


Mikä aiheuttaa ilmastonmuutoksen? Tiedon transformaatio ilmastotieteestä lukiomaantieteeseen vuosina 1985–2023

PAAVO IKONEN & SIRPA TANI
Helsingin yliopisto



Ikonen, Paavo & Tani, Sirpa (2024) Mikä aiheuttaa ilmastonmuutoksen? Tiedon transformaatio ilmastotieteestä lukiomaantieteeseen vuosina 1985–2023 (What causes climate change? The transformation of knowledge from climate science into upper secondary school geography in 1985–2023). *Terra* 136(2) 81–96. <https://doi.org/10.30677/terra.142520>

 This article discusses the transformation of climate change science from scientific knowledge to Finnish upper secondary school geography curricula and textbooks from 1985 to 2023. Scientific knowledge transforms into teachable knowledge through the transformation process at the societal, institutional, and classroom levels. In our analysis, we apply the idea of powerful knowledge and use three levels of geographical powerful knowledge, including geographical knowledge, critical and conceptual knowledge, and propensity to imagine alternative futures. The research material consists of five framework curricula from 1985 to 2019 and a total of thirteen upper secondary school geography textbooks that are based on the curricula. Our findings suggest that climate science knowledge has transformed slowly into societal curricula. However, in textbooks, scientific knowledge has transformed more rapidly. According to our results, the transformation may not necessarily occur linearly, first at the societal level and finally in classrooms.

Key words: geography curriculum, powerful knowledge, textbook, transformation, upper secondary school

Paavo Ikonen, Mäntyharjun lukio, Kompantie 22, 52700 Mäntyharju, Finland. E-mail <paavo.a.ikonen@helsinki.fi>.

Hiilidioksidin lisääntymisen vaikutus lämpenevään ilmastoon oli tunnettu ilmastotieteessä jo 1900-luvun alussa (Fleming 1998: 128), ja 1950-luvulla useat tutkimukset vahvistivat tämän (esim. Plass 1956; Revelle & Suess 1957). Nämä tutkimukset eivät kuitenkaan saavuttaneet laajaa tietoisuutta tiedeyhteisön ulkopuolella (Fleming 1998: 128). Vuosi 1979 oli kuitenkin käänntekevä, sillä Geneven ilmastokonferenssissa esiteltiin ensimmäistä kertaa laajalle yleisölle ihmisen vaikutus ilmastonmuutokseen.

Ilmastonmuutoskeskustelun huolena on ollut 1960- ja 1970-luvuilla muun muassa pohjoisen pal-

lonpuoliskon jäähtyminen (esim. McCormick & Ludwig 1967; Barrett 1971; Bryson & Dittberner 1976) ja sen negatiiviset vaikutukset maatalouteen; tämän nähtiin vaikeuttavan maapallon kasvavan väestön ruokkimista (Fleming 1998: 132). Vuonna 1979 tutkijat esittivät painokkaasti, että ihminen vaikuttaa ilmastonmuutokseen ja tutkijat toivat esille nykyisin ymmärretty syyt ilmastonmuutoksen aiheuttajista: lisääntyneet kasvihuonekaasut, voimistuneen kasvihuoneilmaston ja hiilinielujen hävittämisen (mm. Bolin 1979; Fedorov 1979; Munn & Machta 1979; White 1979). Noin 1980-luvun puolivälissä kiinnostuttiin laajasti tiedeyhteisönkin ulkopuolella

ilmakehän lämpenemisestä ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden noususta (Fleming 1998: 131–134).

Huolimatta siitä, että ihmisen vaikutus nykyiseen ilmastonmuutokseen on ollut ilmastotutkijoiden tiedossa jo useiden vuosikymmenten ajan, on tiedon välittyminen yleiseen tietoisuuteen ja erityisesti kouluopetukseen tapahtunut verrattain hitaasti. Opetettavista oppiaineista maantiede voisi kuitenkin tarjota luontevan kontekstin ilmastonmuutoksen käsittelyyn, sillä siinä yhdistyvät luonnontieteelliset ja ihmistieteelliset näkökulmat, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen: maantieteessä ilmastonmuutosta käsitellään luonnontieteellisenä ilmiönä, joka vaikuttaa ekosysteemeihin, yhteiskuntiin ja yksilöihin paikallisesti, alueellisesti ja maailmanlaajuisesti.

Tässä artikkelissa tarkastelemme sitä, miten tieto ihmisen roolista ilmastonmuutoksen kiihtymisessä on tarkentunut vuosikymmenten aikana ilmastotieteessä ja miten tämä tieto on välittynyt suomalaisiin lukion maantieteen opetussuunnitelmien perusteisiin ja oppikirjoihin. Vaikka lukion opetus ei suinkaan ole ainoa ilmastonmuutokseen liittyvän tiedon ja ymmärryksen lähde, kouluopetus vaikuttaa kuitenkin nuorten käsityksiin ilmastonmuutoksesta ja muokkaa samalla myös heidän suhtautumistaan ilmastonmuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen. Suomalaisessa opetuksessa oppikirjoilla on perinteisesti ollut hyvin vahva asema (Ruuska 2015: 44), ja sen vuoksi keskityimme tutkimuksemme erityisesti oppikirjojen analysointiin.

Artikkelimme käsitteellisenä taustana toimivat viimeaikaiset keskustelut merkityksellisestä ja vaikuttavasta tiedosta (*powerful knowledge*) ja tiedon transformaatiosta, jossa akateeminen tieto muutetaan koulussa opetettavaksi tiedoksi. Opetussuunnitelmat heijastelevat aina oman aikansa yhteiskunnassa keskeisiksi koettuja arvoja. Näin opetussuunnitelmia analysoimalla voidaan pyrkiä tunnistamaan kulloisenkin ajan ominaisia piirteitä ja vallinneita ideologioita (Hiidenmaa 2015: 33, 36; Ahonen 2017: 17). Opetussuunnitelman perusteiden laatimisen taustalla on poliittisia päätöksiä: valtioneuvosto määrittelee asetuksessaan muun muassa lukiokoulutuksen yleiset tavoitteet sekä oppiaineet ja niiden laajuudet. Asetuksen pohjalta Opetushallitus järjestää valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden laatimisen, nimeää asiantuntijoista koostuvat työryhmät ja tarjoaa myös mahdollisuuden luonnosvaiheessa olevien suunnitelmien avoimeen kommentointiin. Se, millaisia tavoitteita ja keskeisiä sisältöjä millekin oppiaineelle määritellään, on näin ollen monivaiheisen prosessin tulos.

Tutkimuksemme tavoitteena on vastata kysymykseen siitä, miten ilmastotieteen tieto ilmaston-

muutoksen syistä on välittynyt opetussuunnitelmiin ja oppikirjoihin vuosina 1985–2023. Analyysimme tulosten avulla pohdimme myös sitä, tarjoaako ilmastonmuutosopetus opiskelijoille mahdollisuuden maantieteen merkityksellisen tiedon omaksumiseen. Käytämme analyysimme pohjana maantieteen opetuksen professori David Lambertin ja kumppaneiden (2015) esittämää jaottelua maantieteen merkityksellisen tiedon kolmesta tasosta.

Vaikka ilmastonmuutoksen opetusta ja ilmastonmuutosta maantieteen oppikirjoissa on tutkittu viime vuosina melko paljon sekä Suomessa että kansainvälisesti, valitsemamme tapa tarkastella ilmiötä koulumaantieteen ja oppikirjatutkimuksen konteksteissa historiallisesta näkökulmasta on vielä harvinainen. Aloitamme analyysimme vuodesta 1985, jolloin ilmastonmuutos on mainittu ensimmäisen kerran suomalaisissa lukiomaantieteen oppikirjoissa (Ikonen 2009).

Merkityksellinen tieto ja tiedon transformaatio maantieteen opetuksessa

Englantilainen sosiologi ja koulutuksen tutkija Michael Young (2008, 2013; Young & Muller 2014; Muller & Young 2019) on kirjoituksissaan korostanut tiedon merkitystä kouluopetuksessa. Hänen mukaansa koulujen on tärkeää opettaa tietoa, joka mahdollistaa opiskelijoiden ymmärryksen ja ajattelun kehittymisen heidän omien arkikokemuksensa ulkopuolelle. Youngin ajattelussa keskeistä on suhtautuminen tietoon dynaamisena, kriittisen tarkastelun kautta edelleen muokkautuvana asiana. Hän on kuvannut merkityksellistä tietoa (*powerful knowledge*) seuraavasti:

Merkityksellinen tieto viittaa siihen, mitä tieto voi tehdä tai mitä älyllistä voimaa se antaa niille, joilla on pääsy siihen. Merkityksellinen tieto tarjoaa luotettavampia selityksiä ja uusia tapoja ajatella maailmaa ja olla kiinnittyneenä siihen ja se voi tarjota oppijoille kielen osallistua poliittiseen, moraaliseen ja muunlaiseen keskusteluun. (Young 2008: 14; käänös PI).

Merkityksellinen tieto eroaa arkipäivän kokemuksesta tiedosta siten, että se on systemaattista, useimmiten abstraktia ja tieteenalojen asiantuntijoiden kehittämää tietoa (Young 2007: 182; Young & Muller 2010, 2016: 110; myös Lambert ym. 2015: 18). Tieteenaloilla ja niihin perustuvilla oppiaineilla on omat tapansa määrittellä, millaista tietoa pidetään erityisen merkityksellisenä. Maantieteen opetuksen alalla merkityksellistä tietoa on tutkittu runsaasti viime vuosina (esim. Lambert 2011; Roberts

2014; Maude 2015, 2017; Béneker & Palings 2017; Béneker 2018; Bouwmans & Béneker 2018; Virranmäki ym. 2019; Béneker & van der Vaart 2020; Bladh 2020; Tani ym. 2020; Virranmäki 2022). Näkemykset siitä, millainen maantieteellinen tieto on merkityksellistä, ja siitä, miten sitä voidaan tutkia, vaihtelevat eri tutkijoiden kirjoituksissa.

