



Samuel Sohlman

GRAAFINEN LUKUTAITO JA AINEISTON KÄYTTÖ MAANTIE-
TEEN DIGITAALISESSA YLIOPPILASKOKEESSA

Maantieteen pro gradu -tutkielma

Turku 2018

Turun yliopisto
Luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta
Maantieteen ja geologian laitos

SOHLMAN, SAMUEL: Graafinen lukutaito ja aineiston käyttö maantieteen digitaalisessa ylioppilaskokeessa

Pro gradu -tutkielma, 28 sivua
20 op, maantiede
Ohjaajat: Sanna Mäki ja Eija Yli-Panula
Syyskuu 2018

Yhteiskunta on digitalisoitunut nopeasti ja saavutettavan informaation määrä on kasvanut samalla huimasti. Samalla informaatiota esitetään yhä enemmän visuaalisessa muodossa, mikä näkyy myös ylioppilaskirjoituksissa, joita alettiin muuttamaan digitaaliseen muotoon syksystä 2016 alkaen. Maantieteen digitaalisissa ylioppilaskokeissa aineistojen määrää on lisääntynyt ja monipuolistunut digitalisoitumisen myötä, minkä vuoksi tarve graafiselle lukutaidolle on lisääntynyt. Graafisen lukutaidon kasvavan merkityksen ohella siitä ei ole kuitenkaan tehty paljoakaan tutkimusta, etenkin koevastauksista.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia graafista lukutaitoa ja aineiston teknistä käyttöä syksyn 2016 maantieteen digitaalisessa ylioppilaskokeessa. Tutkimuksen aineistona on 200 vastausta kyseisen kokeen tehtävästä 8, jossa aineistona on viisi karttaa, kaksi diagrammia ja videolla yhdeksän kartogrammia. Graafista lukutaitoa tarkastellaan luenta-, analyysi- ja tulkintatasoissa, ja teknisestä käytöstä arvioidaan käytettyjen aineistojen ja viittausten määriä, sekä taitoa käyttää aineistoa informaation lähteenä. Aineiston analyysi tehdään teorialähtöistä sisällönanalyysillä ja sisällön erittelyllä.

Tutkimuksen tulosten perusteella kokelaiden graafisessa lukutaidossa ja aineiston käytössä on parantamisen varaa. Aineiston luennassa tulee paikoitellen melko paljon virheitä, ja vastauksen kannalta tärkeää informaatiota jää huomaamatta graafisten aineistojen otsikoista ja selitteistä. Aineiston analyysissä ja tulkinnassa tehdään suhteellisen vähän havaintoja ja perusteluja vastauksiin. Suuri osa kokelaista käyttää vastauksissaan vain muutamaa aineistoa, ja vain harva viittaa käyttämiinsä aineistoihin. Aineistoa ei myöskään osata aina käyttää hyödyllisen informaation lähteenä. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan selvitetä syitä näille ongelmille, ja sitä ehdotetaan aiheeksi jatkotutkimukselle.

Asiasanat: Graafinen lukutaito, aineiston käyttö, maantiede, digitaalinen, ylioppilaskoe

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

University of Turku
Faculty of Natural Sciences and Engineering
Department of Geography and Geology

SOHLMAN, SAMUEL: Graphicacy and the use of materials in the Finnish digital matriculation exam

Masters' Thesis, 28 p.
20 cr, geography
Supervisors: Sanna Mäki and Eija Yli-Panula
September 2018

The society has digitalized rapidly and the amount of information available has increased as well. At the same time more and more information is presented in visual formats. This is also the case in the Finnish matriculation examination, where first exams were converted into digital format in fall 2016. The amount of materials increased and diversified in the matriculation exam of geography. This has increased the need for graphicacy and visual literacy. Despite the growing significance of graphicacy, the research on the matter has been limited, especially in the case of exam materials.

The purpose of this study is to examine graphicacy and the technical use of materials in the matriculation exam of geography in fall 2016. The material of this study consists of 200 exam answers for question 8, which had five maps, two diagrams and nine cartograms shown in a video. Graphicacy is divided and examined in three levels: reading, analysis and interpretation. Technical use consists of the amount of materials used, how they are referred to and do the students use the materials as a source of information. Content analysis and quantification are used to analyse the exam answers.

The results of the study show some problems with graphicacy and how the materials are used in the exam answers. The reading of the materials was flawed, which caused incorrect observations. Students also missed some important information in headings and legends. Analysis and interpretation of material produced only a few observations and interpretations to the answers. High percentage of students used only a couple materials, and only a few referred to the materials they used. Many students didn't use the materials as a source of information. The reasons for these problems are unknown. This is proposed as a topic for future research.

Tags: Graphicacy, use of material, geography, digital, Finnish matriculation examination

The originality of this thesis has been checked in accordance with the University of Turku quality assurance system using the Turnitin OriginalityCheck service.

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Teoreettinen viitekehys	5
2.1 Lukutaidon ulottuvuudet ja visuaaliset lukutaidot	5
2.2 Graafinen lukutaito opetussuunnitelmissa	7
2.3 Maantieteen digitaalinen ylioppilaskoe	8
2.4 Tehtävä 8	10
2.4.1 Tehtävän esittely	10
2.4.2 Tehtävän vastaamiseen tarvittavat taidot	11
3. Aineisto ja menetelmät	13
3.1 Aineisto	13
3.2 Aineiston analyysi	16
3.3 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti	18
4. Tulokset	19
4.1 Luenta	19
4.2 Analyysi ja tulkinta	19
4.3 Aineistojen käyttö vastauksissa	20
4.4 Viittaaminen ja aineistojen hyödyntäminen informaation lähteenä	23
5. Tulosten tarkastelu	24
6. Johtopäätökset	25
Kiitokset	25
Lähteet	26

1. Johdanto

Yhteiskunta on digitalisoitunut nopealla tahdilla. Uuden teknologian ja internetin myötä pääsy valtaviin tietomääriin on helpottunut ja nopeutunut huomattavasti. Tietokoneista ja älypuhelimista on tullut ihmisille muistin jatkeita, mikä osaltaan haastaa koulumaailmaa ja opetusta muuttamaan (Säljö 2010). Suuren tietomäärän tulkitsemisen, käytön ja esittämisen taidot ovat tärkeitä oppia (Lukinbeal 2015). Informaatiota esitetään myös yhä enemmän visuaalisessa muodossa, mikä korostaa tarvetta graafiselle lukutaidolle.

Digitalisoituminen ja informaation esittäminen visuaalisessa muodossa ei ole uusi asia lukiomaailmassa, sillä näiden taitojen opettaminen ja arvioiminen näkyy vuoden 2003 ja 2015 opetus suunnitelmissa (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2015). Maantieteen osalta tavoitteena on oppia esimerkiksi karttojen, diagrammien, kuvien, paikkatiedon, videoiden ynnä muiden maantieteellisten tietolähteiden monipuolinen käyttö tiedon hankinnassa, analysoinnissa ja esittämisessä.

Näitä taitoja arvioidaan lopulta ylioppilaskokeissa, jotka päätettiin muuttaa digitaaliseen muotoon, ja joista maantieteen ylioppilaskoe muuttuikin ensimmäisten joukossa syksyllä 2016 (Ylioppilastutkinto... 2016). Digitaalinen ylioppilaskoe mahdollistaa uusien visuaalisten aineistotyyppien, kuten videoiden ja interaktiivisten aineistojen käytön, mikä ei ole ollut ennen mahdollista. Digitaaliseen ylioppilaskokeeseen voi myös liittää enemmän aineistoja, minkä seurauksen aineistojen määrät ovat kasvaneet maantieteen ylioppilaskokeissa niiden muututtua digitaalisiksi. Tästä syystä myös aineistojen lukutaito on kokeessa entistä tärkeämmässä osassa.

Erilaisten aineistojen lukutaitoa on tutkittu graafisen lukutaidon ja visuaalisen lukutaidon nimillä. Erilaisten aineistojen käyttöä vastauksissa ei ole kuitenkaan juurikaan tutkittu. Tutkimusta on tehty lähinnä siitä, miten erilaisia kuvia, kaavioita ja karttoja osataan käyttää, mutta näitäkin tutkimuksia on tehty suhteellisen vähän ja monesti ne tutkivat vain pintapuolisesti graafisen materiaalin käyttöä, jolloin tulkinta jää taka-alalle (Postigo & Pozo 2004, Clarke 2003).

Tavoitteena tässä tutkimuksessa on selvittää, miten hyvin aineistoja luetaan ja käytetään maantieteen ylioppilaskirjoituksissa. Erottelen tutkimuksessa erikseen aineiston lukutaidon ja sen, miten sitä käytetään teknisiltä piirteiltään kokeessa. Aineiston lukutaitoa koskevat tutkimuskysymykset ovat:

- A. Kuinka hyvin kokelaat lukevat aineiston kielen ja symbolit? Paljonko vastauksissa ilmenee virheitä aineiston luennassa?
- B. Kuinka paljon erilaisia havaintoja aineistosta tehdään?
- C. Kuinka paljon erilaisia selityksiä tai perusteluja vastauksissa on?

Aineiston käyttöä koskevat tutkimuskysymykset ovat:

- D. Miten paljon eri tehtävänosissa käytetään hyväksi aineistoja?
- E. Mitä aineistoja käytetään vastauksissa?

- F. Miten vastauksissa viitataan käytettyihin aineistoihin?
- G. Miten aineistojen informaatiota hyödynnetään vastauksissa?

2. Teoreettinen viitekehys

2.1 Lukutaidon ulottuvuudet ja visuaaliset lukutaidot

Perinteisesti lukutaidolla on tarkoitettu kykyä irrottaa informaatiota kirjoitetusta tekstistä ja käyttää sitä eri tarkoituksiin (Kupiainen ym. 2015). Suppeimmillaan lukutaidolla on tarkoitettu kirjainten teknistä koodaamista sanoiksi ja luetun ymmärtämistä. Tieteellisessä kontekstissa lukutaito (literacy) ymmärretään kuitenkin hyvin laaja-alaisen tekstikäsitteksen kannalta, jossa tulkittavat tekstit voivat olla sanallisten, kuvallisten, auditiivisten, numeeristen tai kinesteettisten symbolijärjestelmien tai niiden yhdistelmien muodostamia kokonaisuuksia (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015, Kupiainen ym. 2015). Tieteessä lukutaito-käsitettä voidaan käyttää siis monessa erilaisessa yhteydessä kuvaamaan informaation tulkintaa ja käyttöä. Näin syntyy erilaisien asioiden lukutaitoja, kuten graafinen lukutaito, maantieteellinen lukutaito ja tunnelukutaito, joissa kirjoitetun tekstin sijaan tulkitaankin esimerkiksi diagrammeja tai toista ihmistä (Kupiainen ym. 2015, Buckingham 2007).

Suomen kielessä lukutaito-termillä on omat ongelmansa, sillä sitä on käytetty kuvaamaan lähinnä tekstin lukemista ja tulkitsemista, eikä se pidä sisällään samanlaista merkitystä sivistyksestä, kuten englanninkielinen termi literacy (Kupiainen 2015). Tästä syystä lukutaito-termiä on hieman vierastettu, ja vielä vuoden 2004 opetussuunnitelmassa puhuttiin laajasta tekstikäsitteestä ja tekstitaidoista (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004). Vuoden 2015 opetussuunnitelmassa (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2015) otettiin käyttöön kuitenkin termi monilukutaito, joka kokoaa yhteen erilaiset lukutaidot.

