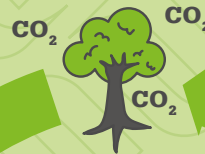


Kestävä tulevaisuus ratkaistaan yhdessä



Merja Klemola & Oscar Nissin (toim.)

Havaintoja kestävästä tulevaisuudesta

Kohti vihreää siirtymää opiskelijoiden,
yritysten ja tutkijoiden yhteistyöllä

 Metropolia

Havainnot kestävästä tulevaisuudesta
Kohti vihreää siirtymää opiskelijoiden, yritysten
ja tutkijoiden yhteistyöllä

© Metropolia Ammattikorkeakoulu & Ilmatieteen laitos &
Teknologian tutkimuskeskus VTT

Julkaisija: Metropolia Ammattikorkeakoulu
Toimittajat: Merja Klemola ja Oscar Nissin
Taitto ja kuvitus: Riikka Helakisa, Nettienkelit

Metropolia Ammattikorkeakoulun julkaisuja
TAITO-sarja 148
Helsinki 2025

ISBN 978-952-328-443-2 (pdf)
ISSN 2669-8021 (pdf)

www.metropolia.fi/julkaisut
www.metropolia.fi/carbon-busters



Tämä teos on lisensoitu [Creative Commons Nimeä-
JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) -lisenssillä.

Kokoelma on tuotettu osana Carbon Busters -hanketta,
jota rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Hanke
käynnisti yhteistyöalusta Hiilitallin toiminnan, jossa yritykset
ja asiantuntijaverkostot toimivat yhdessä erilaisissa
tutkimus-, kehitys- ja oppimisprojekteissa. Tavoitteena oli
edistää ympäristötoimia sekä kouluttaa tulevaisuuden taitoja
hiilensidonnalla ja päästövähennysratkaisujen löytämiseksi.
Hankkeen toteuttivat Metropolia Ammattikorkeakoulu,
Ilmatieteen laitos ja VTT Oy.

Sisällys

Lukijalle	4	OSA 2	44
OSA 1	6	Mikrolevät hiilinieluna	45
Kohti kestäväää tulevaisuutta: Virtuaalinen Hiilitalli yhdistää osaajat ja yritykset	7	Jenna Koskinen	
Hanna Lammi, Johanna Leväsluoto & Janne Lehenkari		Ravinteiden hallinta ja lannoiteaineet osana ilmastonmuutoksen hillintää	51
Onnistuneen brändinrakennuksen elementit hankeviestinnässä	14	Sami Rahman	
Merja Klemola		From Clay to Caskets: Sustainable Material Science Solutions	63
Yritysyhteistyö ekosysteemin voimavarana – konkreettisia ilmastoratkaisuja yhdessä kehittäen	28	Riia Vidgren	
Riia Vidgren, Jenna Koskinen & Sami Rahman		Studia Hiilitalli – ilmastokasvatusta ja monialaista osaamisen kehittämistä	78
		Riia Vidgren, Jenna Koskinen, Natalia Korhonen, Kirsti Jylhä, Eeva Kuntsi-Reunanen & Riitta Lehtinen	
		Kirjoittajaesittelyt	88



Lukijalle



Ilmastonmuutos on aikamme vakavimpia ilmiötä, ja sen vaikutukset näkyvät kaikilla elämän osa-alueilla, tulevaisuudessa yhä dramaattisemmin. Ilmastonmuutoksen vastainen monitieteellinen työ on tärkeää, jotta muutoksen vaikutuksia voidaan lieventää ja muutosnopeutta hidastaa – ja tämä työ täytyy aloittaa viimeistään nyt. Tässä artikkelikokoelmassa käsitellään ilmastonmuutoksen vastaista työtä osaamisen ja kyvykkyyksien kehittämisen näkökulmasta, joka on yksi pieni osa tärkeässä työssä, jota meidän kaikkien tulee tulevaisuutemme eteen tehdä.

Artikkelikokoelma on syntynyt Metropolia Ammattikorkeakoulun, VTT:n sekä Ilmatieteen laitoksen yhdessä toteuttaman Carbon Busters -hankkeen tuotoksena. Artikkelien kirjoittajat ovat hankkeen toteutukseen osallistuneita asiantuntijoita. Carbon Busters -hankkeen tavoitteena on ollut lisätä suomalaisten yritysten osaamista ja tietotaitoa ympäristöhaasteiden taklaamiseksi sekä luoda

ilmastonmuutoksen hillintään keskittyvä innovaatioekosysteemi-yhteistyöalusta Hiilitalli.

Hanke aloitettiin vuonna 2022, ja se päättyi vuonna 2025. Tänä aikana hankkeessa toteutettiin lukuisia kehitysprojekteja yhdessä suomalaisten pk-yritysten kanssa, osallistettiin asiantuntijoita sekä opiskelijoita yhteiskehittämistyöpajoihin ja valettiin pohjaa laajemmalle osaamiselle, jonka turvin yritykset selviävät tulevaisuuden muutosten paineessa.

Artikkelikokoelma on jaettu kahteen osaan: ensimmäisessä osassa sinulle, lukija, kuvataan Hiilitalli-alustan kehittämisen filosofiaa, toimintamallia, Hiilitallin brändin kehitystyötä sekä tutustutaan hankkeessa mukana toimineiden yritysten kanssa tehtyihin hankkeisiin ja kehitystyöhön.

Toisessa osassa etenemme hankkeen tutkimuksellisemman puolen kovaan ytimeen, jossa paneudutaan mikrolevien käyttöön

hiilensidonnassa, ravinteiden hallintaan osana ilmastonmuutoksen hillintää sekä kestäväen kehityksen mukaisiin materiaalitieteen sovellutuksiin.

Tämän artikkelikokoelman myötä haluamme tarjota sinulle näkemystä siitä, millaisia käytännön keinoja ja kehityskulkuja ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä tulee vastaan pk-yritysten päivittäisessä toiminnassa ja millä tavalla Metropolian yhteishankkeet tuottavat ratkaisuja tunnistettuihin haasteisiin.

Toimittajat

Merja Klemola

Oscar Nissin

OSA 1

Seuraavissa artikkeleissa kuvataan Carbon Busters -hankkeen aikana kehitetyn Hiilitallin tuottamaa lisäarvoa ja mahdollisuuksia kolmesta eri näkökulmasta. Ensimmäisenä Lammi ym. esittelee virtuaalisen Hiilitallin konseptin, jossa osaajat ja yritykset yhdistetään digitaalisten alustojen avulla. Konsepti mahdollistaa uudenlaisen osallistumisen ja yhteistyön eri alojen asiantuntijoiden välillä vihreän siirtymän edistämiseksi ja käytännön yrityshankkeissa.

Toisessa artikkelissa Klemola kuvaa Hiilitallin brändinrakennuksen prosessia, jossa määriteltiin Hiilitallin pääkohderyhmät, missio, visio ja arvot sekä muut hankkeen tavoitteiden

kannalta olennaiset brändin osatekijät. Tunnistettava ja uskottava brändi auttoi Hiilitallia erottumaan joukosta ja saavuttamaan kohderyhmänsä, erityisesti pk-yritykset.

Kolmannessa artikkelissa Koskinen ym. käsittelee kokemuksia Carbon Busters -hankkeesta toteutetuista yli 50 opiskelijavetoisesta yrityshankkeesta. Hankkeet ovat tukenneet monin tavoin pk-yrityksiä vihreän siirtymän edistämiseksi, ja samalla opiskelijat ovat saaneet ainutlaatuista työelämäosaamista käytännön projektien parissa.

Hanna Lammi, Johanna Leväsluoto & Janne Lehenkari

Kohti kestäväää tulevaisuutta: Virtuaalinen Hiilitalli yhdistää osaajat ja yritykset



Metropolian Hiilitalli pyrkii rakentamaan innovaatioekosysteemin, joka mahdollistaa kohtaamispaikan osajille ja yrityksille vihreän siirtymän edistämässä. Digitalisaation myötä innovaatioekosysteemit ovat kokeneet merkittävän muutoksen, ja virtuaaliset ympäristöt tarjoavat uudenlaisia mahdollisuuksia tiedonvaihdolle, yhteistyölle ja liiketoiminnan kehittämiseksi myös Hiilitallin tapauksessa. Carbon Busters -hankkeessa kehitetty virtuaalisen innovaatioekosysteemin konsepti "Virtuaalinen Hiilitalli" on suunniteltu edistämään yhteistoimintaa luoden ympäristön, jossa eri sidosryhmät voivat muun muassa kehittää konsepteja tuotteiksi ja palveluiksi tehokkaasti ja joustavasti. Tarkoituksena on tuoda yhteen yritykset, tutkimuslaitokset, opiskelijat sekä muut sidosryhmät globaalisti, mahdollistaen uudenlaisen osallistumisen ja yhteistyön eri alojen asiantuntijoiden välillä.

Virtuaalinen innovaatioekosysteemi edistämään vihreää siirtymää

Yhteiskunnallisten suurten haasteiden ratkaiseminen vaatii yhteistyötä ja

kumppanuutta erityyppisten toimijoiden kesken. Innovaatioekosysteemissä on keskeistä yhteiskunnan haasteista lähtevä, eri toimialat laajasti yhteen liittävä kehittäminen, jossa ratkaisut tehdään yhteistyössä. Innovaatioekosysteemi viittaa verkostoon, jossa useat eri toimijat tekevät yhteistyötä liiketoiminnan, tutkimuksen ja innovaatioiden edistämiseksi. Kehittyvän innovaatioekosysteemin arvoverkosto eli toimijakartta on laaja-alainen ja dynaaminen; se täydentyy jatkuvasti uusilla toimijoilla, jotka rikastuttavat ja vahvistavat ekosysteemiä edelleen. (Valkokari, Hyytinen, Kutinlahti, & Hjelt 2020.)

Innovaatioekosysteemin jäsenenä on tyypillisesti yrityksiä, korkeakouluja, tutkimuslaitoksia sekä julkisen ja kolmannen sektorin organisaatioita. Innovaatioekosysteemit voivat olla paikallisia ja pohjautua alueen osaamiseen ja vahvuuksiin, mutta haasteiden globaalien luonteen takia ne kytkeytyvät kansainvälisiin verkostoihin.

Digitalisaation ja uusien työkalujen kehittämisen seurauksena myös Hiilitallin innovaatioekosysteemi pyrkii hyötymään kansallisista ja globaaleista verkostoista

hyödyntämällä virtuaalista ekosysteemiä. Virtuaalinen innovaatioekosysteemi määrittellään verkostona, jossa eri toimijat hyödyntävät digitaalisia alustoja ja työkaluja yhteistyön, oppimisen ja innovoinnin edistämiseksi (Rannisto, Leponiemi, Nordling, Kolehmainen 2023). Virtuaalisessa innovaatioekosysteemissä työskennellään digitaalisesti, jolloin tiedonvaihto, oppiminen ja innovointi tapahtuvat ajasta ja paikasta riippumatta.

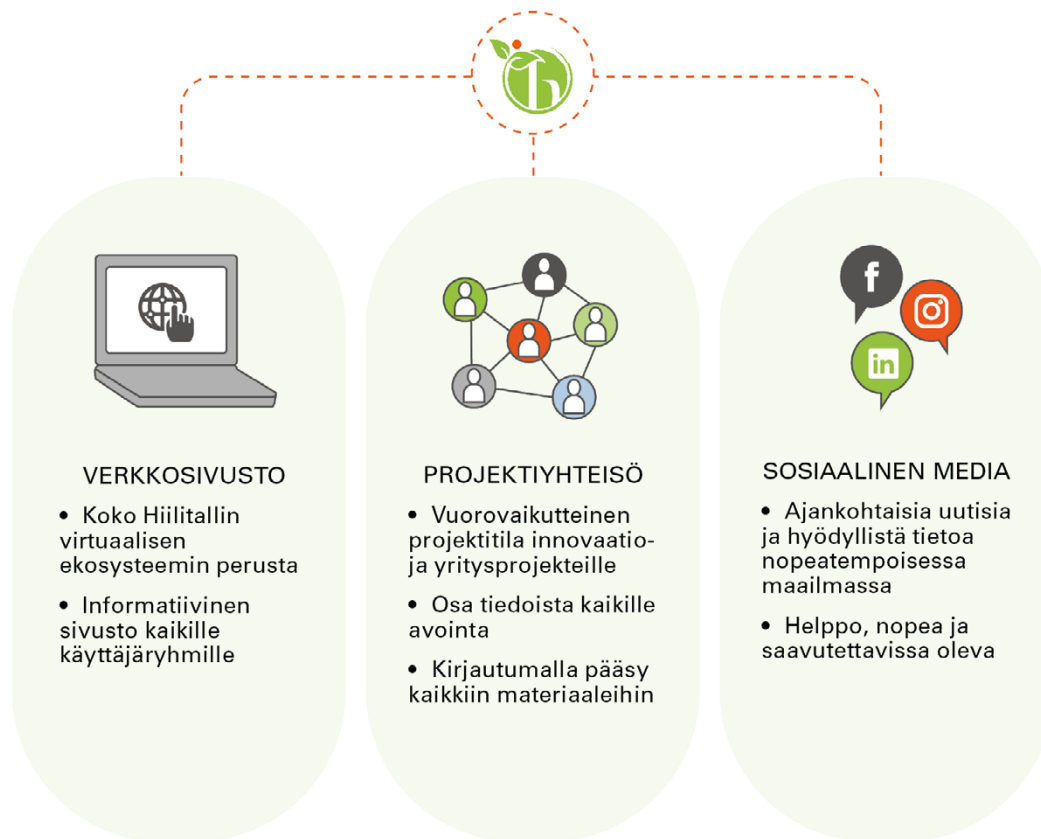
Virtuaalinen Hiilitalli -konsepti

Tässä esitelty konseptin sekä käyttäjäryhmien määrittely pohjautuu taustakirjallisuuteen, kahden Metropolian opiskelijaryhmän innovaatioprojektin tuloksiin, benchmarking-vertailuun sekä asiantuntijakeskusteluihin (mukaan lukien Carbon Busters -projektikonsortio, VTT:n ekosysteemiasiantuntijat, Metropolian henkilöstö sekä yhden olemassa olevan innovaatioekosysteemin kehittäjä). Tämä monitasoinen lähestymistapa on mahdollistanut konseptin tarkastelun useista eri näkökulmista syventäen ymmärrystä käyttäjäryhmien tarpeista ja edellytyksistä.

