

# **Ilmastokasvatus osana ammatillisen perustutkinnon kemian opetusta**

Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

5.6.2024

Susanna Rynkä

## Tiivistelmä

Tutkielman kirjallisessa osassa käsitellään ilmastokasvatusta ammatillisessa koulutuksessa sekä ilmastokasvatuksen malleja ja oppimisen näkökulmaa. Lisäksi käsitellään ilmakehän rakennetta, kasvihuoneilmiötä ja veden, hiilen ja typen biogeokemiallisia kiertoja. Kirjallisuusosassa esitellään myös ilmastonmuutoksen nykytilaa ja ilmastonmuutokseen liittyviä virhekäsityksiä. Tutkimusten mukaan ilmastonmuutoksen ymmärtämisessä on tärkeää hahmottaa kokonaisuuden eri osatekijät. Lisäksi ilmastokasvatuksessa tulee oppia soveltamaan ja arvioimaan tietoa. Kouluttajan on tärkeää huomioida opiskelijoiden tunteet, kokemukset sekä valmiudet osallistua ilmastovastuulliseen toimintaan. Ilmastotieto tulee tehdä henkilökohtaisesti merkitykselliseksi ja käyttää aktiivisia sekä osallistavia opetusmenetelmiä. Lisäksi ilmastonmuutosta tulee käsitellä monitieteisesti ja syiden lisäksi tulisi käsitellä ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista. Aikaisempien tutkimusten mukaan opiskelijat haluavat enemmän oppijälähtöisiä, käytännönläheisiä ja pohdiskelevia oppimistapoja.

Tutkielman kokeellisessa osassa käytettiin kyselytutkimusta selvittämään mitä opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta sekä millaisia odotuksia heillä on ilmastokasvatukselle. Teemahaastattelulla selvitettiin kouluttajien asenteita, odotuksia ja toiveita ilmastokasvatukselle sekä valmiuksia opettaa ilmastonmuutokseen liittyviä aiheita. Tutkimusaineistolle tehtiin laadullinen sisällönanalyysi ja kyselytutkimuksessa saatua aineistoa analysoitiin lisäksi tilastollisin menetelmin. Kehittämistutkimuksena toteutettiin suunnitelma oppimiskokonaisuudesta, jota voidaan käyttää osana ammatillisen perustutkinnon fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden opetusta.

Opiskelijoiden odotukset ja osaaminen vaihtelivat. Noin puolet opiskelijoista odotti saavansa lisää tietoa ilmastonmuutoksesta opinnoissaan. Opiskelijat kokivat osaavansa parhaiten selittää sään ja ilmaston eron, mutta heikoiten typen kierron. Yli puolet opiskelijoista arvioi tietävänsä paljon ilmastonmuutoksen syistä ja osaavansa toimia ilmastovastuullisesti. Ilmastoahdistusta koki joka toinen opiskelija. Haastatteluissa kouluttajat toivoivat ilmastokasvatukseen lisää suunnitelmallisuutta, resursseja ja selkeitä esimerkkejä. Ilmastokasvatus nähtiin osana ammattialakohtaista opetusta ja haastavana opettavana aiheena.

## Esipuhe

Tutkielma on tehty Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella lukuvuoden 2023–2024 aikana. Aihe rajattiin syksyn 2023 aikana. Tutkimusaineiston keruu, opiskelijakysely ja kouluttajien haastattelu tehtiin helmi-maaliskuun 2024 aikana. Opinnot Jyväskylässä aloitin jo ylioppilasvuonnani 1994, mutta elämä vei ensimmäisen opiskeluvuoden jälkeen toisaalle. Olen kuitenkin useampaan otteeseen palannut opiskelemaan Jyväskylän yliopistoon ja kokenut sen aina antoisana ja virkistävänä. Alkuvuonna 2021 aloitin kemian maisteriopintoni työn ohessa. Ehkä viimeinen sysäys opintojeni loppuun saattamisessa oli Petteri Orpon hallitusohjelmaan kirjattu uhka aikuiskoulutusten lakkauttamisesta vuonna 2024, joten olin keväällä kolme kuukautta opintovapaalla tehden päätoimisesti tätä tutkimusta.

Kestävää kehitystä ammatillisessa koulutuksessa on tutkittu jonkin verran, mutta ilmastokasvatusta ei juurikaan. Ilmastokasvatusta käsitteleviin tutkimuksiin on yleensä vastannut lapsia ja nuoria perusasteelta ja lukiosta tai aikuisia korkeakouluista. Tutkielman aihe syntyi tarpeesta suunnitella ja toteuttaa ammatilliseen perustutkintoon ilmastovastuullisuuteen ja kestävään kehitykseen liittyvää opetus- ja opiskelumateriaalia aikuisopiskelijoille. Tutkielman aihe on rajattu ilmastokasvatukseen ja erityisesti haluttiin ottaa huomioon aikuisopiskelijan näkökulma aiheeseen. Kirjallisuushaussa hyödynnettiin Jyväskylän ja Helsingin yliopistojen kirjastoja ja Google Scholar -hakukonetta. Tekoälyä on hyödynnetty tutkielmassa Jyväskylän yliopiston ohjeiden mukaisesti. Tekoälyä (Copilot ja DeepL) on käytetty apuna englanninkielisen tekstin kääntämisessä sekä hyödynnetty (ChatGPT) joissakin kohdissa tekstin muokkaamisessa ja tiivistämisessä.

Iso kiitos tutkielmani ohjaaja FT, KM, yliopistonopettaja Jouni Välisaarille kärsivällisestä ja kannustavasta ohjauksesta sekä neuvoista tutkimuksen eri vaiheissa. Kiitos myös tutkimukseen osallistuneille opiskelijoille ja kouluttajille. Lopuksi haluan kiittää perhettäni tuesta ja ymmärryksestä opintojeni loppuun saattamisessa.

Helsingissä 5.6.2024

Susanna Rynkä

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	ii
Esipuhe .....	iii
Sisällysluettelo .....	iv
1. Johdanto .....	1
2. Ammatillinen koulutus Suomessa.....	3
2.1 Ammatillinen perustutkinto.....	5
2.2 Ilmastokasvatus ammatillisessa perustutkinnossa.....	6
2.3 Aikuiskasvatus ja ammattikasvatus.....	9
2.4 Elinikäinen ja jatkuva oppiminen.....	11
2.5 Transformatiivinen oppiminen .....	13
3. Ilmastokasvatus.....	13
3.1 Käsitteitä.....	14
3.2 Ilmastokasvatuksen malleja.....	16
3.3 Ilmastokasvatus oppimisen näkökulmasta .....	23
3.3.1 Laatu ilmastokasvatukseen .....	24
3.3.2 Opetusmenetelmät .....	25
3.3.3 Opettajan valmiudet .....	27
3.3.4 Opiskelijan osaaminen .....	27
3.3.5 Opiskelijan asenne.....	28
3.3.6 Oppimisympäristö .....	29
4. Ilmakehä.....	30
4.1 Kasvihuoneilmiö .....	34

4.2	Ilmastonmuutoksen taustatekijät .....	38
5.	Ilmastonmuutos.....	40
5.1	Ilmastonmuutoksen nykytila .....	41
5.2	Virhekäsityksiä .....	42
6.	Biogeokemiallinen kierto.....	45
6.1	Veden kierto.....	46
6.2	Hiilen kierto.....	47
6.3	Typen kierto.....	49
7.	Kehittämistutkimus .....	51
8.	Tutkimuskysymykset .....	53
9.	Tutkimusmenetelmät.....	53
9.1	Kehittämistutkimus .....	54
9.2	Kyselytutkimus.....	55
9.3	Haastattelututkimus .....	56
9.4	Sisällönanalyysi.....	57
9.5	Tilastollinen analyysi .....	58
10.	Tutkimusaineisto.....	59
10.1	Kyselytutkimus opiskelijoille.....	59
10.2	Haastattelututkimus kouluttajille.....	60
11.	Tulokset ja tulosten analysointi.....	60
11.1	Opiskelijakyselyn tulokset .....	60
11.1.1	Taustatiedot .....	60
11.1.2	Odotukset .....	62
11.1.3	Osaaminen.....	64

11.1.4	Toivo ja toiminta .....	68
11.1.5	Opiskelutavat ja muu palaute .....	71
11.2	Haastattelun tulokset .....	72
11.2.1	Taustatiedot .....	72
11.2.2	Kouluttajan odotukset, toiveet ja asenne.....	73
11.2.3	Ilmastovastuullisen toiminnan näkökulman huomioiminen koulutuksessa .....	75
11.2.4	Kouluttajan valmiudet opettaa ilmastovastuullisuutta .....	76
11.2.5	Opiskelijan odotukset, valmiudet ja asenteet kouluttajan näkökulmasta.....	79
11.2.6	Ilmastovastuun oppimisen esteet ja haasteet .....	81
11.2.7	Vaikuttavuus opiskelijan työpaikoilla tai työssäoppimispaikoissa.....	83
11.3	Kehittämistuotos.....	83
12.	Yhteenveto .....	85
12.1	Vastaukset tutkimuskysymyksiin .....	85
12.2	Pohdinta.....	87
12.3	Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus .....	89
12.4	Jatkotutkimusideat.....	91
13.	Kirjallisuus.....	92

## Liitteet

Liite 1: Opiskelijoiden kyselylomake

Liite 2: Opettajan haastattelurunko

Liite 3: Suunnitelma kemian oppimiskokonaisuudesta

Liite 4: Opettajan materiaali

## 1. Johdanto

Tieteellinen näyttö ilmastonmuutoksesta on edelleen vahvistunut ja ilmastonmuutoksen hillinnällä on jo kiire. Ilmastotoimien epäonnistuminen nähdään merkittävänä riskinä seuraavan kahden vuoden aikana globaalisti sekä Suomen kannalta (Dufva & Rekola, 2023).

Viimeisimmän hallitusten välisen ilmastonmuutospaneelin (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) raportissa todetaan, että ihmisten toiminta on lämmittänyt ilmakehää, meriä ja maaperää. Seurauksena tästä luonnossa on havaittu laajoja ja nopeita muutoksia. Ihmisten toiminta vaikuttaa erilaisten sään ääri-ilmiöiden, kuten helleaaltojen, rankkasateiden, kuivuuden ja trooppisten hirmumyrskyjen, esiintymiseen eri puolilla maailmaa. Ilmastopimusten mukaiset, maailmanlaajuisen lämpenemisen 1,5 asteen yläraja ylittyy tämän vuosisadan aikana, ellei hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjä onnistuta leikkaamaan merkittävästi. Ilmaston lämpenemisen pysäyttäminen halutulle tasolle edellyttää hiilidioksidipäästöjen rajoittamista. Lisäksi tulevaisuudessa hiilidioksidin nettopäästöt pitäisi saada nollassa ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjä on vähennettävä voimakkaasti. (IPCC, 2023)

Yhdistyneiden kansakuntien (YK) tavoitteisiin sisältyy koulutuksen parantaminen ilmastonmuutoksen hidastamiseksi, sopeutumiseksi, vaikutusten lieventämiseksi sekä lisätä kansalaisten ja instituutioiden tietoisuutta ja valmiuksia. (Suomen YK-liitto, 2024a) Ilmastokasvatus sekä ilmastonmuutoksen ja sen hillitsemiseen liittyvä opetuksen kehittäminen ovat ajankohtaisia aiheita, sillä monipuolinen ilmasto-osaaminen on olennaista kaikilla aloilla.

Ilmastokasvatuksessa haasteena on sen merkityksen tunnustaminen lasten ja nuorten kouluopetuksen ulkopuolella. Aikuisten ilmasto-osaamiseen ja -kasvatukseen onkin alettu kiinnittämään enemmän huomiota. (Lehtonen & Cantell, 2015) Ilmastonmuutoskasvatuksessa on keskitytty usein ilmastonmuutoksen luonnontieteellisiin syihin eli kasvihuonekaasujen vapautumiseen ilmakehään. Sen lisäksi olisi tärkeää pohtia asenteita, käyttäytymistä ja toimia. Ilmastokasvatuksesta on luotu kokonaisvaltaisia malleja, joissa ilmastokasvatuksen eri osa-

alueet huomioidaan. (Kagawa & Selby, 2012; Tolppanen, Aarnio-Linnanvuori, Cantell & Lehtonen, 2017)

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mitä aikuiset ammatillista perustutkintoa suorittavat opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta. Millaisia odotuksia, toiveita ja asenteita heillä on ilmastokasvatusta kohtaan? Aikaisemmat ilmastokasvatusta koskevat tutkimukset pääasiassa käsittelevät lasten ja nuorten ilmastokasvatusta, joten ammatillisen toisen asteen aikuisopiskelijoiden näkökulma oli kiinnostava. Vastauksia tutkimuskysymyksiin haettiin kyselytutkimuksella. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaista on hyvä ja opiskelijaa innostava opetus ilmastonmuutoksesta ja ilmastovastuusta. Kirjallisuusosassa verrataan eri ilmastokasvatuksen malleja ja esitellään aikaisemmissa tutkimuksissa esiin nousseita laadukkaan ilmastokasvatuksen piirteitä. Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin kouluttajia, jotka opettavat ammatillisessa perustutkinnossa. Haastattelulla pyrittiin kartoittamaan kouluttajien asenteita, toiveita ja valmiuksia opettaa ilmastonmuutokseen liittyviä aiheita.



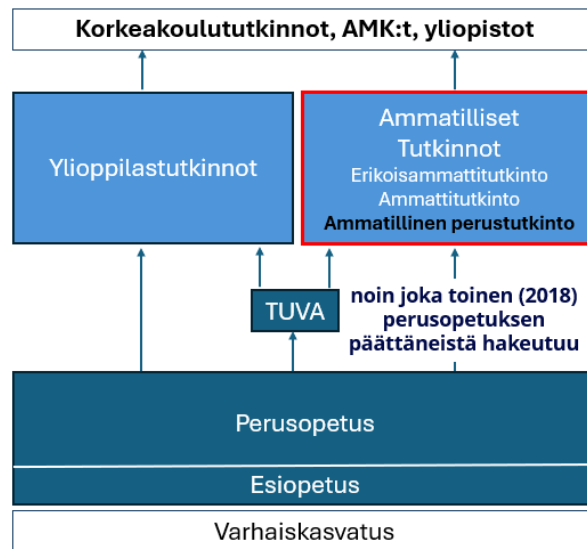
## 2. Ammatillinen koulutus Suomessa

Laki ammatillisesta koulutuksesta määrittelee ammatillisen koulutuksen tarkoituksen ja tavoitteet (Laki ammatillisesta koulutuksesta, 11.8.2017/531):

*”koulutuksen tarkoituksena on kohottaa ja ylläpitää väestön ammatillista osaamista, antaa mahdollisuus ammattitaidon osoittamiseen sen hankkimistavasta riippumatta, kehittää työ- ja elinkeinoelämää ja vastata sen osaamistarpeisiin, edistää työllisyyttä, antaa valmiuksia yrittäjyyteen ja työ- ja toimintakyvyn jatkuvaan ylläpitoon sekä tukea elinikäistä oppimista ja ammatillista kasvua”*

*”koulutuksen tavoitteena on lisäksi tukea opiskelijoiden kehitystä hyväksi, tasapainoisiksi ja sivistyneiksi ihmisiksi ja yhteiskunnan jäseniksi sekä antaa opiskelijoille jatko-opintovalmiuksien, ammatillisen kehittymisen, harrastusten sekä persoonallisuuden monipuolisen kehittämisen kannalta tarpeellisia tietoja ja taitoja”*

Ammatillisen koulutuksen sijoittuminen Suomen koulutusjärjestelmässä on esitetty kuvassa 1. Peruskoulun jälkeinen toisen asteen koulutus käsittää lukiokoulutuksen ja ammatillisen koulutuksen. Ammatillisessa koulutuksessa on mahdollista suorittaa ammatillinen perustutkinto, ammattitutkinto ja erikoisammattitutkinto. Opiskelija voi suorittaa koko tutkinnon, tutkinnon osia tai vain yhden tutkinnon osan. Vuonna 2018 noin joka toinen peruskoulun päättäneistä oppilaista hakeutui opiskelemaan ammatilliseen koulutukseen. (Opetushallitus, 2024a) Myös työuran aikana voidaan hakeutua ammatilliseen koulutukseen lisä- ja täydennyskoulutukseen sekä opiskelemaan uutta ammattia. Ammatillisissa perustutkinnoissa hankitaan alan vaatimat perustaidot, kun taas ammatti- ja erikoisammattitutkinnot tarjoavat mahdollisuuden osaamisen kehittämiseen työuran eri vaiheissa. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2024)



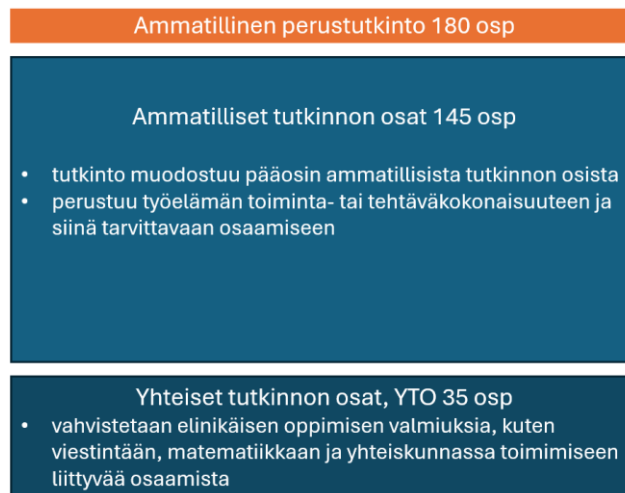
Kuva 1. Ammatillinen koulutus Suomen koulutusjärjestelmässä. (Opetushallitus, 2024a)

Ammatillisen koulutuksen keskeisin tehtävä on tarjota yksilöllistä ammatillista osaamista opiskelijoiden ja työelämän tarpeiden mukaisesti. Työelämä ja yhteiskunta muuttuvat ja tämä edellyttää myös ammatillisen koulutuksen uudistumista. Vuoden 2018 alussa voimaan tullut reformi korostaa opiskelijan henkilökohtaista opintopolkua, laaja-alaista osaamista ja tiivistä yhteistyötä työelämän kanssa. Uudistetussa ammatillisessa koulutuksessa suurin muutos oli siirtyminen järjestelmäkeskeisyydestä osaamisperusteisuuteen. Reformissa yhdistyivät myös nuorten ja aikuisten koulutukset. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2017)

Opetushallitus määrää tutkintorakenteessa oleville tutkinnoille tutkinnon perusteet. Tutkinnon perusteet valmistellaan yhteistyössä työ- ja elinkeinoelämän edustajien, koulutuksen järjestäjien, asianomaisen työelämätoimikunnan ja muiden keskeisten sidosryhmien kanssa. Ammatillinen perustutkinto antaa opiskelijalle ammatilliset valmiudet alan eri tehtäviin ja vähintään yhdellä työelämän osa-alueella erikoistuneempaa osaamista ja työelämän edellyttämää ammattitaitoa. Ammattitutkinto tuottaa perustutkintoa syvällisempää osaamista työelämän tarpeisiin, lisäksi ammattitutkinnossa ammattitaito kohdistuu rajatuimpiin työtehtäviin. Erikoisammattitutkinnossa hankitaan työelämän tarpeiden mukaista ammattiosaamista, mikä on syvällisempää kuin ammattitutkinnossa tai osaaminen on monialaista. (Opetushallitus, 2024b)

## 2.1 Ammatillinen perustutkinto

Ammatillinen perustutkinto (180 osp) muodostuu ammatillisista tutkinnon osista (145 osp) ja yhteisistä tutkinnon osista (35 osp). Ammatillisen perustutkinnon rakenne on esitelty kuvassa 2. Osaamispisteet (osp) kuvaavat tutkinnon osan osaamisen laajuutta, vaikeusastetta ja merkitystä suhteessa koko tutkinnon ammattitaitovaatimuksiin ja osaamistavoitteisiin. Ne eivät kuitenkaan kuvaa tutkinnon osan opiskeluun käytettyä aikaa tai opetuksen määrää. Ammatilliset tutkinnon osat perustuvat toimialalla vaadittavaan osaamiseen, alan työprosesseihin ja tehtäväkokonaisuuksiin. Koulutuksen järjestäjä voi laatia perustutkintoihin omia paikallisia tutkinnon osia, joilla vastataan paikallisen työelämän osaamistarpeisiin. (Opetushallitus, 2024c) Ammatillisen perustutkinnon suorittaminen voi tapahtua ammatillisena peruskoulutuksena, näyttötutkintona, oppisopimuskoulutuksena tai kaksoistutkintona (ammattikoulut.fi, 2020).



Kuva 2. Ammatillisen perustutkinnon rakenne.

Kaikkiin ammatillisiin perustutkintoihin on 1.8.2022 alkaen otettu käyttöön uudistetut yhteiset tutkinnon osat (YTO) (Opetushallitus, 2024d). YTO-opinnoilla vahvistetaan työssä ja elämässä tarvittavia perustaitoja sekä valmiuksia jatko-opintoihin ja elinikäiseen oppimiseen. Kaikille perustutkinnoille pakolliset yhteiset tutkinnon osat ja niiden osa-alueet on esitetty taulukossa 1. (Opetushallitus, 2024c)

Taulukko 1. Ammatillisen perustutkinnon pakolliset yhteisten tutkinnon osien osa-alueet eli pakolliset YTO-opinnot.

<b>Viestintä ja vuorovaikutusosaaminen, 11 osp</b>	<b>Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen, 6 osp</b>	<b>Yhteiskunta- ja työelämäosaaminen, 9 osp</b>
Viestintä ja vuorovaikutus äidinkielellä, suomi, 4 osp	Matematiikka ja matematiikan soveltaminen, 4 osp	Yhteiskunnassa ja kansalaisena toimiminen, 2 osp
Viestintä ja vuorovaikutus toisella kotimaisella kielellä, ruotsi, 1 osp	Fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt ja niiden soveltaminen, 2 osp	Työelämässä toimiminen, 2 osp
Viestintä ja vuorovaikutus vieraalla kielellä, englanti, 3 osp		Opiskelu- ja urasuunnitteluvälmiudet, 1 osp
Toiminta digitaalisessa ympäristössä, 2 osp		Yrittäjyys ja yrittäjämäinen toiminta, 1 osp
Taide ja luova ilmaisu, 1 osp		Työkyvyn ja hyvinvoinnin ylläpitäminen, 2 osp
		Kestävän kehityksen edistäminen, 1 osp

## 2.2 Ilmastokasvatus ammatillisessa perustutkinnossa

Ilmastokasvatusta annetaan Suomessa varhaiskasvatuksessa, perusopetuksessa, toisen asteen koulutuksessa ja aikuisille esimerkiksi järjestöissä, kunnallisissa palveluissa ja mediassa. Ilmastonmuutoksen ymmärtäminen ja kestävän kehityksen näkökulmat on suomalaisissa opetussuunnitelmissa nostettu opetuksen sisällöllisiin tavoitteisiin. Perusopetuksen arvoperusteista yksi on kestävän elämäntavan välttämättömyys (Opetushallitus, 2014) Perusopetus luokin pohjan suomalaiselle toisen ja korkea-asteen koulutukselle. Tulevaisuuden haasteena ilmastokasvatuksessa on sen merkityksen tunnustaminen muuallakin kuin lasten ja nuorten kouluopetuksessa. Aikuisten ilmasto-osaamiseen ja -kasvatukseen on alettu kiinnittämään enemmän huomiota. Ilmasto-osaamisen integroiminen ihmisten arkeen, eri aloille ja työpaikoille vaatii ilmastokasvatuksen vahvistamista viestinnässä sekä toisen asteen että korkea-asteen koulutuksessa. Aikuisten ilmastokasvatuksessa toimintamallit ja motivointikeinot ovat luonnollisesti erilaiset. (Lehtonen & Cantell, 2015)

Kestävän kehityksen osaaminen sisältyy ammatillisiin opintoihin läpileikkaavana, ammattitaitovaatimuksina, tutkinnon osina ja tutkintoina. Jokaiseen tutkintoon sisältyy kestävän kehityksen osaamista alan työelämävaatimusten mukaisesti. Perustutkinnon pakolliset YTO-opinnot kestävän kehityksen edistämisessä korostavat kestävän kehityksen tarpeen ymmärrystä, systeemistä ajattelua, kiertotaloutta ja eettisiä näkökulmia. Lisäksi

kestävään kehitykseen voi erikoistua valinnaisilla opinnoilla. (Opetushallitus, 2024e) YTO kestävän kehityksen edistämisen valinnaiset osaamistavoitteet sisältävät kestävän kehityksen toimintatapojen suunnittelua, aktiivista toimintaa ja toiminnan onnistumisen arviointia. (Opetushallitus, 2024f) Lisäksi opetushallitus on laatinut kestävän kehityksen kuvaukset ja osaamistavoitteet vastuulliseen viestintään, luonnon kiertokulkuun ja ympäristökysymyksiin, kestävän tulevaisuuden rakentamiseen sekä kiertotalouden liiketoimintaan. YTO-valinnaisten osa-alueiden lisäksi on valinnainen tutkinnon osa ilmastovastuullinen toiminta, jossa opiskellaan toimialan ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen liittyviä asioita. (Opetushallitus, 2024e)

Ammatillisessa koulutuksessa on tärkeää rakentaa varsinaisten ammattitaitojen lisäksi valmiuksia muuttuvaan työelämään ja vastuullista ammatti-identiteettiä. Vaikka digitalisaation edetessä mekaanisia tehtäviä voidaan siirtää roboteille, niin vastuullisen liiketoiminnan ja työskentelytapojen kehittämisessä tarvitaan ihmisten ajattelua ja arvoja. Myös siirtyminen päästöttömään tai vähäpäästöiseen tuotantoon vaatii monilla aloilla uudenlaista osaamista. Teknisen osaamisen lisäksi ammattilainen tarvitsee syvempää ymmärrystä alansa ja työnsä vaikutuksesta kestävään tulevaisuuteen. Osaamista tarvitaan, että voidaan arvioida ja kehittää uusia työskentelytapoja. (Nevala, Hämeenoja & Lundgren, 2019)

Kun etsimme ratkaisuja hillitä ilmastonmuutosta ja tavoitellaan kestävää tulevaisuutta, niin luonnonvarojen kestävä käyttö ja materiaalien kiertotalous ovat keskeisessä roolissa. Kestävän kehityksen osaamisen merkitys ja sisältö vaihtelevat eri ammateissa, mutta on myös osaamista, jota tarvitaan kaikilla aloilla. Ammatillisessa koulutuksessa tämä tarkoittaa, että kaikille opiskelijoille pitäisi tarjota perusosaaminen kestävyystavoitteista ja hiilineutraalin kiertotalouden perusteista. Kestävän kehityksen laaja-alainen näkemys, kiertotalouden ja tuotteiden elinkaaren ymmärrys sekä resurssitehokkuus ovat tärkeitä alasta riippumatta. (Opetushallitus, 2024e; Pajunen, 2021). Syventävää osaamista on työn suorittaminen uudella tavalla ja se miten kiertotaloutta toteutetaan eri aloilla (Pajunen, 2021).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kehittää opetusmateriaalia ilmastokasvatukseen aikuisille perustutkinto-opiskelijoille. Ammatillisessa perustutkinnossa on 1.8.2021 tullut voimaan

yhteisten tutkinnon osien valinnaiset osaamistavoitteet, joissa opetusmateriaalia voi hyödyntää: Fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt ja niiden soveltaminen, aiheena luonnon kiertokulku ja ympäristökysymykset, 3 osp. (Opintopolku, 2024a)

*”Tavoite: Opit luonnontieteen perustaa keskeisiin ympäristökysymyksiin, kuten ilmastonmuutos, ja tähän liittyviä luonnonilmiöitä, kuten veden kiertokulku. Opit hahmottamaan materiaalien kulkua ja uudelleenkäyttötapoja.*

*Osaamistavoitteet:*

*Luonnon kiertokulun ja ympäristökysymysten ymmärtäminen*

*Opiskelija*

- *tunnistaa ilmastonmuutoksen fysikaalisena ilmiönä (hiilen kierto)*
- *tietää ihmisen toiminnan vaikutuksen ilmastonmuutokseen*
- *hahmottaa veden kiertokulun ja sen yhteyden ilmastonmuutokseen.*

*Materiaalien tunnistaminen ja tiedon soveltaminen*

- *tunnistaa materiaalien (esim. muovi, tekstiili) rakenteen ja merkityksen ympäristölle*
- *hahmottaa materiaali-jätteen, kuten muoviroskan, merkityksen vesistöjen (esim. Itämeri) ja muiden ympäristöjen saastumiseen ja tunnistaa tapoja vähentää saastumista*
- *tunnistaa materiaalien erilaisia uudelleenkäyttömuotoja.”*

Opetusmateriaalia voi hyödyntää myös Ilmastovastuullinen toiminta, 15 osp valinnaisessa tutkinnonosassa. Esimerkiksi kasvatus- ja ohjausalan perustutkinnossa ilmastovastuullisen toiminnan ammattitaitovaatimukset ovat (Opintopolku, 2024b):

*”Ilmastonmuutoksen lähtökohtien selvittäminen*

*Opiskelija*

- *ymmärtää ilmastomuutoksen ilmiönä ja ihmisen toiminnan vaikutuksen siihen sekä ratkaisujen tarpeen*

- *tunnistaa suomalaisen toimintaympäristön erityispiirteitä ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen*
- *tunnistaa keskeisiä ilmastonmuutokseen vaikuttavia tekijöitä omalla alallaan*
- *tunnistaa vaikutusmahdollisuuksia ilmastonmuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen omassa työtehtävässään.*

#### *Ilmastonmuutoksen vaikutusten ja ratkaisujen esittäminen*

##### *Opiskelija*

- *selvittää oman työnsä, työyhteisönsä toiminnan, tuotteen tai palvelun ilmastovaikutuksia*
- *pohtii käytännön ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillintään tai siihen sopeutumiseen toimialallaan*
- *arvioi ja vertailee pohtimiensa ilmastoratkaisujen toteuttamiskelpoisuutta ja taloudellisuutta*
- *ehdottaa käytännössä toteuttavissa olevia perusteltuja ratkaisuja työnsä tai työyhteisönsä toiminnan, tuotteen tai palvelun kehittämiseen ilmastovaikutusten vähentämiseksi*

#### *Ilmastovastuullisen toiminnan vahvistaminen*

##### *Opiskelija*

- *viestii ehdottamistaan ilmastoratkaisuista työyhteisössään*
- *osallistuu toimintaan, jolla kehitetään ilmastotietoisuutta ja -asioita työyhteisössä*

*kannustaa omalla toiminnaltaan muita ilmastovastuuseen”*

## 2.3 Aikuiskasvatus ja ammattikasvatus

Kasvatustieteen osa-alueet ovat yleinen kasvatustiede, erityispedagogiikka ja aikuiskasvatustiede. Aikuiskasvatustieteestä käytetään myös lyhyempää ja yksinkertaisempaa nimitystä aikuiskasvatus. Aikuisuuden ikäraja voidaan määrittää muutoinkin kuin biologisen iän perusteella. Aikuiskasvatus rajautuukin karkeasti koulutuksen mukaan peruskoulun ja

toisen asteen koulutuksen jälkeiseen vaiheeseen ja biologisen iän perusteella 18–25 vuoden jälkeiseen vaiheeseen. Aikuisuus on kuitenkin suhteellinen käsite, joka määrittyy suhteessa lapsuuteen, nuoruuteen, koulutukseen, työhön ja täysivaltaisuuteen. Aikuisuus voidaan kokea eri tavalla eri aikoina, eri sosiaalisissa ja kulttuurisissa yhteisöissä. Iän lisäksi aikuisuutta voidaan mitata juridisen, sosiaalisen ja kulttuurisen mittapuun avulla. (Rinne, Kivirauma & Lehtinen, 2015)

Termejä aikuiskoulutus ja aikuiskasvatus käytetään toistensa kanssa rinnakkain. Aikuiskoulutus viittaa enemmän institutionaaliseen koulutukseen, kun taas aikuiskasvatus keskittyy enemmän koulutusinstituution ulkopuoliseen oppimiseen ja kehittymiseen. Aikuiskoulutus-termin käyttö on yleistynyt 1970-luvulta lähtien, mikä heijastaa ammatillisen aikuiskoulutuksen aseman vahvistumista. Osa aikuiskoulutusta tarjoavista instituutioista järjestää enemmän vapaan sivistystyön perinteeseen kytkeytyvää aikuisopiskelua, osa vahvemmin ammatillisia ja työelämään kytkeytyviä opintojaksoja. Osa opiskelusta johtaa tutkintoihin ja osa ei. Suomessa on vakiintunut jako aikuiskoulutuksessa omaehtoiseen aikuiskoulutukseen, henkilöstökoulutukseen ja työvoimapoliittiseen koulutukseen. (Rinne ym., 2015)

Aikuiskoulutuksella on omat erityispiirteensä verrattuna lasten ja nuorten koulutukseen. Aikuisen elämäntilanne eroaa lapsen tilanteesta. Lapsi tarvitsee aikuisen huolenpitoa. Oppiminen on lapsen tärkein tehtävä elämässä, kun hän valmistautuu aikuisuuden tehtäviin ja vastuisiin. Lisäksi lapset ja nuoret käyvät koulua kokoaikaisesti. Aikuisilla sen sijaan on monia muita rooleja ja vastuita, kuten työ ja perhe, ja lisäksi opiskelu voi olla osa-aikaista. Keskeinen ominaisuus, mikä erottaa lapset ja aikuiset oppijoina, on aikuisen elämäkokemus. Elämäkokemukset ovat myös rikas oppimisen resurssi. Kokemukset vaikuttavat ajatteluun ja toimintatapoihin sekä antavat merkityksiä koulutukselle. (Merriam & Bierema, 2013; Rinne ym., 2015) Aikuinen on myös eri elämänvaiheessa kuin lapsi. Näistä seuraa, että aikuisen oppimistarpeet ja kiinnostuksen kohteet eroavat lasten tarpeista ja kiinnostuksen kohteista. Aikuisia motivoi halu parantaa tilannetta elämässään. Motivaatio voi liittyä työhön, syy voi olla henkilökohtainen, sosiaalinen tai yhteisöllinen. Jotkut aikuiset haluavat oppia myös oppimisen ilosta, mutta sillä, mitä he valitsevat opiskelevansa ”huvikseen”, on todennäköisesti tekemistä heidän elämänvaiheensa ja aiempien kokemustensa kanssa. (Merriam & Bierema, 2013)



Oppijan aikaisemmat kokemukset ja mielenkiinto opittavaan asiaan siis ohjailevat aikuisen oppimista. Tietoisesti tai tiedostamatta aikuiset säätelevät sitä mitä he haluavat oppia ja mitä eivät. Aikuiset ovat usein skeptisiä oppimaan sellaisia asioita, joita he eivät itse miellä tai ymmärrä tärkeiksi. Aikuiset eivät sitoudu oppimaan jotain, mikä ei ole kiinnostavaa tai jonka merkitystä he eivät ymmärrä. Itseohjautuvuutta pidetään aikuisille ominaisena taitona. Aikuisella on kyky ja halu ottaa vastuuta käyttäytymisestään, teoistaan, mielipiteistään ja oppimisestaan. (Illeris, 2003) Eri ihmisillä on erilaiset henkilökohtaiset, kokemukseen, koulutukseen ja persoonallisuuteen liittyvät valmiudet toimia itseohjautuvasti (Lemmetty, 2020).

