalisia oppimateriaaleja, kuten kuvaajia ja kaavioita.⁶⁴⁻⁶⁵ Opettajan C mukaan erilaisten taulukoiden ja kuvaajien yhdistäminen sisällöltään vaikeaan tekstiin voi kuitenkin tehdä tekstin hahmottamisesta vaikeaa oppilaille, joilla on kielellisiä vaikeuksia tai hahmottamisen häiriöitä.^{22,27-28}

Kaikkien opettajien vastauksista nousi esille oppilaiden vaikeudet oman toiminnan ohjauksessa.²⁷⁻²⁸ Opettajien A ja B mukaan oman toiminnan ohjauksen ongelmat korostuvat kokeellisessa työskentelyssä, jossa oppilailla voi olla vaikeuksia seurata annettuja työvaiheita ja edetä työskentelyssä.⁶⁴ Opettaja C:n mukaan:

”Ne oman toiminnan ohjauksen haasteet näkyvät erityisesti siellä, kun tehdään kokeellisia töitä ja siellä monesti oppilaan on vaikea seurata, et mikä oli seuraava vaihe ja toimii sitten ohjeiden mukaan.”

Opettajan C:n kuvaus oppilaan oman toiminnan haasteista kemian kokeellisesta työskentelystä on yhdenmukainen kemiaa opettavien opettajien A ja B kanssa. Opettaja B: mukaan oppilaiden suoriutuminen kokeellista töistä ei ole johdonmukaisesti riippuvainen ohjeiden antotyylisestä. Hänen mukaansa ohjeiden yksityiskohtainen läpikäynti ennen työn suoritusta ja vaiheiden sekä välineiden piirtäminen taululle ei ole huomattavasti parantanut kokeellisten töiden tekemistä. Opettaja A:n mukaan osa oppilaista ei muista työvälineitä nimeltä, mikä voi vaikeuttaa kokeellisten töiden sujuvaa suorittamista kirjallisten tai suullisten ohjeiden perusteella.^{25-26, 64}

Sisällöllisesti oppilaille ovat haastavia erityisesti ne kemian osa-alueet, joihin liittyy matematiikkaa, kuten reaktioyhtälöiden tasapainottaminen.^{14,25-26,65} Opetussuunnitelman mukaan peruskoulussa oppilaiden kemian opiskelu tapahtuu pääasiassa makroskooppisella tasolla.⁶ Oppilaiden abstraktin ajattelukyvyyn kehittyessä oppilaita tulisi kuitenkin rohkaista ja ohjata käyttämään kemian mikroskooppista ja symbolista tasoa. Johnstonen kolmesta tasosta symbolisen tason hallinta on oppilaille usein haastavin.⁶¹ Opettaja A:n mukaan:

”Tasapainottaminen on osalle tosi vaikeaa, et miksi välillä se numero kirjoitetaan eteen ja miksi välillä taas esim. molekyyliissä se kirjoitetaan sinne alas esim. H_2SO_4 .”

Haasteet kemian symbolisen tason hallinnassa vaikeuttavat syvällisen kemian ymmärryksen syntymistä.⁶¹ Jos oppilas ei esimerkiksi ymmärrä opettaja A:n mainitsemaa reaktioiden tasapainottamista atomien määrän säilymisen kautta, jää hänellä todennäköisesti ymmärtämättä kemian mikroskooppisen tason ja symbolisen tason yhteys arkielämän ilmiöihin eli kemian makroskooppiseen tasoon. Opettaja A:n mukaan matematiikan taitoja sisältävien tehtävien lisäksi suoraa tuottamista vaativat tehtävät ovat oppilaille haastavia. Esimerkiksi avoimet kysymykset, joihin oppilaan odotetaan tuottavan muutaman virkkeen vastaus.²²

10.2.2 Kemian oppimateriaalit

Opettajan B mielestä saatavilla oleva kemian oppimateriaali on riittävän monipuolista ja opetuksen eriyttämisen ongelmana on lähinnä sopivan materiaalin löytäminen. Opettajan C mukaan saatavilla oleva materiaali ei kuitenkaan ota huomioon oppilaiden ja oppijoiden erilaisuutta ja vain pieni osa oppijoista pystyy omaksumaan opeteltavan asian saatavilla olevasta materiaalista.^{8,59} Opettajan A mielestä erityisesti alaspäin eriyttämiseen soveltuvaa materiaalia ei ole saatavilla riittävästi ja opettaja C:n mukaan heikompien oppilaiden opiskeluun sopivaa materiaalia on täytynyt tuottaa paljon itse.⁶²⁻⁶⁴

Syksyyn 2019 asti Suomessa on ollut tarjolla erityisopetukseen suunnattu kemian oppikirja vain Otavan kustantamasta Avain- sarjaista.⁹ Kaikki opettajat sanoivat käyttäneensä Avaimen e-kirjaa, mutta opettajien A ja C mielestä se ei sisällöltään ja ulkoasultaan ole selkeämpi kuin Avaimen yleisopetuksen kirja. Opettajan A mukaan Avaimen e-kirja voisi soveltua yleisopetukseen sellaisenaan ja opettajan C mukaan e-kirjan sisältöä ei ole selkeytetty vaan karsittu. Selkokielisen tekstin kirjoittamiseen kuuluu oleellisesti aiheen rajaus, mutta myös oleellisen sisällön valinta.⁴⁶ Opettajan C koulussa on yleisesti käytössä kirjasarjana Sanoma Pron kustantama FYKE,⁶⁶ mikä on opettajan C mukaan vaikeakäyttöinen erityisesti oppilaille, joilla on oppimisen vaikeuksia.

Opettaja A toivoisi kemian opetukseen materiaalia, joka huomioisi arkielämän taidot ja kokeellisen työskentelyn taidot paremmin. Opettaja A:n mukaan kokeellisten töiden ohjeet ja tekeminen eivät riitä turvaamaan oppilaiden kokeellisten töiden taitoja. Hän nostaa esimerkiksi yhdeksännen luokan oppilaat, joiden kokeellisen työskentelyn haasteena voivat olla puutteet välineiden tunnistamisessa ja oikeanlaisessa käytössä.^{27-28,64} Seitsemännen luokan oppilaille käytössä olevan Studeon materiaaleihin⁶⁷ opettaja A toivoisi selkeyttä. Studeon materiaaleissa on hänen mukaansa yhdistetty muun muassa historiaa luonnontieteiden oppiainekseen ja oleellisen tiedon löytäminen on haastavaa.^{22,27-28} Myös opettaja C toivoisi sähköisiin materiaaleihin monipuolisuutta. Hänen mukaansa esimerkiksi audiivinen materiaali kuten kirjat luvut luettuna tai tiivistelmä luvun tärkeimmistä asioista tukisi monen oppilaan opiskelua.⁸ Opettaja C myös toivoisi sähköisiin tehtäviin monipuolisuutta ja konkreettisuutta. Opettajan C mukaan:

”Et monesti nekään tehtävät ei ole kauhean houkuttelevia ja selkosia et ne saattaa sit olla vaan kirjan tehtäviä siirrettynä sinne sähköiseen muotoon.”