Virtuaalinen Hiilitalli koostuu kolmesta keskeisestä osasta: a) verkkosivustosta, b) projektiyhteisöstä ja c) sosiaalisen median kanavista (kuva 1). Verkkosivusto toimii informatiivisena keskuksena kaikille käyttäjryhmille sisältäen resurssi- ja projekti kirjastot, oppimisolustan sekä ajankohtaista tietoa tapahtumista ja aktiviteeteista. Projektiyhteisö mahdollistaa vuorovaikuttaisen työskentelyn Hiilitallin innovaatio- ja yritysprojekteissa. Sosiaalisen median kanavat puolestaan tukevat Hiilitallin näkyvyyttä ja yhteisön aktiivisuutta, mahdollistaen nopean tiedonvälityksen ja verkostoitumisen.

Virtuaalisen Hiilitallin keskeisiä käyttäjäryhmiä ovat opiskelijat, yritykset, opettajat sekä tutkimus- ja kehittämisorganisaatiot. Opiskelijat voivat hyödyntää Virtuaalista Hiilitallia osallistumalla projekteihin, oppimalla uusia taitoja ja verkostoitumalla muiden alan toimijoiden kanssa. Heille tarjoutuu mahdollisuus olla mukana innovaatiohankkeissa, mikä auttaa heitä kehittämään käytännön osaamistaan ja luomaan tärkeitä kontakteja työelämäänsä. Yrityksille Virtuaalinen Hiilitalli tarjoaa mahdollisuuden opiskelijoiden kanssa tehtävään

Virtuaalinen Hiilitalli



Kuva 1. Virtuaalinen Hiilitalli -konseptin rakenne

yhteistyöhön ja uusien kumppanuuksien luomiseen. Yrityksille mahdollistuvat myös innovaatioiden kehittäminen ja testaaminen sekä uusien liiketoimintamahdollisuuksien kartoittaminen. Opettajat sekä tutkimus- ja kehittämisorganisaatiot voivat hyödyntää Virtuaalista Hiilitallia opetuksen ja tutkimuksen tukena. Ajatuksena olisi tarjota laaja valikoima oppimateriaaleja, projekteja ja tutkimusyhteistyömahdollisuuksia, jotka voivat rikastuttaa opetusta ja edistää innovatiivista tutkimusta. Virtuaalisen Hiilitallin kaikki käyttäjäryhmät esitetään kootusti vieressä (kuva 2).

Haasteet

Vaikka digitaalinen toiminta tarjoaa laajat mahdollisuudet innovaatioiden edistämiseksi, sen onnistuminen edellyttää hyvää suunnittelua ja toiminnan ylläpitämistä. Digitaalisten alustojen ja työkalujen valinta ja käyttöönotto ovat yksi merkittävimmistä haasteista. On tärkeää valita sellaiset teknologiat, jotka tukevat tavoitteita ja ovat helppokäyttöisiä kaikille käyttäjäryhmille. Myös ylläpidon täytyy olla suunnitelmallista. Tietoturva ja tietosuoja ovat kriittisiä tekijöitä, erityisesti kun käsitellään



Kuva 2. Virtuaalisen Hiilitallin käyttäjäryhmät

arkaluonteisia tietoja tai liiketoimintakriittisiä projekteja. On varmistettava, että digitaalinen ympäristö täyttää kaikki tietoturvan ja tietosuojan vaatimukset, jotta käyttäjät voivat luottaa siihen, että heidän tietonsa ovat turvassa. (Rannisto ym. 2023.)

Luottamuksen ja sitoutumisen rakentaminen on myös keskeinen tekijä. Virtuaalinen ympäristö saattaa asettaa haasteita kasvokkaisen vuorovaikutuksen puutteen vuoksi, mikä voi vaikeuttaa luottamuksen syntymistä verkoston jäsenten välillä. Tämä vaatii selkeitä pelisääntöjä ja yhteisiä tavoitteita, joiden avulla voidaan varmistaa kaikkien osapuolten sitoutuminen.

Jatkotoimet ja tulevaisuuden näkymät

Virtuaalisen Hiilitallin ensimmäiset askeleet voisivat koostua kolmesta päävaiheesta: verkkosivuston luomisesta, projektiyhteisön perustamisesta ja sosiaalisen median hyödyntämisestä (kuva 3).

Verkkosivuston suhteen ensimmäiset askeleet ovat sopivan alustan valinta sekä verkkosivuston suunnittelu, toteuttaminen



VERKKOSIVUSTO

- Sopivan alustan valinta
- Verkkosivujen suunnittelu, toteuttaminen ja julkaisu
- Ylläpito ja päivitys



PROJEKTIYHTEISÖ

- Projektityötilan valinta ja toteutus
- Yhteisön kokoaminen
- Ylläpito ja moderointi



SOSIAALINEN MEDIA

- LinkedIn jo nyt oikein hyvä
- Muiden mahdollisten alustojen harkinta ja sosiaalisen median tilien perustaminen
- Ylläpito ja säännölliset postaukset

Kuva 3. Virtuaalisen Hiilitallin luomisen ensimmäiset askeleet

ja julkaisu. Sivuston ylläpito ja säännöllinen päivitys ovat olennainen osa toimintaa. Projektiyhteisön luomisessa tarkoitukseen parhaiten vastaavan projektityötilan valinta ja toteutus ovat tärkeitä. Tämän jälkeen voidaan alkaa koostaa projektiyhteisöä. Projektialustaa tulee myös päivittää ja modernisoida tarpeen mukaan. Sosiaalisen median alustoista LinkedIn on ensisijainen kanava, ja myös muiden alustojen käyttöä voidaan harkita, mikäli se tukee tavoitteita. Sosiaalisen median ylläpito ja säännölliset päivitykset ovat tärkeitä näkyvyyden ja sitoutumisen kannalta.

Vuorovaikutuksen uudet ulottuvuudet (VTT 2024) avaavat Virtuaaliselle Hiilitallille tulevaisuudessa mahdollisuuksia uudentyyppiseen vuorovaikutukseen digitaalisen sisällön kanssa. Digitaalisen ja fyysisen maailman yhdistävät teknologiat, kuten laajennettu todellisuus (extended reality, XR), metaversumi (metaverse) ja digitaaliset kaksoet (digital twins) mullistavat tavan, jolla voimme olla tulevaisuudessa vuorovaikutuksessa digitaalisen sisällön kanssa (McKinsey & Company 2022). Näiden teknologioiden vastuullinen hyödyntäminen

vaatii kuitenkin tarkkaa harkintaa ja jatkuvaa tutkimusta.

Virtuaalinen Hiilitalli -konsepti on kehitetty innovaatio- ja yhteistyöalustaksi, joka vastaa modernin liiketoiminnan, tutkimuksen ja opetuksen tarpeisiin. Se pyrkii mahdollistamaan laajan ja monimuotoisen osallistumisen, nopean tiedonkulun sekä joustavan ja dynaamisen yhteistyön. Virtuaalinen Hiilitalli on suunnattu kaikille, jotka ovat kiinnostuneita osallistumaan kestävien innovaatioiden kehittämiseen ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien luomiseen.

Lähteet

McKinsey & Company. 2022. *What is the metaverse?* Verkkosivusto.

Viitattu 1.10.2024. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-the-metaverse>

Rannisto, P. H., Leponiemi, U., Nordling, N. & Kolehmainen, J. 2023.

Sosiaali- ja terveysalan innovaatioekosysteemit. Tampere: Tampere University Press.

Valkokari, K., Hyytinen, K., Kutinlahti, P. & Hjelt, M. 2020. *Yhdessä kestävää*

kasvua – ekosysteemiopas. Espoo: VTT.

VTT. 2024. Trendiraportti 2024: *Resilienssin aika*. Verkkosivusto. Viitattu

1.10.2024. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/202402/FIN_VTT_TrendReport2024_Final%201.pdf

Merja Klemola

Onnistuneen brändinrakennuksen elementit hankeviestinnässä





Carbon Busters -hankkeen (CB-hanke) käynnistyessä tarve Hiilitallin brändikonseptin luomiselle oli olemassa niin vaikuttavan viestinnän ja yrityskontaktoinnin onnistumiseksi kuin yhteistyöalusta Hiilitallin toiminnan käynnistämiseksi. Tässä työssä olennaista oli, että brändiä ei luotu palvelemaan ainoastaan hankkeessa toimintansa aloittavan yhteistyöalusta Hiilitallin tarpeita vaan kaikkia hankkeen osallisia:

- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy tarvitsi kokoavaa brändiä innovaatio-ekosysteemyöhön.
- Ilmatieteen laitos oli mukana hankkeessa luodussa Studia Hiilitalli -konseptissa.
- Yritysyhteistyökumppaneita brändi palveli yritysprojektien tulosten juurruttamiseksi.

Hankkeissa harvemmin kiinnitetään huomiota brändin systemaattiseen rakentamiseen, kehittämiseen ja ylläpitämiseen. Voi olla, että resursseja ei ole tarpeeksi, jolloin viestintää hoitaa projektipäällikkö tai -koordinaattori muun työnsä ohella. Tällöin ei välttämättä ole myöskään sellaista ammattitaitoa, jota vaikuttava hankeviestintä tarvitsee onnistuakseen. Kuten Marttila (2016)

kirjoittaa, viestinnän kokonaisvaltainen ymmärtäminen on edellytys brändin rakentamiselle, jolloin tarvitaan ammattitaitoinen henkilö vastaamaan brändityöstä.

Brändillä on merkitystä, sillä ilman vahvaa ja erottuvaa brändiä ei synny kohderyhmät tavoittavaa viestintää ja markkinointia. Brändillä on merkitystä hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi erityisesti silloin, kun hankkeessa tavoitellaan yrityksiä business-to-business (b2b) -mielessä, kuten CB-hankkeessa tehtiin (von Hertzen 2006, 42). Seuraavassa kerron, miksi brändiä tarvitaan, miten brändikonseptin luominen hankkeessa toteutettiin, mitä hyötyä brändin luomisesta hankkeelle oli ja mitä hyötyä siitä on tulevaisuudessa.

Mihin brändiä tarvitaan hankkeessa?

Nykyajan maailmassa kuluttaja kohtaa päivittäin satoja viestejä, jolloin erottautuminen ilman tunnistettavaa ja luotettavaa brändiä on vaikeaa. Rahoittajalla on omat ohjeet ja pohjat hankeviestinnän toteuttamiselle, mutta sillä ei vielä tehdä erottuvaa viestintää. Kuten Kiurujo (2021)

blogissaan kirjoittaa, hankkeilta ei vaadita vain odotettavissa olevien tulosten kertomista vaan myös laajalle leviävää tietoa, jolla voidaan moninkertaistaa hankerahoituksen vaikutukset. Carbon Busters -hankkeessa yksi brändinrakennuksen tavoite oli varmistaa Hiilitallin top-of-mind -asema niin, että pk-yritykset tunnistaisivat sen tärkeänä toimijana, kun he tarvitsevat yhteistyökumppania vihreässä siirtymässä.

Tiivistettynä: brändi on hankkeesi maine; se, mitä sinusta puhutaan, kun et ole paikalla. Brändi on miellelyhtymä, se muistetaan. Yritysmaailmassa brändit ohjaavat kohderyhmien käytöstä ja muokkaavat ajatusmalleja (Raussi 2019). Hyvinä esimerkkeinä tästä voisi mainita esimerkiksi Applen, joka on laajentunut matkapuhelinmarkkinoilta lifestyle-brändiksi, tai Oatlyn, joka on onnistunut brändäämään itsensä vastuulliseksi ja terveelliseksi kauramaidon tuottajaksi. Molempien edellä mainittujen brändien konseptoinnissa on onnistuttu niin, että käyttäjät identifioivat itsensä brändin arvojen kanssa. Vahva brändi on oikeasti merkityksellinen kohderyhmälleen.



