

Ympäristöopin oppimateriaalin saavutettavuutta edistämässä: Luokanopettajaopiskelijoiden ehdotukset kuvien vaihtoehtoisiksi teksteiksi

Anne-Maria Nupponen, Kari Sormunen ja Päivi Björn

Itä-Suomen yliopisto

Tutkimuksessa tarkastellaan, millaisiksi luokanopettajaopiskelijat laativat ympäristöopin oppimateriaalin kuvien vaihtoehtoiset tekstit sisällöltään ja kieleltään. Verkko-opetusmateriaalien kuvien vaihtoehtoiset tekstit kertovat kuvan sisältämän tiedon ja edistävät yhdenvertaisuutta tehdessään kuvat saavutettaviksi. Tutkimuksen aineistona ovat opettajaopiskelijoiden laatimat vaihtoehtoiset tekstit (N=36) oppimateriaalikuviin, jotka esittävät fysiikan ilmiöitä. Tarkastelemme, 1) mitä kuvan tietoa luokanopettajaopiskelijat sisällyttävät vaihtoehtoiseen tekstiin ja 2) millaisia kielen täsmällisyyteen ja selkeyteen liittyviä valintoja opiskelijat tekevät. Opiskelijat sisällyttävät teksteihin informaatiota erityisesti kuvatuksi ilmiön syistä ja seurauksista sekä opetusmallissa käytetyistä symboleista ja symboliväreistä. Teksteissä on täsmällisen fysiikan kielen lisäksi arkikielisiä, epätarkkoja ja virheellisiä ilmauksia. Vaihtoehtoisten tekstien laatiminen oppimateriaaliin edellyttää tiedonalan sisältötiedon ja kuvanlukutaidon lisäksi täsmällisen tiedonalan kielen ja selkeän kirjoitetun kielen osaamista. Opettajankouluttaja voi saada vaihtoehtoisista teksteistä tietoa, kuinka opettajaopiskelijat hallitsevat ilmiön ja siihen liittyvät käsitteet sekä kielen, jolla ilmiöstä puhutaan. Tutkimuksemme auttaa näkemään, kuinka ympäristöopin oppimateriaalin vaihtoehtoisten tekstien laatimista voi ohjata ja samalla edistää saavutettavuutta.

Asiasanat: vaihtoehtoinen teksti, saavutettavuus, ympäristöoppi, luokanopettajaopiskelijat

ARTIKKELIN TIEDOT

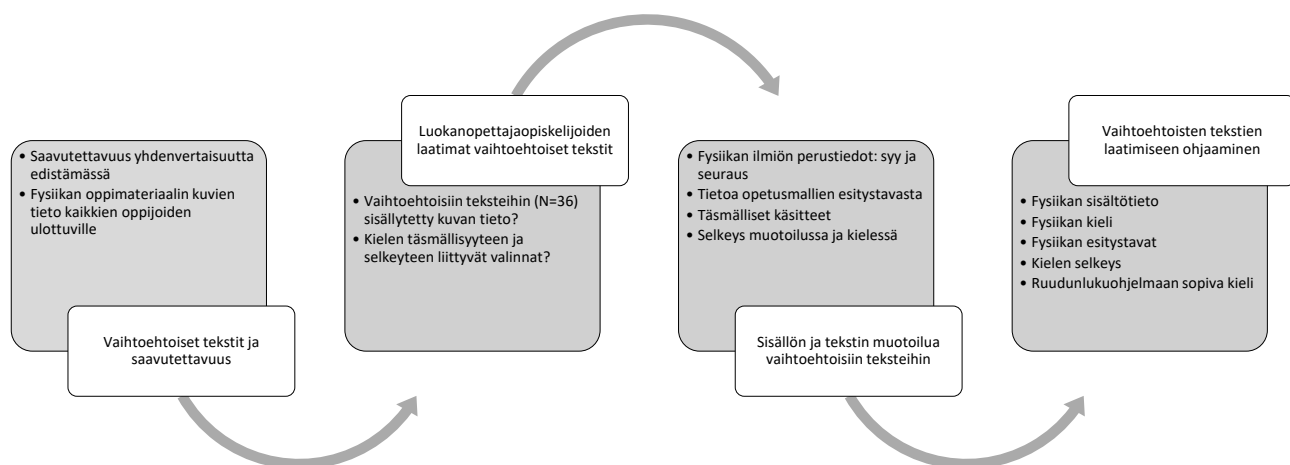
LUMAT General Issue
Vol 12 No 3 (2024), 100–127

Lähetetty: 16.2.2024
Hyväksytty: 10.5.2024
Julkaistu: 28.5.2024

Sivuja: 28
Lähteet: 53

yhteydenotot:
anne.nupponen@uef.fi

<https://doi.org/10.31129/LUMAT.12.3.2153>



1 Johdanto

Visuaalinen havainnollistaminen kuvien, kuvioiden, kaavioiden, taulukoiden ja kuvaajien avulla on tyypillistä luonnontieteiden opetukselle. Verkko-opetusmateriaalien kuviin lisätyt vaihtoehtoiset tekstit edistävät kuvien sisältämän tiedon saavutettavuutta ja luovat yhdenvertaisuutta; vaihtoehtoisista teksteistä myös oppijat, jotka eivät pysty esimerkiksi näkövamman tai käyttämänsä laitteen vuoksi näkemään kuvaa, saavat ulottuvilleen kuvien sisältämän tiedon (ks. esim. Jung ym., 2022). Luonnontieteiden oppimateriaaleissa kuvia käytetään havainnollistamaan ja täydentämään opittavaa asiaa, joten vaihtoehtoinen teksti on olennainen apu saavutettavuuteen.

Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta (2019) turvaa palveluiden saavutettavuutta. Vaatimuksia asetetaan sekä sisällölle että tekniikalle: on varmistettava ”sisältöjen havaittavuus ja ymmärrettävyys sekä käyttöliittymien ja navigoinnin hallittavuus ja toimintavarmuus”. Käytännössä saavutettavuutta voidaan parantaa esimerkiksi käyttämällä selkokieltä, lisäämällä tekstitys videoihin, mahdollistamalla navigointi ilman hiirtä ja kirjoittamalla kuvien yhteyteen vaihtoehtoiset tekstit. Saavutettavan viestinnän tavoitteena on edistää yhdenvertaisuutta yhteiskunnassa (Hirvonen & Kinnunen, 2020). Vuonna 2019 asetettu digipalvelulaki ja saavutettavuusvaatimukset tuovat kieliyhteisöä uudelleen kielenkäytön äärelle. Tekstilajin taju vaatii herkkyyttä tekstilajin käytänteille ja niiden muutoksille sekä tuntemusta kielenkäytön sosiokulttuurisista käytänteistä (Kalliokoski, 2002, s. 148). Tekstilajin yleisyys arjen lukumaailmassa auttaa hahmottamaan, millainen on tyypillinen tekstilajin edustaja, ja tätä mallia kirjoittaja voi pitää mielessään omaa tekstiä tuottaessaan (prototyypisyydestä ks. Swales, 1990, ss. 49–52). Vaihtoehtoisten tekstien tuottamisesta on olemassa selkeät ohjeet (Saavutettavuuskirjasto Celia, 2024), mutta vakiintuneesta tai yleisesti tunnetusta ja helposti laadittavasta tekstilajista ei toistaiseksi ole kyse (ks. esim. Nguyen ym., 2023; Splendiani ym., 2014).

Tarkastelemme tutkimuksessamme, millaisiksi luokanopettajaopiskelijat laativat ympäristöopin oppimateriaalin kuvien vaihtoehtoiset tekstit sisällöltään ja kieleltään. Opiskelijat kirjoittivat tekstit perusopetuksen kuudennen vuosiluokan oppilaille suunnattuun verkko-opetusmateriaaliin, jossa esitellään fysiikan ilmiöitä. Oli todennäköistä, että ennen opintojaksoa opiskelijat olivat nähneet vaihtoehtoisten tekstien malleja vain vähän tai eivät lainkaan. Näin ollen tilanteessa, jossa täytyi tuottaa teksti itse, opiskelijoille ei noussut vielä mieleen prototyyppiä vaihtoehtoisesta tekstistä. Tulevaisuudessa opettajaopiskelijat voivat kohdata velvoitteen vaihtoehtoisten tekstien muotoiluun, kun he tuottavat oppimateriaaleja tai kirjoittavat oppinnäytetöitensä.

Aineistomme havainnollistaa, miten yksi potentiaalinen vaihtoehtoisten tekstien kirjoittajaryhmä tulkitsee vaihtoehtoisten tekstien tuottamisen ohjeita ja miten se ratkaisee tehtävän tuoda kuvien sisältämä tieto kirjallisen tekstin keinoin esiin. Tutkimuksemme auttaa arvioimaan, millaista ohjeistusta vaihtoehtoisten tekstien tuottamiseen tarvitaan ja millaista tekstien ohjausta tarvitaan ympäristöopin oppimateriaalin kuvien avaamisessa kirjalliseksi ja luonnontieteiden oppimateriaalin saavutettavuuden varmistamisessa.

2 Kuvien vaihtoehtoisia tekstejä tuottamassa

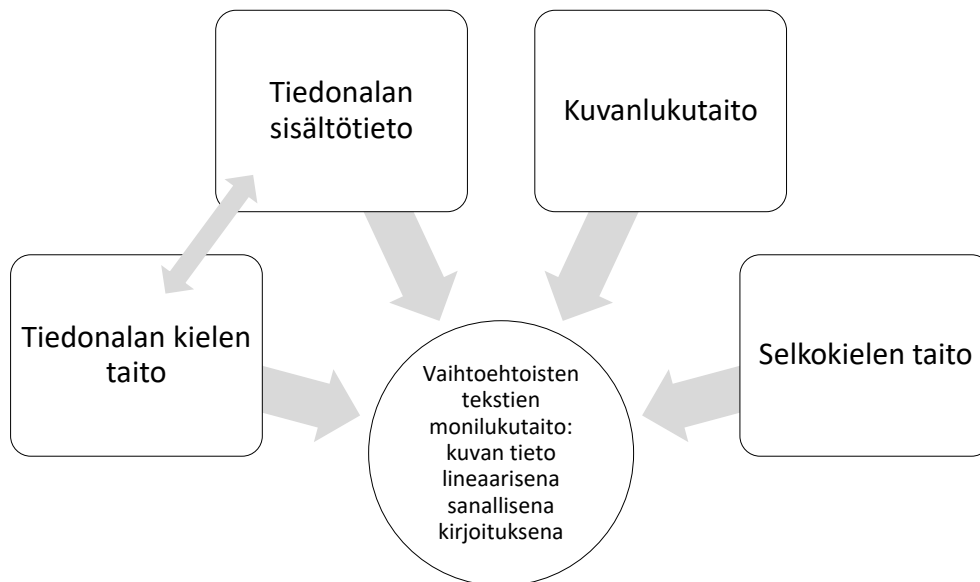
Saavutettavuuskirjasto Celia (2024) määrittelee vaihtoehtoisen tekstin tavoitteeksi kertoa kuvan sisältämä tieto. Vaihtoehtoisen tekstin voi kuunnella ruudunlukuohjelman avulla, tai sen voi lukea ruudulle latautuvana alt-tekstinä estämällä kuvien lataamisen. Vaihtoehtoisia tekstejä säätelevät tietyt kielioppia ja sisältöä ohjaavat suositukset (ks. liite 1; Saavutettavuuskirjasto Celia, 2024). Ohjeissa näkyvät selkokielisyyden (ks. Leskelä & Uotila, 2020) tavoitteet, ja myös ruudunlukuohjelman toimintatavat vaikuttavat sopivaan muotoiluun – esimerkiksi lopussa oleva piste saa ohjelman pitämään ääneen luvussa pienen tauon. Tekstin sisällössä on huomioitava muun muassa neutraalius.