Lambert (2016a: 193) ei ole halunnut määritellä maantieteen merkityksellisen tiedon sisältöjä, sillä hänen mukaansa tarkasti määritellyt sisällöt voivat johtaa sisältöjen luettelointiin, mikä voi johtaa maantieteellisen ajattelun tärkeyden unohtamiseen. Jotta maantieteellinen tieto olisi merkityksellistä ja vaikuttavaa, tarvitaan Lambertin ym. (2015) mukaan kolmen tasoista tietoa: ensinnäkin perustietoa maailmasta, *maantieteellistä tietoa*, johon sisältyvät luonnon- ja ihmismaantieteellisten ilmiöiden ja prosessien perusymmärrys ja maantieteen keskeisen nimistön hallinta. Tieto on tämän ajattelutavan mukaan kumulatiivista, ei maantieteellisten faktojen yksinkertaista luettelointia. *Maantieteellinen tieto* on Lambertin ym. (2015: 26) mukaan syvällistä tietoa, joka tarjoaa selityksen tarkasteltaville maantieteellisille ilmiöille. Toinen tiedon taso nousee maantieteen kokonaisuuksia tarkastelevasta näkökulmasta, joka edellyttää maantieteellistä ajattelua ja ilmiöiden suhteiden ymmärtämistä. Tästä toisesta tasosta käytetään termiä *kriittinen, käsitteellinen tieto*. Maantieteelliset ilmiöt liittyvät toisiinsa ja niitä voidaan tulkita monista näkökulmista: ympäristö ja ihminen ovat maantieteessä erottamattomat ja paikallinen ja globaali taso ovat toisiinsa kytköksissä. Kolmannella tiedon tasolla painotetaan sitä, että maailma ei ole pysähtynyt vaan se on jatkuvassa muutoksessa. Kolmannesta tasosta käytetään käsitettä *vaihtoehtoisten tulevaisuuksien pohdinnan mahdollistava tieto*. Tämä tiedon taso edellyttää vaihtoehtoisten sosiaalisten, taloudellisten ja ekologisten tulevaisuuksien pohdintaa, maantieteellisten ilmiöiden esittämiseen tarvittavien taitojen hallintaa sekä kykyä tiedon kriittiseen arviointiin (Lambert ym. 2015: 26; ks. myös Lambert 2016b: 404). Mikään näistä kolmesta tasosta ei Lambertin ajattelun mukaan yksin riitä tekemään maantieteellisestä tiedosta merkityksellistä ja vaikuttavaa, vaan siihen tarvitaan kaikkia kolmea tasoa yhdessä.

Tässä tutkimuksessaamme sovellemme Lambertin ajattelua maantieteen merkityksellisestä ja vaikuttavasta tiedosta. Käytämme Lambertin esittämää jaottelua metodologisena ”työkaluna” pyrkiessämme hahmottamaan, millaista tietoa ilmastonmuutoksen syistä on minäkin aikana painotettu oppikirjoissa. Tutkimuksemme tarkoituksena ei kuitenkaan ole määritellä sitä, millainen ilmastonmuutokseen liittyvä tieto on merkityksellistä, vaan halu-

amme analysimme avulla havainnollistaa tiedon esitystavoissa tapahtuneita muutoksia.

Merkityksellisen tiedon ja kouluopetuksen välillä on tiedon transformaatioprosessi, jossa tieteenalaan perustuva merkityksellinen tieto muutetaan tiedoksi, jota opetetaan koulussa (Deng 2020: 31; Hudson ym. 2023: 122). Merkityksellinen tieto saa erilaisia tulkintoja, kun se muutetaan koulutuksellisia tarkoituksia varten opetussuunnitelmiin ja kouluopetukseen (Deng 2021). Luonnontieteen opetuksen tutkija Niklas Gericke kollegoineen (2018) ja koulutuksen tutkijat Brian Hudson kollegoineen (Hudson ym. 2023: 122, 124) ovat kuvanneet tiedon transformaatiota tiedon muutokseksi – prosessiksi, jossa tieteenalan tieto on muutettu tiedoksi, jota opetetaan ja opiskellaan. Gericken ym. mukaan (2018) merkityksellistä tietoa ei voida tarkastella tieteenalakohteisesti, vaan tiedon transformaatioprosessin kautta empirisesti. Tiedon transformaatioprosessi toteutuu koulutuksen sisällä ja sen ulkopuolella erilaisilla tasoilla, jotka ovat yhteiskunta, instituutiot ja luokkahuone. Yhteiskunnallisella tasolla käydään keskustelua siitä, millaisia tavoitteita kouluopetuksella tulisi olla, institutionaalaisella tasolla tehdään valintoja siitä, mitä esimerkiksi tietyissä oppiaineissa tulisi painottaa ja luokkahuoneissa opettaja tekee valintoja siitä, miten hän toteuttaa opetuksessaan opetussuunnitelmaan kirjattuja tavoitteita ja oppiaineen keskeisiä sisältöjä (Gericke ym. 2018; ks. myös Deng 2021). Suomalaisessa opetusjärjestelmässä opettajalla on suuri autonomia tulkita opetussuunnitelmaa ja käyttää erilaisia opetusmateriaaleja ja -menetelmiä. Luokkatasolla tapahtuva tiedon transformaatio on opiskelijoiden näkökulmasta kaikkein merkityksellisintä (Gericke ym. 2018: 436).

Opetussuunnitelmissa, oppikirjoissa ja muissa oppimateriaaleissa tieteellistä tietoa muokataan institutionaaliseksi tiedoksi. Samalla tehdään tulkintoja siitä, millaista tieteellistä tietoa pidetään tärkeänä oppiaineiden tavoitteiden, sisältöjen ja opetusmenetelmien näkökulmasta. Näin tehdään väistämättä valintoja siitä, mitkä tieteellisen tiedon ainekset koetaan niin tärkeiksi, että ne halutaan välittää kouluopetukseen. Tiedon transformaatioprosessin toinen kierros tapahtuu opettajan työssä: hän tekee omat valintansa siitä, mitä asioita hän painottaa opetuksessaan ja millaisia tulkintoja hän tekee opetettavista asioista.

Miten ilmastonmuutoksen syyt on esitetty ilmastotieteessä?

Ruotsalainen fyysikko ja kemisti Svante Arrhenius esitti jo vuonna 1896 teorian, jonka mukaan ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousu vaikuttaa ilma-

kehään lämmittävästi (Arrhenius 1896). Historioitsija James Rodger Fleming (1998) on esitellyt teoksessaan ilmaston muuttumiseen liittyvän tieteellisen tiedon kehittymistä. Hänen mukaansa ilmaston lämpeneminen ja hiilidioksiditeoria on tiedetty ilmastotieteessä laajalti jo 1900-luvun alkupuolella. 1940-luvun lopulla ja 1950-luvun alussa maailmanlaajuisesta ilmaston muutoksesta oli tullut tieteellisen keskustelun aihe. Tästä huolimatta 1950-luvun puolivälissä tehdyt tutkimukset (esim. Plass 1956; Revelle & Suess 1957) eivät kuitenkaan Flemingin (1998: 128) mukaan olleet herättäneet juurikaan kiinnostusta tiedeyhteisön ulkopuolella.

Vuonna 1960 ilmastotutkija Charles Keeling (1960) osoitti, että ilmakehän hiilidioksidipitoisuus oli ollut nousussa erityisesti pohjoisella pallonpuoliskolla johtuen ihmistoiminnasta ja fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Luonnontieteen ja teknologiapolitiikan tutkija Clark A. Millerin (2004) mukaan vielä 1960-luvulla ilmastoa ja ilmastonmuutosta ei nähty globaalina ilmiönä vaan enemmänkin paikallisena tapahtumana.

Yhdysvaltalaiset ilmasto- ja ilmatieteen tutkijat Thomas C. Peterson, William M. Connolley ja John Fleck (2008) ovat tutkineet 1970-luvun vertaisarvioituja ilmastonmuutosjulkaisuja, ja heidän mukaansa 1970-luvulla ilmastotieteessä käytiin keskustelua ilmaston viilenemisestä ja lämpenemisestä. Lisäksi heidän mukaansa toiset julkaisut esittivät ilmaston lämpenemistä, toiset viilenemistä, kun puolestaan osa julkaisuista suhtautui kysymykseen neutraalisti (Peterson ym. 2008: 1332). 1970-luvulla esimerkiksi ilmatieteen tutkija George S. Benton (1970: 899) totesi ilmastonmuutoksen olevan olemassa, mutta ilmastonmuutoksen luonnolliset syyt olivat ihmisen vaikutusta suuremmat. Ilmakehätutkija Reid A. Brysonin (1974: 753) mukaan nykyinen ilmastonmuutos ei eroa muista holoseenin aikana tapahtuneista ilmastonmuutoksista. Kuten edellä kuvatut esimerkit osoittavat, yleistä konsensusta maapallon lämpenemisestä ei saavutettu 1970-luvulla (Peterson ym. 2008).

Ilmastonmuutos tuli yleiseen tietoisuuteen 1970-luvun lopussa, kun Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) seminaari järjestettiin Sveitsin Genevessä vuonna 1979. Geneven raportissa (World Climate Conference 1979) käsiteltiin runsaasti ilmastohistoriaa ja ilmastojärjestelmän monimutkaisuutta. Raportissa ihmisen rooli ilmastoa muuttavana globaalina tekijänä nostettiin voimakkaasti esiin. Raportin mukaan ihminen lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta ja hävittää metsiä, mikä *todennäköisesti* nostaa stratosfäärin lämpötilaa (mm. Bolin 1979; Fedorov 1979; Munn & Machta 1979; White 1979; kursoriivi lisätty).

Hiilidioksidein perustuva ilmastonmuutos nähtiin 1980-luvun alussa tiedeyhteisössä todellisena, mutta sen ilmenemisen mittakaavasta oli edelleen erimielisyyksiä. National Research Councilin (1983: 3) mukaan ilmastonmuutos oli paikallinen ilmiö. Ilmastonmuutos alettiin kuitenkin vähitellen 1980-luvulla nähdä Millerin (2004: 53–54) mukaan globaalina ongelmana, joka koskettaa kaikkia ihmisiä, yhteiskuntia ja ekosysteemejä. Ilmasto alettiin nähdä kokonaisuutena, järjestelmänä. Ilmastodiskurssi muuttui paikallisesta maailmanlaajuiseksi ilmiöksi, jonka seurantaan ja arviointiin tarvittiin globaali poliittinen koheisaatio. Hallitusten välisen ilmastonmuutospaneeli IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) perustettiin vuonna 1988 liittämällä yhteen YK:n ympäristöjärjestö (UNEP) ja WMO.

IPCC:n ensimmäisen raportin mukaan on *varmaa*, että ihmistoiminta nostaa ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksia (IPCC 1990). Toisessa IPCC:n (1992: 50, 66–67) raportissa todetaan, kuinka kasvihuonekaasujen pitoisuuksien nousu voimistaa kasvihuoneilmiötä, mikä johtaa maapallon keskilämpötilan kohoamiseen. Vuonna 1995 IPCC (1995: 1–9) julkaisi kolmannen raporttinsa, jossa vahvistettiin aikaisempien raporttien sanomaa, ja IPCC myönsi, että lisätutkimuksia tarvitaan esimerkiksi aerosolien ja pilvisyyden vaikutuksista ilmastonmuutokseen.

IPCC julkaisi 2000-luvulla kaksi raporttia ilmastonmuutoksen fysikaalisista perusteista. Raporteissa toistettiin aikaisempaa sanomaa siitä, että ihminen aiheuttaa ilmastonmuutoksen ja myönnettiin, että tiedoissa on vielä puutteita (IPCC 2001). Vuoden 2013 raportti puolestaan esitti, että ihminen on aiheuttanut nykyisen ilmastonmuutoksen 95 prosentin varmuudella (IPCC 2013). IPCC:n myöhemmät raportit ovat tarkentaneet ihmisen osuutta ilmastonmuutokseen (IPCC 2018; 2021).