Opettajat A ja C kaipaivat oppimateriaalia, jota oppilaiden olisi helpompi käyttää kotona. Opettajan A mukaan esimerkiksi kotitehtävät on valittava tarkasti, koska oppilailla voi olla vaikeuksia löytää haluttu vastaus oppikirjasta.²⁷⁻²⁸ Opettajan C mukaan monen oppilaan kohdalla nykyisen oppimateriaalin käyttö onnistuu vai aikuisen ohjatessa vieressä. Oppilailla voi olla vaikeuksia löytää haluttu kohta tekstistä tai haluttomuutta lukea pitkältä tuntuva ja vaikea luvun teksti.^{17,22} Opettajan C mukaan lukujen lopussa olevat tiivistelmät auttavat niiden oppilaiden kemian opiskelua, joille tekstin lukeminen ja hahmottaminen ovat vaikeita. Hänen mukaansa oppimateriaalissa tulisikin pyrkiä maltilliseen tekstin määrään ja tekstin selkeyteen.

10.2.3 Selkokielen Titaanin sisältö

Opettajan A mielestä selkokielisissä työohjeissa oli monen oppilaan lukukykyyn nähden liian paljon tekstiä yksityiskohtaisista työvaiheista johtuen, mutta työohjeeseen nimetyt välineet olisivat hyvä lisä yleisopetukseenkin. Opettajan A mukaan työohjeessa oli materiaalin käytettävyyden kannalta hyviä ratkaisuja, kuten esimerkiksi työturvallisuuden korostaminen ja liuoksien tarkat tilavuudet. (kuva 20) Opettajan C mukaan yksityiskohtaiset ja yksinkertaiset työvaiheet helpottavat oppilaan itsenäistä kokeellista työskentelyä. Oppilaan itseohjautuvuuden tukeminen on yksi opetussuunnitelman tavoitteista ja sitä tulisi pyrkiä tukemaan myös kemian opetuksessa.⁶ Hänen mukaansa erityisen tuen oppilailla on usein vaikeuksia muistaa kemian välineistöä, joten käytettävien välineiden nimeäminen tukee kokeellisen työn onnistunutta suorittamista.²⁷⁻²⁸ Selkokielliset työohjeet olivat myös opettajan B mielestä yksityiskohtaisempia kuin yleiskieliset työohjeet, mutta ilmiöpohjaisuus jää työn käsittelyssä pintapuoliseksi. Opettaja B kommentoi selkokielistä työohjetta:

”Se on kyllä ensimmäinen huomio et tässä selkokielisessä ei oo näitä havaintoja kans mukana vai mikä tässä on tämä ajatus et täällä [yleiskielinen] kysytään et mitä havaitset ja täällä [selkokielenen] ei oo semmosta ollenkaan vaan pitää vaan niinku tehdä.”

Ilmiöpohjaisuuden puute korostui opettajien A ja B vastauksissa myös tehtäväsivuja ja kemian termejä käsiteltäessä. Opettajan B mukaan kysymyksissä ja selityksissä ei haeta vastauksia ilmiöpohjaisiin kysymyksiin, kuten miten ja miksi asia tapahtuu vaan kysymykset ovat sisällöltään helppoja ja yleisiä. Usein niissä pyydetään vain kuvaus siitä mitä tilanteessa tapahtuu. Opettajan B mielestä yleiskielisen Titaanin tehtävät ovat haastavampia ja niissä kysytään kemian sisältöjen kannalta oleellisempia asioita kuin selkokielisen Titaanin tehtävissä.¹⁻² Opettajan A mukaan kemian termien selkokielisessä selityksessä on vähemmän kemian informaatiota kuin yleiskielisissä selityksissä. Esimerkiksi ilmakehän koostumuksen selkokielisessä selityksessä ei käytetä kaasujen osuuksille tarkkoja arvoja ja kaasuja ei esitetä molekyylikaavoilla. (taulukko 9) Myös opettajan B mielestä kemian termien selitykset selkokielisessä Titaanissa sisältävät vähemmän tarkkaa tieteellistä informaatiota kuin yleiskielisen Titaanin selityksissä.¹⁻²

Molempien kemiaa opettavien aineenopettajien mielestä on tärkeää ottaa huomioon, kenelle selkokielinen oppikirja on suunnattu ja mitä päättöarvosanaa kirjaa käyttävälle oppilaalle tavoitellaan. Opettaja B on työskennellyt aiemmin koulussa, jossa on paljon maahanmuuttajataustaisia oppilaita ja hänen mukaansa esimerkiksi näiden oppilaiden kemian opetuksessa on otettava huomioon, etteivät termit kuten ilmakehä mahdollisesti ole tuttuja. On siis otettava selvää oppilaan tasosta ennen kuin edetään syvempään kemian tietoon. Opettajan A mielestä on tärkeää miettiä, mitkä kemian tiedot ja taidot ovat oleellisia oppilaalle, joka tavoittelee päättöarvosanaa 6. Opettajan A mielestä oppilaalle voi esimerkiksi olla tärkeämpää ymmärtää erotusmenetelmät ja reaktionopeuteen vaikeuttavat tekijät, kun tasapainottaa reaktioyhtälöitä.

11. Pohdinta

11.1. Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuksessa on noudatettu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan määrittämää hyvää tieteellistä käytäntöä.⁶⁸ Haastattelututkimuksessa säilytettiin tutkittavien anonymiteetti ja tutkimusaineisto tuhottiin haastatteluiden analyysin jälkeen. Haastateltavia informoitiin haastattelun yhteydessä aineiston käyttötarkoituksesta, säilyttämisestä ja tuhoamisesta selkeästi. Tutkimuksen sisäinen validiteetti on siis toteutunut onnistuneesti.

Oppikirja-analyysi on toteutettu laadullisena tutkimuksena. Laadullisen tutkimuksen validiteetin ja realibiteetin arviointi on haastavaa. Oppikirjojen analyysin tukena on käytetty skannattuja sivuja käytetyistä oppikirjoista ja tutkimus on toistettavissa. Tutkimuksen lukijan on mahdollista arvioida tehtyjä johtopäätöksiä tutkimustuloksissa esitettyjen aineistolainauksien avulla. Tutkimuksessa on hyödynnetty aineistotriangulaatiota oppikirja-analyysin ja haastatteluiden välillä, mikä parantaa tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksen validiteettia kuitenkin huonontaa haastattelututkimuksen otannan pienuus. Haastattelut toteutettiin maaliskuussa 2020 ja koronapandemian seurauksena lopullinen otanta oli kolme opettajaa. Haastattelututkimus on tutkielmassa laadullista kirjallisuusanalyysia tukeva tutkimusmuoto, mutta kahden kemian aineenopettajan ja yhden erityisopettajan haastatteluiden tuloksia ei voi pitää luotettavana otantana koko Suomen tilanteesta. Kirjallisuusanalyysin ja haastatteluiden tulokset ovat kuitenkin yhteneväisiä, joten kokonaisuutena tutkimus on onnistunut ja sitä voidaan pitää suuntaa antavana tuleville, laajemmille tutkimuksille.