Vakiintuneet tekstilajit suosivat tiettyjä kieliopillisia, sanastollisia ja tekstuaalisia valintoja, ja niistä kielenkäyttäjän on mahdollista tunnistaa tekstilaji (Kalliokoski, 2002, s. 147, 2006, s. 240; tekstilajin eli genren määrittelystä ks. esim. Mäntynen, 2006; Shore & Mäntynen, 2006). Kielenkäyttäjillä on tuntemusta paitsi teksteistä kokonaisuutena myös niiden yksittäisistä osista kuten esimerkiksi uutisen otsikosta (ks. Valtonen, 2012, s. 19). Verkko-opetusmateriaalin vaihtoehtoisia tekstejä voidaan lähestyä päätekstiä palvelevina parateksteinä eli kynnysteksteinä (parateksteistä ks. Genette, 2001; Lyytikäinen, 1991), jollaisina myös sanomalehtien kuvatestit (Heikkilä, 2006) on nähty. Tekstien tuottamista voidaan harjoitella lähtemällä liikkeelle tekstilajeista ja niiden piirteiden tarkastelusta: tekstilajipohjaisessa tekstitaitojen opetuksessa eli genrepedagogiikassa hyödynnetään tekstilajien kielellisten piirteiden ja kokonaisjäsentelyn tutkimusta (Shore & Rapatti, 2014).

Tekstilajin tajulla tarkoitetaan, että kielenkäyttäjällä on ymmärrystä tekstilajien kielellisistä piirteistä (Kalliokoski, 2002, s. 147). Ilmiötä voidaan lähestyä niin lukijan kuin kirjoittajankin näkökulmasta – tekstilajin prototyypin hahmottaminen auttaa molempia (Kalliokoski, 2002, s. 148; Vuorijärvi, 2008, s. 324). Prototyypin hahmottamisen lisäksi on olennaista tunnistaa tekstilajien vaihtelu tilanteittain ja

yhteisöllisesti (Vuorijärvi, 2008, s. 324). Tekstilajin tajusta on selvitetty, millaisia kielellisiä valintoja kielenkäyttäjät tekevät omissa teksteissään. Tutkimuksen ote voi olla evaluoiva: tarkastellaan, kuinka informantit hallitsevat tekstilajin, esimerkiksi uutisgenren (Valtonen, 2012) tai arvostelutekstien otsikoinnin (Laihanen, 2016), joista on arjen tekstiympäristössä helposti nähtävissä esimerkkejä. Työhakemukset ovat esimerkki teksteistä, joista on saatavilla ohjeita mutta joita verrattain harva pääsee lukemaan. Aidoista työhakemuksista on tutkittu, miten ne muun muassa rakentuvat kielellisesti ja miten tuotokset peilautuvat työnhakuoppaiden ohjeisiin ja työhakemusten malliteksteihin (Koskela, 2014). Tuloksista näkee, miten kirjoittajat hahmottavat tekstilajin ja mitä yhteistä heidän tuottamillaan teksteillä on oppaiden ja mallitekstien kanssa. Tekstilajien tajun todentumista on lähestytty myös kulttuurintutkimuksellisesta näkökulmasta: kiinnostuksen kohteena on ”tietyissä kontekstissa syntynyt sosiaalinen produkti” ilman vertailua asiantuntijoiden tuottamiin teksteihin (Routarinne & Tenhola, 2015, s. 176).

Monilukutaito on yksi perusopetuksen laaja-alaisista osaamiskokonaisuuksista (Opetushallitus, 2014). Laajaan tekstikäsitteeseen perustuva monilukutaito edellyttää laaja-alaista kykyä toimia tekstien parissa: teksteissä ilmaistaan tietoa esimerkiksi sanallisten, kuvallisten, numeeristen ja auditiivisten symbolijärjestelmien avulla, ja monilukutaitoisella on kykyä muun muassa tuottaa, muokata, esittää ja arvioida tietoa eri muodoissa ja ympäristöissä sekä eri välineitä käyttäen (Kupiainen ym., 2015; Opetushallitus, 2014). Visuaaliseen lukutaitoon kuuluu visuaalisen materiaalin ymmärtämisen lisäksi esimerkiksi kyky analysoida materiaalin tarkoitusta ja rakennetta, ja analysointiin tarvitaan kieltä, jolla materiaalia voi kuvailla (Newman & Ogle, 2019, ss. 3–4). Vaihtoehtoisten tekstien laadinta on yksi tapa kehittää monilukutaidon osaamista, kun kuvan sisältämä tieto täytyy kertoa lineaarisesti etenevänä sanallisena kirjoituksena (ks. [kuvio 1](#)).



Kuvio 1. Vaihtoehtoisten tekstien kirjoittaminen oppimateriaaliin edellyttää tiedonalan kielikäytänteiden ja sisällön hallintaa, kuvanlukutaitoa ja selkokielen taitoa.

Vaihtoehtoisten tekstien kirjoittaminen oppimateriaalin kuviin edellyttää tiedonalan sisältötiedon tuntemusta ja tiedonalan kielen taitoa. Kuvien tulkintaan eri oppiaineissa tarvitaan tiedonalalle tyypillisten käytänteiden tuntemusta (Satokangas, 2023) yleisen kuvanlukutaidon lisäksi. Sisältötieto ja tiedonalan kieli liittyvät toisiinsa, kun sisältötietoa viestitään kieltä käyttämällä. Tiedonalan kieltä voidaan kuitenkin tarkastella myös omana alueenaan: kuinka esimerkiksi tieto terminologiasta tai luokituksista toteutuu kielen tasolla tieteellisten termien käyttönä (ks. Aksela ym., 2012, s. 15) ja millaisia tiedonalakohtaisia tekstitaitoja tietty oppiaine vaatii (ks. Sulkunen & Luukka, 2014). Opettajalla esimerkiksi voi olla tietoa jostakin sisällöstä, mutta hänellä ei välttämättä ole taitoa pukea asiaa täsmällisesti sanoiksi (ks. Vuola ym., 2023). Vaihtoehtoisten tekstien kirjoittaminen vaatii taitoa käyttää tiedonalalle sopivaa ja selkeää kieltä. Tekstien tuottaminen edellyttää huomioimaan myös tekstin kontekstin: luistelevasta lapsiryhmästä voidaan kirjoittaa fysiikan oppimateriaaliin ”Luistimen ja jään välinen pieni liukukitka mahdollistaa luistelun”, kun johonkin toiseen yhteyteen sopisi muotoilu ”Lapset luistelevat jäällä”.

Vaihtoehtoisten tekstien laatimiseen tarvitaan kielitietoisuutta, joka on osa perusopetuksen toimintakulttuurin kehittämistä ohjaavia periaatteita (Opetushallitus, 2014, s. 28). Kielitietoinen koulu ottaa huomioon jokaisen oppiaineen oman kielen, käsitteistön ja tekstikäytännöt, ja kielitietoisuuteen kasvattajina kaikki opettajat ovat oman oppiaineensa kielen opettajia ja kielellisiä malleja (Andersen & Ruohotie-Lyhty, 2019; Opetushallitus, 2014). Täsmällinen koulun oppiaineiden kieli voi poiketa arjen

kielestä, mikä edellyttää kielitietoista opetusta (Närkki ym., 2021, s. 56). Vaikka tekoälysovellusten käyttö saattaa yleistyä vaihtoehtoisten tekstien kirjoittamisessa (ks. esim. *Free AI Image Alt Text Generator*, 2024; Roe ym., 2023), vaade arvioida tekstin sisältöä ja kieltä säilyy.

3 Kuvallinen havainnollistaminen ja kieli luonnontieteiden opetuksessa

Luonnontieteiden opetuksessa käytetään kuvia, piirroksia, kuvioita, taulukoita, kuvaajia ja kaavioita havainnollistamaan ja mallintamaan tarkasteltavia ilmiöitä ja olioita sekä niitä koskevia käsitteitä ja selityksiä (Harrison & Treagust, 2000; Viiri, 2012). Monilukutaitoisuus vaatii yhtenä osanaan kykyä tulkita ja tuottaa visuaalisia tekstilajeja (Satokangas, 2023). Eri oppiaineilla kuten fysiikalla on oma kulttuurinsa sekä tapansa rakentaa tietoa ja lähestyä maailmaa (Viiri, 2012, s. 112). Oppiaineiden erilainen tapa ilmaista tietoa edellyttää oppijalta tiedonalakohtaisten tekstitaitojen hallintaa (Sulkunen & Luukka, 2014).

Esimerkiksi fysiikan kulttuurille on ominaista mallien käyttö luonnon ja sen ilmiöiden kuvaamisessa (Viiri, 2012). Pedagogiset analogiamallit ovat etenkin oppimateriaaleissa käytettyjä esitysmuotoja (Harrison & Treagust, 2000): ne ovat riittävän analogisia esittämänsä kohteen kanssa ja ne ovat joko opettajan tuottamia tai oppimateriaaleissa esitettyjä. Luonnontieteiden opetuksessa käytettäviä malleja ovat esimerkiksi kolmiulotteiset skaalamallit kuten ihmisen anatomiamalli, ikoniset ja symboliset mallit kuten kemialliset merkit ja reaktioyhtälöt, matemaattiset mallit kuten suureyhtälö $F = ma$, idealisoidut teoreettiset mallit kuten fotonin hiukkasena, simulaatiot kuten dynaamiset tietokonepohjaiset mallit sekä kartat, diagrammit ja taulukot (Gilbert ym., 2000; Harrison & Treagust, 2000). Aineistossamme opiskelijat tarkastelevat oppimateriaaleissa yleisesti käytettäviä visuaalisia esitysmuotoja eli piirroksia ja valokuvia, jotka edustavat pedagogisia analogiamalleja. Ne luovat riittävän analogian mallin ja kohteen välille, mutta piirroksen tai valokuvan kaksiulotteisuus ja koko voivat erottaa mallit kohteestaan. Esimerkiksi infograafeille on ominaista, että ne voivat sisältää merkittävän määrän tietoa ja että ne voivat välittää tietoa lineaarista tekstiä nopeammin ja tehokkaammin (Naparini & Saad, 2017). Opetusmallien on todettu olevan tehokkaita päättelyn välineitä luonnontieteellisiä käsitteitä opittaessa (Vo ym., 2015). Luonnontieteiden opetuksessa käytettäville malleille on tyypillistä yksinkertaistaminen kuten sähkövarausten esittäminen pallomaisina. Mallien tapa esittää asiat saattaa tuottaa oppilaille myös virhekäsityksiä (ks. esim. Mertala, 2017). Oppilas

voi esimerkiksi virheellisesti luulla, että virtapiirissä pitää olla punainen ja musta johdin, että siinä voi kulkea sähkövirta (ks. Güçlüer, 2020).

Tieteen kielelle ovat sanatasolla ominaisia termien ja käsitteiden tarkkarajaisuus ja täsmällisyys, abstrakteihin käsitteisiin viittaavat sanat, sanojen muodon samankaltaisuus arkikielen sanojen kanssa ja pitkät sananmuodot (Fang, 2006). Lemke (1990) perustelee luonnontieteen kielen omaksi kielekseen sen omalla sanastolla, semantiikalla ja syntaksilla. Suomenkieliselle luonnontieteen tekstille on ominaista myös vierasperäisten sanojen käyttö, mikä voi vaikeuttaa ymmärtämistä (ks. vierasperäisistä sanoista oppimateriaaleissa myös Çimer, 2012). Edellä mainitut piirteet ovat tarkalle tieteelliselle ilmaisulle välttämättömiä, vaikka esimerkiksi abstraktius ja sanojen vierasperäisyys voivat haastaa kielen ymmärtämistä. Lausetasolla tieteen kielelle tyypillistä ovat esimerkiksi tekstin elliptisyys ja monimutkaiset lauseet (Fang, 2006). Myös fysiikalla on oma kielensä, jolle ovat ominaisia tietyt termit ja käsitteet sekä niiden normatiivinen käyttö. Selkokirjoitusohjeet neuvovat käyttämään yleisiä, tuttuja ja konkreettisia sanoja ja välttämään abstrakteja sanoja mahdollisuuksien mukaan (Leskelä, 2019, ss. 131–132), mitä fysiikan oppimateriaalissa ei ole mahdollista täysin noudattaa. Esimerkiksi uutistekstissä selkokieliyys voi olla yksinkertaisempaa toteuttaa (ks. Kulkki-Nieminen, 2010).