Ammattikasvatus on nuorten ja aikuisten kasvattamista ammattiin eli ammatin oppimista ja ammatillisen kasvun elinikäinen prosessi. Ammattikasvatus on organisoitua koulutusta, jonka tavoitteena on tarjota opiskelijoille tarvittavat tiedot ja taidot ammatissa ja työelämässä menestymiseen sekä edistää heidän kasvuun aktiivisiksi kansalaisiksi ja yhteiskunnan jäseniksi (Siirilä & Laukia, 2021). Ammattikasvatuksen ydintehtävä on kasvattaa nuoria ja aikuisia, pyrkien vaikuttamaan heidän ammatilliseen kasvuprosessiinsa. Ammattikasvatus poikkeaa aikuiskasvatuksesta siten, että ammattikasvatuksen kohderyhmän ikäjakauma (15–68 vuotta) on laajempi. (Nokelainen, 2022) Ammattikasvatuksen yhteydessä ammatillisella koulutuksella voidaan tarkoitaa sekä toisen asteen ammatillista koulutusta että ammatillista korkeakoulua. Tieteenalana ammattikasvatus tutkii ammatillista koulutusta, ammattiin ja työelämään liittyvää osaamista, oppimista ja kasvamista. Se toimii formaalisen koulutuksen ja työelämän välisessä rajapinnassa. (Siirilä & Laukia, 2021)

#### 2.4 Elinikäinen ja jatkuva oppiminen

Oppiminen on osa ihmisen perusolemusta läpi koko elämän. Ihminen on jatkuvasti vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa ja hankkii tietoisesti, tiedostamatta, tarkoituksellisesti tai satunnaisesti erilaisia kokemuksia ja tyydyttää näin erilaisia tarpeitaan. Oppimisen tarpeet ja haasteet muuttuvat, joten ihmisellä on tarve osallistua myös tarkoituksellisiin, organisoituihin opintoihin. Opintoihin liittyvät tarpeet syntyvät ensisijaisesti yksilön ulkopuolella, erityisesti työelämän jatkuvan kehittymisen vaatimuksina. (Pantzar, 2006)

Elinikäisen oppimisen käsitteen käyttöön on siirrytty 1990-luvulla (Rinne ym., 2015). Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisemassa sanastossa elinikäinen oppiminen kuvataan seuraavasti:

*”Elinikäisen oppimisen käsitteellä halutaan korostaa, että oppimista tapahtuu myös muulloin kuin esimerkiksi perusopetuksen aikana tai henkilön ensimmäiseen tutkintoon tähtäävässä koulutuksessa (1). Elinikäinen oppiminen alkaa jo ennen oppivelvollisuutta ja jatkuu termin mukaisesti elämänsä loppuun saakka. Elinikäistä oppimista tapahtuu paitsi erilaisissa koulutuksissa (2), myös kaikissa arjen ja työn tilanteissa.”*

(Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Sanastokeskus ry)

Elinikäisen oppimisen taustalla on humanistinen ja sivistyksellinen tarkoitus, jota pyrittiin 1980- ja 1990-luvuilla edistämään täydennyskoulutuksen ja vapaan sivistystyön myötä. Vuonna 2019 hallitusohjelmaan kirjatun jatkuvan oppimisen uudistuksen vuoksi aikuisten oppiminen on ollut vahvasti esillä. Suomessa jatkuvalla oppimisella poliittisesti viitataan aikuisväestön työuran aikana tapahtuvaan oppimiseen sekä oppimisen tukemiseen yhteiskunnan tasolla. Jatkuva oppimisen käsite eroaa elinikäisen oppimisen käsitteestä siten, että jatkuva oppiminen korostaa työelämälähtöisyyttä ja -osaamista. Siinä on keskeistä oppijan yksilöllinen vastuu omasta oppimisesta ja kehittymisen ylläpitämisestä läpi työuran. Kasvatustieteellisessä tutkimuksessa jatkuvaa oppimista ei nähdä iän tai metodin, vaan erilaisten oppimistilanteiden keskinäisen suhteen kautta. Oppimisen jatkuvuus voidaan nähdä konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti jatkuvana tiedon rakentumisena aikaisemman ymmärryksen ja ajatus- tai toimintarakenteiden päälle. (Lemmetty & Collin, 2022)

Euroopan Unionin (EU) suosituksena on, että elinikäisen oppimisen strategiaan kuuluisi avaintaitojen opettaminen kaikille kansalaisille. Elinikäisen oppimisen avaintaidot ovat tietoja, taitoja ja asenteita, joita kaikki tarvitsevat. Avaintaidot edistävät itsensä toteuttamista ja kehittämistä, työllistymistä, sosiaalista osallisuutta, aktiivista kansalaisuutta sekä taitoa kestävään elämäntapaan. Avaintaidot ovat sidoksissa toisiinsa ja keskenään yhtä tärkeitä. Ammatillisissa perustutkinnoissa elinikäisen oppimisen avaintaitoja on yhteisissä tutkinnon osissa. Ammatillisessa koulutuksessa on tärkeää, että oppimisympäristöt, toimintakulttuuri ja opetushenkilöstön osaaminen tukevat elinikäisen oppimisen avaintaitojen kehittymistä. (European Commission, 2024; Opetushallitus, 2024g)

## 2.5 Transformatiivinen oppiminen

Transformatiiviselle oppimiselle ei ole yhtä määritelmää. O’Sullivan, Morrell ja O’Connor (2002) määrittivät transformatiivisen oppimisen syvänä, rakenteellisen muutoksen kokemuksena, ajattelussa, tunteissa ja toiminnassa. ”*Se on tietoisuuden muutos, joka muuttaa dramaattisesti ja pysyvästi tapojamme olla maailmassa*”. Usein transformatiivinen oppiminen on liitetty aikuiskoulutukseen ja ammatilliseen koulutukseen. Se on erityisen merkityksellistä aikuisten oppimiskonteksteissa, koska se haastaa aikuisten vakiintuneita tapoja ajatella ja kannustaa oppijoita kyseenalaistamaan oletuksiaan, uskomuksiaan, tunteitaan ja näkökulmiaan. (Wang, Torrisi-Steele & Reinsfield, 2021) Transformatiivisen oppimisen tavoitteena on kehittää opiskelijoista itsenäisiä, kriittisiä ajattelijoita ja tukea heitä toimimaan aktiivisina kansalaisina demokraattisessa yhteiskunnassa (Tolppanen, Kang & Tirri, 2023). Transformatiivisen oppimisen näkökulmaa voidaan pitää kestävän kehityksen tutkimuksessa hyödyllisenä, koska kestävään kehitykseen liittyy teknisten haasteiden lisäksi myös sosiaalisia ja kulttuurisia muutoksia. Kestävän kehityksen transformatiivisen oppimisen näkökulma huomioi arvostetut, rakenteelliset ja kulttuuriset rajoitteet. Transformatiivinen oppiminen on prosessillista, vuorovaikutteista, pitkäkestoista ja usein myös hankalaa. (Boström, ym., 2018)

## 3. Ilmastokasvatus

Ilmastonmuutos on merkittävä haaste kestävälle kehitykselle. Ilmasto lämpenee, merenpinta nousee, sademäärät muuttuvat aiheuttaen kuivuutta ja tulvia. Äärimmäiset sääilmiöt, kuten myrskyt, syklonit ja helleaallot, yleistyvät ja voimistuvat. Ilmastonmuutos aiheuttaa useita toisiinsa liittyviä haasteita, kuten elintarviketuotantoon kohdistuvaa paineen kasvua sekä terveys- ja katastrofiriskejä. (IPCC, 2021; UNESCO, 2013) YK:n kestävän kehityksen 13. tavoite korostaa kiireellistä tarvetta taistella ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan. Yksi sen alatavoitteista on parantaa koulutusta, lisätä tietoisuutta ja vahvistaa kansalaisten sekä instituutioiden valmiuksia ilmastonmuutoksen hidastamisessa, sopeutumisessa, vaikutusten lieventämisessä ja ennakkovaroituksissa. (Suomen YK-liitto, 2024a)

Ilmastotoimien epäonnistuminen nähdään merkittävänä riskinä seuraavan kahden vuoden aikana globaalisti sekä Suomen kannalta (Dufva & Rekola, 2023). Ilmasto, ilmastonmuutokseen ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseen liittyvä kasvatuksen ja opetuksen kehittäminen on ajankohtainen aihe, koska laaja-alainen ilmasto-osaaminen on välttämätön tulevaisuuden taito yhteiskunnan kaikilla aloilla. Viime vuosina ilmastokasvatuksen tarve on kasvanut, koska 1) ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät globaalisti ja paikallisesti yhä voimakkaammin kaikkialla luonnossa ja yhteiskunnassa, 2) ilmastonmuutoksen ymmärtäminen edellyttää laaja-alaisen oppimisen valmiuksia, ja 3) ilmastonmuutokseen liittyy monia harhakäsityksiä ja ennakkoluuloja. (Lehtonen & Cantell, 2015)

Ilmastokasvatuksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä ilmastonmuutoksesta ilmiönä sekä ohjata ihmisten käyttäytymistä ja toimintaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Ilmastokasvatuksessa on tärkeää ottaa huomioon ihmisten tunteet, aiemmat kokemukset sekä valmiudet ja mahdollisuudet osallistua ilmastovastuulliseen toimintaan ja tekoihin. Suomessa ilmastokasvatusta tarjotaan varhaiskasvatuksessa, perusopetuksessa, toisen asteen koulutuksessa ja myös aikuisille osana jatkuvaa oppimista. (Lehtonen & Cantell, 2015)

Nykyiset pyrkimykset vähentää päästöjä teknologian ja rahoituspolitiikan avulla eivät ole toistaiseksi osoittautuneet onnistuneiksi ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sopeutumisessa. Näiden lisäksi tarvitaan laajempia rakenteellisia, kulttuurisia ja käyttäytymisen muutoksia. Tarvitaan transformatiivisia muutoksia siihen, miten ajattelemme, toimimme ja suhtaudumme nykyisiin ja tuleviin sukupolviin. Koulutuksella on tässä ratkaiseva rooli. (Mochizuki & Bryan, 2015)

### 3.1 Käsitteitä

Vuonna 1975 Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma (UNEP, *United Nations Environment Programme*) ja Yhdistyneiden kansakuntien kasvatustieteiden ja kulttuurijärjestö (UNESCO, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) asettivat Belgradissa päätavoitteet ympäristökasvatukselle. **Ympäristökasvatuksen** tavoitteena on

kestävän kehityksen mukainen elämä. Suomessa ympäristökasvatus tuli perusopetuksen opetussuunnitelmaan vuoden 1985 opetussuunnitelmauudistuksessa. (Cantell, Aarnio-Linnanvuori & Tani, 2020, s.114-115) YK:n Brundtlandin komissio raportissa vuonna 1987 määritteli **kestävän kehityksen** sosiaalisesti, taloudelliseksi, ympäristölliseksi ja kulttuuriseksi kehitykseksi, joka ei vaaranna tulevien sukupolvien oikeutta omaan kehitykseensä. (Suomen YK-liitto, 2024b) **Kestävän kehityksen kasvatusta** edistää jatkuvaa oppimisprosessia, jossa yksilöiden ja yhteisöjen arvot, tiedot, taidot ja toimintatavat muuttuvat ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävän kehityksen periaatteiden mukaisiksi. (Ratinen, Kinni, Muotka & Sarivaara, 2019)

**Ilmastokasvatus** on osa ympäristö- ja kestävän kehityksen kasvatusta, jossa oppijaa ohjataan kohti kestävästä elämäntapaa ja pyritään löytämään ratkaisukeskeisiä ja sosiaalisesti hyväksyttäviä keinoja ilmastopäästöjen vähentämiseen, hiilinielujen lisäämiseen ja ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Ilmastokasvatuksessa globaali näkökulma on olennainen, kun ympäristökasvatuksessa aiheita voidaan tarkastella hyvin paikallisesti. (Ratinen ym., 2019) Ilmastonmuutosta koskevasta kasvatuksesta käytetään kansainvälisesti myös termiä **ilmastonmuutoskasvatus** (*Climate Change Education, CCE*).

Ilmastonmuutosta on kutsuttu viheliäiseksi ongelmaksi (*wicked problem*). **Viheliäinen, pirullinen tai ilkeä ongelma** on erityisen vaikea ratkaista, koska siihen liittyy paljon tekijöitä ja muuttujia, jotka tekevät siitä monimutkaisen. Tällaiseen ongelmaan liittyy usein erilaisia arvoja ja näkökulmia. (Sitra, ei pvm) Viheliäiselle ongelmalle on vaikea hahmottaa syiden ja seurausten välisiä yhteyksiä ja suhteuttaa sitä omaan arkikokemukseen. Viheliäiselle ongelmalle on ominaista, että sen ratkaisemiseksi ei ole yksiselitteistä ja kaikkia tyydyttävää ratkaisua. Niihin liittyvä poliittinen päätöksenteko on yleensä hidasta. (Tolppanen ym., 2017)

Lainisen (2019) mukaan **ekososiaalinen sivistys** tarkoittaa viitekehystä, jossa:

” kasvatuksen ja ihmisenä kasvun keinoin tavoitellaan sivistystä, jonka päämääränä on turvata hyvän elämän edellytykset nykyisille ihmisille ja tuleville sukupolville sekä eliökunnalle.”

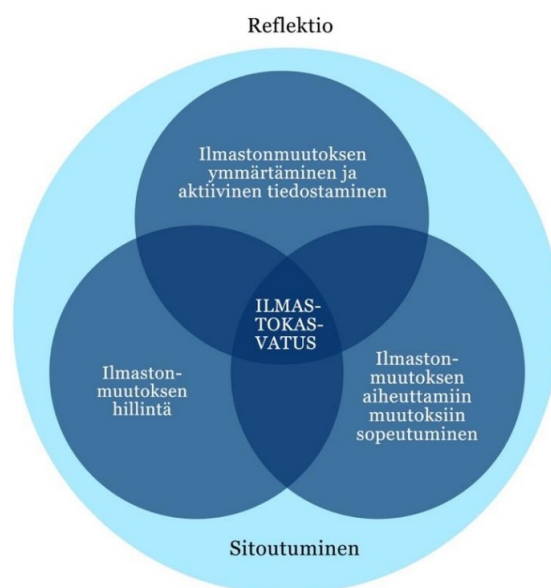
**Systeeminen ajattelu** tai systeemiajattelu pyrkii huomioimaan tarkastelemansa järjestelmän kokonaisuutena ja hahmottamaan systeemin sisäisiä vuorovaikutussuhteita. Asioita ei tarkastella toisistaan irrallisina vaan ne nähdään yhteydessä toisiinsa. Ympäristökasvatuksen näkökulmasta systeeminen ajattelu tarjoaa mahdollisuuden ymmärtää elämää ylläpitävien tekijöiden tärkeysjärjestys ja hahmottaa maailma ekologisenä, sosioekonomisena ja kulttuurisena systeeminä. (Cantell ym., 2020)

### 3.2 Ilmastokasvatuksen malleja

Ympäristökasvatuksen ja ilmastokasvatuksen mallit toimivat apuvälineinä, kun suunnitellaan ja arvioidaan tutkimusta, opetusta ja toimintaa. Toimivimmat mallit pohjautuvat olemassa olevaan tutkimukseen. Malleja voidaan käyttää, kun suunnitellaan esimerkiksi kurssikokonaisuutta. Mallin avulla voidaan tarkistaa, että kaikki olennaiset elementit huomioidaan ja kokonaisuutta voidaan pilkkoa sopiviin osiin ja käyttää sopivia työtapoja. (Cantell ym., 2020) Tässä luvussa käsitellään eri ilmastokasvatuksen malleja.

Ilmastonmuutoskasvatuksessa on keskitytty usein ilmastonmuutoksen luonnontieteellisiin syihin eli kasvihuonekaasujen vapautumiseen ilmakehään. Sen lisäksi olisi tärkeää pohtia asenteita, käyttäytymistä ja toimia. Ilmastonmuutoksen yhteiskunnallisia ja arvoulottuvuuksia on alettu asettaa opetussuunnitelmien keskiöön. Oppijoiden tulee ymmärtää ilmastonmuutoksen vakavuus, löytää uusia merkityksiä ja arvoja sekä voimaantua ja toimia. Enää ei voida ajatella, että pelkästään tieteelliset ja teknologiset ratkaisut riittävät välttämään maapallon lämpenemisen pahimmat vaikutukset. Kagawa ja Selby (2012) ovat esitelleet ilmastokasvatuksen mallin (kuva 3), jossa ilmastokasvatuksen tavoitteet ja toimet jaetaan kolmeen ulottuvuuteen. 1) Ilmastonmuutoksen ymmärtämisessä ja aktiivisessa tiedostamisessa on kyse valppauden ja tarkkaavaisuuden luomisesta ilmastonmuutosta kohtaan. Ilmastonmuutos on kaikkia koskeva uhka, mutta samaan aikaan näkymättömissä ja se jää helposti sivuun arkipäiväisessä elämässä. Tähän osa-alueeseen kuuluu myös ilmastonmuutosta koskevien virhekäsitysten, kieltämisen ja välttelyn torjunta. 2) Ilmastonmuutoksen

hillitsemisessä on kyse ilmastonmuutoksen syiden tunnistamisesta ja tietojen, taitojen ja valmiuksien kehittamisestä, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen syiden korjaamisessa. Aiheita ovat energiankulutus, siirtyminen vähäpäästöisiin ja uusiutuviin energialähteisiin, ympäristönsuojelu, metsän istutus ja viherrakentaminen (hiilidioksidin varastointi). Syvemmälle menevässä opetuksessa tarkastellaan taloutta, sosiaalisia rakenteita, kulttuurisia malleja, elämäntapaodotuksia, kulutustottumuksia, varallisuuden jakautumista, pyrkimyksiä ja arvoja sekä syyllisyyttä liialliseen kasvihuonekaasujen tuotantoon. (Kagawa & Selby, 2012)

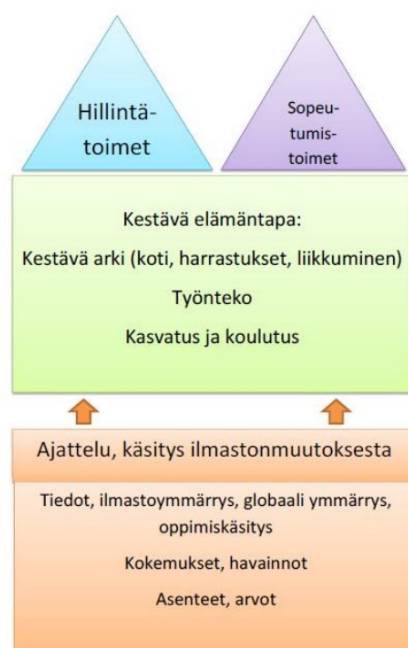


Kuva 3. Kagawan ja Selbyn kokonaisvaltainen ilmastokasvatuksen malli. Kawaga & Selby (2012), suomentanut Kinni&Muotka (2019).

3) Ilmastonmuutoksen aiheuttamien muutoksien sopeutumiseen kuuluu tietojen, taitojen ja valmiuksien kehittäminen, jotta voidaan paremmin selviytyä ilmastovaikutuksista. Tämä painottuu yleensä paikallisesti ja voi olla luonteeltaan teknistä, esimerkiksi kestäviä käytäntöjä ja toimintatapoja. Kun oppija reflektoi omaa sitoutumista näihin kolmeen ulottuvuuteen, se mahdollistaa muutoksen. Muutokseen vaaditaan sitoutuminen ilmastonmuutoksen uhan koko vakavuuteen, uusien merkitysten ja arvojen etsiminen sekä henkilökohtaisen ja kollektiivisen voimaantumisen avulla toimiminen. (Kagawa & Selby, 2012)

Lehtosen ja Cantellin (2015) mallissa (kuva 4) ilmastokasvatuksen lähtökohtana on ihmisen ajattelu ja käsitykset ilmastonmuutoksesta. Käsityksiin vaikuttavat ihmisten kokemukset ja

havainnot maailmasta. Henkilökohtaisia kokemuksia pidetään oppimisen kannalta erittäin merkityksellisinä. Ilmastonmuutosta koskevaan ajatteluun ja käsityksiin vaikuttavat myös yhteiskunnan ja lähiyhteisöjen arvot ja asenteet. Ilmastoymmärryksen lisäämiseen ei riitä pelkästään ilmastotieto, vaan muutkin oppimiseen vaikuttavat tekijät tulee huomioida. Kokemuksiin liittyvät myös tunteet. Tieto ilmastonmuutoksesta saattaa herättää ilmastoahdistusta, syyllisyyttä, häpeää, torjuntaa ja kieltämistä. Toiminnallisuus ja positiivinen ilmapiiri luo hyvät lähtökohdat motivaatiolle. (Lehtonen & Cantell, 2015)



Kuva 4. Ilmastokasvatuksen lähtökohdat ja toteuttaminen. (Lehtonen & Cantell, 2015)

Kriittisen ajattelun ja aktiivisen toimijuuden tukeminen sekä tulevaisuuden toivon luominen ovat myös keskeisiä lähtökohtia. Ilmastonmuutokseen liittyvä tieto ja laajempi ympäristöymmärrys ovat kestävä elämäntavan perusta. Teot liittyvät siihen, miten ihmiset toimivat ja millaisia valintoja he tekevät arjessaan. Jotta ihmiset sitoutuvat ilmastovastuulliseen toimintaan työpaikoilla ja kodeissa, heillä pitää olla ymmärrys ilmastomuutoksen syistä, seurauksista ja merkityksistä. Lehtosen ja Cantellin (2015) mallin mukaan kestävä elämäntapa ilmenee ilmastotekoina, joissa ihmiset toimivat sekä ilmastonmuutosta hilliten että siihen sopeutuen.



Tolppanen ym. (2017) ovat kehittäneet kokonaisvaltaisen ilmastokasvatuksen mallin (kuva 5), joka tuo aikaisempia malleja laajemmin ilmastokasvatuksen laaja-alaisuutta ja erityispiirteitä esille. Mallissa korostetaan ilmastonmuutoksen ja systeemisen ajattelun välistä yhteyttä.



Kuva 5. Kokonaisvaltaisen ilmastokasvatuksen polkupyörämalli. (Tolppanen ym., 2017)

Ilmastokasvatuksen tavoitteiden ja haasteiden jäsentämisessä on hyödynnetty transformatiivisen oppimisen teoriaa. Tässä niin sanotussa polkupyörämallissa polkupyörän osat edustavat ilmastokasvatuksen tärkeitä osa-alueita. Mallin tavoitteena on osoittaa ja havainnollistaa luonnontieteellisen ilmastotiedon lisäksi myös muut lähestymistavat ja osa-alueet. Toimiakseen malli vaatii kaikkia osiaan. (Tolppanen ym., 2017)

Polkupyörämallissa pyörät edustavat ilmastokasvatuksessa välttämättömiä osia eli tietoa ja ajattelun taitoja. Molemmat pyörät ovat yhtä tärkeitä.

- 1) Etupyörä: tiedon lisääminen ja jäsentäminen,

Ilmastonmuutoksen ymmärtämisessä on keskeistä tiedostaa eri asioiden yhteydet ja hahmottaa luonnontieteelliset osatekijät kokonaisuudessa. Ilmastokasvatuksessa olisi tärkeää käsitellä ainakin ilmastojärjestelmää ja sen luonnollisia syitä sekä muutoksia. Lisäksi ilmakehää ja saastumista, vesivaroista lumen ja jään määrää, valtamerien pinnan korkeutta, lämpötilaa sekä elämää merissä pitäisi käsitellä. Myös maaperä, kasvillisuus sekä ilmastonmuutoksen vaikutus ihmisiin on oleellinen osa kokonaisuutta. (Tolppanen ym., 2017)

## 2) Takapyörä: ajattelun taitojen kehittäminen

Ilmastoon liittyvä tieto ei riitä, jos sitä ei osata käyttää, soveltaa tai arvioida kriittisesti. Ilmastokasvatuksessa tulisikin opetella näitä taitoja. Ajattelun taitojen ja itseohjautuvuuden kehittäminen, muutosvalmius ja tulevaisuusajattelu ovat tärkeitä, koska tulevaisuus on epävarma ja tiedon lisääntyessä käsitys toimivista ratkaisuista muuttuu. On tärkeää opetella arvioimaan omia ja yhteiskunnan käytösmalleja sekä arvoja. Vaihtoehtoisten tulevaisuuksien visioimista ja omaan ja yhteiskunnan tulevaisuuteen vaikuttamista tulisi myös opetella. (Tolppanen ym., 2017)

## 3) Polkupyörän runko: identiteetin, arvojen ja maailmankuvan huomioiminen

Polkupyörän runkoon kiinnitetään muut osat. Ilmastokasvatuksessa tulisi pohtia ilmastonmuutoksen merkitystä ja sen vaatimaa muutosta. Kestävyyden vahvistaminen ja ympäristövastuullisen toiminnan lisääminen edellyttävät henkilökohtaisella tasolla maailmankuvan muutosta sekä kollektiivisen vastuuntunnon lisääntymistä. Ilmastokasvatuksessa onkin tärkeää miettiä, mistä olemme valmiita luopumaan, jotta saavutamme haluamiamme tavoitteita. Arvokeskustelua tulisi käydä monipuolisesti. (Tolppanen ym., 2017)

## 4) Satula: motivaation ja osallisuuden lisääminen

Polkupyörä jää käyttämättä, jos satulassa on hankala istua. Satula kuvaakin mallissa motivaatiota ja osallisuutta. Ilmastokasvatuksen tulisi olla motivoivaa, ymmärrettävää ja jokaista koskettavaa. Koulu tarjoaa erinomaisen oppimisympäristön yhteisöllisyyden vahvistamiseen ja osallisuuden harjoitteluun. On tärkeää korostaa, että muutos on mahdollinen: koska ihmiset ovat rakentaneet yhteiskuntamme, he kykenevät myös muuttamaan sitä. (Tolppanen ym., 2017)

## 5) Ketjut ja polkimet: toimintaan kannustaminen

Ketjut ja polkimet kuvaavat toimintaa. Perinteisesti ympäristökasvatus on keskittynyt arjen tekoihin, kuten vastuulliseen kuluttamiseen. Transformatiivisen oppimisen näkökulmasta toimintaa tulisi laajentaa käsittelemällä vaihtoehtoisia toimintamalleja niin yksilön, yhteisön kuin yhteiskunnankin tasolla. Uusia toimintatapoja tulisi harjoitella käytännössä. Yhteisöllinen toiminta vahvistaa osallistujien identiteettiä ympäristövastuullisina toimijoina. Ympäristötekojen lisääntyminen edellyttää, että toiminta on helposti saavutettavaa, edullista,

arvostettua ja tapahtuu osana yhteisöä. Tärkeää on myös, että eri mahdollisuuksista muistutetaan jatkuvasti. (Tolppanen ym., 2017)

#### 6) Ohjaustanko: tulevaisuuteen ohjaaminen

Ohjaustangolla suunnataan tulevaisuuteen. Ilmastokasvatuksessa tärkeää on tarjota keinoja tarkastella tulevaisuutta myönteisessä valossa, mutta kriittisesti. Tulevaisuutta tulisi tarkastella monesta näkökulmasta ja pohtia mitä eri skenaarioiden toteutuminen edellyttäisi. Tärkeää on huomioida maailmanlaajuisten visioiden rinnalla myös yksilöiden mahdollisuuksiin vaikuttaa sekä yleisiin asenteisiin vaikuttaminen. (Tolppanen ym., 2017)

#### 7) Jarrut: toiminnan esteiden tiedostaminen

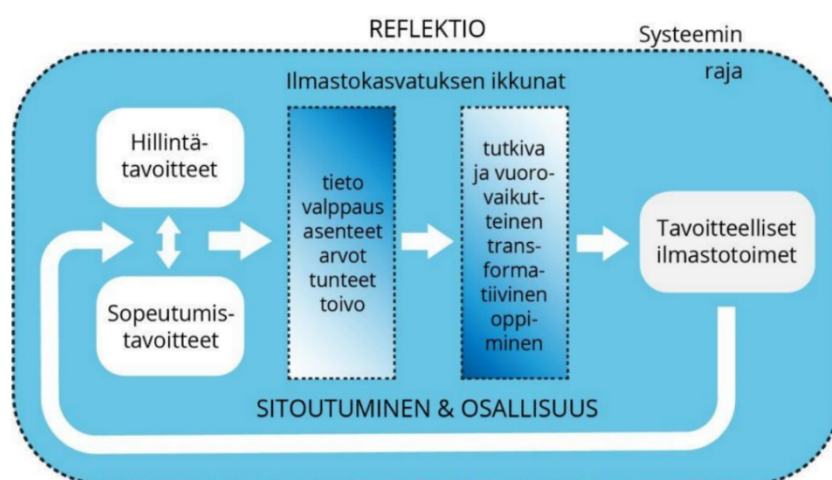
Jotta ympäristövastuullista toimintaa voidaan edistää, on keskeistä ymmärtää, mikä toimintaa estää. Joskus toimintaa estävät tiedon puute tai ei haluta toimia vastuullisesti. Toiminnan esteitä ovat esimerkiksi mukavuudenhalu, laiskuus, tottumus ja kiire. Esteenä voivat olla myös yhteiskunnalliset rakenteet, raha, psykologiset esteet ja ylhäältä tuleva syyttävä ohjeistus. Ihmiset tarvitsevat muutokseen yhteisön tukea, joten johtajuudella on tärkeä merkitys muutosprosessissa. (Tolppanen ym., 2017)

#### 8) Lamppu: toivon ja muiden tunteiden herättäminen

Tunteet vaikuttavat merkittävästi oppimiseen, joten ne tulisi huomioida opetuksessa. Opiskelijat voivat kokea erilaisia negatiivisia tunteita ilmastonmuutosta käsiteltäessä, kuten huolta, pelkoa, surua, syyllisyyttä, vihaa ja toivottomuutta. Lisäksi opettajien kielteiset asenteet ja tunteet voivat vaikuttaa opiskelijoiden asenteisiin ja kykyyn ryhtyä toimiin. Ilmastokasvatuksen tulisi herättää ihmisissä toivoa ja myötätuntoa. Realistiseen toivoon kuuluu haasteiden kohtaaminen, ja haasteista huolimatta ihminen kykenee uskomaan omiin vaikutusmahdollisuuksiinsa. (Tolppanen ym., 2017)

Ratinen ym. (2019) ovat luoneet ratkaisukeskeisen ilmastokasvatuksen prosessimallin (kuva 6). Prosessimalli on syklinen jatkuvaan parantamiseen perustuva malli, joka soveltuu käytettäväksi ilmastokasvatuksessa kaiken ikäisille. Ratkaisukeskeisen ilmastokasvatuksen tavoitteena on oppia tietoja ja taitoja, kuinka vähentää ilmastopäästöjä ja sopeutua ilmastonmuutokseen. Mallissa korostuu omaksutun tiedon ja taidon soveltaminen (reflektio) uudessa kontekstissa. Prosessimallissa pidetään tärkeänä oppijoiden yhteisöllistä sitoutumista ja osallistumista

ilmasto-ongelmien sekä niihin liittyvien sopeutumishaasteiden ratkaisemiseen. Ilmastokasvatusta tulisi toteuttaa tutkivasti ja vuorovaikutteisesti. Ilmastokasvatuksen ikkuna viittaa siihen, että ilmastokasvatusta toteutetaan tavalla, joka perustuu parhaaseen mahdolliseen tieteelliseen tietoon. Ilmastokasvatuksessa tulee ottaa huomioon oppijan tunteet, arvot ja asenteet. Käytännössä tämä tarkoittaa omien hillintä- ja sopeutumistoimien tarkastelua arvojen ja asenteiden näkökulmasta sekä ilmastotoimien oikeudenmukaisuuden pohtimista myös muiden näkökulmasta. Sisäiseen motivaatioon ja aktiiviseen osallistumiseen panostaminen johtavat voimaantumiseen vaikeiden haasteiden edessä. (Ratinen ym., 2019)



Kuva 6. Ratkaisukeskeisen ilmastokasvatuksen prosessimalli. (Ratinen ym., 2019)

Näistä neljästä ilmastokasvatuksen mallista Tolppasen ym. (2017) polkupyörämalli on monipuolisin ja yksityiskohtaisin, sisältäen konkreettisia esimerkkejä, joita voi hyödyntää suoraan käytännössä. Kagawan ja Selbyn (2012) mallista saa yhdellä silmäyksellä kokonaiskuvan ilmastokasvatuksen ulottuvuuksista. Siinä on kiteytetty ilmastokasvatuksen kolme osa-alueetta: ilmastonmuutoksen ymmärtäminen, hillintä ja sopeutuminen, mitkä ovat läsnä myös muissa malleissa. Kaikissa malleissa korostuu, että ilmastokasvatuksessa ongelmaa ei voi lähestyä pelkästään luonnontieteen näkökulmasta. Ilmastonmuutos on monitieteinen ongelma ja siihen liittyvät asenteet, arvot, kokemukset, tunteet ja omien toimintatapojen kriittinen tarkastelu. Ilmastovastuullinen toiminta edellyttää ilmastoymmärrystä, mikä rakentuu tutkitusta tiedosta, sitoutumisesta ja osallisuudesta. Toiminnan esteet on hyvä myös tiedostaa, onko kyse tiedon puutteesta, virhekäsityksistä, välttelystä vai ehkä monimutkaisen ja vaikean ongelman synnyttämistä peloista tai muista negatiivisista tunteista. Kaikissa malleissa

nostetaan esille myös motivaatio ja toimintaan kannustaminen. Yhteisöllisyys ja yhteisön tai johdon tuki, toiminnallisuus ja positiivinen ilmapiiri luovat valmiuksia toimintaan.

Mallit auttavat kasvattajia pitämään eri ulottuvuudet mielessä, vaikka omassa työssä keskittyisikin johonkin tiettyyn osaan. Malleja voi hyödyntää yksittäisten oppimiskokonaisuuksien suunnittelun lisäksi koko oppilaitoksen ilmastokasvatusta suunniteltaessa. Ratisen ym. (2019) prosessimallin avulla voisi esimerkiksi suunnitella ilmastokasvatusta koulutasoisesti lukuvuosittain eri teemoista tai näkökulmista. Malleja voi käyttää myös ilmastokasvatuksen arviointiin ja ilmastokasvatuksen jatkuvaan kehittämiseen.

### 3.3 Ilmastokasvatus oppimisen näkökulmasta

UNESCO (2022) on tutkinut verkkokyselyn ja kohderyhmäkeskustelujen avulla ilmastonmuutuskoulutuksen tilannetta, nuorten tyytyväisyyttä ja odotuksia viiden keskeisen osa-alueen suhteen: oppimissisältö, opetus- ja oppimistavat, oppimisympäristö, koulun hallinta sekä oppimiskumppanuudet. Verkkokyselyyn osallistui lähes 17500 nuorta 166 eri maasta. *All European Academiesin* (ALLEA) luonnontieteiden opetusta käsittelevä työryhmä on julkaissut toukokuussa 2020 raportin, jossa on selvitetty ilmastonmuutuskoulutusta Euroopassa. Suomessa opetushallitus on kerännyt Ilmastovastuun oppimisen tilanne 2019-kyselyllä kokemuksia ja näkemyksiä ilmastovastuun oppimisen tilanteesta kouluissa ja oppilaitoksissa. Kyselyvastauksia oli yhteensä 1456, joista 62 % oli koululaisilta ja opiskelijoilta. Ilmastovastuun oppimisella tarkoitettiin kyselyssä motivoivaa ja toimintaan innostavaa oppimiskokemusta ilmastonmuutoksesta ja sen torjunnasta. (Opetushallitus, 2019) Kansallinen koulutuksen arviointikeskus, Karvi toteutti ammatillisen peruskoulutuksen kestävän kehityksen oppimistulosten arvioinnin keväällä 2015, jossa osaamista tarkasteltiin eri osa-alueilla (ekologisen, sosiaalisen, kulttuurisen ja taloudellisen kestävän kehityksen) sekä kokonaisosaamisen että tiedollisen ja toiminnallisen osaamisen näkökulmasta. (Räkköläinen, Metsämuuronen, Holopainen & Hievanen, 2017)

### 3.3.1 Laatua ilmastokasvatukseen

Kaikilla opetus- ja koulutusasteilla tulisi edistää ilmastonmuutoksen monitieteistä käsittelyä. Ilmastokasvatuksessa tulisi huomioida sosiaaliset, historialliset, taloudelliset, poliittiset ja psykologiset tekijät. Ilmastonmuutoksen syiden lisäksi tulisi käsitellä entistä enemmän ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista sekä enemmän ratkaisukeskeisiä ja kollektiivisia toimintatapoja ilmastonmuutoksen opettamiseen. (ALLEA, 2020).

UNESCO:n (2022) selvityksen mukaan ilmastonmuutoskasvatuksen laatua olisi parannettava, jotta nuoret ymmärtäisivät ilmastonmuutoksen monimutkaisen ja systeemisen luonteen. Nuoret itse kaipaavat enemmän ja monipuolisempaa ilmastonmuutokseen liittyvää opetusta, joka kattaa laajasti ilmastonmuutokseen liittyvät näkökohdat, mukaan lukien historialliset vastuut, ilmasto-oikeudenmukaisuuden ja paikalliset ratkaisut. Nuoret vaativat oppijalähtöisiä, kokemuksellisia ja pohdiskelevia oppimistapoja. He halusivat enemmän elämyksellistä, projektipohjaista ja luokkahuoneen ulkopuolella järjestettävää toimintaa ja yhteistyötä paikallisten järjestöjen ja asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi suurin osa vastaajista on sitä mieltä, että ilmastonmuutosta olisi käsiteltävä eri taustoista tulevien ihmisten kanssa, jotta voidaan paremmin ymmärtää ongelman monimutkaisuutta. Nuoret kokivat, että nykyinen opetus on liian yleistä ja ei liity riittävästi käytäntöön. (UNESCO, 2022)

Myös suomalaiset korkeakouluopiskelijat kokivat, että lukio-opetus antoi heille melko heikot valmiudet omaksua ilmastomyönteistä elämäntapaa, koska opetus koettiin yksipuoliseksi. Koskinen (2020) tutki suomalaisten korkeakouluopiskelijoiden käsityksiä ilmastonmuutokseen liittyvästä lukio-opetuksesta sekä valmiuksia toimia ilmastokasvattajina. Opiskelijat toivoivat, että ilmastonmuutokseen liittyvää opetusta lisättäisiin, se olisi monipuolista ja monialaista sekä konkreettista, toiminnallista ja osallistavaa.

Ilmastovastuun oppimisen tilanne 2019-kyselyn mukaan ilmastovastuun oppimiseen vaikuttavia tärkeimpiä tekijöitä ovat opettajien osaaminen, oppijan motivaatio ja koulun ja yhteisön toiminta. Lisäksi merkityksellisiksi koettiin kansalliset ja kansainväliset ilmastotavoitteet, opetuskäytännöt, oppimateriaalien saatavuus, opetussuunnitelma sekä

yhdessä oppiminen. Lisäksi mainittiin muita tekijäitä kuten opettajien motivaatio ja sitoutuminen, poliittinen tahto, lainsäädäntö, arvot, tutkimustieto ja hyvät esimerkit. Ilmastovastuun oppimisen esteinä ja haasteina vastaajat pitivät yhteiskunnan vallitsevia arvoja, omien vaikutusmahdollisuuksien vähäisyyttä, tiedon puutetta tai vähäisyyttä, ilmastoahdistusta ja syyllistämistä. Muina esteinä nähtiin koulutuksen puute, koulussa vallitseva kollektiivinen hiljaisuus, arvot, resurssointi ja ajan vähäisyys. (Opetushallitus, 2019)

Eri tutkimuksissa ja kyselyissä nousi esille tarve ilmastonmuutoksen monitieteelliselle käsittelylle. Ilmastokasvatuksessa tulisi huomioida muun muassa poliittiset, historialliset, psykologiset ja ilmasto-oikeudelliset näkökohdat. Ilmastonmuutoksen syiden lisäksi tulisi käsitellä myös hillintää ja sopeutumista. Myös opiskelijat toivoisivat monipuolisia, konkreettisia, toiminnallisia ja oppijalähtöisiä toimintatapoja. Seuraavissa luvuissa käsitellään tarkemmin, miten tutkimusten mukaan ilmastokasvatuksen laatua voitaisiin eri osa-alueilla parantaa.

### 3.3.2 Opetusmenetelmät

ALLEA:n työryhmä esittää, että ilmastokasvatukseen tulisi sisältyä tutkimuspohjaista tiedekasvatusta (*Inquiry-Based Science Education, IBSE*), joka lisää kiinnostusta ja motivaatiota luonnontieteisiin, tukee yhteistyötä sekä edistää kriittistä ajattelua, tieteellisen päättelyn taitoja ja ongelmanratkaisutaitoja. Ilmastonmuutosta koskevien tosiasioiden ja ennusteiden hyväksyminen edellyttää luottamussuhteen luomista tieteeseen, jotta ymmärretään, miten tiede toimii. Luonnontieteiden pedagogiikka (*Nature of Science, NoS*) tukee oppijoita kehittämään ymmärrystään tieteen epistemologiasta (tietoteoriasta). Ilmastotutkijoiden työ olisi ymmärrettävämpää, jos opetuksessa tarjottaisiin mahdollisuus oppia siitä, mitä ilmastotutkijat tekevät eli havainnoivat malleja, keräävät tietoa, mittaavat ja tulkitsevat tietoja ja kehittävät ilmastomalleja. Tällaiset tiedot tukisivat oppijaa ymmärtämään ilmastonmuutokseen liittyviä tieteellisiä tosiasioita ja epävarmuuden periaatetta, mutta antaa myös mahdollisuuden erottaa tosiasiat mielipiteistä. Projektipohjainen pedagogiikka (*Project-based pedagogy, PBP*) perustuu käytännönläheisiin tutkimusmenetelmiin ja käsittelee keskeistä sisältöä merkityksellisen ja käytännönläheisen oppimisen avulla. Projektipohjaisen oppimisen avulla

opettajat voivat tukea oppijoita ilmastonmuutokseen soputumista ja sen hillitsemistä koskevien ratkaisujen suunnittelussa ja toteuttamisessa. (ALLEA, 2020)

Ilmastonmuutoksen mahdollisesti aiheuttamat tunnereaktiot tulee huomioida. Ilmastonmuutosta pidetään viheliäisenä ongelmana, joka voi herättää avuttomuudentunnetta. (ALLEA, 2020) Monipuolisemman pedagogiikan, esimerkiksi taiteen, musiikin, kulttuuriesitysten ja tarinankerronnan avulla nuoret voisivat käsitellä ilmastoahdistustaan (UNESCO, 2022).