11.2. Johtopäätökset

Opetussuunnitelman lähikouluperiaatteen mukaisesti jokaisen oppilaan tulee saada koulunkäyntiin tarvitsemansa tuki oppilaan lähikoululla.^{6,17} Tämä tarkoittaa, että oppilaiden tarvitsemat tukitoimet ovat oleellinen osa jokaisen peruskoulun toimintaa ja tuen tarve voi esiintyä myös kemian oppitunneilla. Oppilaat ovat kyvyiltään ja tarpeiltaan yksilöllisiä ja aineenopettajan on eriytettävä opetusta näiden tarpeiden täyttämiseksi. Opetuksen eriyttäminen voi kuitenkin olla aineenopettajille vaikeaa, sillä aineenopettajan pohjakoulutus ei sisällä erityispedagogiikan opintoja.⁶²⁻⁶⁴ Opettajan työnkuvan ja jaksamisen näkökulmasta eriyttäminen on työlästä. Kemian opetuksen eriyttäminen vaatii aineenopettajalta esimerkiksi joustavuutta, mielikuvitusta ja oma-aloitteisuutta.⁶⁴

Kemian oppimista voidaan tukea soveltuvalla oppimateriaalilla. Yksilöllisen ja oppilaan tarpeisiin soveltuvat materiaalin löytäminen on kuitenkin haastavaa ja kemian opettajalla ei välttämättä ole valmiuksia tällaisen materiaalin tuottamiseen.⁶⁴⁻⁶⁵ Vastaavasti erityisopettajalla on erityisopetusmateriaalin tuottamiseen vaadittavaa osaamista, mutta hänen kemian aineenhallintansa voi olla pintapuolinen.¹⁵ Kemian erityisopetusmateriaalien toteutuksessa on pyrittävä selkeyteen ja yksiselitteisyyteen.^{5,64-65} Materiaalia suunniteltaessa on oleellista kiinnittää huomiota uuden asian määrään eri tekstin käsiteelliseen tiheyteen sekä siihen, että mitä vaikeampi opiskeltava asia on, sitä helpommin ymmärrettävää täytyy materiaalin olla.^{5,65}

Kemian opetusta voidaan eriyttää esimerkiksi monipuolisilla ja helppokäyttöisillä oppimateriaaleilla.⁸ Tällä hetkellä saatavilla oleva kemian oppimateriaali on kuitenkin yksipuolista ja haastattelututkimuksen perusteella opettajat kokevat, että alaspäin eriyttämiseen sopivaa materiaalia tarvitaan lisää. Oppimateriaalien tulisi sisältää kemian oppiainesisältöjen kannalta oleelliset asiat, mutta kemian tiedon esittämisen tapoja voisi monipuolistaa.

Kemia on oppiaineena haastava ja sen oppimisen voivat tehdä haastavaksi monet eri tekijät sekä näiden yhteisvaikutus.⁶²⁻⁶³ Eräs kemian oppimista vaikeuttava tekijä on kemian kielellinen kulttuuri. Kemian terminologian oppiminen on oleellinen osa kemian sisällön hallintaa ja kemian oppikirjoissa termejä käytetään runsaasti.³⁻⁵ Oppilas tutustuu uusiin kemian termeihin ja käsitteisiin jokaisessa luvussa ja termit selitetään pääasiallisesti vain kerran. Oppikirjojen kielen monimutkaisuus voi siis vaikeuttaa kemian oppimista. Vaikeudet oppimateriaalin käytössä ja opiskeltavan asian sisältämisessä voivat tehdä oppilaan osaamisen näyttämisen vaikeaksi.⁶³ Tämä voi johtaa oppilaan turhautumiseen ja negatiiviseen suhtautumiseen kemian opiskeluun, mikä voi näkyä myös huonona käytöksenä oppitunneilla. Annettujen ohjeiden seuraaminen ja rauhallinen työskentely ovat tärkeitä erityisesti kokeellisessa työskentelyssä. Oppilaan turhautuminen kokeelliseen työskentelyyn voi pahimmassa tapauksessa vaarantaa oppilaan oman ja muiden oppilaiden työturvallisuuden.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksessa tulee pyrkiä oppilaan onnistumisen tunteiden tukemiseen.⁶ Kemian opiskeluun täytyy siis olla saatavilla oppimateriaalia, jota oppilas pystyy käyttämään mahdollisimman ongelmattomasti. Kemian oppimista voivat vaikeuttaa esimerkiksi oppimisvaikeudet. Oppimisvaikeudet ovat moninaisia ja ne usein päällekkäistyvät, eli yhdellä oppilaalla voi olla vaikeutta useammassa oppimisen osa-alueissa.²¹⁻²² Kemiassa oppiaineena yhdistyvät vaikea terminologia ja matemaattisuus, joten lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet tai matemaattiset oppimisvaikeudet voivat vaikeuttaa kemian opiskelua oleellisesti.^{22-23,26} Motorisen oppimisen vaikeudet ja liikuntavammat voivat vaikeuttaa kemian opiskelua erityisesti kokeellisen työskentelyn osalta. Oppilaalla voi olla esimerkiksi vaikeuksia hienomotorikassa, jolloin tarkka mittaaminen ja lasiastioiden käsittely voi olla haastavaa. Kokeellinen kemian työskentely voi olla myös haastavaa oppilaalle, jolla on ongelmia itseohjautuvuudessa. Esimerkiksi ADHD:hen voi liittyä vaikeuksia työskentelyn suunnittelussa ja toteutuksessa.^{22,27} Kokeellisten töiden osalta työn aloittaminen ja työohjeen seuraaminen itsenäisesti voi olla oppilaalle haastavaa tai jopa

mahdotonta. Oppilaalla, jolla on vaikeuksia hienomotoriikassa, on myös todennäköisemmin vaikeuksia matematiikassa, jolloin oppiminen on haasteellista kahdella tärkeällä kemian osa-alueella.²¹

Selkokielineen oppimateriaali voi vastata kemian erityisopetuksen tarpeisiin paremmin kuin yleiskielinen materiaali. Selkokielisessä materiaalissa kiinnitetään huomiota esimerkiksi tekstin määrään, sisällön selkeyteen, kuvien asetteluun ja materiaalin yleisilmeen selkeyteen.^{8,46-47,59} Selkokielisestä kemian oppimateriaalista voisivat hyötyä esimerkiksi oppilaat, joilla on hahmottamisen, keskittymisen tai tarkkaavaisuuden häiriöitä, oppilaat, joilla on jokin oppimiseen vaikuttava vamma sekä oppilaat, joiden äidinkieli on muu kuin suomi tai ruotsi.⁴⁶ Selkokieltä tarvitsevien oppilaiden tarkan määrän arviointi on hankalaa, mutta erityisesti tehostetun ja erityisen tuen tasoilla opiskelevat oppilaat voisivat hyötyä selkokielisestä materiaalista. Tämä tarkoittaisi noin 18,7 % perusopetuksen oppilaista.⁷