Lukiomaantiede Suomessa vuosina 1985–2023 ja oppikirja-aineiston analysointi

Tämän artikkelin aineistoina ovat viisi suomalaisen lukion maantieteen opetussuunnitelmaa ja 13 maantieteen pakollisen kurssin (nykyisin moduulin) oppikirjaa. Tutkittavat oppikirjat on valittu suurimmilta kustantajilta, joilla on laajin asiakaskunta. Ajallinen tarkastelumme lähtee liikkeelle vuodesta 1985, jolloin ilmastonmuutos mainittiin ensimmäisen kerran suomalaisissa maantieteen oppikirjoissa (Ikonen 2009).

Lukion opetussuunnitelmia on uusittu vuosina 1985, 1994, 2003, 2015 ja 2019. Vuoteen 2015 asti

lukiossa opiskeltiin kaksi pakollista maantieteen kurssia: toinen luonnonmaantiedettä ja toinen ihmismaantiedettä. Vuodesta 2015 alkaen lukiossa on ollut enää vain yksi pakollinen Maailma muutoksessa -niminen kurssi, jossa yhdistyvät luonnon- ja ihmismaantieteelliset näkökulmat. Vuodesta 2019 alkaen pakollisesta opintojaksosta on käytetty termiä moduuli.

Lukion opetussuunnitelman perusteissa sisällöt kuvataan tyypillisesti hyvin tiiviisti, eikä käsiteltäviä teemoja avata sen enempää. Toisaalta taas opiaineen opetuksen tehtävästä ja tavoitteista sekä erillisten moduulien tavoitteista voidaan johtaa laajojakin aihekokonaisuuksia (esim. ympäristömuutokset). Lisäksi oppikirjailijat tulkitsevat Lukion opetussuunnitelman perusteita ja laativat oppikirjat

niiden pohjalta. Viimeisimmän Lukion opetussuunnitelman perusteiden yhteydessä Opetushallitus laati tukimateriaalin opetussuunnitelman tulkintaan opettajille ja oppimateriaalien tekijöille (Maantieteen tukimateriaalia 2019).

Taulukossa 1 esitetään tutkimuksessa käytetyt opetussuunnitelmat ja oppikirjat. Osa oppikirjoista on yhteisnidoksia (Aartolahti ym. 1986, 1996; Ervasti ym. 1999, 2001, 2005), jolloin yhdessä niiteissä on kahden pakollisen kurssin teokset, joista toinen on luonnonmaantieteen teos ja toinen ihmismaantieteen teos.

Analysoimme oppikirjojen tekstejä sen perusteella, millaista tietoa ja ajattelua ne edellyttävät lukijalta ja sijoitimme ne Lambertin ym. (2015) esittämiin maantieteen merkityksellisen tiedon ta-

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyt opetussuunnitelmat ja oppikirjat.

Table 1. Curricula and textbooks used in the research.

Opetussuunnitelma	Oppikirjat
Kouluhallitus (1985). <i>Lukion opetussuunnitelman perusteet 1985</i> . 437 s. Kouluhallitus, Helsinki.	Aartolahti, T., Rikkinen, H., Rikkinen, K. & Viitala, P. (1986). <i>GEO 1+2</i> . 215 s. Weiling+Göös, Helsinki. Ervasti, V. Kytömäki, J. Paananen, J. & Tapanen, P. (1990). <i>Lukiolaisen Terra</i> 2. 167 s. WSOY, Helsinki. Ervasti, V. Kytömäki, J., Kytömäki, P. Paananen, J. & Tapanen, P. (1993). <i>Lukiolaisen Terra 1</i> . Viides painos. 148 s. WSOY, Helsinki.
Opetushallitus (1994). <i>Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994</i> . 108 s. Opetushallitus, Helsinki.	Aartolahti, T., Kosonen, O., Rikkinen, H. & Rikkinen, K. (1996). <i>GEO 1+2</i> . 239 s. WSOY, Helsinki. Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (1999). <i>Terra Nova Toimiva maapallo + Ihminen ja ympäristö</i> . 359 s. WSOY, Helsinki. Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (2001). <i>Globus Toimiva maapallo + Ihminen ja ympäristö</i> . 317 s. WSOY, Helsinki.
Opetushallitus (2003). <i>Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003</i> . 258 s. Opetushallitus, Helsinki.	Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (2005). <i>Globus Sininen planeetta ja yhteinen maailma</i> . 323 s. WSOY, Helsinki. Kakko, I., Kenno, P. & Tyrväinen, H. (2003). <i>Lukion maantiede 1 Sininen planeetta</i> . 155 s. Otava, Helsinki. Kakko, I., Kenno, P., Tyrväinen, H & Fabritius, H. (2006). <i>Lukion maantiede 2 Yhteinen maailma</i> . 166 s. Otava, Helsinki.
Opetushallitus (2015). <i>Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015</i> . 279 s. Opetushallitus, Helsinki.	Brander, N., Hiekka, S., Paarlahti, A., Ruth, C. & Ruth, O. (2016). <i>Manner GE1 Maailma muutoksessa</i> . 161 s. Otava, Helsinki. Cantell, H., Jutila, H., Lappalainen, S. & Sorvali, M. (2020). <i>GEOS1 Maailma muutoksessa</i> . 151 s. Sanoma Pro, Helsinki.
Opetushallitus (2019). <i>Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019</i> . 404 s. Opetushallitus, Helsinki.	Brander, N., Hiekka, S., Paarlahti, A., Ruth, C. & Ruth, O. (2021). <i>Manner GE1 Maailma muutoksessa</i> . 133 s. Otava, Helsinki. Cantell, H., Jutila, H. Kolehmainen, J., Lappalainen, S. & Sorvali, M. (2021). <i>Lukion maantiede GEOS1 Maailma muutoksessa</i> . 159 s. Sanoma Pro, Helsinki.

soihin. Ensimmäiseksi tarkastelimme kuinka suuri määrä tekstiä maantieteen valtakunnallisissa opetussuunnitelmissa ja oppikirjateksteissä edellyttää ainoastaan *maantieteellisen tiedon* hallintaa (ilmastonmuutoksen tunnistamista historiallisena ja nykyisenä ilmiönä). Toiseksi tarkastelimme kuinka suuri määrä teksteistä edellyttää *kriittistä ja käsitteellistä tietoa*: paikallisen, alueellisen ja globaalien tason suhteiden tarkastelua tai luonnon ja ihmisen vuorovaikutuksen tarkastelua. Kolmanneksi tarkastelimme kuinka suuri määrä tekstistä edellyttää edellisten lisäksi *vaihtoehtoisten tulevaisuuksien* hahmottamista ja kriittisen ajattelun taitoja.

Analysoimme oppikirjojen tekstejä kokonaisuuksina, emme aiheyhteydestään irrotettuina virkeinä. Analyysiyksikön muodostavat kokonaiset tekstikappaleet, eli kappalevälien rajaamat tekstikatkelmat, jotka käsittelevät ilmastonmuutoksen syitä. Tutkimuksessa ei ole tarkasteltu ilmastonmuutoksen seurauksia eikä ilmastonmuutos-käsitteen määrittelyjä, ellei niitä ole esitetty ilmastonmuutoksen syiden yhteydessä. Mikäli tekstissä on katkelmia kaikista kolmesta Lambertin ym. (2015) maantieteellisen tiedon tasosta, huomioimme korkeimman tason. Näin ollen korkeimman tason tekstit saattavat sisältää myös ensimmäisen ja toisen tason elementtejä.

Maantieteellistä tietoa sisältävään tasoon 1 luokittelimme tekstejä, joissa tunnistetaan ilmastonmuutos ilmiönä, mutta joissa ei oteta huomioon ihmisen vaikutusta siihen. *Kriittiseen, käsitteelliseen tietoon* edellyttävään tasoon 2 luokittelimme katkelmia, joissa yhdistetään luonnonmaantieteelliset ja ihmismaantieteelliset ilmiöt. Tasoon kaksi sisältyvät myös tekstit, joissa ilmastonmuutosta käsitellään eri aluetasoilla. Tasoon 3, *vaihtoeht-*

toisen tulevaisuuksien pohdintaan luokittelimme tekstejä, jotka sisältävät kriittistä ajattelua ja vaihtoehtoisten tulevaisuuksien hahmottamista.

Tulokset ilmastonmuutoksen maininnoista

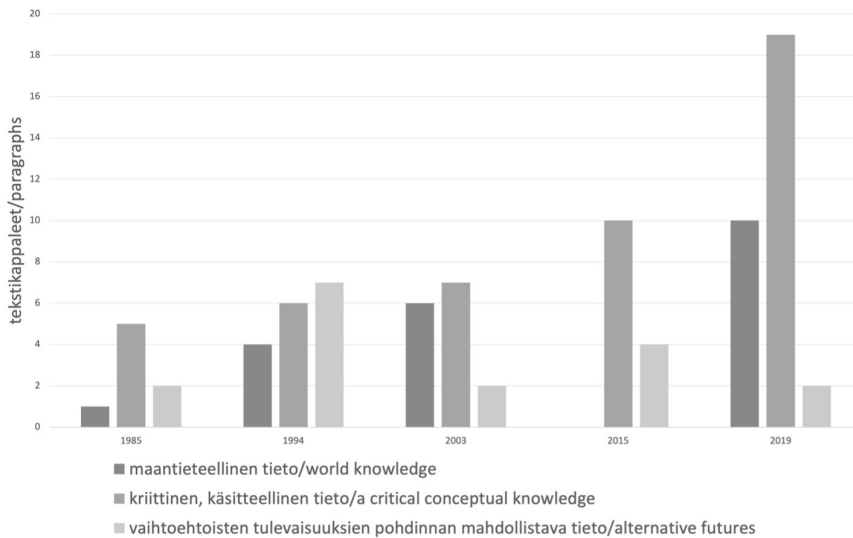
Vuoden 1985 ja 1994 Lukion opetussuunnitelmien perusteissa ilmastonmuutosta ei mainita lainkaan (Kouluhallitus 1985; Opetushallitus 1994). Ensimmäisen kerran ilmastonmuutos mainitaan vuoden 2003 Lukion opetussuunnitelman perusteissa pakollisen lukiomaantieteen kurssin keskeisten sisältöjen kohdalla ainoastaan yhdellä sanalla: ”*Ilmastonmuutos*” (Opetushallitus 2003: 139). Vuoden 2015 Lukion opetussuunnitelmien perusteissa maantieteen pakollisen kurssin keskeisten sisältöjen kohdalla ilmastonmuutos mainitaan osana globaaleja ympäristöriskejä (Opetushallitus 2015: 148). Vuoden 2019 Lukion opetussuunnitelman perusteissa ilmastonmuutos mainitaan pakollisen GE1 Maailma muutoksessa -moduulin keskeisten sisältöjen yhteydessä kaksi kertaa: ”*ilmastonmuutosten mekanismit*” ja ”*nykyisen ilmastonmuutoksen syitä ja seurauksia*” (Opetushallitus 2019: 245). Ilmastonmuutoksen syitä käsittelevien tekstikappaleiden maininnat Lukion opetussuunnitelman perusteissa ja lukumäärät oppikirjoissa on esitetty Taulukossa 2.