Monroe ym. (2017) ovat tutkineet tehokkaita ilmastokasvatusta koskevia koulutusstrategioita. Tutkimuksessa käytettiin 49 EBSCOhost-tietokannasta löytyvää ilmastonmuutuskoulutuksen arviointiin liittyvää lähdettä. Analyysissä tarkasteltiin intervention tarkoitusta, arviointimenetelmiä ja tunnistettiin strategioita, jotka voivat johtaa tehokkaisiin interventioihin. Tutkimuksessa tunnistettiin kaksi teemaa: (1) ilmastonmuutostiedoista keskitytään tekemään henkilökohtaisesti relevantteja ja merkityksellisiä oppijoille ja (2) käytetään aktiivisia ja osallistavia opetusmenetelmiä, kuten väittelyt, pienryhmäkeskustelut, kokeellinen työskentely ja opintoretket. Myös roolileikkien ja simulaatioiden avulla voidaan oppijat saada ymmärtämään muita näkökulmia, ennakoita mitä tulevaisuudessa voi tapahtua, sekä lisätä kiinnostusta ja mielekkyyttä oppimista kohtaan. Kiinnostuksen herättämiseen ja yleisönsä tavoittamiseen voi käyttää elokuvaa, animaatiota, sarjakuvaa tai muuta kuvamateriaalia. Esimerkiksi Turkissa opettajaopiskelijat, jotka katsoivat dokumenttielokuvan *An Inconvenient Truth* osana ilmastonmuutosta käsittelevää opintokokonaisuutta, saivat merkittävää hyötyä oppimisessa verrattuna vertailuryhmään, joka ei katsonut elokuvaa. Lisäksi Monroe ym., (2017) loivat neljä teemaa koskien ilmastonmuutoksen kaltaisia kysymyksiä: (1) keskustelua käytettiin auttamaan oppijoita ymmärtämään paremmin omia ja muiden näkemyksiä ja tietoa ilmastonmuutoksesta (2) vuorovaikutus tutkijoiden kanssa, (3) virhekäsitysten käsitteleminen ja (4) koulu- tai yhteisöprojektien toteuttaminen. (Monroe ym., 2017)



### 3.3.3 Opettajan valmiudet

Ilmastonmuutoksen monimutkainen luonne tekee siitä haastavan opetettavan aiheen. Perus- ja täydennyskoulutuksen avulla tulee lisätä opettajien ja kasvattajien ilmasto-osaamista (Lehtonen & Cantell, 2015). Myös ALLEA:n työryhmä nostaa esille opettajien täydennyskoulutuksen. Täydennyskoulutusten avulla voidaan parantaa opettajien itseluottamusta, oppiaine- ja pedagogista tietämystä sekä opetuskäytänteitä. Viime vuosikymmenen aikana opettajien täydennyskoulutushankkeet ovat keskittyneet enemmän yleisesti kestävään kehitykseen kuin erityisesti ilmastokasvatukseen. Opettajien valmiuksista nostettiin erityisesti kaksi kriittistä teemaa: opettajien valmiuksien kehittäminen henkilökohtaisesti merkityksellisellä ja mielekkäällä tavalla sekä sellaisten taitojen kehittäminen, joilla voidaan käyttää aktiivisia ja osallistavia menetelmiä ilmastokasvatuksessa. (ALLEA, 2020)

Osa opettajista kokee, että heiltä puuttuu tarvittavat taidot ja tiedot ilmastonmuutosta koskevaan opetukseen. Jotkut opettajat ovat ilmaisseet huolensa siitä, että ilmastonmuutoksen käsitteleminen voi heikentää heidän uskottavuuttaan ja tehokkuuttaan yhteisössä ja siksi he välttävät puhumista ilmastonmuutoksesta. (Monroe ym., 2017) Maailmanlaajuisen kyselyyn vuonna 2021 osallistui 58 000 opettajaa 144 maasta. Kyselyn mukaan 95 % opettajista pitää ilmastonmuutokseen liittyvää opetusta tärkeänä tai erittäin tärkeänä, mutta vain 32 % opettajista koki voivansa selittää ilmastonmuutoksen paikallisessa kontekstissa ja 23 % tunsivat olevansa valmis opettamaan ilmastotoimista. (UNESCO, 2022) Karvin arvioinnin perusteella opettajat suhtautuivat hyvin myönteisesti kestävään kehitykseen, mutta he olivat saaneet vähän täydennyskoulutusta kestäväen kehityksen opetukseen. Opettajat kokivat, että kestäväen kehityksen tavoitteet toteutuivat heikoimmin henkilöstön osaamisen ja sen kehittämisen osalta. (Räkköläinen ym., 2017)

### 3.3.4 Opiskelijan osaaminen

Ilmastonmuutoksen syistä on paljon väärinkäsityksiä ja suurin osa nuorista ei ymmärrä ilmiöön liittyviä tieteellisiä perusteita (Monroe ym., 2017). UNESCO:n selvityksen mukaan 70 % nuorista kertoo, etteivät he osaa selittää ilmastonmuutosta tai osaavat selittää sen vain yleisillä

periaatteilla tai eivät tiedä siitä mitään. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa vastaava osuus oli 55 % vastaajista. (UNESCO, 2022) Karvin arvioinnin mukaan perustutkinto-opiskelijoiden kestävän kehityksen osaaminen oli hyvää tasoa, mutta toiminnallinen osaaminen oli parempaa kuin tiedollinen osaaminen. Keskimäärin naisten osaaminen oli parempaa kuin miesten. Sosiaalisella kestävän kehityksen osa-alueella osaaminen oli parasta, kun taas ekologisella osa-alueella se oli heikointa. Parhaimmat tulokset olivat humanistisella ja kasvatusalalla ja heikoimmat tulokset luonnontieteiden, tekniikan ja liikenteen alalla. Kieliryhmä ja koulutustaso selitti eroja enemmän kuin koulutusala ja sukupuoli. Suomenkieliset opiskelijat saivat parempia tuloksia ja osaaminen oli sitä parempaa, mitä korkeampi oli koulutustaso. Opiskelijat arvioivat oman osaamisensa olevan hyvällä tasolla. Eniten kestävää kehitystä opittiin työssäoppimisjaksoilla ja käytännön työssä. (Räkköläinen ym., 2017)

Opiskelijoiden ilmastonmuutokseen ja kasvihuoneilmiöön liittyviä virhekäsityksiä käsitellään kappaleessa 5.2.

### 3.3.5 Opiskelijan asenne

Ervasti & Mustikkamaa (2020) ovat tarkastelleet suomalaisten, eivät siis pelkästään opiskelijoiden, ilmastoasenteita. Suomalaisista 79 % oli huolissaan ilmastonmuutoksesta. Suomalaiset kokivat vastuuntuntoa ilmastonmuutoksen torjunnasta, mutta pitivät omia vaikutusmahdollisuuksiaan melko vähäisinä. Suurimmat erot asenteissa syntyivät sukupuolen ja puoluekannan mukaan. Miehet olivat vähiten huolestuneita, tunsivat vähiten vastuuntuntoa sekä pitivät omia vaikutusmahdollisuuksiaan pienempinä kuin naiset. Koulutustaso ei vaikuttanut huolestuneisuuteen tai vastuuntuntoon, mutta näkyi siinä, miten vastaaja koki omat vaikutusmahdollisuutensa. Korkeakoulutetut pitivät vaikutusmahdollisuuksiaan pienempinä verrattuna vastaajiin, joilla oli korkeintaan peruskoulu tai toisen asteen koulutus suoritettuna.

Vuoden 2021 nuorisobarometrin mukaan lähes 60 % nuorista koki ilmastoahdistusta. 76 % nuorista suri luonnon monimuotoisuuden heikentymistä ja 35 % koki riittämättömyyden tunteita ilmastotoimiensa suhteen. 75 % vastaajista kertoi, että ilmastovastuullintoiminta

tuotti mielihyvää, mikä oli yhteydessä kulutuksen vähentämiseen. (Pihkala, Sangervo & Jylhä, 2022)

Karvin tutkimuksessa kestävästä kehitystä pidettiin erittäin tärkeänä ammattiin opiskelussa. Opiskelijoiden myönteinen suhtautuminen kestävästä kehityksestä opiskeluun ja sen merkitykseen oman alan työssä selitti heidän parempia oppimistuloksiaan. Lisäksi opiskelijan oma aktiivisuus ja mahdollisuus oppia kestävästä kehityksestä arjessa vaikuttivat osaamiseen myönteisesti. (Räkköläinen ym., 2017) Ilmastovastuun oppimisen tilanne 2019-kyselyyn vastanneet olivat motivoituneita toimimaan ilmastovastuullisesti ja ilmastovastuun oppiminen nähtiin erittäin tärkeänä (Opetushallitus, 2019).

Temisevä (2023) on tutkinut, kuinka tärkeinä ammatillisen koulutuksen opiskelijat pitivät kestävästä kehityksestä tavoitteita ja kestävyysosaamista. Tutkimuksen mukaan opiskelijat pitivät kestävyysosaamista pääosin tärkeänä ja tärkeimpinä osa-alueina koettiin muun muassa hyvinvointi, terveys, riittävä toimeentulo. Eniten kielteisesti suhtautuvia opiskelijoita oli ekologian kestävyystä kohtaan ja ilmastonmuutoksen vaikutukset koettiin vähiten merkityksellisiksi omassa elämässä.

### 3.3.6 Oppimisympäristö

UNESCO:n selvityksen mukaan nuoret pitivät koulua tärkeänä oppimisympäristönä ilmastonmuutoksen oppimisen kannalta. Viheralueet koettiin tärkeiksi koulussa ja sitä pidettiin tärkeänä, että voidaan toimia ulkona. (UNESCO, 2022) Kestävästä kehityksestä käytännön toiminnalla oppilaitoksessa näyttää olevan yhteys opiskelijan osaamiseen. Karvin arvioinnin mukaan opiskelijoiden oppimistuloksiin ja osaamisen kehittymiseen vaikuttaa myönteisesti, jos heillä on mahdollisuus oppia kestävästä kehityksestä sekä opetuksen että oppilaitoksen käytännön toiminnan kautta. (Räkköläinen ym., 2017) Tolppanen ym. (2023) ovat todenneet, että kannustavalla kouluympäristöllä näyttää olevan keskeinen rooli yhteiskunnallisen toimintavalmiuden kehittymisessä. Opiskelijat osoittivat suurempaa halukkuutta

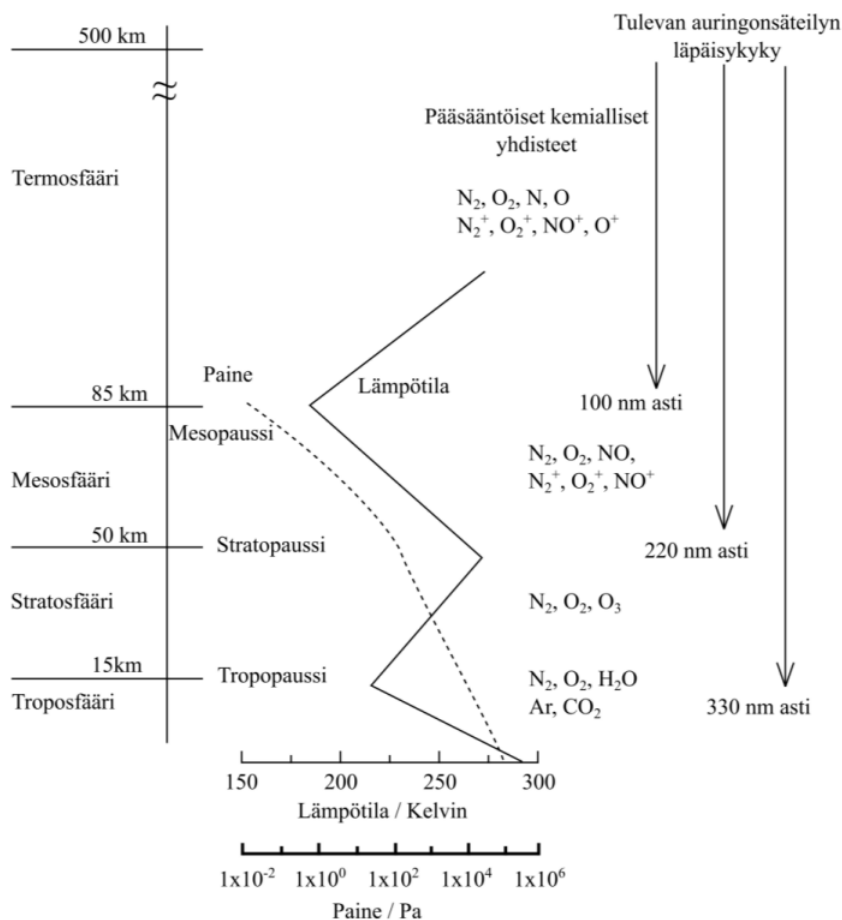
yhteiskunnallisiin toimiin, kun he kokivat opettajien kannustavina ja ilmastokasvatuksen merkitykselliseksi.

Malvikko (2023) on tutkinut, miten epämuodollisen oppimisen Vihreä lippu-ohjelma vaikuttaa peruskoululaisten kokemukseen ilmastonmuutoksesta. Tutkimuksen mukaan Vihreä lippu -ohjelma yhdessä opetussuunnitelman mukaisen oppimisen kanssa muodostavat hyvät edellytykset toteuttaa ilmastonmuutokseen liittyvän tiedon, asenteiden ja toiminnan kehitystä. Kestävän kehityksen ohjelmalla on merkitystä mm. ilmastotiedon omaksumisessa, myönteisten ilmastoasenteiden muodostuksessa ja omassa ilmastotoiminnassa sekä niiden välisten riippuvuuksien syntymisessä ja voimakkuudessa.

#### **4. Ilmakehä**

Maapallon ilmakehä ja sen ainutlaatuinen kemia erottaa sen Aurinkokunnan muista planeetoista. Ilmakehä on ohut kaasukuori, joka ympäröi maapalloa. Ilmakehässä tapahtuu suuri määrä fysikaalisia, kemiallisia ja valokemiallisia ilmiöitä, jotka ovat dynaamisessa tasapainossa. Näillä ilmiöillä on merkittävä vaikutus kaikkeen elämään maapallolla. (Hanif, Nadeem, Bhatti & Tauqeer, 2020; vanLoon & Duffy, 2017)

Kuvassa 8 on esitetty ilmakehän kerrokset. Siinä näkyvät lämpötilan ja paineen vaihtelut, ilmakehän tärkeimmät aineet sekä auringonsäteilyn tunkeutuminen. Ilmakehällä ei ole selvää ylärajaa, mutta ylöspäin mentäessä ilman tiheys ja paine vähenevät nopeasti ja noin 100 km korkeudessa on käytännössä lähes tyhjiö (Karttunen, Koistinen, Saltikoff & Manner, 2008).



Kuva 8. Ilmakehän kerrokset. Suomentanut Porras (2021), alkuperäinen kuva vanLoon & Duffy (2017), s. 22.

Ilmakehä voidaan jakaa neljään kerrokseen: troposfääri, stratosfääri, mesosfääri ja termosfääri. Lähinnä maanpintaa olevaa noin 15 km paksua kerrosta sanotaan troposfääriksi. Noin 75 % ilmakehän massasta on tässä alimmassa kerroksessa (Hanif ym., 2020). Troposfäärissä lämpötila laskee tasaisesti maanpinnalta ylöspäin mentäessä noin  $6,5 \text{ °C/km}$  ja lämpötila on  $-60 \text{ °C}$  noin 15 km korkeudessa. Troposfääri on voimakkaan konvektiivisen sekoittumisen aluetta. Tärkeimpien ilmakehän kaasujen pitoisuus pysyy melko vakiona troposfäärissä.

Taulukossa 2 on esitetty ilmakehän kaasuja, niiden pitoisuudet, viipymä ja pääasialliset lähteet. Ilmakehän pääkomponentit ovat typpi ( $N_2$ ) 78 %, happi ( $O_2$ ) 21 %, argon (Ar) 0,93 % ja hiilidioksidi ( $CO_2$ ) 0,04 %. (vanLoon & Duffy, 2017)

Taulukko 2. Ilmakehän kaasut, niiden pitoisuudet, viipymäaika ja pääasialliset lähteet (Hanif ym., 2020)

Kaasu	Symboli	Pitoisuus (%)	Viipymäaika	Lähteet
Typpi	N <sub>2</sub>	78,084	1,6 · 10 <sup>7</sup> vuotta	biogeeninen, vulkaaninen
Happi	O <sub>2</sub>	20,946	3 · 10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup> vuotta	biogeeninen
Argon	Ar	0,934	tuntematon	radiogeeninen
Vesihöyry	H <sub>2</sub> O	0–4	10 päivää	biogeeninen, antropogeeninen, vulkaaninen
Hiilidioksidi	CO <sub>2</sub>	3,94 · 10 <sup>-2</sup>	20–150 vuotta	biogeeninen, antropogeeninen, vulkaaninen
Neon	Ne	1,818 · 10 <sup>-3</sup>	tuntematon	vulkaaninen
Helium	He	5,24 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>7</sup> vuotta	radiogeeninen
Metaani	CH <sub>4</sub>	1,79 · 10 <sup>-4</sup>	10 vuotta	biogeeninen, antropogeeninen
Krypton	Kr	1,14 · 10 <sup>-4</sup>	tuntematon	radiogeeninen
Vety	H <sub>2</sub>	5,3 · 10 <sup>-5</sup>	2 vuotta	biogeeninen, antropogeeninen
Typpioksiduuli	N <sub>2</sub> O	3,25 · 10 <sup>-5</sup>	150 vuotta	biogeeninen, antropogeeninen
Hiilimonoksidi	CO	5–25 · 10 <sup>-6</sup>	0,2–0,5 vuotta	biogeeninen, antropogeeninen
Ksenon	Xe	8,7 · 10 <sup>-6</sup>	tuntematon	tuntematon
Otoni	O <sub>3</sub>	1–5 · 10 <sup>-6</sup>	viikkoja ja kuukausia	valokemiallinen
Typpidioksidi	NO <sub>2</sub>	0,1–5 · 10 <sup>-7</sup>	8–10 päivää	biogeeninen, antropogeeninen, valokemiallinen
Ammoniakki	NH <sub>3</sub>	0,01–1 · 10 <sup>-7</sup>	~5 päivää	biogeeninen, antropogeeninen
Rikkidioksidi	SO <sub>2</sub>	0,003–3 · 10 <sup>-7</sup>	~2 päivää	antropogeeninen, valokemiallinen, vulkaaninen
Rikkivety	H <sub>2</sub> S	0,01–6 · 10 <sup>-8</sup>	~0,5 päivää	biogeeninen, antropogeeninen, vulkaaninen

Veden (H<sub>2</sub>O) osuus vaihtelee, riippuen lämpötilasta, sateesta, haihtumisnopeudesta ja muista tekijöistä tietyssä paikassa ja se on yleensä 1–3 % (Buell & Girard, 1994, s. 398). Muita ilmakehän komponentteja ovat neon (Ne), helium (He), metaani (CH<sub>4</sub>), vety (H<sub>2</sub>) ja dityppioksidi eli typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O). Joidenkin kaasujen pitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti. Reaktiiviset kaasut kuten typpidioksidi (NO<sub>2</sub>) ja rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>) säilyvät vain tunneista päiviin ja niiden pitoisuudet eivät ole vakioita, koska ne säilyvät vain päästölähteidensä läheisyydessä. Metaanilla, typpioksiduulilla ja freoneilla (*chlorine-fluorine-carbon, CFC*) eli CFC-yhdisteillä on pitkä viipymä ilmakehässä. (vanLoon & Duffy, 2017)

Koko ilmakehän vesihöyrystä 99 % on troposfäärissä. Sääilmiöt kuten sade, ukkosmyrskyt, salama, tuuli, tornadot, hurrikaanit, taifuunit ja tuulet, johtuvat ilmakehän troposfääriin

vaihteluista. Troposfääriä kutsutaan tästä syystä myös ”sääkerrokseksi”. (Hanif ym., 2020) Troposfäärin yläraja, tropopausi tarkoittaa korkeutta, jossa lämpötilan muutoksen suunta vaihtuu. Seuraava kerros on stratosfääri, jossa on 19 % ilmakehän kaasuista. Stratosfäärissä lämpötila nousee ylöspäin mentäessä. Korkeampi lämpötila johtuu korkeasta otsonipitoisuudesta, joka absorboi suurimman osan aurinkoenergian ultraviolettisäteilyä (Hanif ym., 2020). Otsonin pitoisuus on suurinta 25–30 km korkeudessa. Otsonikerros muodostuu, kun auringon voimakas UV-säteily saa stratosfäärissä happikaasumolekyylit ( $O_2$ ) hajoamaan yksittäisiksi happiatomeiksi ( $O^\bullet$ ) (reaktioyhtälö 1). Happiatomit ovat erittäin reaktiivisia ja ne reagoivat  $O_2$ :n kanssa muodostaen otsonia ( $O_3$ ) (reaktioyhtälö 2). (Buell & Girard, 1994; Hanif ym., 2020)



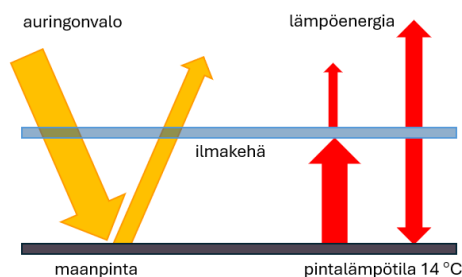
Tällä tavalla muodostuva otsoni muuttuu jatkuvasti takaisin happimolekyyleiksi (reaktioyhtälö 3), mutta muodostumis- ja dissosiaationopeudet ovat sellaisia, että otsonipitoisuus on stratosfäärissä melko vakio. Pitoisuus vaihtelee vuodenajan ja leveysasteen mukaan. Otsoni absorboi UV-säteilyä erittäin voimakkaasti 220–330 nm alueella, alhaisesta pitoisuudesta huolimatta se pystyy seulomaan 95–99 % auringon haitallisesta UV-säteilyä. (Buell & Girard, 1994) Stratosfääri on suhteellisen kuiva ja vakaa alue, koska konvektiivista sekoittumista tapahtuu vähän lämpötilan nousun ja tiheyden vähenemisen vuoksi. Stratosfäärin ylärajalla, stratopausin kohdalla eli noin 50 km korkeudessa, lämpötila on noin  $-2\text{ }^\circ\text{C}$  (271 K). Stratopausin kohdalla tapahtuu jälleen lämpötilan suunnanmuutos. (vanLoon & Duffy, 2017, s. 22)

Stratopausin yläpuolella oleva alue on mesosfääri. Mesosfäärissä on vain 1 % ilmakehän kokonaisuudesta. Stratosfäärin ja mesosfäärin muodostama kokonaisuutta kutsutaan keski-ilmakehäksi. (Hanif ym., 2020) Mesosfäärissä lämpötila laskee ylöspäin mentäessä ja alueen ylärajalla, mesopausissa noin 85 km korkeudessa, lämpötila on  $-90\text{ }^\circ\text{C}$  (183 K). Mesopausin

kohdalla tapahtuu jälleen lämpötilan suunnanmuutos. Neljäs ilmakehän kerros on termosfääri. Termosfäärin alaosa koostuu typestä ja hapestä sekä atomi- että molekyyli muodossa. Yli 200 km:n korkeudessa atomihappi on vallitseva. Termosfäärissä lämpötila alkaa kasvaa ja saavuttaa noin 1200 °C (1473 K) lämpötilan 500 km:n korkeudessa. (vanLoon & Duffy, 2017, s. 22) Termosfääri estää yleensä erilaisia haitallisia säteilyjä, kuten kosmista, röntgen-, gamma- ja ultraviolettisäteilyä. Yli 100 km:n korkeudesta alkavaa osaa kutsutaan ionosfääriksi, koska kaasut ionisoituvat röntgen- ja ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta. (Hanif ym., 2020).

#### 4.1 Kasvihuoneilmiö

Ilmakehän olemassaololla on suuri merkitys Maan säteilytasapainolle ja sillä on vaikutus maanpinnan lämpötilaan. Luonnollisella kasvihuoneilmiöllä tarkoitetaan lämpöenergian vangitsemista absorboimalla säteilyä ilmakehän kasvihuonekaasuilla, kuten hiilidioksidilla, metaanilla, typpioksiduulilla ja vesihöyryillä (kuva 7). Ilman ilmakehää Auringon säteily olisi ainoa säteilylähde Maan pinnalle. Kun maapalloa ympäröi ilmakehä, osa pinnan lähettämästä lämpösäteilystä absorboituu ilmakehään ja säteilee takaisin ja aiheuttaa lämpötilan nousua. (Schumann, 2012) Kuvassa 7 keltaiset nuolet kuvaavat maapallolle saapuvaa ja takaisin avaruuteen heijastuvaa auringonsäteilyä. Punaiset nuolet edustavat maapallolta ja ilmakehästä avaruuteen säteilevää ja ilmakehän maahan säteilevää lämpösäteilyä.

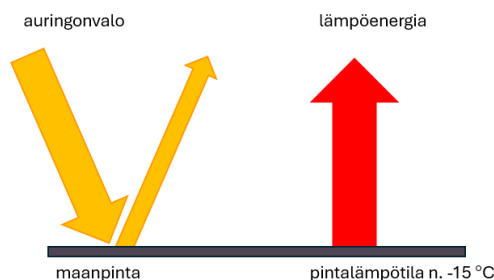


Kuva 7. Yksinkertaistettu malli maapallon globaalista ilmastojärjestelmästä, joka sisältää kaksi kerrosta: ilmakehän ja pinnan. Kuva muokattu, lähde Schumann (2012).

Ilman luonnollista kasvihuoneilmiötä maapallon pinnan keskilämpötila olisi yli 30 astetta kylmempi (Ilmasto-opas.fi). Kuvassa 8 keltaiset nuolet kuvaavat maapallolle saapuvaa ja

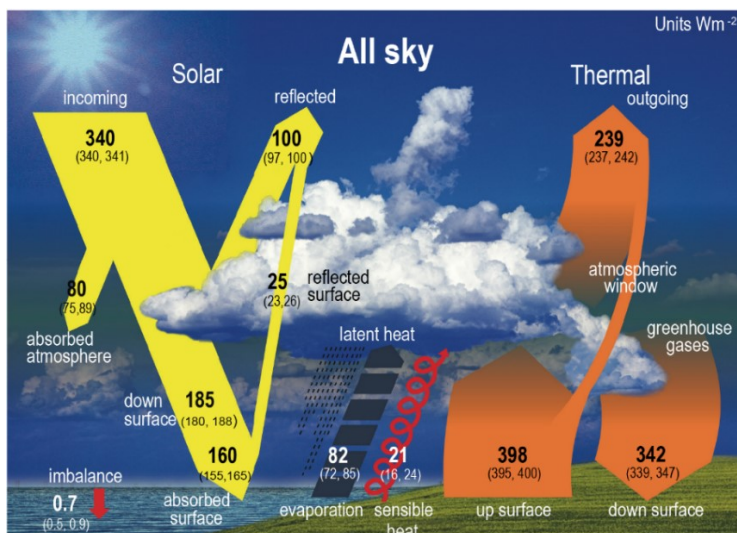


takaisin avaruuteen heijastuvaa auringonsäteilyä ja punainen maapallolta avaruuteen karkaavaa lämpösäteilyä.



Kuva 8. Yksinkertaistettu globaali yksikerroksinen malli kuvitteellisesta maapallosta ilman ilmakehää. Pintalämpötila on laskettu Stefan-BolzmANNin säteilylain avulla. Kuva muokattu, lähde Schumann (2012).

Maa vastaanottaa jatkuvasti energiaa auringosta, jonka määrä pitkällä aikavälillä on lähes vakio. Kuva 9 esittää mitä auringon säteilyenergialle tapahtuu, kun se virtaa globaaliin järjestelmään. Luvut ovat globaaleja keskiarvoja, eri komponenttien suuruuksia yksikössä  $W/m^2$  ja suluissa olevat luvut ovat epävarmuudet 5-95 % luottamusvälillä. Luvut edustavat 2000-luvun alun ilmasto-olosuhteita (IPCC, 2021). Satelliittien avulla tehdyt mittaukset kertovat, että maapallo saa Auringon lyhytaaltoista säteilyenergiaa  $340 W/m^2$ , josta noin 30 % eli  $100 W/m^2$  heijastuu takaisin avaruuteen maapallon pinnalta, pilvistä sekä ilmakehän kaasuista ja hiukkasista eli aerosoleista. Loput eli noin 70 % säteilyenergiasta imeytyy eli absorboituu maapallon pinnalle (alle 50 %) tai ilmakehään (noin 20 %). Imeytynyt säteilyenergia muuntuu molekyylien liike-energiaksi eli lämmöksi. Ilmakehä säteilee lämpö- eli infrapunasäteilyä molempiin suuntiin, sekä avaruuteen että maanpintaan päin. Maapallo menettää saman määrän energiaa avaruuteen kuin mitä se vastaanottaa.



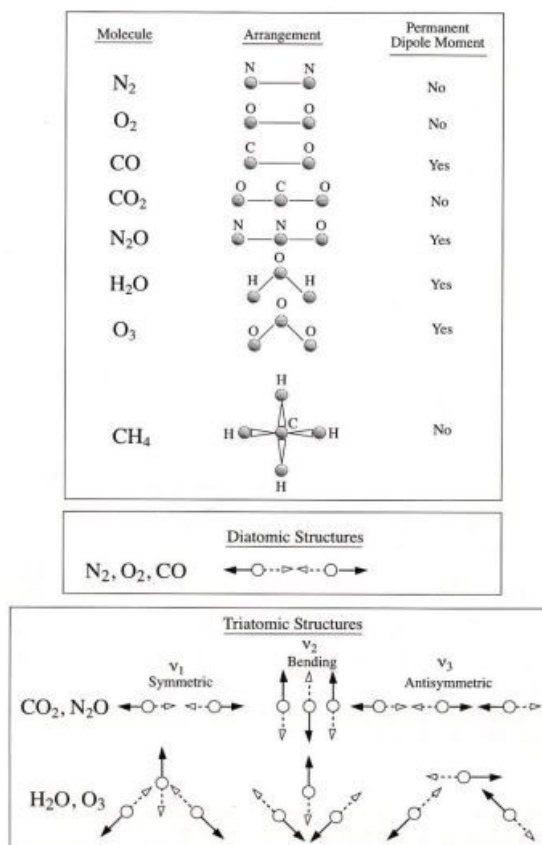
Kuva 9. Maapallon pinnan ja ilmakehän keskimääräinen energiabudjetti. (IPCC, 2021, s. 934)

Auringon emittoimasta säteilyenergiasta yli 95 % on lyhytaaltoista säteilyä aallonpituusvälillä 0,3–3,0  $\mu\text{m}$ . Maan emittoimasta säteilyenergiasta yli 95 % on pitkäaaltoista säteilyä aallonpituusalueella 3,0–100  $\mu\text{m}$ . (Schumann, 2012) Ilmakehä läpäisee auringonsäteilyn aallonpituuksia hyvin, lukuun ottamatta ultraviolettisäteilyä, josta valtaosa imeytyy stratosfäärin otsonikerrokseen. Sanotaan, että ilmakehä on läpinäkyvä auringonsäteilylle. Sen sijaan lämpösäteilyn alueella ilmakehän läpinäkyvyys on huono, vain ”ilmakehän ikkunan” alueella 8,5–13  $\mu\text{m}$ , ilmakehä läpäisee lämpösäteilyä kohtalaisen hyvin. (Hanif ym., 2020)

Eri kaasut käyttäytyvät eri tavoin ollessaan vuorovaikutuksessa säteilyn kanssa. Kaksiatomiset molekyylit kuten typpi  $\text{N}_2$  ja happi,  $\text{O}_2$  ovat lämpösäteilyn kannalta läpinäkyviä eli ne eivät absorboi sitä. Suurempimolekyyliset kaasut kuten hiilidioksidi  $\text{CO}_2$ , otsoni  $\text{O}_3$  metaani  $\text{CH}_4$ , ilokaasu  $\text{N}_2\text{O}$  ja vesihöyry  $\text{H}_2\text{O}$  absorboivat lämpösäteilyä voimakkaasti, vaikka niiden pitoisuus ilmakehässä on vähäinen. Suurin osa lämpösäteilyä absorboituu hiilidioksidin ja veden vaikutuksesta (Ahluwalia, 2017, s. 15). Molekyylit, joilla on dipolimomentti, voivat absorboida ja emittoida IR-säteilyä. Kun molekyylissä valenssielektronit eivät jakaudu tasan kahden atomin välisessä sidoksessa, toisen atomin puolelle kehittyy positiivinen varaus ja toisen puolelle negatiivinen varaus. Esimerkiksi vesimolekyylin vetyatomeilla on positiivinen varaus ja happiatomeilla negatiivinen varaus. Tämä molekyylin eri atomien varausero synnyttää

dipolimomentin. Tyypellä  $N_2$  ja hapella  $O_2$ , ei ole dipolimomenttia, joten ne eivät toimi kasvihuonekaasuina (Bhattacharya, 2021).