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksen tavoitteena on kehittää oppilaan luonnontieteellistä ajattelua ja ohjata heitä tiedonhankintaan sekä lähdekritiikkiin.⁶ Sisällöllisesti perusopetuksessa kemiaa opiskellaan pääasiallisesti makroskooppisella tasolla, mutta myös submikroskooppisen ja symbolisen tason hyödyntämistä suositellaan.^{6,61} Selkokielen määritelmän mukaan tekstin ja esimerkiksi tehtävien kysymysten tulisi olla konkreettisia.⁴⁶ Kemian tiedon määrää on selkokielisessä Titaanissa karsittu ja esimerkiksi tehtävissä on pyritty konkreettisiin kysymyksiin.¹ Tämä tekee opetussuunnitelman edellyttävän ilmiöpohjaisen oppimisen tukemisen haastavaksi.⁶ Luonnontieteelliset ilmiöt ovat perusolemukseltaan abstrakteja ymmärtää ja opiskellun teorian kytkeminen esimerkiksi kokeelliseen työskentelyyn voi olla oppilaalle haastavaa. Selkokielisen Titaanin kokeellisten töiden havainnointitehtävissä oppilaita pyydetään pääasiallisesti kuvaamaan mitä he konkreettisesti havaitsevat kokeellisen työn lopputuloksesta.¹ Yleiskielisessä Titaanissa oppilaita pyritään ohjaamaan pohtimaan esimerkiksi miksi ilmiö havaitaan ja miten ilmiö toimii.² Opetussuunnitelmassa määritellään kemian oppimisen tavoitteeksi myös oppilaan itseohjautuvuuden ja turvallisen kokeellisen työskentelyn tukeminen. Yleiskielisessä Titaanissa työohjeet ovat usein lyhyitä eli työvaiheita, välineitä ja reagensseja ei eritellä.² Työn suoritukseen vaadittava laitteisto esitetään usein kuvana ja oppilaan odotetaan kokoavan laitteisto ja tekemän työn itsenäisesti ja turvallisesti. Selkokielisissä työohjeissa työvaiheet ovat yksityiskohtaiset ja esimerkiksi tarvittavat välineet on nimetty piirrettyyn kuvaan laitteistosta.

Selkokielisessä Titaanissa oppilaalle annetaan siis kaikki mahdolliset välineet kokeellisen työn onnistumiseksi.¹

Selkokielisestä Titaanista on karsittu esimerkiksi kemian kielen terminologiaa ja symbolisen tason osa-alueita, kuten molekyylikaavoja.¹ Käsiteltävän aiheen valinta ja rajaaminen kuuluvat oleellisesti selkokielisen tekstin kirjoittamiseen.⁴⁶ Selkokielisen tekstin kirjoitusohjeiden mukaan erikoiskielen, eli esimerkiksi kemian kielen, sanoja tulisi välttää.⁴⁶⁻⁴⁷ Syvällisen kemian oppimisen edellytyksenä on kuitenkin kemian kielen oppiminen ja sen käyttö.³⁻⁵ Selkokielisessä Titaanissa kemian terminologian välttämisen havaitsee esimerkiksi käsitteiden selityksistä. Selkokieliset selitykset ovat kemian sisällöltään pintapuolisempia kuin yleiskieliset selitykset eivätkä ne siten tarjoa välineitä syvällisen kemian tiedon syntymiseen. Selkokielisen Titaanin käytettävyyden kannalta on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon materiaalin käyttäjäryhmä ja heidän oppimisen tavoitteensa. Oppimateriaalin sisällöissä tulisi siis korostua oleelliset kemian sisällöt ja niiden hallinta. Kemian sisällön rajaaminen on välttämätöntä tekstin selkeyttämiseksi, mutta materiaali tulisi kuitenkin tuottaa opetussuunnitelman perusteiden määrittelemien tavoitteiden näkökulmasta.⁶ Peruskoulun kemian oppimateriaalien tulisi esimerkiksi ohjata oppilasta ilmiöpohjaiseen ja abstraktiin ajatteluun sekä itsenäiseen ja turvalliseen kokeelliseen työskentelyyn.

Opettajien haastatteluista kävi ilmi, että kemian opetukseen tarvitaan alaspäin eriyttämiseen soveltuvaa materiaalia. Oppilaiden väliset tasoerot voivat olla suuria ja esimerkiksi tehostettua tukea saavan oppilaan tarpeiden kohtaaminen voi olla haastavaa. Haastatteluissa kävi ilmi, että oppilailla on erityisesti ongelmia oman toiminnan ohjauksessa. Tämän seurauksena esimerkiksi kokeellisten töiden itsenäinen suorittaminen voi olla oppilaalle haastavaa. Selkokielisen Titaanin työohjeissa korostuu työvaiheiden yksityiskohtaisuus ja yksinkertaisuus. Tämä voi helpottaa oppilaan itsenäistä työskentelyä. Työhön tarvittavat välineet ja reagenssit on nimetty työhön selkeästi ja työvaiheissa korostuu työn onnistumisen ohjaaminen. Monella oppilaalla on vaikeuksia muistaa ja tunnistaa työvälineitä, joten työvälineiden nimeäminen kuvallisessa työohjeessa voi auttaa työn suorituksessa. Selkokielinen Titaani voi helpottaa kemian kokeellista työskentelyä esimerkiksi oppilailla, joilla on ongelmia oman toiminnanohjauksessa tai esimerkiksi lukemisen ja kirjoittamisen tai keskittymisen vaikeuksia. Selkokielisessä Titaanissa on työohjeet samoihin kokeellisiin töihin, jotka löytyvät myös yleiskielisestä

Titaanista. Kemian opettajan olisi siis mahdollista eriyttää kokeellista työskentelyä selkokielisten työohjeiden avulla.

Kulttuurillinen ja kielellinen monimuotoisuus tulee lisääntymään suomalaisissa peruskouluissa ja on todennäköistä, että kemian oppitunneilla opiskelee yhä enemmän oppilaita, joiden äidinkieli ei ole suomi. Selkokielinen oppimateriaali voisi auttaa esimerkiksi näiden oppilaiden opiskelua. Materiaalin selkeys ja helppokäyttöisyys mahdollistavat kemian opetuksen niille oppilaille, joille aiempi materiaali on ollut liian vaikeaselkoista. Selkokielistä Titaania voisi käyttää erityisopetuksessa esimerkiksi autismin kirjoon kuuluvalle oppilaalle, jolloin kemian opiskelu mahdollistuisi myös oppilaille, joille se ei aikaisemmin ole ollut mahdollista. Selkokielisestä materiaalista voivat hyötyä myös oppilaat, joiden oppimista vaikeuttavat tekijät ovat lievempiä. Inklusiivisen lähikouluperiaatteen mukaan oppilaan tulee saada tarvitsemansa tuki jokaisella oppitunnilla. Kemian osalta selkokielinen materiaali, kuten Selkokielinen Titaani, voisi tarjota opettajalle välineitä eriyttää opetusta helpommin. Opettajan aika ja voimavarat voitaisiin siis ohjata itse opetustyöhön, kun jokaisella oppilaalla on käytössään heille soveltuva oppimateriaali. Selkokielistä Titaania voidaan käyttää sekä kemian opetuksen eriyttämiseen oppitunneilla että erityisopettajan vetämään pienryhmäopetukseen. Selkokielinen materiaali siis parantaa kemian tiedon saavutettavuutta.