Fysiikan oppiminen on fysiikan kielen oppimista ja fysiikan opettaminen fysiikan kielen ja kulttuurin opettamista (Viiri, 2012, s. 106). Opettajan on tärkeää käyttää opiaineen kieltä täsmällisesti ja sujuvasti, koska hän on oppilaille esimerkki tieteen kielen käytöstä (Vuola ym., 2023). Oppimateriaalin epätäsmällisyys tai virheellisyys voi myös heikentää oppijoiden motivaatiota (ks. Yildiz, 2013). Täsmällinen kielen käyttö vaatii sekä opettajalta että oppilailta kielitietoista lähestymiskulmaa (ks. esim. Närkki ym., 2021). Fysiikan ilmiöistä saatetaan puhua arkikielisen epätäsmällisesti – esimerkiksi lamput kuluttavat sähkövirtaa –, ja fysiikan opetuksessa on tärkeää siirtyä arjen kielestä täsmälliseen kieleen, joka sopii koulun kieleksi tieteellisestä kielestä (Ahtee, 1998). Fysiikan malleista oppilaille tulee puolestaan opettaa, kuinka niitä konstruoidaan ja kuinka niillä ennustetaan ja selitetään (Viiri, 2012, s. 112).

4 Tutkimuskysymykset, aineisto ja menetelmä

Selvitämme tutkimuksessamme, millaisia vaihtoehtoisia tekstejä luokanopettajaopiskelijat kirjoittavat ympäristöopin oppimateriaalin kuviin. Opiskelijoille annettiin Saatutettavuuskirjasto Celian (2024) ohjeet, kuinka vaihtoehtoiset tekstit tulisi kirjoittaa (ks. liite 1). On todennäköistä, että moni vastaaja ei ollut ennen opintojaksoa

juurikaan nähnyt vaihtoehtoisista teksteistä malleja arjen lukumaailmassaan ja että vastaajilla ei ollut näin ollen valmiina prototyyppiä tekstistä mielessään. Aineistomme havainnollistaa, millaiseksi opettajaopiskelijat hahmottavat vaihtoehtoisten tekstien tekstilajin ja millaista tekstilajin tajua heillä on. Tutkimuksellamme on kaksi kysymystä:

1. Mitä kuvan tietoa luokanopettajaopiskelijat sisällyttävät vaihtoehtoiseen tekstiin?
2. Millaisia kielen täsmällisyyteen ja selkeyteen liittyviä valintoja opiskelijat tekevät vaihtoehtoisissa teksteissä?

Aineistomme havainnollistaa, miten informanttiemme joukko tulkitsee vaihtoehtoisten tekstien ohjeet ja muotoilee tekstejä tekstilajille olettamiensa kielellisten piirteiden mukaan.

Keräsimme tutkimusaineistomme keväällä 2023 luokanopettajan kelpoisuusopintoihin kuuluvalla ympäristöopin pedagogiikkaa käsittelevällä opintojaksolla. Opiskelijoiden tuli kirjoittaa vaihtoehtoinen teksti fysiikan ilmiötä esittelevään kuvaan. Ilmiöitä oli käsitelty opintojakson luennolla ennen harjoituksia ja kokeiltu käytännössä harjoitusten aikana ennen tekstien kirjoittamista. Opiskelijoille annettussa tehtävänannossa selitettiin kuvan konteksti ja tiivistettiin vaihtoehtoisen tekstin idea:

Laatikaa pyydetylle kuvalle vaihtoehtoinen teksti. Kuva tulee olemaan (kuvitteellisella) verkkosivulla, jossa tarjotaan oppimateriaalia perusopetuksen kuu-dennen vuosiluokan fysiikan opetukseen. Kuvan tarkoitus on auttaa ymmärtämään tiettyä fysiikan ilmiötä. Miettikää vaihtoehtoista tekstiä laatiessanne, mitä tietoa oppilaalla jää saamatta, jos hän ei jostain syystä näe kuvaa. Vaihtoehtoisen tekstin tarkoituksena on siis avata kuvan tai kuvion sisältämä informaatio.

Aineistomme koostuu 36 vaihtoehtoisesta tekstistä, joita opettajaopiskelijat kirjoittivat 2–4 osallistujan ryhmissä. Jokainen ryhmä kirjoitti vaihtoehtoisen tekstin yhteen fysiikan ilmiötä esittävään kuvaan. Kirjoitusaikaa oli käytettävissä noin 15 minuuttia. Kuvat jaettiin opintojakson harjoitusryhmille siten, että saimme jokaisesta kuvasta 12 pienryhmän laatimat tekstit. Oletuksenamme on, että informantit pyrkivät kirjoittamaan mahdollisimman odotuksenmukaisen vaihtoehtoisen tekstin, koska heille oli annettu ohjeistus tekstien kirjoittamiseen ja koska tavoitteena oli harjoitella kirjoittamista (ks. samankaltaisesta lähtöasetelmästä Valtonen, 2012, s. 20). Lisäksi kaikkien kirjoittamia tekstejä tarkasteltiin tehtävän jälkeen yhdessä koko ryhmän kesken, mikä oletettavasti motivoi opiskelijoita huolelliseen työskentelyyn.

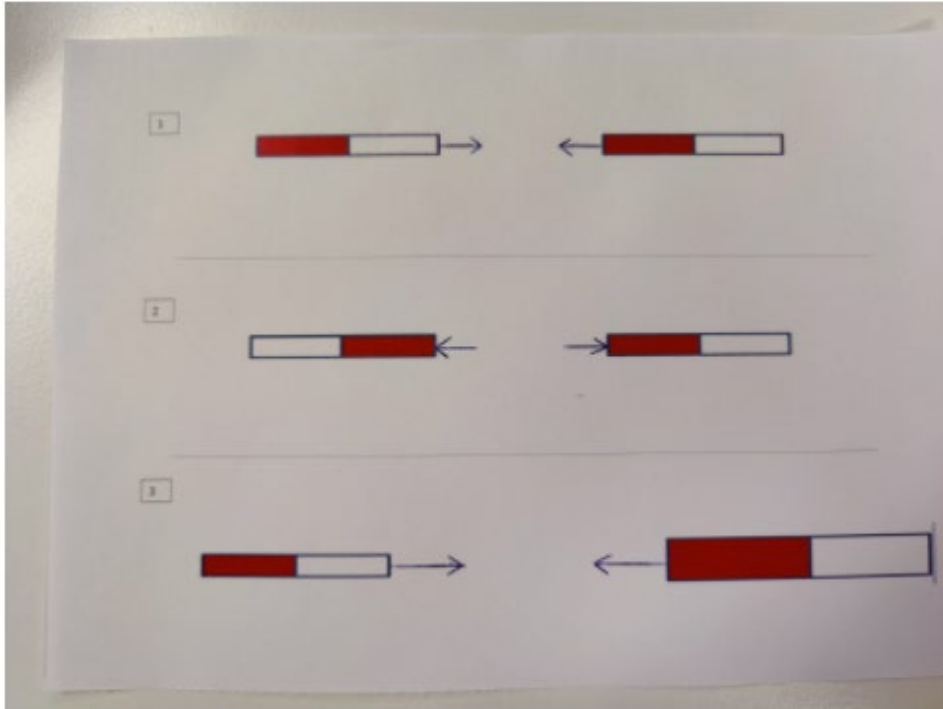
Opiskelijoille annettiin luettavaksi tutkimuksen tietosuojaseloste ja tutkimustiedote. Vaihtoehtoisten tekstien antaminen tutkimusaineistoksi oli vapaaehtoista. Aineisto anonymisoitiin tutkimuskäyttöön siten, että opiskelijoiden vastaukset siirrettiin henkilötietoja sisältävistä sähköisistä dokumenteista tutkijoiden omaan tiedostoon. Pienryhmille annettiin koodit R1–R36.

Opiskelijoille jaetussa ensimmäisessä kuvassa on kuvankaappaus simulaatiosta, jolla on mallinnettu erimerkkisesti varautuneiden kappaleiden välistä vuorovaikutusta ja ilmapallon tarttumista villapaitaan (kuva 1, tekstit ryhmiltä R1–R12). On huomattava, että kyseisessä opetusmallissa on itsessään harhaanjohtavasti pelkistetty, että negatiiviset varaukset olisivat vain ilmapallon toisessa reunassa. Tehtävänannossa kuvan yhteydessä on kuvateksti, joka kertoo ilmiön: *Erimerkkisesti varautuneiden kappaleiden välinen vuorovaikutus*.



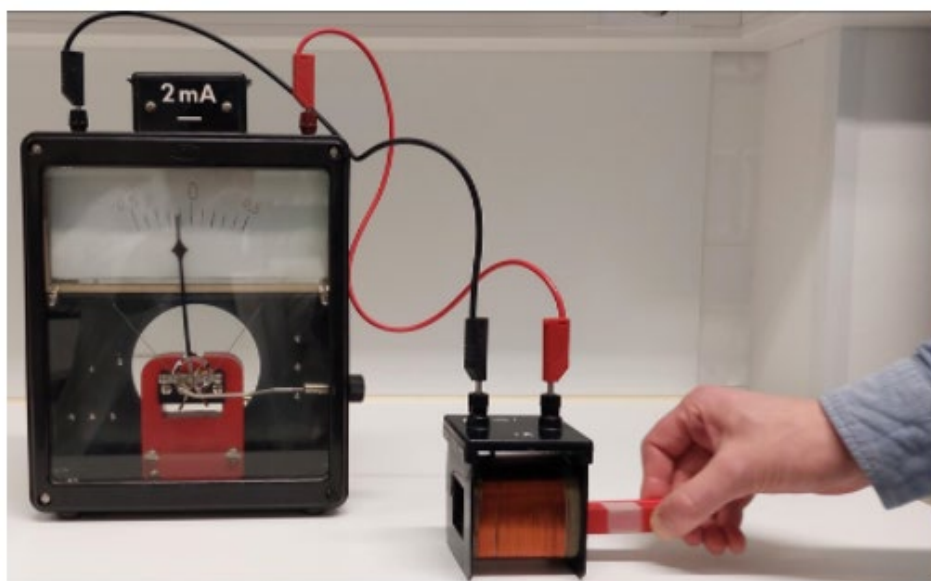
Kuva 1. Kuvankaappaus simulaatiosta, jolla on mallinnettu erimerkkisesti varautuneiden kappaleiden välistä vuorovaikutusta (kuva: *PhET interactive simulations*, 2024).

Toisessa kuvassa on piirros kolmesta sauvamagneettiparista ja malli magneettisista vuorovaikutuksista, kun magneetit vetävät toisiaan puoleensa tai hylkivät toisiaan (kuva 2, tekstit ryhmiltä R13–R24). Ilmiö mainitaan kuvatekstissä tehtävänannon yhteydessä: *Kestomagneettien kohtioiden välisten vuorovaikutusten mallintaminen*.



Kuva 2. Piirros kolmesta sauvamagneettiparista ja malli magneettisista vuorovaikutuksista, kun magneetit vetävät toisiaan puoleensa tai hylkivät toisiaan.