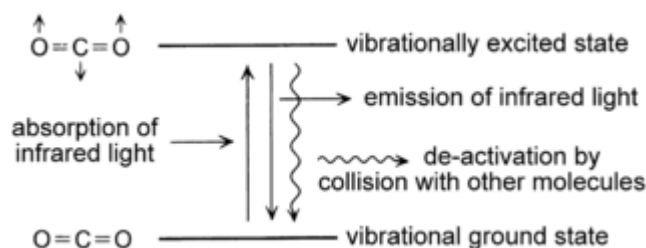
Kuvassa 10 on esitetty ilmakehän kaasujen rakenne ja onko molekyylillä pysyvä dipolimomentti. Alaosassa on kuvattu kaksi- ja kolmiatomisten molekyyliden värähtelytilat. Kaksiatomisen molekyylin molekyylivärähtely on ytimien välisen etäisyyden venymistä ja kutistumista. Mitä monimutkaisempi molekyyli on, sitä useampia eri värähtely- ja pyörimistiloja sillä on ja sitä useammilla aallonpituuksilla se pystyy absorboimaan ja emittoimaan säteilyenergiaa. Kun molekyyli absorboi valoa, se saa energiaa ja saavuttaa tilan, jota kutsutaan viritystilaksi. (Yamanouchi, 2012a)



Kuva 10. Kaksi- ja kolmiatomisten molekyyliden värähtelytilat. (Hartmann, 1994, s. 47)

Hiilidioksidilla on symmetrinen kemiallinen rakenne eikä sillä ole pysyvää dipolimomenttia (Bhattacharya, 2021). Kolmiatomisissa molekyyleissä, kuten hiilidioksidilla  $CO_2$  on kahden tyyppistä värähtelyä: värähtelyä, jossa kahden  $C=O$ -sidoksen ytimien väliset etäisyydet pitenevät ja lyhenevät (symmetrinen värähtely), ja sellainen, jossa yhden  $C=O$ -sidoksen

ytimien välinen etäisyys pitenee, kun toinen lyhenee (asymmetrinen värähtely). Lisäksi symmetriset kolmi- tai useampiatomiset molekyylit voivat myös taipua. Symmetrisessä värähtelytilassa ei synny dipolimomenttia. Sidosten asymmetrisen värähtelyn ja molekyylin taipumisen ansiosta syntyy kuitenkin hetkellinen dipolimomentti, jonka ansiosta hiilidioksidi pystyy absorboimaan ja säteilemään takaisin IR-säteilyä (Kuva 11). Saatu energia voi poistua värähtelevästä molekyylistä emission kautta tai se voi muuttua kineettiseksi energiaksi, kun CO<sub>2</sub> -molekyylit törmää toiseen ilmakehän molekyyliin. (Yamanouchi 2012a; 2012b)



Kuva 11. Hiilidioksidimolekyylin IR-säteilyn absorptio ja emissio. (Yamanouchi, 2012a)

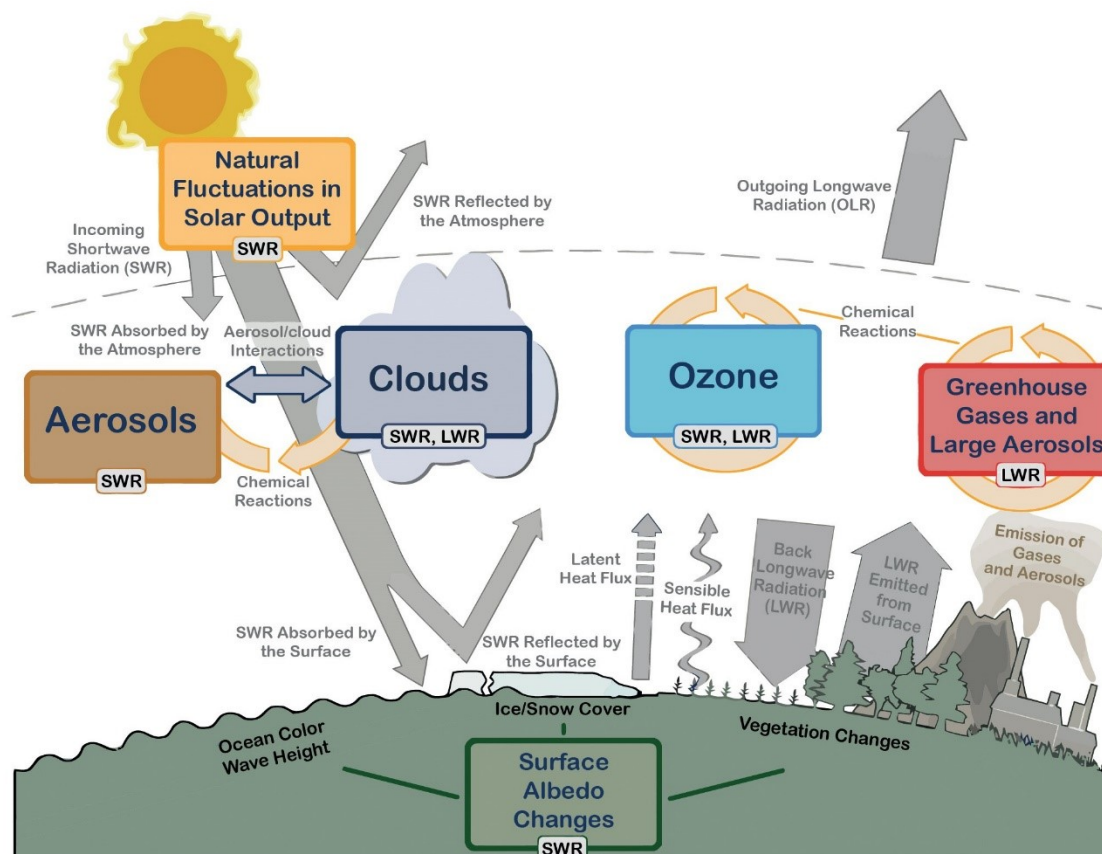
Vesimolekyylit ovat pooliset yhdisteet ja sillä on pysyvä dipolimomentti. Normaalit värähtelytilat H<sub>2</sub>O molekyylille ovat kaksi venytystä ja yksi taivutusta. (Hartmann, 1994; Yamanouchi 2012b)

#### 4.2 Ilmastonmuutoksen taustatekijät

Kuvassa 12 on esitelty ilmastonmuutoksen tärkeimmät taustatekijät. Nämä maailmanlaajuiset ilmastotekijät vaikuttavat saapuvan auringon lyhytaaltosäteilyn (*Shortwave Radiation, SWR*) ja lähtevän pitkäaaltosäteilyn (*Outgoing Longwave Radiation, OLR*) väliseen säteilytasapainoon. (IPCC, 2013)

Ihmisen toiminta muuttaa ilmakehän kemiallisiin reaktioihin osallistuvien kaasujen ja aerosolien määrää. Otsoni ja aerosolihiukkaset absorboivat eli imevät, hajottavat ja heijastavat auringosta tulevaa lyhytaaltoista säteilyä, mikä muuttaa energiatasapainoa. Aerosolit voivat toimia pilvien tiivistymisytiminä. Tiivistymisydin on hiukkanen, jonka ympärille vesipisara

muodostuu, kun vesihöyry tiivistyy. Tiivistymisytimet voivat vaikuttaa pilvipisaroiden ominaisuuksiin ja mahdollisesti sademäärään. Muutoksilla pilvien ominaisuuksissa on merkittäviä vaikutuksia säteilytasapainoon. (IPCC, 2013)



Kuva 12. Ilmastonmuutoksen tärkeimmät taustatekijät. (IPCC, 2013)

Ihmisen aiheuttamat muutokset kasvihuonekaasuissa kuten  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ , CFC-yhdisteet ja suurissa aerosoleissa ( $> 2,5 \mu\text{m}$ ), muuttavat lähtevän pitkäaaltoisen säteilyn (*Longwave Radiation*, LWR) määrää absorboimalla lähtevää LWR:ää ja lähettämällä vähemmän energiaa takaisin avaruuteen matalammassa lämpötilassa. Pinnan albedo muuttuu kasvillisuuden tai maanpinnan ominaisuuksien, lumi- tai jääpeitteen ja valtameren värin muutosten vuoksi. Albedo kertoo kappaleesta heijastuneen säteilyn suhteen prosentteina saapuvaan säteilyyn (Tieteen termipankki, 2023). Osa muutoksista johtuu luonnollisista vuodenaika- ja vuorokausivaihteluista, esimerkiksi talvisin lumipeite heijastaa säteilyä. Osa muutoksista on seurausta ihmisen toiminnasta, esimerkiksi muutokset maan käytössä ja kasvillisuudessa. (IPCC, 2013)

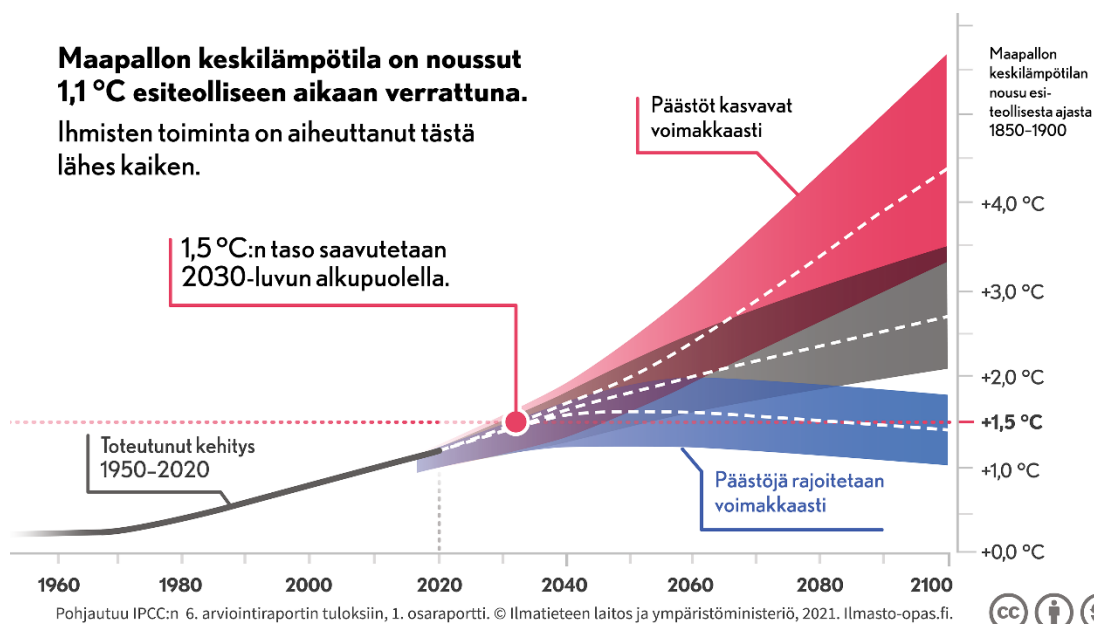
Hiilidioksidia vapautuu maan sisältä, elävien organismien hengityksestä, maaperän mikro-organismien kemiallisista prosesseista, puun ja fossiilisten polttoaineiden polttamisesta ja valtameristä haihtumalla. Metaania vapautuu pääasiassa maataloudessa, orgaanisen jätteen hajoamisessa kaatopaikoilla, suoalueilta, riisipelloilta, hiilikaivoksista, maakaasuvuodoista ja biomassan polttamisessa (Harrison, ym., 2007). Metaanin lisääntyminen johtaa troposfäärin otsonin tuotantoon ja lisääntyneeseen vesihöyryyn stratosfäärissä (IPCC, 2021). Typpioksiduulia vapautuu muun muassa typpilannoitteista, teollisista prosesseista, liikenteestä, biomassan poltosta, karjanrehuista, biokemiallisista reaktioista maaperässä ja valtamerissä sekä valokemiallisista reaktioista stratosfäärissä. Otsonia syntyy pääasiassa ylemmän ilmakehän hapen valokemiallisissa reaktioissa absorboimalla auringonsäteilyä. Typpioksidi, typpidioksidi ja typpioksiduuli toimivat katalysaattorina alailmakehän otsonin muodostumiselle. Kloorifluorihilivetyjä vapautuu esimerkiksi ponneaineista, jääkaapin jäähdytysnesteistä, puhdistusaineista ja ilmastointilaitteista. Hydratut halogeenivedyt ovat täysin antropogeenisiä, ja niitä vapautuu kuivapesu- ja rasvanpoistoaineista. Vesihöyry toimii tärkeimpänä kasvihuonekaasuna ja se kiertää jatkuvasti luonnollisen hydrologisen kierron kautta. Vesihöyryä syntyy haihtumalla valtameristä, joista ja maaperästä. (Hanif ym., 2020)

## 5. Ilmastonmuutos

Ilmasto tarkoittaa pidemmän aikavälin, ainakin vuosikymmenten keskimääräisiä olosuhteita, kuten lämpötilaa, sademäärää ja tuulia. Ilmatieteen laitos käyttää ilmastollisena vertailukautena 30 vuoden jaksoa (Ilmatieteen laitos, ei pvm). Säällä tarkoitetaan ilmakehän lyhyemmän aikavälin tilaa. Säästä puhuttaessa tarkoitetaan esimerkiksi päivän, viikon tai kuukauden säätä. Ilmasto ei liity pelkästään ilmakehään, vaan siihen vaikuttaa myös vesistöt, jäätiköt, maaperä, kallioperä sekä elollinen luonto. (Karttunen ym., 2008) Maapallon ilmasto on pitkien ajanjaksojen aikana vaihdellut suurestikin, esimerkkinä jääkausi. Ilmaston vaihtelua ovat aiheuttaneet mannerlaattojen liike, vaihtelut maan kiertoradassa ja akselin kallistuskulmassa. Muita ilmastonmuutosta aiheuttavia tekijöitä ovat vaihtelut auringon aktiivisuudessa ja suurten tulivuortenpurkausten yleisyydessä. (Räisänen, 2013)

## 5.1 Ilmastonmuutoksen nykytila

Ilmastonmuutos tarkoittaa maailmanlaajuisia ilmaston lämpenemistä. Tieteellinen ymmärrys ilmastonmuutoksesta on vahvistunut. Kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n 6. raportin mukaan ihmisen toiminnan aiheuttama eli antropogeeninen ilmastonmuutos vaikuttaa jo nykyisin erilaisten sään ja ilmaston ääri-ilmiöiden, kuten helleaallot, rankkasateet, kuivuus ja trooppiset hirmumyrskyt, esiintymiseen eri puolilla maailmaa. IPCC:n 6. arviointiraportin viesti on, että ihmisten toiminnasta aiheutuvat kasvihuonepäästöt ovat aiheuttanut ennennäkemättömän mittavia ja nopeita muutoksia ilmastossamme. Monien vahinkoa aiheuttavien sääilmiöiden todennäköisyys on kasvanut ja muutokset merissä ja mannerjäätiköissä ovat joko peruuttamattomia tai muutokset palautuvat hitaasti. Maapallon pintalämpötila on vuosina 2011–2020 noussut noin 1,1 °C korkeammaksi kuin vuosina 1850–1900 (IPCC, 2023). Ihmisten toiminta on aiheuttanut lähes kaiken tämän lämpenemisen. Pariisin ilmastopöytäkirjan, joka astui voimaan 4.11.2016, tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahden asteen verrattuna esiteolliseen aikaan sekä pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 °C (Ympäristöministeriö). Kaikkien IPCC:n skenaarioiden mukaan 1,5 °C lämpenemisen taso ylitetään todennäköisesti viimeistään 2030-luvun alkupuolella (kuva 13). Ihmistoiminnasta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt pitäisi vähentää viipymättä nolnaan ja muita ilmastoa lämmittäviä päästöjä tulisi leikata voimakkaasti, jotta lämpötilan nousu voidaan pysäyttää. Ilmastonmuutoksen rajoittaminen vaatii päästöjen vähentämisen lisäksi hiilidioksidin sitomista ilmakehästä. (Ympäristöministeriö, 2022)



Kuva 13. Maapallon keskilämpötilan muutos 1,1 astetta esiteolliseen aikaan verrattuna. 1,5 asteen lämpenemisen taso saavutetaan 2030-luvun alkupuolella kaikissa skenaarioissa. (Ilmasto-opas.fi, 2022)

EU on asettanut tavoitteekseen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80 prosentilla vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Suomen ilmastopaneeli on arvioinut, että Suomen tulisi saavuttaa hiilineutraalius noin vuonna 2035 ja viimeistään vuoteen 2044 mennessä. (Ratinen ym., 2019)

## 5.2 Virhe käsityksiä

Tiedetään, että virheellisiä käsityksiä on vaikea korjata. On tärkeää, että ilmastonmuutos ilmiönä ja sen mekanismi opitaan tarkasti tieteellisesti oikein. Virheellinen käsitys ilmastonmuutoksesta voi johtaa ilmastonmuutoksen kieltämiseen tai heitä, jotka eivät tunne tieteellisiä perusteita ilmiölle, voidaan johtaa harhaan. Esimerkiksi jos hiilidioksidin merkitystä ilmastonmuutoksessa ei ymmärretä, on myös vaikea ymmärtää hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen liittyviä hillitsemisstrategioita. (Ratinen, 2021)



Nousiainen (2019) on tutkinut lukiolaisten käsityksiä kasvihuoneilmiöstä ja ilmastonlämpenemisestä ja tarkastellut kevään 2017 fysiikan ylioppilaskokeen ilmastonmuutokseen liittyvän tehtävän vastauksia. Tutkimuksessa selvitettiin opiskelijoiden ymmärrystä kasvihuonekaasuista ja kasvihuoneilmiön lämmittävistä vaikutuksista, kasvihuoneilmiön mekanismin ymmärtämistä sekä kasvihuoneilmiöön ja ilmaston lämpenemiseen liittyviä virhekäsityksiä. Lisäksi tutkimuksessa oli koottu aikaisemmista tutkimuksista nousseita virhekäsityksiä. Aikaisempien tutkimusten mukaan ilmaston lämpenemistä ja kasvihuoneilmiötä ymmärrettiin huonosti. Esimerkiksi kasvihuoneilmiö oli ajateltu liittyvän vain kasvihuoneisiin, eikä sitä osattu yhdistää koskemaan ilmakehää. Ilmaston lämpenemisestä tiedettiin yleisesti sen olevan käynnissä, vaikka ei ymmärretty sen tieteellistä mekanismia. Yleinen virheellinen käsitys on, että maapallolta tuleva säteily ei pääse pois tai se heijastuu takaisin ilmakehässä olevan kerroksen takia. Kerroksen on ajateltu olevan hiilidioksidia, kasvihuonekaasuja tai muita saasteita. Kasvihuonekaasujen absorptio- ja emissio-ominaisuuksia tiedetään huonosti. Lisäksi auringonsäteilyn ja lämpösäteilyn ero tiedetään huonosti. Sään ja ilmaston eron ymmärtäminen tuotti vaikeuksia, vaikka se on ilmastonmuutoksen ymmärtämiseksi tärkeää. Aikaisemmissa tutkimuksissa oli huomattu myös, että kasvihuoneilmiö tai ilmastonmuutos sekoitettiin otsonikatoon tai ilmastonmuutos yhdistettiin muihin ympäristöhaittoihin. Yleinen virhekäsitys on, että ilmaston lämpeneminen johtuu otsonikerroksen heikkenemisestä. Toisaalta osa ajattelee ilmaston lämpenemisen tai kasvihuoneilmiön aiheuttavan otsonikatoa. Luonnollisen ja voimistuvan kasvihuoneilmiön sekoittumista ja kasvihuonekaasuihin liittyviä virheellisiä tai puutteellisia tietoja oli myös tutkimuksissa havaittu. Kasvihuonekaasuista tiedetään huonosti, eikä niitä osata välttämättä nimetä ollenkaan tai hiilidioksidin ajatellaan olevan ainoa kasvihuonekaasu. Harva osasi nimetä vesihöyryn kasvihuonekaasuksi. Kasvihuonekaasujen lähteitä osattiin myös heikosti. Ydinvoiman saatettiin ajatella aiheuttavan ilmastonmuutosta. Opiskelijat eivät myöskään osanneet listata kasvihuonekaasuja lisääviä tai vähentäviä toimintoja.

Nousiainen (2019) oman tutkimuksen tuloksena oli, että opiskelijoilla oli hyvin heikot tiedot kasvihuoneilmiöstä ja ilmastonlämpenemisestä. Tutkimuksen mukaan opiskelijat tiesivät, että kasvihuoneilmiöllä on maapalloa lämmittävä vaikutus, mutta luonnollinen kasvihuoneilmiö sekoitettiin usein voimistuvaan kasvihuoneilmiöön. Kasvihuoneilmiön mekanismin ymmärtäminen oli hyvin puutteellista, esim. säteilyn absorboitumisesta tiedettiin harvoin. Kaikki opiskelijat eivät osanneet käyttää termiä kasvihuonekaasut kasvihuoneilmiötä

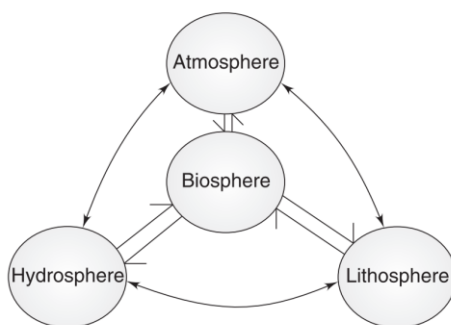
koskevassa kysymyksessä. Kasvihuonekaasuista osattiin mainita hiilidioksidi, vesihöyry ja metaani. Usein ilmeni kasvihuonekaasuihin liittyviä virhekäsityksiä sekä kasvihuoneilmiö tai ilmaston lämpeneminen sekoitettiin otsonikatoon. Joskus kasvihuoneilmiö tai ilmaston lämpeneminen yhdistettiin muihin ympäristöhaittoihin tai vastauksissa ilmeni epäloogisuutta.

Ratisen (2021) tutkimuksen mukaan ala- ja yläkoululaiset ymmärsivät puutteellisesti ilmastonmuutokseen liittyvää säteilytasapainoa ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja sopeutumiseen liittyviä ongelmia. He sekoittavat ilmastonmuutoksen ja otsonikatoa kausaalisesti (syy-seuraussuhde) yhteen. Monroe ym. (2017) käsittelemissä tutkimuksissa yleisin väärinkäsitys on ilmastonmuutoksen ja otsonikadon sekoittuminen. Ilmastonmuutoksen sekoittaminen otsonikerrokseen ei rajoitu pelkästään nuoriin, vaan on myös raportoitu myös yhdysvaltalaisista opettajista, jotka pitivät otsonikerrosta merkittävänä ongelmaa edistävänä tekijänä.

Virheellisiä käsityksiä on onnistuttu hälventämään konstruktivistisella lähestymistavalla, jossa keskitytään oppijoiden väliseen ohjattuun keskusteluun sekä kokeilla, jotka auttoivat oppijoita visualisoimaan ja ymmärtämään virheellisiä päättelylinjoja. Opettajat kehittivät esimerkiksi laboratoriokokeita, joiden tarkoituksena oli havainnollistaa hiilidioksidin lämpöä sitovia ominaisuuksia. Tarkastelemalla näiden kokeiden tuloksia opiskelijat pystyivät ymmärtämään ilmakehän hiilidioksidin roolin lämmön sitojana. Konstruktivistista oppimista edistävien kriteerien perusteella suunnitelluista materiaaleista saatiin suurempia oppimishyötyjä kuin tavanomaisemmista materiaaleista. Lähdetään liikkeelle oppilaiden aiemmasta tietämyksestä ja monimutkaiset prosessit puretaan peräkkäisiksi vaiheiksi. Sisältöä supistetaan siten, että keskitytään vain keskeisiin asioihin, jotka ovat välttämättömiä uuden asian oppimiseksi. Materiaalissa vältetään teknisiä termejä. (Monroe ym., 2017)

## 6. Biogeokemiallinen kierto

Ympäristössä tapahtuvat prosessit ovat melko monimutkaisia verrattuna kemistien laboratoriossa tutkimiin hyvin määriteltyihin prosesseihin. Ympäristökemian on otettava huomioon ympäristön osa-alueita, sfäärejä, jotka vaikuttavat toisiinsa ja joissa tapahtuu jatkuvaa aineen ja energian vaihtoa. Lisäksi on viides sfääri, joka koostuu ihmisen tekemisistä. Kun ihmismaailma nähdään olennaisena osana ympäristöä, ihmiset voivat muuttaa ihmismaailman toimintojaan siten, että ne aiheuttavat ympäristölle mahdollisimman vähän haittaa tai jopa parantavat sitä. Biogeokemiallisia kiertokulkuja on periaatteessa kahdenlaisia: a) kaasumaiset kiertokulut, kuten hiilen, hapen ja typen kiertokulut ja b) sedimenttiset kiertokulut, kuten rikin ja fosforin kiertokulut. (Sharma & Sharma, 2014, s. luvut 1 & 2) Tässä luvussa käsitellään veden, hiilen ja typen kiertokulkuja.



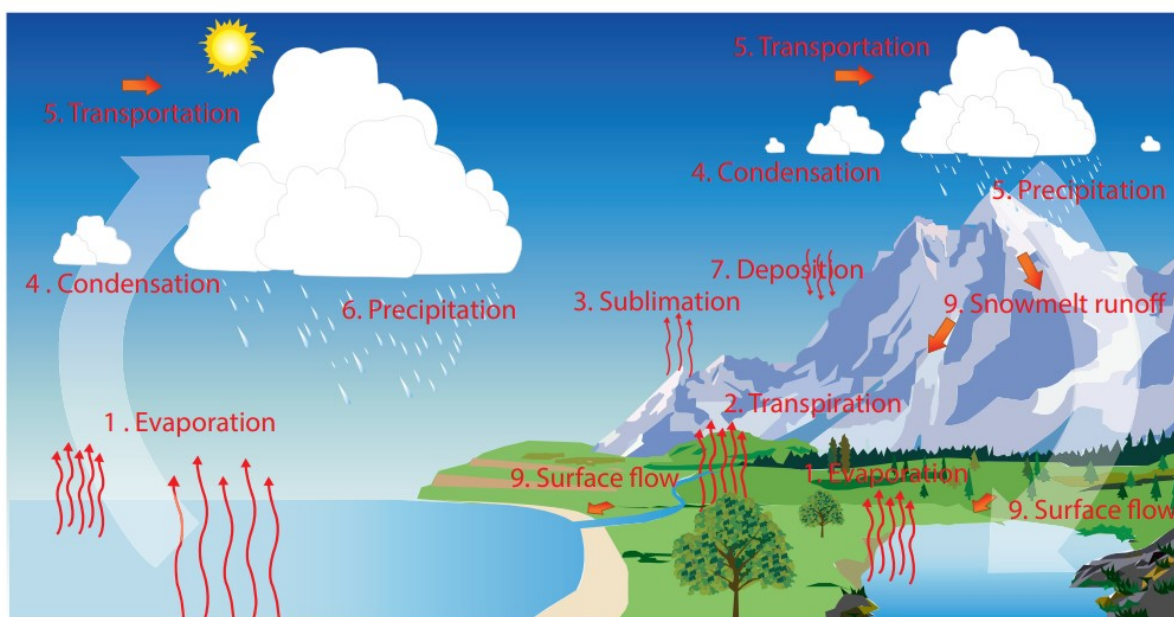
Kuva 14. Biogeokemiallinen kierto. (Sharma & Sharma, 2014, s. 1.4)

Biogeokemiallinen kierto (kuva 14) tarkoittaa kemiallisten aineiden kuten hiilen, hapen, typen, fosforin ja monien kuiden aineiden kiertoa maapallon bioottisen eli elollisen (biosfääri) ja abiottisen eli elottoman (litosfääri, ilmakehä ja hydrosfääri) osien välillä. Litosfääri on Maan ylin kerros, joka koostuu kuoresta ja vaipan ylimmästä osasta. Kierto on prosessien sarja, jossa aine palaa takaisin lähtöpisteeseen. Hydrologisessa kierrossa vedelle tapahtuu olomuodon muutoksia kuten haihtumista, tiivistymistä ja lopulta se palaa takaisin esimerkiksi sateena maahan. Kaikki muut aineet siirtyvät eliöstä ja biosfäärin osasta toiseen biogeokemiallisten kiertojen kautta. (Hanif ym., 2020)

## 6.1 Veden kierto

Vesi on välttämätön elämän ylläpitämiseksi maapallolla. Maapallon, ”sinisen planeetan” erityispiirteet johtuvat vesikehästä, hydrosfääristä, johon kuuluu vesi nestemäisenä pintavesissä (merissä, joissa, järvissä, puroissa, lammikoissa jne.), pohjavesissä (maaperässä), ilmakehässä vesihöyrynä ja sadeveden muodossa. Lisäksi on jäätynyttä vettä (jäätä, lunta, jääkiteitä, jäätiköitä jne.). Maapallon vesivaroista 97 % on suolaista merivettä. Makean veden osuus on 3 %, josta 2 % on jäätä ja 1 % jokien, järvien ja lampien vettä. Kaiken kaikkiaan vesi peittää lähes 71 % maapallon kokonaispinta-alasta. Vettä käytetään moniin arkisiin asioihin kotitalouksissa, vesivoiman avulla tuotetaan sähköä, vettä käytetään teollisuuden prosesseissa ja raaka-aineena. Vedellä on merkittävä rooli ympäristössä. Meren virtaukset vaikuttavat myös ilmakehän liikkeisiin ja tuulen suuntaan. Se vaikuttaa kasvihuoneilmioon, vesi absorboi yli 90 % saapuvasta auringonsäteilystä ja siirtää auringon lämpöä napa-alueille. (Hanif ym., 2020, s.141-142)

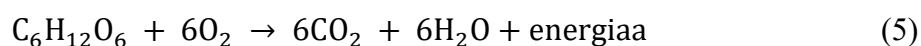
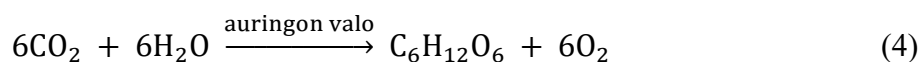
Auringon säteily on veden kiertokulun tärkein moottori, koska se aiheuttaa veden haihtumista. Vesi kiertää jatkuvasti ilmakehässä, hydrosfäärissa, maaperässä, kallioperässä ja biosfäärissä eli maapallon eliökehässä. Veden täydellisessä kiertokulussa vesi esiintyy kaikissa kolmessa olomuodossa: jäänä, vetenä ja vesihöyrynä. Vesi on mukana lämmön siirtymisessä, sään ja ilmaston vaihteluissa kaikkialla maailmassa. Hydrologisessa kierrossa nestemäinen vesi muuttuu vesistöistä sekä kasvien ja maaperän pinnalta vesihöyryksi ilmakehään. Vesi kulkeutuu vesivarastoihin lumen sulamisen, valumien, imeytymisen, maanalaisten virtauksien, sublimoitumisen, härmistymisen ja tiivistymisen avulla. Kuvassa 15 on esitetty hydrologisen kierron vaihteita: 1) haihtuminen, 2) kasvien transpiraatio, jossa vesi kulkee maaperästä kasvin läpi ja haihtuu kasvin lehdistä, 3) sublimoituminen, 4) tiivistyminen, 5) kuljetus, 6) sadanta, 7) härmistyminen ja 9) valunta. (Hanif ym., 2020, s.148-149)



Kuva 15. Luonnollinen vesikierto. (Hanif, 2020, s. 148)

## 6.2 Hiilen kierto

Hiilen kiertokulku on yksi tärkeimmistä biogeokemiallisista kierroista. Hiiltä tarvitaan kaikkien orgaanisten yhdisteiden rakennusaineena, kuten hiilihyaateissa, rasvoissa, proteiineissa ja nukleiinihappoissa. Tärkeimmät hiilivarastot ovat ilmakehä, valtameret ja maaperä. Iso osa maapallon hiilestä on ilmakehässä. Ilmakehän hiili koostuu enimmäkseen hiilidioksidista. Valtamerissä hiili on liuenneena hiilidioksidina ja kalsiumkarbonaattina simpukoissa ja merenpohjan kivissä. Maaperässä hiiltä on malmeissa kuten dolomiitissa ja muissa karbonaateissa. (Ahluwalia, 2017, ss. 22-23) Hiilellä on kaksi suurta nielua: maaekosysteemit ja meriekosysteemit, joissa molemmissa fotosynteesi on osa hiilen sidontaa ja hengitys osa vapautumista. Hiili kulkeutuu biosfääriin yhteyttämisessä eli fotosynteesissä (reaktioyhtälö 4) ja palautuu biosfääriin soluhengityksessä (reaktioyhtälö 5). (Sharma & Sharma, 2014, ss. 2.27-2.28)

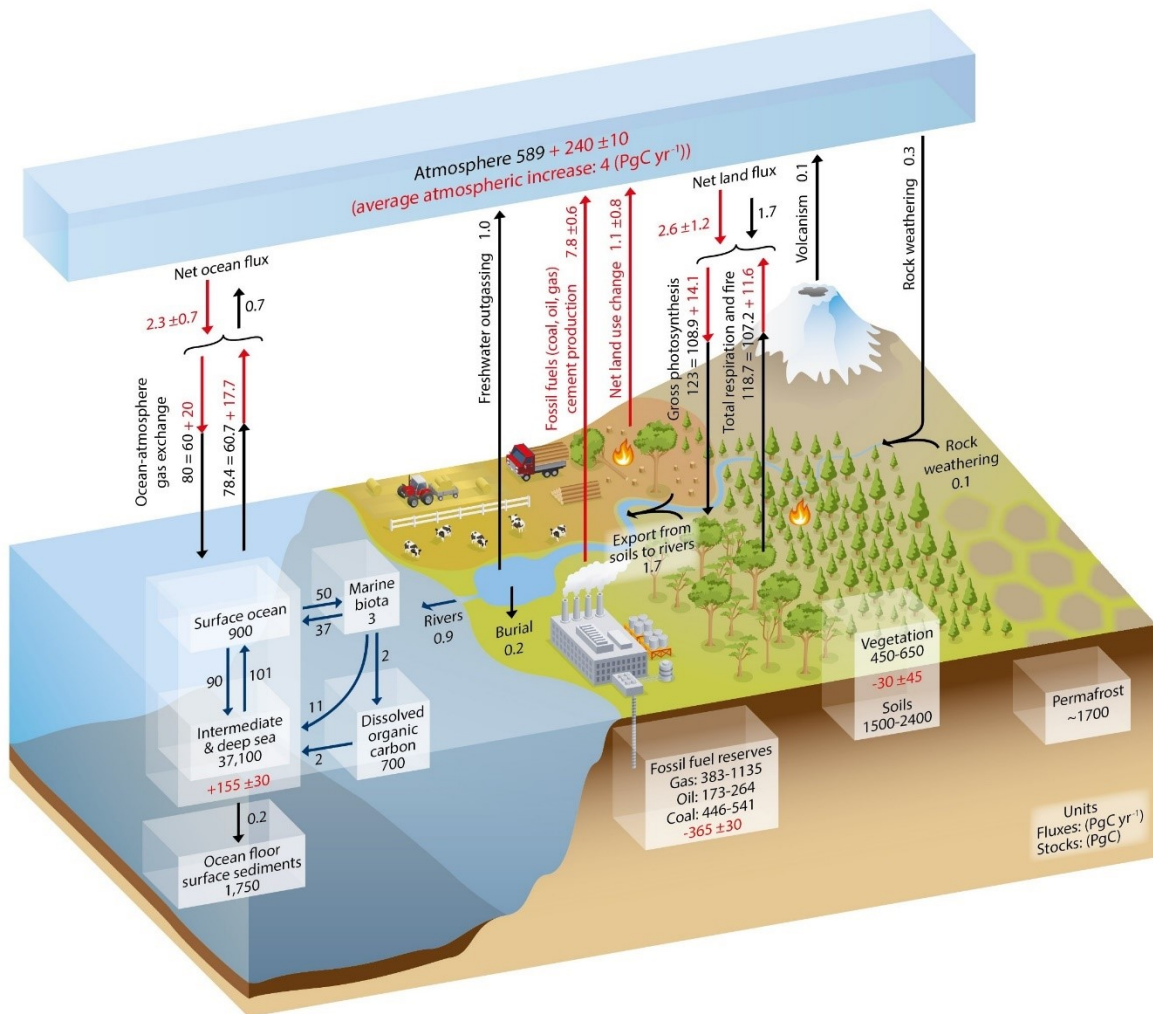


Hiilen kiertokulkuun kuuluvat seuraavat prosessit: 1) Kasvit ottavat ilmakehästä hiilidioksidia fotosynteesin aikana. Kasvit muodostavat hiilihyaatteja, ja happea vapautuu ilmakehään. 2)

Eläimet saavat hiiltä hiilihydraattien muodossa vihreistä kasveista. 3) Kuolleiden eläinten ja kasvien jäännökset mädäntyessään ja hajotessaan bakteerien toimesta vapauttavat hiilidioksidia takaisin ilmakehään. 4) Ilmakehän hiilidioksidi liukenee valtameriin diffuusion kautta. Merilevät ja fotosynteettiset bakteerit käyttävät veteen liuennutta hiilidioksidia. Osa liuenneesta hiilidioksidista on myös sitoutunut kalkkikiveksi (kalsiumkarbonaatti) ja karbonaattipitoisiin kiviin. 5) Hiilidioksidi palautuu ilmakehään hengityksen ja polttoaineiden, kuten hiilen, puun, dieselin, maakaasun ja bensiinin palamisen kautta. 6) Karbonaattipitoisten kivien kuluminen hiilidioksidia sisältävän veden ja happamien sateiden vaikutuksesta ja tulivuorenpurkaukset vapauttavat hiilidioksidia ilmakehään. (Ahluwalia, 2017)

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuudessa on satelliitilla mitattavissa oleva ero vuodenaikojen mukaan. Hiilidioksidin vuodenaikaisvaihtelu johtuu pääasiassa pohjoisen pallonpuoliskon kasvien yhteyttämisestä. Pohjoisen pallonpuoliskon kasvukauden aikana, eli loppukeväästä seuraavaan syksyyn saakka, kasvit sitovat hiilidioksidia ilmakehästä itseensä. Talvella fossiilisten polttoaineiden käyttö nostaa hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Hiilidioksidin määrä ilmakehässä lisääntyy joka vuosi vuodenaikaisvaihtelusta huolimatta. (Ilmatieteen laitos, 2015)

Kuvassa 16 on kuvattu hiilen maailmanlaajuisia kiertoa. Luvut kuvaavat hiilivarastojen massaa, PgC:nä ( $1 \text{ PgC} = 10^{15} \text{ gC} = 1 \text{ GtC}$ ) ja vuotuisia hiilivirtoja (PgC:nä vuodessa). Mustat luvut ja nuolet kuvaavat varastojen massaa ja vaihtovirtoja, jotka on arvioitu teollista aikakautta edeltävältä ajalta, noin vuodelta 1750. Punaiset nuolet ja luvut osoittavat vuosittaiset ihmisen aiheuttamat virtaukset, joille on laskettu keskiarvot ajanjaksolla 2000–2009. Punaiset luvut säiliöissä tarkoittavat ihmisen aiheuttaman hiilen kumulatiivisia muutoksia teollisen ajanjakson 1750–2011 aikana. (IPCC, 2013, s. 471)



Kuva 16. Yksinkertaistettu kaavio hiilen maailmanlaajuisesta kiertokulusta (IPCC, 2013, s. 471)

### 6.3 Typen kierto

Ilmakehä on suurin typpivarasto. Molekyylimuodossa oleva typpi ( $\text{N}_2$ ) muodostaa 78 % ilmakehän kaasuista. Ilmakehän typpi on pääasiassa inerttiä, kaasumaista, kolminkertaisesti sitoutunutta tyyppiä, jota useimmat organismit eivät voi tässä muodossa käyttää. Typpi on välttämätön ravintoaine kaikille organismeille, sillä se on olennainen osa proteiineja, jotka ovat organismien rakenneosia. Typpi esiintyy orgaanisissa yhdisteissä kuten aminohapoissa, proteiineissa, nukleiinihapoissa ja klorofyllissä. Ilmakehän typpi muunnetaan organismeille käyttökelpoisempaan muotoon typensidontaprosessien avulla. Typen muuntaminen erilaisiin kemiallisiin muotoihin muodostaa erittäin monimutkaisen typen kierron. Typpi käy läpi hapettumis- ja pelkistymisreaktioiden sarjan sekä aerobisissa (nitrifikaatio) että anaerobisissa

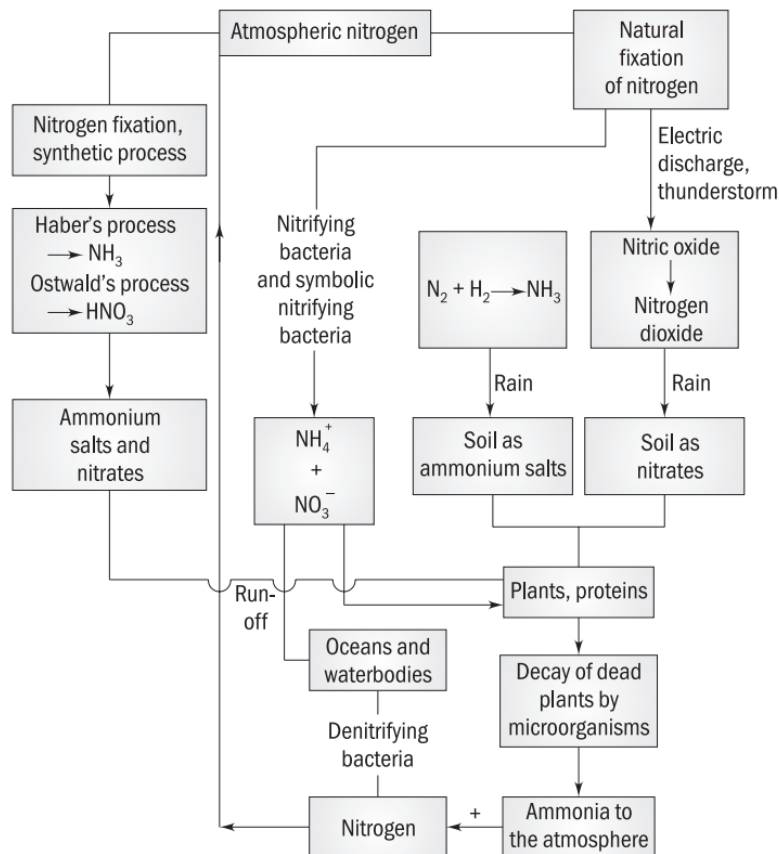
(nitraatin pelkistyminen) olosuhteissa. Lopulta typpi palautuu ilmakehään denitrifikaation kautta. (De Sousa, 2020; Macro, 2014)

Typen sidontaa on esitetty kuvassa 17. Kasvit voivat käyttää typpeä ammoniakkin suoloina, kuten ammoniumnitraattina ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Tämä saavutetaan sitomalla ilmakehän typpeä joko luonnollisen tai synteettisen prosessin avulla. Synteettisiä prosesseja ovat Haberin ja Ostwaldin prosessit. Haberin prosessissa (reaktioyhtälö 6) typpi ja vety reagoivat suhteessa 1:3, korkeassa lämpötilassa ja paineessa, katalyytin läsnä ollessa. (Ahluwalia, 2017, ss. 25-27)



Saatu ammoniakki ( $\text{NH}_3$ ) muunnetaan lannoitteiksi, kuten ammoniumnitraatiksi ja ureaksi ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ). Lannoitteet muuttuvat maaperässä bakteerien toimesta nitriiteiksi ( $\text{NO}_2^-$ ) ja nitraateiksi ( $\text{NO}_3^-$ ). Ostwaldin prosessia käytetään typpihapon ( $\text{HNO}_3$ ) valmistamiseen. (Ahluwalia, 2017, ss. 25-27) Ilmakehän typpi ( $\text{N}_2$ ) voi reagoida ukonilman aikana hapen ( $\text{O}_2$ ) kanssa muodostaen typenoksideja ( $\text{NO}$ ) ja ( $\text{NO}_2$ ). Nämä oksidit reagoivat edelleen sadeveden kanssa muodostaen typpihappoa ( $\text{HNO}_3$ ), joka kulkeutuu sateen mukana maahan. (Macro, 2014) Kuolleiden kasvien hajotessa typpeä palautuu maaperään ammoniakkin muodossa (Ahluwalia, 2017). Nitrifikaatio on typpikierron vaihe, jossa ammoniakki hapettuu nitraatiksi maaperässä olevien bakteerien vaikutuksesta. Nitrifikaatio on erittäin tärkeä prosessi, koska kasvit käyttävät runsaasti typpeä nitraatteina. Kasvien typen maksimaalinen saanti voidaan varmistaa lisäämällä maaperään lannoitteena vedetöntä ammoniakkaa ja ammoniumsuoloja. (Hanif;Nadeem;Bhatti;& Tauqeer, 2020, ss. 410-411) Jotkin kasvit voivat käyttää suoraan ammoniumioneja typen lähteenä. Nitrifioivat bakteerit voivat muuntaa ilmakehän typpeä ammoniumioneiksi. Nitrifikaatio tapahtuu kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa ammoniakki hapettuu nitriitiksi. Nitrifikaation toisessa vaiheessa nitriitti hapettuu nitraatiksi. Kasvit ottavat maaperästä näin saatuja nitraatteja ja muuttavat ne aminohapoiksi, jotka ovat proteiinien rakennusaineita. Osa nitraateista päätyy vesistöihin, kuten jokiin ja valtameriin. (Ahluwalia, 2017; Macro, 2014) Denitrifikaatio palauttaa  $\text{N}_2$ -kaasua ilmakehään. Denitrifioivia bakteereja esiintyy sekä maaperässä että merissä. Bakteerit pelkistävät nitraattia ( $\text{NO}_3^-$ ). Denitrifikaatio tapahtuu vaiheittain:  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$  (Ahluwalia, 2017; De Sousa, 2020)



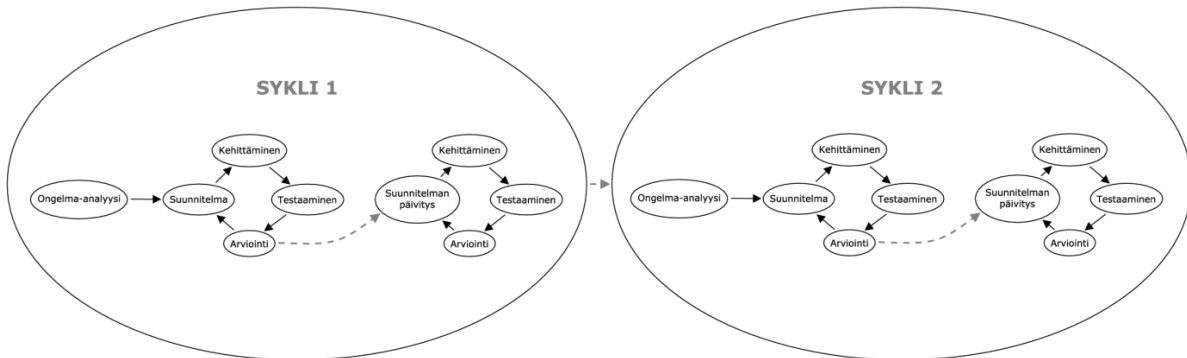


Kuva 17. Typen sidonta. (Ahluwalia, 2017, s. 27)

## 7. Kehittämistutkimus

Brownin artikkelia vuodelta 1992 pidetään kehittämistutkimusta (*Design-based Research* tai *Desing Research*) käsittelevän julkaisutoiminnan alkuna. Kehittämistutkimus on kehittynyt tarpeesta kehittää opetusta vastaamaan todellisista opetustilanteista nouseviin tarpeisiin. Kehittämistutkimus on yleistynyt opetuksen ja oppimisen tutkimuksessa, kun kehitetään uusia tapoja opettaa ja oppia. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimukselle ei ole yhtä yksiselitteistä määritelmää. Edelson (2002) määrittelee kehittämistutkimuksen tutkimusmenetelmäksi, jossa kehittäminen ja tutkiminen yhdistyvät teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältävässä syklisessä prosessissa (kuva 18). Kehittämisykli muodostuu kehittämisestä, arvioinnista ja raportoinnista, joiden avulla tuotoksia kehitetään, arvioidaan, jatkokehitetään ja uudelleen arvioidaan.