Tämän tutkimuksen kannalta olennaista on erilaisten kokeissa käytettävien aineistojen lukutaito. Digitaalisissa kokeissa käytettävien mahdollisten aineistojen kirjo on kuitenkin suuri, sillä aineistot voivat olla kuvia, taulukoita, diagrammeja, videoita sekä äänitiedostoja, ja näihin voi liittää mukaan vielä interaktiivisuutta. Tätä paljoutta rajaa graafinen lukutaito (graphicacy), jolla tarkoitetaan kykyä ymmärtää, tulkita ja käyttää erilaisia kuvaajia, kuten karttoja, diagrammeja ja kuvaajia (Postigo & Pozo 2004, Clarke 2003). Kuvia käytetään yhä enemmän viestinnässä, mutta niiden ymmärtämistä ja käyttöä on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin tekstien. Graafisesta lukutaidosta tehdyt tutkimukset ovat myös melko heterogeenisiä, mikä johtuu erilaisten kuvien moninaisuudesta.

Graafisen lukutaidon kanssa jokseenkin päällekkäin käytetään myös termiä visuaalinen lukutaito (visual literacy). Visuaalisen lukutaidon lanseerasi John Debes vuonna 1969, jonka jälkeen visuaalisesta lukutaidosta on puhuttu paljon tärkeänä taitona oppia monen oppiaineen yhteydessä (Fransecky & Debes 1972, Avgerinou & Ericson 1997). Koska oppiaineet ovat erilaisia ja kuvat monimuotoisia, visuaalisesta lukutaidosta on tullut käsitteenä hyvin laaja. Tätä laajuutta ja tarkan

määritelmän puutetta on kritisoitu, sillä se tekee teoriasta ja käytännön sovelluksista sekavia. Visuaalisen lukutaidon määritelmät vaihtelevatkin kuvien tulkinnasta kaiken näkyvän tulkitsemiseen ja tuottamiseen (Stokes 2002).

Visuaalisen lukutaidon puitteissa tehty tutkimus koulutasolla keskittyy monesti kamerasta tulevien kuvien tulkintaan, minkä takia graafinen lukutaito sopii terminä tähän tutkimukseen paremmin. Visuaalisesta lukutaidosta on tehty kuitenkin enemmän tutkimusta kuin graafisesta lukutaidosta, minkä takia sen tuloksia on myös hyvä tarkastella, erityisesti, kun kummastakin on tehty suhteellisen vähän tutkimusta (Postigo & Pozo 2004).

Brumberger (2011) toteaa tutkimuksessaan, että nykyisten opiskelijoiden visuaalinen lukutaito ei ole hyvä, vaikka heihin välillä viitataan digitaalisina natiiveina. McTigue ja Flowers (2011) ovat samaa mieltä ja toteavat tutkimuksessaan, että nuoret opiskelijat ala- ja yläasteella eivät omaa hyviä taitoja tieteellisten diagrammien lukemiseen, vaan sitä pitäisi opettaa enemmän ja tehdä tieteellisistä diagrammeista helppolukuisempia. Ikä ja opetuksen määrä nähdäänkin tutkimuksissa yhtenä suurimpana vaikuttavana tekijänä visuaalisen lukutaidon kannalta (McTigue & Flowers 2011, Postigo & Pozo 2004, Wheeler & Hill 1990).

Visuaalinen lukutaito on saanut jalansijaa myös maantieteessä, jossa visuaalisuus on lisääntynyt GIS:in, GPS:n, digitaalisten karttojen ja lisääntyneiden kuvien myötä (Jager 2014, Thornes 2003). Kuvista ja informaatiopitoisista kuvaajista on todettu olevan hyötyä maantieteen käsitteiden oppimisessa ja korkeamman tason ajattelutaitojen parantamisessa (Chatterjea 1999, Smiciklas 2012).

Maantieteessä graafista ja visuaalista lukutaitoa on tutkittu suurimmaksi osaksi karttojen, erityisesti topografisten karttojen osalta. Karttojen on todettu olevan monimutkaisia lukea, ja monilla on vaikeuksia kartanluvussa (Kimerling 2009, Rayner 1996, Koç & Demir 2014). Nuorilla kartanlukutaito paranee iän ja opetuksen määrän lisääntyessä (Ooms ym. 2015). Maantieteen opiskelijat pärjäävät parhaiten karttojen lukemisessa verrattuna muihin opiskelijoihin, joten kiinnostus maantieteeseen ja karttoihin vaikuttaa myös kartanlukutaitoon (Postigo & Pozo 2004, Ooms ym. 2015). Osa syynä tähän on se, että maantieteen opiskelijat saavat aiheesta eniten opetusta.

Karttojen ja diagrammien lukutaito jaetaan nykytutkimuksessa usein kolmeen tasoon, jotka sisältävät erilaisia kartan lukemiseen tarvittavia taitoja (Postigo ja Pozo 2004). Postigon ja Pozon (2004) tutkimuksessa tasot ovat nimiltään eksplisiittinen, implisiittinen ja konseptuaalinen, kun taas Kimerlingin ja kumppanit (2009) kutsuvat näitä tasoja nimillä luenta (reading), analyysi (analysis) ja tulkinta (interpretation). Näiden tasojen nimet vaihtelevat eri artikkeleissa ja tutkimuksissa, mutta sisällöllisesti ne ovat hyvin samanlaisia.

Luennalla (reading) tarkoitetaan kykyä lukea ja ymmärtää graafisen materiaalin kieltä, kuten otsikkoa, symboleja, muuttujia ja esitettävää ilmiötä (Kimerling ym. 2009, Postigo & Pozo 2004). Kartan lukemisessa luenta tarkoittaisi sitä, että lukija ymmärtää kartan symbolit, kuten värit, numerot, nimet ja sijainnin. Diagrammin suhteen lukija ymmärtää eri elementit, kuten otsi-

kon, numerot ja sen, mitä esimerkiksi eri pylvää edustavat. Hyvässä kuvaajassa luenta on yritetty tehdä mahdollisimman intuitiiviseksi.

Kun kuvaajan lukija ymmärtää symboleiden merkityksen, hän voi analysoida sen sisältöä ja tehdä yleistyksiä, rajauksia ja erilaisia havaintoja (Kimerling ym. 2009, Postigo & Pozo 2004). Kuvaajan informaatiopaljoutta pyritään järjestämään sellaisiksi kokonaisuuksiksi, että kuvaajaa voi ymmärtää ja kuvailla muille. Kuvaajasta pyritään löytämään erilaisia trendejä. Esimerkiksi kartasta voidaan sanoa, että puualueet painottuvat kartan pohjoisosiin ja lähelle järviä. Diagrammissa voidaan esimerkiksi todeta, että miehet polttavat keskimäärin enemmän kuin naiset, vaikkakin molemmat käyrät laskevat ajan myötä.

Kuvaajasta löytyneille kuvioille ja malleille pyritään löytämään mahdollisimman hyvä tulkinta, selitys, perustelu tai vaikkapa ennustus tulkintavaiheessa (Kimerling ym. 2009, Postigo & Pozo 2004). Tulkintaan tarvitaan graafisen lukutaidon ohella myös muuta tietoa, ja siihen vaikuttaa kaikki aikaisemmin elämässä opittu. Tulkintavaiheessa tarvitaan myös luovuutta saada aikaisemmasta tiedosta ja kuvaajan symboleista muodostettua eheä tulkinta. Tulkintaa vaikeuttaa kuitenkin monesti se, että samaan lopputulokseen voi päätyä monella tavalla. Esimerkiksi alueen puuttomuuteen voi vaikuttaa huono maaperä, metsäpalo tai metsän hakkuut ja vähentyneeseen tupakointiin markkinointi, koulutus tai lisääntynyt nuuskaaminen.

Taidot luenta-, analyysi- ja tulkintataidoissa vaihtelevat. Postigo ja Pozo (2004) sekä Saku (1990) toteavat tutkimuksissaan, että ikä ja asiantuntijuus vaikuttavat erityisesti analyysi- ja tulkintatasoon, mutta ei niinkään luentatasoon. Tulkintataitoihin vaikuttaa erityisesti myös asiantuntijuus. Esimerkiksi tiedeopiskelijat tulkitsevat yleensä aineistoja paremmin kuin taideopiskelijat (Postigo & Pozo 2004). Joskus voi käydä myös niin, että esimerkiksi maantieteilijöiden analyysi- ja tulkintataidot ovat hyvät, mutta luenta voikin olla huonompaa, kun luentaan ei kiinnitetä niin paljon huomiota. Joka tapauksessa vähemmän kokeneet lukijat saavat kuvaajista yleensä pinta-puolisemman kuvan, kun taas kokeneemmat pääsevät syvemmälle analyysissä ja tulkinnassa (Postigo & Pozo 2004, Lowe 1993).

2.2 Graafinen lukutaito opetussuunnitelmissa

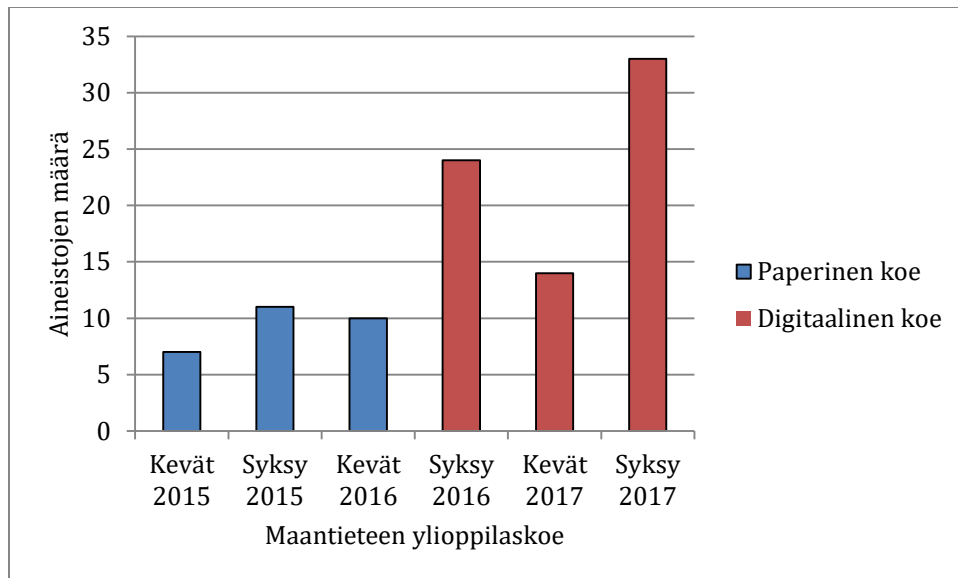
Graafinen lukutaito on mukana lukion opetussuunnitelmien perusteissa, vaikka siihen viitataankin eri nimillä, kuten laaja tekstikäsitely ja monilukutaito (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2015). Vuoden 2003 lukion opetussuunnitelmassa graafinen lukutaito ei ollut vielä mukana yleisissä opetuksen keskeisissä sisällöissä, vaan se tuli vastaan yksittäisten aineiden tavoitteissa. Äidinkielessä puhuttiin laajasta tekstikäsitelystä, jolla viitattiin muihin tekstityypppeihin kuin kirjoitettuun. Maantieteessä opetuksen tavoitteissa mainitaan, että: *“opiskelija -- osaa hankkia, tulkita ja kriittisesti arvioida maantieteellistä tietoa, kuten karttoja, tilastoja, kirjallisia, digitaalisia ja muita medialähteitä -”*. Maantieteen arvioitavissa taidoissa vuoden 2003 lukion opetussuunnitelman perusteissa mainitaan myös maantieteellisen tiedon analysointitaito, kartan tulkintataito ja muut graafiset taidot. Erityisesti maantieteen valinnaisella aluetutkimuksen kurssilla GE4 harjoitellaan näitä taitoja ja kurssin tavoitteina on, että opiskelija osaa kartografian perus-

teet, osaa kerätä alueeseen liittyvää tietoa kartoista, tilastoista ja muista lähteistä sekä osaa analysoida ja tulkita hankkimaansa aineistoa. Myös maantieteellisen tiedon visualisointi karttoina ja diagrammeina on kurssin yhtenä tavoitteena.