Kuva 1. Hyvä brändi on monesta syystä tavoittelemisen arvoinen.

Miten brändinrakennus hankkeessa toteutui?

CB-hankkeen kattotavoitteena oli ilmastonmuutoksen hillintä ja kestäväen kehityksen edistäminen. Edellä mainitut ovat viestikärkiä, joiden huomiosta kilpailevat tänä päivänä niin kaupalliset kuin julkisetkin toimijat. Miten siis erottua joukosta ja tavoittaa hankkeelle määritellyt kohderyhmät? Oli luotava tunnistettava, uskottava, laadukas sekä myös tunteita herättävä brändi, jonka avulla edistettiin hankkeen tavoitteiden saavuttamista. Sen onnistumiseksi hankkeen kaikki työntekijät olivat osaltaan avainroolissa, sillä heidän oli omassa tehtävässään lunastettava brändin lupaukset. Brändi on hankkeessa jokaisen asia, eikä sitä voi yksipuolisesti ulkoistaa yhdelle henkilölle tai ulkopuoliselle markkinoinnin organisaatiolle (Kahri A., Kahri, T. & Mäkinen 2010, 50).

Carbon Busters -hankkeen hakemukseen oli määritelty viestinnän ja markkinoinnin rooli vaikuttavuuden varmistamiseksi. Hanksuunnitelmassa brändinrakennuksen projektinjohto oli määritelty viestintä- ja markkinointivastaavan työpakettiin. Koska

tiimin asiantuntijat eivät olleet brändäyksen asiantuntijoita, oli kriittistä saada heidät ymmärtämään, miksi brändi on tärkeä, ja sitouttaa heidät työhön. Brändi ei siis synny itsestään, vaan se täytyy rakentaa systemaattisesti (Popupmedia 2023). Brändityö aloitettiin yhteisillä työpajoilla osallistamalla alkuvaiheessa hanketiimin työntekijät sekä myöhemmin muut sidosryhmät, kuten tutkimuslaitosten edustajat sekä Metropolian henkilökuntaa ja opiskelijoita.

Heti aluksi tunnistettiin, että hankeidean täytyy olla helposti ymmärrettävä, jotta mahdolliset yrityskumppanit oivaltaisivat yhteistyön tarjoavan heille lisäresursseja vihreässä siirtymässä. Toisin sanoen oli tuotava selkeästi esille, että hankkeessa tehdään yritysprojekteja, joiden avulla saada aikaan konkreettisia tuloksia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja kestäväen kehityksen edistämiseksi sekä nostetaan sekä yritysten että Metropolian opiskelijoiden osaamistasoa. Samalla ymmärrettiin, että ilmastonmuutoksen tematiikkaan liittyy myös paljon hankalaa ja väärin ymmärrettyä termistöä, jota oli popularisoitava ja tuotava helpommin ymmärrettäväksi. Nämä seikat täsmentämällä varmistettiin

se, että koko hanketiimi pyrki yhdessä kohti brändinrakentamiselle asetettuja tavoitteita.

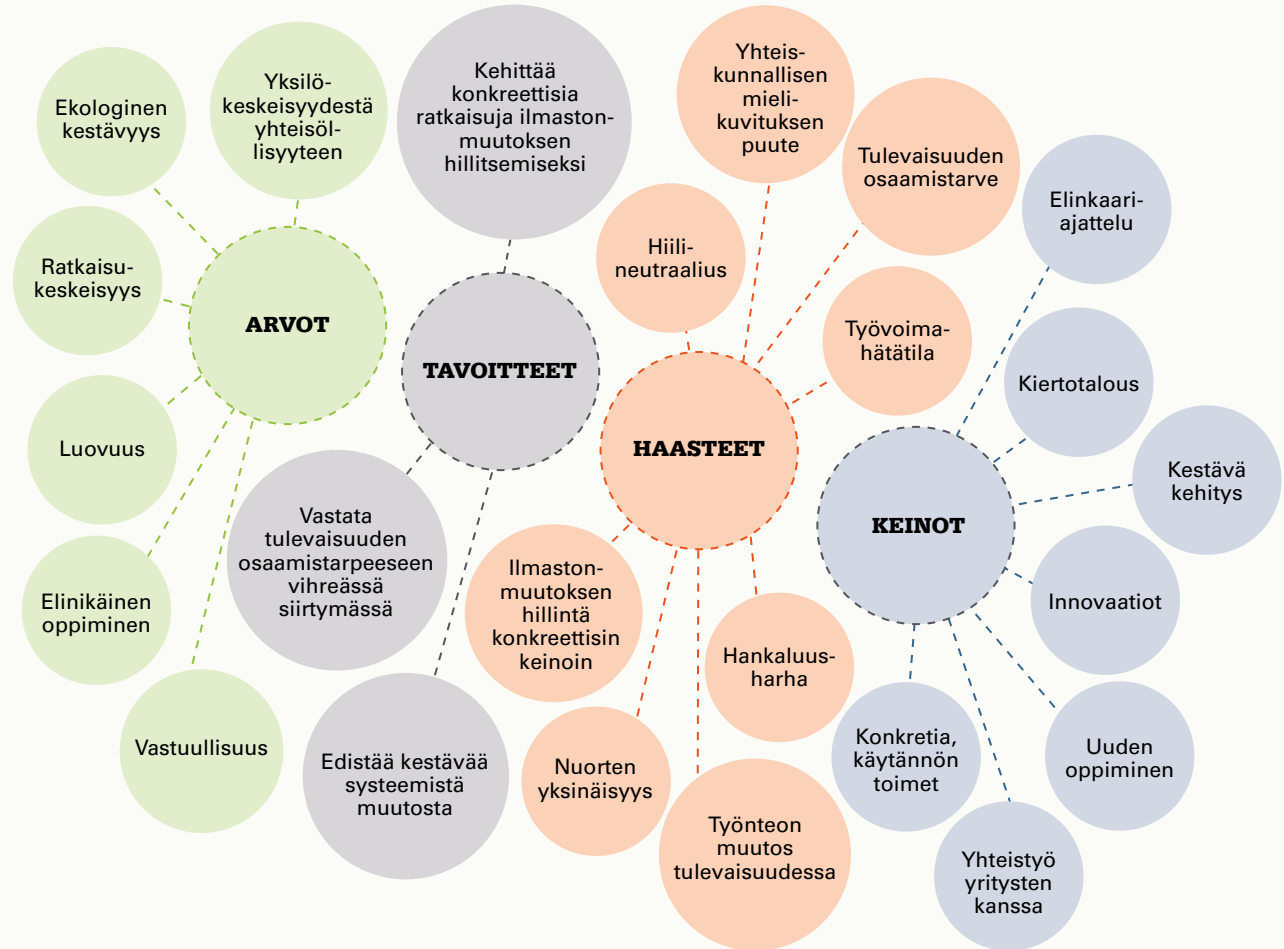
Pääkohderyhmät

Hankkeen pääkohderyhmät oli määritelty hankehakemuksessa, mutta niihin syvennyttiin vielä enemmän brändityön aikana. Pääkohderyhmiksi määriteltiin Metropolian opiskelijat, opiskelemaan hakevat ja henkilökunta sekä yritykset, tutkimuslaitokset ja muut sidosryhmät. Kohderyhmätyötä täsmennettiin koko hankkeen ajan, sillä sitä hyödynnettiin niin viestinnässä, Hiilitallin toimintojen suunnittelussa kuin muussakin asiantuntijatyössä. Hanketiimin kesken pohdittiin, millä tulokulmalla eri kohderyhmät tavoitetaan, toisin sanoen mitä hyötyä heillä on hankkeeseen ja Hiilitallin toimintaan osallistumisesta. Jotta ymmärrys kohderyhmistä ei perustuisi vain oletuksiin, haastateltiin eri kohderyhmien edustajia kysyen heidän motivaatioitaan ja tarpeitaan hankkeen tavoitteisiin peilaten. Kohderyhmätyö onkin yksi iso kokonaisuus, johon kannattaa käyttää aikaa, jotta tehdään oikeasti haluttuja yleisöjä puhuttelevia ja tavoitettavia sisältöjä.

Tavoitteet, keinot ja haasteet

Brändinrakennuksen työpajatyöskentelyä jatkettiin muodostamalla tavoitemielikuva Post-it -lappujen avulla; millaisena CB-hankkeen ja siinä toimintansa aloittavan yhteistyöalusta Hiilitallin halutaan kohdeyryhmän mielikuvissa näytettyvän? Tavoitemielikuva alkoi rakentumaan hankkeen strategian, arvojen, tavoitteiden sekä myös tunnistettujen haasteiden pohjalta, jotka yhdessä kirjattiin ylös. Lisäksi pohdittiin arvoja tukevia keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi.

Kun Post-it -laput oli työpajoissa koottu omien teemojensa alle, oli helppo lähteä työstämään brändin ydintä eli missiota ja visiota sekä ydinlauseita, toisin sanoen jalostaa timanttisimmat

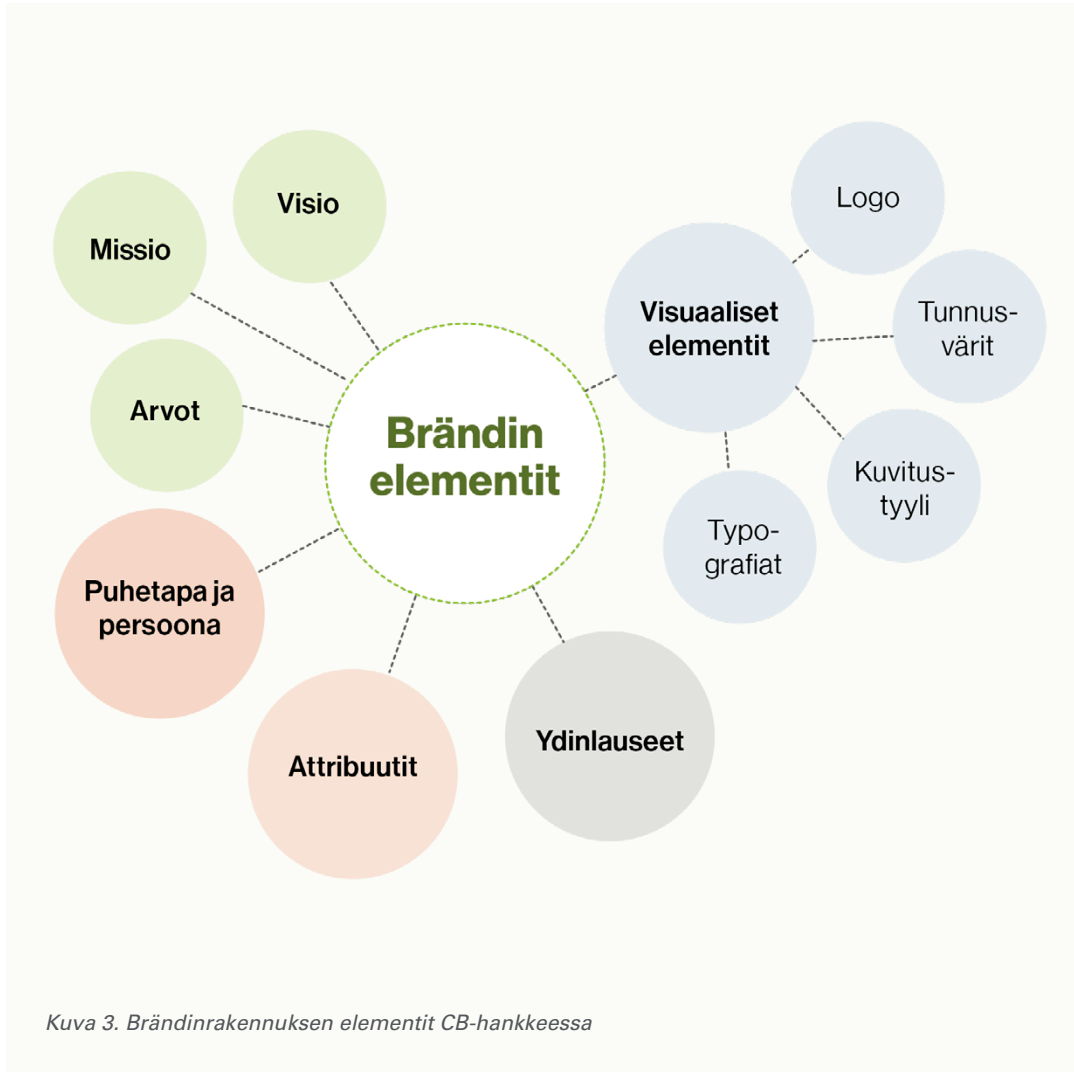


Kuva 2: Työpajatyöskentelystä valitut avainsanat CB -hankkeen ja sitä kautta Hiilitallin tavoitemielikuvan muodostamiseksi.

ominaisuudet brändiä ohjaaviksi elementteiksi. Prosessi oli dynaaminen ja monialainen: luovuutta ei unohdettu, vaikka hankkeen toiminta vahvasti henkilöityi tekniikan alalle. Niin brändinrakennuksessa kuin hankkeessa toteutetuissa yritysprojekteissa haluttiin huomioida monialaisuus.

Mistä elementeistä brändi rakentui?