Kuva 18. Kehittämistutkimuksen syklinen eteneminen (Pernaa, 2013)

Kehittämissykli aloitetaan nykytilan kartoituksella, jossa määritellään kehittämisen kohde eli ongelma, joka halutaan ratkaista. Juutin ja Lavosen (2006) mukaan kehittämistutkimus alkaa käytännön toimintaympäristön muutoksen tunnistamisesta. Tarve voi syntyä esimerkiksi tilanteesta, jossa opetussuunnitelma muuttuu tai tutkimustulokset viittaavat muutostarpeisiin opettamisessa tai oppimisessa. Tarveanalyysi voi olla empiirinen, teoreettinen tai sisältää molempia analyysimuotoja. Ongelman määrittely ja ongelmaan vaikuttavien tekijöiden analysointi on tärkeää, että ongelma onnistutaan ratkaisemaan. Ongelma-analyysin jälkeen laaditaan alustava tutkimussuunnitelma, jota päivitetään tutkimuksen edetessä. Kehittämistutkimus on luonteeltaan iteratiivista ja syklistä. Tutkimus etenee teoreettisten ja kokeellisten vaiheiden kautta, joiden pohjalta syntyvää kehittämistuotosta jatkokehitetään ja uudelleen arvioidaan. Prosessin aikana esiin nousevia haasteita voidaan nostaa uusiksi tavoitteiksi ja tuotosta testataan edelleen vastaamaan paremmin tutkimukselle asetettuja tavoitteita. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimuksen luotettavuutta kritisoidaan usein tutkimuskirjallisuudessa, koska kehittämistutkimukselle ei ole määritelty yhteneviä tutkimuskäytäntöjä. Haasteita aiheuttavat objektiivinen analysointi suurelle määrälle tutkimusdataa sekä laajojen ja kauan kestävien tutkimusprojektien koordinointi. Perinteisen tieteellisen tutkimuksen luotettavuuteen käytettävät arviointimenetelmät (validiteetti ja reliabiliteetti) eivät aina ole suoraan sovellettavissa laadullisia asioita sisältävään kehittämistutkimukseen. Kehittämistutkimusta voidaan arvioida peilaamalla yleisiä kehittämistutkimuksen kriteereitä Lincolnin ja Guban

(1985) kriteereihin, jotka ovat uskottavuus, siirrettävyys, luotettavuus ja vahvistettavuus. (Pernaa, 2013)

## 8. Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa selvitettiin, mitä ammatillista perustutkintoa opiskelevat aikuisopiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta, millaista on laadukas ilmastokasvatus ja suunniteltiin motivoiva ilmastokasvatuksen oppimiskokonaisuus, jota voi hyödyntää ilmastonmuutokseen liittyvien aiheiden opetuksessa.

Tutkimuskysymykset:

- Mitä opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta?
  - Millaisia odotuksia, toiveita ja asenteita opiskelijoilla on?
  - Mitä opiskelijat tietävät ilmastonmuutoksesta?
- Mitä on hyvä ilmastokasvatus?
  - Mikä on hyvä tapa toteuttaa opetusta?
  - Miten ilmastonmuutosta tulisi opettaa?
- Mitä valmiuksia kouluttajalla tulee olla?
  - Millaisia odotuksia, toiveita ja asenteita kouluttajilla on?
  - Mitä kouluttajan tulisi tietää ilmastokasvatuksesta?

## 9. Tutkimusmenetelmät

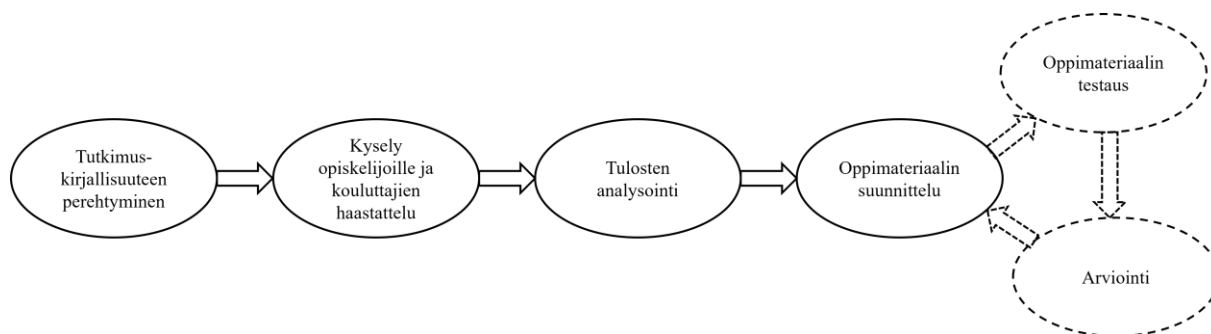
Tässä tutkimuksessa käytettiin kyselytutkimusta selvittämään mitä opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta sekä millaisia asenteita toiveita ja odotuksia heillä on ilmastokasvatukselle. Strukturoitua haastattelututkimusta käytettiin selvittämään kouluttajien asenteita, odotuksia ja toiveita ilmastokasvatukselle sekä valmiuksia opettaa ilmastonmuutokseen liittyviä aiheita. Tutkimusaineistolle tehtiin laadullinen sisällönanalyysi ja

kyselytutkimuksessa saatua aineistoa analysoitiin myös tilastollisin menetelmin. Opetusmateriaalin suunnitteluun käytettiin kehittämistutkimusta.

Ihmistieteelliset tutkimusmenetelmät voidaan karkeasti luokitella kahteen ryhmään: laadullisiin eli kvalitatiivisiin ja määrällisiin eli kvantitatiivisiin menetelmiin. Samassa tutkimuksessa voidaan hyödyntää yhdistellen molempia menetelmiä. (Vuori, 2012) Laadulliselle tutkimukselle tyypillistä on, että se on aineistonkeruumenetelmä, missä aineisto on ilmaisultaan tekstiä. Laadullisessa tutkimuksessa korostuu tutkittavien näkökulma. Usein käytetään harkinnanvaraista otantaa ja keskitytään pieneen määrään tapauksia, joita pyritään analysoimaan mahdollisimman perusteellisesti. (Eskola & Suoranta, 1998) Tässä tutkimuksessa päädyttiin laadulliseen tutkimukseen, koska tavoitteena oli selvittää, mitä opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta ja millaisia asenteita ja toiveita heillä on ilmasto-opetukselle. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena onkin selvittää jonkin ilmiön kuvaaminen ja ymmärtäminen. Laadullisessa tutkimuksessa vastataan ensisijaisesti mitä- ja miten-kysymyksiin.

## 9.1 Kehittämistutkimus

Kuvassa 19 on esitelty tämän kehittämistutkimuksen vaiheet. Kehittämistutkimusta tutkimusmenetelmänä esitellään tarkemmin luvussa 7. Kehittämistutkimus aloitetaan tarvekartoituksella ja ongelman määrittelyllä. Tämän tutkimuksen aihe nousi tarpeesta opetusmateriaalille ilmastokasvatukseen aikuisille perustutkinto-opiskelijoille. Aihe on monitieteinen ja laaja, joten haluttiin kuulla opiskelijoiden näkökulma; mitä opiskelijat haluaisivat oppia ilmastonmuutoksesta. Tutkijan oma mielenkiinto kohdistui laadukkaaseen ilmastokasvatukseen. Oppimateriaalin testaus ja arviointi on rajattu toteutettavaksi myöhemmin.



Kuva 19. Tutkimuksen vaiheet.

## 9.2 Kyselytutkimus

Kysely on haastattelun, havainnoinnin ja dokumenttien käytön ohella yksi aineistonkeruun perusmenetelmistä. Kyselytutkimuksen etuna on, että kyselyn avulla voidaan kysyä monia asioita ja tutkimukseen voidaan saada paljon henkilöitä. Kyselymenetelmä on tehokas, koska se on helppo jakaa vastaajille ja tulosten käsittely on tietokoneella nopeaa. Kyselyn aikataulu voidaan arvioida melko tarkasti. Kyselytutkimuksen heikkouksina pidetään aineiston pinnallisuutta. Ei ole mahdollista varmistua siitä, kuinka vakavasti tutkimukseen on suhtauduttu, ovatko vastausvaihtoehdot olleet vastaajien näkökulmasta onnistuneita tai ovatko vastaajat ylipäättään selvillä asiasta, josta esitettiin kysymyksiä. Lisäksi kyselyyn vastaamattomuus voi olla suurta. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara, 2015)

*Survey*-tutkimukset ovat sellaisia kysely- ja haastattelututkimuksia, joissa aineistoa kerätään strukturoidulla kyselylomakkeella vakioituja kysymyksiä ja vastausvaihtoehtoja käyttäen. Havaintoyksikkönä on yleensä henkilö, jonka mielipiteitä, asenteita, ominaisuuksia ja käyttäytymistä tutkimuksella selvitetään. (Aineistotyypit) Aineisto, joka kerätään *survey*-tutkimuksen avulla, käsitellään yleensä kvantitatiivisesti (Hirsijärvi ym., 2015).

Tässä tutkimuksessa päädyttiin kyselytutkimukseen, koska se on helppo ja nopea toteuttaa. Kyselytutkimus toteutettiin monivalintakysymysten, väittämien ja avoimien kysymysten avulla.

### 9.3 Haastattelututkimus

Haastattelututkimuksessa ollaan suorassa kontaktissa vastaajan kanssa. Vastaukset kirjataan joko paperilomakkeeseen tai sähköiseen lomakkeeseen tietokoneella. Tutkimus voidaan tehdä kasvotusten tai puhelinhaastatteluna. (Aineistotyytit) Maantieteellinen etäisyys on yksi keskeisimmistä syistä siihen, miksi laadullisessa tutkimuksessa valitaan puhelinhaastattelu (Hyvärinen, Nikander & Ruusuvuori, 2017). Haastattelu eroaa tavallisesta keskustelusta siten, että haastattelija ohjaa keskustelua. Tutkimushaastattelulla on tavoitteet ja sen avulla kerätään tietoa tutkimustarkoitusta varten. Haastatteluja voidaan jakaa kolmeen ryhmään sen mukaan kuinka strukturoituja ja tarkasti säädeltyjä haastattelut ovat. Strukturoidussa haastattelussa eli lomakehaastattelussa esitetään ennalta laaditut kysymyssarjat tietystä järjestyksessä. (Hirsijärvi ym., 2015) Teemahaastattelussa eli puolistrukturoitu haastattelussa edetään valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Avoin haastattelu on vapaampi keskustelu, jossa haastattelija selvittää haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä, tunteita ja käsityksiä (Hirsijärvi ym., 2015).

Tutkimusmenetelmänä haastattelujen etuna on tilanteen joustavuus. Haastattelussa voidaan edetä tilanteen mukaan ja ottaa vastaajien tarpeet huomioon. Haastattelutilanteessa annetaan haastateltavalle mahdollisuus tuoda esille asioitaan mahdollisimman vapaasti. Haastattelu valitaan tutkimusmenetelmäksi, jos tutkijan on vaikea tietää etukäteen vastausten suuntia tai jos tiedetään, että vastaukset ovat monitahoisia. Haastattelulla on myös mahdollisuus selventää saatavia vastauksia tai syventää saatavaa tietoa. Haastattelussa voidaan esimerkiksi pyytää perusteluja mielipiteille. Lisäksi etuna on myös se, että tutkimukseen saadaan mukaan vastaajiksi suunnitellut henkilöt ja heiltä on mahdollista tarvittaessa pyytää täydennystä haastattelun jälkeenkin. Haastattelututkimukseen liittyy myös haasteita. Itse haastattelu, haastattelun huolellinen suunnittelu ja haastattelijan rooliin valmistautuminen vievät aikaa. Haastatteluun voi sisältyä monia virhelähteitä. Virheet voivat aiheutua haastattelijasta, haastateltavasta tai haastattelutilanteesta. Esimerkiksi haastateltava voi kokea haastattelun uhkaavaksi tai pelottavaksi tilanteeksi tai osa aiheista voi olla sellaisia, kuten terveyteen tai talouteen liittyvät asiat, ettei niistä haluta kertoa. Haastattelun luotettavuutta voi heikentää myös se, että haastateltava antaa vastauksia, joita yleisesti pidetään sopivina tai oikeina. Myös kulttuurisia eroja on. Ratkaisevaa on, miten haastattelija osaa tulkita haastateltavan vastauksia. Haastatteluaineisto on konteksti- ja tilannesidonnaista, mikä pitää ottaa huomioon, kun tuloksia

tulkitaan. Tästä syystä haastattelutulosten liiallista yleistämistä tulee välttää. (Hirsijärvi ym., 2015)

Tässä tutkimuksessa kouluttajien haastattelu toteutettiin harkinnanvaraisella otannalla ja käytettiin teemahaastattelua eli puolistrukturoitua haastattelua. Teemoina haastattelussa olivat kouluttajien odotukset, toiveet, asenteet sekä valmiudet opettaa ilmastonmuutokseen ja sen hillintään liittyviä aiheita.

#### 9.4 Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi on laadullisen tutkimuksen perusanalyysimenetelmä, jolla voidaan analysoida kirjoja, artikkeleita, haastatteluja, puheita, raportteja jne. ja se sopii täysin strukturoimattomankin aineiston analyysiin. Sisällönanalyysin tavoitteena on tuottaa yleinen ja tiivistetty kuvaus tutkittavasta ilmiöstä ja järjestää aineisto siten, että se mahdollistaa johtopäätösten tekemisen. Sisällönanalyysissä keskitytään siihen, mitä asioita, aiheita ja teemoja aineisto käsittelee. Laadullisessa tutkimuksessa ei pyritä tekemään tilastollisia yleistyksiä. (Vuori, 2012; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Laadullinen analyysi voidaan jaotella aineistolähtöiseen, teoriasidonnaiseen ja teorialähtöiseen analyysiin. Aineistolähtöisessä analyysissä tutkimusaineistosta luodaan teoreettinen kokonaisuus, jossa aineistosta valitaan tutkimuksen tarkoituksen mukaisia analyysiyksiköitä (eli ideoita, lauseita, tapahtumia tai toimintaa). Aineistolähtöisessä analyysissä aikaisemmat tiedot, havainnot tai teoriat eivät vaikuta analyysin toteuttamiseen eikä lopputulokseen, koska analyysi tehdään pelkästään tutkimusaineistosta. Teoriaohjaavassa analyysissä teoria voi toimia apuna analyysin etenemisessä. Teoriaohjaavassa analyysissä aikaisempi tieto ohjaa analyysiä, vaikka analyysiyksiköt valitaan samalla tavalla aineistosta kuin aineistopohjaisessa analyysissäkin. Teorialähtöinen analyysi perustuu johonkin teoriaan tai malliin, jonka mukaan tutkittava ilmiö määritellään. Aineiston analyysiä ohjaa esimerkiksi valmiiksi hahmotetut kategoriat, joihin aineisto suhteutetaan. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi koostuu kolmesta vaiheesta: 1) aineiston redusointi eli pelkistäminen, 2) aineiston klusterointi eli ryhmittely ja 3) abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden muodostaminen. Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan tutkimuksessa kiinnostavat asiat, jotka pelkistetään yksittäisiksi ilmaisuiksi. Toisessa vaiheessa samaa tarkoittavat pelkistetyt ilmaisut ryhmitellään alakategorioihin eli alaluokkiin. Luokkien muodostaminen on analyysin kriittisin vaihe, koska tutkija päättää millä perusteella luokittelee ilmaisuja jokaiseen luokkaan. Analyysiä jatketaan siten, että samansisältöisiä alaluokkia yhdistetään toisiinsa ja muodostetaan yläluokkia. Lopulta yläluokat yhdistetään yhdeksi kaikkea kuvaavaksi luokaksi. Luokitteluilla pyritään vastaamaan tutkimusongelmaan. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Tässä tutkimuksessa käytettiin aineistopohjaista ja teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä, kun analysoitiin kyselytutkimuksesta ja haastatteluista saatuja aineistoja.

## 9.5 Tilastollinen analyysi

*Survey*-tutkimuksissa yleisimpiä analyysimenetelmiä ovat kuvailevat tilastolliset menetelmät. Tyypillisimpiä tunnuslukuja ovat aineiston havaintojen lukumäärät eli frekvenssit, prosenttiosuudet sekä aritmeettiset keskiarvot ja muut keskiluvut. Myös hajontalukuja käytetään yleisesti. (Alastalo & Borg) Kuvaileva tilastoanalyysi kuvailee ja tiivistää jonkin määrällisen muuttujan jakaumaa tai useamman muuttujan yhteisvaihtelua. Kuvailevan tilastoanalyysin pyrkimyksenä ei ole tehdä tulosten pohjalta yleistystä laajempaan perusjoukkoon. Perusjoukko on tutkimuksen kohteena oleva ryhmä, jota koskevia tietoja halutaan kerätä, esimerkiksi Suomessa ammatillista perustutkintoa opiskelevat opiskelijat (Tilastokeskus). Tilastollista päättelyä tarvitaan, jos tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita perusjoukon ominaisuuksista. Tilastollisen päättelyn avulla voidaan arvioida, kuinka hyvin otoksesta saadut tulokset pitävät paikkansa perusjoukossa. Päättelyllä saadaan todennäköisyyksille, kuinka hyvin otoksesta saadut tulokset voidaan yleistää koko perusjoukkoa koskeviksi. (Tilastollinen päättely)



Jos kohteena on vain yksi muuttuja, voidaan kuvailuun käyttää esimerkiksi muuttujien keskilukuja ja hajontalukuja. Yhden muuttujan analyysissä mielenkiinto kohdistuu muuttujan jakaumaan. (Tilastollinen päättely) Keskiarvo, moodi ja mediaani ovat tilastollisia keskilukuja. Keskiarvo tarkoittaa yleensä aritmeettista keskiarvoa, joka lasketaan jakamalla havaintoarvojen summa havaintojen lukumäärällä. Tärkein hajonnan mitta on keskihajonta eli standardipoikkeama. Keskihajonta kuvaa, kuinka muuttujan arvot vaihtelevat keskiarvon ympärillä. (Heikkilä, 2014)

Keskihajonta lasketaan kaavasta:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (\text{kaava 1})$$

jos tarkasteltavana on koko perusjoukko. Kaavassa  $x_i$  on  $i$ :s havaintoarvo ja  $\bar{x}$  tarkoittaa aineiston aritmeettista keskiarvoa. Havaintojen määrä on  $n$ . Mitä suurempi keskihajonta on, sitä enemmän muuttujan arvoissa on hajontaa. Jos kyse on otoksesta, käytetään usein termiä otoskeskihajonta ja silloin käytetään kaavaa:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (\text{kaava 2})$$

Tässä kaavassa jakajana on havaintojen määrä vähennettynä yhdellä. Etenkin suurissa aineistoissa ero keskihajonnan ja otoskeskihajonnan välillä on pieni. (Hajontaluvut)

Tässä tutkimuksessa käytettiin tilastollista analyysiä kyselytutkimuksen väittämien analysointiin. Kyselytutkimuksessa vastaajat arvioivat asteikolla 1-5, olivatko väittämän kanssa samaa vai eri mieltä. Vastauksista laskettiin keskiarvo ja otoskeskihajonta.

## 10. Tutkimusaineisto

### 10.1 Kyselytutkimus opiskelijoille

Tutkimusaineistoa kerättiin Microsoft Forms-kyselyn avulla viideltä eri opetusryhmältä. Kyselyyn vastasi 28 aikuista perustutkinto-opiskelijaa. Kyselylomake on esitetty liitteenä (Liite

1). Tutkimusaineisto koostuu verkkokyselylomakkeella aikuisilta ammatillista perustutkinto-opiskelijalta saatuihin vastauksiin. Kyselyssä oli monivalintakysymyksiä, väittämiä, joihin vastattiin viisiportaisella Likert-asteikolla sekä avoimia kysymyksiä. Kyselylomake oli jaettu osioihin: 1) taustakysymykset, 2) odotukset ja asenne, 3) osaaminen, 4) toivo ja toiminta, 5) opiskelutavat ja 6) muu palaute.

Avoimissa kysymyksissä kysyttiin ilmastonmuutokseen liittyviä havaintoja sekä mitä opiskelija haluaa oppia ilmastonmuutoksesta. Kyselyn lopussa oli myös mahdollisuus antaa palautetta kyselystä.

## 10.2 Haastattelututkimus kouluttajille

Kouluttajien haastattelut toteutettiin harkinnanvaraisella otannalla ja käytettiin puolistrukturoitua haastattelua. Haastatteluun valittiin yhteensä kuusi kouluttajaa. Kouluttajat valittiin siten, että mukaan saatiin yhteisten tutkinnon osien kouluttajia ja eri ammatillisten alojen kouluttajia. Ammatillisten alojen kouluttajia valittiin samoilta aloilta, joilta saatiin opiskelijakyselyyn vastauksia. Yksi kouluttaja haastateltiin kasvotusten ja viisi haastateltiin Teams-tapaamisessa. Haastattelun runko on esitetty liitteenä 2. Teemoina haastattelussa olivat kouluttajien odotukset, toiveet, asenteet sekä valmiudet opettaa ilmastonmuutokseen ja sen hillintään liittyviä aiheita. Taustatietoina kysyttiin työkokemusta kouluttajana sekä toimiiko ammatillisena vai YTO-kouluttajana.

## 11. Tulokset ja tulosten analysointi

### 11.1 Opiskelijakyselyn tulokset

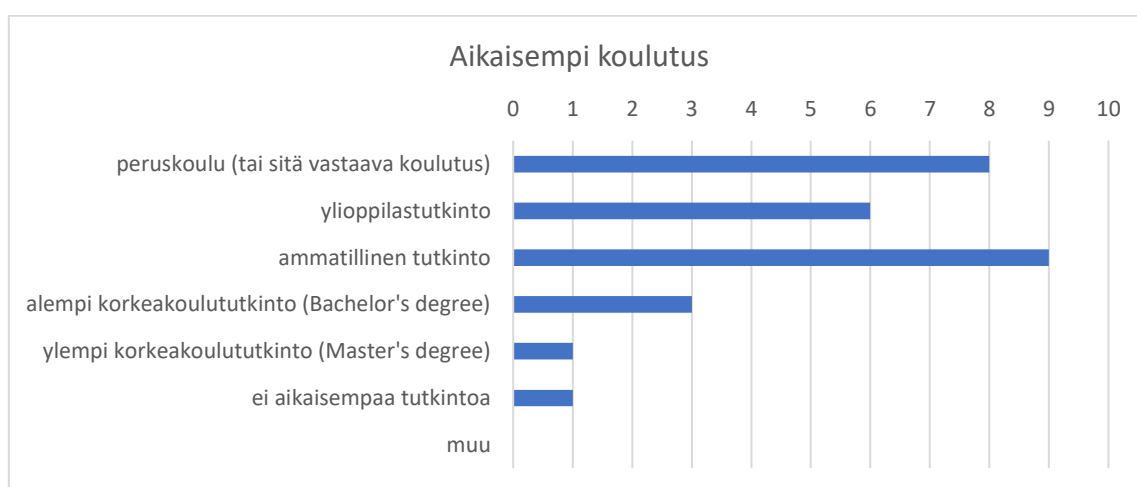
#### 11.1.1 Taustatiedot

Aikaisemmista tutkimuksista on käynyt ilmi, että sukupuoli, kielellä ja koulutuksella on merkitystä ympäristöosaamisen kannalta. Esimerkiksi Karvin tutkimuksen mukaan naisten

osaaminen oli parempaa kuin miesten. Kieliryhmä ja koulutustaso selitti eroja enemmän kuin koulutusala ja sukupuoli. Suomenkieliset opiskelijat saivat parempia tuloksia ja osaaminen oli sitä parempaa, mitä korkeampi oli koulutustaso. (Räkköläinen ym., 2017) Myös ilmastoasenteisiin on havaittu eroja sukupuolen ja koulutustason mukaan. (Ervasti & Mustikkamaa, 2020)

Vastaajien (n = 28) taustatietoina kysyttiin sukupuolta, äidinkieltä, aikaisempaa koulutusta ja alaa, jota he olivat opiskelemassa. Vastaajista naisia oli 11 (39 %) ja miehiä 17 (61 %). Opiskelijoista 16 (57 %) ilmoitti äidinkielekseen suomen ja 12 (43 %) muun kielen. Kaikki vastaajat opiskelivat suomenkielistä perustutkintoa, mutta suurella osalla (43 %) vastaajista äidinkieli oli jokin muu kuin suomi. Tässä tutkimuksessa heistä käytetään ilmaisua suomi toisena (S2) kielenä-opiskelija.

Aikuisopiskelijoilla voi olla aikaisempaa koulutusta, mikä erottaa aikuisopiskelijat esimerkiksi nuorista perustutkinto-opiskelijoista, jotka jatkavat ammatilliseen koulutukseen suoraan peruskoulusta. Vastaajat olivat koulutustaustoiltaan hyvin erilaisia. Ainoastaan yhdellä vastaajista (4 %) ei ollut aikaisempaa koulutusta. Vastaajien aikaisempi koulutus koulutusasteittain on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit taustakysymykseen aikaisemmasta koulutuksesta.

Vastaajissa on eri alojen opiskelijoita. Kuvassa 21 on esitetty vastaajien jakauma tutkinnoittain. Yksi opetusryhmistä oli pelkästään turvallisuusalan opiskelijoille, mikä selittää tämän alan korkeaa osuutta (29 %) vastaajissa. Muuten kysely toteutettiin yhteisten tutkinnon osien opetuksen yhteydessä, jolloin samassa opetusryhmässä on sattumanvaraisesti eri alojen opiskelijoita. Toiseksi eniten vastaajia oli rakennusalan perustutkinnossa (25 %) ja kolmanneksi eniten liiketoiminnan (21 %). Lisäksi opiskelijoita oli sosiaali- ja terveysalan, tieto- ja viestintätekniikan, talotekniikan ja välinehuoltoalan perustutkinnoista.



Kuva 21. Opiskelijoiden vastausjakauma taustakysymykseen opiskeltavasta tutkinnosta.

### 11.1.2 Odotukset

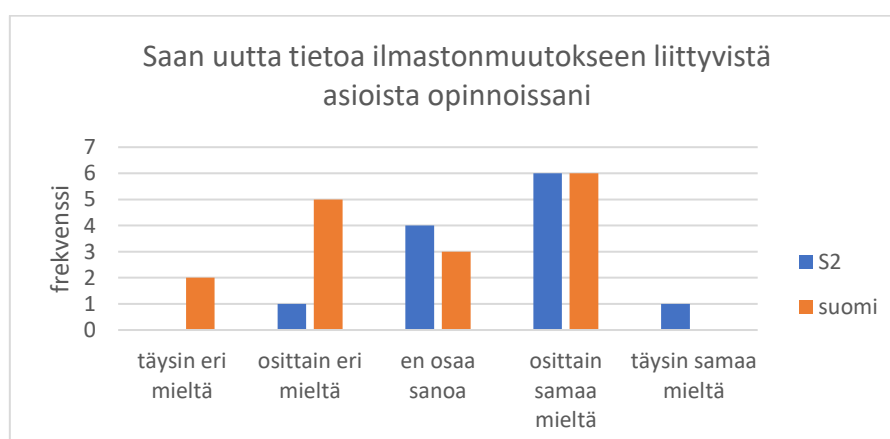
Tutkimuksessa selvitettiin väittämien 6, 8–10 avulla millaisia odotuksia opiskelijoilla on ilmastokasvatuksesta opinnoissaan. Käytössä oli asteikko: 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä. Tulokset on esitetty taulukossa 3. Koska kyse on aikuisopiskelijoista, joilla on hyvin erilainen koulutustausta, heillä on todennäköisesti myös erilaisia odotuksia sille, kuinka paljon he saavat uutta tietoa ilmastonmuutoksesta perustutkinto-opinnoissaan. Vastaajista noin 46 % oli osittain samaa mieltä (n=12) tai täysin samaa mieltä (n=1) siitä, että he saavat uutta tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä asioista opinnoissaan. Noin 7 % (n=2) vastaajista oli täysin eri mieltä, eli he kokivat, etteivät saa uutta tietoa. Vastaajista noin 29 % oli täysin samaa mieltä (n=6) tai osittain samaa

mieltä (n=2) siitä, että he saavat uutta tietoa ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyvistä asioista. Noin 39 % (n=11) vastaajista oli osittain tai täysin samaa mieltä siitä, että heitä kannustetaan ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyviin toimiin opinnoissa ja työpaikalla.

Taulukko 3. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit väittämiin, jotka käsittelivät opiskelijoiden odotuksia ilmastokasvatukselle ammatillisessa perustutkinnossa. Keskiarvot on laskettu kaikista vastauksista sekä erikseen vastauksista, joissa opiskelija on ilmoittanut äidinkielen suomen ja S2-opiskelijoiden vastauksista. Otokeskijajonta on laskettu kaikista vastauksista.

Väittämät 6, 8-10	1 = täysin eri mieltä	2 = osittain eri mieltä	3 = en osaa sanoa	4 = osittain samaa mieltä	5 = täysin samaa mieltä	keski- arvo (kaikki)	keskiarvo (suomi äidinkielenä)	keski- arvo (S2)	otoskeski- hajonta (kaikki)
Saan uutta tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä asioista opinnoissani.	2	6	7	12	1	3,1	2,8	3,6	1,0
Saan uutta tietoa ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyvistä asioista opinnoissani.	3	3	14	6	2	3,0	2,8	3,3	1,0
Opinnoissani minua kannustetaan ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyviin toimiin.	2	4	11	4	7	3,4	3,1	3,7	1,2
Työpaikallani minua kannustetaan ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyviin toimiin.	2	5	10	7	4	3,2	3,1	3,4	1,1

Keskiarvoista voidaan nähdä, että suomenkielisten opiskelijoiden odotukset ovat matalampia kaikissa väittämissä kuin suomi toisena kielenä-opiskelijoiden. Kuvassa 22 on esitetty väittämän ”Saan uutta tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä asioista opinnoissani.” vastausten frekvenssit opiskelijan äidinkielen mukaan. Suomenkielisistä opiskelijoista yhteensä seitsemän on vastannut, että ovat täysin eri mieltä tai osittain eri mieltä väittämästä. S2-opiskelijoista ainoastaan yksi on osittain eri mieltä.



Kuva 22. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit äidinkielen mukaan väittämään: ”Saan uutta tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä asioista opinnoissani.”

### 11.1.3 Osaaminen

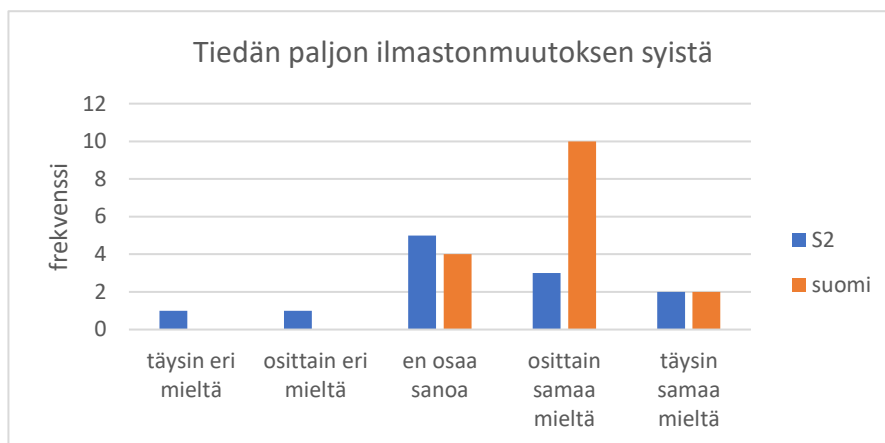
UNESCO:n (2022) kyselyn mukaan 70 % nuorista kertoo, etteivät he voi selittää ilmastonmuutosta tai voivat selittää sen vain yleisillä periaatteilla tai eivät tiedä siitä mitään. Monroe ym. (2017) mukaan ilmastonmuutoksen syistä on paljon väärinkäsityksiä ja suurin osa nuorista ei ymmärrä ilmiöön liittyviä tieteellisiä perusteita. Väittämien 5, 7, 11 – 14 avulla selvitettiin opiskelijoiden näkemystä osaamisesta. Tulokset kertovat siis opiskelijoiden oman näkemysosaamisesta, eikä osaamista ole tässä tutkimuksessa testattu. Väittämien tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit väittämiin, jotka käsittelevät opiskelijoiden näkemystä omasta ilmasto-osaamisestaan. Keskiarvot on laskettu kaikista vastauksista sekä erikseen vastauksista, joissa opiskelija on ilmoittanut äidinkielekseen suomen ja S2-opiskelijoiden vastauksista. Otokeskijajonta on laskettu kaikista vastauksista.

Väittämät 5, 7, 11–14	1 = täysin eri mieltä	2 = osittain eri mieltä	3 = en osaa sanoa	4 = osittain samaa mieltä	5 = täysin samaa mieltä	keskiarvo (kaikki)	keskiarvo (suomi äidinkielenä)	keskiarvo (S2)	otoskeski- hajonta (kaikki)
Tiedän paljon ilmastonmuutoksen syistä	1	1	9	13	4	3,6	3,9	3,3	0,9
Osaan toimia ilmastovastuullisesti.	0	1	10	15	2	3,6	3,8	3,5	0,7
Osaan selittää, mikä ero on säällä ja ilmastolla.	1	1	6	15	5	3,8	4,1	3,3	0,9
Osaan selittää kasvihuoneilmiön.	2	1	10	13	2	3,4	3,6	3,2	1,0
Osaan selittää miten hiili kiertää luonnossa.	3	4	12	8	1	3,1	3,1	2,9	1,0
Osaan selittää miten typpi kiertää luonnossa.	3	3	19	2	1	2,8	2,9	2,7	0,9

Opiskelijat kokivat osaavansa parhaiten selittää, mikä ero on säällä ja ilmastolla (k.a. 3,8) ja heikoiten, miten typpi kiertää luonnossa (k.a. 2,8). Noin 61 % vastaajista oli osittain samaa mieltä (n=13) tai täysin samaa mieltä (n=4) väittämästä 5: ”Tiedän paljon ilmastonmuutoksen syistä”. Noin kolmannes (n=9) vastasi, ettei osaa sanoa. Vastausten keskiarvo oli 3,6 ja otoskeskihajonta 0,9. Vastaajista noin 61 % on täysin samaa mieltä (n=2) tai osittain samaa mieltä (n=15) väittämästä 7: ”Osaan toimia ilmastovastuullisesti”. Väittämästä 12: ”Osaan selittää kasvihuoneilmiön.” vastaajista 54 % oli osittain samaa mieltä (n=13) tai täysin samaa mieltä (n=2), ja väittämästä 13: ”Osaan selittää miten hiili kiertää luonnossa.” vastaajista 32 % oli osittain samaa mieltä (n=8) tai täysin samaa mieltä (n=1).