Vuoden 2015 lukion opetussuunnitelman perusteissa käytetään uutta termiä monilukutaito, joka pitää sisällään kuvien ja muiden tekstityyppien lukutaidon (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015). Monilukutaito ja mediat on nostettu yhdeksi laaja-alaiseksi, oppiainerajat ylittäväksi aihekokonaisuudeksi. Tavoitteina tässä oppimiskokonaisuudessa on muun muassa monimuotoisten tekstien tulkinta, tuottaminen ja arvottaminen sekä harjaantuminen monenlaisten tekstiaineistojen tiedonhankinnassa ja opiskelussa. Maantieteen osalta oppimisen tavoitteet ja arviointi ovat melko samanlaiset kuin vuoden 2003 opetussuunnitelmassa, mutta kartat, diagrammit, paikkatieto, videot ynnä muut on yhdistetty uuden termin, geomedian alle. Kurssi GE4 on edelleen eniten graafista lukutaitoa sisältävä kurssi, mutta nyt se on nimellä *“Geomedia – tutki, osallistu ja vaikuta”*. GE4 kurssin lisäksi myös muiden kurssien GE1–GE3 tavoitteissa mainitaan geomedian käytön oppimisesta.

2.3 Maantieteen digitaalinen ylioppilaskoe

Syksyllä 2016 järjestetty maantieteen ylioppilaskoe oli ensimmäinen digitaalinen ylioppilaskoe Saksan kielen ja filosofian kanssa (Ylioppilastutkinto... 2016). Digitaalinen ylioppilaskoe mahdollistaa erilaisten aineistojen, kuten videoiden ja interaktiivisten aineistojen käytön, mikä ei ole ollut ennen mahdollista. Digitaaliseen ylioppilaskokeeseen on myös helpompi liittää enemmän aineistoja, kun papereiden kasvava lukumäärää ei ole ongelma. Aineistojen määrät ovatkin kasvaneet, ja kevään 2017 digitaalisessa ylioppilaskokeessa oli yli neljä kertaa enemmän aineistoja kuin kevään 2015 paperikokeessa (Kuva 1).



Kuva 1. Omilla lähteillä merkittyjen aineistojen määrä kolmessa paperisessa ja digitaalisessa maantieteen yo-kokeessa (Maantieteen yo-koe... 2016). X-akselilla on kolme paperista ja digitaalista koetta, ja Y-akselilla on aineistojen määrä näissä kokeissa.

Kokeen digitalisoitumisen myötä myös sen rakenne muuttui. Ennen kokeen digitalisoitumista maantieteen ylioppilaskokeessa tuli vastata enintään kuuteen tehtävään kymmenestä (Reaaliaineiden paperisten... 2017). Kaksi viimeistä tehtävää oli niin sanottuja jokeritehtäviä, joista sai enemmän pisteitä niiden ollessa haastavampia. Normaalisti tehtävästä sai pisteitä enintään kuusi, kun jokeritehtävästä oli mahdollista saada yhdeksän pistettä. Kokelas sai vapaasti valita nämä kuusi tehtävää ja halutessaan tehdä molemmat jokeritehtävät. Digitaalisuden myötä kokeen rakenne muuttui niin, että koe jaettiin kolmeen osaan (Reaaliaineiden digitaalisten... 2017, maantieteen yo-koe... 2016). Osassa I on yksi 20 pisteen tehtävä, johon kaikkien tulee vastata. Osassa II on neljä 20 pisteen tehtävää, joista kahteen tulee vastata, ja osassa III on neljä 30 pisteen tehtävää, joista myös kahteen tulee vastata.

Kokeen muuttuminen digitaaliseen muotoon voi myös vaikuttaa vastausten laatuun edellisvuosiin verrattuna. Pedersenin ja kumppaneiden (2007) mukaan kartanlukutaidon oppimiseen ei vaikuta juurikaan, onko opetuksessa käytössä digitaalinen vai paperinen kartta. Edsall & Wentz (2007) vertasivat muun muassa digitaalisia animaatioita karttaprojektioista karttapallon avulla opettamiseen ja päätyivät siihen lopputulokseen, että visuaaliset ja interaktiiviset digitaaliset menetelmät eivät tuottaneet eroavaa oppimistulosta aktiivisiin fyysisiin opetusmenetelmiin verrattuna. Noyesin ja Garlandin (2008) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa monissa tutkimuksissa todettiin, että lukeminen on hitaampaa ja epätarkempaa ruudulta kuin paperilta, ymmärrys jää heikommaksi ja työskentely on kognitiivisesti raskaampaa. Toisaalta tutkimuksessa todettiin, että tulokset tulevat todennäköisesti muuttumaan tulevaisuudessa, kun nuoret työskentelevät yhä enemmän tietokoneiden ja muiden laitteiden kanssa.

2.4 Tehtävä 8

2.4.1 Tehtävän esittely

Tässä tutkimuksessa tutkin aineiston lukutaitoa ja teknistä käyttöä maantieteen syksyn 2016 ylioppilaskokeen tehtävässä 8. Tehtävä on kokeen kolmannessa osiossa, jossa tehtävät ovat laajimpia ja niistä saa eniten pisteitä. Aineistona tehtävässä on kolme karttaa, kaksi diagrammia ja yksi video. Videolla esiintyy peräkkäin kaksi karttaa ja yhdeksän kartogrammia. Tehtävänanto oli ylioppilaskokeessa seuraavanlainen:

8. Ilmastonmuutos ympäristöpoliittisena kysymyksenä (30 p.)

Aineisto (*kokeessa linkkeinä aineistoihin*):

8.1 Video

8.2 Diagrammi: Hiilidioksidipäästöjen kehitys globaalisti vuosina 1990–2012

8.3 Kartta: Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vuonna 2011

8.4 Kartta: Sementin valmistuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vuonna 2011

8.5 Kartta: Energiankulutuksesta aiheutuneet hiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2011

8.6 Diagrammi: Kasvihuonekaasupäästöjen kasvu tai väheneminen maittain 1990–2010 (%)

Käytä vastauksissa hyväksi oheista aineistoa.

a. Määrittele lyhyesti, mitä ilmastonmuutoksella tarkoitetaan. (6 p.)

b. Miten hiilidioksidipäästöt vaihtelevat alueellisesti maapallolla? Mitkä tekijät vaikuttavat päästöjen määrään eri alueilla? (9 p.)

c. Kuvaile, minkälaisia Kioton kansainvälisen ilmastopöytäkirjan päästötavoitteet olivat eri maissa ja miten valtiot onnistuivat tavoitteiden saavuttamisessa. Perustelee, mistä erot tavoitteiden saavuttamisessa johtuvat. (9 p.)

d. Kuvaile lyhyesti, millaisia poliittisia ristirajoja ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyy globaalisti. (6 p.)

Tehtävän videossa on 9 kartogrammia. Kartogrammi on teemakartta, jossa kartantekijä muuttaa alueiden kokoja suhteessa johonkin haluttuun ominaisuuteen pinta-alan sijaan (Kimerling ym. 2009). Kartogrammit ovat melko harvinaisia, mutta niiden käyttö on lisääntynyt viime aikoina teknologian helpottaessa niiden valmistamista. Kartogrammeissa on etuna se, että niillä saadaan kuvattua jonkun teeman vaihtelu ilman symboleita. Kartogrammit perustuvat siihen, että lukija

tietää paikan normaalit muodot entuudestaan, joihin hän voi verrata kartogrammin vääristyneitä pinta-aloja. Niinpä kartogrammeja tehdään yleensä maailmankartoista, jotka ovat ihmisille tuttuja. Kimerling ja kumppanit (2009) suosittelevat myös esittämään kartogrammin yhteydessä oikeapintaisen kartan, johon kartogrammia voi verrata. Tehtävän videon kartogrammit on tehty tutusta maailmankartasta ja videossa on mukana vielä tuttu Robinsonin projektio ja oikeapintainen projektio, joihin kartogrammeja voi verrata.

Gagatsis ja Elia (2004) jakoivat tutkimuksessaan tehtävien aineistot itsenäisiin ja avustaviin aineistoihin. Itsenäiset aineistot sisältävät oleellista tietoa vastauksen kannalta, mitä ei ole saatavilla muualta. Avustavat aineistot sisältävät hyödyllistä, muttei välttämätöntä tietoa vastaukseen. Tehtävässä annetut kartat, video ja Kioton ilmastopimusdiagrammi ovat itsenäisiä aineistoja b- ja c-kohdan vastauksiin. Kohdissa a ja d niiden rooli muuttuu avustaviksi aineistoiksi, sillä niiden sisältämä tieto ei ole välttämätöntä vastauksen kannalta, mutta ne sisältävät hyödyllistä informaatiota vastausten tueksi. Videon monista kartogrammeista osa on itsenäisiä ja osa avustavia aineistoja b-kohtaan, mutta muiden tehtävänosien kannalta kartogrammit ovat avustavia. Päästöjen kehitysdiagrammi on avustava aineisto kaikkien tehtävänosien suhteen.

2.4.2 Tehtävän vastaamiseen tarvittavat taidot

Tehtävä testaa graafisen lukutaidon ohella kokelaiden ymmärrystä tehtävän aiheesta, eli tässä tapauksessa ilmastonmuutoksesta ja ympäristöpolitiikasta. Aineistosta voi olla apua informaation lähteenä, mikäli kokelas ei muista kaikkea, mutta graafisesta lukutaidosta ei välttämättä ole apua, mikäli aiheen osaaminen on hyvin heikkoa. Aiheen osaaminen vaikuttaa myös erityisesti aiheen tulkintaan, mutta myös siihen, minkälaisia havaintoja kokelas tekee aineistosta (Kimerling ym. 2009).