Brändi saatetaan käsittää hankkeessa usein ainoastaan visuaalisina elementteinä, mutta se on paljon enemmän kuin logo, värit ja typografiat. Uuten edellä todettiin, brändi on miellelyhtymä, kaikki se, mitä siitä kuullaan, nähdään tai yhdessä koetaan, ja se rakentuu kaikissa kuluttajan kohtaamispisteissä (Brisk 2019). Tämän ajatuksen pohjalta Hiilitallin brändin luomiseksi sille määriteltiin kohderyhmätyön ja tavoitemielikuvan jälkeen missio, visio ja arvot; puhetapa ja persoona; attribootit ja ydinlauseet sekä visuaaliset elementit. Käsitteenä brändi on niin monitulkintainen, ettei ole vain yhtä ainoa tapaa luoda sitä. Työtä kannattaa skaalata resurssien ja tavoitteiden mukaan. Kruutin (2021) mukaan brändin rakentamisen voisi tiivistää



Kuva 3. Brändinrakennuksen elementit CB-hankkeessa

niin, että brändin ydin paketoidaan sekä visuaaliseksi että sanalliseksi kokonaisuudeksi. Vielä yksinkertaistettummin: ensin pohditaan ydinajatus, miksi tätä tehdään, jotta ymmärretään, miten ja kelle tätä tehdään.

Brändin ydin: missio, visio ja arvot

Kun pohjatyo asetetulle tavoitemielikuvalle oli rakennettu työpajoissa, päästiin työtämään Hiilitallin missiota, joka kertoi sen olemassaolon tarkoituksen, sekä visiota, joka kiteytti sen, mikä on Hiilitallin tulevaisuuden suunta. Lisäksi arvot kirjattiin uudestaan ylös ja yksittäiset sanat purettiin kokonaisiksi lauseiksi, jotta ne konkreettisesti ohjaisivat CB-hankkeen ja Hiilitallin viestintää ja toimintaa ja jotta ymmärrettäisiin, mitä ne pitävät sisällään.

Äänensävy ja persoona

Brändin äänensävy eli tonaliteetti on se, miten brändi puhuu ja vastaa kysymykseen ”Miten brändi tunnistetaan?” Markkinointiviestinnästä muistetaan usein tunne, jonka se synnyttää, jolloin

Hiilitallin arvot	Mitä oikeasti tarkoitetaan?
Yksilökeskeisyydestä yhteisöllisyyteen	ketään ei jätetä yksin, turvallisen tilan periaatteet, yhdessä tekeminen
Vastuullisuus	omien rajojen asettaminen, vastuullisuus omasta hyvinvoinnista, yksilön hyvinvointi ja jaksaminen, pois suorituskeskeisyydestä
Ratkaisukeskeisyys	mahdollisuus muuttaa suuntaa, jos jokin ei toimi; kyky katsoa asioita uudesta näkökulmasta
Elinikäinen oppiminen	keskeneräisyyden sietäminen, unelmat, tulevaisuuden toiveet
Luovuus	epäonnistumisten salliminen, rohkeus, uuden tekeminen, tavanomaisuuden riskeeraaminen
Ekologinen kestävyys	kiertotalous, ymmärrys ympäristöasioista, muistetaan myös ne asiat, joissa jo edistetty vs. saarnaaminen ylhäältä alaspäin

Taulukko 1. Hiilitallin arvot



äänensävy parhaimmillaan rakentaa tunnesidettä brändin ja kohderyhmän välille (Taivainen 2020). Hiilitallin äänensävyä suunniteltaessa työn taustalla olivat jo aikaisemmin määritellyt visio, missio ja arvot. Äänensävyn määrittelyn perustana oli ajatus siitä, että asiantuntijan puhettavan täytyy olla ymmärrettävä ja selkeä, jotteivat kapulakieli ja vaikeat termit karkota kohderyhmiä. Lisäksi äänensävyä peilattiin Hiilitallin persoonaan, jotta varmistettiin, että persoona ja äänensävy tukivat toinen toisiaan. Kuten Toivainen (2020) kirjoittaa, hyvä äänensävy puhuttelee kohderyhmiä, on erottuva ja aito sekä kulkee johdonmukaisesti läpi kaiken sisällön. Tällöin se on myös uskottava.

Brändin persoonan määrittely vastaa kysymykseen, millainen brändi olisi, jos se olisi ihminen. Persoonan määrittely onkin vahva erottautumistekijä, jota kannattaa hyödyntää. Persoonallisuus tarjoaa ohjeita siihen, miten brändi toimii, toteuttaa markkinointiviestintää, ottaa kantaa asioihin ja mikä on sen henkilöstön tapa toimia (Kahri ym. 2010). Brändin persoona rakennetaan ominaisuuksien ympärille yhdessä äänensävyn, arvojen, mission ja vision sekä

muiden brändin ydinmääritelmien kanssa. Persoona muokkautuu ajan kuluessa ja brändin kasvaessa ja kehittyessä, pysyen kuitenkin stabiilina ja lojaalina arvoille ja visiolle. Näin brändin eri elementit tukevat johdonmukaisesti toinen toisiaan, eivätkä poukkoile.

Hiilitallin kohdalla pidettiin yhteisesti tärkeänä, että se mielletään toivoa antavaksi ja inspiroivaksi tukeutuen CB-hankkeessa syntyneeseen tutkittuun tietoon. Keskusteluissa eri sidosryhmien kanssa sekä mediaa seuraamalla havaittiin, että toivo saa ihmiset toimimaan muutoksen aikaansaamiseksi. Näin persoonan kulmakiviä muodostuivatkin:

- luova ratkaisija
- rohkea optimisti
- osallistava kumppani
- sympaattinen kaveri.

Nämä sanoitettiin tarkemmin brändikirjaan (liite 1) yhdessä hanketiimin kanssa, jotteivat ne jääneet vain hienoiksi sanapareiksi ilman syvempää ymmärrystä, mitä tarkoitetaan.

Persoonan kuvaukset tulivat näkyviksi myös Hiilitallin sisustuksessa, jolloin tilaa suunniteltaessa ja toteuttaessa tavoitteena oli, että se on luova, rohkea ja innostava.

Äänensävyyn ja persoonan kohdalla voi pohtia myös vivahde-eroja: Haluatko, että brändisi muistetaan oikeasti rohkeana vai meneekö röyhkeään puolelle? Oletko osallistava tiimipelaaja vai luotaan pois työntävä? Haluatko herättää toivoa vai epätoivoa? Nämä ovat merkityksellisiä asioita hankkeen onnistumista ajatellen. Jälleen kerran: koko hankehenkilöstö edustaa brändiäsi. Sen pitää olla uskollinen niin kohderyhmilleen kuin itselleenkin. CB-hankkeessa saatiinkin tästä palautetta kohderyhmiltä; kommunikointitapaa pidettiin erottuvana, selkeänä sekä ”virkistävänä tuulahduksena” ja Hiilitallin tilaa viihtyisänä ja luovana.

Brändiattribuutit

Brändiattribuutit ovat assosiaatioita, joita ihmiset liittävät brändiin. Ne vastaavat kysymykseen ”Mistä brändi tunnetaan?” ja tuovat mitattavaa brändiarvoa hankkeelle. Jotta CB-hankkeessa pystyttiin seuraamaan, miten viestintä, tapahtumat ja muut

Kuva 4. Hiilitallin tila suunniteltiin ja toteutettiin brändi-ilmeen mukaisesti. Kuva: Tuomas Girsén Photography.



Kuva 5. Hiilitallin brändi näkyy myös ohikulkevalle ikkunateippauksien ja sisustuksellisten elementtien avulla. Kuva: Merja Klemola



toiminnot, kuten luento- ja keskusteluserja Studia Hiilitalli vaikuttivat kohderyhmien mielikuviin, oli tärkeä määritellä myös attribuutit. Jotta brändi pysyi johdonmukaisena, johdettiin ne jo aiemmin määritellyistä arvoista ja persoonasta. Yksittäisiä sanoja avattiin jälleen yhteisellä työpajatyöskentelyllä hieman tarkemmin, jotta jokainen hankkeessa toimiva ymmärsi attribuuttien merkityksen ja työn suunnan.

Attribuutit olivat brändin tunnettuuden kulmakivinä myös tapahtumien jälkeisissä kyselytutkimuksissa. Kyselyillä selvitettiin, miten osallistujat kokivat Hiilitallin ja CB-hankkeen onnistuneen yhteiskunnallisena vaikuttajana ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja kestäväen kehityksen edistämiseksi. Käytännössä se tarkoitti sitä, että kyselyn saaneelta kysyttiin esimerkiksi, kuinka hyvin ominaisuus ”elinkaaritietoinen” tai ”vaikuttava” vastaajan mielestä kuvasi Hiilitallia ja CB-hanketta. Näin pyrittiin siihen, että ominaisuuksista tulisi kohderyhmille tosiasioita, faktoja, jotka yhdistyisivät olemassa olevaan mielikuvaan. Attribuutit, assosiaatiot, kehittyvät ihmisen mielessä pitkän ajan kuluessa eli ovat viestinnässä ja

Brändiartibuutit	Mitä tarkoitetaan?
Laadukas	<ul style="list-style-type: none"> • Laatu korvaa määrän, suunnitelmallisuus • Tutkittua tietoa
Vaikuttava	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikuttavuus ja kestäväen kehityksen edistäminen • Rohkeutta tehdä ilmastotokeja • Konkreettiset teot yritysprojektien kautta • Ympäristötietoisuuden nostaminen • Vaikuttamisen mahdollisuus tulevaisuuden osaamiseen koulutuksella, tietotaidon lisäämisellä ja rohkeudella ilmaista omia näkemyksiä
Ympäristöosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Elinkaaritietoisuus; opitaan tarkastelemaan kriittisesti systeemejä/järjestelmiä/toimintatapoja • Uskalletaan nostaa esille kestävättömiä toimintatapoja • Kerrotaan, ettei pelkkä päästöjen vähentäminen riitä, vaan tarvitaan myös hiilensidontaa
Avoin	<ul style="list-style-type: none"> • Hiilitallin fyysinen tila • Uudet toimintamallit ja ratkaisut • Kestäväen kehityksen oppimisympäristö • Toiminnan ja viestinnän läpinäkyvyys niin, että ne kestävät kriittistä arviointia • Luotettava, sellainen ilmapiiri, että uskaltaa kertoa mielipiteensä, erilaisten näkökulmien salliminen • Edistetään yhteistyötä opiskelijoiden ja yhteistyökumppaneiden välillä
Käytännönläheinen	<ul style="list-style-type: none"> • Konkreettiset yritysprojektit • Studia Hiilitalli -luento- ja keskusteluserja • Ei pelkkää puhetta ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi vaan myös konkreettisia tekeja

Taulukko 2. Hiilitallin brändiattribuutit

markkinoinnissa ns. pitkän aikavälin näkyyden tulosta.

Ydinlauseet eri kohderyhmät huomioiden

Brändin ydinlauseet, ”sloganit”, ovat tunnettuuden rakentamisen erinomaisia osatekijöitä. Kun ydinlauseet toistuvat eri markkinointiviestintämateriaaleissa (top-of-mind), ne jäävät kohderyhmien mieleen toiston kautta. Kun niitä lisäksi hyödynnetään sisällöntuotannossa, ne kehittävät johdonmukaisesti tarinallista muistikuvaa. Carbon Busters -hankkeessa Hiilitallin ydinlauseet määriteltiin osallistamalla työhön sekä hankkeen työntekijät että Metropolian opiskelijoita ja opettajia. Heille kerrottiin Hiilitallin tavoitteet ja keskeiset avainsanat: yhdessä, tulevaisuus, ratkaisija, vihreä siirtymä ja kestävä, jotka oli johdettu hankesuunnitelmasta. Näitä avainsanoja käyttäen heitä pyydettiin lähettämään sähköpostitse 3–5 sanan mittaisia ehdotuksia ydinlauseista. Saatujen ehdotusten pohjalta hanketiimin jäsenet muodostivat yhteisellä työskentelyllä viisi erilaista ydinlausetta kohderyhmät huomioiden:

- Lause, joka kokoaa koko brändin, kaikille kohderyhmille: ”Ratkaisuja kestävään tulevaisuuteen.”
- Metropolian opiskelijoille ja opiskelemaan hakeville: ”Tulevaisuuden taitoja kehittämässä.”
- Yrityksille ja tutkimuslaitoksille: ”Yhdessä konkreettisia ilmastotoimia.”
- Sidosryhmille: ”Kestävä tulevaisuus ratkaistaan yhdessä.”
- Metropolian henkilökunnalle: ”Koulutamme ympäristöviisaita toimijoita.”

Ydinlauseiden muodostaminen yhteistyöllä ja niiden johdonmukainen käyttö koko hankkeen ajan loivat vahvan pohjan viestinnälle ja erilaisille materiaaleille. Näin ydinlauseet resonoivat kohderyhmissä ja innostivat mukaan hankkeen toimintaan. Ydinlauseiden käytössä kannattaa olla pitkäjänteinen. Toiston avulla viesti jää kohderyhmän mieleen ja säästää resursseja, kun ei jatkuvasti kehitetä uusia viestinnän kärkiä.