Kolmannessa kuvassa mallinnetaan tilannetta, jossa virtamittari reagoi magneetin liikutteluun käämin sisällä (kuva 3, tekstit ryhmiltä R25–R36). Ilmiö tulee esiin tehtävänannon kuvatekstissä: *Muuttuva magneettikenttä saa aikaan eli indusoi johdtimeen sähkövirran.*



Kuva 3. Mallinnus tilanteesta, jossa virtamittari reagoi magneetin liikutteluun käämin sisällä (kuva: Kari Sormunen).

Aineistomme kuvista on luettavissa ilmiön syy ja seuraus. Kuvat eivät voi sisältää varsinaista vuorovaikutusta tai liikettä, mutta ne viittaavat ilmiön seurauksiin selkeästi: ilmapallo on kiinni paidassa ja sen narun asento viittaa tapahtuneeseen vuorovaikutukseen, voimanolet osoittavat magneettien välisten vuorovaikutusten suuruutta, ja virtamittari paljastaa magneetin liikuttelun aiheuttaman sähkövirran. Kuvat ovat selkokuvia: pääkohde erottuu selkeästi, taustalla ei ole ilmiön kannalta turhia tai häiritseviä asioita, kuvat ovat hyvälaatuisia ja riittävän suuria, kuvakulma on aiheelle tyypillinen, kuvien tunneviesti on neutraali ja sopii päätekstiin eli fysiikan oppimateriaaliin (selkokuvituksen ohjeista ks. Leskelä, 2019, ss. 198, 210). Kaksi kuvista on piirroksia, ja yksi on valokuva. Kaikki kuvat ovat värillisiä.

Opiskelijoita ohjeistettiin vaihtoehtoisten tekstien laadintaan ennen tehtävää. Harjoituskokoontumista edeltävällä luennolla kerrottiin saavutettavuuden ideasta ja siitä, kuinka verkkomateriaalien saavutettavuutta tuetaan kuviin liitettävien vaihtoehtoisten tekstien avulla. Opiskelijoille näytettiin verkossa olevia esimerkkejä kuvista ja niiden vaihtoehtoisista teksteistä: esimerkiksi Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen opiskeluhuollon sivulla oleva vaihtoehtoinen teksti on ”Pojat juoksevat koulun pihalla” (<https://thl.fi/fi/web/lapset-nuoret-ja-perheet/sote-palvelut/opiskeluhuolto>). Vaihtoehtoisten tekstien laadintaa havainnollistettiin myös omalla, oppimateriaaliin sopivalla esimerkkikuvalla, joka esitti voimien suuruuksia erimassaisten kappaleiden vuorovaikutuksessa. Opiskelijoille kerrottiin tiivistetyt ohjeet vaihtoehtoisten tekstien laadinnasta, ja samat ohjeet olivat opiskelijoiden nähtävillä harjoituksissa kirjoitustilanteessa (ks. liite 1). Ohjeistus sisälsi sekä muotoiluun liittyviä konkreettisia ohjeita että sisällöstä huomioon otettavia asioita.

Analysoimme kvalitatiivisen tutkimuksemme aineiston käyttäen aineistolähtöistä sisällönanalyysiä (menetelmästä ks. Elo ym., 2014; Tuomi & Sarajärvi, 2018). Ensimmäinen tutkimuskysymyksemme koskee vaihtoehtoiisiin teksteihin sisällytettyä kuvan tietoa. Käytimme analyysiyksikköinä opiskelijoiden kirjoittamia vaihtoehtoisia tekstejä kokonaisuuksina ja erittelimme, mitä kuvan sisältämää tietoa kukin vaihtoehtoinen teksti sisältää. Ohessa on esimerkkikatkelma aineistosta ja siitä tekemämme aineistolähtöinen sisällönanalyysi.

– – Magneettien pohjoiskohtiot ovat vastakkain, joten magneetit hylkivät toisiansa. Nuolet ovat samanpituiset ja ne ovat magneettien välissä. Nuolien kärjet suuntaavat toisistaan pois päin ja ne ovat kiinni magneeteissa. – – (R4)

- ➔ Ilmiön syy: samat kohtiot vastakkain
- ➔ Ilmiön seuraus: eri kohtiot hylkivät toisiaan
- ➔ Symbolit ja symbolivärit: voimanolet

- Symbolin sijainti tai koko opetusmallissa: nuolen suunta magneetista pois päin, nuolen pituus suhteessa vuorovaikutuksen suuruuteen, nuoli kiinni magneetissa

Toinen tutkimuskysymyksemme koskee kielen täsmällisyyttä ja selkeyttä. Analysoimme, miten kuvien visuaalinen rakenne on kerrottu vaihtoehtoisissa teksteissä sanallisesti. Tällöin tarkastelimme vaihtoehtoisia tekstejä kokonaisuuksina. Lisäksi teimme havaintoja kielestä sana- ja lausetasolla, jolloin tarkastelimme yksittäisiä sananvalintoja ja tapaa muotoilla lauseet. Koontina tuloksista pohdimme opiskelijoiden kirjoittamien vaihtoehtoisten tekstien ymmärrettävyyttä. Tällöin lähtökohtanamme oli yleisten saavutettavuusohjeiden (ks. Saavutettavuuskirjasto Celia, 2024) ohella, että fysiikan kuvan ja ilmiön ymmärtämistä palvelevat täsmällinen luonnontieteiden tieto ja kieli (ks. Aksela ym., 2012, s. 15; Fang, 2006) sekä selkeä ilmaisu (ks. Leskelä, 2019), joka kuitenkin sallii abstraktien luonnontieteiden käsitteiden käytön.

Tutkijoina edustamme fysiikan ja suomen kielen pedagogiikkaa. Aineiston analysoinnin toteutimme yhdessä hyödyntäen oppiainerajat ylittävää yhteistyötä (tutkijat-riangulaatiosta ks. Fusch ym., 2018). Luonnontieteen asiantuntemusta käytimme kuvien sisältämän tiedon sekä täsmällisen fysiikan kielen analysoinnissa. Suomen kielen pedagogiikka ohjasi tekstilajin tajun sekä kielen muotoilun ja selkeyden tarkastelua. Kuvien visuaalisuuden purkamista sanalliseen muotoon havainnoimme yhdessä.

5 Tulokset

Fysiikan oppimateriaalin kuvien vaihtoehtoisia tekstejä kirjoittaessaan opiskelijat valitsevat, mitä kuvan sisältämästä tiedosta pitää kertoa henkilölle, joka ei näe kuvaa. Lisäksi he tekevät kielellisiä valintoja, kuinka kuvan sisältämä tieto muotoillaan vaihtoehtoisissa teksteissä.

5.1 Vaihtoehtoiseen tekstiin sisällytetty kuvan tieto

Opiskelijat kirjoittavat vaihtoehtoisissa teksteissään fysiikan ilmiön syistä ja seurauksista, jotka ovat luettavissa aineistomme kuvista (taulukko 1). He mainitsevat tiedonalan symboleita ja symbolivärejä sekä kertovat opetusmallin tavasta esittää symbolin sijainti tai koko. Lisäksi opiskelijat sisällyttävät vaihtoehtoisiin teksteihin asioita, joilla ei ole vaikutusta kuvan esittämään fysiikan ilmiöön.

Taulukko 1. Kuvien sisältämä tieto, jonka opiskelijat mainitsivat vaihtoehtoisissa teksteissään (sulkeissa lukumäärä, kuinka moni 12 vastaajaryhmästä sijoittaa tiedon vaihtoehtoiseen tekstiinsä).

Ilmiön syy	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmapallo ja villapaita: kohteiden erimerkkinen varaus (12/12) – Sauvamagneettiparit: eri kohtiot tai samat kohtiot vastakkain (11/12), magneettien kokoero (9/12) – Käämi, magneetti ja virtamittari: magneetin liikuttelu käämin sisällä (12/12), laitteet yhdistetty toisiinsa (8/12)
Ilmiön seuraus	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmapallo ja villapaita: kohteet vetävät toisiaan puoleensa (10/12) – Sauvamagneettiparit: kohteet vetävät toisiaan puoleensa tai hylkivät toisiaan (9/12), magneetin koko vaikuttaa voiman suuruuteen (6/12) – Käämi, magneetti ja virtamittari: syntyy sähkövirta (10/12), mittari ilmaisee sähkövirran (8/12)
Symbolit ja symbolivärit	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmapallo ja villapaita: plus- ja miinussymbolit varauksia osoittamassa (1/12) – Sauvamagneettiparit: voimanolet (7/12), magneettien kohtioiden värit (2/12) – Käämi, magneetti ja virtamittari: (–/12)
Symbolin sijainti tai koko opetusmallissa	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmapallo ja villapaita: plus- ja miinussymbolit piirretty tiettyyn kohtaan (1/12) – Sauvamagneettiparit: nuolen suunta magneettia kohti tai siitä pois päin (5/12), nuolen pituus suhteessa vuorovaikutuksen suuruuteen (5/12), nuoli kiinni magneetissa (3/12), nuolet magneettien välissä (3/12) – Käämi, magneetti ja virtamittari: (–/12)
Ilmiöön liittymättömät seikat	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmapallo ja villapaita: ilmapallon ja villapaidan värit (1/12), villapaita vasemmalla ja ilmapallo oikealla (1/12) – Sauvamagneettiparit: piirroskuva (4/12), magneettiparien sijoittelu allekkain (1/12) – Käämi, magneetti ja virtamittari: johtimien värit (2/12), plus- ja miinusjohtot (1/12), plus- ja miinusjohtot (1/12), virtamittari vasemmalla (1/12)

Opiskelijat mainitsivat vaihtoehtoisissa teksteissään lähes aina (n=35/36) syyn ilmiöön, ja useimmin (n=29/36) he kertovat myös seurauksen (aineistolainaus 1). Eräissä teksteissä opiskelijat eivät nimeä ilmiön seurausta, vaan pysyttelevät kaksikulotteisen kuvan hetkessä erittelemällä, mitä kuvassa on (lainaus 2). Seuraus voidaan jättää myös lukijan pääteltäväksi kuvan symboleista (lainaus 3).

- 1) Erimerkkisesti varautuneet ilmapallo ja villapaita vetävät toisiaan puoleensa. (R1)
- 2) Vasemmalla on virtamittari, jonka yläosasta lähtee plus- ja miinusjohtot. Johtot kiinnittyvät toisesta päästä oikealla puolella olevaan käämiin. Käämi on ontto ja sen sisällä liikutetaan magneettia. (R34)
- 3) – – kaksi saman kokoista sauvamagneettia vastakkaiset navat toisiaan kohden. Valkoinen ja punainen toisiaan kohden. Punainen puoli sauvamagneetissa kuvaa pohjoista napaa ja valkoinen puoli eteläistä napaa. Molemmista sauvamagneeteista lähtee samanpituiset nuolet, jotka ovat magneettien välissä. Nuolien kärjet osoittavat toisiaan, mutta eivät koske. – – (R20)

Eräs piirre aineistossamme on kirjoittaa syy-seuraussuhteista kuvan tilanteen ulkopuolelle poiketen (lainaus 4). Näin tehtiin piirroksessa ilmapallosta ja villapaidasta (n=4): kirjoittajat selostavat koko ilmiön tapahtumaketjuna, josta kuvassa näkyy yksi kohta. Vaihtoehtoinen teksti on voitu muotoilla myös siten, että kuva häivytetään täysin taustalle ja puhutaan vain ilmiöstä (lainaus 5).