Aineiston käyttöön vastauksissa vaikuttaa myös ylioppilaskokeessa annetut ohjeet ja tunneilla saatu opetus vastaamisen käytänteistä, jotka perustuvat lukion opetussuunnitelmaan. Tehtävässä 8 mainitaan erikseen, että sen ohessa olevaa aineistoa tulee käyttää vastauksissa hyväksi. Aineistoihin viittaamisesta ei mainita suoraan ylioppilaskokeessa, ja vuoden 2003 lukion opetussuunnitelman perusteissa se mainitaan vain tieteellisen kirjoittamisen yhteydessä (Maantieteen yoke... 2016, Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2015). Vuoden 2015 lukion opetussuunnitelmassa se sisältyy epäsuorasti geomedian monipuoliseen hyödyntämiseen, mutta opetuksen järjestäjän on se ymmärrettävä ottaa opetukseen mukaan. Äidinkielen osalta viittaaminen mainitaan molemmissa opetussuunnitelmissa. Viittaamiseen otetaan ensimmäistä kertaa suoraan kantaa kokeen jälkeen julkaistavassa hyvän vastauksen piirteissä, jossa todetaan, että viittausten poisjäämisestä vähenee kaksi pistettä (Hyvän vastauksen piirteet syksy 2016).

Uudistettu Bloomin taksonomia on hyvä työkalu tehtävän kognitiivisen haastavuuden arviointiin, ja sen avulla voi määrittää minkä tasoista ajattelua tehtävänosat a, b, c ja d kokelailta vaatii (Krahwohl 2002, Aksela ym. 2012). Uudistettu Bloomin taksonomia muodostaa hierarkkisen kaksiulotteisen taulukon, jossa ajattelun taidon tasot muuttuvat helpommasta vaativammaksi ja

tieto konkreettisesta abstraktimmaksi. Ajattelutaidon tasot alkavat muistamisesta ja vaativimpana on luominen, kun taas tiedon tasoista faktatieto on konkreettisin ja metakognitiivinen tieto abstraktein.

Eri tasoihin on määritelty tiettyjä verbejä ja substantiiveja, jotka kertovat minkälaisia kognitiivisia tehtäviä kyseisellä tasolla yleensä suoritetaan (Krathwohl 2002, Aksela ym. 2012). Esimerkiksi muistaa -tason tehtävässä voidaan pyytää opiskelijaa tunnistamaan tai palauttamaan mieleen asioita, kun taas analysointitason tehtävässä kokelas voi joutua erottelemaan, rajaamaan ja yhdistelemään tietoa. Ajattelun tasot jaetaan monesti vielä alemman- ja korkeamman tason taitoihin. Alemman tason ajattelutaitoihin kuuluu esimerkiksi faktatietojen muistaminen, kun taas korkeamman tason taidoissa pitää hallita kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisutaitoja.

Arneson ja Offerdahl (2018) kehittivät visuaalisia tehtävien varten työkalun uudistetusta Bloomin taksonomiasta, jolla mitattaisiin erityisesti tieteellisiä kuvia, kuten diagrammeja ja kuvaajia sisältävien tehtävien kognitiivista vaativuutta. Työkalu on melko samanlainen uudistetun Bloomin taksonomian kanssa, mutta se sisältää vain ajattelutaitojen ulottuvuuden ja sen tasojen sisältöjä on muokattu sopimaan paremmin kuvallisten tehtävien arviointiin. Arneson ja Offerdahl (2018) toteavat, että kuvallisten tehtävien arvioinnissa kannattaa jakaa tehtävä osiin ja listata kaikki vaiheet, joita vastaukseen muodostamiseen tarvitaan. Mitä enemmän vaiheita vastaamiseen tarvitaan, sitä vaativampi se on. Vaiheiden määrän kautta voidaan erotella ymmärrys- ja analyysitasot toisistaan, mitkä muistuttavat toisiaan (Arneson & Offerdahl 2018). Tätä työkalua käytän aineistoni tehtävän b- ja c-kohtien vaativuuden arviointiin ja normaalia Bloomin uudistettua taksonomiaa a- ja d-kohtiin, joissa aineiston käyttö ei ole ensisijaista.

A-kohdassa tulee lyhyesti määritellä ilmastonmuutos. Ilmastonmuutos on käsitteenä melko monimutkainen, joten a-kohta sopii muistaa- ja ymmärtää -tasoihin (Taulukko 1)(Aksela ym. 2012). B-kohdassa tulee ensin analysoida useita kartta-aineistoja sekä rajata ja yhdistää tietoa eheäksi kokonaisuudeksi, mikä tekee B-kohdasta analysointi-tason tehtävän (Arneson & Offerdahl 2018). B-kohtaa monimutkaistaa myös aineiston suuri määrä ja erilaisuus, sillä joukossa on sekä karttoja että kartogrammeja. Arnesonin ja Offerdahlin (2018) mukaan kartogrammit voivat olla haastavampia tulkita, sillä niissä tarvitaan yksi lisävaihe analyysissä, kun niitä pitää verrata normaaliin karttaan. C-kohdassa aineiston kuvailu kuuluu ymmärrys-tasoon, mutta tehtävän diagrammi on melko haastava ja sen purkaminen tarvitsee useamman vaiheen opiskelijalta, mikä siirtää tehtävää lähemmäs analyysitasoa. D-kohta on myös kuvailua vaativa tehtävä, mutta aihe on hyvin laaja, eikä tehtävässä ole itsenäistä diagrammia, mikä tekee siitäkin analyysitason tehtävä. Tiedon tasolla kaikki tehtävät kuuluvat käsitetiedon tasolle (Aksela ym. 2012).

Taulukko 1. Tehtävän 8 tehtävänosien a,b,c ja d sijoittuminen Bloomin uudistettuun taksonomiataulukkoon (Aksela ym. 2012).

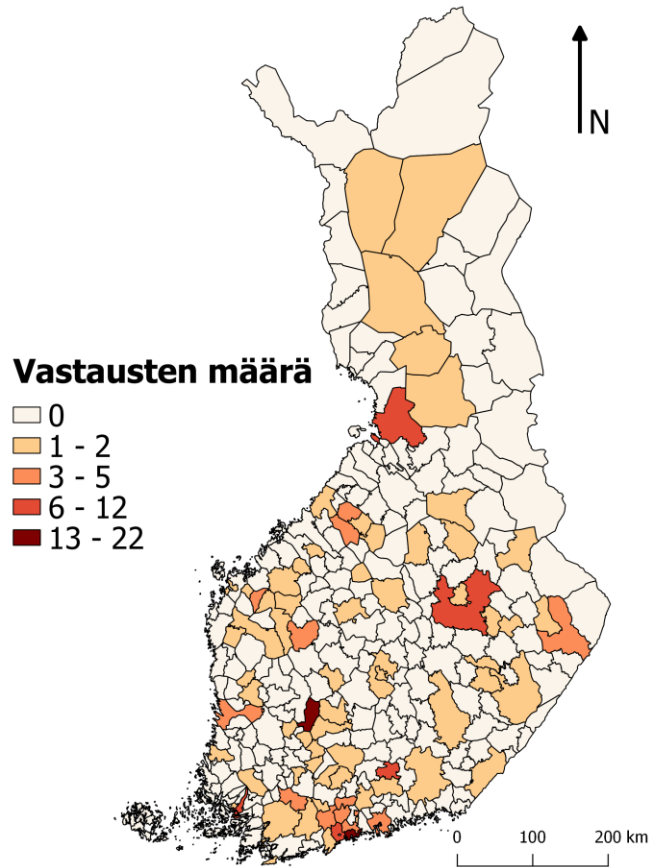
Tiedon tasot	Ajattelun tasot					
	Muistaa	Ymmärtää	Soveltaa	Analysoi	Arvioi	Luo
Faktatieto						
Käsitieto	A	A		B, C, D		
Menetelmätieto						
Metakognitiivinen tieto						

3. Aineisto ja menetelmät

3.1 Aineisto

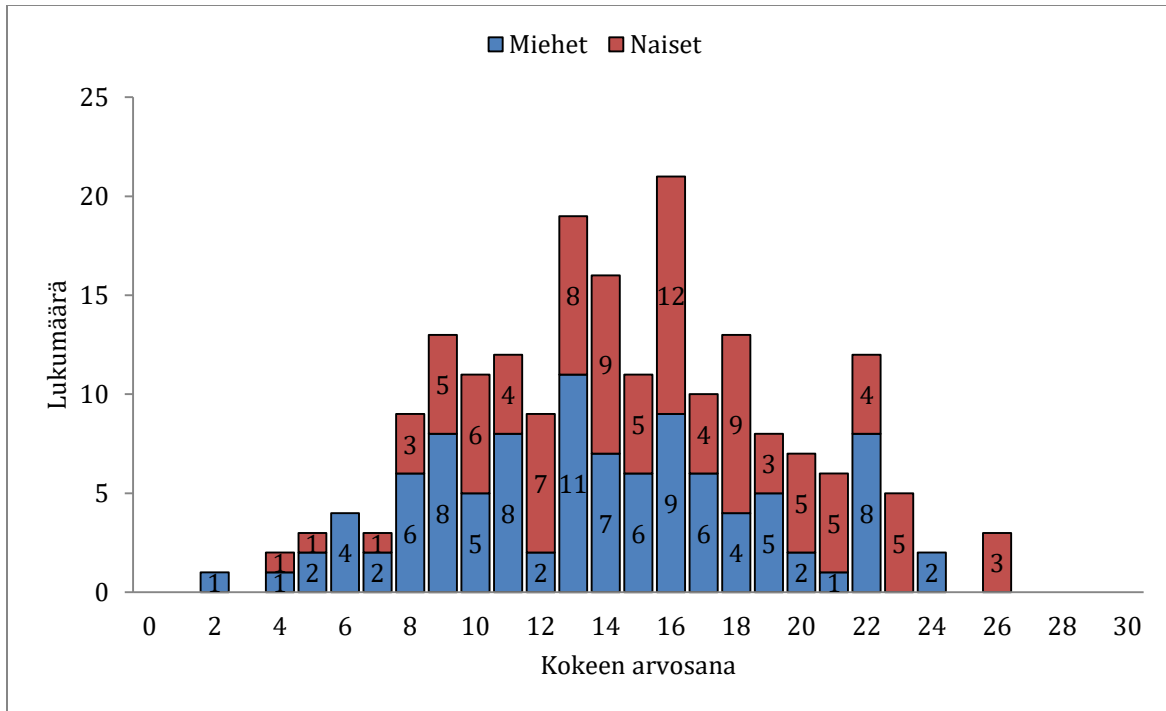
Tutkimuksen aineistona on 200 vastausta syksyn 2016 digitaalisesta maantieteen ylioppilaskokeen tehtävästä 8. Vastaukset tutkimukseen toimitti Ylioppilastutkintolautakunta (YTL), joka valitsi kyseiset 200 vastausta satunnaisotannalla kaikkien suomenkielisten vastausten joukosta. Vastaukset toimitettiin pdf-muodossa, jossa on eroteltuna tehtävän tehtävänosien a, b, c ja d vastaukset erikseen. Vastauksissa näkyvät myös kokelaiden mahdollisesti tehtäviin liittämät kuvankaappaukset ja itsetehdyt kuvat.

Vastausten lisäksi YTL toimitti 200 vastaajan taustatiedoista sukupuolen, iän, koulun nimen ja kunnan, tehtävästä 8 saadut pisteet ja kokeen kokonaispisteet. Vastaajista tasan puolet on miehiä ja puolet naisia. Suurin osa on vuosina 1997 tai 1998 syntyneitä, muutamaa vanhempaa kokelasta lukuun ottamatta. Aineiston vastaukset tulivat 125 eri koulusta, 79 eri kunnan alueelta. Eniten vastauksia tuli suurista kunnista (Kuva 2).