Visuaalinen ilme

Brändin visuaalisuus on tärkeä, sillä brändi tunnustetaan yhdenmukaisesta ilmeestä. Visuaalisen ilmeen määrittely voisi

äänensävyyn lisäksi myös vastata kysymykseen: ”Miten brändi tunnustetaan?” Visuaalinen ilme muodostuu erilaisista graafisista ja visuaalisista elementeistä, jotka ovat logo, värit, typografiat, grafiikat ja kuvamaailma. Von Herten (2006) esittääkin, että ”viestinnässä on onnistuttu, jos sekä nimi että logo osataan yhdistää yritykseen tai tuotteeseen tavalla, joka on lähellä tavoiteltua mielikuvaa.”

Carbon Busters -hankkeessa eri elementit koottiin visuaaliseksi ohjeistukseksi Hiilitallin brändikäsikirjaan (liite 1). Näin oli helppoa koko hankkeen ajan tuottaa korkeatasoista materiaalia viestinnän ja markkinoinnin tarpeisiin nopeastikin niin sisäisesti kuin ostopalveluina. Sekä viestinnän että asiantuntijoiden tukena olleet materiaalit, kuten esitteet, roll up, PowerPoint-pohjat, tapahtumamainokset, some-näkyvyys, käyntikortit ja posterit, olivat visuaalisuudeltaan yhtenäisiä, minkä avulla tunnettuutta rakennettiin johdonmukaisesti. Kuten aiemmin mainittiin, Hiilitallin tila ja sisustus suunniteltiin ja toteutettiin brändin visuaalisen ilmeeseen ja arvomaailmaan tukeutuen. Visuaalisuudessa otettiin huomioon myös Metropolian graafinen

ohjeistus, jolloin saatiin tukea ja uskottavuutta jo tunnetulta brändiltä. Tämä ratkaisu tehtiin myös siksi, että hankkeessa perustettu Hiilitalli jää Metropoliaan pysyvänä yhteistyöalustana, joka kasvaa ja kehittyy hanke kerrallaan.

Mitä hanke hyötyi brändin luomisesta?

Hyvällä ja organisoidulla brändityöllä hankkeessa onnistuttiin luomaan rohkea, puhutteleva ja tunnistettava brändi, johon sekä hankkeessa työskentelevät että sidosryhmät sitoutuivat. Brändikonsepti mahdollisti vaikuttavan viestinnän toteuttamisen koko hankkeen ajan. Lopputulos vastasi juuri sitä ajatusta, miksi brändiä tarvittiin: erottautuminen, luottamuksen rakentaminen, yritysprosessien sujuvoittaminen, yhteistyön kehittäminen ja kohderyhmien sitouttaminen.

Carbon Busters -hankkeessa vahva brändi auttoi:

- asiantuntijoita yritysprosessien läpiviennissä ja mahdollisti hanketoimijan hahmottamisen tärkeänä resursina vihreän siirtymän edistämiseksi yrityksissä.

- erottautumaan informaatiotulvasta.
- tuomaan uskottavuutta.
- tunnistettavan, vaikuttavan ja tutkituun tietoon perustuvan viestinnän suunnittelussa ja toteutuksessa.
- kaiken markkinointimateriaalin suunnittelussa ja tuottamisessa.
- yhtenäisessä ja johdonmukaisessa puhuttelutavassa eri kohderyhmille.
- tuomaan vaikeasti ymmärrettävän asian helposti ymmärrettävään ja omaksuttavaan muotoon.
- luomaan viestinnän ja markkinoinnin kivijalan, johon kaikki tekeminen saattoi tukeutua.
- Studia Hiilitallin konseptin luomisen brändin näkökulmasta.
- tapahtumien suunnittelussa ja toteutuksessa.
- tulosten laajemmassa tavoittamisessa ja juurruttamisessa.
- sitouttamaan niin hankkeen henkilöstön kuin sidosryhmät hankkeen tavoitteisiin.

Eli tekemällä pohjatyö kunnolla sekä investoimalla aikaa ja eri asiantuntijoiden ammattitaitoa saatiin hankkeen viestinnästä ja markkinoinnista vaikuttavampaa ja

YHTEINEN BRÄNDI
AUTTOI HANKKEEN
VIESTINNÄSSÄ
MYÖS MUITA
YHTEISTYÖTAHOJA.
KUN TIETYT
PERUSELEMENTIT
OLI MÄÄRITELTY
YHDESSÄ, OLI
KOMMUNIKOINTI
NIIN SISÄISESTI
KUIN ULKOISESTIKIN
TEHOKKAAMPAA JA
HELPOMPAA.

yrittöjen hankkimisesta tehokkaampaa. Lisäksi säästettiin aikaa, kun pelisääntö oli muotoiltu yhdessä hankkeen tavoitteisiin peilaten.

Brändikirja

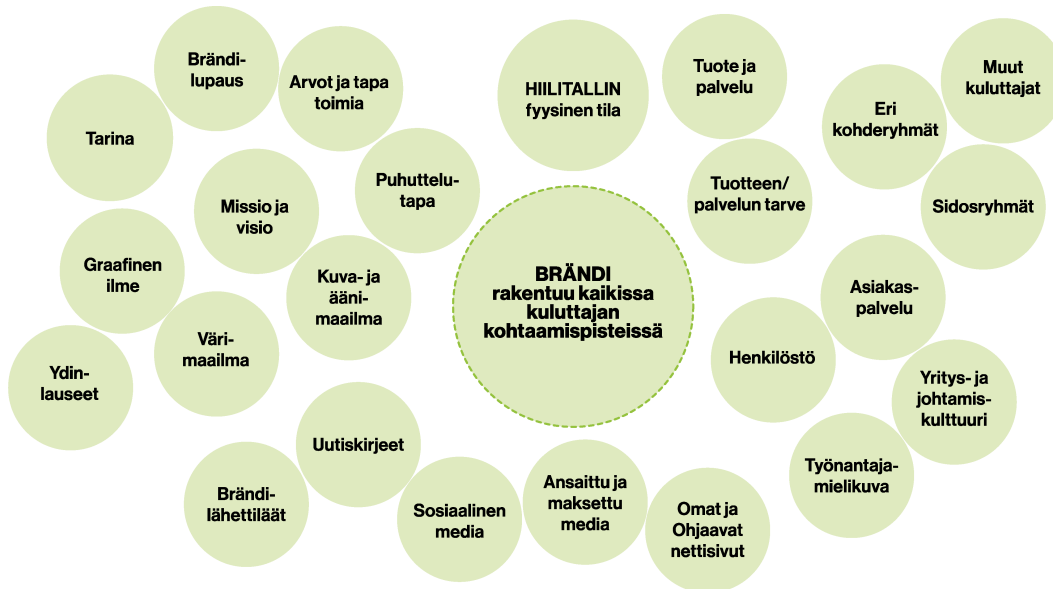
Brändin konseptointi ja sen pohjalta työstetty brändikirja oli käytännössä CB-hankkeen ja Hiilitallin ohjekirja kaikessa

tekemisessä aina viestinnästä ja markkinoinnista fyysisen tilan toteutukseen ja toimintoihin. Loput suunnitelmat, kuten viestintä- ja markkinointisuunnitelma, julkaisukalenterit sekä sisältöjen suunnittelu, jalostettiin brändin konseptiin tukeutuen. Asiantuntijat kokivat brändikirjan pohjalta työstetyn materiaalin omassa työssään tärkeäksi onnistumisen kannalta: heillä oli selkeä ja uskottava brändi, johon nojata.

Kuten Raussi (2019) toteaa, brändi ei tarkoita ainoastaan sosiaalisen median postauksia ja logon sijoittelua vaan se osataan positioida vahvasti ja on aidosti merkityksellinen kohderyhmilleen.

Brändi kehittyy ja täsmentyy ajan myötä. Carbon Busters -hankkeessa luotu Hiilitallin brändi on hyvä perusta yhteistyöalustan mahdollisille jatkohankkeille. Brändi ei ole stabiili; se kehittyy ja jalostuu jatkuvasti, sitä täytyy ylläpitää. Myös brändiohjeistusta on hyvä täydentää ajan myötä.

Greg Hoffman: "Tiimin jäsenten on tultava ulos siiloistaan ja mentävä yhdessä kentälle. On vaikeaa olla maailmanluokan bränditiimi ja täyttää asiakkaan odotukset, jos kaikki istuvat eri rakennuksissa, kuvainnollisesti tai kirjaimellisesti, odottamassa toisen syöttöä. Luovuus on joukkueläjä!" (Posti 2022)



Kuva 6. Brändi rakentuu kaikissa kuluttajan kohtaamispaikoissa (Brisk 2019).


Lähteet

- Brisk, J. 2019. *Asiakaskokemuksen johtaminen brändillä*.
Verkkosivusto. Viitattu 28.8.2024. <https://www.briskbranding.fi/blog/asiakaskokemuksen-johtaminen-brandilla/>
- Kahri, A., Kahri, T. & Mäkinen, M. 2010. *Brändi kulmahuoneeseen!* Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Kiurujoki, V. 2021. *Brändin rakentaminen hankeviestinnässä – asiakkaana valmistavan teollisuuden huippuhanke*. Verkkosivusto. Viitattu 22.8.2024. <https://designinspis.fi/blogi/brandin-rahentaminen-hankeviestinnassa/>
- Kruut, R. 2021. *Brändin konseptointi brändityössä*. Verkkosivusto. Viitattu 5.9.2024. <https://sampoconsulting.com/mita-on-konseptointi/>
- Marttila, J. 2016. *Brändi ei synny ilman vaikuttavaa viestintää*.
Verkkosivusto. Viitattu 4.9.2024. <https://blog.kaiku.fi/blogi/brandi-ei-synny-ilman-viestintaa>
- Nuutila, M. 2018. *Brändille visuaalinen ilme. Miten?* Verkkosivusto. Viitattu 7.10.2024. <https://villivisio.fi/blogi/brandille-visuaalinen-ilme-miten>
- Posti 2022. *Niken entinen markkinointijohtaja Greg Hoffman: Älä tavoittele vain ostoja, vaan tunnetta ja suhdetta*. Verkkosivusto. Viitattu 7.10.2024. https://www.posti.fi/fi/yrityksille/vinkit-ja-caset/dataa-ja-markkinointi_niken-entinen-markkinointijohtaja-greg-hoffman-5-vinkkia-brandin-rakentamiseen
- Raussi, H. 2019. *Mikä on brändi ja miksi se on tärkeä liiketoiminnalle*.
Verkkosivusto. Viitattu 11.9.2024. <https://hyplus.helsinki.fi/mika-on-brandi-ja-miksi-se-on-tarkea-liiketoiminnalle/>
- Taivainen, M. 2020. *Yrityksen äänensävy – mikä on tone of voice?*
Verkkosivusto. Viitattu 17.9.2024. <https://www.mikkotaivainen.blog/2020/01/04/mika-on-tone-of-voice/>
- Von Herten, P. 2006. *Brändi yritysmarkkinoinnissa*. *Economica* 36. Helsinki: Talentum Media Oy.

Riia Vidgren, Jenna Koskinen & Sami Rahman

Yritysyhteistyö ekosysteemin voimavarana – konkreettisia ilmastoratkaisuja yhdessä kehittäen





Carbon Busters -hankkeen ja Hiilitallin yhteistyöalustan tavoitteena oli tuoda pienten ja keskisuurten yritysten käyttöön ratkaisuja, jotka keskittyvät ilmastonmuutoksen hillintään ja vihreään siirtymään. Jaetussa yritys yhteistyössä Educational Partnerships for Innovation in Communities (EPIC) -mallin mukaisesti (Schlossberg, Larco, Slotterback, Connerly & Greco 2018) korkeakoulut tarjoavat aika- ja osaamisresursseja yrityksille ja vastineeksi opiskelijat saavat arvokasta työelämäkokemusta. Lisäksi korkeakoulut voivat levittää ajankohtaista tutkittua tietoa työelämän käyttöön tutkimusetiikan mukaisesti. Ilmastonmuutoksen kontekstissa, jossa ongelmat ja ratkaisut ovat olleet tiedossa jo vuosikymmenien ajan mutta toiminta edelleen vähäistä, on näiden ratkaisujen käytännön toteuttaminen nyt ensiarvoisen tärkeää.

Pienet ja keskisuuret yritykset vihreän siirtymän eturintamassa

Carbon Busters -hankkeen (CB-hanke) varsinaisina kohderyhminä olivat Uudenmaan alueella toimivat pienet ja keskisuuret yritykset (pk-yritykset), jotka hyödyntävät tai

tuottavat teknologisia ratkaisuja ja toimivat esimerkiksi kiertotalous-, luonnonvara-, ympäristö-, energia- tai metsätalouselä. Tilastokeskuksen mukaan pk-yritykset luokitellaan yritykset, jotka työllistävät alle 250 työntekijää ja joiden vuotuinen liikevaihto on alle 50 miljoonaa euroa (Tilastokeskus, n.d.). Täten kohderyhmäksi muodostui laaja skaala keskisuuria, pieniä, mikro- ja kasvuyrityksiä, joissa eroavaisuudet näkyivät muun muassa kasvuhakuisuuden ja resurssien suhteen. Yritysten selkeä yhdistävä tekijä oli vaihtelu vihreän siirtymän vaiheissa, joka oli olennaista hankkeen kannalta.