11.3. Jatkotutkimuskohteita

Selkokieltä tarvitsevien henkilöiden tai oppilaiden määrää ei ole Suomessa kattavasti tilastoitu. Kolmiportaista tukea saavia oppilaita ei myöskään tilastoida tuen tarpeen perusteella, joten ei ole selvää kuinka suuri osa oppilaista tarvitsee kemian opiskeluun tukea. Kokonaisuutena kolmiportaista tukea opiskeluunsa saa kuitenkin lähes kolmannes oppilaista ja on todennäköistä, että selkokielinen auttaisi kemian oppimista monelle näistä oppilaista. Suomessa olisi tärkeää sekä kartoittaa selkokieltä tarvitsevien oppilaiden määrää että olemassa olevan oppimateriaalin toimivuutta. Erityisesti materiaalin toimivuutta ja käytettävyyttä tulisi tutkia. Selkokielinen Titaani on ensimmäinen selkokielinen kemian oppikirja Suomessa eikä sen toimivuudesta opetuskäytössä ole tieteellistä näyttöä. Tässä tutkielmassa on analysoitu oppikirjan sisällöllisiä eroavaisuuksia yleiskieliseen oppikirjaan verrattuna ja tulevaisuudessa olisi hyvä tutkia miten nämä eroavaisuudet vaikuttavat kemian opiskeluun ja oppimiseen peruskoulussa. Oppimateriaalien välillä on eroja esimerkiksi opiskeltavan asian esitystavoissa

ja kemian sisältöjen laajuudessa. Tulevaisuudessa voitaisiin esimerkiksi tutkia, miten opiskeltavan asian esitystapa vaikuttaa kemian oppimiseen.

Yleisesti kemian oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ja kemian opetuksen haasteita tulisi tutkia laajemmin ja yhtenä tutkimuksen osa-alueena tulisi olla oppimateriaalin käytettävyys. Kemiaa pidetään yleisesti vaikeana oppiaineena ja kemian oppimateriaalien toimivuutta tulisi tutkia kaikilla koulutusasteilla. Kemian opiskelun vaikeudet peruskoulussa voivat vaikuttaa oppilaan kurssivalintoihin esimerkiksi lukiossa. Lukiokoulutus on yleissivistävää koulusta ja kemian osaaminen kuuluu osaltaan kattavan yleissivistyksen muodostumiseen. Jos opiskelijalla on ollut vaikeuksia kemian oppimisessa peruskoulussa, jatkuvat nämä vaikeudet todennäköisesti myös lukiossa. Oppimateriaalien toimivuutta ja selkeyttä olisi hyvä tutkia myös toisen asteen koulutuksen osalta. Lukion kurssivalinnat ja menestyminen kemian opinnoissa voivat taas vaikuttaa opiskelijan päätökseen kirjoittaa kemia ylioppilaskirjoituksissa ja oppimateriaalien käytettävyys vaikuttaa ylioppilaskirjoituksissa menestymiseen huomattavasti.

12. Kirjallisuus

1. Muilu H. ja Virtanen T., *Titaani kemia 7-9*, Keuruu, Otava, 2019, ss. 5-82
2. Muilu H. ja Virtanen T., *Titaani kemia 1E*, Keuruu, Otava, 2019
3. Cardellini L., Chemistry: Why the Subject is Difficult?, *Educación Química*, 2012, **23(2)**, ss. 298-304
4. Markic S. ja Childs P., Language and the teaching and learning of chemistry, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2016, **17**, ss. 434 -438
5. Mason L. ja Hedin L., Reading Science Text: Challenges for Students with Learning Disabilities and Considerations for Teachers, *Learning Disabilities Research & Practise*, 2011, **26(4)**, ss. 214-222
6. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, Opetushallitus, 2014
http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus ,

haettu 6.11.2018
7. Tilastokeskus, *Lähes joka viides peruskoululainen sai tehostettua tai erityistä tukea*,
http://tilastokeskus.fi/til/erop/2018/erop_2018_2019-06-19_tie_001_fi.html ,

haettu 25.1.2020
8. Juvonen J. & Fadjukoff P., Selko-oppimateriaali oppijan apulaisena. Kirjassa: Juvonen J. ja Fadjukoff P., *Selko-oppimateriaalin Tekijän Opas*, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, 1995
9. Avain (uudistettu), Otava, <https://oppimisenpalvelut.otava.fi/tuotteet/luokat-7-9/avain-uudistettu/#erityismateriaalit> ,

haettu 30.4.2020
10. Sjöblom M., *Päivänselvää*, Kehitysvammaliitto, 2012
<https://www.opike.fi/?mod=products&pid=365> ,

haettu 27.1.2020
11. Kohtamäki J., *Titaaniin tulossa selkokielen e-materiaali*, Otavan Oppimisen palvelut, 2019, <https://oppimisenpalvelut.otava.fi/artikkelit/titaaniin-tulossa-selkokielen-e-materiaali/>

haettu 27.1.2020

12. Määttä P. & Rantala A., *Tavallisen erityinen lapsi: Yhdessä tekemisen toimintamalleja*, PS-kustannus, Jyväskylä, 2010, ss. 95-126
13. Puukari S., Lappalainen K., Kuorelahti M. & Alila, S., *Ohjaus ja erityisopetus oppijoiden tukena*, PS-kustannus, Jyväskylä, 2017
14. Moberg S. & Vehmas S., *Eryityiskasvatuksen perusteet ja käytännöt kirjassa: Eryityspedagogiikan perusteet*, PS-kustannus, Jyväskylä, 2015
15. Takala M., *Osa-aikainen erityisopetus*. Kirjassa: Takala M., *Eryityspedagogiikka ja kouluikä*, Gaudeamus, Helsinki, 2016
16. Perusopetuslaki, Opetusministeriö, 1999, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628>, haettu 6.11.2018
17. Takala M., *Inklusio, integraatio ja segregatio*. Kirjassa: Takala M., *Eryityspedagogiikka ja kouluikä*, Gaudeamus, Helsinki, 2016
18. Takala M., *Tuen eri muodot perusopetuksessa*. Kirjassa: Takala M., *Eryityspedagogiikka ja kouluikä*, Gaudeamus, Helsinki, 2016
19. Singh D., *General Education Teachers and Students with Physical Disabilities*, *The International Journal of Learning*, **14(7)**, 2007
20. Takala M., *Luokkamuotoinen erityisopetus*. Kirjassa: Takala M., *Eryityspedagogiikka ja kouluikä*, Gaudeamus, Helsinki, 2016
21. Westendorp M., Hartman E., Houwen S., Smith, J. & Vissche, C., *Research in Developmental Disabilities, The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities*, 2011, **32(6)**, ss. 2773-2779.
22. Aro M., Aro T., Koponen T., ja Viholainen H., *Oppimisvaikeudet*. Kirjassa: Jahnukainen M. (toim.), *Lasten erityishuolto ja opetus Suomessa*, 13. painos, Vastapaino, Tampere, 2012
23. Takala M. & Kontu E., *Oppimisvaikeuksien ulottuvuuksia – lukemisen, käyttäytymisen ja kuulemisen haasteet*. Kirjassa: Takala M., *Eryityspedagogiikka ja kouluikä*, Gaudeamus, Helsinki, 2016
24. Qvarnström M., *Lukivaikeus*, Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 2013, **129(2)**, ss. 176-181