Analysoidut oppikirjojen tekstit esitetään kuvassa 1 luokiteltuina Lambertin ym. (2015) kolmijaon mukaisesti. Edellä esitellyistä kolmesta maantieteellisen tiedon tasosta käytetään kuviassa lyhennettyjä nimiä: *maantieteellinen tieto*; *kriittinen, käsitteellinen tieto*; sekä *vaihtoehtoisten tulevaisuuksien pohdinnan mahdollistava tieto*.

Taulukko 2. Ilmastonmuutosta käsittelevät tekstikappaleet maantieteen oppikirjoissa.

Table 2. Text paragraphs dealing with climate change in geography textbooks.

Opetussuunnitelman julkaisuvuosi <i>Publication year of the curriculum</i>	Maininnat Lukion opetussuunnitelmien perusteissa <i>Mentions in the National Core Curriculum of Upper Secondary School</i>	Ilmastonmuutoksen syitä käsittelevät tekstikappaleet oppikirjoissa <i>Text paragraphs in textbooks dealing with the causes of climate change</i>
1985	0	8
1994	0	17
2003	1	15
2015	1	14
2019	2	31



Kuva 1. Lukion maantieteen oppikirjat, jotka perustuvat viiteen Lukion opetussuunnitelman perusteisiin ja käsittelevät ilmastonmuutoksen syitä maantieteellisen merkityksellisen tiedon tasoilla (ks. Lambert ym. 2015). *Figure 1. Upper secondary geography textbooks based on the five National Core Curricula of the upper secondary school address the causes of climate change at levels of powerful geographical knowledge (see Lambert et al. 2015).*

Huolimatta siitä, että vuoden 1985 maantieteen opetussuunnitelmassa ilmastonmuutosta ei mainita lainkaan, kyseiseen opetussuunnitelmaan perustuvissa oppikirjoissa se kuitenkin mainitaan kahdeksassa tekstikappaleessa (Kuva 1). *Maantieteelliseen tietoon liittyvässä* tekstissä käsitellään ilmastonmuutoksen luonnollisia syitä, kuten Linnunradan kierteishaaran pölyjä, vuoristojen poimuttumista ja Maan kiertoradan ja Maan asennon vaihteluita. *Kriittistä, käsitteellistä tietoa* sisältävät tekstit käsittelevät ilmastonmuutosta huomioimalla ihmisen vaikutuksen siihen. Ihmisen todetaan lisänneen kasvihuonekaasuja ilmakehässä, minkä arvellaan nostavan lämpötilaa maapallolla muutamalla asteella. Toisaalta osassa tekstejä ihmisen osuus ilmaston muuttumiseen kielletään kokonaan. Osassa tekstejä ihmistoiminta nähdään hyvin paikallisena ilmiönä, joka muuttaa ilmastoa vain paikallisesti:

Selvimmin ihmisen toiminta muuttaa kaupunkien ilmastoa. Savupölyn lisääntyessä tulosäteily pienenee. Taloista karkaavan lämmön ja pölykaton vuoksi lämpötila on kuitenkin korkeampi kuin maaseudulla (Aartolahti ym. 1986: 55–56).

Tunnistimme analysoimissamme 1980-luvun aineistossa kaksi tekstikappaletta, jotka liittyvät kolmanteen merkityksellisen tiedon tasoon, *vaihtoehtoisten tulevaisuuksien pohdintaan*. Näissä teksteissä käsiteltiin ilmastonmuutokseen liittyviä epävarmuuksia. Ilmaston katsotaan tekstin mukaan joko lämpenevän tai viilenevän ja todetaan, että varmuutta asiasta ei ole:

Ilman hiilidioksidipitoisuuden arvioidaan nousevan 0,04 %:iin tämän vuosituhatlujan loppuun mennessä, minkä seurauksena ilman lämpötilan uskotaan

kohoavan 0,2–3 °C. Hiilidioksidimäärän nousun vaikutusta lämpötilaan ei ole toistaiseksi varmasti voitu todeta. Huolimatta hiilidioksidipitoisuuden noususta lämpötila on laskenut vuodesta 1940 lähtien 0,2 °C (Aartolahti ym. 1986: 55–56).

Vuoden 1994 Lukion opetussuunnitelman perusteissa maantieteen kohdalla ilmastonmuutosta ei mainita lainkaan (Opetushallitus 1994: 85–86). Opetussuunnitelmaan perustuvissa oppikirjoissa ilmastonmuutosta käsitteleviä tekstikappaleita on sen sijaan yhteensä 17. Niiden sisältämät *maantieteellisen tiedon* tasot on esitetty kuvassa 1. Maantieteellistä perustietoa sisältävässä tekstissä käsitellään esimerkiksi kasvihuoneilmiötä. Tekstissä mainitaan kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus, mutta ihmisen osuutta kasvihuonekaasuihin ei mainita. *Kriittiseen, käsitteelliseen tietoon* eli tasoon 2 luokittelemamme tekstit käsittelevät ihmistoiminnan osuutta ilmastonmuutokseen. Toisaalta osassa tekstejä ihmistoiminnan vaikutukset kielletään kokonaan, samoilla virkkeillä kuin vuoden 1986 oppikirjoissa: ihmisellä ei ole niiden mukaan mahdollisuutta vaikuttaa ilmastoon. Ilmastonmuutosten syiden ja seurausten kytkentöjen todetaan olevan niin monimutkaisia, että tietokoneet eivät hallitse niitä vielä. Oppikirjatekstien siirtäminen edellisestä painoksesta uuteen painokseen on yleistä, mikäli oppikirjailijat katsovat, että muutoksia ei tarvitse tehdä. Yhdessä tekstissä mainitaan kuitenkin nykyisinkin ymmärretyt ilmastonmuutoksen syyt:

Tutkijoiden mukaan maapallo lämpenee, koska kasvihuonekaasujen lisääntymisen vuoksi ulossäteily pienenee. Kasvihuonekaasujen määrä on lisääntynyt ihmisen toiminnan seurauksena. Fossiilisten ja muiden hiiliyhdisteiden polttaminen kasvattaa hii-

lidioksidin määrää nopeammin kuin sitä sitoutuu fotosynteesissä ja imeytyy meriin. Metsien laajamittaiset hakkuut vähentävät hiilidioksidin sitoutumista puiden biomassaksi. Viime vuosina myös muiden kasvihuonekaasujen, kuten metaanin, typioksiduulin, otsonin ja kloorifluorihydridiyhdisteiden, määrä on kohonnut troposfäärin alaosassa (Ervasti ym. 2001: 53–54).

Kolmanteen tiedon tasoon luokittelimme seitsemän tekstikappaletta käsittelevät ilmastonmuutoksen syitä hyvin monista näkökulmista. Ihmistöiminnan ei edelleenkään katsota tekstien perusteella vaikuttavan ilmastoon kuin hyvin paikallisesti ja epävarmuustekijät ihmisen osuudesta ilmastonmuutokseen ovat suuret:

Ihmisen toiminnan vaikutuksista ilmastoon ollaan hyvin eri mieltä. Joidenkin mielestä metsien hakkuu ja peltojen raivaus vähentää sadetta. Varmasti on todettu vain, että tuulisuus lisääntyy ja haihtuminen pienenee. Laajojen suoalueiden kuivatukseen on todettu parantaneen alueen ilmastoa. Kasvillisuuden tuhoaminen lisää ilman pölymäärää, minkä on arveltu vähentävän sademäärää kuivan ilmaston alueella. Ilman hiilidioksidipitoisuuden arvioidaan nousevan 0,04 %:iin tämän vuosituhannen loppuun mennessä, minkä seurauksena ilman lämpötilan uskotaan kohoavan 0,2–3 °C. Hiilidioksidimäärän nousun vaikutusta lämpötilaan ei ole toistaiseksi varmasti voitu todeta. Huolimatta hiilidioksidimäärän noususta lämpötila suorastaan laski vuosina 1940–1980. Vasta 1980-luvulla on havaittu lievää lämpötilan nousua, minkä on selitetty johtuneen juuri ihmisen toimesta tapahtuneesta kasvihuoneilmion voimistumisesta (Aartolahti ym. 1996: 57–58).

Tulevaisuuteen liittyvät viittaukset ovat epävarmoja. Ilmakehämittausten mukaan maapallon keskilämpötilan on havaittu olevan nousussa, minkä syyksi arvellaan kasvihuonekaasupitoisuuksien nousua. Tulevaisuuskuvaa maalailtaan myös niin, että fossiilienergian käytöstä luovutaan sen ilmastovaikutuksen seurauksena. Vaihtoehtoisia energianlähteitä ei sen sijaan esitetä.

Fossiililla polttoaineilla on merkittäviä maailmanlaajuisia ympäristövaikutuksia, ja siksi kivihiilen ja öljyn osuus maailman energiantuotannossa kaventuneet lähivuosina. Kivihiilen ja öljyn poltto vapauttaa ilmakehään valtavasti hiilidioksidia, tärkeintä kasvihuonekaasua (Ervasti ym. 2001: 241).

Ilmastonmuutos mainitaan ainoastaan yhdellä sanalla vuoden 2003 Lukion maantieteen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2003: 139). Kyseiseen opetussuunnitelmaan perustuvissa oppikirjoissa ilmastonmuutoksen syitä käsitellään 15 tekstikappaleessa (Kuva 1).

Ensimmäiseen tasoon luokittelimme tekstit käsittelevät ilmastonmuutoksen luonnollisia syitä ja kasvihuonekaasupitoisuuksien nousua, joka oppikirjojen mukaan johtui lähinnä tulivuoritoiminnasta. Toiseen tasoon luokittelimissamme teksteissä käsiteltiin globaalia ilmastoa, jonka lämpenemisen syyksi oli tekstien mukaan varmistumassa ihminen. Näiden tekstien tapa käsitellä ilmastonmuutosta oli keskenään varsin yhteneväinen: ilmastonmuutoksen syiksi todettiin fossiiliset polttoaineet ja hiilinielujen väheneminen.

Maapallon keskilämpötila on sadan vuoden aikana noussut 0,7 °C, mikä on yhteydessä samaan aikaan tapahtuneeseen hiilidioksidimäärän kasvuun. Eniten ilman CO₂-pitoisuutta ovat lisänneet kivihiilen, maaöljyn ja maakaasun poltto. Hiilidioksidin määrä on kasvanut myös siksi, että hiilidioksidia yhteyttämisessä sitovan kasvipeitteen, etenkin metsien määrä on vähentynyt (Kakko ym. 2003: 66–67).