Kuva 2. Tutkimuksen 200 vastauksen jakautuminen kunnittain. Kunnan punertavan värin intensiteetin lisääntyessä vastausten määrä myös lisääntyy. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 09/2017 aineistoa.

Tehtävästä oli mahdollista saada enintään 30 pistettä. Naiskokelaat saivat kokeesta keskimäärin parempia pisteitä kuin mieskokelaat (Kuva 3). Naisten pisteiden keskiarvo oli 15,4 ja mieskokelaiden 13,7. Kokeen maksimipistemäärä oli 120 pistettä. Naisten kokonaispisteiden keskiarvo oli 68 ja miesten 63, joten naiset pärjäsivät keskiarvillisesti hieman miehiä paremmin sekä kokeessa että tehtävässä 8.



Kuva 3. Tehtävästä 8 saadut pisteet sukupuolittain. X-akselilla on kokeen mahdolliset pisteet 0–30 ja y-akselilla niiden kokelaisten määrä, jotka saavuttivat kyseisen pistemäärän sukupuolittain.

Tehtävä sisältää paljon aineistoja. Erittelin aineistot ja annoin jokaiselle aineistolle yksisanaisen lyhenteen, joka kuvaa sen keskeistä sisältöä (Taulukko 2). Viittaan jatkossa näihin aineistoihin antamillani lyhenteillä. Lyhenteet mahdollistavat helpon ja tehokkaan tavan viitata aineistoihin niin, että lukija pystyy vielä hahmottamaan mistä aineistoista on kyse.

Taulukko 2. Tehtävän 8 aineisto eriteltyä. Lyhenne-sarakkeella on jokaisen aineiston yksisanainen lyhenne, ja aineistojen sisältö sarakkeella aineistojen sisällöt lyhyesti auki kirjoitettuna. Vihreä väri kuvaa videota ja sen kartogrammeja, sininen diagrammeja ja punainen teemakarttoja. Aineistot ovat siinä järjestyksessä, kuin ne olivat ko-keessakin.

Lyhenne	Aineiston sisältö
Video	11 kartogrammia
Pinta-ala	Valtioiden todelliset pinta-alat
Väestö	Valtioiden väkimäärät
Rikkaus	Yhteenlaskettu bruttokansantuote (BKT) vuonna 2013 (Yhdysvaltain dollaria).
Tuotanto	Tuotetun öljyn, hiilen ja maakaasun hiilidioksidipäästöt vuonna 2013 (tuhansia tonneja).
Fossiilisementti	Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen ja sementin valmistuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vuonna 2013 (tuhansia tonneja).
Kulutus	Kulutettujen tavaroiden ja palveluiden aiheuttama hiilijalanjälki vuonna 2012 (tuhansia tonneja).
Historia	Energiankulutuksesta aiheutuneet hiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2011 (miljoonia tonneja).
Reservi	Nykyisten fossiilisten polttoaineiden varantojen loppuun kuluttamisesta aiheutuvat mahdolliset hiilidioksidipäästöt (tuhansia tonneja).
Riski	Kuivuudesta, tulvista ja ääriämpötiloista kärsivien ihmisten määrä vuonna 2013
Merenpinta	Alle viisi metriä merenpinnan yläpuolella asuvien ihmisten määrä vuonna 2013
Köyhyys	Alle 1,25 Yhdysvaltain dollarilla päivässä elävien ihmisten määrä vuonna 2013
Päästökehitys	Hiilidioksidipäästöjen kehitys globaalisti vuosina 1990–2012
Fossiili	Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vuonna 2011
Sementti	Sementin valmistuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vuonna 2011
Energia	Energiankulutuksesta aiheutuneet hiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2011
Kioto	Kasvihuonekaasupäästöjen kasvu tai väheneminen maittain 1990–2010 (%) ja Kioton ilmastosopimuksen maakohtaiset tavoitteet

3.2 Aineiston analyysi

Aineiston lukutaitoa tutkin teorialähtöisellä sisällönanalyysillä, jonka apuna käytin aineiston kvantifiointia (Tuomi & Sarajärvi 2018). Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä aineiston analyysin luokittelu perustuu johonkin aikaisempaan teoriaan tai käsitejärjestelmään. Teorialähtöinen sisällönanalyysi lähtee liikkeelle analyysirungon muodostamisesta, jonka jälkeen tekstistä etsitään analyysirungon mukaisia asioita. Tässä tutkimuksessa analyysirunkona toimi Kimerlingin ja kumppaneiden (2009) tekemä jako kartanlukutaidoista luentaan, analyysiin ja tulkintaan. Sisäl-

lönanalyysin jälkeen saatu aineisto voidaan kvantifioida, jolloin havaittujen asioiden määrät lasketaan yhteen.

Aineiston luentaa selvittääkseni etsin vastauksista virheellisiä havaintoja, jotka osoittivat puutteellista luentaa kartasta tai diagrammista. Tällainen havainto saattoi olla esimerkiksi *“Suomi ei päässyt päästötavoitteeseensa.”* Kioto-diagrammista, vaikka Suomi jopa ylitti tavoitteensa. Tämän lisäksi tutkin, oliko kartan selitteistä huomattu, että yhden kartan arvot olivat suhteutettu väkilukuun ja muiden ei. Merkitsin ylös kaikki ne vastaukset, joissa asia tuli esille joko vastaajan kommentoimana tai jos vastauksessa esiintyi edes ohimennen mainintaa arvojen suhteuttamisesta väkilukuun. Samalla tavalla seurasin, oliko energiankäyttökartan ja -kartogrammin otsikoista huomattu niiden edustavan yli 150 vuoden historiallista ajanjaksoa.

Aineiston analyysia tutkin etsimällä ja laskemalla kaikki havainnot ja kuvailut, joita tehtiin aineistosta. Listasin ylös jokaisesta vastauksesta kaikki havainnot ja karsin pois samanlaiset ja toistavat havainnot, jolloin jäljelle jäi kaikki erilaiset havainnot kustakin vastauksesta. Havainnoksi laskin minkä tahansa aineistosta tehdyn toteamuksen, kuten *“Saharan eteläpuolisessa Afrikassa päästöt ovat hyvin pienet”*.

Tulkintatasoa tutkin hyvin samalla tavalla kuin analyysitasoakin, eli listasin jokaisen vastauksen perustelut, poistin samanlaiset perustelut ja laskin yhteen niiden määrän. Tulkinaksi laskin minkä tahansa perustelun, kuten *“Päästöihin vaikuttavat suuri väkimäärä ja kehittyneisyys”*. Laskin kaikki perustelut yhteen, vaikka vastauksista ei pystynyt aina sanomaan, oliko perustelu tarkoitettu jollekin aineistosta tehdylle havainnoille vai oliko se opiskelijan aiemmin opittua tietoa.

Aineiston käyttöä koskevia tutkimuskysymyksiä selvitin sisällön erittelyllä, jossa tekstin sisältöä kuvataan määrällisesti (Tuomi & Sarajärvi 2018). Tutkin, käytettiinkö vastauksissa aineistoja, mitä aineistoja käytettiin ja kuinka paljon, sekä kuinka monessa vastauksessa viitattiin käytettyihin aineistoihin. Laskin, että aineistoa on käytetty vastauksessa hyväksi silloin, kun siitä on tehty jokin havainto. Viittaukseksi laskin sanallisen viittauksen käytettyyn aineistoon, kuten *“Kartasta 8.4 huomaa, että sementtiä valmistetaan paljon Kiinassa”*. Aineistot oli numeroitu kokeessa viittausten helpottamiseksi, mutta myös muunlainen sanallinen viittaaminen kävi.

Viimeisenä asiana tutkin käyttävätkö kokelaat avustavia aineistoja hyväksi informaation lähteenä a- ja d-kohdissa, joissa ei ollut itsenäisiä aineistoja. Hyvän vastauksen piirteiden (Hyvän vastauksen piirteet syksy 2016) mukaan a-kohdassa sai pisteitä, jos mainitsi ilmastonmuutoksen olevan seurausta ihmistoiminnasta ja lisääntyneistä kasvihuonekaasupäästöistä, kuten hiilidioksidista. Nämä molemmat asiat olivat esitettyinä päästökehitys-diagrammissa. Jos vastauksesta löytyivät nämä molemmat asiat, kokelas oli joko tiennyt sen entuudestaan tai löytänyt informaatiota aineistosta. Koska en voinut tietää miten asia oli, laskin yhteen kaikki vastaukset, joissa nämä tiedot olivat. Näin jäljelle jäi kaikki ne vastaukset, joista puuttui jompikumpi pisteenarvoinen asia. Näitä vastauksia olisi voinut parantaa käyttämällä aineistossa olevaa informaatiota.

Kuten a-kohdassa, tutkin olisiko avustavista aineistoista voinut saada apua myös d-kohtaan. Hyvän vastauksen piirteiden (Hyvän vastauksen piirteet syksy 2016) mukaan kaksi pistettä sai, jos mainitsi ristiriitana sen, että teollisuusmaat ovat päävastuullisia ilmastonmuutoksesta, mutta ilmastonmuutoksen haitat, kuten sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen ja merenpinnan nousu, haittaavat eniten köyhempiä kehitysmaita. Videon riski-, merenpinta-, ja köyhyyskartogrammeissa näkyivät kehitysmaiden kärsivän eniten ilmastonmuutoksen haitoista. Historiakartogrammissa näytetään hiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2011, josta huomaa teollisuusmaiden historiallisesti suuret päästöt.

3.3 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimuksen validiteetti kuvaa, mitataanko tutkimuksessa sitä, mitä on tarkoitus mitata (Metsämuuronen 2002: 74). Tähän tutkimukseen ei ollut mahdollista valita sellaista mittaria, jonka validiteettia olisi jo arvioitu, sillä aineiston käyttöä tai graafista lukutaitoa ei ole aiemmin tutkittu koevastauksissa. Aineiston teknisen käytön suhteen tutkimuksen mittari vastaa selkeästi tutkimuskysymyksiin, sillä aineiston käyttöä koskevat tutkimuskysymykset ovat yksinkertaisia ja niihin löytyy vastaus selkeästi aineiston vastauksista. Graafisen lukutaidon suhteen validiteetti ei ole niin selvä. Havaintojen ja tulkintojen määriin vastauksissa voi graafisen lukutaidon ohella vaikuttaa myös esimerkiksi koevastauksen laatimiseen vaikuttavat taidot, kuten taito tehdä kirjallinen esseevastaus sekä se, kuinka paljon aikaa kokelaalla oli vastata tutkittavaan tehtävään.

Tutkimuksen mittarin reliabiliteetilla kuvataan tutkimuksen toistettavuutta (Metsämuuronen 2002: 74). Reliabeli mittari antaa eri mittauskerroilla melko samanlaiset tulokset. Sisällönanalyysissä vaarana on tutkijan havaintojen subjektiivisuus, jolloin tutkimuksen tulos voi muuttua, jos toinen tutkija toistaisi sen. Tätä voisi parantaa tutkijatriangulaatiolla, jossa useampi tutkija on mukana tutkimuksessa tai osassa sitä. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen eteneminen on tässä tutkimuksessa kuvattu niin, että se olisi toistettavissa. Myös sisällönanalyysi on kuvattu niin, että aineistosta etsityt asiat ovat selkeät.