Ennen kaikkea CB-hankkeen tavoite tukea oli pk-yrityksiä kestävä kehityksen edistämiseksi ja vihreässä siirtymässä. Tapauskohtaisesti tämä vaati erilaisia muuttoksia yritysten toimintatapoihin, edesauttaen ympäristöystävällisten käytäntöjen ja teknologioiden käyttöönottoa. Hankkeessa kehitettiin useita uusia toimintamalleja, jotka auttoivat yrityksiä sopeutumaan muuttuviin markkinaolosuhteisiin ja ympäristövaatimuksiin.

Tämän lisäksi hankkeessa pyrittiin nostamaan pk-yritysten työntekijöiden osaamista ja tietotasoa tarjoamalla koulutusta ja resursseja. Tietotason nostaminen auttoi yrityksiä kehittämään henkilöstönsä osaamista kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Yrityksille tarjottiin myös pääsy asiantuntijoiden osaamiseen ja ajankohtaisiin tutkimustuloksiin, mikä tuki liiketoiminnan kehittämistä ja kilpailukyvyn parantamista.

Hankkeen aikana yhteistyötä tehtiin 21 eri yrityksen kanssa, joista 14 prosenttia oli keskisuuria, 14 prosenttia pieniä, 29 prosenttia mikroyrityksiä ja 43 prosenttia kasvuyrityksiä. Yritysten kestävän kehityksen tarpeet vaihtelivat yritystyyppin mukaan, ja mukana olleet yritykset edustivat useita eri toimialoja. Yhteistyötä tehtiin pääasiassa projektituotoisesti, keskimäärin kaksi projektia yritystä kohden. Projektit toteutettiin yhteistyössä eri Metropolian tutkinto-ohjelmien kanssa taulukon 1 mukaisesti.

Oppimistoiminta toteuttamisen ytimessä

CB-hankkeessa Metropolia Ammattikorkeakoulun (Metropolia) rooli oli merkittävä, sillä Metropolia toimi hankkeen päätoteuttajana ja koordinaattorina. Metropolian henkilöstö ja opiskelijat olivat keskeisessä asemassa

innovaatioekosysteemin toimintojen ja pilotointiprojektien toteuttajina sekä innovaatio- ja yritysprojektien tärkeimpänä työvoimana. On huomattava, että Metropolia on Suomen suurin ammattikorkeakoulu, joka kouluttaa 80 eri tutkinto-ohjelmaa tekniikan, liiketalouden, sosiaali- ja terveys sekä kulttuurin aloilla. Vuonna 2023

Yritystyyppi	Osallistumismäärä hankkeessa (nro/%)	Kestävän kehityksen tarpeet
Keskisuuri (esim. Ecoup)	3 / 14 %	Uuden tuotteen tai palvelun kehittäminen/testaaminen
Pieni (esim. Cafe Carusel)	6 / 29 %	Oman toiminnan jatkokehittäminen Kestävien toiminnallisuuden lisääminen
Mikro (esim. Spolia Design/ Loupd)	9 / 43 %	Kestävän kehityksen konsultointi / erikoisosaamisen lisäresurssit Verkostoituminen
Startup-/Kasvuyritys (esim. Eco Casket)	3 / 14 %	Lisäresurssit ja osaaminen yrityksen kehittämiseksi Mahdollisuus testata tuotetta tai palvelua minimaalisella sitoumuksella

Taulukko 1. Yritystyyppien numeerinen jakauma ja tarpeet hankeyhteistyössä.

Metropoliassa suoritettiin yli 2600 ammatikorkeakoulututkintoa (AMK) ja yli 500 ylempää korkeakoulututkintoa (YAMK) (Metropolia 2024d; Metropolia 2024e).

Metropolian toiminta perustuu ammattikorkeakoululakiin (Ammattikorkeakoululaki 2014/932), jonka mukaan sen tärkein tehtävä on tarjota tutkimukseen, taiteellisiin ja sivistyksellisiin lähtökohtiin perustuvaa korkeakouluopetusta, joka vastaa työelämän ja sen kehittämisen tarpeisiin. Lisäksi merkittävänä tehtävänä on tukea opiskelijoiden ammatillista kasvua asiantuntijoina, harjoittaa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa (TKI-toimintaa) sekä taiteellista toimintaa, joka on soveltavaa ja uudistaa työelämää ja elinkeinorakennetta, sekä edistää jatkuvaa oppimista (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020).

Metropolian strategiassa nämä tavoitteet näkyvät teemoina, kuten jatkuva oppiminen, ilmiölähtöiset innovaatiokeskittymät sekä kestävä kehitys ja kasvu (Metropolia 2024c). Metropolia TKI-toimintaa edistetään muun muassa Minno®-projektien (Metropolia Innovation Project) kautta, jotka ovat pakollisia kurssikonaisuuksia

kaikille tutkinto-opiskelijoille. Minno®-projektit suoritetaan tyypillisesti 4–6 opiskelijan ryhmissä yhden lukukauden aikana, ja ne vastaavat monialaisesti työelämän tarpeisiin. Maailman talousfoorumi on tunnustanut Minno®-projektit Lighthouse-palkinnolla, mikä korostaa niiden merkitystä TKIO-osaamisen vahvistamisessa (World Economic Forum 2024; Metropolia 2024a).

Minno®-projektit olivatkin luonnollinen osa CB-hankkeen yritysyhteistyötä, sillä ne tarjosivat yrityksille kestävän kehityksen osaamista ja lisäresursseja. Samalla ne antoivat Metropolian opiskelijoille arvokasta kokemusta kestävän kehityksen ja työelämäosaamisen parissa itsenäisyyden, vastuunkannon ja raportoinnin harjoittelun muodossa (CB-hanke 2023; Metropolia 2024b).

CB-hankkeen aikana toteutettiin yli 50 projektia 10 eri tutkinto-ohjelman kanssa. Näihin projekteihin osallistui yhteensä yli 200 opiskelijaa, ja ne tuottivat n. 1350 opinotopistettä. Eri tutkinto-ohjelmien kanssa tehty projektiyhteistyö on esitetty tarkemmin taulukossa 2.



Tutkinto	Projektikurssit	Projektien määrä (nro)	Opiskelijoiden määrä (nro)
Energia- ja ympäristötekniikka Tekniikan ala – Myyrmäen kampus	Minno® Special assignment Energia- ja ympäristötekniikan projekti Opinnäytetöitä	20	72
Muotoilu Kulttuuriala – Arabian kampus	Minno® Tuotemuotoilun projekti Työelämäprojekti	11	24
Business Informatics MBA Tekniikan ja liiketalouden maisteriohjelma – Myyrmäen kampus	YAMK-opinnäytetyö	2	2
Ajoneuvo- ja konetekniikka Tekniikan ala - Myyrmäen kampus	Minno®	1	4
Laboratoriotekniikka Tekniikan ala – Myyrmäen kampus	Elintarvike- ja kulutustavara-analogiikan kurssityö	1	4
Liiketalous Liiketalouden ala – Myyrmäen kampus	Minno®	1	3
Kiinteistö- ja rakennustekniikka Tekniikan ala – Myllypuron kampus	Minno®	7	25
Tuotantotalous Tekniikan ala – Karamalmin kampus	Minno®	6	26
Kansainvälinen liiketalous Liiketalouden ala – Myyrmäen kampus	Minno®	4	17
Climate University Solutions.now – vapaavalintainen kurssikokonaisuus	Solutions Now -projektikurssi	4	28

Taulukko 2. CB-hankkeen eri oppimistoiminnan yhteistyökumppanit ja näillä toteutetut projektit.



Kokonaisuudessaan TKI-toiminnalla on merkittävät mahdollisuudet ja resurssit yhdistettynä oppimistoimintaan. Näissä projekteissa luotiin alusta, jossa opiskelijat pääsivät työskentelemään käytännön projektien parissa yhteistyössä oikeiden yritysten kanssa. Tämä lähestymistapa usein nostaa opiskelijoiden motivaatiota ja tuo merkittävää arvoa toteutetulle projektityölle (Metropolia 2024b). Lisäksi yrityksille tarjoutui mahdollisuus testata matalalla kynnyksellä uusia ratkaisuja ja ideoita sekä kartoittaa potentiaalista uutta työvoimaa (Metropolia 2024b).

Tiede ratkaisujen taustalla

CB-hankeessa ja Hiilitalli-yhteistyöalustan perustamisen tärkeimmässä roolissa olivat tutkittu tieto ja asiantuntijuus ilmastomuutoksen teemoista ja ratkaisuista. Näin ollen hankkeen osatoteuttajiksi liittyivät tutkimuslaitokset Ilmatieteen laitos ja VTT, jotka ohjasivat projekteja ja innovaatioekosysteemin toimintaa omalla asiantuntijuudellaan yhteistyössä Metropolian kanssa. Asiantuntijatiedon merkitys korostui ilmastomuutosta ja kestäväää kehitystä käsittelevissä teemoissa, sillä

toimintaympäristössä on paljon misinformaatiota, disinformaatiota ja viherpesua (Cook, Bedford & Mandia 2014). Kehittyvässä yhteiskunnassa tutkijoilla on tärkeä rooli yhteiskehittämisessä, ja on olennaista, että yhteistyö kattaa koko korkeakoulukentän, niin yliopisto- kuin ammattikorkeakoulutkin, akateemisista ratkaisuista ammatillisiin.

CB-hankeessa Ilmatieteen laitoksella oli asiantuntijarooli ja hanke perustui vahvasti tutkimuslaitoksen osaamiseen ja asiantuntijatietoon. Ilmatieteen laitoksen kanssa toteutettiin projekteja, jotka liittyivät kaupunkialueiden viherrakentamisen lämpösaarekeilmiöiden mittaamiseen sekä aurinkopaneelien optimointiin. Lisäksi tutkimuslaitos jakoi Studia Hiilitalli -luento- ja keskusteluserjassa tietoa Metropolian opiskelijoille ja henkilökunnalle ilmastomuutoksen perusteista, sen hillinnästä ja sopeutumisesta sekä ilmastosovelluksista.

VTT rooli jakautui vastaavasti asiantuntijatyön ja innovaatioekosysteemin kehittämisvastuun välille. VTT:llä on erityistä osaamista tutkimuksen, koulutuksen ja

yrittäjäsektorin välisen yhteistyön tiivistämisestä sekä ekosysteemytyöstä. Lisäksi laaja erikoisosaaminen kestävän kehityksen teknisistä ratkaisuista tuki CB-hankkeen toteutumista. VTT:n kanssa toteutettiin muun muassa projekti Hiilitallin virtuaalisen ekosysteemin kehittämistä ja luentoja Studia Hiilitallissa ilmastonmuutoksen teknisistä ratkaisuista, kuten hiilensidonnasta ja hyötykäytöstä kemiantekniikan kohteissa.

Yhteistyöalustat ekosysteemin mahdollistajina

Metropolialla on useita yhteistyöalustoja, joiden tarkoituksena on tarjota sidosryhmille mahdollisuus harjoittaa TKI-toimintaa (Metropolia 2024a). Yksi CB-hankkeen tehtävistä oli luoda Metropolialle uusi yhteistyöalusta, Hiilitalli, joka toimisi kestävän kehityksen teemojen yhdistävänä voimana eri toimijoiden välillä tarjotakseen erityisesti matalan kynnyksen yhteistyötä Uudenmaan pk-yrityksille. Yhteistyöalustan ympärille oli tarkoitus rakentaa innovaatioekosysteemi sekä paikkariippumaton digitaalinen ekosysteemi.