Keskiarvoista voidaan nähdä, että suomenkieliset opiskelijat arvioivat oman osaamisensa paremmaksi kuin suomi toisena kielenä-opiskelijat. Kuvassa 23 on esitetty väittämän ”Tiedän paljon ilmastonmuutoksen syistä.” vastausten frekvenssit opiskelijan äidinkielen mukaan. Suomenkielisistä opiskelijoista kukaan ei ole vastannut, että olisi väittämän kanssa eri mieltä. S2-opiskelijoista yksi on vastannut, että on täysin eri mieltä ja yksi opiskelija on osittain eri mieltä väittämästä.



Kuva 23. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit äidinkielen mukaan väittämään: ”Tiedän paljon ilmastonmuutoksen syistä.”

Kagawan ja Selbyn (2012) ilmastokasvatuksen mallin yhdessä ulottuvuudessa on kyse ilmastonmuutoksen ymmärtämisestä ja aktiivisesta tiedostamisesta. Opiskelijoiden valppautta ja tarkkaavaisuutta ilmastonmuutosta kohtaan kartoitettiin avoimella kysymyksellä 15: Mitä ilmastonmuutokseen liittyviä havaintoja olet tehnyt? Noin 68 % (n=19) vastaajista kuvasi havaintoja. Opiskelijoiden vastauksia analysoitiin aineistopohjaisen sisällönanalyysin keinoin. Taulukossa 5 on esitetty alkuperäiset ilmaukset, pelkistetyt ilmaukset ja ilmausten luokittelu alaluokkiin. Opiskelijoiden ilmastonmuutokseen liittyvät havainnot voidaan tiivistää säähavaintoihin, kuten lämpötilan muutoksiin, sään ääri-ilmiöihin, tuuleen ja sateeseen sekä luontoon liittyviin havaintoihin, kuten metsään, vesistöihin, jäätiköihin ja eläimiin. Lisäksi kaksi opiskelijaa kertoi, ettei ole tehnyt havaintoja ja seitsemän opiskelijaa jätti vastaamatta kysymykseen.

Taulukko 5. Sisällönanalyysin tulokset opiskelijoiden ilmastonmuutokseen liittyvistä havainnoista.

Alkuperäisilmaukset	Pelkistetyt ilmaukset	ALALUOKAT
"kesät kuumempia"	-ilmaston lämpeneminen - lämpötilan muutokset	säähavainnot
"lämpeneminen"		
"lämpötilan nousu"		
"kesällä enemmän hellepäiviä"		
"talvet ovat pidempiä ja leudompia"		
"talvella vähemmän kovia pakkasia"		
"kesät ovat lyhyempiä ja kuumempia"		
"lämpötilat muuttuneet"		
"ilmaston maailmanlaajuinen lämpeneminen"		
"kiian kylmää/kuuma"		
"kesällä on lämpimämpi"		
"on lämpimämpi nopeammin tarven jälkeen kuin ennen"		
"dramaattiset säämuutokset"		
"sään ääri-ilmiöt"		
"sade"		
"tuulen puhallus"		
"metsäpalot"	-metsä	luontoon liittyvät havainnot
"luonnonilmiöt"	-luonto	
"jäätiköiden sulaminen"	-vesistöt -jäätiköt	
"meren pinta on noussut"		
"merivedenpinnan nousu"	-eläimet	
"eläinkunnan elinympäristöt ovat muuttuneet"		
"eläinten sukupuutto"		
"En ole tehnyt havaintoja"	ei havaintoja	
"En tehnyt paljon asiaa"		

Toinen avoin kysymys oli, että "Mitä haluat oppia ilmastonmuutoksesta?". Kysymykseen oli liitetty ohje, että tutkija pitää tätä kysymystä opetuksen kehittämisen kannalta tärkeänä ja toivoo, että kysymykseen vastattaisiin huolellisesti. Vastaus oli merkitty myös pakolliseksi. Taulukossa 6 on esitetty alkuperäiset ilmaukset, pelkistetyt ilmaukset ja ilmausten luokittelu luokkiin. Analyysissä on käytetty teoriaohjaavaa analyysiä. Aineiston pelkistäminen on tehty samoin kuin aineistopohjaisessa sisällönanalyysissäkin, mutta pelkistetyt ilmaukset on jaettu luokkiin, jotka on muodostettu Kagawan ja Selbyn (2012) ilmastokasvatuksen mallin avulla. Kagawan ja Selbyn mallin kolme ulottuvuutta ovat ilmastonmuutoksen ymmärtäminen ja aktiivinen tiedostaminen, ilmastonmuutoksen hillintä sekä ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin sopeutuminen. Lisäksi aineistossa oli ilmauksia, jotka luokiteltiin luokkaan "muut".



Taulukko 6. Sisällönanalyysin tulokset. Mitä opiskelijat haluavat oppia ilmastonmuutoksesta?

Alkuperäisilmaukset	pelkistetyt ilmaukset	LUOKAT
"En halu"	-kieltäminen, -välttely, -negatiiviset tunteet	ilmastonmuutoksen ymmärtäminen ja aktiivinen tiedostaminen
"En osaa sanoa"		
"En tiedä."		
"en mitään enempää, koska se ahdistaa"		
"Henkilökohtaisesti minua ei kiinnosta kui se että minulla on ruokaa ja vettä sekä lämmin nukkuma paikka. Nämä kysymykset ovat vauraiden ihmisten huolia kuinka omaa perintöä voidaan siirtää seuraavalle sukupolvelle."		
"Pää asia"	-ilmiön ymmärtäminen	
"Haluan oppia kaiken, mitä voin tehdä auttaakseni pitämään ilmastomme hyvänä"		
"Haluan olla ajan tasalla missä mennään."		
"mitkä ovat korjaamattomia ihmisen tekoja ja mikä on luonnon vaikutus prosessiin?"		
"Haluan oppia lisää. Mikä olisi tehokkain keino vähentää ilmastonmuusta arjessa?"	-ilmastonmuutoksen syyt -hiilijalanjälki -kasvihuoneilmiö -fossiiliset polttoaineet -vaikuttaminen -estäminen -hidastaminen -vastuu -torjuminen -teot -tavat -arjen pienet asiat	ilmastonmuutoksen hillintä
"Haluaisin oppia pienentämään omaa hiilijalanjälkeäni."		
"kasvihuoneilmiö"		
"haluan oppia miten estä pahene ilmastonmuutoksesta."		
"Halidan oppia ;Öljyn vaikutus ilmastonmuutokseen"		
"Miten vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, että tuleville sukupolville jäisi myös puhtasta luontoa ja raikasta ilmaa."		
"Oleellisen yksilön tärkeimmistä vaikuttamiskeinoista"		
"Eli miten sen hidastetaan."		
"Miten itse pystyn sitä torjumaan"		
"Haluan oppia Sen verran että elämässäni en tekisi jotain vastuuton meidän maapalolle vastaan"		
"Tavat miten parhaiten itse voin vaikuttaa asiaan"		
"Kuinka toimia siten pienin teoin vastaan"		
"Konkreettisesti merkittävimpiä asioita, mihin voi vaikuttaa"		
"Mitä pieniä asioita voi itse arjessa tehdä"		
"Tulevaisuutta"		ilmastonmuutoksen sopeutuminen
"Kuinka ilmastonmuutos vaikuttaa kaupunkisuunnitteluun? Kuumina kesäpäivinä rakennettu ympäristö imee lämpöä ja tekee asumisesta epämieluisaa."		
"Luonnosta"		muut
"Dramaattiset säämuutokset"		

Osa opiskelijoista haluaa oppia ymmärtämään ilmiötä paremmin. Osalle ilmastonmuutos aiheuttaa negatiivisia tunteita, kuten ahdistusta ja osa opiskelijoista välttelee aihetta tai kieltää koko asian. Nämä kaikki kuuluvat Kagawan ja Selbyn (2012) mallin ulottuvuuteen: ilmastonmuutoksen ymmärtäminen ja aktiivinen tiedostaminen. Vastauksissa oli yhdeksän tähän luokkaan kuuluvaa mainintaa. Ilmastonmuutoksen hillintään liittyivät pelkistetyt ilmaukset ilmastonmuutoksen syistä, hiilijalanjäljestä ja esimerkiksi fossiilisista polttoaineista.

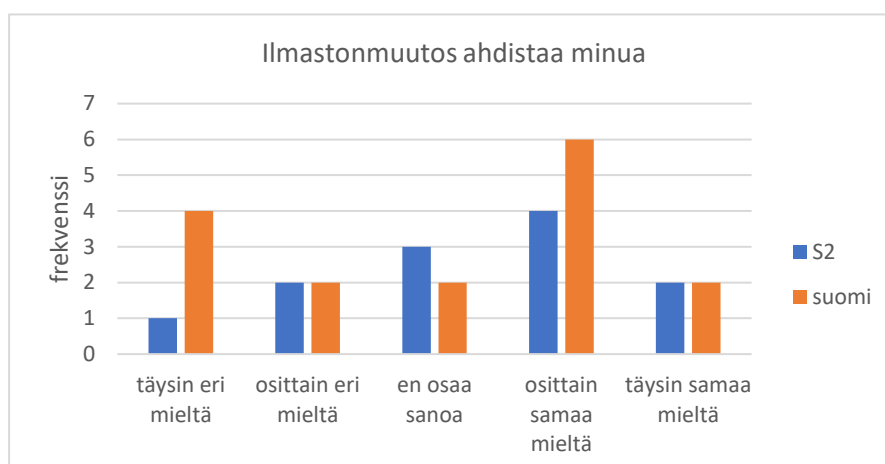
Tähän luokkaan kuuluivat myös ilmaukset, jotka liittyivät vaikuttamiseen, pieniin arjen asioihin ja tekoihin. Tähän luokkaan tuli vastauksissa eniten mainintoja, yhteensä 14. Kolmanteen ulottuvuuteen kuuluivat ilmaukset, jotka käsitelivät ilmastonmuutokseen sopeutumista tai tulevaisuutta. Tähän luokkaan tuli kaksi mainintaa. Neljäntenä oli ”muut”-luokka. Tähän luokkaan tuli luontoon ja säähän liittyviä mainintoja, joita oli kaksi.

#### 11.1.4 Toivo ja toiminta

Ilmastokasvatuksen polkupyörämallin (Tolppanen ym., 2017) mukaan ilmastokasvatuksessa on tärkeää tarjota keinoja tarkastella tulevaisuutta myönteisessä valossa, mutta kriittisesti. Tulevaisuutta tulisi tarkastella monesta näkökulmasta ja pohtia mitä eri skenaarioiden toteutuminen edellyttäisi. Opiskelijoille esitettiin väittämät 17–22, jotka liittyvät arvoihin, tunteisiin, toivoon ja tulevaisuuteen. Opiskelijoiden vastaukset on esitetty taulukossa 7.

Opiskelijat pitivät tärkeänä, että jokainen osallistuu ilmastonmuutoksen hidastamiseen. Vastausten keskiarvo oli 4,2 ja osittain samaa mieltä (n=9) tai täysin samaa mieltä (n=13) väittämän kanssa oli noin 79 % vastaajista. Tulos vastaa Pihkala ym. (2020) tulosta, minkä mukaan nuorista 75 % kertoi, että ilmastovastuullinen toiminta tuotti mielihyvää.

Aikaisempien tutkimusten mukaan ilmastonmuutos aiheuttaa suomalaisissa myös negatiivisia tunteita ja ahdistusta. (Ervasti & Mustikkamaa, 2020; Pihkala ym., 2020) ”Ilmastonmuutos ahdistaa minua”-väittämän kanssa osittain samaa mieltä (n=10) tai täysin samaa mieltä (n=4) oli 50 % vastaajista. Kuvassa 24 on esitetty vastausten frekvenssit opiskelijan äidinkielen mukaan. Ilmastoahdistusta koskevan väittämän vastauksissa keskihajonta on suurinta verrattuna muihin väittämiin.



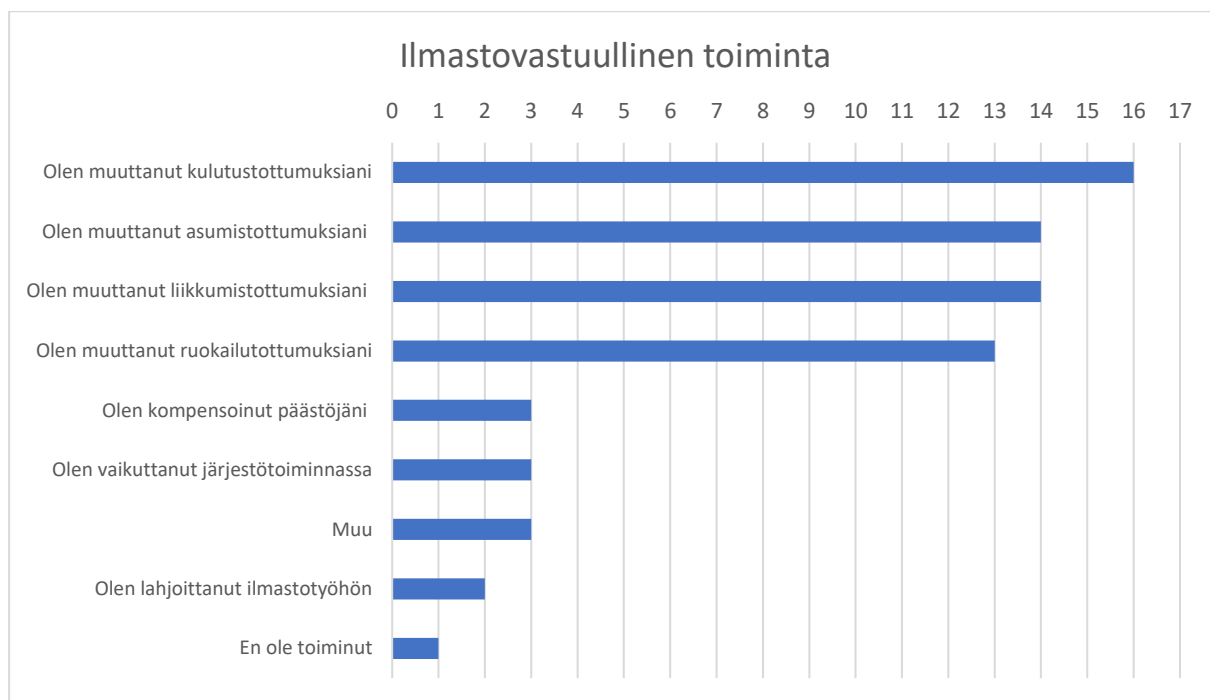
Kuva 24. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit äidinkielen mukaan väittämään: ”Ilmastonmuutos ahdistaa minua.”

Opiskelijat eivät luota, että päättäjät tai yritykset tekisivät riittävästi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. Väittämän 20: ”Päättäjät tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi”, vastaajista osittain samaa mieltä (n=4) tai täysin samaa mieltä (n=0) oli noin 14 % vastaajista. Vastaavasti puolet vastaajista epäili, että yritykset eivät tee riittävästi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. Väittämän 21: ”Yritykset tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi”, vastaajista osittain samaa mieltä (n=3) tai täysin samaa mieltä (n=0) oli noin 11 % vastaajista. Sen sijaan opiskelijat luottavat enemmän, että tutkijat keksivät ratkaisuja ilmastokriisiin. Väittämän kanssa osittain samaa mieltä (n=11) tai täysin samaa mieltä (n=4) oli noin 54 % vastaajista. Jos tuloksia tarkastellaan opiskelijan äidinkielen mukaan, niin voidaan havaita, että suomea äidinkielenä puhuvat opiskelijat eivät luota yhtä paljon päättäjien, yritysten ja tutkijoiden toimintaan ilmastokriisin hillitsemiseksi kuin S2-opiskelijat.

Taulukko 7. Opiskelijoiden vastausten frekvenssit väittämiin, jotka liittyivät toivoon ja toimintaan. Keskiarvot on laskettu kaikista vastauksista sekä erikseen vastauksista, joissa opiskelija on ilmoittanut äidinkielekseen suomen ja S2-opiskelijoiden vastauksista. Otoskeskihajonta on laskettu kaikista vastauksista.

Väittämät 17-22	1 = täysin eri mieltä	2 = osittain eri mieltä	3 = en osaa sanoa	4 = osittain samaa mieltä	5 = täysin samaa mieltä	keski- arvo (kaikki)	keskiarvo (suomi äidinkielenä)	keski- arvo (S2)	otoskeski- hajonta (kaikki)
Ilmastonmuutos ahdistaa minua.	5	4	5	10	4	3,1	3,0	3,3	1,4
Uskon, että ilmastonmuutoksen vaikutuksia voidaan hidastaa merkittävästi.	0	6	7	9	6	3,5	3,6	3,5	1,1
Pidän tärkeänä, että jokainen osallistuu ilmastonmuutoksen hidastamiseen.	0	2	4	9	13	4,2	4,1	4,3	0,9
Päätäjät tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi.	5	6	13	4	0	2,6	2,3	3,0	1,0
Yritykset tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi.	3	11	11	3	0	2,5	2,4	2,7	0,8
Luotan tutkijoihin, että he keksivät ratkaisuja ilmastokriisiin.	0	3	10	11	4	3,6	3,4	3,8	0,9

Se, että opiskelijat pitävät tärkeänä, että jokainen osallistuu ilmastonmuutoksen hidastamiseen, näkyy myös kysymyksen 23: ”Mitä olet tehnyt ilmastonmuutoksen hidastamiseksi omassa arjessasi?” vastauksissa. Kuvassa 25 on esitetty opiskelijoiden vastausten jakauma. Ainoastaan yksi (4 %) vastaajista ei ole toiminut ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. Suurin osa (n=16) eli noin 57 % vastaajista on muuttanut kulutustottumuksia, puolet vastaajista oli muuttanut asumis- ja liikkumistottumuksia. Vastausvaihtoehdoissa oli asumistottumuksissa mainittu esimerkkeinä sähkön ja veden kulutus sekä vihreä sähkö ja liikkumistottumuksissa oli mainittu esimerkkeinä pyöräily/julkinen liikenne työmatkoilla ja lentämisen vähentäminen. Ruokailutottumuksiaan oli muuttanut (n=13) 46 % vastaajista. Lisäksi ilmastovastuullista toimintaa olivat päästöjen kompensointi (n=3), vaikuttaminen järjestötoiminnassa (n=3) ja lahjoitukset ilmastotyöhön (n=2) sekä muu toiminta (n=3).

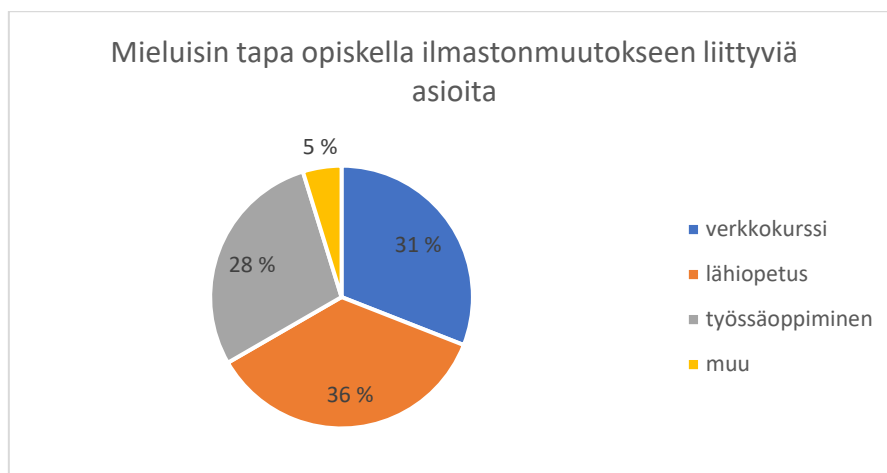


Kuva 25. Ilmastovastuullinen toiminta. Väittämän ”Mitä olet tehnyt ilmastonmuutoksen hidastamiseksi omassa arjessasi?” vastausjakauma.

### 11.1.5 Opiskelutavat ja muu palaute

Monroen ym. (2017) tutkimuksessa tunnistettiin laadukkaalle ilmastokasvatukselle kaksi teemaa, joista toinen koski opetusmenetelmiä. Opetusmenetelminä tulisi käyttää aktiivisia ja osallistavia menetelmiä, kuten väittelyitä, pienryhmäkeskusteluja, kokeellista työskentelyä ja opintoretkeä. Osa näistä menetelmistä onnistuu paremmin, jos opetus toteutetaan lähiopetuksena. Koska kyseessä ovat aikuisopiskelijat, niin heillä voi olla opiskelun lisäksi esimerkiksi työ, joka rajoittaa tai asettaa haasteita lähiopetukseen osallistumiselle. Karvin tutkimuksen mukaan kestävä kehitys opittiin eniten työssäoppimisjaksoilla ja käytännön työssä. (Räkköläinen ym., 2017)

Opiskelijoilta kysyttiin, mikä olisi mieluisin tapa opiskella ilmastonmuutokseen liittyviä asioita. Vastaukset jakautuivat lähiopetuksen (36 %), verkko-opetuksen (31 %) ja työssäoppimisen kesken (28 %). Tulokset on esitetty kuvassa 26.



Kuva 26. Mieluisin tapa opiskella ilmastonmuutokseen liittyviä asioita. Vastausten jakauma.

Yksi opiskelija antoi lisäksi palautetta, että: *”Lähiopetus ja keskustelu tutussa ryhmässä olisi varmasti hedelmällisintä”*.

## 11.2 Haastattelun tulokset

### 11.2.1 Taustatiedot

Haastatteluun valittiin kouluttajia samoilta aloilta kuin opiskelijakyselyyn vastanneet opiskelijat. Haastateltiin yhteensä kuusi kouluttajaa, joista neljä oli ammatillisten aineiden kouluttajia ja kaksi kouluttajista toimii sekä ammatillisten aineiden että YTO-kouluttajina.

Haastateltavien työkokemus kouluttajana vaihteli 0–5 vuodesta yli 20 vuoteen. Yksi kouluttaja kertoi työkokemuksekseen 0–5 vuotta, yksi 5–10 vuotta, yksi 10–15 vuotta, yksi 15–20 vuotta ja kaksi kouluttajaa yli 20 vuotta.

### 11.2.2 Kouluttajan odotukset, toiveet ja asenne

Kouluttajien odotukset ja toiveet ilmastokasvatukselle ammatillisessa perustutkinnossa vaihtelivat ammattialoittain ja kouluttajien kesken. Yhteisinä toiveina ilmastokasvatukseen nousivat suunnitelmallisuus ja resurssien lisääminen. Kouluttajat toivovat enemmän aikaa ilmastovastuullisuuden opetukselle ja suunnittelulle. Myös selkeitä käytännön esimerkkejä kaivattiin. Ilmastokasvatus nähtiin osana ammattialakohtaista opetusta, missä voidaan lisätä opiskelijoiden osaamista ja ammattitaitoa ilmastokysymyksiin ja ylipäätään ilmastoon liittyen siten, että se olisi opiskelijoista kiinnostavaa ja opiskelijat voisivat yhdistää sen oman arkeen. Ilmastovastuullisuuden opetus ei saisi olla kiinni kouluttajan kiinnostuksesta aiheeseen, vaan ilmastokasvatus tulisi suunnitella osaksi opintoja ja kouluttajien tulisi tietää mitä ja miten koulutetaan ja mitkä ovat ilmastokasvatuksen tavoitteet. Osa kouluttajista näkee ilmastokasvatuksen tuovan myös haasteita tai ilmastokasvatus koettiin haastavana aiheena opettaa. Haastatteluissa nousivat esille myös velvoitteet ja eri alojen vastuullisuustavoitteet. Myös oppimisympäristön tulisi sopeutua muuttuvaan tilanteeseen, esimerkiksi materiaalin kierrätyksen pitäisi tehostua koko ajan. Ilmastokasvatusta pidettiin tärkeänä. Asteikolla 1–5 (5 = erittäin tärkeä) keskiarvo oli 4,7 ja keskihajonta 0,5.

Haastattelujen perusteella ilmastokasvatus on vasta saamassa tilaa ammatillisessa perustutkinnossa ja opetuksen suunnittelu on vielä kesken. Kouluttajien ilmasto-osaaminen vaihtelee, ja haastattelujen perusteella on havaittavissa täydennyskoulutustarve. Jos koulutuksen järjestäjällä ei ole valmista suunnitelmaa ja riittäviä resursseja, kuten kouluttajilla riittävää osaamista ja aikaa suunnitella ja toteuttaa laadukasta ilmastokasvatusta, ilmastokasvatus jää jokaisen kouluttajan oman mielenkiinnon ja osaamisen varaan.

*”...se ei olisi vaan sillä, että jos opettaja on itse kiinnostunut ja muistaa mainita vaan että se olisi niin kun jotenkin siellä suunnitelmassa jo mukana, että sitä ilmastokasvatusta pitäisi opettaa.”*

*”Niin ne omat odotukset on, että se on hirveän hankala tuoda osaksi näitä perustutkintoja. Aihe on mielenkiintoinen ja tarpeellinen, mutta se, että se saadaan perustutkintotasolle voi olla täysin mahdotonta tässä [oma koulutusala]:ssä.”*

Kouluttajat odottavat, että ilmastokasvatus saa myös riittävästi resursseja ilman että se vie aikaa ammattiopetuksesta.

*”...odotukset on korkealla siinä mielessä että päästään niin kun tätäkin nostamaan esille ja toiveissa just että siihen löytyisi niin kun apuja ja resursseja...”*

*”...lisätään sitä resurssia, ettei se syö sitten ammattiaineilta sitä osuutta pois.”*

Kouluttajat kokivat käytännön esimerkit tärkeiksi. Ilman selkeitä käytännön esimerkkejä vastuullisuuskysymykset saattavat helposti jäädä opiskelijoille hankaliksi käsitteiksi tai pelkästään yleiselle tasolle. Opetuksessa nähtiin tärkeänä, että opiskelijat voivat yhdistää ilmastovastuullisen toiminnan omaan arkeen. Esimerkkien selkeys korostuu maahanmuuttajaopiskelijoilla, joilla voi olla haasteita suomen kielen kanssa ja heillä voi olla myös erilainen kulttuuritausta ja erilaisia arkikokemuksia. Käytännön esimerkkien puute nähtiin haasteena.

*”Miten jokainen pystyy siinä omassa arjessaan niitä valintoja tekemään ja sitä vastuullisuutta edistämään...”*

*”...kun mä koulutan pääsääntöisesti [oma koulutusala], niin tästä toi ilmastokasvatus, vastuullisuuskysymykset jää kaikki aika hankaliksi käsitteiksi ja hirveän niinku ylätasolle, että niihin ei tule mitään semmoista käytännön selkeitä esimerkkiä.”*

Kouluttajien asenteilla on iso merkitys ilmastokasvatuksessa. Tolppanen ym. (2017) mukaan ilmastokasvatuksen tulisi herättää ihmisissä toivoa ja myötätuntoa. Opettajien kielteiset asenteet ja tunteet voivat vaikuttaa opiskelijoiden asenteisiin ja kykyyn ryhtyä toimiin.

Kouluttajien asenteet vaihtelivat hyvin myönteisistä kriittisiin. Yksi kouluttaja kuvasi asennettaan ristiriitaiseksi ja itseään ”vastarannankiiskeksi” eli suhtautumistaan ilmastovastuullisuuteen kriittiseksi, mutta silti aiheesta kiinnostuneeksi. Toinen kouluttaja kertoi, että pyrkii välttämään kyynistymistä. Kolmas kouluttaja kuvasi asennettaan kriittiseksi, mutta vastaanottavaksi. Kouluttajat mainitsivat median ilmastonmuutokseen liittyvän uutisoinnin vähentävän ilmastonmuutokseen liittyvän tutkimuksen ja päättäjien luotettavuutta.



Osa kouluttajista suhtautuu ilmastokasvatukseen hyvin myönteisesti ja asiaa pidettiin tärkeänä, mutta aihe voi herättää myös pelkoa.

*”Mä koen että se [asenne] on niin kun hyvä ja mä oon avoin uusille asioille itse, joten koen että mä oon niin kun valmis kehittämään sitä omaa osaamista.”*

*”Tää oli ihan hurjan pelottava kysymys, tietyllä tavalla siis tärkeä asia...mutta [oma ala]:lla on kovat vastuullisuustavoitteet ja...tää on niinku haaste ja tää pitää ottaa...”*

### 11.2.3 Ilmastovastuullisen toiminnan näkökulman huomioiminen koulutuksessa

Kagawa ja Selby (2012) mukaan ilmastokasvatukseen kuuluu oleellisena valppauden ja tarkkaavaisuuden luominen ilmastonmuutosta kohtaan, koska ilmiö on näkymättömissä ja se jää helposti sivuun arkipäiväisessä elämässä. Tolppanen ym. (2017) mukaan ilmastokasvatuksessa tulisi kannustaa toimintaan ja uusia toimintatapoja tulisi harjoitella käytännössä. Tärkeää on myös muistuttaa eri mahdollisuuksista toimia jatkuvasti. Tässä koululla ja kaikilla kouluttajilla on tärkeä rooli.

Ilmastovastuullisen toiminnan näkökulman huomioiminen koulutuksissa vaihteli. Osassa koulutuksia vastuullisuutta ollaan vasta ottamassa osaksi sisältöjä, kun uusien tutkinnon perusteiden mukaisia koulutuksia suunnitellaan. Osassa vastuullisuutta huomioidaan esimerkiksi materiaalin säästämässä, kierrättämässä, jätteiden käsittelyssä ja energiankulutuksessa. Vastuullisuutta on voitu käsitellä joko työhön liittyen tai työn ulkopuolella, muuhun arkeen liittyen. Osa kouluttajista kuitenkin mainitsi, että ilmastovastuullisen toiminnan näkökulma on jäänyt melko vähäiseksi tai siihen liittyviä esimerkkejä ei ole käsitelty.

*”Kyllä me pyritään sitä niinku kaikessa mahdollisessa, ihan pienessäkin tekemisessä, materiaalin kierrätykset esimerkiksi, että yritetään käyttää niin monta kertaa. Sitten se konkretia mikä se on sitten siellä työmaalla, että viestitetään ja opetetaan oikein.”*

*”Aika niukasti, että lähinnä siinä että pyrin välttämään aiheen lyömistä leikiksi. Yritän pitää itseni vakavammalla puolella, jos on tämmösestä puhetta, mutta mitään esimerkiksi opetukseen tuotuja esimerkkejä ei ole tullut tehtyä.”*

#### 11.2.4 Kouluttajan valmiudet opettaa ilmastovastuullisuutta

Ilmastonmuutoksen monimutkainen luonne tekee siitä haastavan opetettavan aiheen, ja täydennyskoulutuksen avulla opettajien valmiuksia voitaisiin parantaa (ALLEA, 2020; Lehtonen & Cantell, 2015). Opettajien valmiuksien kehittäminen henkilökohtaisesti merkityksellä ja mielekkäällä tavalla sekä taitoja käyttää aktiivisia ja osallistavia menetelmiä ilmastokasvatuksessa on nostettu erityisesti esille (ALLEA, 2020).

Suurin osa kouluttajista (n=5) piti omia valmiuksiaan opettaa ilmastonmuutoksesta ilmiönä, sen syistä, ja ratkaisuja hillitä ilmastonmuutosta vähintäänkin hyvinä tai keskivertoa parempina. Suurin osa kouluttajista arvioi, että oman kiinnostuksen avulla ja asiaan perehtymällä voi saavuttaa hyvät valmiudet aiheen opettamiseen, mutta työkaluja ja lisää osaamista pedagogiikkaan kaivattiin. Yksi kouluttajista kertoi, että hänellä on ympäristöalan opintoja suoritettuna, mutta tarvitsee lisää osaamista ilmiöön liittyvään fysiikkaan ja kemiaan. Muilla kouluttajilla ei ollut ympäristöalan tai ilmastovastuullisuuteen liittyvää koulutusta.

*”No eihän mitään koulutusta aiheeseen ei ole, jos ihan silleen niinku lähtee miettimään, mutta itse olen sitä mieltä, että aineistoon perehtymällä ja materiaaleihin ja sieltä kautta niinku tekemällä, niin kyllä mä sanoisin että yllättävän hyvät valmiudet. Se vaatii sen oman kiinnostuksen aiheeseen ja oman halun niin kun ottaa asioista myös selvää...”*

*”Osaamisen laajentamisesta olisi hyötyä, jotta pystyisi kokonaisvaltaisemmin käsittelemään sitä aihetta vielä ja tuomaan vielä niitä uusia tulokulmia siihen aiheeseen sekä sitten esimerkiksi niinku tehtäviin tai muihin niin saamaan siihen koulutukseen niinku muitakin pedagogisia työkaluja vielä tueksi, niin se olisi ehdottomasti hyvä.”*

Suurin osa kouluttajista koki, että heillä on valmiuksia opettaa myös tuotteiden ja palveluiden ilmastovaikutuksista omalla toimialallaan. Eri toimialoilla vastuullisuuteen liittyvät valinnat näkyvät eri tavoin ja opiskelijat eivät välttämättä pysty omilla valinnoillaan vaikuttamaan

kaikkeen, esimerkiksi energian ilmastovaikutuksiin. Ilmastovaikutuksiin liittyvä tieto lisääntyy koko ajan, mikä haastaa myös kouluttajat päivittämään tietojaan jatkuvasti.

*”No näkisin, että omalla toimialalla on niinku kyllä valmiudet, koska verrattain kuitenkin aika kevyillä päästöillä toi moneen muuhun toimialaan verrattuna toimii, joten uskon että on niinku kyllä aika tai on riittävät valmiudet.”*

*”tää ilmastovaikutusasia on nyt viime vuosina tullut monessa osassa mukaan, lähetään vaikka materiaalitoimitsijoista, niin sieltä lähetään jo liikkeelle...en mä missään nimessä voi sanoa että mä olisin tässä mikään hirveen hyvä... joudutaan paneutumaan tähän asiaan, koska nää muutokset on sitten niin nopeita näitten asioitten suhteen... lähinnä että tiedostat sen että pitää jatkuvasti olla ajantasalla ...painotetaan koulutuksessakin... joudutaan jatkuvasti haastamaan itseämme tässä tilanteessa”*

Kaikki kouluttajat arvioivat, että täydennyskoulutukselle olisi tarvetta. Syitä täydennyskoulutukselle ovat täsmällisen tiedon tarve, asioiden nopea muutos ja tarve tunnistaa vielä tehokkaammin ja paremmin ilmastoa kuormittavia tekijöitä. Yksi kouluttaja kertoi, että osallistuu tällä hetkellä oman alan kestävyysasioihin liittyvään koulutukseen. Osa kouluttajista suhtautui tietyin varauksin ajatukseen täydennyskoulutuksesta.

*”Varsinkin jos me halutaan tätä ruveta niin kun ihan aidosti enemmänkin, niin kun opettamaan ... jos jotain pitäisi kouluttaa, niin tässä olisi ehkä yksi sellainen mihin voisi niinku täydennystä hakea kyllä, mutta katotaan.”*

*”Jos se olisi kohdennettua täydennyskoulutusta, mikä sopisi [omaan alaan] liittyen ja siinä olisi selkeästi sellaista tiivistä aineistoa, helppotajuista viedä eteenpäin sitä asiaa, niin kyllä mä olen kiinnostunut sellaisesta.”*

Kouluttajilta kysyttiin ilmastovastuun oppimisen kannalta merkityksellisiä asioita. Haastattelussa oli annettu lista asioista, joita kouluttaja sai käyttää vastauksensa tukena. Aluksi mainittiin, että listan ulkopuolelta voi myös hyvin nostaa asioita, jotka kokevat merkityksellisiksi. Listassa olivat: koulun/yhteisön toiminta, tutkimustieto ja hyvät esimerkit (ratkaisukeskeisyys), opettajan osaaminen, opettajien motivaatio ja sitoutuminen, opetuskäytännöt, (lähi- /etäopetus, ilmiö-/tutkimus- ja projektipohjainen pedagogiikka), oppimateriaali ja opiskelijan innostus. Taulukkoon 8 on koottu kouluttajien vastauksia. Kaksi kouluttajaa piti kaikkia listan asioita merkityksellisinä. Kaikki kouluttajat löysivät listalta itselleen merkityksellisimmät asiat, ja laittoivat asiat tärkeysjärjestykseen.

Merkityksellisimmiksi asioiksi nousi tutkimustieto ja erityisesti hyvät esimerkit. Seuraavaksi nousivat opettajan osaaminen, motivaatio ja sitoutuminen. Yksi kouluttaja nosti opettajan arvot motivaation ja sitoutumisen rinnalle. Opiskelijan innostuminen nähtiin myös tärkeänä. Opiskelijan innostaminen nähtiin ammattitaitoisen opettajan tehtäväksi tai laadukkaana opetuksen seurauksena opiskelija innostuu. Opetuskäytännöistä kaksi kouluttajaa mainitsi lähiopetuksen paremmaksi kuin etäopetuksen tai verkkokoulutuksen. Lisäksi yksi kouluttaja piti keskustelua, ryhmitöitä, käytännönläheisiä tehtäviä ja projekteja innostavina tapoina käsitellä asiaa.

Koulun ja yhteisön toiminta ja oppimateriaalit jäivät vähäisimmälle huomiolle. Yksi kouluttaja mainitsi, että jos koulun tai yhteisön tuki puuttuu, niin se vie pohjan opetukselta. Toinen kouluttaja totesi, että esimerkiksi koulun ravintolassa nostetaan vastuullisuusteemaa esille, mikä varmasti on hyvä muistutus kaikille. Oppimateriaaleista yksi kouluttaja kertoi, että on saanut opiskelijoilta palautetta, että verkkokurssi- ja luentomateriaali on innostanut opiskelijoita pohtimaan kestävästä kehitystä toisella tavalla ja perusteellisemmin.

Taulukko 8. Ilmastovastuun opettamisen kannalta merkityksellisiä asioita. Taulukossa on esitetty järjestys, jossa kouluttajat mainitsivat asiat.

<b>oppimisen kannalta merkityksellinen asia</b>	(K1)	(K2)	(K3)	(K4)	(K5)	(K6)
	kaikki		kaikki			
1. tutkimustieto ja hyvät esimerkit (ratkaisukeskeisyys)		1.		1.	1.	2.
2. opettajan osaaminen		4.	1.	2.	2.	
3. opettajien motivaatio ja sitoutuminen	2.	2.	2.	5.	4.	1.
4. opiskelijan innostus	1.	3.	3.	3.	3.	3.
5. opetuskäytännöt (lähi- /etäopetus, ilmiö-/tutkimus- ja projektipohjainen pedagogiikka)	3.	6.		4.		
5. koulun/yhteisön toiminta	4.	5.		6.	5.	
6. oppimateriaali				6.		