Tutkimuksen validiteettia ja reliabiliteettia voi parantaa myös muilla triangulaatiotyypillä, joissa tutkimuksen tekemiseen yhdistetään useampaa menetelmää, aineistoa tai teoriaa (Tuomi & Sarajärvi 2018). Tässä tutkimuksessa etuna on tehtävän 8 neljä tehtävänosaa, jotka ovat aineiston käytön kannalta hyvin erilaiset. Erilaisuudesta johtuen aineiston käytöstä saa rikkaamman ja syvemmän kuvan. Useamman tehtävän tutkiminen olisi parantanut tutkimusta entisestään. Tutkimusta olisi voinut parantaa myös useammalla analyysitavalla ja teoreettisella näkökulmalla. Triangulaation käyttäminen vie enemmän aikaa ja resursseja, mikä oli tässä tutkimuksessa esteenä kattavamman triangulaation käytölle.

Aineiston analyysissä tuli vastaan joitain haasteita. Muutamassa b-kohdan vastauksesta oli vaikea päätellä, mistä aineistosta havainnot tehtiin. Tällaisia olivat erityisesti sellaiset havainnot, jotka olisi voinut tehdä useasta aineistosta, kuten *“Päästöt ovat suurimmat Kiinassa.”*. Suurimassa osassa aineistoa vastauksesta kävi kuitenkin selväksi aineisto, josta havainto tehtiin. Vastauksissa ei myöskään aina käynyt selväksi, tehtiinkö perustelu jollekin aikaisemmin tehdylle

havainnolle, vai kertoiko kokelas vain muuten asioista, jotka vaikuttavat ilmastonmuutokseen. Tästä syystä laskin jokaisen vastuksissa tehdyn perustelun mukaan kvantifiointiin. Tähän tutkimukseen ei ollut myöskään mahdollista saada tehtävänosien eriteltyjä pisteitä, joten en voinut tutkia miten havaintojen ja perustelujen määrä vaikutti tehtävästä saatuihin pisteisiin.

4. Tulokset

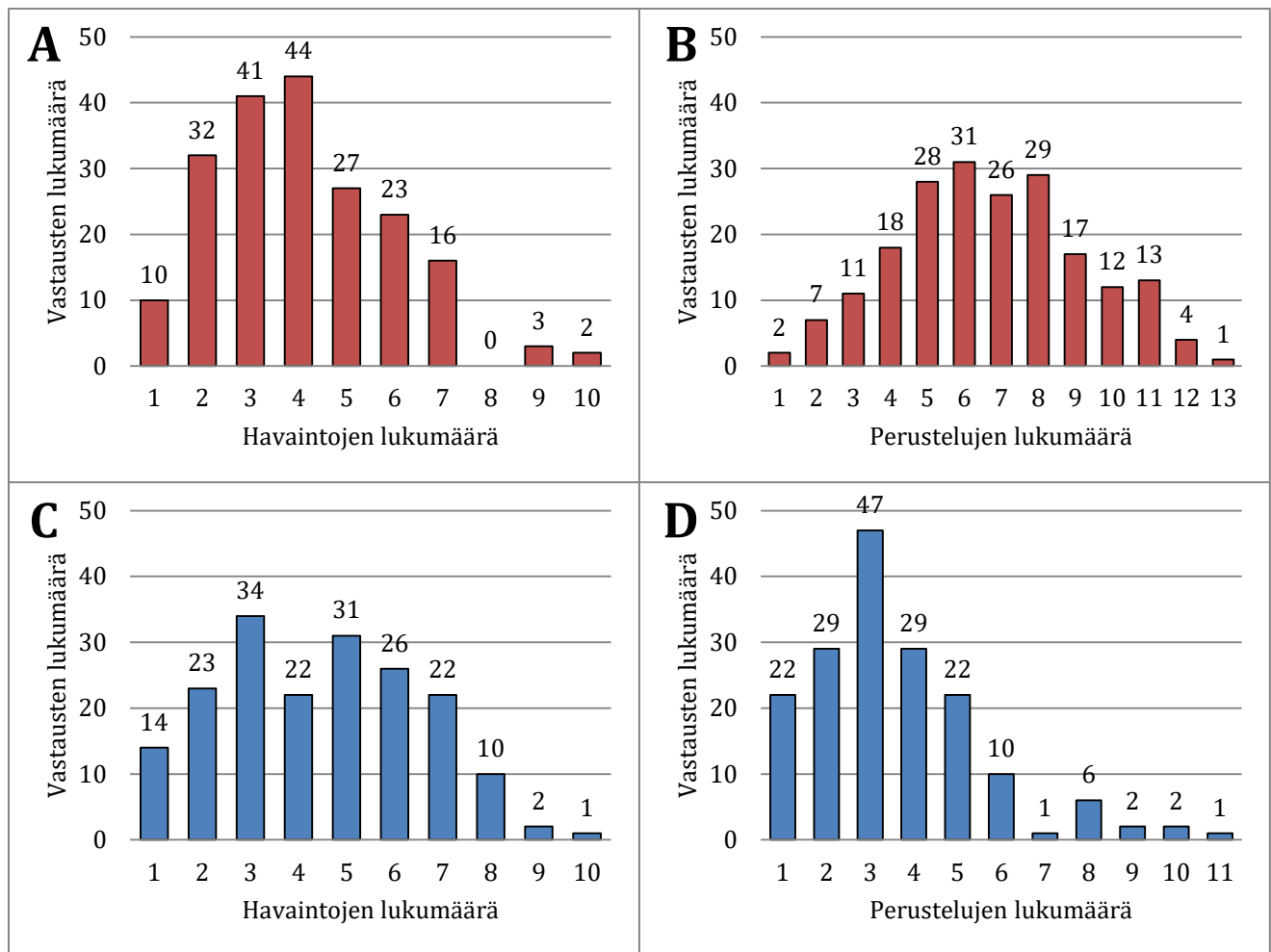
4.1 Luenta

Virheellisiä havaintoja oli b-kohdan vastauksissa vain 2,5 prosentilla, mutta c-kohdassa jopa 14 prosentilla. C-kohdan virheet syntyivät virheellisestä luennasta, jolloin ei ymmärretty täysin mitä diagrammin pylvää ja prosentit tarkoittivat. Suuressa osassa virheellisiä havaintoja todettiin esimerkiksi, ettei Suomi päässyt tavoitteeseensa, vaikka todellisuudessa Suomi jopa hieman ylitti tavoitteensa.

Vain 6,5 prosenttia opiskelijoista oli ottanut vastauksessaan huomioon sen, että yhden kartan arvot olivat suhteutettu henkilöä kohden ja muiden ei. Näistä suurin osa kommentoi vastauksessaan sen vaikutuksista analyysiin, esimerkiksi *“Energiankulutusta ja sementinvalmistusta kuvaavat kartat antavat vääristyneen kuvan, sillä lukuja ei ole suhteutettu väkilukuun.”* Miltei yhtä harva, 7,5 prosenttia opiskelijoista, oli ottanut vastauksessa jollain tavalla huomioon sen, että energiakartta kuvasi päästöjä historiallisesti, eikä vuonna 2011 kuten muut kartat. Energiakarttaa käytettiin pääsääntöisesti samalla tavalla, kuin fossiili- ja sementtikarttoja sen historiallisuudesta huolimatta.

4.2 Analyysi ja tulkinta

B-kohdassa hiilidioksidipäästöjen alueelliseen vaihteluun liittyviä ainutlaatuisia havaintoja tehtiin keskimäärin 4,0 ja perusteluja 6,7 (Kuva 4). C-kohdan Kioto-diagrammista tehtiin keskimäärin 4,1 ainutlaatuista havaintoa ja 3,1 perustelua. Havaintoja tehtiin molemmissa keskimäärin 4, mutta perusteluja tehtiin c-kohdassa miltei puolet vähemmän. B-kohdassa alle 3 havaintoa teki viidesosa kokelaista ja c-kohdassa miltei neljännes. Alle 3 perustelua taas teki b-kohdassa viisi prosenttia ja c-kohdassa noin viidennes. Toisin sanoen b-kohdassa tehtiin perusteluja reilusti enemmän kuin havaintoja, kun taas c-kohdassa havaintoja tehtiin enemmän kuin perusteluja.

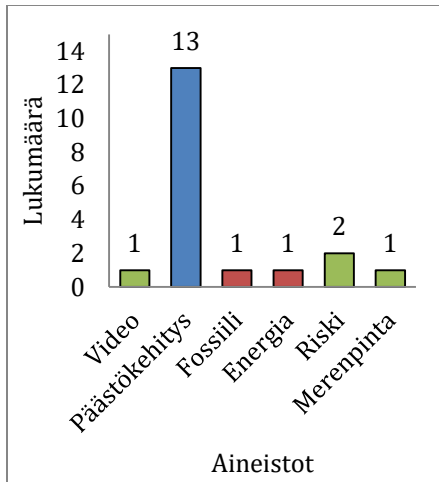


Kuva 4. B- ja c-kohdissa tehtyjen havaintojen ja perustelujen määrät vastauksissa. Punainen kuvaa tehtävänosaa b ja sininen tehtävänosaa c. A- ja c-osakuivissa on vastauksissa tehtyjen havaintojen määrä X-akselilla ja Y-akselilla niiden opiskelijoiden määrä, jotka tekivät kyseisen määrän havaintoja. B- ja c-osakuvat ovat muuten samanlaiset, mutta X-akselilla on perustelujen määrät havaintojen sijaan. Vastauksia oli 200.

Havaintojen ja perustelujen määrällinen suhde toisiinsa verrattuna oli joissain b- ja c-kohdan vastauksissa suuri. B-kohdassa yli 40 prosenttia kokelaista teki kaksinkertaisesti tai enemmän perusteluita suhteessa havaintoihin, kun taas kaksinkertaisesti tai enemmän havaintoja suhteessa perusteluihin oli vain kahdella prosentilla. C-kohdassa vain 10 prosenttia kokelaista teki kaksinkertaisesti tai enemmän perusteluita suhteessa havaintoihin ja 25,5 prosenttia teki kaksinkertaisesti tai enemmän havaintoja suhteessa perusteluihin.

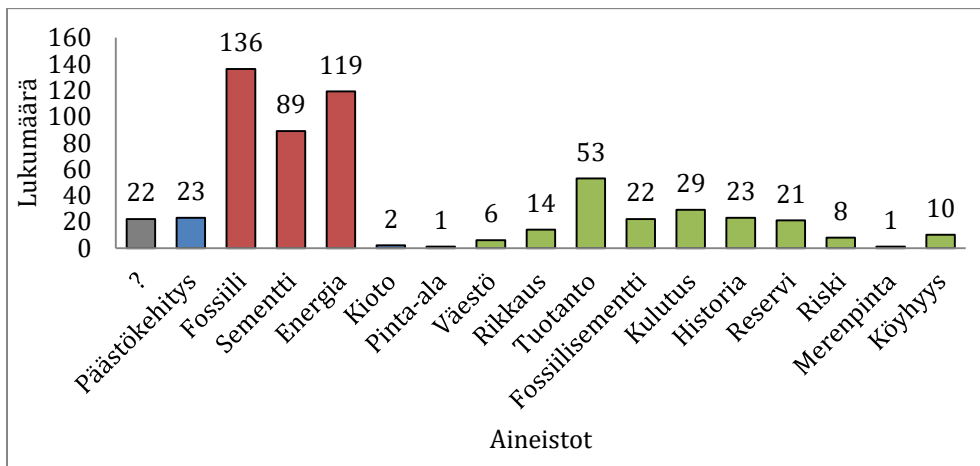
4.3 Aineistojen käyttö vastauksissa

A-kohdassa vain 7,5 prosenttia opiskelijoista käytti aineistoa hyväksi vastauksensa tukena. Diagrammi 2 oli selvästi suosituin ja muita aineistoja käytettiin hyvin vähän (kuva 5).