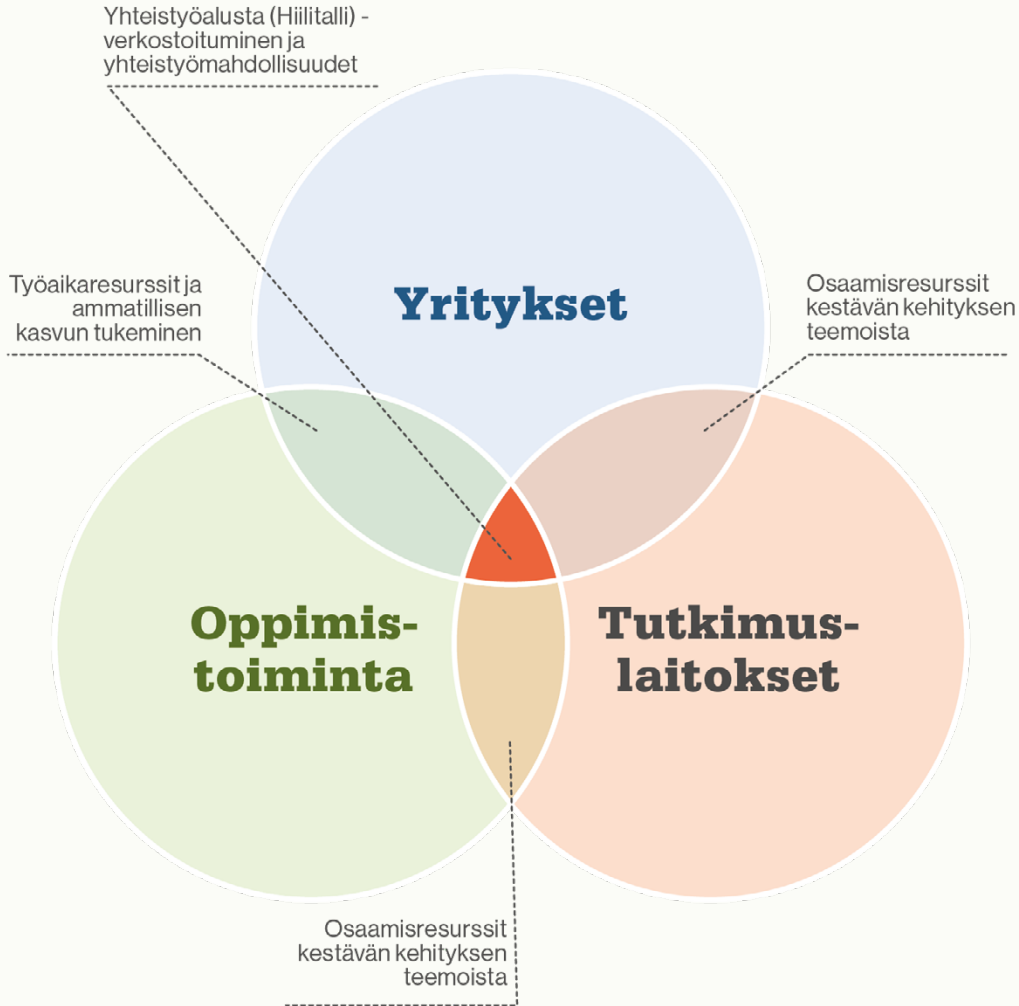
Ekosysteemytyössä ja verkostorakennuksessa erityisen tärkeää on fasilitoinnin rooli (Valkokari, Hyytinen, Kutinlahti & Hjelt 2020), joka CB-hankkeessa keskittyi tuomaan yhteen sidosryhmiä (tutkimuslaitokset, yritykset ja oppimistoiminta). Yhteistyöalustan tarkoituksena oli mahdollistaa kestävän kehityksen teemoihin liittyvien opiskelijaprojektien kehittäminen ja toteuttaminen. Fasilitoinnilla varmistettiin, että oikeat osapuolet löytävät toisensa ja pystyvät aloittamaan yhteistyön helposti. Tämä oli erityisen tärkeää monialaisessa ja monimutkaisessa toimintaympäristössä.

Myös projektinhallinnan merkitys korostui keskeisenä osana CB-hankkeen menestystä. Hankkeessa luotiin prosesseja projektien suunnitteluun, riskienhallintaan, koordinointiin, kustannuseurantaan, konsultointiin ja aikataulukojen hallintaan. Näiden elementtien soveltaminen edisti projektien tasalaatuisuutta ja tehokkuutta, mikä näyttäytyi yhteistyökumppaneille selkeänä kokonaisuutena. Prosessit ja toimintamallit kehitettiin jatkuvasti saatujen palautteiden mukaisesti hankkeen edetessä.

Yhteistyöalustojen toimintaa tukee niissä työskentelevien asiantuntijoiden substanssiosaaminen. CB-hankkeessa asiantuntijat toimivat myös kestävän kehityksen konsultteina opiskelijaprojekteissa. Konsultoinnin avulla pk-yrityksiä ja opiskelijoita autettiin ymmärtämään ja toteuttamaan kestäviä käytäntöjä, kuten elinkaarirajattelun integroimista osaksi yrityksen toimintaa. Kestävän kehityksen toteuttaminen on pk-yrityksille usein haastavaa resurssien niukkuuden vuoksi, joten hankkeessa kehitetty toimintatapa tarjosi yrityksille matalan kynnyksen yhteistyötä ja mahdollisuuden rakentaa laajempaa systeemistä muutosta kohti kestävää tulevaisuutta.

Prosessit ekosysteemin perustana

CB-hankkeessa yhdistettiin tehokkaasti yritys yhteistyö ja opetustoiminta monipuolisin ja systemaattisin keinoin. Yritysyhteistyö ja opetustoiminta kytkettiin toisiinsa luomalla innovaatioekosysteemi, jossa kaikki edellä mainitut sidosryhmät toimivat yhteistyössä. Ekosysteemin sidosryhmät ja näiden linkittyvät tarpeet voi



Kuva 1. Hankkeen sidosryhmien (yritykset, oppimistoiminta ja tutkimuslaitokset) yhtenevät intressit.

nähdä kuvassa 1. Tämä ekosysteemi mahdollisti opiskelijoille konkreettiset projektit, joissa he pääsivät työskentelemään yritysten todellisten haasteiden parissa, samalla kun yritykset saivat tuoreita näkemyksiä ja uusia ratkaisuja kestävän kehityksen edistämiseksi.

Opiskelijat osallistuivat yritysprojekteihin osana opintojaan, mikä tarjosi heille mahdollisuuden soveltaa teoreettista osaamistaan käytännössä. Tämä integrointi toteutettiin osana kurssisisältöjä ja opinnäytetöitä, joissa yritykset määrittivät projektiaiheet ja tavoitteet yhteistyössä oppilaitosten kanssa. Näin varmistettiin, että opetustoiminta pysyi relevanttina ja ajankohtaisena, samalla kun yritykset saivat käytännön apua ja innovatiivisia ratkaisuja.

Kestävyyttä ja kumppanuuksia tulevaisuuteen

Yritysyhteistyön rakentamisen prosessin keskiössä oli kestävän kehityksen ratkaisujen, osaamis- ja työaikaresurssien sekä kehitystyön tuominen pk-yritysten saataville. Yritysten kanssa yhteistyö tiivistyi

Yrityskontaktointiprosessi



Kuva 2. CB-hankkeessa kehitetty Hiilitallin yritysysteistyöprosessi.

viiteen eri vaiheeseen kuvan 2 mukaisesti. Prosessia kehitettiin hankkeen aikana useassa eri vaiheessa sitä mukaan kun eritavat ottaa yrityksiin yhteyttä tai rakentaa projektiaiheita todettiin tehottomiksi. Viimeistellyn version vaiheet sekä pääasialliset opit jokaisen kohdalla käydään läpi alla.

Ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin rajaamaan CB-hankkeen teemoihin (resurssitehokkuus, uudet energiamuodot ja hiilensidonta) istuvia projektiaihioita, näillä toimialoilla toimivia yrityksiä ja

teemaan sopivia verkostoitumistapahtumia. Yritysten kartoittamiseen käytettiin Vainu-tietokantaa ja oleellisten tapahtumien rajaamiseen tiimin omaa asiantuntijaverkosta.

Tämän jälkeen siirryttiin kontaktointivaiheeseen, jota toteutettiin pääasiallisesti tapahtumissa lähitapaamisina ja verkostoitumisina sekä työpajoihin osallistumisenä. Kontaktointia toteutettiin pienemmässä määrin kylmäkontaktointina, koska sen onnistuminen suhteessa käytettyyn työaikaan todettiin varsin tehottomaksi hankkeen

aikana. Tässä havainnoituja mahdollisia haasteita olivat muun muassa projektin tai tuotteen sekä Hiilitallin toiminnan vaikea hahmottaminen sekä tuettujen resurssien vastikkeellisuus. Näitä haasteita pystyttiin parhaiten hallinnoimaan lähitapaamisissa tai osallistumalla työpajoihin tai näytteilleasettajina tapahtumiin, jolloin keskustelun kautta pystyttiin luomaan yhteinen ymmärrys Hiilitallin toiminnasta ja projektien tarkoituksesta ja hyödyistä yrityksille.

Taustatutkimusvaiheessa perehdyttiin kontaktointiin yrityksiin, näiden taustaan ja mahdollisiin tarpeisiin sekä luotiin muutama aihe mahdollisille projekteille suunnitelluista aihioista. Näin ollen varmistettiin, että keskustelussa tai ensimmäisessä virallisessa tapaamisessa yrityksen kanssa ei jäätäisi ilman lopputulosta ja siten tuhlattaisi jo muutenkin rajallisia pk-yritysten aikaresursseja. Valmiista ideoista oli myös kätevämpää lähteä jatkokehittämään valmiita projektiaiheita, ja tässä pystyttiin todentamaan CB-hankkeen erikoisosaaminen kestävä kehityksen teemoista ja kasvattamaan luottamusta yhteistyöhön.

Taustatutkimuksen kautta valmistautuminen projektitapaamiseen mahdollisti myös oman tiimin aikaresurssien järkevän käytön. Projektitapaamisessa suunnitellut projekti-aiheet esitettiin ja yritykset joko valitsivat niistä itselleen sopivat tai ideoita jatkokehitettiin. Joskus yrityskumppanit toivat tapaamisiin myös omia valmiita ideoita, jolloin tapaamista suunnattiin enemmän hankkeen tavoitteiden täyttämiseen ja aiheen viilaamiseen tutkinto-ohjelmien sopivuuden kannalta. Projektitapaamisissa myös esiteltiin projektien toteutusprosessi sekä valotettiin tarkemmin CB-hanketta ja Hiilitallin toimintaa osana Metropoliaa ja Minno®-kurssien rakennetta.

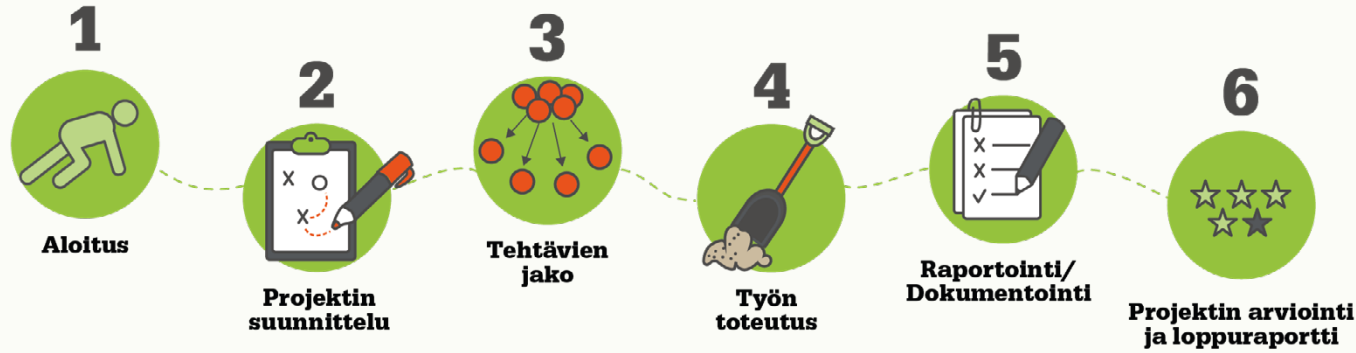
Projektitapaamisten tuloksena täytettiin projektikortti, joka toimi myös epävirallisena sopimuksena yrityksen ja CB-hankkeen välillä projektin toteuttamisesta. Projektikortti toimi hyvänä pohjana lähtötilanneanalyysiin tutkinto-ohjelmille ja projektia toteuttaville opiskelijoille. Esimerkki projektikortista on esitetty kuvassa 3.

The image shows a project charter form with two overlapping sheets. The top sheet is partially visible, showing fields for 'Aihe:', 'Tutkinto:', and 'Yhteyshenkilö, Hiilitalli:'. The bottom sheet is the main focus and contains the following fields:

- Yrityksen logo** (Green circle logo)
- Yhteyshenkilö, Hiilitalli:**
- Aihe:**
- Tutkinto:**
- Ohjaava opettaja:**
- Tilaaajan yhteystiedot:**
- Projektin toteuttajat:**
- Aikataulu:**
- Kenelle tehdään:** Yrityksen taustat ja tavoitteet
- Tausta:** Mitä projektista ollaan keskusteltu yrityksen kanssa
- Mitä tehdään:** Yrityksen kolme päätavoitetta
- Projektin tulosten hyödyntäminen:** Mitä hyötyä yritykselle
- Tekniset vaatimukset**
- Mitä hyötyä opiskelijoille**

Kuva 3. Hiilitallin projektikortti, jossa näkyvät yritys, projektin toteuttajat, tutkinto-ohjelma sekä projektin tarkemmat tiedot.

Opiskelijaprojektit prosessikaavio



Kuva 4. Carbon Busters -hankkeessa Hiilitallille luotu opiskelijaprojektien prosessikaavio.

Oppiminen ja toteutus yhteistyössä

CB-hankkeessa opiskelijaprojektit toteutettiin tarkasti määritellyn prosessin mukaisesti, joka yhdisti opiskelijoiden oppimisen, tutkinto-ohjelmien tarpeet ja yritysten odotukset. Tämä prosessi oli keskeinen hankkeen onnistumisen kannalta ja varmistti, että kaikki osapuolet saavuttivat tavoitteensa.