Kolmanteen tasoon liittyviä tekstejä tunnistimme ainoastaan kaksi. Niissä kerrottiin fossiilienergian vähentyvän tulevaisuudessa ja todettiin, että ihmistöiminta voi hidastaa hieman seuraavan jääkauden tuloa. Myöskään tässä ei esitetä vaihtoehtoa energiantuotantoon.

Ihmisen aiheuttama ilmaston lämpeneminen voi hieman hidastaa seuraavan jääkauden tuloa. Fossiiliset polttoaineet, kivihiili, maaöljy ja maakaasu, jotka ovat pääsyyllisiä ilmaston lämpenemiseen, loppuvat kuitenkin lähivuosisatoina (Kakko ym. 2003: 64–66).

Vuoden 2015 Lukion opetussuunnitelman perusteissa ilmastonmuutos mainitaan maantieteen pakollisen kurssin kohdalla kerran: ”*ilmastonmuutos ja muut globaalit ympäristöriskit*” (Opetushallitus 2015: 148). Pelkästään Lambertin ym. (2015) jaottelun mukaiseen ensimmäiseen tasoon liittyviä oppikirjatekstejä ei aineistossa esiintynyt lainkaan (kuva 1). Suurin osa teksteistä liittyi tasoon kaksi. Niissä ilmastonmuutosta käsiteltiin ihmisen aiheuttamana ilmiönä ja kerrottiin ihmisen voimistaneen kasvihuoneilmiötä. Teksteissä käsiteltiin runsaasti erilaisia kasvihuonekaasuja ja niiden vaikutusta kasvihuoneilmioon. *Manner*-oppikirjan taulukossa (Brander 2016: 61) kerrotaan, mistä lähteistä rikkiheksafluoridi ja perfluorometaani pääsevät ilmakehään. Samalla vakuutetaan, että huolimatta siitä, että ne ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja, on niiden vaikutus pieni globaaliin ilmastonmuutokseen. Ihminen nähdään tässä ilmastonmuutoksen aiheuttajana (mm. Brander ym. 2016: 61).

Kolmanteen tasoon kuuluvia tekstejä tunnistimme neljä. Niissä muun muassa kerrottiin, kuinka

ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen vuoksi seuraavan lasiaalin saapuminen peruuntuu. Ilmastonmuutoksen nopeudesta ja sen seurauksista mainitaan, että tieteessä on epävarmuuksia. Myös ilmastoskeptikot mainitaan, vaikkakin vakuutetaan, että tiede on varsin yksimielinen ilmastonmuutoksesta:

Pieni osa tutkijoista epäilee ilmastonmuutosta, ja heitä kutsutaan ilmastoskeptikoiksi. Skeptikot eivät usko, että ihminen pystyy merkittävässä määrin vaikuttamaan maapallon ilmastoon ja että havaitut muutokset ovat luonnollista alkuperää. Lähes kaikki ilmastotutkijat ovat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että ihminen toimillaan lämmittää Maapallon ilmastoa. Ilmastonmuutoksen nopeudesta ja suuruudesta on sen sijaan erilaisia näkemyksiä (Brander ym. 2016: 63–65).

Tällä hetkellä voimassa olevassa Lukion opetussuunnitelman perusteissa vuodelta 2019 maantieteen kohdalla ilmastonmuutos mainitaan kaksi kertaa: ”ilmastonmuutosten mekanismit” ja ”nykyisen ilmastonmuutoksen syitä ja seurauksia” (Opetushallitus 2019: 245). Analysoimissamme oppikirjoissa ilmastonmuutoksen syitä käsiteltiin 31 tekstikappaleessa (Kuva 1).

Oppikirjoissa ensimmäiseen tasoon liittyvät tekstit käsittelevät muun muassa maapallon ilmastohistoriaa ja ilmastonmuutoksen luonnollisia syitä, kuten meteoriitteja, tulivuoren purkauksia, auringon aktiivisuutta, kaasukoostumuksen vaihtelua ja Milancovichin syklejä:

Auringon säteily jakautuu epätasaisesti maapallolla. Säteilyn jakautumiseen vaikuttavat esimerkiksi maapallon kiertorata ja akselin kallistuskulma, mantereiden sijainti, pinnanmuodot ja vuorten poimutus. Muutokset näissä ovat hitaita, mutta ne vaikuttavat merkittävästi luonnolliseen ilmastonmuutokseen. Myös muutokset Auringon aktiivisuudessa vaikuttavat maapallon ilmastoon. Pieneksi jääkaudeksi kutsutaan viileää ajanjaksoa vuosien 1450–1850 välillä, jolloin Auringon aktiivisuus oli poikkeuksellisen alhainen” (Brander ym. 2021: 26–27).

Toiseen tasoon liittyvät tekstit käsittelevät ihmisen vaikutusta ilmastonmuutokseen. Syiksi mainitaan lisääntyneet kasvihuonekaasupitoisuudet ja voimistunut kasvihuoneilmiö. *GEOS*-oppikirjassa (Cantell ym. 2021) esitetään myös seikkaperäinen taulukko ihmisen aiheuttamasta ilmastonmuutoksesta, joka toistaa IPCC:n tuloksia ja toimii yhteenvedona oppikirjaa lukeville. Oppikirjassa *Manner* (Brander ym. 2021) käsitellään myös heikentyntä albedon vaikutusta ilmastonmuutokseen. Oppikirjoissa käsitellään myös ilmastoa viilentäviä pienhiukkasia, mutta todetaan, että ne eivät estä ilmakehän lämpenemistä.

Kasvihuonekaasujen lisäksi muutokset maanpinnan albedossa eli pinnan kyvyssä heijastaa valoa vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen. Täysin valkoisen pinnan albedo on 100 %, kun taas mustien pintojen albedo on 0 %. Suuret jään peittämät alueet toimivat pintoina, jotka heijastavat auringon säteilyä takaisin avaruuteen. Mikäli napajäät sulavat, albedo vähenee ja tummat alueet alkavat puolestaan absorboida lämpösäteilyä. Tämä kiihdyttää ilmaston lämpenemistä (Brander ym. 2021: 30).

Kolmanteen tasoon kuuluvia tekstikappaleita tunnistimme kaksi. Ne käsittelevät ilmastonmuutoksen epävarmuustekijöitä ja toteavat, että tiedeyhteisö on lähes yksimielinen ilmastonmuutoksen todellisuudesta, vaikkakin sen nopeudesta ja voimakkuudesta on eriäviä mielipiteitä.

Pohdinta

Tässä artikkelissa olemme analysoineet tapaa, jolla ilmastotieteen tieto ilmastonmuutoksen syistä on välittynyt lukiomaantieteen opetussuunnitelmien perusteisiin ja oppikirjoihin vuosina 1985–2023. Tulostemme perusteella analysoiduissa oppikirjoissa esiintyy kolmea Lambertin ym. (2015) esittämää maantieteellisen merkityksellisen tiedon tasoa; poikkeuksena tästä ovat vuoden 2015 opetussuunnitelmaan perustuvat kirjat, joista puuttuu ensimmäinen taso. Tätä selitämme sillä, että Lukion opetussuunnitelman perusteet ei ole ohjannut oppikirjailijoita luonnollisten ja historiallisten ilmastonmuutosten käsittelyyn. Opetussuunnitelmassa ilmastonmuutos mainitaan osana globaaleja ympäristöongelmia, eikä siinä viitata menneisiin, luonnollisiin ilmastonmuutoksiin.

Ilmastonmuutos ihmisen aiheuttamana on mainittu ensimmäisen kerran vuoden 1986 oppikirjoissa ja sen osuus on kasvanut tasaisesti oppikirjojen sisällöissä 1990-luvulla ja 2000-luvun puoleenväliin saakka (Ikonen 2009). Tutkimuksemme vahvistaa Ikonen (2009) aiemmat tutkimustulokset ja osoittaa, että ilmastonmuutoksen käsittelyn osuus kasvaa edelleen vuosien 2015 ja 2019 opetussuunnitelmiin perustuvissa oppikirjoissa. Yllättävää kuitenkin on se, että ilmastonmuutos mainitaan ensimmäisen kerran lukiomaantieteen opetussuunnitelmissa vasta vuonna 2003 (Opetushallitus 2003: 139).

Ilmastonmuutos on siirtynyt ilmastotieteestä lukiomaantieteen oppikirjoihin varsin nopeasti verrattuna opetussuunnitelmiin. Toisin sanoen tiedon transformaatio akateemisesta tiedosta yhteiskunnalliseksi opetussuunnitelmatekstiksi (Säily ym. 2020; Puustinen & Rantala 2023: 9) on tapahtunut hitaasti verrattuna oppikirjoihin. Näyttää siltä, että 1980- ja 1990-luvun oppikirjailijat ovat seuranneet tieteessä ja mediassa käytyä keskustelua (Ahonen

2017: 17), tulihan ilmastonmuutos viimeistään 1970-luvun lopulla yleiseksi puheenaiheeksi esimerkiksi sen ajan valtamedioissa (Karén 1979; Peterson ym. 2008: 1330).

Vuoden 1985 Lukion opetussuunnitelman perusteisiin perustuvassa oppikirjassa *GEO 1+2* (Aartolahti ym. 1986) tunnistetaan ilmastonmuutos meneillään olevana ilmiönä, mutta toisaalla

Taulukko 3. Tiivistelmä ilmastonmuutoksen syistä ilmastotieteessä ja suomalaisissa lukio-maantieteen oppikirjoissa.

Table 3. Summary of the causes of climate change in climate science and Finnish upper secondary school geography textbooks.