Kuva 5. A-kohdassa käytetyt aineistot kaikissa vastauksissa. X-akselilla on ne aineistot joita käytettiin ja y-akselilla niiden yhteenlaskettu määrä vastauksissa. Vihreä kuvaa videota ja sen kartogrammeja, sininen diagrammeja ja punainen karttoja.

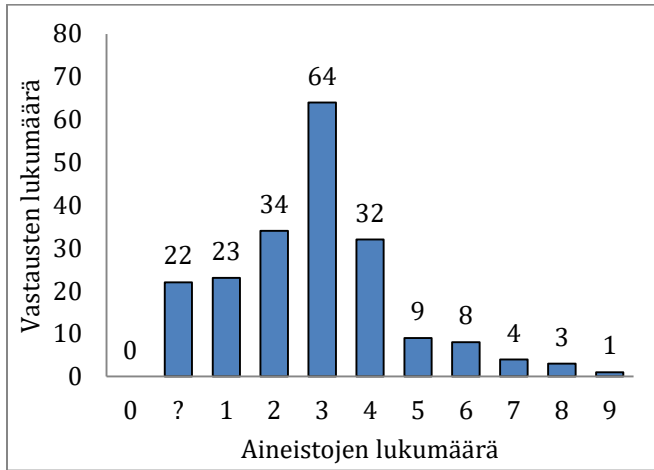
Kaikissa b-kohdan vastauksissa käytettiin jotain aineistoa hyväksi, mutta 11 prosentissa vastauksia aineistoa käytettiin hyvin vähän ja se oli niin epämääräistä, että vastauksista ei voinut arvioida mistä aineistosta havainnot ja tulkinnat tehtiin. Nämä vastaukset olivat myös pääosin hyvin lyhyitä ja suppeita. Fossiili-, sementti-, ja energiakarttoja käytettiin paljon, ja jopa viidesosassa vastauksia käytettiin tismalleen näitä kolmea karttaa eikä muita (Kuva 6). 40 prosentissa vastauksia ei käytetty ollenkaan videota ja noin kymmenesosassa ei käytetty muita aineistoja kuin videota. Videosta tuotanto-, fossiilisementti-, kulutus-, historia- ja reservikartogrammit olivat suosituimpia.



Kuva 6. B-kohdassa käytetyt aineistot ja käytettyjen aineistojen määrät kaikissa vastauksissa. X-akselilla on kaikki ne aineistot, joita käytettiin b-kohdassa ja Y-akselilla niiden määrät. ?-kuvaa niitä vastauksia, joissa aineiston käyttö oli kokonaan epäselvää. Vihreä kuvaa videota ja sen kartogrammeja, sininen diagrammeja, punainen karttoja ja harmaa epäselviä.

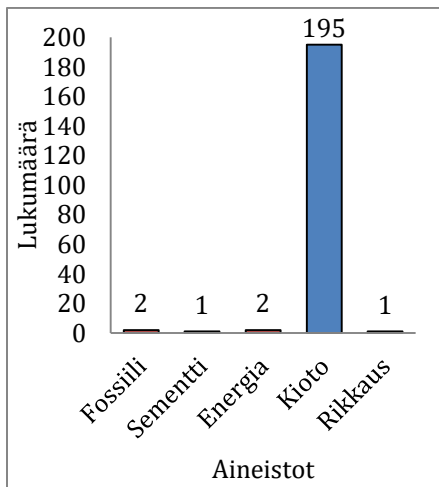
B-kohdassa suurin osa käytti hyväkseen kolmea eri aineistoa (kuva 7). Monissa vastauksissa kolmen aineiston käyttö koostui fossiili-, sementti-, ja energiakartoista, mikä tarkoittaa, ettei

näissä vastauksissa käytetty videota tai muita aineistoja ollenkaan hyväksi. Epäselviä ja alle kolmea aineistoa hyödyntäviä vastauksia oli noin 40 prosenttia, ja yli 3 aineistoa hyödynsi vain hieman yli neljäsosa.



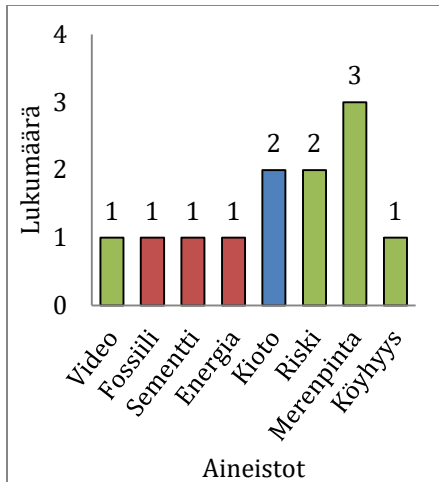
Kuva 7. B-kohdan vastauksissa käytettyjen aineistojen määrät. X-akseli kuvaa käytettyjen aineistojen määrää vastauksissa ja Y-akseli niiden opiskelijoiden määrä, jotka käyttivät kyseistä määrää vastauksessaan.

C-kohta perustui Kioto-diagrammin kuvailuun ja siitä johdettujen perustelujen tekemiseen. C-kohdassa neljältä opiskelijalta puuttui vastaus kokonaan. Yhdessä vastauksessa ei myöskään käytetty aineistoa ollenkaan. Kaikissa muissa vastauksissa käytettiin Kioto-diagrammia. Neljässä vastauksessa käytettiin hyväksi myös muita aineistoja (kuva 8).



Kuva 8. C-kohdassa käytetyt aineistot. X-akselilla on aineistot joita käytettiin ja y-akselilla niiden yhteenlaskettu määrä vastauksissa. Vihreä kuvaa videota ja sen kartogrammeja, sininen diagrammeja ja punainen karttoja.

D-kohdassa vain 3 prosenttia käytti aineistoa vastauksessa, mikä on todella vähän. D-kohtaan ei ollut annettu mitään ilmiselvää aineistoa, jolloin mitään aineistoa ei käytetty selvästi yli muiden (kuva 9).



Kuva 9. D-kohdassa käytetyt aineistot. X-akselilla on aineistot joita käytettiin ja y-akselilla niiden yhteenlaskettu määrä vastauksissa. Vihreä kuvaa videota ja sen kartogrammeja, sininen diagrammeja ja punainen karttoja.

4.4 Viittaaminen ja aineistojen hyödyntäminen informaation lähteenä

Viittaukset käytettyihin aineistoihin oli alle neljäsosalla vastauksissa (taulukko 3). A-kohdassa 15 vastauksessa käytettiin aineistoa. Näistä 10 viittasi käyttämäänsä aineistoon ja lopuista viidestä kävi ilmi mitä aineistoa käytettiin. B-kohdassa kolmanneksessa vastauksista oli sanallinen viittaus käytettyihin aineistoihin ja c-kohdassa vain kymmenellä prosentilla. D-kohdassa kolme viittasi käyttämäänsä aineistoon kuudesta.

Taulukko 3. Viittausten osuus eri tehtävänosissa. Osuus laskettu niistä vastauksista, joissa käytettiin aineistoa. Esimerkiksi D-kohdassa kolme kokeilasta viittasi kuudesta aineistoa käyttäneestä.

Tehtävänosa	Viittausprosentti
A	67 %
B	32 %
C	10 %
D	50 %
Yhteensä	23 %

A-kohdassa noin 30 prosentissa vastauksia puuttui pistearvoinen tieto siitä, että ilmastonmuutos on pääosin ihmistoiminnasta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen aikaansaamaa. Kaikissa a-kohdan vastauksissa, joissa käytettiin jotain aineistoa, tämä tuli ilmi. D-kohdassa miltei 90 prosentista vastauksista puuttui aineistosta löytyvä pistearvoisen ympäristöpoliittinen ristiriita rikkaiden ja köyhien maiden vastuusta ilmastonmuutoksen riskeihin.

5. Tulosten tarkastelu

Kokelailla oli paikoitellen vaikeuksia aineiston luennassa. Tämä näkyi suhteellisen suurena määränä virheellisiä havaintoja Kioto-diagrammista. Myös energiakartan historiallisuus jäi monella huomaamatta otsikosta, eikä fossiilikartan suhteutusta väkimäärään huomattu selitteestä. Tätä voi selittää Postigon ja Pozon (2004) sekä Sakun (1990) tulokset siitä, ettei luenta välttämättä parane iän ja koulutuksen lisääntyessä, vaan se voi jopa heiketä. Voi myös olla, että selitteestä löydettiin suhteutus väkimäärään, mutta ei ymmärretty mitä vaikutuksia sillä on karttaan, jolloin se jätettiin huomiotta. Tällöin ongelma liittyy enemmän analyysitason heikkouteen (Kimerling ym. 2009).

Kioto-diagrammin osalta tuli paljon enemmän virheellisiä havaintoja kuin kartoista. Postigon ja Pozon (2004) sekä Oomsin (2015) mukaan graafiseen lukutaitoon vaikuttaa myös koulutussuuntaus. Voi olla, että maantieteessä opiskelijat saavat enemmän opetusta kartoista kuin diagrammeista, vaikka uudessa ja vanhassa lukion opetussuunnitelmassa molemmat lasketaan maantieteeseen kuuluvaksi tiedoksi, eikä niiden perusteella näy, että toista opetettaisiin enemmän (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2015). Arnesonin ja Offerdahlin (2018) mukaan Kioto-diagrammi on mahdollisesti kognitiivisesti haastavampi kuin aineiston kartat, sillä sen avaamiseen tarvitaan useampi vaihe, sillä se sisältää monenlaista tietoa. Toisin sanoen Kioto-diagrammista on haastavampi saada selkoa kuin kartoista, eikä ole sen suhteen ihme, että sen luennassa tuli enemmän virheitä.

Aineiston määrään nähden erilaisia havaintoja ja perusteluja tehtiin melko vähän aineistosta. Tässä tutkimuksesta ei löydy syytä tähän, eikä asiaa ole tutkittu aiemmin. Syynä voi olla huono graafinen lukutaito, mutta Postigon & Pozon (2004) ja Oomsin (2015) mukaan lukiolaisilla pitäisi olla jo melko hyvä graafinen lukutaito, sillä he ovat ehtineet saada siitä paljon kokemusta ja opetusta. Toinen mahdollinen syy voi olla, etteivät kokelaat kokeneet tarvitsevansa kovin montaa havaintoa ja perustelua hyvään vastaukseen.