- 4) Aluksi villapaita ei ole varauksellinen. Alkutilanteen jälkeen villapaitaa hangataan ilmapallolla. Hankaamisen yhteydessä syntyy sähkövaraus, villapaita luovuttaa elektroneja ilmapallolle. ilmapallon hangattu alue varautuu negatiivisesti. Samanaikaisesti villapaidan hangattu alue puolestaan varautuu positiivisesti. Näin ollen varaukset ovat vastakkaiset, jolloin kappaleet vetävät toisiaan puoleensa. Ilmapallo tarttuu villapaitaan kiinni. (R2)
- 5) Eri merkkiset navat vetävät toisiaan puoleensa yhtä suurella magneettisella voimalla. Napojen ollessa saman merkkiset, työntävät ne toisiaan yhtä suurella voimalla poispäin. Magneettien ollessa eri kokoiset, napojen välinen vetovoima on suurempi. (R17)

Tiedonalan symboleista voimanolet mainitaan vaihtoehtoisissa teksteissä useimmin (lainaus 3). Plus- ja miinusmerkit sekä symbolivärit mainitaan harvoin. Joissain tapauksissa selitetään, mitä symbolilla tai symbolivärillä tarkoitetaan (lainauksen 3 selitys kohtion väreistä). Symbolien sijainnista ja koosta opetusmallissa opiskelijat sisällyttävät vaihtoehtoisiin teksteihinsä etenkin voimanolettiin liittyvää tietoa (lainauksen 3 nuolien kuvailu). Sähkövarauksia osoittavien plus- ja miinussymbolien sijaintiin viitataan kerran (lainaus 6). Aineistossamme näkyy, kuinka opetusmallin harhaanjohtava pelkistys toistuu vaihtoehtoisessa tekstissä.

- 6) Villapaidan ja ilmapallon sisällä on miinuksia ja plussia, jotka kuvastavat negatiivista ja positiivista sähkövarausta. Ilmapallon reunassa lähellä villapaitaa on miinuksia, ja villapaidan reunassa lähellä ilmapalloa on plussia. – (R4)

Osa opiskelijoiden mainitsemista asioista ei vaikuta fysiikan ilmiöön. Esimerkiksi virtamittarin sijoittelulla ei ole merkitystä sähkövirran syntyyn (lainaus 7).

- 7) Vasemmalla on virtamittari, jonka yläosasta lähtee plus- ja miinusjohdot. Johdot kiinnittyvät toisesta päästä oikealla puolella olevaan käämiin. – (R34)

Esittelemme [taulukossa 2](#) kootusti, mitä kuvan tietoa opiskelijat sisällyttävät vaihtoehtoisiin teksteihin ja millainen merkitys kyseisellä tiedolla on kuvan ja ilmiön ymmärtämisen kannalta. Tekstit, joissa opiskelijat kertovat ilmiön syyn ja seurauksen tai

fysiikan esitystavasta, palvelevat kuvan ja ilmiön ymmärtämistä. Kun ilmiöstä ja kuvasta puolestaan jätetään jotakin lukijan tai kuulijan pääteltäväksi, väärinymmärrysten mahdollisuus kasvaa. Tekstit sisältävät myös tapauksia, joissa on riittämätöntä tai tahattomasti harhaanjohtavaa tietoa tai tietoa, jolla ei ole merkitystä ilmiön kannalta. Myöskään nämä tapaukset tai tekstit, joissa puuttuu yhteys kuvaan, eivät palvele kuvan ja ilmiön ymmärtämistä.

Taulukko 2. Luokanopettajaopiskelijoiden tapoja avata kuvan sisältämä tieto vaihtoehdoisessa tekstissä (aineistolainaukset kursivilla).

Fysiikan kuvan ja ilmiön ymmärtämistä palveleva tieto	Syyt ja seuraukset	<i>Erimerkkisesti varautuneet ilmapallo ja villapaita vetävät toisiaan puoleensa. (R1)</i>
	Esitystapa opetusmallissa: symbolivärien tarkoitus, symbolin koko ja sijainti, syy symbolin kokoon	<i>-- pohjoiskohtio on punainen --. (R13)</i>
		<i>Nuolet ovat samanpituiset. Ne osoittavat toisiaan ja ovat kiinni magneeteissa. (R14)</i>
		<i>Ne [nuolet] ovat pidemmät, kuin yllä olevissa kuvissa. Tämä johtuu siitä, että magneetit ovat kooltaan isompia --. (R14)</i>
Tieto, joka ei palvele fysiikan kuvan ja ilmiön ymmärtämistä	Pääteltävää (syy ilman seurausta)	<i>Ensimmäisessä tilanteessa eteläkohtio (S) ja pohjoiskohtio (N) ovat vastakkain ja samanpituiset voimanolet on piirretty kohtisuoraan toisiaan vasten. (R16)</i>
	Riittämättömät, ei pääteltävissä olevat tiedot (seuraus ilman syytä)	<i>Magneetit vetävät toisiaan puoleensa [syyn kuvaus puuttuu]. (R15)</i>
	Tahattomasti harhaanjohtava tieto: tapahtumat ennen kuvaa	<i>-- villapaitaa hangataan ilmapallolla. (R2)</i>
	Ilmiön kannalta merkityksetön tieto	<i>Harmaa villapaita ja keltainen ilmapallo --. (R8)</i>
	Ilmiö ilman yhteyttä kuvaan	<i>Eri merkkiset navat vetävät toisiaan puoleensa yhtä suurella magneettisella voimalla. (R13)</i>

5.2 Kielellisiä valintoja vaihtoehdoisissa teksteissä

Tarkastelemme opiskelijoiden tapaa avata kuvan visuaalinen rakenne sauvamagneettiparien asetelmassa sekä käämin ja virtamittarin tapauksessa. Kuva sauvamagneettipareista sisältää muista kuvista poiketen kolme erillistä tilannetta; opiskelijat joutuvat ratkaisemaan, miten he tuovat vaihtoehdoisessa tekstissään kokonaisuuden esille. Käämin, magneetin ja virtamittarin kuva puolestaan sisältää elementit koko

tapah-
tumasarjasta magneetin liikuttelusta sähkövirran syntymiseen ja virran näky-
miseen mittarissa (vertaa ilmapallon ja villapaidan kuva, jossa on näkyvillä vain lop-
putulos eikä viittausta itse hankaustilanteeseen). Tarkastelemme, mistä asiasta opis-
kelijat aloittavat ilmiön selittämisen. Vaihtoehtoisissa teksteissään opiskelijat joutu-
vat ratkaisemaan, missä järjestyksessä he selittävät moniosaiset kuvat ja missä järjes-
tyksessä he kertovat ilmiöön liittyvät seikat.

Magneettisten vuorovaikutusten kuvassa on kolme sauvamagneettiparia, jotka on
numeroitu yhdestä kolmeen ja jotka on erotettu toisistaan viivalla (kuva 2). Aineis-
tossamme on kolme tapaa avata kuvan visuaalinen rakenne: selitetään ensin koko-
naistilanne ja sen jälkeen kolme erillistä tilannetta (lainaus 8), mainitaan kuvassa
oleva numerointi selittämättä, mistä numeroinnissa on kyse (lainaus 9), tai jätetään
kertomatta piirroksen jakautuminen erillisiin kuviin (lainaus 5). Viimeksi mainitussa
tapauksessa on ratkaistu, että vaihtoehtoisessa tekstissä ei tarvitse kertoa kuvan visu-
aalista rakennetta lainkaan.

- 8) Kolme eri vuorovaikutustilannetta magneettien välillä. Ensimmäisessä koh-
dassa kaksi magneettia vetää toisiaan puoleensa, koska erimerkkiset kohtiot
ovat vastakkain. Toisessa kohdassa kaksi magneettia hylkii toisiaan, koska
samanmerkkiset kohtiot ovat vastakkain. Kolmannessa kohdassa kaksi
magneettia vetää toisiaan puoleensa suuremmalla voimalla, kuin ensim-
mäisessä kohdassa, koska toinen magneeteista on suurempi. (R18)
- 9) 1. Samankokoiset kestopagneetit vetävät toisiaan puoleensa samalla suu-
ruudella, kun niiden navat ovat vastakkaiset.
2. Saman napaiset ja samankokoiset kestopagneetit työntävät toisiaan
poispäin samansuuruisella voimalla.
3. Eri kokoiset ja eri napaiset kestopagneetit vetävät toisiaan puoleensa sa-
malla voimalla. Kuitenkin magneettien välinen voima on suurempi, mitä
suurempi on magneetin koko. (R21)

Aineistossamme on tulkittavissa kolme tapaa lähteä liikkeelle esittelemään tapah-
tumia käämin, magneetin ja virtamittarin kuvassa. Opiskelijat aloittavat esittelemällä
kuvassa olevat kohteet (lainaus 10), mainitsemalla kestopagneetin liikuttelun (lai-
naus 11) tai nostamalla esiin sähkövirran syntymisen (lainaus 12).

- 10) Johtimet on yhdistetty käämiin sekä virtamittariin. Magneettia liikutellaan
käämin sisällä. Sähkövirta kulkee käämistä johtimia pitkin virtamittariin,
kun magneettia liikutetaan. Tällöin mittari ilmoittaa sähkövirran milliam-
peereina. (R25)
- 11) Kestomagneetin liikkuminen käämin sisällä, muodostaa sähkövirran, joka
menee sähköjohtoja pitkin ampeerimittariin, jossa havaitaan ampeerimää-
rän muutos. (R26)
- 12) Muuttuvassa magneettikentässä olevaan johtimeen syntyy sähkövirtaa. Esi-
merkiksi, kun johdin liikkuu magneettikentässä tai kestopagneetti

johtimen läheisyydessä, kuten käämikerän sisällä. Sähkövirran syntymisen voi huomata käämiin johtimilla kytketyssä virtamittarissa. Magneetin nopea liikuttelu näkyy mittarin viisarin voimakkaana liikkeenä. (R31)

Fysiikan ilmiön täsmälliseen kuvailemiseen tarvitaan tarkkaa luonnontieteen kieltä. Aineistomme vaihtoehtoisten tekstien sanavalinnoissa on sekä täsmällisiä että epätasällisiä sanavalintoja (taulukko 3). Arkikielisyys, epätarkkuus ja virheellisyys tekevät sanavalinnoista epätasällisiä. Aineistomme arkikielisisä ilmauksissa puhutaan esimerkiksi “plussista” ja “miinuksista” positiivisten ja negatiivisten varausten sijasta. Tämä saattaa tukea oppilaiden virheellistä ymmärrystä sen suhteen, mikä on varsinainen ilmiö tai kohde (“varaus”) ja mikä sen symboli (“plussa”, tai pikemminkin “plusmerkki”). Toisaalta ilmaus, että jokin kohde “hakeutuu” jonkin toisen kohteen luokse, voi johtaa jopa käsitykseen, että kappaleella olisi itsenäinen tahto tehdä jotakin (vrt. aristoteelinen käsitys kappaleen luonnollisesta liikkeestä, ks. esim. Turunen, 2016). Epätarkka ilmaus kappaleiden olemisesta “limittään” haittaa tilanteen ymmärtämistä kolmiulotteisesti. Tämentyyppinen ongelma liittyy tilanteen kaksiulotteiseen mallintamiseen kuvana, jota vaihtoehtoisen tekstin ei enää pitäisi vahvistaa. Varsinaiset virheelliset ilmaukset vaihtoehtoisissa teksteissä, kuten esimerkiksi elektronien positiivinen varaus tai sähköinen jännite varattujen kappaleiden välillä, haittaavat ilmiön tai asian ymmärtämistä. Sauvamagneettien tapauksessa on ilmaus ”magneettien navat” tulkittu virheelliseksi, koska opintojakson luento-osuudessa käytettiin käsitettä ”magneettien kohtiot” erottamaan käsite sähköopin plus- ja miinusnaivoista. Vastaava erottelu tehdään myös useissa oppimateriaaleissa (ks. esim. Kangaskorte ym., 2018, s. 130).

Taulukko 3. Täsmällisten ja epätäsmällisten sanavalintojen esimerkkejä vaihtoehtoisista teksteistä.