	Ilmastotiede <i>Climate science</i>	Lukion oppikirjat <i>Upper secondary school textbooks</i>
1950-luku <i>the 1950s</i>	<p>Hiilidioksiditeoria maapalloa lämmittävänä ilmiönä esillä useissa julkaisuissa (esim. Plass 1956; Revelle & Suess 1957). <i>The carbon dioxide theory as a warming phenomenon on Earth is presented in several publications (e.g., Plass 1956; Revelle & Suess 1957).</i></p> <p>Ei juuri kiinnostusta tiedeyhteisön ulkopuolella (Fleming 1998: 128). <i>Not much interest outside the scientific community (Fleming 1998: 128).</i></p>	<p>Ilmastonmuutoksen eli "jääkausiajan" luonnolliset syyt mainitaan (Ikonen 2009). <i>The natural causes of climate change, known as the "ice age", are mentioned (Ikonen 2009).</i></p>
1960-luku <i>the 1960s</i>	<p>Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on nousussa ihmistoiminnan takia (Keeling 1960). <i>The atmospheric carbon dioxide concentration is increasing due to human activities (Keeling 1960).</i></p> <p>Ilmastonmuutos nähdään enimmäkseen paikallisena ilmiönä (Miller 2004: 52–53) <i>Climate change was mostly perceived as a local phenomenon (Miller 2004: 52–53).</i></p>	<p>Ilmastonmuutoksen eli "jääkausiajan" luonnolliset syyt mainitaan (Ikonen 2009). <i>The natural causes of climate change, known as the "ice age," are mentioned (Ikonen 2009).</i></p>
1970-luku <i>the 1970s</i>	<p>Keskenään eriäviä mielipiteitä, lämpeneekö vai viileneekö ilmasto. Erimielisyyttä siitä, aiheutuuko ilmastonmuutos ihmistoiminnasta vai luonnollisista seikoista (Benton 1970: 1332; Bryson 1974: 753; Peterson 2008). <i>Differing opinions on whether the climate is warming or cooling. Disagreement on whether climate change is caused by human activity or natural factors (Benton 1970: 1332; Bryson 1974: 753; Peterson 2008).</i></p> <p>WMO:n konferenssi 1979, jossa ihmistoiminnan vaikutus ilmastonmuutokseen esitetään (mm. Bolin 1979; Fedorov 1979; Munn & Machta 1979; White 1979). <i>The WMO conference in 1979, where the impact of human activities on climate change is presented (e.g., Bolin 1979; Fedorov 1979; Munn & Machta 1979; White 1979).</i></p>	<p>Ei mainintaa ilmastonmuutoksesta lukiomaantieteen oppikirjoissa (Ikonen 2009). <i>No mentions of climate change in upper secondary school geography books (Ikonen 2009).</i></p>
1980-luku <i>the 1980s</i>	<p>Ilmastonmuutosta pidetään edelleen paikallisena ilmiönä (National Research Council 1983: 3). <i>Climate change is still regarded as a local phenomenon (National Research Council 1983: 3).</i></p> <p>Ilmastonmuutoksen globaali diskurssi vakiintuu 1980-luvun lopussa ja johtaa IPCC:n perustamiseen (Miller 2004: 53–54). <i>The global discourse on climate change solidified in the late 1980s, leading to the establishment of the IPCC (Miller 2004: 53–54).</i></p>	<p>Ilmastonmuutoksen luonnollisia syitä esitellään runsaasti. <i>Natural causes of climate change are extensively presented.</i></p> <p>Ilmastonmuutos nähdään paikallisena ilmiönä. <i>Climate change is perceived as a local phenomenon.</i></p> <p>Ristiriitaisuutta oppikirjoissa: ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos todetaan olevan käynnissä, mutta toisaalta sen olemassaolo kielletään kokonaan. <i>Inconsistency in textbooks: human-induced climate change is acknowledged to be occurring, yet its existence is completely denied.</i></p>

1990-luku the 1990s	IPCC julkaisee useita raportteja, joissa ihmisen osuus ilmastonmuutoksen aiheuttajana vakiintuu (IPCC 1990; 1992; 1995). <i>The IPCC publishes several reports establishing human involvement as a cause of climate change (IPCC 1990; 1992; 1995).</i>	Ilmastonmuutoksen syyksi esitellään ihmistoiminta. <i>Human activity is presented as the cause of climate change.</i> Ilmastonmuutos aletaan nähdä globaalina ilmiönä. <i>Climate change begins to be seen as a global phenomenon.</i>
2000-luku the 2000s	Ihmistoiminnan vaikutus ilmastonmuutokseen vahvistuu entisestään (IPCC 2001; 2007). <i>The impact of human activities on climate change is further strengthened (IPCC 2001; 2007).</i>	Ihminen aiheuttaa ilmastonmuutoksen polttamalla fossiilisia polttoaineita ja hävittämällä hiilinieluja. <i>Human activity causes climate change by burning fossil fuels and destroying carbon sinks.</i>
2010- ja 2020-luku the 2010s and 2020s	Ihmistoiminnan vaikutus ilmastonmuutokseen vahvistuu entisestään (IPCC 2013; 2018; 2021) <i>The impact of human activities on climate change is further strengthened (IPCC 2013; 2018; 2021).</i>	Ihmistoiminta aiheuttaa ilmastonmuutoksen fossiililla polttoaineilla ja hiilinielujen hävittämisellä. Ihminen on muuttanut myös maapallon albedoa. <i>Human activity causes climate change through the burning of fossil fuels and the destruction of carbon sinks. Humans have also altered the Earth's albedo.</i>

oppikirjassa sen olemassaolo kyseenalaistetaan. Oppikirjassa esitetään ihminen ilmastonmuutoksen aiheuttajana, mutta toisissa kohdissa ihmisen vaikutus kielletään kokonaan. Samaisessa oppikirjassa todetaan myös, että ihmisellä ei ole mahdollisuuksia vaikuttaa ilmastoon nykyisillä energialähteillä. Tätä ristiriitaisuutta voidaan selittää oppikirjan laatimisen kautta. Oppikirjoja kirjoitetaan ryhmässä, joissa tavallisesti nimetään tiettyihin aiheisiin vastuukirjoittajat. Eri vastuukirjoittajat ovat voineet toisistaan tietämättä käyttää erilaisia tiedon lähteitä. Kustannustoimittajan rooli oppikirjojen kirjoittamisessa on keskeinen, sillä hänen työllään oppikirjatekstistä tulee yhtenäistä. Näyttää siltä, että toimitusprosessin aikana kustannustoimittaja tai oppikirjailijat eivät ole huomanneet oppikirjan ristiriitaisuuksia. Epävarma näkökulma oppikirjoissa siitä, aiheutuuko ilmastonmuutos ihmisestä vai luonnollisista seikoista on samankaltaista, kuin ilmastotieteessä käyty keskustelu 1970-luvulla (Peterson ym. 2008). Tutkittu tieto siirtyy viiveellä oppikirjoihin pitkän kirjoitus- ja kustannustoimitusprosessin takia.

1980-luvun oppikirjoissa ilmastonmuutosta ei nähdä aina globaalina, vaan enemmänkin paikallisena ilmiönä. 1980-luvun oppikirjat toistavat paikallisen ilmaston diskurssia (National Research Council 1983: 3; Miller 2004: 52–53) ja niissä on vaikutteita 1970-luvun pirstoutuneesta tutkimuksesta (Peterson ym. 2008). Tulosten perusteella ajan oppikirjailijat ovat seuranneet 1970-luvun ja 1980-luvun alun ilmastonmuutostutkimuksia, joissa ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos ei ole saattanut vielä konsensusa.

Myös metsäteollisuuden vaikutusta oppikirjoihin on havaittavissa, sillä tekstissä kirjoitetaan soiden kuivatuksen ja metsienhakkuun parantaneen ilmastoa. *GEO 1+2*-oppikirjassa (Aartolahti ym. 1986) ei tosin kerrota, mitä parantuneella ilmastolla tarkoite-

taan ja kenen tai minkä näkökulmasta se on parantunut. Ilmastonmuutoksen paikallinen näkökulma on voimakkaasti esillä tällaisissa teksteissä (National Research Council 1983: 3; Miller 2004: 52–53).

Vuoden 1994 Lukion opetussuunnitelman perusteet poikkeaa voimakkaasti muista tutkimuksessa olleista opetussuunnitelmista suppeutensa takia. Maantieteen ja muidenkin oppiaineiden kohdalla oppiaineiden sisältöjä kuvaillaan hyvin suppeasti, eikä opetussuunnitelma tarjoa yksityiskohtaista tietoa siitä, mitä tulisi opettaa (Opetushallitus 1994: 85–86). Vuoden 1994 Lukion opetussuunnitelman perusteet on näin antanut ajan oppikirjailijoille varsin suuren vapauden tulkintaan ja kirjoittamiseen.

IPCC oli julkaissut ennen vuoden 1994 Lukion opetussuunnitelman perusteita kaksi raporttia (IPCC 1990, 1992), mutta tästä huolimatta ilmastonmuutosta ei mainita opetussuunnitelmassa, mikä kertoo hitaasta tiedon transformaatiosta yhteiskunnalliselle tasolle. Toisaalta vuoden 1994 opetussuunnitelma on erittäin suppea, ja siinä ei juurikaan eritellä kurssien sisältöjä. Kolmannen raportin IPCC julkaisi vuonna 1995 (IPCC 1995). Lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaan kirjoitetut kirjat ovat vuosilta 1996 ja 2001 (*GEO 1+2* ja *Globus*) (Aartolahti ym. 1996; Ervasti ym. 2001), joten oppikirjat on kirjoitettu aikana, jolloin ilmastonmuutos on osoitettu ilmastotieteessä kiistatta ihmisen aiheuttamaksi. Huolimatta IPCC:n raporteista oppikirjat sisältävät edelleen epävarmuutta ilmastonmuutoksesta ja toistavat 1970-luvun epävarmuusdiskurssia siitä, onko ilmasto viilenemässä vai lämpenemässä. *GEOS 1+2*-oppikirjassa (Aartolahti ym. 1996) on edelleen sama teksti kuin kymmenen vuotta aikaisemmin, jossa toistetaan, ettei ihmisellä ole nykyisillä energialähteillä mahdollisuutta vaikuttaa ilmastoon. Toisessa oppikirjassa, *Globuksessa* (Ervasti ym. 2001), on selitetty ilmastonmuutoksen syyt samaan tapaan

kuin ne esitetään IPCC:n (1990, 1992, 1995) raporteissa. *Vaihtoehtoisten tulevaisuuksien pohdintaan* liittyvät oppikirjatekstit ovat kovin naiiveja: *Globuksessa* (Ervasti ym. 2001: 241) kirjoitetaan, että fossiilisten polttoaineiden käyttö tulee vähenemään, sillä ilmastonmuutosta on hillittävä. *GEO 1+2*-oppikirjaan (Aartolahti ym. 1996: 57–58) on siirretty kymmenen vuotta aikaisemmin kirjoitettuja tekstejä suoraan kopioituna uudempaan oppikirjaan, sillä kirjassa kerrotaan edelleen ilmastonmuutoksen olevan ristiriitainen ilmiö, johon ihminen saattaa vaikuttaa lämmittämällä ilmakehää.

Vuoden 2003 Lukion opetussuunnitelman perusteiden sisältämä maininta ilmastonmuutoksesta on siirtynyt oppikirjoihin, joissa historiallisia ilmastonmuutoksia ja niitä aiheuttaneita luonnollisia tekijöitä käsitellään monipuolisesti. Nykyisen ilmastonmuutoksen syiksi mainitaan ihminen. Huolimatta siitä, että IPCC:n (1990, 1992, 1995, 2001) raportit olivat osoittaneet ihmisen kiistatta ilmastonmuutoksen aiheuttajaksi, *Sininen planeetta* -kirjassa (Kakko ym. 2003) kerrotaan, että ilmastonmuutoksen aiheuttajana on ”erittäin todennäköisesti” ihminen. Muuten oppikirjat toistavat IPCC:n tietoa tarkasti. Tulevaisuutta koskevilla näkökulmissa molemmat oppikirjat, *Sininen planeetta* (Kakko ym. 2003) ja *Globus* (Ervasti ym. 2005), jatkavat aikaisempien oppikirjojen linjaa ja toteavat hyvin yksioikoisesti fossiilisten polttoaineiden loppuvan lähivuosisatoina ja niiden osuuden kaventuvan energiantuotannossa. Vaihtoehtoisia skenaarioita energiantuotantoon ei esitetä ilmastonmuutoksen yhteydessä.