25. Kucian K.& Von Aster M., *European Journal of Pediatrics, Developmental dyscalculia*, 2015, **174(1)**, ss. 1-13
26. Kytölä M. & Kanerva K., *Työmuisti ja matemaattiset taidot*. Kirjassa: Joutsenlahti, J., Silfverberg, H. & Räsänen, P., *Matematiikan opetus ja oppiminen*, Niilo Mäki Instituutti, Jyväskylä, 2018
27. Hendrickx S., *The adolescent and adult neuro-diversity handbook: Asperger syndrome, ADHD, dyslexia, dyspraxia, and related conditions*, Jessica Kingsley Publishers, Lontoo, 2010
28. Sawyer P., Miller-Lewis R., Searle K., Sawyer G. ja Lynch W., *Developmental Psychology, Is Greater Improvement in Early Self-Regulation Associated With Fewer Behavioral Problems Later in Childhood?*, 2015, **51(12)**, ss.1740-1755
29. Westwood P., *What Teachers Need to Know About Students with Disabilities*, Australian Council for Educational Research, 2009
30. Thomas R, Sanders S, Doust J., *Pediatrics, Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis*, 2015,**135**, ss. 994-1001
31. World Health Organization, *Understanding disability*. Kirjassa: *World report on disability*, 2011
https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/chapter1.pdf?ua=1 ,
 haettu 22.4.2020
32. Yleissopimus vammaisten henkilöiden oikeuksista, Yhdistyneet kansakunnat, 2016
https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2016/20160027/20160027_2#idp448121568 ,
 haettu 22.4.2020
33. World Health Organization, *Education*, Kirjassa: *World report on disability*, 2011
https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/chapter7.pdf?ua=1 ,
 haettu 23.4.2020
34. Suomen perustuslaki, Oikeusministeriö, 2000
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731#L2> ,
 haettu 5.2.2020
35. Kehitysvammaliitto: Papunet-sivusto, *Vammaisuus*
<http://papunet.net/taxonomy/term/4755> ,
 haettu 16.4.2020

36. Kuuloliitto, *Kuulo ja kuulovammat*,
<https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/kuulo-ja-kuulovammat/> , haettu 6.4.2020
37. Näkövammaisten liitto, *Näkeminen*,
<https://www.nkl.fi/fi/nakeminen> , haettu 7.4.2020
38. Näkövammaisten liitto, *Näkövammaisuus*,
<https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuus> , haettu 7.4.2020
39. Näkövammaisten liitto, *Vinkkejä opettajalle*,
https://www.nkl.fi/fi/etusivu/palvelut_nakovammaisille/opiskelu/lapsen_koulunkaynti/vinkkej_a-opettajalle , haettu 7.4.2020
40. Vernerinet.net, *Lääketieteellinen näkökulma*,
<https://verneri.net/yleis/laaketieteellinen-nakokulma> , haettu 23.4.2020
41. Kehitysvammaisten tukiliitto, *Perusopetus*,
<https://www.tukiliitto.fi/tuki-ja-neuvot/perusopetus/> , haettu 23.4.2020
42. Moilanen I., Mattila M., Loukusa S. & Kielinen M., *Autismikirjon häiriöt lapsilla ja nuorilla*, Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim, 2012, **128(14)**, ss. 1453-1514
43. Oppimisen ja hyvinvoinnin tuki. Selvitys kolmiportaisen tuen toimeenpanosta, Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2014,
<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75235/okm02.pdf?sequence=1&isAllowed=y> , haettu 6.11.2018
44. Jahnukainen M., Pösö T., Kivirauma J. & Heinonen H., Erityisopetuksen ja lastensuojelun kehitys ja nykytila. Kirjassa: Jahnukainen M. (toim.), *Lasten erityishuolto ja opetus Suomessa*, 13. painos, Vastapaino, Tampere, 2012, ss. 15 –54
45. Hallintolaki, Oikeusministeriö, 2004
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030434> , haettu 6.5.2020
46. Virtanen H., *Selkokielen käsikirja*, 2. painos, Tammerprint, Tampere, 2012
47. Turunen M., Selkokielen määrittelystä. Kirjassa: Sainio A. (toim.), *Selkoa Selkokielestä*, Kirjastopalvelu, Helsinki, 1994
48. Selkokeskus, Määritelmä, 10.2.2017

- <https://selkokeskus.fi/selkokieli/maaritelma/> , haettu 28.1.2020
59. Kotimaisten kielten keskus, Selkokielen tarve kasvaa, 11.2.2019,
https://www.kotus.fi/nyt/uutistekstit/kotuksen_uutiset/kotuksen_uutisten_arkisto_%282013-2019%29/kotuksen_uutiset_2019/selkokielen_tarve_kasvaa.29358.news ,
 haettu 10.2.2020
50. Frankenhaeuser B., Selkokieli pohjoismaissa. Kirjassa: Sainio A. (toim.), *Selkoa Selkokielestä*, Kirjastopalvelu, Helsinki 1994.
51. Kiuttu, P., Kuka voittaa eduskuntavaalit?, *Selkosanomat*, 11.4.2019,
<https://selkosanomat.fi/kotimaa/kuka-voittaa-eduskuntavaalit/> , haettu 14.4.2019
52. Selkokeskus, Pikaopas selkokieliseen kommunikointiin, 7.1.2020,
<https://selkokeskus.fi/selkokieli/materiaaleja/pikaopas-selkokieliseen-kommunikointiin/> ,
 haettu 10.2.2020
53. Tiede, *Mustan aukon kuvan mahdollistivat jatko-opiskelijan algoritmit*, 15.4.2019
<https://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/mustan-aukon-kuvan-mahdollistivat-jatko-opiskelijan-algoritmit> ,
 haettu 28.4.2019
54. Yle uutiset selkosuomeksi, *Musta aukko kuvattiin*, 10.4.2019,
https://yle.fi/uutiset/osasto/selkouutiset/keskiviikko_1042019_radio/10732535 ,
 haettu 15.5.2019
55. Lukimat, *Lukutaito kehittyy*, Niilo Mäki Instituutti
<http://www.lukimat.fi/lukeminen/tietopalvelu/lukutaito-kehittyy> , haettu 17.3.2019
56. Malin A., Suomessakin on heikkoja lukijoita. Kirjassa: Leskelä, L.& Virtanen, H., *Toisin sanoen: Selkokielen teoriaa ja käytäntöä*, Kehitysvammaliitto, Helsinki, 2006
57. Kalenius A., *Koulutus, työllisyys ja työttömyys*, Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2014
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75221> , haettu 10.2.2020
58. Opike, Mikä Opike on?, <https://www.opike.fi/?mod=info> , haettu 5.2.2020