	Täsmällinen fysiikan kieli	Epätäsmällinen kieli
Ilmapallo ja villapaita	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Negatiivisesti varautunut ilmapallo ja positiivisesti varautunut villapaita vetävät toisiaan puoleensa.</i> – <i>Villapaidan ja ilmapallon välillä on sähköistä vuorovaikutusta. Ilmapallo on negatiivisesti varautunut ja villapaita positiivisesti varautunut, joten ne vetävät toisiaan puoleensa.</i> 	<p>arkikielinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Villapaidan ja ilmapallon sisällä on miinuksia ja plussia – –. (R4)</i> – – – <i>ilmapallo hakeutuu villapaidan luokse. (R7)</i>
		<p>epätarkka</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Harmaa villapaita ja keltainen ilmapallo ovat limittäin. (R8)</i> – <i>Villapaita ja ilmapallo ovat vastakkaisesti varautuneita kappaleita. (R11)</i>
		<p>virheellinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Villapaidan pinnassa on negatiivisesti sekä positiivisesti varautuneita elektroneja. (R7)</i> – <i>Ilmapalloa hangataan villapaitaan, jolloin osa negatiivisista varauksista siirtyy ilmapalloon. Tämä aiheuttaa ilmapallon ja villapaidan välille sähköisen jännitteen – –. (R5)</i>
Sauvamagneettiparit	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Magneettien etelä- ja pohjoiskohtio vetävät toisiaan puoleensa. Nuolet ovat samanpituiset. Ne osoittavat toisiaan ja ovat kiinni magneeteissa.</i> 	<p>arkikielinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kaksi samankokoista magneettia, joiden etelä- ja pohjoiskohtiot ovat toisiaan vasten, vetävät toisiaan puoleensa. (R22)</i>
		<p>epätarkka</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Toisessa kohdassa kahden magneetin N-kohdat ovat vastakkain ja magneetit luovat välillään työntävän voiman. (R23)</i>
		<p>virheellinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Eri merkkiset navat vetävät toisiaan puoleensa yhtä suurella magneettisella voimalla. – – Magneettien ollessa eri kokoiset, napojen välinen vetovoima on suurempi. (R17)</i>
Käämi, magneetti ja virtamittari	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Kun käämin läpi kuljetetaan magneetti, magneettikenttä käämin sisällä muuttuu. Muuttuva magneettikenttä indusoi johtimeen/käämiin jännitteen, joka saa aikaan sähkövirran.</i> 	<p>arkikielinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Magneetin liikuttaminen käämin eli johdinkerän sisällä synnyttää vaihtovirtaa, jolloin virtamittarin viisari liikkuu edes takaisin. (R35)</i>
		<p>epätarkka</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kun magneetti liikkuu käämin läheisyydessä, tästä liikkeestä aiheutuu vaihtovirtaa. (R30)</i>
		<p>virheellinen</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Virtamittari kertoo magneetin vaikutuksen sähkövirtaan. (R32)</i>

Kielen selkeys toteutuu aineistossamme lausetasolla, kun käytetään lyhyitä, vain yhden päälauseen sisältäviä virkkeitä, joissa ei ole lauseenvastikkeita (esimerkiksi *Magneetit vetävät toisiaan puoleensa*). Selkeys ei toteudu pitkissä virkkeissä, jotka sisältävät useita sivulauseita (lainaus 11) tai alkavat sivulauseella. Myös pitkät lausekkeet (lainauksen 12 alku ”muuttuvassa magneettikentässä olevaan johtimeen”) ja puhekielellä harvinaiset lauseenvastikkeet haittaavat selkeyttä (lainaus 5, ”Napojen ollessa saman merkkiset”). Poikkeamat oikeakielisyyden ohjeista voivat hankaloittaa tekstin lukemista ja kuuntelemista, esimerkiksi virheet yhdyssanoissa (”virtamittarin viisari liikkuu edes takaisin”) tai verbien kongruenssissa (”yläosasta lähtee plus- ja miinusjohdot”).

Kun ruudunlukuohjelma lukee vaihtoehtoisen tekstin ääneen, kaikki tekstielementit eivät ole samalla tavoin ymmärrettäviä kuin tekstissä nähtynä. Ruudunlukuohjelman kautta kuunneltuna ymmärtämistä voivat vaikeuttaa lyhenteet (”1 cm pituinen nuoli”) sekä symbolit ja erikoismerkit (”punainen ja musta sähköjohto plus- ja miinusnapoihin ristiin [+ - & - +]”). Kun magneettipareista kirjoitetaan numeroimalla kolme eri tilannetta (lainaus 9), irralliset numerot voivat hämätä.

Lähes kaikki (35/36) vaihtoehdotiset tekstit on laadittu toteamuksiksi. Poikkeuksena on yksi käskyjä sisältävä vaihtoehtoinen teksti, joka on ohje (”Kytke virtamittari käämiin seuraavasti: 1. kytke punainen sähköjohdin plussaan – –”). Ohjemuotoinen vaihtoehtoinen teksti ei samalla tavoin selitä kuvaa kuin toteamuksiksi laaditut tekstit.

6 Päätelmät ja pohdinta

Tuloksistamme on nähtävissä, millaisiksi luokanopettajaopiskelijat hahmottavat fyysiikan oppimateriaalin kuvien vaihtoehdotiset tekstit, kun he lukevat juuri opetuksessa tarkasteltua fyysiikan ilmiötä esittävää kuvaa ja kun heillä on hyödynnettävänä ohjeistus vaihtoehtoisten tekstien kirjoittamiseen. Tuloksemme osoittavat, millaista tekstilajin tajua (esim. Kalliokoski, 2002; Laihanen, 2016; Valtonen, 2012) opiskelijoilla on siitä, mitä kuvan sisältämää tietoa vaihtoehtoisen tekstin täytyy sisältää ja miten tieto tulee muotoilla kielellisesti. Kyky tulkita visuaalisia tekstilajeja (Satokangas, 2023) ja hallita tiedonalakohtaisia tekstitaitoja (Sulkunen & Luukka, 2014) ovat vaihtoehtoisten tekstien laatimistehtävässä olennaisia taitoja. Kuvat ja mallit ovat usein käytetty luonnontieteiden ilmiöiden havainnollistamistapa (Gilbert ym., 2000; Harrison & Treagust, 2000), ja kuvien ja mallien saavutettava avaaminen kaikille oppilaille on opetuksessa tärkeää. Tuloksemme osoittavat, kuinka opiskelijat tuovat

teksteissään esiin fysiikan tietoa sekä kieltä ja kulttuuria (ks. Viiri, 2012) niille oppijoille, jotka eivät näe kuvaa.

Opiskelijat laativat vaihtoehtoisia tekstejä tilanteessa, jossa he eivät olleet harjaantuneet pyydetyn tekstilajin tuottamiseen eivätkä olleet sisäistäneet tekstilajin prototyyppiä. Tuloksemme osoittavat, että luokanopettajaopiskelijat hahmottavat fysiikan oppimateriaalin vaihtoehtoisen tekstin sisältävän tietoa fysiikan ilmiöstä (kuvio 2): yleisimmin aineistomme teksteissä mainitaan ilmiön syy ja seuraus. Toiseksi opiskelijat sisällyttivät teksteihinsä tietoa fysiikan esitystavasta: jonkin verran jaetaan tietoa tiedonalan symboleista ja symboliväreistä sekä opetusmallin tavasta esittää symbolin sijainti tai koko. Luokanopettajaopiskelijoiden tekstilajin tajun (ks. Kalliokoski, 2002) mukaan sekä ilmiön syyn ja seurauksen että fysiikan esitystavan kertominen palvelevat fysiikan oppimateriaalien kuvien ymmärtämistä ja kuuluvat näin vaihtoehtoisten tekstien sisällöllisiin piirteisiin. Muut faktat jäävät aineistossa satunnaisiksi: opiskelijat ovat tiedon esittämisessään tarkasti kiinni fysiikan ilmiössä, ja vaihtoehtoiset tekstit sisältävät harvoin asiaa, jolla ei ole ilmiön kannalta merkitystä. Esimerkiksi kuvitusvärejä mainitaan vain harvoin; toisaalta näkörajoitteiset henkilöt saattavat toivoa kuvitusvärien esittelyä, koska niiden voidaan kokea auttavan kuvan ymmärtämistä (Jung ym., 2022). Vaihtoehtoisten tekstien kirjoittamisessa tiedonalan sisältötieto ja kuvanlukutaito liittyvät yhteen.

Tiedonalan sisältötieto	Kuvanlukutaito	Tiedonalan kielen tuntemus	Selkeän kielen hallinta
<ul style="list-style-type: none"> Fysiikan ilmiön syy ja seuraus Fysiikan esitystapa: ilmiöiden mallintaminen visuaalisesti 	<ul style="list-style-type: none"> Fysiikan ilmiöön ja esitystapaan kuuluvat seikat Kuvan sisältö, jolla ei ole merkitystä ilmiön kannalta ja jota ei tarvita vaihtoehtoisessa tekstissä 	<ul style="list-style-type: none"> Ilmiöön liittyvä fysiikan tiedonalan kieli Kielen täsmällisyys 	<ul style="list-style-type: none"> Selkeys esim. lauseiden muotoilussa, oikeinkirjoitusohjeiden noudattamisessa ja kokonaisuuksien esittelyssä

Kuvio 2. Vaihtoehtoisissa teksteissä opiskelijat hyödyntävät tiedonalaan, kuvanlukutaitoon ja kieleen liittyviä taitoja.

Tuloksistamme on tulkittavissa, että opiskelijat pyrkivät käyttämään täsmällistä tieteen kieltä ja hyödyntävät teksteissään fysiikan kielen osaamistaan. Tuloksemme havainnollistavat, miten täsmällisyyden rinnalla esiintyy arkikielisiä, epätarkkoja ja virheellisiä ilmauksia. Vaihtoehtoisissa teksteissä näkyy pyrkimys selkeään kieleen (ks. Leskelä, 2019). Haasteita voivat tuoda yksinkertaisten lauseiden ja lausekkeiden muotoilu, oikeinkirjoituksen hallinta ja kokonaisuuksien esittelyn loogisuus.

Aineistossa on havaittavissa tieteen kielelle ominaista monimutkaisuutta lausetasolla (ks. Fang, 2006). Selvien virheellisten käsitteiden tai oikeinkirjoitusvirheiden esiintymisen voi arvioida olevan tahatonta. Sen sijaan joistain tuloksista ei voi todeta varmaksi, millaista tekstilajin tajua opiskelijoilla on vaihtoehtoisten tekstien kielellisistä piirteistä: esimerkiksi kielen arkisuus (ks. Ahtee, 1998; Närkki ym., 2021) tai toisaalta tieteelle ominainen lausetason monimutkaisuus voivat olla tavoiteltuja ominaisuuksia tai toisaalta olla vain seurausta täsmällisten käsitteiden tietämättömyydestä tai haasteista selkeän kielen muotoilussa.