Oppikirjailijat ovat tulkinneet vuoden 2015 Lukion opetussuunnitelmiin perusteita niin, että oppikirjoissa ei käsitellä lainkaan ilmastohistorian aikana tapahtuneita ilmastonmuutoksia. Muuten oppikirjoissa käsitellään runsaasti ihmisen aiheuttamaa ilmastonmuutosta saman suuntaisesti kuin IPCC:n (2007, 2013) raportit kertovat ilmastonmuutoksesta. Tulevaisuuskuviosta on jäänyt pois fossiilienergian kaventuminen ja niissä kerrotaan epävarmuuksia seuraavan jäätiköitymissyklin saapumisesta.

Lukion opetussuunnitelman perusteet vuodelta 2019 ovat ohjanneet oppikirjailijoita tarkastelemaan ilmastonmuutosta jälleen myös historialliselta kannalta: ”ilmastonmuutosten mekanismit” ja ”nykyisen ilmastonmuutoksen syitä ja seurauksia” (Opetushallitus 2019: 245). Molemmissa analysoituissa oppikirjoissa on paljon asiaa menneistä ilmastonmuutoksista ja niitä aiheuttaneista luonnollisista syistä. Oppikirjat toistavat IPCC:n (2018, 2021) julkaisujen sanomaa ilmastonmuutoksen syistä hyvin tarkasti. Ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen syyksi oppikirjoissa on varmistunut ihminen.

Olemme tarkastelleet ilmastonmuutoksen tiedon transformaatiota ilmastotieteestä lukiomaantieteen opetussuunnitelmiin ja lukioissa käytettäviin maantieteen oppikirjoihin. Ilmastonmuutoksen puuttuminen vuoden 1985 ja 1994 Lukion opetussuunnitelmien perusteista, mutta sen esiintyminen sen ajan oppikirjoissa, kertoo siitä, että tiedon transformatio ei tapahdu aina välttämättä hierarkkisesti yhteiskunnalliselta tasolta institutionaaliselle tasolle ja viimein luokkahuoneeseen.

Tiedon transformatio ilmastotieteestä lukiomaantieteen oppikirjoihin sen sijaan on tapahtunut nopeasti vuoden 1979 Geneven konferenssin jälkeen. Vuoden 1985 opetussuunnitelmiin perustuvat oppikirjat toistavat aikaisemman vuosikymmenen käsityksiä ilmastonmuutoksesta varsin selkeästi. Kun tarkastellaan vuoden 1985 opetussuunnitelmiin perustuvia oppikirjoja (Aartolahti ym. 1986; Ervasti ym. 1990), on hyvä muistaa, että ne edustavat myös yhteiskunnallista tietoa, sillä Kouluhallitus ja myöhemmin Opetushallitus on esitarkastanut oppikirjat vuoteen 1992 asti ja hyväksynyt ne opetuskäyttöön (Hiidenmaa 2015; Pietiäinen 2015).

Tiedostamme, että ilmastonmuutos on ollut esillä valtamedioissa IPCC:n raporttien myötä viimeistään 1990-luvulta alkaen. Ilmastonmuutos on ollut tärkeä keskustelun aihe myös kouluinstituution ulkopuolella valtamedioissa, mikä on todennäköisesti vaikuttanut oppikirjailijoihin ja opetussuunnitelmien laatijoihin.

Tutkimuksessa käytetyt oppikirjat sisältävät monipuolisesti maantieteen merkityksellistä tietoa, vaikka tiedon transformatio opetussuunnitelmiin on tapahtunut hitaasti. Kun ilmastonmuutosta tarkastellaan maantieteen merkityksellisen tiedon näkökulmasta, on tärkeää, että lukiolainen saa monipuolista *maantieteellistä perustietoa* ilmastonmuutoksesta, jota tarvitaan, jotta on mahdollista ymmärtää ilmaston muuttuva luonne ja sen historialliset sekä luonnolliset muutokset. Esimerkiksi tiedot keskiajan lämpöjaksosta ja Pienestä jääkaudesta auttavat ymmärtämään, että ilmasto voi muuttua nopeasti ja äkillisesti myös ihmisestä riippumattomista syistä. Näkemyksemme mukaan menneiden ilmastonmuutosten käsittelyn puuttuminen kokonaan ei edistä maantieteellistä ajattelua eikä ilmaston luonteen ymmärtämistä dynaamisena ja muuttuvana järjestelmänä.

Kaikki analysoimamme oppikirjat sisältävät maantieteelle ominaista *kriittistä, käsitteellistä tietoa*, jonka avulla voidaan muodostaa käsitys ilmastosta ja ilmastonmuutoksesta dynaamisena ilmiönä, johon vaikuttavat useat ihmisen ja luonnon tekijät samaan aikaan ja se, kuinka ilmastonmuutos ilmenee paikallisesti, alueellisesti ja globaalilla tasolla.

Maantieteen merkityksellinen tieto voi tarjota keinoja *vaihtoehtoisten tulevaisuuksien kuvitteluun*: sen pohdintaan, miten lämpötilat muuttuvat ja miten ne vaikuttavat ekosysteemeihin, yhteiskuntiin ja yksilöihin. Tämä antaa opiskelijalle tilaisuuden ajatella muutoksia omana elinaikanaan ja seuraavien sukupolvien aikana sekä luonnonjärjestelmissä että ihmistoiminnassa. Ilmastonmuutokseen vaikuttavat monet tahot, kuten yhteiskuntien poliittiset päätökset, teollisuus, maatalous, liikenne, yritykset ja yksilöiden valinnat. Ilmastonmuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen tarvitaan kaikkia siihen vaikuttavia osapuolia ja muutoksen on tapahduttava viipymättä. *Vaihtoehtoisten tulevaisuuksien kuvittelu* voi tarjota oppijalle mahdollisuuden osallistua ilmastonmuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen. Oppikirjat voivat näin ollen tarjota työkaluja ja keinoja vaikuttaa tulevaisuuteen.

Ilmastonmuutosta käsitellään lukiokoulutuksessa nykyisin maantieteen lisäksi muissakin oppiaineissa ja ilmastonmuutos näkyy myös Lukion opetussuunnitelman perusteiden arvopohjassa (Opetushallitus 2019). Maantieteellä on kuitenkin erityinen rooli ilmastonmuutosta opiskeltaessa, sillä maantieteessä yhdistyvät ainutlaatuisella tavalla luonnontieteet ja ihmistieteet. Maantiede pyrkii selittämään, ymmärtämään ja antamaan vaihtoehtoisia tulevaisuusmalleja luonnonjärjestelmien kestävyysmurrokselle, kuten ilmastonmuutokselle. Seuraavissa tutkimuksissa olisi tärkeää tarkastella, miten merkityksellinen tieto esitetään eri oppiaineiden kirjoissa, jotta saadaan kokonaiskäsitys siitä, millaisena ilmiönä ilmastonmuutos esitetään lukio-laisille. Myös eri valtioiden väliselle vertailevalle oppikirjatutkimukselle ilmastonmuutoksen systä historiallisessa kontekstissa olisi tarvetta, jotta syntyisi käsitys, miten ilmastonmuutoksen syyt on ymmärretty myös muualla.

KIRJALLISUUS

- Aartolahti, T., Rikkinen, H., Rikkinen, K. & Viitala, P. (1986) *GEO 1+2*. Weilin+Göös, Helsinki.
- Aartolahti, T., Kosonen, O., Rikkinen, H. & Rikkinen, K. (1996) *GEO 1+2*. WSOY, Helsinki.
- Ahonen, S. (2017) *Suomalaisuuden monet myytit: Kansallinen katse historian kirjoissa*. Gaudeamus, Helsinki.
- Arrhenius, S. (1896) On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science* 5(41) 237–276. https://www.rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf 4.1.2024.
- Barrett, E., W. (1971) Depletion of short-wave irradiance at the ground by particles suspended in the atmosphere. *Solar Energy* 13(3) 323–337. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(71\)90015-6](https://doi.org/10.1016/0038-092X(71)90015-6)
- Béneker, T. (2018) Powerful knowledge in geography education. *Inaugural lecture*. University of Utrecht.
- Béneker, T. & Palings, H. (2017) Student teachers' ideas on (powerful) knowledge in geography education. *Geography* 102(2) 79–85. <https://doi.org/10.1080/00167487.2017.12094013>
- Béneker, T. & van der Vaart, R. (2020) The knowledge curve: Combining types of knowledges leads to powerful thinking. *International Research in Geographical and Environmental Education* 29(3) 221–231. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1749755>
- Benton, G. S. (1970) Carbon dioxide and its role in climate change. *Proceeding of the National Academy of Science* 67(2) 898–899. <https://doi.org/10.1073/pnas.67.2.898>
- Bladh, G. (2020) GeoCapabilities, “didactical” analysis and curriculum thinking – furthering the dialogue between “didaktik” and curriculum. *International Research in Geographical and Environmental Education* 29(3) 206–220. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1749766>
- Bolin, B. (1979) Global ecology and man. *World Climate Conference* (1979). Geneve. https://dgvn.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf 4.1.2024.
- Bouwman, M. & Béneker, T. (2018) Identifying powerful geographical knowledge in integrated curricula in Dutch schools. *London Review of Education* 16(3) 445–459. <https://doi.org/10.18546/LRE.16.3.07>
- Brander, N., Hiekka, S., Paarlahti, A., Ruth, C. & Ruth, O. (2016) *Manner GEI Maailma muutoksessa*. Otava, Helsinki.
- Brander, N., Hiekka, S., Paarlahti, A., Ruth, C. & Ruth, O. (2021) *Manner GEI Maailma muutoksessa*. Otava, Helsinki.
- Bryson, R., A. (1974) A perspective on climatic change: Climate responds rapidly and significantly to small changes of the independent variables. *Science* 184(4138) 753–760. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.184.4138.753> 4.1.2024.
- Bryson, R. A. & Dittberner, G. J. (1976) A non-equilibrium model of hemispheric mean surface temperature. *Journal of the Atmospheric Sciences* 33(11) 2094–2106. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1976\)033<2094:ANEMOH>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1976)033<2094:ANEMOH>2.0.CO;2)
- Cantell, H., Jutila, H., Kolehmainen, J., Lappalainen, S. & Sorvali, M. (2021) *Lukion maantiede GEOS1 Maailma muutoksessa*. Sanoma Pro, Helsinki.
- Cantell, H., Jutila, H., Lappalainen, S. & Sorvali, M. (2020) *GEOS1 Maailma muutoksessa*. Sanoma Pro, Helsinki.