Kouluttajat pohtivat myös, kenen pitäisi opettaa ilmastovastuullisuutta perustutkinto-opiskelijoille. Kaikki perustutkinto-opiskelijat suorittavat YTO-opintojen pakollisen kestävän kehityksen osa-alueen, mutta alakohtainen ilmastovastuullisuuden opettaminen koettiin alan

ammattillisen kouluttajan tehtäväksi. Eri alojen erityispiirteet osaa parhaiten huomioida alan kouluttaja ja hänellä on mahdollisuus sitoa aihe alan työtehtäviin. Yksi kouluttaja ehdotti, että monialaiset työpajat voisivat tuoda näkemyksiä aiheesta eri aloilta ja herättää kysymyksiä sekä keskustelua, joka edistäisi vastuullisuusasioiden oppimista. Kaksi kouluttajaa mainitsi myös, että voisi olla hyödyllistä, jos oppilaitoksessa olisi nimettynä ilmastovastuullisuuteen perehtynyt kouluttaja. Tarpeen vastuullisuuteen perehtyneeseen kouluttajaan nähtiin myös riippuvan siitä, kuinka tärkeänä vastuullisuuskasvatusta pidetään perustutkinnoissa.

*”Se yleisen asian opettaminen on YTO-opettajien varassa. Eli siihen kuuluu siis kestävä kehitys, valinnaisen kestävä kehityksen edistäminen, se kurssi ja sitten myöskin esimerkiksi fysiikan ja kemian aineista tulee lisää sitä tietoa tähän ilmaston toimintaan, että YTO-opettajilla on niin kun tämmöinen pääasiallinen vastuu. Mutta se että se viedään sinne omalle osaamisalalle, niin sehän on se alan ammattiopettaja.”*

*”Se riittää, että sieltä löytyy niin kun vastuukouluttaja alalta, joka on kiinnostunut aiheesta ja on niinku sitoutunut ja haluaa. Mutta ehkä näkisin, että sitten oppilaitoksessa pitäisi olla joku kenen kanssa pystyisi sparraamaan materiaaleja ja muuta, että siinä saisi sitten sellaisen niin kun ehkä ammatillista apua siihen, että mitä siellä menee.”*

#### 11.2.5 Opiskelijan odotukset, valmiudet ja asenteet kouluttajan näkökulmasta

Haastatteluissa kouluttajat arvioivat, että opiskelijoiden odotukset ja toiveet vaihtelevat suuresti. Osalla voi olla hyvin matalat odotukset ja ilmastovastuullisuuden käsittely ammattiopinnoissa voi tulla opiskelijoille jopa yllätyksenä. Osa opiskelijoista arvioitiin kuitenkin motivoituneiksi ja heillä on halua oppia aiheesta lisää. Samoin opiskelijoiden asenteet ilmastoasioihin ja vastuullisuuteen arvioitiin jakautuvan. Osalla opiskelijoista asenne on skeptinen tai välinpitämätön, mutta toinen osa opiskelijoista kokee asian tärkeäksi. Syitä erilaisiin asenteisiin haettiin arvoista, sekä siitä, että kokeeko opiskelijat voivansa vaikuttaa asiaan tai koskettaako asia opiskelijaa. Opiskelijan elämässä voi olla sellainen tilanne, että ympäristöasiat eivät tunnu merkityksellisiltä. Tulevaisuus voi ahdistaa opiskelijoita ja epävarmuutta voi olla esimerkiksi työllistymisen suhteen. Myös taloudelliset seikat voivat

vaikuttaa siihen, miten vastuullisuusasioihin suhtaudutaan. Eräs kouluttaja arvioi myös, että opiskelijoiden asenteet riippuvat opiskeltavasta alasta.

*”Hyvin monenlaisia, että jollain voi olla niin kun äärimmäisen skeptisiä ja kyynisiä asenteita ja riippuen siitä mistä alasta on kysymys. Jos on jostain tekniikan alasta kysymys, niin...mä oon [erään tekniikan alan] opiskelijoita opettanut suunnilleen tän 20 vuotta. Niin se loppujen lopuksi opiskelijoilla on niinku hyvin tämmöiset perinteiset insinöörimaiset ajatukset pohjalla. Monella muulla alalla voi olla niin kun toisennäköisiä... Ainakin tähänastisten kokemusten mukaan niin nää ilmastoasiat ei ehkä ole ollut mitenkään päällimmäisenä.”*

*”...osa on semmonen, että toi tuleva voi olla vähän semmonen mörkö... että miten tavallaan tää jatko tästä toteutuu...miten tää tavallaan taloudellinen kasvu, mikä on tavallaan ruokkinut sitä hyvinvointia... onko länsimaissa nyt, ruvetaanko olla semmosessa pisteessä, tavallaan kulminaatiopiste, että meidän on pakko ruveta niinku ajamaan vähän itteemme, downshiftaamaan, tämän elintasomme suhteen ja ruvettava sitte oikeesti niihin asioihin, jotka tässä elämässä on tärkeintä.”*

YTO-kouluttaja kertoi, että osalle opiskelijoista riittää hyväksytyt suoritukset kestävään kehitykseen liittyvistä opinnoista ja osa taas on hyvinkin kiinnostuneita ja motivoituneita aiheesta. Osa opiskelijoista kokee kestävän kehityksen opinnot ”pakkopullaksi” ja opintoja saatetaan arvostella.

*”...ihan pakkopullaa toisille opiskelijoille ja vastauksetkin saattaa (olla) sitten semmoisia, että melkein niin kun harmittaa... siellä niin kun saatetaan ei nyt minua haukkua, mutta sitä oppiainetta haukkua. Mutta sitten on taas tosi tosi motivoituneita.”*

Erään kouluttajan mukaan osa opiskelijoista saattaa kokea negatiivisena sen, jos opiskelijan mielipiteeseen yritetään vaikuttaa voimakkaasti. Opiskelijoille pitäisi antaa riittävästi tietoa aiheesta ja tilaa muodostaa oma näkemys siitä, miten itse voi toimia vastuullisesti.

*”...opiskelijat kaippaa nimenomaan niitä konkreettisia esimerkkejä, jotta ne ymmärtää sen asian. Ei pelkästään sellaista luennointia tai sellaista missä kerrotaan mielipiteitä vaan enemmänkin just niitä esimerkkejä, joiden kautta se opiskelija voi sitten itse muodostaa sen käsityksen siitä, että kokeeko ne sen merkitykselliseksi.”*

Kouluttajien näkemyksen mukaan asenteiden lisäksi valmiuksiin vaikuttaa opiskelijoiden kielitaito. Kestävään kehitykseen, ilmastoon ja vastuullisuuteen liittyvä sanasto voi olla maahanmuuttajataustaisille S2-opiskelijoille vierasta ja kaikissa kulttuureissa kestävän kehityksen kasvatus ei ole yhtä isossa roolissa kuin suomalaisissa opetussuunnitelmissa. Opiskelijoiden valmiudet opiskella ilmastovastuullisuutta vaihtelee myös sen mukaan, onko perusasiat ilmiöstä opittu. Osa opiskelijoista tiedostaa ympäristöasian, kuluttamisen ja kestävän kehityksen ja detaljitietoa asiasta voi olla paljonkin, mutta silti perusasioiden ymmärtämisessä voi olla puutteita.

*”... kielitaito saattaa aiheuttaa haasteita sen asian ymmärtämisen kannalta sekä sitten että kokonaisuuksien hahmottamiseen liittyen, koska siellä voi tulla niitä haasteita, kun ei välttämättä ole niin laajaa sanavarastoa käytössä tai ei sitten ehkä ymmärräkään, että tiettyjen sanojen merkitystä tai yhteyttä.”*

Kuten kouluttajat arvioivat, niin opiskelijoiden odotukset ilmastokasvatukselta vaihtelevat. Kyselytutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että ainakin opiskelijan äidinkieli vaikuttaa opiskelijoiden odotuksiin. S2-opiskelijoilla on korkeammat odotukset oppia uusia asioita ilmastonmuutoksesta kuin suomi äidinkielenä olevilla opiskelijoilla. Tämä selittynee sillä, että S2-opiskelijat pitivät omaa osaamistaan heikompana, joten ilmastonmuutokseen liittyvät asiat ovat uusia. Kyselytutkimuksessa käytettiin väittämiä, joten opiskelijoilla ei ollut mahdollisuutta vastata laajemmin odotuksista, toiveista ja asenteista omin sanoin.

### 11.2.6 Ilmastovastuun oppimisen esteet ja haasteet

Tolppanen ym. (2017) mukaan on keskeistä ymmärtää, mikä ilmastovastuullista toimintaa estää. Tiedon puute voi olla este tai sitten jostain syystä ei haluta toimia vastuullisesti. Syitä

voivat esimerkiksi olla mukavuudenhalu, laiskuus, tottumus, kiire, raha, psykologiset esteet tai ylhäältä tuleva syyttävä ohjeistus.

Kouluttajat mainitsivat ilmastovastuun oppimisen haasteiksi opiskelijoiden asenteet ja motivaation sekä osalla S2-opiskelijoista riittämättömän kielitaidon. Kouluttajan näkökulmasta aiheen sitominen opiskeltavaan ammattialaan voi olla iso haaste. Myös kouluttajan oma negatiivinen asenne aiheeseen mainittiin mahdollisena esteenä oppimiselle. Kyse voi olla myös elämäntilanteesta ja siitä, miten opiskelija omassa elämässä arvottaa erilaisia asioita. Haastattelussa mainittiin, että vastuullisuus voi olla myös taloudellinen kysymys. Kaikki opiskelijat eivät välttämättä pidä vastuullisuusasioiden oppimista tärkeänä oman ammatin kannalta, joten motivaatio opiskella vastuullisuusasioita on heikko. Myös yleiset oppimisen haasteet voivat olla esteenä, jos esimerkiksi opiskelijalla on vaikeuksia hahmottaa isoja kokonaisuuksia.

*”...jos on asenne tietysti lähtökohtaisesti sille negatiivinen, ettei tiedosta eikä halua niin oppimisen vastaanottaminen on tosi vaikeeta. Ja tota sitten jos ajatellaan niitä maahanmuuttajia... niin heillä on monesti se, että nopeesti valmistus ja pääsis töihin.”*

*”No me kun ollaan ammattikoulussa töissä, että tässä opetetaan ihmisiä ammattiin niin se haaste on just sitä, että sen pystyy tuomaan siihen omaan ammattialaan, sen osaamisen ja sen ilmastovastuun hallitsemisen...Se ammattia opettava opettaja, jos ei se sido sitä siihen ammattiosaamisen niin sitten joskus koetaan tää ilmastovastuu että tää on turha lisä. Että tää ei kuulu minun oppimiseen ja minun ammattiin mitenkään. Että se on nimenomaan sen ammattiopettajan toiminnasta niin kun että miten hän on innostunut ja miten hän osaa sen sitoa siihen ammattiin, että tääkin asia on ilmastovastuuta. Koska aika moni asia on ilmastovastuuta, mutta se pitää ehkä sanoittaa.”*

Opiskelijakyselyn avoimen kysymyksen ”Mitä haluat oppia ilmastonmuutoksesta?” vastauksista voidaan havaita opiskelijoilla ilmastonmuutokseen liittyviä negatiivisia tunteita, välttelyä ja kieltämistä. Kuitenkin suurin osa opiskelijoiden kertoi haluavansa oppia ilmastonmuutoksen hillinnästä tai ilmastonmuutoksesta ilmiönä. Tarkempaa analyysiä opiskelijoiden osaamisesta tai oppimisesta ei kyselytutkimuksen avulla tehty.



### 11.2.7 Vaikuttavuus opiskelijan työpaikoilla tai työssäoppimispaikoissa

Osa kouluttajista ei usko, että pystyy suoraan vaikuttamaan ilmastoasioissa opiskelijan työ- tai työssäoppimispaikassa olevaan toimintaan. Toiset kouluttajista taas näki, että opetuksessa annetaan valmiuksia toimia työpaikalla vastuullisesti ja esimerkiksi opintoihin liittyvissä näytöissä on mukana myös kestävän kehityksen näkökulma, vaikka ei suoraan ilmastovastuullisuudesta puhutakaan. Työpaikoilla pitää osata esimerkiksi kierrättää ja lajitella erilaisia jättejakeita. Esimerkiksi rakennustyömailla tulee lisäkuluja, jos opiskelija ei osaa toimia ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti. Kaikissa yrityksissä vastuullisuusasioita ei ole vielä riittävästi tiedostettu ja työssäoppimistilanteissa yhteistyöllä näitäkin asioita voidaan päästä edistämään.

*”Joo ja ei. Eli se opetus, mikä niille annetaan ennen työharjoitteluun lähtemistä, niin siitä riippuu paljon ja näytössähän on tota noin kestävän kehityksen osiot melkein jokaisessa näytössä. Siinä nyt ei ihan suoranaisesti puhuta ilmastovastuusta, mutta kestävästä kehityksestä puhutaan.”*

*”...mä uskon, että mä pystyn vaikuttamaan siihen, että opiskelijat oppii tekemään havaintoja, oppii tunnistamaan niitä ilmaston vastuullisuuteen liittyviä asioita ja nimenomaan siellä yksilö ja työpaikan toiminnassa niin oppii hyödyntämään niitä opittuja asioita ja tunnistaa niitä tilanteita missä pystyisi toimimaan vastuullisemmin tai tekemään parempia valintoja ilmaston kannalta.”*

## 11.3 Kehittämistuotos

Kehittämistuotos on ilmastokasvatuksen oppimiskokonaisuus, joka on syntynyt tämän tutkimuksen tulosten perusteella. Oppimiskokonaisuus koostuu viidestä osasta ja se on kuvattu liitteessä 3. Oppimiskokonaisuuden suunnittelussa on huomioitu aikuisopiskelijat siten, että ainakin osittain opiskelu on mahdollista etänä tai verkko-opintoina. Sisällössä on huomioitu tämän tutkimuksen kirjallisuusosassa esille nousseita ilmastokasvatukselle tärkeitä piirteitä sekä kyselytutkimuksen perusteella opiskelijoiden toive oppia ilmastonmuutoksen hillinnästä ja sen ymmärtämisestä.

Oppimiskokonaisuus on suunniteltu käytettäväksi ammatillisen koulutuksen valinnaisessa YTO fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt ja niiden soveltaminen, aiheena luonnon kiertokulku ja ympäristökysymykset, 3 osp tai ilmastovastuullinen toiminta, 15 osp valinnaisen tutkinnonosan opetuksessa. Oppimiskokonaisuuden sisältö vastaa fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden seuraaviin osaamistavoitteisiin (Opintopolku, 2024a):

- *tunnistaa ilmastonmuutoksen fysikaalisena ilmiönä (hiilen kierto)*
- *tietää ihmisen toiminnan vaikutuksen ilmastonmuutokseen*

ja ilmastovastuullisen toiminnan osaamistavoitteisiin (Opintopolku, 2024b):

- *ymmärtää ilmastomuutoksen ilmiönä ja ihmisen toiminnan vaikutuksen siihen sekä ratkaisujen tarpeen*

Ilmastokasvatuksen malleissa (Kagawa & Selby, 2012; Lehtonen & Cantell, 2015; Tolppanen ym., 2017; Ratinen ym., 2019) ja aikaisemmissa tutkimuksissa on nostettu voimakkaasti esille sitä, että pelkästään luonnontieteellinen näkökulma ei ole riittävä. Ilmastonmuutos on monitieteinen ongelma ja siihen liittyvät asenteet, arvot, kokemukset, tunteet ja omien toimintatapojen kriittinen tarkastelu. Ilmastokasvatuksessa tulisi huomioida sosiaaliset, historialliset, taloudelliset, poliittiset ja psykologiset tekijät. Lisäksi opetuksessa tulisi käyttää monipuolisesti erilaisia osallistavia opetusmenetelmiä. (ALLEA, 2020; UNESCO, 2022).

Tähän opetuskokonaisuuteen valitussa dokumenttielokuvassa *Epämiellyttävä totuus (An Inconvenient Truth)* opiskelijoita haastetaan pohtimaan omia ilmastonmuutokseen liittyviä asenteita ja arvoja sekä millaisia tunteita dokumenttielokuva herättää. Elokuvan jälkeen tehtävät puretaan ryhmässä. Opetusryhmän opiskelijoilla on todennäköisesti erilaisia kokemuksia ja näkemyksiä asioista ja keskustelu auttaa heitä ymmärtämään paremmin omia ja muiden näkemyksiä ja tietoa ilmastonmuutoksesta. (Monroe ym., 2017; UNESCO, 2022) Monroe ym. (2017) mukaan aktiiviset ja osallistavat opetusmenetelmät, kuten väittelyt, pienryhmäkeskustelut, kokeellinen työskentely ja opintoretket ovat tehokkaita ilmastokasvatuksen keinoja. Esimerkiksi simulaatioiden avulla voidaan oppijat saada ymmärtämään uusia näkökulmia, ennakoida mitä tulevaisuudessa voi tapahtua, sekä lisätä kiinnostusta ja mielekkyyttä oppimista kohtaan.

Opiskelijat tutustuvat simulaatioiden avulla kasvihuoneilmiöön ja kasvihuonekaasuihin. Hiilipuu.fi-sivuston ja hiilipuuhun liittyvien tehtävien avulla opiskelijat tutustuvat yhteyttämisreaktioon ja siihen vaikuttaviin asioihin. Lisäksi opiskelijat laskevat jonkin valitsemansa sähkölaitteen käytön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt.

ALLEA:n työryhmän mukaan ilmastokasvatukseen tulisi sisältyä tutkimuspohjaista tiedekasvatusta, joka lisää kiinnostusta ja motivaatiota luonnontieteisiin sekä tukee yhteistyötä. Opiskelijoiden kanssa tehdään tutkimusosastovierailu Helsingin yliopiston Kumpulan kampukselle, ilmkehätieteen tutkimukseen. Tällä tavoin ilmastotutkijoiden työ tulee opiskelijoille ymmärrettävämmäksi, kun he pääsevät oppimaan mitä ilmastotutkijat tekevät eli havainnoivat malleja, keräävät tietoa, mittaavat ja tulkitsevat tietoja ja kehittävät ilmastomalleja. Tämä auttaa oppijaa ymmärtämään ilmastomuutokseen liittyviä tieteellisiä tosiasioita ja epävarmuuden periaatetta, sekä antaa mahdollisuuden erottaa tosiasiat mielipiteistä. (ALLEA, 2020)

## **12. Yhteenveto**

### **12.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin**

Ilmastokasvatuksessa, kuten ympäristökasvatuksessa korostuu systeminen ajattelu, mikä tarjoaa mahdollisuuden ymmärtää asioiden tärkeysjärjestystä ja hahmottaa maailmaa ekologisenä, sosioekonomisena ja kulttuurisena systeeminä. (Cantell ym., 2020) Aikaisemmin luonnontieteellinen näkökulma ilmastokasvatuksessa on korostunut, mutta ilmastomuutoksen ymmärtämisessä on keskeistä tiedostaa eri asioiden yhteydet ja hahmottaa osatekijät kokonaisuudessa. Ilmastokasvatuksessa tulee huomioida myös sosiaaliset, historialliset, taloudelliset, poliittiset ja psykologiset tekijät. Ilmastomuutoksen syiden lisäksi tulee käsitellä hillintää ja sopeutumista. (ALLEA, 2020) Ilmastoön liittyvä tieto ei yksin riitä, vaan ilmastokasvatuksessa tulisi myös opetella käyttämään, soveltamaan ja arvioimaan tietoa (Tolppanen ym., 2017). Lisäksi ilmastotieto tulisi tehdä henkilökohtaisesti merkitykselliseksi

oppijoille sekä käyttää aktiivisia, osallistavia ja käytännönläheisiä opetusmenetelmiä (Monroe ym., 2017; UNESCO, 2022). Kouluttajan tulisi huomioida myös opiskelijoiden tunteet, aiemmat kokemukset sekä valmiudet ja mahdollisuudet osallistua ilmastovastuulliseen toimintaan (Lehtonen & Cantell, 2015).

Kagawan & Selbyn (2012) ilmastokasvatuksen mallin mukaan yksi ilmastokasvatuksen ulottuvuus on ilmastomuutoksen ymmärtäminen ja aktiivinen tiedostaminen. Tämä ulottuvuus luo pohjan ilmasto-osaamiselle, joten siihen on tärkeää kiinnittää huomiota. Aktiiviseen tiedostamiseen kuuluu valppaus ja tarkkaavaisuus ilmastomuutosta kohtaan. Opiskelijoiden kyselytutkimuksen tulosten mukaan noin kaksi kolmasosaa opiskelijoista oli tehnyt havaintoja ilmastomuutoksesta, enimmäkseen ilmaston lämpenemisestä tai sääilmiöistä ja noin yksi kolmasosa ei tehnyt tai ei osannut kertoa havaintoja. Tulosten mukaan aktiivisen tiedostamisen lisäksi osaamisessa on myös parannettavaa. Opiskelijat kokivat osaavansa parhaiten selittää sään ja ilmaston eron, mutta heikointen tyyppien kierron luonnossa. Kasvihuoneilmion arvioi osaavansa selittää noin 54 % opiskelijoista, ja kolmasosa arvioi osaavansa selittää hiilen kierron. Odotukset uusien asioiden oppimisesta eivät kuitenkaan olleet kovin korkealla, koska vain puolet (46 %) opiskelijoista odotti saavansa lisää tietoa ilmastomuutoksesta opinnoissaan. Suomenkielisten opiskelijoiden odotukset olivat matalammat kuin S2-opiskelijoiden.

Toinen Kagawan & Selbyn (2012) ilmastokasvatuksen mallin ulottuvuus on ilmastomuutoksen hillitseminen. Tämän tutkimuksen perusteella opiskelijat haluavat oppia ilmastomuutoksen hillinnästä ja sen ymmärtämisestä. Opiskelijat pitävät tärkeänä, että jokainen osallistuu ilmastomuutoksen hidastamiseen ja uskovat, että ilmastomuutoksen vaikutuksia voidaan hidastaa merkittävästi. Noin 39 % opiskelijoista kokee, että heitä kannustetaan ilmastomuutoksen hidastamiseen opinnoissa ja työpaikalla. Noin 61 % opiskelijoista arvioi, että he tietävät paljon ilmastomuutoksen syistä ja koki osaavansa toimia ilmastovastuullisesti.

Kolmas ulottuvuus on ilmastomuutoksen aiheuttamiin muutoksiin sopeutuminen. Tämän tutkimuksen mukaan opiskelijat eivät luota, että päättäjät tai yritykset tekevät riittävästi

ilmastonmuutoksen hidastamiseksi, mutta 54 % opiskelijoista luottaa tutkijoiden ratkaisevan ilmastokriisin. 50 % vastaajista koki ilmastoahdistusta.

Haastatteluissa kouluttajat toivoivat ilmastokasvatukseen enemmän suunnitelmallisuutta, lisää resursseja ja selkeitä esimerkkejä. Ilmastokasvatus nähtiin osana ammattialakohtaista opetusta, joka voi lisätä opiskelijoiden osaamista ja ammattitaitoa, mutta on myös haastavaa opettaa. Ilmastovastuullisen toiminnan näkökulman huomioiminen koulutuksissa vaihteli. Osassa koulutuksia vastuullisuutta ollaan vasta ottamassa osaksi sisältöjä, osassa vastuullisuutta huomioidaan esimerkiksi materiaalin säästämiseksi, kierrättämiseksi, jätteiden käsittelyssä ja energiankulutuksessa. Osa kouluttajista kuitenkin mainitsi, että ilmastovastuullisen toiminnan näkökulma on jäänyt melko vähäiseksi tai siihen liittyviä esimerkkejä ei ole käsitelty. Ilmastokasvatus onkin vasta saamassa tilaa ammatillisessa perustutkinnossa ja sen suunnittelu on vielä kesken. Suurin osa kouluttajista piti omia valmiuksiaan opettaa ilmastonmuutoksesta ilmiönä, sen syistä, ja ratkaisuja hillitä ilmastonmuutosta vähintäänkin hyvinä. Kouluttajat arvioivat myös, että oman kiinnostuksen avulla ja asiaan perehtymällä voi saavuttaa hyvät valmiudet aiheen opettamiseen. Täydennyskoulutukselle koettiin kuitenkin olevan tarvetta, koska työkaluja ja lisää pedagogista osaamista kaivattiin. Merkityksellisimmiksi asioiksi ilmastokasvatuksessa koettiin tutkimustieto ja hyvät esimerkit, seuraavaksi opettajan osaaminen, motivaatio ja sitoutuminen. Haasteina nähtiin aiheen sitominen ammattialaan, opiskelijoiden asenteet, motivaatio ja S2-opiskelijoiden riittämätön kielitaito.

## 12.2 Pohdinta

Ilmastokasvatus on haaste opettajalle, koska kyse on monitieteisestä ilmiöstä, johon liittyy tieteellisen tiedon lisäksi paljon tunteita, arvoja, näkökulmia ja tottumuksia. Tällä hetkellä aiheen nostaminen esiin opetuksessa voi jäädä opettajan oman kiinnostuksen varaan. Toisaalta vaikka aihe olisikin kiinnostava, se vaatii myös resursseja. Opetuksen valmistelu ja opetus eri näkökulmista vaatii aikaa ja osaamista. Ilmastonmuutos tulee tiedostaa, perusasiat pitää ymmärtää ja tarvitaan myös tahtoa toimia vastuullisesti.

Kestävän kehityksen kasvatusta ja ilmastokasvatusta usein kuvataan transformatiivisen oppimisen näkökulmasta. O’Sullivan, Morrell ja O’Connor (2002) määrittävät transformatiivisen oppimisen syvänä, rakenteellisen muutoksen kokemuksena, ajattelussa, tunteissa ja toiminnassa. Tämä muutos ei tapahdu yhdessä tai kahdessa oppitunnissa vaan vaatii aikaa ja jatkuvaa muistuttamista, reflektointia ja harjoittelua. Kyse on myös arvoista mitä yhteiskunnassa, työyhteisöissä, oppilaitoksissa ja jokainen yksilö valitsee tehdä. Ilmastonmuutos on kiistaton tosi asia, kysymys onkin enemmän moraalinen. Kuinka oikeutamme sen, että toimintamme aiheuttaa yhä enemmän erilaisia kriisejä (kuten sään ääri-ilmiöt, kuivuus, luonnon monimuotoisuuden väheneminen, ruuantuotannon haasteet jne.) sekä vaarantaa tulevien sukupolvien oikeuden hyvän elämän mahdollisuuksiin. Elinikäisen oppimisen strategian mukaisesti vastuullisuutta ja kestävästä kehitystä tulisi viedä eteenpäin koulutuksessa ja opetuksessa kaikilla asteilla (European Commission, 2024; Opetushallitus, 2024g). Se mitä käytännössä tapahtuu, on kuitenkin kiinni meistä opettajista ja millaiset edellytykset oppilaitos toiminnalle antaa.

*”Koulutuksen kehittämisessä, myös ilmastokoulutuksessa, korostuu erityisesti johtajien sitoutumisen sekä henkilöstön ja opiskelijoiden kannustuksen merkitys.”* (Lehtonen & Cantell, 2015)

Myös Karvin arvioinnin (Räkköläinen ym., 2017) ja Malvikon, (2023) mukaan osaamisen kehittymiseen, asenteisiin ja toimintaan vaikutti myönteisesti, jos opiskelijalla on mahdollisuus oppia kestävästä kehitystä oppilaitoksen toiminnassa.

Tutkimuksissa korostuu ilmastokasvatuksen monitieteisyys ja se, että pelkkä luonnontieteellinen näkökulma aiheeseen ei riitä. Toisaalta aiheesta pitää olla riittävä ymmärrys, että on edellytys toimia oikein. Virheellinen käsitys ilmastonmuutoksesta voi johtaa ilmastonmuutoksen kieltämiseen. Jos hiilidioksidin merkitystä ilmastonmuutoksessa ei ymmärretä, on myös vaikea ymmärtää hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen liittyviä hillitsemisstrategioita. (Rätinen, 2021) Tässä tutkimuksessa ei päästy pureutumaan kovin syvälle niihin syihin, mikä opiskelijoiden erilaisten asenteiden, odotusten ja osaamisen takana

on. Opettajana on kuitenkin hyvä muistaa, että yksi tärkeä teema ilmastokasvatuksessa on virhekäsitysten käsitteleminen (Monroe ym., 2017).

### 12.3 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) on laatinut ihmiseen kohdistuvan, eilääketieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet (Tutkimustieteellinen neuvottelukunta, 2019). Hyviin tieteellisiin käytännön peruseriaatteisiin kuuluvat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023). Tähän kuuluu muun muassa se, että viitataan muiden julkaisuihin asianmukaisella tavalla, viestitään toiminnasta rehellisesti ja avoimesti. Tämä tutkimus on toteutettu eettisten periaatteiden mukaan. Tutkittavien henkilöiden ihmisarvoa ja oikeuksia sekä henkilökohtaista vapautta ja yksityisyyttä on kunnioitettu, eikä tutkimukseen osallistujille ole aiheutunut tutkimuksesta vahinkoa tai haittaa.

Ennen tutkimuksen aloittamista oppilaitokselta haettiin tutkimuslupa. Kaikki tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat täysi-ikäisiä ja tutkimukseen osallistuminen perustui vapaaehtoisuuteen, ja osallistumisensa sai keskeyttää milloin tahansa ilman erityistä syytä. Tutkimusaineiston käsittelystä ja säilyttämisestä kerrottiin tutkimukseen osallistuville. Tutkimuksessa ei kerätty henkilötietoja ja tutkimukseen osallistuttiin anonymisti. Kouluttajien haastatteluissa tutkijan tietoon tulleita henkilötietoja ei ole käytetty tutkimuksessa. Myöskään oppilaitoksen nimeä ei ole paljastettu tutkimuksessa. Kouluttajien yksityisyyttä on pyritty lisäksi suojelemaan siten, ettei lainauksia ole koodattu tietyille kouluttajille eikä kouluttajien koulutusala ole paljastettu tarkasti. Tutkimusaineisto oli tutkimuksen ajan tallennettuna Microsoftin pilvipalveluihin. Opiskelijoiden Forms-kyselyn tuloksiin oli pääsy ainoastaan tutkimuksen tekijällä. Ne kouluttajien haastattelut, jotka pidettiin Teams-tapaamisessa, oli jokaisella haastateltavalla mahdollista päästä katsomaan oma tallenteensa pilvestä. Yksi haastattelu nauhoitettiin tutkijan puhelimella ja tallenteesta säilytettiin myös kopiota pilvessä. Tutkimusaineisto tuhottiin tutkimuksen valmistumisen jälkeen.

Kehittämistutkimusta voidaan arvioida peilaamalla yleisiä kehittämistutkimuksen kriteereitä Lincolnin ja Guban (1985) kriteereihin uskottavuus, siirrettävyys, luotettavuus ja vahvistettavuus. Kehittämistutkimuksen luotettavuutta ja vahvistettavuutta lisää eri vaiheiden tarkka dokumentointi. Toisaalta kehittämistutkimuksen tarkoituksena on tuottaa ratkaisuja käytännön ongelmiin, joten kehittämistutkimus tuottaa kentälle siirrettävää tietoa tutkimuksen eri vaiheissa. (Pernaa, 2013)

Tutkimuksessa otoskoko oli verrattain pieni sekä kysely- että haastattelututkimuksessa. Pieni otoskoko ei edusta perusjoukkoa niin hyvin, että siitä voitaisiin tehdä yleistyksiä. Toisaalta pitää muistaa, että sisällönanalyyseissä keskitytään siihen, mitä asioita, aiheita ja teemoja aineisto käsittelee eikä laadullisessa tutkimuksessa pyritä tekemään tilastollisia yleistyksiä. (Vuori, 2012; Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Kyselytutkimuksen heikkoutena pidetään aineiston pinnallisuutta. Kyselytutkimuksessa ei ole varmuutta, kuinka vakavasti tutkimukseen on suhtauduttu, ovatko vastausvaihtoehdot olleet vastaajien näkökulmasta onnistuneita tai ovatko vastaajat ylipäätään selvillä kysytyistä asioista. (Hirsijärvi ym., 2015) Opiskelijakyselyssä ei selvitetty opiskelijoiden osaamista vaan opiskelijoiden omaa käsitystä omasta osaamisesta. Opiskelijoiden osaamisen selvittäminen olisi ollut myös tutkimuksen kannalta mielenkiintoista ja lisännyt tutkimuksen uskottavuutta.

Haastattelun etuna on se, että haastateltavalle annetaan mahdollisuus tuoda esille asioitaan mahdollisimman vapaasti, mutta haastatteluunkin voi sisältyä monia virhelähteitä. Esimerkiksi haastateltava voi kokea haastattelun pelottavaksi tilanteeksi tai jotkin aiheet voivat olla sellaisia, ettei niistä haluta kertoa. Haastattelun luotettavuutta voi heikentää myös se, että haastateltava antaa vastauksia, joita yleisesti pidetään sopivina tai oikeina. Haastatteluaineisto on konteksti- ja tilannesidonnaista, mikä pitää huomioida tuloksia tulkittaessa. Tästä syystä haastattelutulosten liiallista yleistämistä tulee välttää. (Hirsijärvi ym., 2015) Tässä tutkimuksessa kaikki haastattelut tallennettiin. Tutkimustulosten analysoinnissa ja esittelyssä on käytetty alkuperäisilmauksia tai suoria lainauksia tutkimusaineistosta, mikä lisää myös tutkimuksen luotettavuutta.



## 12.4 Jatkotutkimusideat

Tässä kehittämistutkimuksessa ei päästy vielä ensimmäisen kehittämissyklin loppuun, vaan kehittämistuotoksen eli suunnitellun oppimiskokonaisuuden testaus ja arviointi jää tutkielman jälkeen toteutettavaksi (katso kuva 19). Yksi jatkotutkimusvaihtoehto olisikin uusi ongelman määrittely ja ongelmaan vaikuttavien tekijöiden analysointi oppimiskokonaisuuden testauksen ja arvioinnin perusteella.

Muita jatkotutkimusideoita voisi hakea Monroe ym., (2017) neljästä tehokkaasta ilmastokasvatuksen temasta, ja erityisesti virhekäsitysten käsittelemiseen liittyvä teema olisi mielenkiintoinen. Kiinnostavaa olisi tutkia, miten erilaiset virhekäsitykset vaikuttavat opiskelijoiden asenteisiin ja ilmastovastuulliseen toimintaan. Kolmas vaihtoehto olisi tutkia tarkemmin opiskelijoiden osaamista ja kuinka hyvin se vastaisi heidän omaa arviotaan osaamisesta. Tässä tutkimuksessa opiskelijoiden osaaminen jäi pelkästään heidän oman arviointinsa varaan.

### 13. Kirjallisuus

- Ahluwalia, V. K. (2017). *Advanced Environmental Chemistry*. The Energy and Resources Institute.
- Aineistotyypit (ei pvm.) Teoksessa *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampereen yliopisto. Haettu 22. 4. 2024 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/aineistotyypit/aineistotyypit/>
- Alastalo, M. & Borg, S. (ei pvm.). Numerolukutaito. Teoksessa *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampereen yliopisto. Haettu 23. 4. 2024 osoitteesta [https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/numerolukutaito/numerolukutaito\\_tiedonkeruu/](https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/numerolukutaito/numerolukutaito_tiedonkeruu/)
- ALLEA. (2020). *A Snapshot of Climate Change Education Initiatives in Europe: Initial findings and implications for future Climate Change Education*. Haettu 4.6.2024 osoitteesta doi:[10.26356/climateeducation](https://doi.org/10.26356/climateeducation)
- ammattikoulut.fi. (20.5.2020). *Ammatillinen koulutus*. Haettu 3.6.2024 osoitteesta <https://www.ammattikoulut.fi/amatillinen-koulutus-4623>
- Bhattacharya, P. (2021). *Climate Change and Greenhouse Gases Emission*. NIPA.
- Boström, M., Andersson, E., Berg, M., Gustafsson, K., Gustavsson, E., Hysing, E., . . . Öhman, J. (2018). Conditions for Transformative Learning for Sustainable Development: A Theoretical Review and Approach. *Sustainability*, 10(12), 4479. Haettu 25. 4. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/su10124479>
- Buell, P. E. & Girard, J. E. (1994). *Chemistry, an environmental perspective*. Prentice Hall.
- Cantell, H., Aarnio-Linnanvuori, E. & Tani, S. (2020). *Ympäristökasvatus: kestävän tulevaisuuden käsikirja*. PS-kustannus.
- De Sousa, T. (Toim.). (2020). *Global Implications of the Nitrogen Cycle*. Cambridge Scholars Publishing.
- Dufva, M. & Rekola, S. (1.1.2023). *Megatrendit 2023 Ymmärrystä yllätysten aikaan*. Sitra. Haettu 3.6.2024 osoitteesta <https://www.sitra.fi/julkaisut/megatrendit-2023/>

- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121. Haettu 4.6.2024 osoitteesta [https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101\\_4](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4)
- Ervasti, H. & Mustikkamaa, S. (22. 1. 2020). *Suomalaiset Euroopassa 1/2020. Ilmastoasenteet Suomessa ja Euroopassa*. Haettu 3.6.2024 osoitteesta <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-7953-0>
- Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.
- European Commission. (2024). *Euroopan unionin virallinen verkkosivusto: Neuvoston suositus elinikäisen oppimisen avaintaidoista*. Haettu 17. 5. 2024 osoitteesta <https://education.ec.europa.eu/fi/focus-topics/improving-quality/key-competences>
- Hajontaluvut. (ei pvm.). Teoksessa *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampereen yliopisto. Haettu 24. 4. 2024 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/hajontaluvut/hajontaluvut/>
- Hanif, M. A., Nadeem, F., Bhatti, I. A. & Tauqeer, H. M. (2020). *Environmental chemistry : A comprehensive approach*. John Wiley & Sons.
- Harrison, R. M., Monks, P., De Mora, S. J., Farmer, J. G., Graham, M. C., . . . Pulford, I. D. (2007). *Principles of Environmental Chemistry*. Royal Society of Chemistry.
- Hartmann, D. L. (1994). *Global Physical Climatology*. Academic Press.
- Heikkilä, T. (2014). *Tilastollinen tutkimus* (9. p.). Edita.
- Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2015). *Tutki ja kirjoita* (20. p.). Tammi.
- Hyvärinen, M., Nikander, P. & Ruusuvuori, J. (Toim.). (2017). *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Vastapaino.
- Illeris, K. (2003). Workplace learning and learning theory. *Journal of Workplace Learning*, 15(4), 167-178.