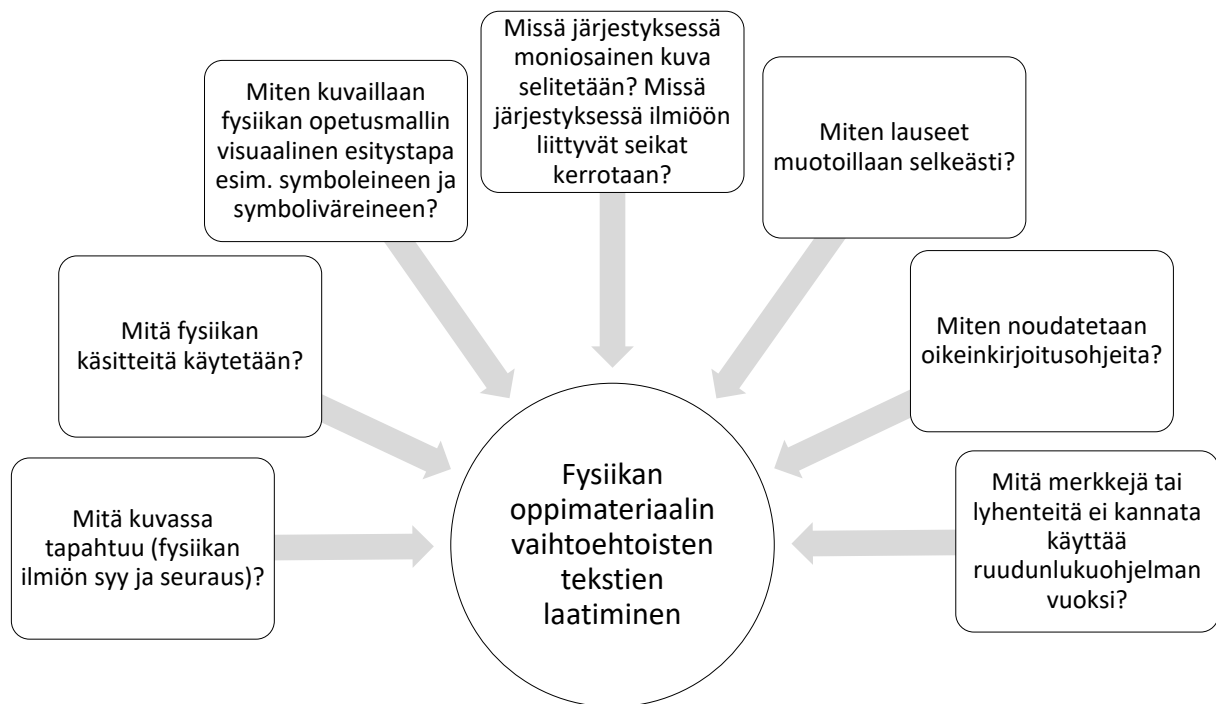
Opettajaksi opiskelevien on sisäistettävä fysiikan oppimateriaalien visuaalisten mallien (ks. Harrison & Treagust, 2000; Viiri, 2012) luonne, ja vaihtoehtoisten tekstien suunnittelu ja laatiminen opetusmalleille palvelevat osaltaan tätä tavoitetta. Tietoa fysiikan malleista ja esitystavoista kuuluu välittää saavutettavasti oppilaille. Opetusmalleille on ominaista, että ne havainnollistavat usein sellaisia ilmiöitä tai kohteita, jotka eivät ole suoraan havaittavissa. Tyypillistä on myös, että ilmiöiden syyseuraus-suhteet tai niiden ajallinen tapahtuminen eivät kaksikulotteisista malleista tule välttämättä esille. Tuloksemme osoittavat, kuinka vaihtoehtoisia tekstejä lähdeään muotoilemaan eri asetelmista. Esimerkiksi kolmen magneettiparin tapauksessa opiskelijat lähtivät liikkeelle kokonaisuuden esittelystä tai jättivät sen mainitsematta. Ilmapallon ja villapaidan kuvasta osa puolestaan lähti selittämään tapahtumia ennen kuvan ottamista, mikä voi olla osaltaan seurausta siitä, että opiskelijat konkreettisesti kokeilivat ilmapallon hankaamista villapaitaan tai villalankatupsuun ennen kirjoitustehtävää. Käämin ja magneetin tapauksessa oli ratkaistava, mitä tapahtumaketjusta tai kuvan välineistä esittelee ensin. Fysiikan oppimateriaaleissa vaihtoehtoisten tekstien kirjoittaminen edellyttää kokonaisuuden pohdintaa: mitä kokonaisuudesta on kerrottava, että yksityiskohdat voi ymmärtää? Näkörajoitteiset vaihtoehtoisten tekstien käyttäjät ovat esimerkiksi toivoneet, että tekstissä mainittaisiin heti alussa, mikä kaavio- tai kuviotyyppi on kyseessä kuten piirakkakuviokuva tai pylvädiagrammi (Jung ym., 2022).

Opettajankoulutuksessa vaihtoehtoisten tekstien laatimisen harjoittelu kasvattaa opiskelijoita saavutettavuusvaatimusten (ks. Saavutettavuuskirjasto Celia, 2024) tekstitarpeisiin. Tekstien suunnittelu, tuottaminen ja onnistuneisuuden arviointi voivat ohjata näkemään, mikä fysiikan oppimateriaalien havainnollistavissa kuvissa on olennainen tieto ilmiön kannalta ja mitä ilmiöstä ja sen esitystavasta tulisi sanallisesti avata luokassa oppilaille – tästä voi olla apua paitsi vaihtoehtoisten tekstien laatimiseen myös oppitunnin opetuspuheen suunnitteluun. Tuloksissamme näkyy

opiskelijajoukon tiedonalan hallinta ja kyky pukea kuvan sisältämä tieto sanoiksi. Vaihtoehtoisten tekstien laatiminen sopii opiskelijoiden kielitietoisuuden (ks. Andersen & Ruohotie-Lyhty, 2019; Närkki ym., 2021) harjaannuttamiseen.

Vaihtoehtoiset tekstit voivat paljastaa opettajankouluttajalle opiskelijoiden virhekäsityksiä. Tuloksistamme näkyy esimerkiksi, että osa opiskelijoista sekoitti sähköisen ja magneettisen vuorovaikutuksen keskenään ilmiön syitä ja seurauksia selittäessään (ks. samankaltaisesta tilanteesta esim. Hekkenberg ym., 2015). Tuloksissamme on huomattavaa, että osa opiskelijoiden luettelemista ilmiön kannalta merkityksettömistä tiedoista voi myös paljastaa virhekäsityksiä: kun käämin, virtamittarin ja magneetin tapauksessa mainitaan johtimien värit, plus- ja miinuskohtiot tai plus- ja miinusjohdot, opiskelijoilla on saattanut olla käsitys, että näillä seikoilla olisi ilmiön kannalta merkitystä. Virheellisen sisältötiedon lisäksi vaihtoehtoiset tekstit paljastavat virhekäsityksiä tiedonalan käsitteistä: sähkövarausten yhteydessä käytettiin esimerkiksi virheellistä käsitettä ”positiivinen elektroni”. Virhekäsitysten lisäksi tuloksistamme on nähtävissä, millaisia vaillinaisia, tahattomasti harhaanjohtavia tai merkityksettömiä tietoja kuvan sisällöstä vaihtoehtoisiin teksteihin saatetaan sisällyttää (ks. taulukko 2). Tämä ohjaa näkemään, millaisiin asioihin vaihtoehtoisten tekstien laatimisen harjoittelussa voi opettajankoulutuksessa erityisesti kiinnittää huomiota, kun tavoitteena on paitsi saavutettavuusohjeiden noudattaminen (ks. Saavutettavuuskirjasto Celia, 2024) myös täsmällisen luonnontieteen tiedon (ks. Aksela ym., 2012) välittäminen ja tarkan tieteellisen kielen (ks. Fang, 2006) käyttäminen.

Kuviossa 3 esitämme kootusti, mitä vaihtoehtoisten tekstien laatiminen fysiikan oppimateriaaliin vaatii ja mitä opettajankouluttajan on otettava huomioon, kun tekstejä harjoitellaan. Fysiikan oppimateriaalin saavutettavaksi tekeminen edellyttää opettajalta ja opettajaopiskelijalta hyvää tiedonalan sisältötiedon, kielen ja esitystapojen sekä sujuvan yleiskielen tuntemusta. Kun opetusmalleja tarkastellaan saavutettavuuden näkökulmasta, on myös ratkaistava, miten kokonaisuus ja tapahtumien järjestys avataan vaihtoehtoisten tekstien lukijalle tai kuulijalle. Tässä vaihtoehtoisten tekstien suunnittelu tarjoaa pohdittavaa myös fysiikan oppimateriaalien kuvien laatijoille: miten moniosaiset tai tapahtumien ketjuja sisältävät kuvat tulisi asetella tai piirtää, että ne olisivat havainnollisia sekä kuvien katsojille että heille, jotka visualisoivat kuvan mieleensä vaihtoehtoisen tekstin avulla? Tekstien kielen muotoilussa on otettava huomioon vielä ruudunlukuohjelmien rajoitukset. Esimerkiksi lyhenteet ja symbolit kuten km/h , (N) ja $+$ ovat fysiikan kielelle tyypillisiä mutta voivat sekoittaa ruudunlukuohjelman kuulijaa.



Kuvio 3. Fysiikan oppimateriaalien vaihtoehtoisten tekstien laatiminen vaatii tiedonalan ja kielen hallintaa.

Aineistomme koostui 36 pienryhmän tai parin kirjoittamista vaihtoehtoisisista teksteistä ja toi esiin luokanopettajaopiskelijoiden tavan tuottaa fysiikan oppimateriaalin vaihtoehtoisia tekstejä. Tältä osin aineistolle osoittamamme tavoite täyttyi. Aineistomme perusteella ei voi tarkemmin eritellä, ovatko puutteelliset tai virheelliset tekstit seurausta vastaajien osaamisesta tai tilannekohtaisista tekijöistä kuten käytettävissä olleesta ajasta. Aineiston hankintaa voisi syventää esimerkiksi haastatteleamalla opiskelijoita vaihtoehtoisen tekstin tuottamisen haasteista. Tehtävänantoamme voisi kehittää antamalla opiskelijoille luettavaksi oppimateriaalikatkelman, jonka yhteyteen kuva tulisi. Näin vastaajat voisivat sovittaa vaihtoehtoista tekstiään vielä paremmin aitoon kontekstiin. Aineistossa näkyisi tällöin myös se, miten oppimateriaalikatkelman katsotaan päätekstinä palvelevan lukijaa ja millainen rooli kynnystekstinä toimivalle vaihtoehtoiselle tekstille jätettäisiin. Jatkotutkimuksissa vaihtoehtoisia tekstejä voisi kerätä laajalta vastaajajoukolta, jolloin tulokset olisivat yleistettävissä. Havainnollistamme tuloksiamme aineistolainauksin, mikä tukee tutkimuksemme luotettavuutta. Tutkijoina edustamme fysiikan ja suomen kielen pedagogiikkaa ja hyödynnämme tutkimuksessamme oppiainerajat ylittävää yhteistyötä. Aineiston analysoinnissa hyödyntämämme tutkijatriangulaatio (Fusch ym., 2018) syvensi näkökulmiamme.

Tuloksemme havainnollistavat tapoja edistää fysiikan oppimateriaalin kuvien saavutettavuutta. Tutkimuksemme näyttää, kuinka vaihtoehtoiset tekstit vievät opettaja-opiskelijan tarkan kuvan lukemisen sekä fysiikan kielen ja kulttuurin ääreen. Opettajankouluttajalle tehtävä, jossa laaditaan vaihtoehtoisia tekstejä, on keino havainnoida opiskelijoiden käsityksiä opittavasta ilmiöstä ja käsitteistä sekä heidän tapaansa tuottaa tiedonalan kieltä. Vaihtoehtoisten tekstien harjoittelu hyödyttää ympäristöopin pedagogiikkaa sekä opettajaopiskelijan että opettajankouluttajan näkökulmasta.