- Deng, Z. (2020) *Knowledge, content, curriculum and didaktik: Beyond social realism*. Routledge, Abingdon.
- Deng, Z. (2021) Powerful knowledge, transformations and didaktik/curriculum thinking. *British Educational Research Journal* 47(6) 1652–1674. <https://doi.org/10.1002/berj.3748>
- Ervasti, V., Kytömäki, J., Paananen, J. & Tapana, P. (1990) *Lukiolaisen Terra 2*. WSOY, Helsinki.
- Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (1999) *Terra Nova Toimiva maapallo + Ihminen ja ympäristö*. WSOY, Helsinki.
- Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (2001) *Globus Toimiva maapallo + Ihminen ja ympäristö*. WSOY, Porvoo.
- Ervasti, V., Kytömäki, J. & Paananen, J. (2005) *Globus Sininen planeetta ja yhteinen maailma*. WSOY, Helsinki.
- Fleming, J. R. (1998) *Historical perspectives on climate change*. Oxford University Press, New York.
- Fedorov, E. K. (1979) Climatic change and human strategy. *World Climate Conference*. Geneva. https://dgvn.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf 4.1.2024.
- Gericke, N., Hudson, B., Olin-Scheller, C. & Stolare, M. (2018) Powerful knowledge, transformations and the need for empirical studies across school subjects. *London Review of Education* 16(3) 428–444. <https://doi.org/10.18546/LRE.16.3.06>
- Hiidenmaa, P. (2015) Oppikirjojen tutkimus. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) *Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa ympäristössä*, 27–40. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.
- Hudson, B., Gericke, N., Olin-Scheller, C. & Stolare, M. (2023) Trajectories of powerful knowledge and epistemic quality: Analysing the transformations from discipline across school subjects. *Journal of Curriculum Studies* 55(2) 119–137. <https://doi.org/10.1080/00220272.2023.2182164>
- Ikonen, P. (2009) Ilmastonmuutos lukiomaantieteen oppikirjoissa 1954–2005. *Natura* 46(3) 52–59.
- IPCC (1990) *Climate change: The IPCC scientific assessment*. Houghton, J. T., Jenkins, G. J. & Ephraums, J. J. (toim.). Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/report/ar1/wg1/>
- IPCC (1992) *Climate change: The 1990 and 1992 IPCC assessments*. WMO. <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>
- IPCC (1995) *Climate change 1995: The science of climate change*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/report/ar2/wg1/>
- IPCC (2001) *TAR climate change 2001: The scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/>
- IPCC (2007) *Climate change 2007: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- IPCC (2013) *Climate change 2013: The physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- IPCC (2018) Summary for policymakers. Teoksessa Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Pean, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Watersfield, T. (toim.) *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, 2–34. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IPCC (2021) Summary for policymakers. Teoksessa Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leizell, K., Lonnoy, E., Mathews, J. B. R., Maycoc, T. K., Waterfield, T., Yeleci, O., Yu, R. & Zhou, B. (toim.) *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 3–32. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- Kakko, I., Kenno, P. & Tyrväinen, H. (2003) *Lukion maantiede 1 Sininen planeetta*. Otava, Helsinki.
- Kakko, I., Kenno, P., Tyrväinen, H. & Fabritius, H. (2006) *Lukion maantiede 2 Yhteinen maailma*. Otava, Helsinki.
- Karén, L. (1979) Ilma kaipaa suojelua. *Helsingin Sanomat*. 24.2.1979.
- Keeling, C. D. (1960) The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. *Tellus* 12(2) 200–203. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1960.tb01300.x>
- Kouluhallitus (1985) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 1984*. Valtion painatuskeskus, Helsinki.
- Lambert, D. (2011) Reviewing the case for geography, and the “knowledge turn” in the English national curriculum. *The Curriculum Journal* 22(2) 243–264. <https://doi.org/10.1080/09585176.2011.574991>
- Lambert, D. (2016a) A response to Graves and Slater. *International Research in Geographical and Environmental Education* 25(3) 192–194. <https://doi.org/10.1080/10382046.2016.1155321>
- Lambert, D. (2016b) Geography. Teoksessa Wyse, D., Harward, L. & Pandya, J. (toim.) *The SAGE handbook of curriculum, pedagogy, and assessment*, 391–408. Sage, London.
- Lambert, D. (2017) Powerful disciplinary knowledge and curriculum features. Teoksessa Pyyry, N., Tainio,

- L., Juuti, K., Vasquez, R. & Paananen, M. (toim.) *Changing subjects, changing pedagogies: Diversities in school and education*. Publications of the Finnish Research Association for Subject Didactics, Studies in Subject Didactics 13, 14–31.
- Lambert, D., Solem, M. & Tani, S. (2015) Achieving human potential through geography education: A capabilities approach to curriculum making in schools. *Annals of the Association of American Geographers* 105(4) 723–735. <https://doi.org/10.1080/00045608.2015.1022128>
- Maantieteen tukimateriaalia (2019) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019 maantieteen moduulien sisältöjen tarkastelua*. Opetushallitus, Helsinki. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/oph_maantiede_tukimateriaali.pdf 10.4.2024.
- Maude, A. (2015) What is powerful knowledge and can it be found in the Australian geography curriculum? *Geographical Education* 28, 18–26. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1085994.pdf> 3.1.2024.
- Maude, A. (2017) Applying the concepts of powerful knowledge to school geography. Teoksessa Brooks, C., Butt, G. & Fargher, M. (toim.) *The power of geographical thinking*, 27–40. Springer, Cham.
- McCormick, R. A. & Ludwig, J. H. (1967) Climate modification by atmospheric aerosols. *Science* 156(3789) 1358–1359. <https://doi.org/10.1126/science.156.3780.1358>
- Miller, C. A. (2004) Climate science and the making of a global political order. Teoksessa Janasoff, S. (toim.) *States of knowledge*, 46–66. Routledge, London.
- Muller, J. & Young, M. (2019) Knowledge, power and powerful knowledge re-visited. *The Curriculum Journal* 30(2) 196–214. <https://doi.org/10.1080/09585176.2019.1570292>
- Munn, R. E. & Machta, L. (1979) Human activities that affect climate. *World Climate Conference 1979*. Geneve. https://library.wmo.int/viewer/54699/download?file=1979_wcc1-declaration.pdf&type=pdf&navigator=1 29.4.2024.
- National Research Council (1983) *Changing climate: Report of the carbon dioxide assessment committee*. The National Academies Press, Washington, DC. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18714/changing-climate-report-of-the-carbon-dioxide-assessment-committee> 7.6.2024.
- Opetushallitus (1994) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994*. Opetushallitus, Helsinki.
- Opetushallitus (2003) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Opetushallitus, Helsinki. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf 7.6.2024.
- Opetushallitus (2015) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Opetushallitus, Helsinki. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf 7.6.2024.
- Opetushallitus (2019) *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019*. Opetushallitus, Helsinki. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2019.pdf 7.6.2024.
- Peterson, T. C., Connolley, W. M. & Fleck, J. (2008) The myth of the 1970s global cooling scientific consensus. *Bulletin of the American Meteorological Society* 8(9) 1325–1338. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2370.1>
- Pietiäinen, J.-P. (2015) Ahneita kustantajia vai laadun tekijöitä? Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) *Laatua! Oppimateriaalit muuttavassa ympäristössä*, 57–65. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.
- Plass, G. N. (1956) The carbon dioxide theory of climatic change. *Tellus* 8(2) 140–152. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1956.tb01206.x>
- Puustinen, M. & Rantala, J. (2023) Politikointia koulussa – vai koululla? Opetuksen poliittisuus median uutisoinnista kummunneessa verkkokeskustelussa. *Politiikka* 65(1) 5–26. <https://doi.org/10.37452/politiikka.112334>
- Revelle, R. & Suess, H. E. (1957) Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric CO₂ during the past decades. *Tellus* 9(11) 18–27. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1957.tb01849.x>
- Ruuska, H. (2015) Opettajien ei tarvitse tehdä tyvälineitään. Teoksessa Ruuska, H., Löytönen, M. & Rutanen, A. (toim.) *Laatua! Oppimateriaalit muuttavassa ympäristössä*, 41–46. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.
- Roberts, M. (2014) Powerful knowledge and geographical education. *The Curriculum Journal* 25(2) 178–209. <https://doi.org/10.1080/09585176.2014.894481>
- Säily, L., Huttunen, R., Heikkinen, H. L. T., Kiilakoski, T. & Kujala, T. (2020) Designing education democratically through deliberative crowdsourcing: The case of the Finnish curriculum for basic education. *Journal of Curriculum Studies* 53(6) 841–856. <https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1857846>
- Tani, S., Cantell, H. & Hilander, M. (2020) Ylioppilaskokeet ja maantieteen merkityksellinen tieto. *Terra* 133(1) 3–16. <https://doi.org/10.30677/terra.82739>
- Virranmäki, E. (2022) Geography’s ability to enhance powerful thinking skills and knowledge. *Nordic Geographical Publications* 51(1) 1–78. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022030121345>
- Virranmäki, E., Valta-Hulkkonen, K. & Rusanen, J. (2019) Powerful knowledge and the significance of teaching geography for in-service upper secondary teachers – a case study from Northern Finland. *International Research in Geographical*

- and Environmental Education* 28(2) 103–117. <https://doi.org/10.1080/10382046.2018.1561637>
- White, R. M. (1979) Climate at the millennium. *World Climate Conference 1979*. Geneve. https://dgvn.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf 4.1.2024.
- World Climate Conference (1979) *A conference of experts on climate and mankind*. World Meteorological Organization, Geneva.
- Young, M. (2007) *Bringing knowledge back in: From social constructivism to social realism in the sociology of education*. Routledge, London.
- Young, M. (2008) From constructivism to realism in the sociology of curriculum. *Review of Research in Education* 32, 1–28. <https://doi.org/10.3102/0091732X07308>
- Young, M. (2013) Powerful knowledge: An analytically useful concept or just “sexy sounding term”? A response to John Beck’s “Powerful knowledge, esoteric knowledge, curriculum knowledge”. *Cambridge Journal of Education* 43(2) 195–198. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2013.776356>
- Young, M. & Muller, J. (2010) Three educational scenarios for the future: Lessons from sociology of knowledge. *European Journal of Education* 45(1) 11–27. <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2009.01413.x>
- Young, M. & Muller, J. (2014) On the powers of powerful knowledge. *Review of Education* 1(3) 229–250. <https://doi.org/10.1002/rev3.3017>
- Young, M. & Muller, J. (2016) *Curriculum and the specialization of knowledge: Studies in the sociology of education*. Routledge, London.