59. Hiidenmaa P., Oppi- ja tietokirjoissa käytettyjä havainnollistamiskeinoja. Kirjassa: Leskelä, L. & Virtanen, H., *Toisin sanoen: Selkokielen teoriaa ja käytäntöä*, Kehitysvammaliitto, Helsinki, 2006

60. Markic S., Broggy J. ja Childs P., How to Deal with Linguistic Issues in Chemistry Classes. Kirjassa: Eilks I. ja Hofstein A., *Teaching Chemistry – A Studybook: A Practical Guide and Textbook for Student teacher, Teacher Trainees and Teachers*, Sense Publishers, Rotterdam, 2013

61. Johnstone A., Teaching of Chemistry - Logical or Psychological, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2000, **1(1)**, ss. 9-15

62. Riendl P. ja Haworth T., Chemistry and special education, *Journal of Chemical Education*, 1995, **72(11)**, ss. 983-986

63. Brigham F.J., Scruggs T.E. ja Mastropieri M.A., Science Education and Students with Learning Disabilities, *Learning Disabilities Research & Practice*, 2011, **26(4)**, ss. 223-232

64. T. Pagano, A.D. Ross ja Committee on Chemists with Disabilities - American Chemical Society, *Teaching Chemistry to Students with Disabilities: A Manual For High Schools, Colleges, and Graduate Programs - Edition 4.1*, RIT Scholar Works.

<https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=ritbooks> ,

haettu 15.1.2020

65. Fadjukoff P., Oppimateriaali yksilöllistämisen tukena. Kirjassa: Ikonen O. ja Virtanen P., *Erilainen oppija – yhteiseen kouluun*, PS-kustannus, Juva, 2007

66. FyKe kemia, Sanoma Pro, <https://www.sanomapro.fi/sarjat/fyke-kemia/> ,

haettu 30.4.2020

67. Studeo, Kemia 7, <https://www.studeo.fi/product/kemia-7/> , haettu 30.4.2020

68. Tutkimuseettinen neuvottelukunta, *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*, 2012

https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf , haettu 16.5.2020

Tehtäviä

- Mitä tarkoitetaan kemiallisella reaktiolla?
- Milloin voi syntyä räjähdys?
- Kerro esimerkki hitaasta reaktiosta.
- Mitkä ovat yhteyttämisreaktion lähtöaineet?
- Kun vety- ja happikaasu reagoivat, syntyy vettä. Mitkä ovat tämän reaktion a) lähtöaineet b) reaktiotuotteet?
- Kirjoita vedyn ja hapen välisen reaktion reaktioyhtälö.
- Tasapainota reaktioyhtälöt:
 - $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 - $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
- Mistä reaktionopeuteen vaikuttavasta asiasta on kysymys?
 - Rautanaula reagoi nopeammin 20 % suolahappoliuoksessa kuin 10 % liuoksessa.

- Entsyymit nopeuttavat ravintoaineiden hajoamista.
- Palasokeri liukenee kahviin hitaammin kuin hienosokeri.
- Nyrjähtäneen nilkan hoidossa käytetään kylmähaudetta.

- Mitkä aineet toimivat luonnossa katalyytteinä?
- Miksi ruokatavaroita säilytetään jääkaapissa tai pakastimessa?

» Mitä ilmassa olevaa kaasua tarvitaan elämiseen?

Esimerkki 1

Magnesiumin ja suolahapon reaktioyhtälö.

- Kirjoita lähtöaineiksi magnesium Mg ja suolahappo HCl. Piirrä nuoli, joka kuvaa reaktiota.



- Kirjoita reaktiotuotteet nuolen perään. Reaktiossa syntyy magnesiumkloridia MgCl_2 ja vetykaasua H_2 .



- Tasapainota reaktio: Lähtöaineissa on 1 magnesium, 1 vety ja 1 kloori.

Reaktiotuotteissa on 1 magnesium, 2 klooria ja 2 vetyä.

Atomeja pitää olla samat määrät reaktioyhtälön molemmilla puolilla.

Tilanne korjautuu sillä, että kirjoitat suolahapon HCl:n eteen luvun 2.
 $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$

Nyt molemmilla puolilla on 1 magnesium, 2 vetyä ja 2 klooria. Reaktioyhtälö on nyt tasapainotettu.

Tehtäviä

- Mitkä ovat yhteyttämisreaktion lähtöaineet?

- Kun vety ja happi reagoivat, syntyy vettä.
 - Mitkä ovat lähtöaineet?

- Mikä on reaktiotuote?

- Kirjoita vedyn ja hapen reaktioyhtälö.

- Tasapainota reaktioyhtälöt

- $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$

Hapanta vai emäksistä sadetta

Tee tämä tutkimus vetokaapissa.

Laita keitinlasiin 50 ml vettä ja lisää siihen muutama pisara happo-emäs-indikaattoria.

Polta pieni määrä rikkiä rikinpolttokupissa erlenmeyer-pullossa.

Kaada keitinlasissa oleva indikaattoriliuos sitten erlenmeyerpulloon.

Mitä havaitset?

Miten selität havaintosi?



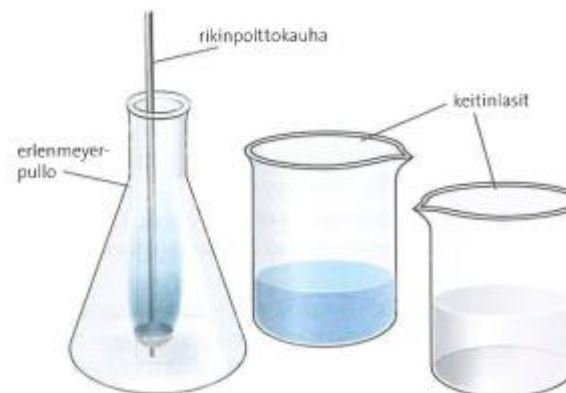
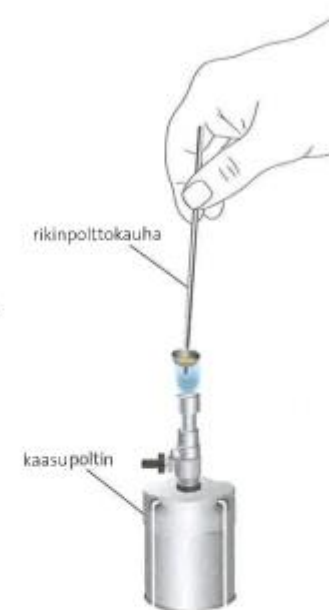
Hapanta vai emäksistä sadetta

Tee tämä tutkimus vetokaapissa.