- Ilmasto-opas.fi (25.4.2022). *IPCC:n 6. arviointiraportin osaraportin 1 infografiikat kuvaavat ilmastonmuutoksen luonnontieteellistä taustaa*. Haettu 3.6.2024 osoitteesta: <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ipccn-6-arviointiraportin-osaraportin-1-infografiikat-kuvaavat-ilmastonmuutoksen-luonnontieteellista-taustaa>
- Ilmasto-opas.fi. (ei pvm.). *Kasvihuoneilmiö ja ilmakehän koostumus*. Haettu 30. 4. 2024 osoitteesta <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/kasvihuoneilmio-ja-ilmakehan-koostumus>
- Ilmatieteen laitos. (ei pvm.). *Ilmastollinen vertailukausi 1991-2020*. Haettu 29. 4. 2024 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmastollinen-vertailukausi>
- Ilmatieteen laitos. (2. 12. 2015). *Satelliitti kertoo, kuinka maapallo hengittää*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/121387631>
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC. (2023). Summary for Policymakers. Teoksessa *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (s. 1-34). Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta [doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001)
- Juuti, K.& Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2). Haettu 29. 4. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.5617/nordina.424>
- Kagawa, F. & Selby, D. (2012). Ready for the Storm: Education for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation and Mitigation. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 207-217.

- Vuori, J. (toim.) (2012). *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampereen yliopisto. Haettu 22. 4. 2024 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mitaon-laadullinen-tutkimus/johdatus-laadulliseen-tutkimukseen-ja-verkkokasikirjaan/>
- Karttunen, H., Koistinen, J., Saltikoff, E. & Manner, O. (2008). *Ilmakehä, sää ja ilmasto*. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.
- Kinni, A. & Muotka, A. (2019). *Ymmärtää tän ilmaston merkitystä sekä ihmiskunnalle ja maapallolle ylipäättänsä - Käsityksiä alakoulun ilmastokasvatuksen tavoitteista, esteistä ja edistäjistä*. [pro gradu -tutkielma, Lapin yliopisto]. Haettu 9. 4. 2024 osoitteesta <https://lauda.ulapland.fi/handle/10024/63648>
- Koskinen, S. (2020). *Opiskelijoiden käsitykset ilmastomuutokseen liittyvästä lukio-opetuksesta ja omista valmiuksistaan toimia ilmastokasvattajina*. [pro gradu -tutkielma, Turun yliopisto]. Haettu 29. 4. 2024 osoitteesta <https://www.utupub.fi/handle/10024/151130>
- Laininen, E. (2019). Transformatiivinen oppiminen ekososiaalisen sivistymisen mahdollistajana. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 20(5), 16-38. Haettu 15. 4. 2024 osoitteesta <https://journal.fi/akakk/article/view/84515>
- Laki ammatillisesta koulutuksesta. (11.8.2017/531). Finlex. Haettu 14. 1. 2024 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170531>
- Lehtonen, A. & Cantell, H. (2015). *Ilmastokasvatus osaamisen ja vastuullisen kansalaisuuden perustana*. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 1/2015. Haettu 15. 4. 2024 osoitteesta <https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2018/10/Ilmastokasvatuksen-raportti-9.6.2015.pdf>
- Lemmetty, S. (2020). Itseohjautuvan työssä oppimisen ihanuus ja ongelmallisuus: Kohti sosiokulttuurista näkökulmaa. *Aikuiskasvatus*, 40(4), 328-332. Haettu 25. 4. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.33336/aik.100538>
- Lemmetty, S. & Collin, K. (2022). Jatkuva oppiminen ja työelämä (aikuis)kasvatustieteellisessä viitekehyksessä. Teoksessa S. Lemmetty & K. Collin (toim.) *Jatkuva oppiminen ja aikuispedagogiikka työssä*. Jyväskylän yliopisto. Haettu 25. 4. 2024 osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/84074>

- Lincoln, Y. & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Macro, D. (Toim.). (2014). *Metagenomics of the microbial nitrogen cycle : Theory, methods and applications*. Caister Academic Press.
- Malvikko, S.-P. (2023). *Ilmastonmuutos peruskoulussa: Vihreä lippu -toimintakulttuurin merkitys ja ilmasto-opetuksen kehittäminen tiedon, asenteen ja toiminnan näkökulmasta*. [väitöskirja, Helsingin yliopisto]. Haettu 25. 4. 2024 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/items/2aa18d00-d7fd-475c-bc9a-939979561044>
- Merriam, S. B. & Bierema, L. L. (2013). *Adult Learning: Linking Theory and Practice*. John Wiley & Sons.
- Mochizuki, Y. & Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of education for sustainable development*, 9(1), 4-26.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A. & Chaves, W. A. (2017). *Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research*. Haettu 15. 4. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Nevala, H.-M., Hämeenoja, E. & Lundgren, K. (2019). Ammattitaidolla kiertotalouteen – Osaamisen kehittämistä tarvitaan kaikilla aloilla ja työuran kaikissa vaiheissa. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 20(5), 81-88. Haettu 15. 4. 2024 osoitteesta <https://journal.fi/akakk/article/view/84830>
- Nokelainen, P. (2022). Mitä on ammattikasvatus ja ammattikasvatuksen tutkimus? *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 15(1), 4-9. Haettu 15. 4. 2024 osoitteesta <https://journal.fi/akakk/article/view/113863>
- Nousiainen, V. (2019). *Lukiolaisten käsityksiä kasvihuoneilmästä ja ilmaston lämpenemisestä*. [Diplomityö, Tampereen yliopisto]. Haettu 9. 4. 2024 osoitteesta <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-201908022808>
- O’Sullivan, E., Morrell, A. & O’Connor, M. A. (2002). *Expanding the Boundaries of Transformative Learning. Essays on Theory and Praxis*. Haettu 10. 5. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.1007/978-1-349-63550-4>

- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (30. kesäkuu 2017). *Opetusministeri Grahn-Laasonen: Ammatillisen koulutuksen reformi hyväksyttiin – suurin koulutus uudistus vuosikymmeniin*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/-/1410845/ammattillisen-koulutuksen-reformi-hyvakysyttiin-suurin-koulutusuuuistus-vuosikyymmeniin>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (ei pvm.). *Suomen koulutusjärjestelmä*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://okm.fi/koulutusjarjestelma>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Sanastokeskus ry. (2024). *Opetus- ja koulutussanasto (OKSA). Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2024:13*. Haettu 16. 4. 2024 osoitteesta <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-751-2>
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Haettu 5. 5. 2024 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/perusopetus/419550/tekstikappale/426525>
- Opetushallitus. (2019). *Ilmastovastuun oppiminen. Kyselyvastauksia nykytilasta ja kehittämistarpeista*. Haettu 5. 5. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/ilmastovastuun-oppimisen-kyselytulokset-raporttina.pdf>
- Opetushallitus. (2024a). *Ammatillinen koulutus Suomessa*. Haettu 20. 3. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/ammattillinen-koulutus-suomessa>
- Opetushallitus. (2024b). *Tutkintorakenne ja tutkinnot*. Haettu 20. 3. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintorakenne-ja-tutkinnot>
- Opetushallitus. (2024c). *Tutkintojen perusteet*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>
- Opetushallitus. (2024d). *2022-2025 uudistuvat perustutkinnon perusteet*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/2022-2025-uudistuvat-perustutkinnon-perusteet>
- Opetushallitus. (2024e). *Kestävä kehitys ammatillisen koulutuksen tutkinnon perusteissa*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/opettajat-ja-kasvattajat/kestava-kehitys-ammattillisen-koulutuksen-tutkinnon-perusteissa>

- Opetushallitus. (2024f). *Koulutus ja tutkinnot*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/yhteiskunta-ja-tyoelamaosaaminen>
- Opetushallitus. (2024g). *Elinikäisen oppimisen avaintaidot*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/elinikaisten-oppimisen-avaintaidot>
- Opintopolku. (2024a). *Ohjeet ja materiaalit: Yhteisten tutkinnon osien valinnaiset osaamistavoitteet: talous- ja kestävän kehityksen osaaminen*. Haettu 9. 4. 2024 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7381023/tekstikappale/7386992>
- Opintopolku. (2024b). *Kasvatus- ja ohjausalan perustutkinto*. Haettu 9. 4. 2024 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7823348/tutkinnonosat/8053277>
- Pajunen, N. (11. 5. 2021). Kestävä kehitys ammatillisena osaamisena. Teoksessa *Kestävä tulevaisuus*. Haettu 24. 3. 2024 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/kestava-tulevaisuus>
- Pantzar, E. (2006). Aikuiskasvatuksen ulottuvuudet elinikäisen oppimisen tulkinnoissa. Teoksessa J. Tuomisto & P. Salo, (Toim.) *Edistävää ja viihdyttävää aikuiskasvatus : Aulis Alanen aikuisopetuksen laatua etsimässä*, 45-58. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://urn.fi/URN:NBN:fi:uta-201311201618>
- Pernaa, J. (2013). *Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä*. PS-Kustannus.
- Pihkala, P., Sangervo, J. & Jylhä, K. M. (2022). Nuorten ilmastoahdistus ja ympäristötunteet. Teoksessa T. Kiilakoski, (Toim.) *Kestävää tekoa. Nuorisobarometri 2021*.
- Porras, H. (2021). *Ilmakehän epäorgaanista kemialla lukion kemian opetuksen tueksi*. [pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto]. Haettu 08. 3. 2024 osoitteesta <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/25091>
- Ratinen, I. (2021). Students' Knowledge of Climate Change, Mitigation and Adaptation in the Context of Constructive Hope. *Educ. Sci.*, 11(3), 103. Haettu 25. 4. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/educsci11030103>



- Ratinen, I., Kinni, A., Muotka, A. & Sarivaara, E. (2019). *Kohti ratkaisukeskeistä ilmastokasvatusta*. Suomen ilmastopaneeli Vuosikerta 2019 Nro 9. Haettu 4. 6. 2024 osoitteesta <https://research.ulapland.fi/fi/publications/kohti-ratkaisukeskeist%C3%A4-ilmastokasvatusta>
- Rinne, R., Kivirauma, J. & Lehtinen, E. (2015). *Johdatus kasvatustieteisiin* (8. p.). PS-Kustannus.
- Ruuskanen, T. (ei pvm). *Hiilipuu.fi*. Haettu 31. 5. 2024 osoitteesta <https://www.hiilipuu.fi/index.php/mittaa-itse/>
- Räisänen, J. (2013). Ilmastonmuutos on täällä. *Skeptikko*, 2013(1), 8-11. Haettu 3. 6. 2024 osoitteesta [http://www.skepsis.fi/lehti/2013/Skeptikko-2013-1\\_ilmastonmuutos\\_on\\_taalalla.pdf](http://www.skepsis.fi/lehti/2013/Skeptikko-2013-1_ilmastonmuutos_on_taalalla.pdf)
- Räkköläinen, M., Metsämuuronen, J., Holopainen, J. & Hievanen, R. (2017). *Kestävän kehityksen osaaminen, opetus ja koulutuksen järjestäjän toiminta ammatillisissa perustutkinnossa*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 12:2017. Haettu 7. 5. 2024 osoitteesta <https://www.karvi.fi/fi/julkaisut/kestavan-kehityksen-osaaminen-opetus-ja-koulutuksen-jarjestajan-toiminta-ammattillisissa-perustutkinnoissa>
- Schumann, U. (Toim.). (2012). *Atmospheric Physics. Background-Methods-Trends*. Springer.
- Sharma, S. & Sharma, P. (2014). *Environmental Chemistry*. Alpha Science International,.
- Siirilä, J. & Laukia, J. (2021). *Mihin menet ammattikasvatus? – Ammattikasvatuksen tutkimuksen suuntaukset Suomessa*. Haettu 7. 5. 2024 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021101450990>
- Sitra. (ei pvm.). *Tulevaisuussanasto*. Haettu 08. 4. 2024 osoitteesta <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/viheliainen-ongelma/>
- Suomen YK-liitto. (2024a). *13 Ilmastotekoja*. Haettu 21. 3. 2024 osoitteesta <https://www.ykliitto.fi/node/4578>
- Suomen YK-liitto. (2024b). *Kestävä kehitys- historiaa ja toiminnan taustoja*. Haettu 21. 3. 2024 osoitteesta <https://www.ykliitto.fi/kestava-kehitys/kestava-kehitys-historiaa-ja-toiminnan-taustoja>

- Temisevä, L. (2023). *Ammatillisen koulutuksen opiskelijoiden asenteelliset lähtökohdat kestävyysosaamisen opiskelulle*. [Opinnäytetyö YAMK, Jyväskylän ammattikorkeakoulu].
- Tieteen termipankki. (3. 8 2023). *TEPA-termipankki. Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma - Sanastokeskus*. Haettu 15. 5. 2024 osoitteesta <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/albedo>
- Tilastokeskus. (ei pvm.). *Tietoa tilastoista. Käsitteet*. Haettu 23. 4. 2024 osoitteesta <https://www.stat.fi/meta/kas/index.html>
- Tilastollinen päättely. (ei pvm.). Teoksessa *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampereen yliopisto. Haettu 23. 4. 2024 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>
- Tolppanen, S., Aarnio-Linnanvuori, E., Cantell, H. & Lehtonen, A. (2017). Pirullisen ongelman äärellä – Kokonaisvaltaisen ilmastokasvatuksen malli Dealing with a wicked problem – A model for holistic climate change education. *Kasvatus*, 48(5), 456-468. Haettu 7. 5. 2024 osoitteesta <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/8285>
- Tolppanen, S., Kang, J. & Tirri, K. (2023). Climate Competencies of Finnish Gifted and Average-Ability High School Students. *Educ. Sci.*, 13(8), 804. Haettu 21. 3. 2024 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/educsci13080840>
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (5. p.). Tammi.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2023). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. (R. Keiski, K. Hämäläinen, M. Karhunen, E. Löfström, S. Näreaho, K. Varantola, . . . M. Aittasalo, Toimittajat) Haettu 2.6.2024 osoitteesta [https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje\\_2023.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf)
- Tutkimustieteellinen neuvottelukunta. (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarvointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Haettu 2. 6. 2024 osoitteesta [https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakoarvioinnin\\_ohje\\_2020.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf)

- UNESCO. (2013). *Climate change education*. Haettu 26. 4. 2024 osoitteesta <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000222117>
- UNESCO. (2022). Youth demands for quality climate change education. Haettu 21. 3. 2024 osoitteesta <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383615>
- vanLoon, G. W. & Duffy, S. J. (2017). *Environmental Chemistry- a Global Perspective* (4th edition p.). New York: Oxford university press.
- Wang, V., Torrisi-Steele, G. & Reinsfield, E. (2021). Transformative learning, epistemology and technology in adult education. *Journal of Adult and Continuing Education*, 27(2), 324-340.
- Yamanouchi, K. (2012a). The Energy and Geometrical Structure of Molecules. Teoksessa *Quantum Mechanics of Molecular Structures*. Springer.
- Yamanouchi, K. (2012b). Vibrating Molecules. Teoksessa *Quantum Mechanics of Molecular Structures*. Springer.
- Ympäristöministeriö. (9. 8 2022). *Ympäristöministeriön ja Ilmatieteen laitoksen tiedote: IPCC:n raportti: Ihmisten toiminta on aiheuttanut ennennäkemättömän laajoja ja nopeita muutoksia ilmastossamme*. Haettu 29. 4. 2024 osoitteesta <https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme>
- Ympäristöministeriö. (ei pvm.). *Pariisin ilmastopimus*. Haettu 20. 5. 2024 osoitteesta <https://ym.fi/pariisin-ilmastopimus>

## Liitteet

Liite 1: Opiskelijoiden kyselylomake

Liite 2: Opettajan haastattelurunko

Liite 3: Suunnitelma oppimiskokonaisuudesta

Liite 4: Opettajan materiaali

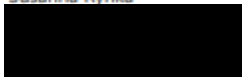
## Kyselytutkimus opiskelijoille

Tämä kysely on osa pro gradu-tutkimusta. Tutkimus käsittelee ilmastokasvatusta ammatillisessa perustutkinnossa. Kyselyssä halutaan selvittää, mitä opiskelijat osaavat ja haluavat oppia ilmastomuutoksesta sekä opiskelijoiden toiveita ja asennetta ilmastokasvatusta kohtaan.

**Kyselyyn vastataan nimettömänä**, eikä lopullisesta tutkimuksesta pysty tunnistamaan yksittäisiä vastaajia. Kyselyyn **vastaaminen on vapaaehtoista** ja tutkimuksesta voi poistua missä vaiheessa tahansa. Vastaaminen **vie aikaa noin 10 minuuttia**.

Kyselyn vastauksia säilytetään tutkimuksen teon ajan, jonka jälkeen ne tuhoetaan.

Kiitos osallistumisesta!  
Susanna Rynkä



\* Pakollinen

### Taustakysymykset

Valitse sopiva vaihtoehto.

#### 1. Sukupuoli \*

- nainen
- mies
- muu
- en halua kertoa

#### 2. Äidinkieli \*

- suomi
- ruotsi
- muu

### 3. Aikaisempi koulutus \*

- peruskoulu (tai sitä vastaava koulutus)
- ylioppilastutkinto
- ammatillinen tutkinto
- alempi korkeakoulututkinto (Bachelor's degree)
- ylempi korkeakoulututkinto (Master's degree)
- ei aikaisempaa tutkintoa
- Muu

### 4. Mitä perustutkintoa olet suorittamassa? \*

- ajoneuvoalan perustutkinto
- kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto
- liiketoiminnan perustutkinto
- logistiikan perustutkinto
- pintakäsittelyalan perustutkinto
- prosessiteollisuuden perustutkinto
- puhtaus- ja kiinteistöalan perustutkinto
- rakennusalan perustutkinto
- sosiaali- ja terveysalan perustutkinto
- sähkö- ja automaatioalan perustutkinto
- taidealojen perustutkinto
- talotekniikan perustutkinto
- tieto- ja viestintätekniikan perustutkinto
- turvallisuusalan perustutkinto
- välinehuoltoalan perustutkinto
- Muu

## Odotukset ja asenne

Valitse sopiva vaihtoehto.

### 5. Tiedän paljon ilmastonmuutoksen syistä. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### 6. Saan uutta tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä asioista opinnoissani. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### 7. Osaan toimia ilmastovastuullisesti. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### 8. Saan uutta tietoa **ilmastonmuutoksen hidastamiseen** liittyvistä asioista opinnoissani. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### 9. Opinnoissani minua kannustetaan **ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyviin toimiin**. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### 10. Työpaikallani minua kannustetaan ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyviin toimiin.

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

## Osaaminen

Valitse sopiva vaihtoehto.

11. Osaan selittää, mikä ero on säällä ja ilmastolla. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

12. Osaan selittää kasvihuoneilmion. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

13. Osaan selittää miten hiili kiertää luonnossa. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

14. Osaan selittää miten typpi kiertää luonnossa. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

15. Mitä ilmastonmuutokseen liittyviä havaintoja olet tehnyt?

Esimerkiksi luonnossa, sääilmiöissä jne.

16. Mitä haluat oppia ilmastonmuutoksesta? \*

Tämän kysymyksen vastaus antaa tärkeää tietoa tutkijalle miten opetusta tulisi kehittää.

**Vastaathan tähän kysymykseen huolellisesti.**



## Toivo ja toiminta

Valitse sopiva vaihtoehto.

17. Ilmastonmuutos ahdistaa minua. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

18. Uskon, että ilmastonmuutoksen vaikutuksia voidaan hidastaa merkittävästi. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

19. Pidän tärkeänä, että jokainen osallistuu ilmastonmuutoksen hidastamiseen. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

20. Päätäjät tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

21. Yritykset tekevät tarpeeksi ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

22. Luotan tutkijoihin, että he keksivät ratkaisuja ilmastokriisiin. \*

(1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

23. Mitä olet tehnyt ilmastonmuutoksen hidastamiseksi omassa arjessasi? \*

Voit valita useita vaihtoehtoja.

- Olen muuttanut kulutustottumuksiani
- Olen muuttanut ruokailutottumuksiani
- Olen muuttanut asumistottumuksiani (esim. sähkön ja veden kulutus, vihreä sähkö)
- Olen muuttanut liikkumistottumuksiani (esim. pyöräilen /käytän julkista liikennettä työmatkoilla, vähentänyt lentämistä)
- Olen kompensoinut päästöjäni (esim. lentolippua ostaessani olen valinnut lentoyhtiön tarjoaman päästöjen kompensatiomaksun)
- Olen lahjoittanut ilmastotyöhön
- Olen vaikuttanut järjestötoiminnassa
- En ole toiminut
- Muu

## Opiskelutavat

24. Mikä on sinulle mieluisin tapa opiskella ilmastonmuutokseen liittyviä asioita? Voit valita useita vaihtoehtoja. \*

- verkkokurssi
- lähiopetus
- työssäoppiminen
- Muu

## Muu palaute

25. Tässä voit kertoa tai antaa muuta palautetta koskien ilmastonmuutoksen opetusta opinnoissasi.

Pro gradu: ”Ilmastokasvatus ammatillisessa perustutkinnossa (1/2)

1. Esittely

- a. Tutkimuksen esittely. Haastattelu tallennetaan puhelimella/Teamsilla.
- b. Anonymiteetti; kouluttajan nimeä eikä oppilaitosta julkaista tutkimuksessa.
- c. Tallennuksen säilytys ja tuhoaminen; säilytetään tutkimuksen teon ajan, jonka jälkeen tuhotaan tallennus.

2. Taustatiedot

- a. ammatillinen kouluttaja/yto-kouluttaja
- b. työkokemus kouluttajana
  - 0–5 vuotta
  - 5–10 vuotta
  - 10–15 vuotta
  - 15–20 vuotta
  - yli 20 vuotta

3. Kouluttajan odotukset, toiveet ja asenne

- a. Mitä odotuksia sinulla on ilmastokasvatukselle ammatillisessa perustutkinnossa?
- b. Mitä toiveita sinulla on ilmastokasvatukselle ammatillisessa perustutkinnossa?
- c. Kuvaile asennettasi ilmastokasvatukseen.
- d. Kuinka tärkeänä pidät ilmastokasvatusta? (5 = erittäin tärkeä)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- e. Oletko huomioinut ilmastovastuullisen toiminnan näkökulman koulutuksissasi?

Pro gradu: ”Ilmastokasvatus ammatillisessa perustutkinnossa (2/2)

4. Valmiudet opettaa ilmastovastuullisuutta ja ilmastonmuutokseen liittyviä aiheita

a. Miten kuvailisit omia valmiuksiasi opettaa ilmastonmuutoksesta ilmiönä, sen syistä, ja ratkaisuja hillitä ilmastonmuutosta?

b. Miten arvioisit valmiuksiasi opettaa tuotteiden ja palvelujen ilmastovaikutuksia eri toimialoilla?

c. Onko tarvetta täydennyskoulutukselle?

d. Mitkä ovat mielestäsi ilmastovastuun oppimisen kannalta merkitykselliset asiat?

- koulun/yhteisön toiminta,
- tutkimustieto ja hyvät esimerkit (ratkaisukeskeisyys)
- opettajan osaaminen,
- opettajien motivaatio ja sitoutuminen,
- opetuskäytännöt, (lähi- /etäopetus, ilmiö-/tutkimus- ja projektipohjainen pedagogiikka)
- oppimateriaali,
- opiskelijan innostus

e. Millaisia odotuksia/ toiveita uskot opiskelijoilla olevan?

f. Millaisia valmiuksia ja asenteita uskot opiskelijoilla olevan?

g. Ilmastovastuun oppimisen esteet ja haasteet

h. Uskotko että pystyt vaikuttamaan ilmastovastuullisuuteen myös opiskelijan työpaikoilla/työssäoppimispaikoissa?

i. Kenen pitäisi mielestäsi opettaa ilmastovastuullisuutta opiskelijoille? Pitäisikö olla erillinen koulutettu opettaja ilmastovastuun opettamiseen?

Kiitos!

## Osa 1

Oppimiskokonaisuus aloitetaan dokumenttielokuvalla Epämiellyttävä totuus. Elokuva voidaan katsoa joko yhdessä tai opiskelijat voivat lainata elokuvan esimerkiksi kirjastosta ja katsoa elokuvan kotona. Opiskelijat tekevät tehtävät itsenäisesti ja seuraavalla oppitunnilla tehtävät puretaan ryhmässä.

Tehtävät dokumenttielokuvaan Epämiellyttävä totuus:

- a. Millaisia ajatuksia ja tunteita elokuva herättää? Pohdi myös omia arvojasi.
- b. Mitä Al Gore tarkoittaa sillä, että ilmaston lämpeneminen on moraalinen kysymys?
- c. Mitä jokainen voi tehdä, että ilmastokriisi voidaan ratkaista?
- d. Valmistaudu keskustelemaan ryhmässä aiheesta.

## Osa 2

Tutustutaan lämpösäteilyyn tekemällä opintokäynti Helsingin yliopiston Fysiikan avoimeen opetuslaboratorio Fotoniin. Opintokäynnille on mahdollista varata myös ilmakehätutkimusta käsittelevä väitöskirjatutkijan vierailu. Opintokäynti voidaan toteuttaa myös etänä. Opiskelijat tutustuvat työohjeeseen ennen opintovierailua.

Tehtävä: ”Lämpösäteily ja ilmastonmuutos”-työ

Työn ensimmäisessä osassa tutustutaan lämpökameraan ja tutkitaan infrapunasäteilyä.

Toisessa osassa tutkitaan, miten infrapunasäteily pääsee eri kaasujen läpi.

Helsingin yliopisto > Tiedekasvatus > [Opintokäynnit ja lainattavat tarvikkeet](#) > [Lämpösäteily ja ilmastonmuutos- työohje](#)

## Osa 3

Opintovierailun jälkeen käsitellään kasvihuoneilmiötä ja kasvihuonekaasujen ominaisuuksia PhET-simulaatioiden avulla. Opiskelijat tekevät itsenäisesti tehtävät. Lopuksi kootaan vastaukset yhdessä.

Tutki kasvihuoneilmiötä PhET-simulaatioiden avulla.

- Selitä mitä luonnollinen kasvihuoneilmiö tarkoittaa.

[Kasvihuoneilmiö](#) -simulaatio

- Tutki molekyylien ja näkyvän valon sekä molekyylien ja IR-säteilyn vuorovaikutusta. Mistä kasvihuonekaasun tunnistaa? [Molekyylit ja sähkömagneettinen säteily](#) -simulaatio
- Pohdi ilmastonmuutoksen syitä.

## Osa 4

[Hiilipuu.fi](#) -sivustolla voi seurata reaaliajassa keskimääräisen eteläsuomalaisen männyn hiilidioksidin vaihtoa. Hiilipuu perustuu SMEAR II -aseman mittauksiin. Helsingin yliopistolta voi lainata myös Hiilipuu-salkun, jonka avulla voi mitata lämpötilaa, valoa ja hiilidioksidipitoisuutta. Helsingin yliopisto > Tiedekasvatus > [Opintokäynnit ja lainattavat tarvikkeet](#)

Tutustutaan yhdessä opiskelijoiden kanssa [hiilipuuhun](#) ja käsitellään yhteyttämisreaktio. Yhteisen osuuden jälkeen opiskelijat tekevät itsenäisesti tehtävät loppuun hiilipuun avulla.

- Tehtävämoniste (liite 3, sivut 3-6)
- Tehtävät käydään yhdessä läpi ja lopuksi pohditaan miten jokainen voi hillitä ilmastonmuutosta/pienentää omaa hiilijalanjälkeään.

## Osa 5

Jos aikaisempi opintovierailu on tehty etänä tai silloin ei ole saatu sovittua tutkijavierailua opintokäynnin yhteyteen, voidaan tehdä vielä tutkimusosastovierailu Helsingin yliopiston Kumpulán kampukselle, ilmakehätieteen tutkimukseen, vierailuvaihtoehtoina säätutka tai SMEAR-asema.

Ennen tutkimusosastovierailua opiskelijoilla on tehtävänä pohtia kysymyksiä ilmastonmuutoksesta ja ilmakehätieteistä tutkijoille.

## Hiilipuu-tehtäviä

Hiilipuu havainnollistaa hiilenkiertoa virtuaalisen männyn avulla. Hiilipuu animaatio näyttää miten mänty Helsingin yliopiston Hyytiälän metsäasemalla sitoo ilman hiilidioksidia juuri nyt. Voit myös tarkastella päiviä vuodesta 2014 lähtien sekä erilaisissa sääolosuhteissa. Hiilipuu on Helsingin yliopiston Ilmakehätieteen keskuksen, Metsätieteiden laitoksen, ohjelmistoyritys Simosolin ja kuvataiteilija Terike Haapojan yhteistyöhanke.

**Työn tarkoitus:** havainnollistaa metsien merkitystä hiilinieluna ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia mäntymetsän hiilenkiertoon.

**Tarvikkeet:** Virtuaalinen mänty [www.hiilipuu.fi](http://www.hiilipuu.fi)

**Katso ohjevideo [täältä](#).**

The screenshot shows the Hiilipuu website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Carbon tree' on the left and 'ETUSIVU', 'LUE LISÄÄ', and 'INFO' on the right. The main content area features a green background with a tree silhouette and a central data display showing 'HIILIVUO 5.90 g/t' and the date '2024.06.04 13:10'. On the right side, there is a weather panel with 'VALD 1364', 'ILMA 21° 60%', and 'MAA 13° 50%' along with a sun icon and an 'ASETA PÄIVÄ' button. A text box on the right provides a welcome message: 'Tervetuloa seuraamaan Hiilipuun toimintaa! Veressä olevasta animaatiosta näet, miten mäntymme Hyytiälän metsäasemalla sitoo ilman hiilidioksidia juuri nyt.'

Annotations for tasks are as follows:

- 3. tehtävä:** Points to the 'LUE LISÄÄ' button in the top navigation bar.
- 4. tehtävä:** Points to the weather panel on the right side of the screen.
- 2. tehtävä:** Points to the 'ASETA PÄIVÄ' button in the weather panel.

A text box at the bottom left explains the carbon flux: 'Hiilidioksidin vaihto näkyy hiilivuona. Hiilivuon kertoo hiilen nettovaihdon, eli yhteyttämisen ja hengityksen välisen erotuksen. Esim. tässä mänty sitoo ilmakehästä 5.90 grammaa hiiltä tunnissa.'

Yhteyttäessään kasvit sitovat hiilidioksidia ja vapauttavat happea, jota hengitämme. Yhteyttämisen lisäksi puut, kuten kaikki elollinen, soluhengittävät ja vapauttavat hiilidioksidia. Hiilipuun valkoiset pisteet havainnollistavat hiilidioksidimolekyylejä ja hiilidioksidin vaihto ilmaistaan hetkellisenä hiilivuona. Positiivinen luku kertoo männyn ottavan hiilidioksidia vastaan ja negatiivinen merkitsee puun luovuttavan hiilidioksidia ilmakehään. Hiilidioksidi on ilmakehän merkittävin kasvihuonekaasu, jonka pitoisuus nousee fossiilisia polttoaineita käytettäessä. Sitomalla ilmakehän hiilidioksidia metsät hidastavat ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousua ja ilmastonmuutosta. Muuttuva ilmasto ja kohoava hiilidioksidipitoisuus puolestaan vaikuttavat puiden toimintaan ja siten metsien hiilenkiertoon.

**Tehtävä 1.** Mitä on yhteyttäminen eli fotosynteesi? Kirjoita reaktioyhtälö.

**Tehtävä 2.** Tarkastele hiilipuuta osoitteessa [hiilipuu.fi](http://hiilipuu.fi). Aseta päiväksi jouluaatto, juhannus ja lopuksi tämä päivä. Kirjaa hiilivuot ylös.

- a) Minä päivänä hiilivuo on suurin?
- b) Mistä ero johtuu?

**Tehtävä 3.** ”[Lue lisää!](#)”- valikosta löydät lisätietoa.

- a) Millä osilla mänty soluhengittää?
- b) Mitä yhdisteitä hengityksessä vapautuu?

**Tehtävä 4.** Valitse ”Aseta sää” ja vaihda olosuhteita. Voit katsoa ohjevideon [täältä](#).

- a) Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, kuinka paljon puut sitovat hiilidioksidia eli yhteyttämisen määrään?
- b) Millä tavalla kyseisten tekijöiden muutos vaikuttaa yhteyttämiseen?
- c) Mitkä tekijät vaikuttavat siihen kuinka paljon puut vapauttavat hiilidioksidia?



**Tehtävä 5.** Missä olosuhteissa hiilivuo eli puun nettovaihto (yhteitys-hengitys) on suurimmillaan? Kuvaile lämpötilaa, valoa, maan ja ilman kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta.

**Tehtävä 6.** Sähkölaitteen hiilidioksidipäästöt

Valitse jokin laite, jonka tehon (P) kilowatteina tarkistat laitteen arvokilvestä. Arvioi aika (t) tunteina esimerkiksi vuorokaudessa, kuinka kauan käytät laitetta. Laske laitteen kuluttama energia  $E = Pt$  kilowattitunteina. Laitteen hiilidioksidipäästöt voidaan laskea näiden tietojen avulla.

Sähköä voidaan tuottaa useilla eri menetelmillä ja kaikki menetelmät tuottavat eri määrän hiilidioksidia eli niillä on erilainen hiilijalanjälki. Tilastokeskuksen julkaisee kertoimia Suomen keskimääräisen sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästöille. Näistä on laskettu kolmen viimeisen tilastovuoden (2020-2022) keskiarvo on 70 g CO<sub>2</sub>/kWh. (<https://www.motiva.fi>)

$$\text{päästöt (gCO}_2\text{)} = \text{päästökerroin (gCO}_2\text{/kWh)} * \text{energiankulutus(kWh)}$$

- a) Laske laitteen kuluttama energia vuorokaudessa (kWh).
- b) Kuinka paljon energiaa kuluu vuoden aikana (vuodessa on 365 päivää)?
- c) Kuinka suuren hiilijalanjäljen (päästöt gCO<sub>2</sub>) laitteen tarvitsema sähkö tuottaa
  - vuorokaudessa?
  - vuodessa?
  - Vertaile eri energiantuotantomuotojen hiilijalanjälkeä/päästökertoimia. Laske oman sähkösopimuksen mukainen hiilijalanjälki. (esim. [www.openco2.net/fi/hae-paastokertoimia](http://www.openco2.net/fi/hae-paastokertoimia))
- d) Missä ajassa hiilipuu sitoo laitteen vuorokaudessa aiheuttaman määrän hiiltä
  - keväällä?
  - kesällä?
  - talvella?

## Esimerkki

Kännykän akun kapasiteetti on 8,09 Wh. Jos kännykkä ladataan vähintään kerran päivässä, tulee vuoden aikana kännykän lataamiseen käytettyä

$365 \text{ päivää} * 8,09 \text{ Wh} = 2953 \text{ Wh}$   
eli noin 3 kilowattituntia energiaa.

Jos sähkön hiilidioksidipäästöksi on ilmoitettu keskimäärin 220 g hiilidioksidia jokaista tuotettua kilowattituntia kohden eli 3 kWh tuottaa 660 g hiilidioksidia. Jos tämä jaetaan vuoden jokaiselle päivälle, saadaan yhden päivän kuluttaman latauksen osuudeksi 1,8 g hiilidioksidia.

Eli yksi lataus tuottaa sähkön kautta noin 2 grammaa hiilidioksidia.

---

Bonustehtävä.

[Testaa](#) kuinka hyvin osaat yhteyttämiseen liittyviä asioita! Klikkaa linkkiä ja vastaa kysymyksiin. Lopuksi näet, kuinka monta pistettä sait sekä oikeat vastaukset kysymyksiin.

---

Työohje on lainattu ja osin muokattu lähteestä Ruuskanen: [Hiilipuu.fi](http://Hiilipuu.fi).

**Osa 1**

Jos elokuva esitetään koulussa, esitystä varten pitää olla voimassa oleva elokuvalisenssi (<https://elokuvalisenssi.fi/elokuvien-julkinen-esittaminen/>). Elokuva on saatavilla esimerkiksi [koulukino.fi](http://koulukino.fi).

Huomioi, että elokuva ja ilmastonmuutos aiheena voivat herättää opiskelijoissa erilaisia negatiivisia tunteita, kuten huolta, pelkoa, surua, syyllisyyttä, vihaa ja toivottomuutta. Aihetta tulisi käsitellä siten, että se herättää toivoa ja myötätuntoa. Realistiseen toivoon kuuluu haasteiden kohtaaminen, ja haasteista huolimatta ihminen kykenee uskomaan omiin vaikutusmahdollisuuksiinsa. (Tolppanen ym., 2017)

**Osa 2 & 5 (opintokäynnit)**

Jos opintokäynti toteutetaan etänä, selvitä mitä valmisteluja, välineitä ja tarvikkeita tulee varata koululle ennen opintokäyntiä. Opintokäynnin varaus ja yleiset ohjeet: Helsingin yliopisto > Tiedekasvatus > [Opintokäynnit ja lainattavat tarvikkeet](#)

**Osa 3**

Opetuksessa kannattaa huomioida opiskelijoiden mahdolliset virhekäsitykset. Tutkimusten (Nousiainen, 2019) mukaan kasvihuoneilmiötä ymmärretään huonosti. Mahdollisia virhekäsityksiä:

- Ilmaston lämpeneminen tiedetään yleisesti, mutta ei ymmärretä sen tieteellistä mekanismia.
- Kasvihuoneilmiö ajatellaan liittyvän vain kasvihuoneisiin, eikä sitä osata yhdistää ilmakehään.
- Yleinen virhekäsitys on, että maapallolta tuleva säteily ei pääse pois tai se heijastuu takaisin ilmakehässä olevan kerroksen takia. Kerroksen ajatellaan olevan hiilidioksidia, kasvihuonekaasuja tai muita saasteita.
- Kasvihuonekaasujen absorptio- ja emissio-ominaisuuksia tiedetään huonosti. Lisäksi auringonsäteilyn ja lämpösäteilyn ero tiedetään huonosti.
- Kasvihuoneilmiö tai ilmastonmuutos sekoitetaan. Yleinen virhekäsitys on, että ilmaston lämpeneminen johtuu otsonikerroksen heikkenemisestä.
- Luonnollinen ja voimistuva kasvihuoneilmiö sekoitetaan.
- Kasvihuonekaasuista tiedetään huonosti, eikä niitä osata välttämättä nimetä.

**Osa 4**

Tutustu hiilipuuhun [Hiilipuun käyttövinkit](#) & [Lue lisää – hiilipuu](#)

Tehtävään 6 liittyvät laskutoimitukset kannattaa käydä ensin yhdessä läpi.

- laitteen kuluttama energia  $E = Pt$  kilowattitunteina
- sähköntuotannon päästökerroin 70 gCO<sub>2</sub>/kWh on kolmen viimeisen (2020-2022) tilastovuoden keskiarvo (<https://www.motiva.fi>)
- lasketaan päästöt:

$$\text{päästöt (gCO}_2\text{)} = \text{päästökerroin (gCO}_2\text{/kWh)} * \text{energiankulutus(kWh)}$$