Lähteet

- Ahtee, M. (1998). Arkitieto ja tieteellinen tieto luonnontieteiden opetuksessa. *Kasvatus*, 29(4), 358–362.
- Aksela, M. K., Tikkanen, G. M., & Kärnä, P. (2012). Mielekäs luonnontieteiden opetus: Miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä? Teoksessa P. Kärnä, L. Houtsonen, & T. Tähtä (Toim.), *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012* (ss. 8–28). Opetushallitus.
- Andersen, L. K., & Ruohotie-Lyhty, M. (2019). Mitä on kielitietoisuus ja miten se näkyy koulussa? *Kieli, koulutus ja yhteiskunta*, 10(2).
- Çimer, A. (2012). What Makes Biology Learning Difficult and Effective: Students' Views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Elo, S., Kääriäinen, M., Kanste, O., Pölkki, T., Utriainen, K., & Kyngäs, H. (2014). Qualitative content analysis: A focus on trustworthiness. *SAGE Open*, 4(1).
<https://doi.org/10.1177/2158244014522633>
- Fang, Z. (2006). The Language Demands of Science Reading in Middle School. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491–520.
<https://doi.org/10.1080/09500690500339092>
- Free AI Image Alt Text Generator*. (2024). Ahrefs. <https://ahrefs.com/writing-tools/img-alt-text-generator>
- Fusch, P., Fusch, G., & Ness, L. (2018). Denzin's Paradigm Shift: Revisiting Triangulation in Qualitative Research. *Journal of Sustainable Social Change*, 10(1), 19–32.
<https://doi.org/10.5590/JOSC.2018.10.1.02>
- Genette, G. (2001). *Paratexts: Thresholds of interpretation*. Cambridge University Press.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. Teoksessa J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Toim.), *Developing Models in Science Education* (ss. 3–17). Kluwer Academic Publishers.
https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_1
- Güçlüer, Ö. Ç. (2020). A study on 7th grade students' misconceptions on the unit of "simple electric circuits". *International Education and Research Journal (IERJ)*, 6(7).
<http://ierj.in/journal/index.php/ierj/article/view/2079>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026. <https://doi.org/10.1080/095006900416884>
- Heikkilä, E. (2006). Kuvateksti uutiskuvan ja lehtijutun elementtinä. *Virittäjä*, 110(3).
- Hekkenberg, A., Lemmer, M., & Dekkers, P. (2015). An Analysis of Teachers' Concept Confusion Concerning Electric and Magnetic Fields. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.1080/10288457.2015.1004833>

- Hirvonen, M., & Kinnunen, T. (2020). *Saavutettava viestintä: Yhteiskunnallista yhdenvertaisuutta edistämässä*. Gaudeamus.
- Jung, C., Mehta, S., Kulkarni, A., Zhao, Y., & Kim, Y.-S. (2022). Communicating Visualizations without Visuals: Investigation of Visualization Alternative Text for People with Visual Impairments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(1), 1095–1105. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114846>
- Kalliokoski, J. (2002). Tekstilajin taju. Teoksessa I. Herlin, J. Kalliokoski, L. Kotilainen, & T. Onikki-Rantajääskö (Toim.), *Äidinkielen merkitykset* (ss. 147–159). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Kalliokoski, J. (2006). Tekstilajin taju ja toisella kielellä kirjoittaminen. Teoksessa A. Mäntynen, S. Shore, & A. Solin (Toim.), *Genre—Tekstilaji* (ss. 240–265). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Kangaskorte, A., Lavonen, J., Pikkarainen, O., Saari, H., Sirviö, J., Vakkilainen, K.-M., & Viiri, J. (2018). *FYKE. Fysiikka 7–9*. Sanoma Pro.
- Koskela, S. (2014). Työhakemus tekstilajina. *Virittäjä*, 1, 5–40.
- Kulki-Nieminen, A. (2010). *Selkoistettu uutinen. Lingvistinen analyysi selkotekstin erityispiirteistä*. Tampereen yliopisto.
- Kupiainen, R., Kulju, P., & Mäkinen, M. (2015). Mikä monilukutaito? Teoksessa T. Kaartinen (Toim.), *Monilukutaito kaikki kaikessa* (ss. 13–24). Tampereen yliopiston normaalikoulu.
- Laihanen, E. (2016). Mitä arvostelutekstien otsikot kertovat yliopisto-opiskelijoiden tekstilajin tajuista? Teoksessa P. Hirvonen, D. Rellstab, & N. Siponkoski (Toim.), *Teksti ja tekstuaalisuus, Text och textualitet, Text and Textuality, Text und Textualität. VAKKI-symposiumi XXXVI 11.–12.2.2016* (ss. 274–285).
- Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta*. (2019). <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Ablex.
- Leskelä, L. (2019). *Selkokieli. Saavutettavan kielen opas* (2. painos). Kehitysvammaliitto ry, Opikie.
- Leskelä, L., & Uotila, E. (2020). Selkokieli saavutettavan viestinnän välineenä. Teoksessa M. Hirvonen & T. Kinnunen (Toim.), *Saavutettava viestintä. Yhteiskunnallista yhdenvertaisuutta edistämässä* (ss. 227–248). Gaudeamus.
- Lyytikäinen, P. (1991). Palimpsestit ja kynnystekstit. Tekstien välisiä suhteita Gérard Genetten mukaan ja Ahon *Papin rouvan* intertekstuaalisuus. Teoksessa A. Viikari (Toim.), *Intertekstuaalisuus. Suuntia ja sovelluksia* (ss. 145–179). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Mertala, P. (2017). Näkökulmia monilukutaitoon: Opettajuus ja situationaaliset lukutaidot. *Kieli, koulutus ja yhteiskunta*, 8(6).
- Mäntynen, A. (2006). Näkökulmia tekstin ja tekstilajien rakenteeseen. Teoksessa A. Mäntynen, S. Shore, & A. Solin (Toim.), *Genre—Tekstilaji* (ss. 42–71). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Naparin, H., & Saad, A. (2017). Infographics in Education: Review on Infographics Design. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 9, 15–24. <https://doi.org/10.5121/ijma.2017.9602>
- Newman, M., & Ogle, D. (2019). *Visual Literacy. Reading, Thinking, and Communicating with Visuals*. Rowman & Littlefield.
- Nguyen, M., Crane, M., Romley, J., & Paulus, Y. M. (2023). Accessibility of Figures in Leading Biomedical and Ophthalmology Journals: Analysis of Alternative Text Use. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 64(8), 2806.

- Närkki, S., Pomykal, R., & Moate, J. (2021). Kielitietoisuus opetuksessa. Teoksessa E. Laasonen-Tervaoja, K. Jokikokko, & J. Stevenson (Toim.), *Opas opettajalle kulttuurisen moninaisuuden huomioimiseen perusopetuksessa* (ss. 51–63). KuTiMat.
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Opetushallitus.
- PhET interactive simulations. (2024). PhET. <https://phet.colorado.edu/fi/simulations/balloons-and-static-electricity>
- Roe, J., Renandya, W., & Jacobs, G. (2023). A Review of AI-Powered Writing Tools and Their Implications for Academic Integrity in the Language Classroom. *Journal of English and Applied Linguistics*, 2(1). <https://doi.org/10.59588/2961-3094.1035>
- Routarinne, S., & Tenhola, E. (2015). Tekstilajien tajua 5.-luokkalaisten kirjoitelmissa. Teoksessa M. Kauppinen, M. Rautiainen, & M. Tarnanen (Toim.), *Elävä ainepedagogiikka. Ainedidaktiikan symposium Jyväskylässä 13.–14.2.2014* (ss. 172–191). Suomen ainedidaktinen tutkimusseura.
- Saavutettavuuskirjasto Celia. (2024). *Kuvien vaihtoehtoiset tekstit*. <https://www.saavutettavasti.fi/kuva-ja-aani/kuvat/>
- Satokangas, H. (2023). Visuaaliset tekstilajit osana monilukutaitoa. *Kieli, koulutus ja yhteiskunta*, 14(1).
- Shore, S., & Mäntynen, A. (2006). Johdanto. Teoksessa A. Mäntynen, S. Shore, & A. Solin (Toim.), *Genre—Tekstilaji* (ss. 9–41). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Shore, S., & Rapatti, K. (2014). Johdanto. Teoksessa S. Shore & K. Rapatti (Toim.), *Tekstilajitaidot. Lukemisen ja kirjoittamisen opetus koulussa* (ss. 5–21). Äidinkielen opettajain liitto.
- Splendiani, B., Ribera, M., Garcia, R., & Termens, M. (2014). Do physicians make their articles readable for their blind or low-vision patients? An analysis of current image processing practices in biomedical journals from the point of view of accessibility. *Journal of Digital Imaging*, 27(4), 419–442. <https://doi.org/10.1007/s10278-014-9674-3>
- Sulkunen, S., & Luukka, M.-R. (2014). Monilukutaito ja tiedonalakohtaiset tekstitaidot. *Kielikukko*, 4, 2–7.
- Swales, J. M. (1990). *Genre Analysis. English in academic and research settings*. Cambridge University Press.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi.
- Turunen, I. (2016). *Teoria eläimen liikkeestä ja ihmisen toiminnasta Aristoteleen filosofiassa*. Itä-Suomen yliopisto.
- Valtonen, P. (2012). *Abiturientti uutistoimittajana. Tekstilajin taju ja uutisen tuottaminen äidinkielen tekstitaidon kokeessa*. Turun yliopisto.
- Viiri, J. (2012). Fysiikan opettaminen ja oppiminen. Teoksessa P. Kärnä, L. Houtsonen, & T. Tähkä (Toim.), *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012* (ss. 105–119). Opetushallitus.
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering Third-Grade Students' Use of Scientific Models with the Water Cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411–2432. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1080880>
- Vuola, K., Nousiainen, M., & Koponen, I. T. (2023). Pre-service teachers' vocabularies of the language of science in the context of learning about electrons and photons. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(2), 1–34. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.2.1924>
- Vuorijärvi, A. (2008). Genre ammattiin opiskelussa. Teoksessa S. Routarinne & T. Uusi-Hallila (Toim.), *Nuoret kielikuvassa. Kouluikäisten kieli 2000-luvulla* (ss. 311–328). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.

Yildiz, A. (2013). Views of Pre-Service Teachers Related to the Mistakes Encountered in the Text-books Which They Benefited from in Physics Courses. *International Journal of Academic Research Part B*, 5(4), 406–411.

Liite 1. Opiskelijoille jaetut vaihtoehtoisten tekstien ohjeet

Ohjeita tiivistetysti Celian ohjeiden mukaan

- Kirjoita napakasti ja selkeästi. Kirjoita lyhyitä virkkeitä.
- Käytä ympäröivään tekstiin sopivaa sanastoa ja tyyliä.
- Älä aloita sanoilla ”Kuva” tai ”Kuvassa”, ”Kuvassa näkyy”, ”Kuvassa esiintyy” tai ”Kuva on”.
- Päätä teksti pisteeseen (myös silloin, jos teksti ei muodosta lausetta).
- Vältä kuvan tulkitemistä (vrt. neutraali kuvaus ”Lapsi hymyilee” ja tulkintaa sisältävä kuvaus ”Lapsi on iloinen”).
- Kirjoita kontekstiin sopiva teksti. Sama kuva voi vaatia eri konteksteissa erilaisen vaihtoehtoisen tekstin (vrt. vaihtoehtoinen teksti ”Koira leikkii pihalla” uutisessa pitkästä hellejaksosta ja vaihtoehtoinen teksti ”Karjalankarhukoira leikkii aktivointilelulla koiratarhassa” koiraharrastajille suunnatussa lehdessä).
 - Tässä tehtävässä kuvien kontekstina on (kuvitteellinen) verkkosivu, jossa tarjotaan oppimateriaalia perusopetuksen kuudennen vuosiluokan fyysisen opetuksen.
- Älä toista kuvatekstiä tai muuta kuvan vieressä olevaa tekstiä vaihtoehtoisena tekstinä. Ruudunlukuohjelma lukee sekä kuvatekstin että vaihtoehtoisen tekstin, joten samaa tekstiä ei kannata toistaa.
 - Älkää toistako kuvatekstiä myöskään tässä tehtävässä. Muuta kuvan viereen tulevaa tekstiä ei ole nähtävissänne. Päällekkäisyyttä muun tekstin kanssa ei tarvitse välttää.