Välineet ja aineet:

2 keitinlasia 250 ml,
erlenmeyer-pullo 250 ml,
kaasupoltin, rikinpolttokauha, tulitikut,
BTS-indikaattoria, rikkiä, vettä

1. Laita kahteen keitinlasiin 50 millilitraa vettä.
 2. Lisää toiseen keitinlasiin 3 pisaraa BTS-indikaattoria.
 3. Laita rikinpolttokauha puoliksi täyteen rikkiä.
 4. Sytytä kaasupoltin.
 5. Sytytä rikki palamaan kaasupolttimen päällä.
 6. Kun rikki syttyy, siirrä palava kauha erlenmeyer-pulloon.
 7. Polta rikkiä pullossa noin puoli minuuttia.
 8. Siirrä kauha keitinlasiin, jossa on pelkkää vettä.
 9. Upota kauha veteen, jolloin rikki sammuu.
 10. Kaada indikaattoriliuos erlenmeyer-pulloon.
- Mitä huomaat?



termi	selkokieli	yleiskieli
uuttaminen	Uuttaminen tarkoittaa, että seoksesta erotellaan vain joitain aineita. Uuttaminen perustuu aineiden erilaiseen liukoisuuteen.	Kun kiinteästä seoksesta, liuksesta tai kaasuseoksesta vain joitain ainesosia liuotetaan, käytetään erotusmenetelmästä nimitystä uuttaminen.
suodatus	Suodatus erottaa isot hiukkaset pienistä hiukkasista.	Suodatuksessa seoksen ainesosat erottuvat toisistaan hiukkaskoon mukaisesti.
tislaus	Tislaus on erotusmenetelmä, jolla voit erottaa liuoksen aineet toisistaan. Kun kuumennat liuosta, siinä olevat aineet alkavat kiehua. Aineet kiehuvat eri lämpötiloissa.	Tislaus perustuu aineiden erilaisiin kiehumispisteisiin ja sitä käytetään toisiinsa liuenneiden nesteiden erottamiseen toisistaan.
pitoisuus	Pitoisuus tarkoittaa kuinka paljon ainetta on liuennut esimerkiksi veteen. Pitoisuus voidaan ilmoittaa monella tavalla. Voit sanoa esimerkiksi, että 10g suolaa on litrassa vettä. Pitoisuus voidaan ilmoittaa myös prosentteina	Liuenneen aineen pitoisuus vedessä voidaan ilmoittaa monella tavalla. Pitoisuusyksikkö voi ilmaista kuinka monta grammaa kiinteää ainetta on liuennut tiettyyn nestetilavuuteen. Pitoisuus voidaan ilmoittaa myös prosentteina. Kemistit käyttävät pitoisuuden yhteydessä konsentraatiota.
liukoisuus	Aineen liukoisuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon ainetta voit liuottaa esimerkiksi 100g vettä.	Aineiden liukoisuus tarkoittaa, kuinka paljon liuennutta ainetta voidaan liuottaa tiettyyn määrään liuotinta. Esimerkiksi ruokasuolan liukoisuus on 370g litrassa.
kemiallinen reaktio	Kemiallisessa reaktiossa sidokset muuttuvat ja syntyy uusia yhdisteitä.	Kun yhdisteen kemialliset sidokset katkeavat, atomit voivat järjestäytyä uusilla sidoksilla toisiinsa. Tätä atomien uudelleen järjestäytymistä sanotaan kemialliseksi reaktioksi.
lähtöaine	Lähtöaineet ovat reaktioon osallistuvat aineet. Ne kirjoitetaan reaktioyhtälöön ensimmäiseksi.	Ensimmäiseksi reaktioyhtälöön kirjoitetaan reaktioon osallistuvat aineet, joita sanotaan lähtöaineiksi.
reaktiotuotteet	Nuolen jälkeen kirjoitetaan reaktiotuotteet.	Nuolen jälkeen kirjoitettavat aineet ovat reaktiotuotteita.
reaktioyhtälön tasapainottaminen	Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomit järjestäytyvät uudella tavalla. Atomien määrän pitää siis olla sama nuolen molemmilla puolilla, eli lähtöaineissa ja reaktiotuotteissa. Atomien määrä pysyy sopivana, kun kemiallisten kaavojen eteen lisätään sopivia lukuja eli kertoimia. Näin reaktio tasapainottuu.	Kemiallisessa reaktiossa ei synny eikä häviä atomeja, vaan atomien järjestäytyvät uudella tavalla. Jotta atomien määrä pysyisi reaktioyhtälössä samana reaktiotuotteissa ja lähtöaineissa, tulee kemiallisten kaavojen eteen lisätä erilaisia kertoimia.
katalyytti	Katalyytti on aine, joka nopeuttaa reaktiota. katalyytti ei kulu reaktiossa, vaan se helpottaa reaktiota,	Katalyytti on aine, joka nopeuttaa reaktiota. Se ei kuitenkaan kulu reaktiossa.
inhibiitti	Inhibiitti on aine, joka hidastaa reaktiota. Ruokien säilytyksessä käytetään paljon inhibiittejä, joita kutsutaan säilöntäaineiksi.	inhibiitti on aine, joka hidastaa reaktiota. Ruokien säilytyksestä käytetään paljon inhibiittejä. Tuoteselosteissa inhibiiteistä käytetään nimitystä säilöntäaine.
ilmakehän koostumus	Maapallon ympärillä on ilmakehä, joka koostuu erilaisista kaasuista. Tyypeä on noin 80 prosenttia ja happea noin 20 prosenttia. Muita kaasuja on yhteensä noin 1 prosentti.	Ilmakehä koostuu pääosin tyypeästä N_2 ja hapesta O_2 . Typpi- ja happikaasut ovat värittömiä. Typen osuus on noin 78% ja hapen osuus 21%. Muita kaasuja kuten argonia Ar, hiilidioksidia CO_2 , otsonia O_3 ja vesihöyryä H_2O on yhteensä prosentin verran.

1. Millainen koulutustausta sinulla on?
2. Kauanko olet toiminut opettajana?
3. Mitä aineita opetat tällä hetkellä?
4. Miten kolmiportainen tuki näkyy työssäsi?
5. Millaisia vaikeuksia olet kohdannut kemian opetuksessa?
6. Millaisiin haasteisiin olet kokeellisen työskentelyn toteutuksessa törmännyt?
7. Millaista oppimateriaalia käytät opetuksen eriyttämisessä?
8. Oletko käyttänyt kemian erityismateriaalia opetuksen eriyttämiseen?
9. Oletko tuottanut itse materiaalia tai muokannut olemassa olevaa materiaalia kemian opetuksen eriyttämiseksi? miten/Millaista?
10. Onko saatavilla oleva kemian oppimateriaali mielestäsi riittävän monipuolista yksilöllisen oppimisen takaamiseksi?
11. Minkälaista kemian oppimateriaalia kaipaisit kemian opetukseen?
12. Oletko käyttänyt selkokielistä oppimateriaalia?
13. Minkälaisia ajatuksia selkokielisten Titaanin työohjeet herättävät?
14. Minkälaisia ajatuksia selkokielisten Titaanin tehtäväsivut herättävät?
15. Minkälaisia ajatuksia erot termien selityksessä herättävät?
16. Koetko selkokielisten kemian oppimateriaalin vastaavan kemian erityisopetuksen tarpeisiin?