Graafinen tulkintataito vaihteli tehtävänosien välillä. Hiilidioksidipäästöjen alueelliselle vaihtelulle tehtiin yli kaksi kertaa enemmän perusteluja verrattuna Kioton ympäristöpolitiikkatehtävässä tehtyihin perusteluihin, vaikka tehtävissä tehtyjen havaintojen määrä oli lähes sama. Ilmastonmuutos käydään läpi lukiossa, mutta ilmastonmuutoksen ympäristöpolitiikkaa ei mainita sen ajan opetussuunnitelmassa, joten se saattaa olla kokelaille vähemmän tuttu aihe (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003). Tämä voi vaikuttaa siihen, että ympäristöpolitiikkatehtävän diagrammia voi olla vaikeampi tulkita, sillä aihe ei ole vastaajille niin tuttu (Postigo & Pozo 2004).

Melko suuressa osassa vastauksia oli tehty paljon enemmän joko havaintoja tai perusteluja toiseen verrattuna. Tämä voi kertoa siitä, että kokelaan analyysi- tai tulkintataso on heikompi tai parempi kuin toinen taso. Myös tässä asiassa aiheen osaamisella on vaikutusta, sillä se joko heikentää tai parantaa erityisesti tulkintatasoa (Postigo & Pozo 2004). Hiilidioksidipäästöihin vaikuttavat tekijät on ilmeisesti opittu melko hyvin, sillä hiilidioksidipäästöjen alueelliselle vaihtelulle tehtiin monissa vastauksissa paljon enemmän perusteluja kuin havaintoja.

Tehtävänosissa, joissa ei ollut itsenäistä aineistoa, ei juurikaan käytetty avustavia aineistoja vastauksissa. Myöskään tehtävän kannalta hyödyllistä informaatiota ei osattu etsiä avustavista aineistoista etenkin viimeisessä tehtävänosassa, jossa vain joka kymmenes totesi aineistosta löytyvän pisteenarvoisen huomion. Mikäli tehtävän ohjeissa ollut kehoitus ”*Käytä vastauksissa hyväksi oheista aineistoa*” tarkoitti jokaisen tehtävänosan vastausta, se ei ainakaan kahden tehtävänosan kannalta toteutunut (Maantieteen yo-koe... 2016).

Tehtävään, jossa piti tarkastella hiilidioksidipäästöjen alueellista vaihtelua, oli annettu paljon aineistoja, mutta vain noin neljäsosa käytti yli kolmea niistä. Syy eri aineistojen käytön vähyyteen, samoin kuin havaintojen vähyyteen, ei selviä tässä tutkimuksessa. Suuressa osassa vastauksia ei käytetty lainkaan videota hyväksi. Tämä saattaa johtua siitä, että kartogrammeja voi olla haastavampaa lukea etenkin, jos ne ovat vieraita (Kimerling ym. 2009, Arneson & Offerdahl 2018). Videossa ja kartoissa oli osittain myös samaa informaatiota, minkä takia moni kokelas saattoi päätyä käyttämään mieluummin helpommaksi koettuja karttoja vastauksissa.

Sanallisia viittauksia käytettyihin aineistoihin tehtiin vain alle neljäsosassa vastauksissa. Vähiten viittauksia tehtiin itsenäisiin aineistoihin, joihin vain joka kymmenes viittasi. Viittauksia vastauksissa oli vain vähän suhteessa siihen, että hyvän vastausten piirteiden mukaan niiden puuttumisesta vähennetään pisteitä (Hyvän vastauksen piirteet syksy 2016). Voi olla, että kaikkialla ei ole opetettu viittaamista, sillä se ei löydy lukion opetussuunnitelman perusteista suoraan (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2015). Voi myös olla, etteivät opiskelijat kokeneet tarvetta tehdä viittausta Kioton ympäristöpolitiikkatehtävässä, jossa oli vain yksi itsenäinen aineisto, sillä aineisto kävi ilmi vastauksista joka tapauksessa. Avustaviin aineistoihin viitattiin enemmän. Kokelaat viittasivatkin aineistoihin sitä enemmän, mitä vaikeammin aineisto olisi ollut pääteltävissä ilman viittausta.

6. Johtopäätökset

Kokelaiden graafisessa lukutaidossa on parantamisen varaa. Graafisessa luennassa syntyi virheitä, eikä otsikoista ja selitteistä löydetty kaikkea informaatiota. Vastauksissa oli myös melko vähän graafista analyysiä ja tulkintaa. Isosta aineistosta käytettiin melko usein vain muutamaa aineistoa, ja esimerkiksi video jäi monista vastauksista pois. Myös viittaukset käytettyihin aineistoihin puuttuivat suuressa osassa vastauksia. Kahdessa tehtävänosassa ei käytetty aineistoja juuri lainkaan, eikä näissä tehtävänosissa osattu hyödyntää aineistoa myöskään informaation lähteenä.

Tämä tutkimus on kuitenkin vain pintaraapaisu aiheeseen, eikä tutkimuksessa päästy selvittämään mistä ongelmat johtuvat. Tästä olisi hyvä tehdä tutkimusta jatkossa. Lisätutkimusta tarvittaisiin myös aineiston käyttämisestä kokeissa ja koetilanteissa.

Kiitokset

Kiitän Ylioppilastutkintolautakuntaa aineiston kokoamisesta ja toimittamisesta.

Lähteet

- Aksela, M. & G. Tikkanen, P. Kärnä (2012). Mielekäs luonnontieteiden opetus: Miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä? *Teoksessa* Kärnä, P. & L. Houtsonen, T. Tähkä (toim.): *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012*, 9–27. Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere.
- Arneson, J. & E. Offerdahl (2018). Visual literacy in Bloom: Using Bloom’s taxonomy to support visual learning skills. *CBE–Life Sciences Education* 17: 7, 1–8.
- Avgerinou, M. & J. Ericson (1997). A review of the concept of Visual literacy. *British Journal of Educational Technology* 28: 4, 280–291.
- Brumberger, E. (2011). Visual literacy and the digital native: An examination of the millennial learner. *Journal of Visual Literacy* 30: 1, 19–46.
- Buckingham, D. (2007). Digital media literacies: rethinking media education in the age of the internet. *Research in Comparative and International Education* 2: 1, 43–55.
- Chatterjea, K. (1999). Use of visual images in the teaching of geography. *Geographical Education* 12: 1999, 49–55.
- Clarke, D. (2003). Are you functionally map literate? *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC) Durban, South Africa*, 10.–16. elokuuta, 713–719.
- Edsall, R. & E. Wentz (2007). Comparing strategies for presenting concepts in introductory undergraduate geography: physical models vs. computer visualization. *Journal of Geography in Higher Education* 31:3, 427–444.
- Fransecky, R. & J. Debes (1972). *Visual literacy: A way to learn – a way to teach*. 36 s. AECT Publications, Washington D.C.
- Gagatsis, A. & I. Elia (2004). The effects of different modes of representation on mathematical problem solving. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2004: 2, 447–454.
- Hyvän vastauksen piirteet syksy 2016 (2016). Ylioppilastutkintolautakunta. 25.7.2018. <<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/hyvan-vastauksen-piirteet/syksy-2016>>
- Kimerling, A. J. & A. R. Buckley, P. C. Muehrcke, J. O. Muehrcke (2009). *Map use: Reading and analysis*. 493 s. ESRI Press, California.
- Krathwohl, D. (2002). A revision of Bloom’s taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41:4, 212–218.

- Koç, H. & S. Demir (2014). Developing valid and reliable map literacy scale. *RIGEO* 4: 2, 120–137.
- Kupiainen, R. & P. Kulju, M. Mäkinen (2015). Mikä monilukutaito? *Tampereen yliopiston normaalikoulu*, Tampere. S. 13–24.
- Lowe, R. K. (1993). Constructing a mental representation from an abstract technical diagram. *Learning and Instruction* 3, 157–179.
- Lukinbeal, C. (2013). Geographic media literacy. *Journal of geography*, 113: 2, 40–41.
- Lukion opetussuunnitelman perusteet (2003). Opetushallitus. Vammalan kirjapaino, Vammala. 254s. 2.4.2017. <http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf>
- Lukion opetussuunnitelman perusteet (2015). Opetushallitus. Next Print Oy, Helsinki. 279s. 24.5.2017. <http://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf>
- Maantieteen yo-koe, syksy 2016 – mukana videot ja muunneltava kartta, kuten oikeassa kokeessa! Abitreenit. 17.9.2018. <<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/09/21/maantieteen-yo-koe-syksy-2016-mukana-videot-ja-muunneltava-kartta-kuten>>
- McTigue, E. & A. Flowers (2011). Science visual literacy: Learner’s perceptions and knowledge of diagrams. *The Reading Teacher* 64: 8, 578–589.
- Metsämuuronen, J. (2002). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. 789 s. International Methelp, Helsinki.
- Noyes, M. N. & K. J. Garland (2008). Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? *Ergonomics* 51: 9, 1352–1375.
- Ooms, K. & P. De Meyer, L. Dupont, N. Van Der Veken, N. Van de Weghe, S. Verplaetse (2016). Education in cartography: what is the status of young people’s map-reading skills? *Cartography and Geographic Information Science*, 43: 2, 134–153.
- Pedersen, P. & P. Farrel, E. McPhee (2007). Paper versus pixel: Effectiveness of paper versus electronic maps to teach map reading skills in an introductory physical geography course. *Journal of Geography* 104: 5, 195–202.
- Postigo, Y. & J. I. Pozo (2004). On the road to graphicacy: The learning of graphical representation systems. *Educational Psychology* 24: 5, 624–644.
- Rayner, H. (1996). *Improving map literacy: the application of second language instruction views and techniques*. 196 s. Acquisitions and Bibliographic services, Kanada.

- Reaaliaineiden paperisten kokeiden määräykset (2017). Ylioppilastutkintolautakunta. 17.9.2018.
<https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston_tiedostot/Ohjeet/Koekohtaiset/maaraykset_reaaliaineet_090217.pdf>
- Reaaliaineiden digitaalisten kokeiden määräykset (2017). Ylioppilastutkintolautakunta. 17.9.2018.<https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/tiedostot/reaaliaineiden_digitaalisten_kokeiden_maaraykset_2017.pdf>
- Saku, J. (1990). The impact of teaching cartographic lexicon and of geographic experience on map use. *Theses and Dissertations (Comprehensive)* 352.
- Smiciklas, M. (2012). *The power of infographics: using pictures to communicate and connect with your audiences*. 189 s. Indianapolis, Indiana, USA.
- Stokes, S. (2002). Visual literacy in teaching and learning: A literature perspective. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education* 1: 1, 10–19.
- Säljö, R. (2010). Digital tools and challenges to institutional traditions of learning: technologies, social memory and the performative nature of learning. *Journal of Computer Assisted Learning* 26, 53–64.
- Thornes, J. (2004). The visual turn and geography (response to Rose 2003 intervention). *Antipode* 36: 5, 787–794.
- Tuomi, J. & S. Sarajärvi (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. 204 s. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki.
- Wheeler, A. & D. Hill (1990). *Diagram-ease, why students misinterpret diagrams*. *The Science Teacher* 57: 5, 58–63.
- Ylioppilastutkinto digitalisoituu asteittain (2016). Ylioppilastutkintolautakunta. 5.9.2018.
<<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/digitaalinen-ylioppilastutkinto>>