Hankkeen aikana Hiilitallin yhteistyöalusta toimi keskeisessä roolissa erityisesti yritysten kontaktoinnissa ja projektien suunnittelussa. Ennen kuin opiskelijat

pääsivät projekteihin mukaan, Hiilitallin ja CB-hankkeen asiantuntijat ottivat yhteyttä eri tutkinto-ohjelmiin kartoittaakseen niiden tarpeet ja oppimistavoitteet. Tämä oli tärkeää, koska suoraa reittiä projektien toteuttamiseen eri tutkinto-ohjelmien kautta ei ollut olemassa, vaan projekteja piti räätälöidä tutkintojen ja kurssien vaatimusten mukaan.

Kun tutkinto-ohjelmat olivat esittäneet omat toiveensa ja raamit, ryhdyttiin suunnittelemaan yrityksille suunnattuja projekti-aiheita ja ydinteemoja. Näin muodostetut projekti-kortit esiteltiin tutkinto-ohjelmille,

joissa varmistettiin se, että projektit vastasivat sekä koulutuksen että työelämän tarpeita. Tarvittaessa projekteja muokattiin hieman tutkinto-ohjelmien vaatimusten mukaisesti, mutta keskeiset tavoitteet ja sisältö pysyivät ennallaan, jotta projektit palvelivat yritysten tarpeita.

Kuvassa 4 esitetty opiskelijaprojektin prosessi alkoi sillä, että tutkinto-ohjelmat tarjosivat projektit opiskelijoille osana heidän kurssisuorituksiaan. Opiskelijat saivat selkeän tehtävänannon ja projektin tavoitteet, minkä jälkeen he ryhtyivät suunnittelemaan projektin etenemistä.

Suunnitteluvaiheessa opiskelijat määrittelivät projektin aikataulun, vastuualueet ja tehtävien jaon. Tämä vaihe antoi opiskelijoille mahdollisuuden kehittää projektinhallintataitojaan ja valmistautua itse toteutukseen.

Kun projekti siirtyi toteutusvaiheeseen, opiskelijat ottivat päävastuun työn eteneemisestä. Hiilitallin ja CB-hankkeen asiantuntijat järjestivät aloituskokouksen, jossa käytiin läpi projektikortti ja tehtiin lähtötilanneanalyysi. Tämän jälkeen opiskelijat ottivat yhteyttä yhteistyöyritykseen ja sopivat aloitustapaamisen, johon osallistuvat Hiilitallin ja CB-hankkeen asiantuntijat, opiskelijat ja vastuupettaja. Toteutuksen aikana opiskelijat toimivat itsenäisesti, mutta heillä oli tukenaan sekä ohjaavia opettajia että Hiilitallin ja CB-hankkeen hankkumppaneiden eli VTT:n ja Ilmatieteen laitoksen asiantuntijoita, jotka tarjosivat tarvittaessa konsultointia.

Projektien aikana opiskelijat oppivat soveltamaan teoreettista tietoa käytäntöön ja ratkaisemaan konkreettisia työelämän haasteita kestävän kehityksen näkökulmasta. Lopuksi opiskelijat raportoivat työnsä

tulokset, jotka tallennettiin myös Hiilitallin ja CB-hankkeen arkistoon. Tämä mahdollisti sen, että projektien tulokset ovat tulevaisuudessa myös tulevissa hankkeissa ja opinnäytetöissä.

Kokonaisuudessaan tämä tutkinto- ja opiskelijaprosessi tuki Metropolian Minno®-prosessia, jossa painopiste oli käytännön ratkaisujen löytämisessä työelämän tarpeisiin. CB-hankkeen projektit tarjosivat opiskelijoille ainutlaatuisen mahdollisuuden oppia ja kehittyä, samalla kun ne vastasivat todellisiin kestävän kehityksen haasteisiin yhteistyössä yritysten ja tutkinto-ohjelmien kanssa. Tämä prosessi ei ainoastaan edistänyt opiskelijoiden oppimista, vaan myös vahvisti Metropolian ja työelämäkumppanien välistä yhteistyötä, mikä oli ratkaisevaa hankkeen tavoitteiden saavuttamisen kannalta.

Oivallukset yritys yhteistyöstä ja ekosysteemistä

CB-hankkeessa Hiilitallin kautta toteutettavat projektit olivat monialaisia ja vastasivat aluekehittämissaasteisiin tuoden yhteen eri alojen opiskelijoita ja yrityksiä yhteisten

tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä lähestymistapa tuki tutkimus- ja kehittämistyön yhdistämistä opetukseen, mikä on Minno®-prosessin (Metropolia 2024a) keskeinen tavoite. Lisäksi nämä projektit tarjosivat mahdollisuuden kehittää ja uudistaa palveluja, toimintatapoja, menetelmiä tai tuotteita yhteistyössä työelämäkumppaneiden kanssa, mikä oli tärkeää Minno®-projektien tavoitteiden saavuttamiseksi.

Isoimmat haasteet yhteistyön aikana todettiin aikatauluttamisessa, hanketoimijan hahmotettavuudessa, läpileikkaavassa yhteistyössä ja luottamuksen rakentamisessa. Hankkeessa kehitettyjä ratkaisuja näihin haasteisiin käsitellään seuraavaksi.

Kurssien aikataulutus ja sovittaminen yritysten kvartaalikiertoon

Toiminnan alkaessa projektien aikatauluttaminen opiskelijoiden kurssien ja yritysten tarpeiden mukaisesti sujui pääosin hyvin. Aikataulut pystyttiin sovittamaan yhteen siten, että opiskelijat osallistuivat projekteihin osana erilaisia kurssisuorituksiaan. Yritysprojektien prosessit rakentui selkeille vaiheille, joissa aikataulutus

oli suunniteltu opiskelijoiden lukukausien mukaan. Tämä mahdollisti sen, että projektit etenivät järjestelmällisesti kurssien aikana, ja osapuolet tiesivät tarkkaan, mitä heiltä odotettiin missäkin vaiheessa. Sitoutuminen näihin prosesseihin varmisti, että projektit pysyivät aikataulussa, ja sekä opiskelijat että yritykset pystyivät ennakoimaan tulevia tehtäviä ja resursseja.

Kuitenkin yhteistyön edetessä ilmeni, että jotkut yritykset olisivat halunneet käynnistää projekteja jo kesäaikana, mutta tähän ei nykyisten tutkintorakenteiden vuoksi ollut mahdollisuutta. Kesätyöskentelyssä olisi ollut paljon potentiaalia, sillä yrityksillä oli usein tarvetta ketterälle yhteistyölle ja projektien jatkuvalla edistämislle myös lomakausilla. Opiskelijoiden kurssirakenteet eivät kuitenkaan tukeneet tällaista joustavuutta, mikä johti siihen, että osa yrityksistä joutui odottamaan lukukauden alkamista ennen kuin projekti voitiin käynnistää. Kesäajan projektimahdollisuudet voisivat tuoda myös lisäarvoa niille opiskelijoille, jotka jäävät ilman kesätöitä, tarjoten heille mahdollisuuden edistää opintojaan ja saada arvokasta työkokemusta kesäloman aikana.

Hanketoimijan läpinäkyvyys ja hahmotettavuus

Yhtenä isona haasteena yritys yhteistyön alkuvaiheissa oli saada yrityksiä ymmärtämään hankkeen tavoitteet ja tarttumaan toimintaan mukaan, koska erilaisten hanketoimintojen ja organisaatorakenteiden takia Hiilitallin rooli ja tarjottavat palvelut jäivät epämääräisiksi. Tähän vaikutti myös kylmäkontaktoinnin tehottomuus. Kuitenkin useissa yritystapaamisissa, palvelun vastikkeellisuus sekä palveluiden tuottajien monet erilaiset roolit hanketoiminnassa selkeytyivät.

Hankkeen edetessä ja erilaisia yhteydenottoja hyödyntämällä todettiin kolme pääasiallista onnistumisen avainta: toiminnan läpinäkyvyys, hahmotettavuus sekä brändi. Hiilitalli-nimen käyttäminen hankkeesta tai Metropolian yhteistyöalustasta puhumisen sijaan oli selkeää, ja rakennettu brändi tuki uskottavuutta ja luotettavuutta. Toiminnan osien kommunikointi tapaamisten aikana pala palalta ja yrityksen intressien huomioiminen avitti kokonaisuuden hahmottamista. Kaiken kaikkiaan yleinen läpinäkyvyys sekä toimintojen ja prosessien

avaaminen auttoivat välttämään mahdollisia väärinymmärryksiä.

Koko korkeakoulun läpileikkaava yhteistyö ja monialaisuus

CB-hankkeessa tavoitteena oli alusta alkaen tuottaa paikkariippumatonta toimintaa, joka ei rajoitu vain Metropolian Myyrmäen kampukselle vaan kattaa laajemmin kaikki Metropolian kampukset sekä yleisesti Uudenmaan alueen. Lisäksi kestävä kehityksen aiheiden kanssa monialaiset teemat nousevat väistämättä esiin, sillä vaikka hankkeen teemoiksi oli nostettu resurssitehokkuus, uudet energiamuodot ja hiilensidonta, näilläkin teknisillä ratkaisuilla on moninaisia sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen kestävyuden ulottuvuuksia. Tämä valinta osoittautui onnistuneen yhteistyön avaimeksi niin yritys yhteistyön kuin Hiilitallin ekosysteemin hahmottamisen ja prosessien kehittämisen näkökulmasta.

Toimialasta riippumatta yrityksillä oli usein kestävä kehityksen tarpeita, jotka eivät olleet oman nykyisen palvelun tai ydin toiminnan kehittämistä vaan uusien tuotteiden tai palveluiden kokeilemista ja

toiminnan vaikuttavuuden parantamista. Tämä sekä Hiilitallin vahva monialainen kestävä kehityksen näkökulma puhuttelivat monia yrityksiä ja auttoivat heitä ideoimaan omaa toimintaa kestävämpään suuntaan myös toiminnan nykyisten raamien ulkopuolelle. Lisäksi positiivista palautetta vastaanotettiin myös tutkinto-ohjelmien puolelta projektien uusista näkökulmista tai taidoista, joita opiskelijat pääsivät kehittämään projektien kautta.

Yritysyhteistyön jatkuvuus ja luottamuksen rakentaminen

Se, mitä CB-hankkeen yritysyhteistyössä tehtiin erityisen onnistuneesti ja ekosysteemityön kannalta välttämättömällä tavalla, oli yhtäjaksoinen ja molemminpuoliseen luottamukseen perustuva kumppanuus Hiilitallin ja yhteistyöyritysten välillä. Tämän toteuttamisessa oli avainasemassa kolme asiaa: jatkoprojektit ja uudet projekti-aiheet, prosessien ja kehitystoimintojen läpinäkyvyys, ja palautekeskustelut.

Jo hankkeen suunnittelussa jatkoprojektin määriteltiin tavaksi toteuttaa systemaattista kestävyysmuutosta ja sitouttaa yritykset

innovaatioekosysteemiin. Käytännössä jatkoprojekteissa korostuivat tyytyväisyys yhteistyöhön ja resurssien hyödyllisyys yritykselle sekä halu käytännössä jatkokehittää uusia palveluita tai tuotteita. Vaikka samalle projektille ei lähdetty kehittämään jatkoa, kuitenkin uudet yhteistyökuviot eri kehityskohteiden parissa toteutuivat lähes kaikkien yhteistyöyritysten kanssa – tätä tulkivat myös aikaisemmin mainittu monialaisuus ja Hiilitallin mahdollisuus tarjota pääsyy usean erikoisosaamisen resursseihin.

Prosessien ja kehitystoimintojen läpinäkyvyys korostui erityisesti tilanteissa, jossa projektitoteutus ei ollut mennyt sovitulla tai toivotulla tavalla. Esimerkiksi kun toteutuksen aikana projektia oli lähdetty ohjaamaan pois päin sovitusta, kehitettiin tämän palautteen ja kokemuksen pohjalta projekti-kortit sopimuksena CB-hankkeen, yrityksen ja tutkinto-ohjelman välille toteutettavan projektin sisällöstä. Kun taas toteutus jäi kesken tai yritys ei enää saanut toteutaviin opiskelijoihin yhteyttä, nämä opit saatiin kehitettyä eteenpäin tutkinto- ja opiskelijaprosessin systemaattiseksi kuvaukseksi, jossa mukana olivat sovitut välitapaamiset ja vastuualueiden selkeä jako. Prosessien

avaaminen, kehittäminen ja kehitystyön jatkaminen yritysten ja tutkintojen kanssa loi luottamusta yhteiseen asiaan ja siihen, että yksittäisistä epäonnistumisista huolimatta kokonaisuuteen kannattaa panostaa.

Palautekeskustelut olivat keskeinen työkalu prosessien ja kehitystoimintojen läpinäkyvyyden ja yhteiskehittämisen edistämiseksi. Palautekeskusteluja käytiin yhteistyöyritysten kanssa aina projektikauden lopulla, ja niissä myös saatiin luotua jatkumo seuraaviin projekteihin tai jatkoprojekteihin sekä käsiteltyä mahdollisia epäonnistumisia ja niihin vaadittavia korjauksia. Ajallinen panostus palautekeskusteluihin maksoi itsensä takaisin vähentyneenä viestittelynä, epäselvyyksien selvittelynä ja uusien yrityksen kontaktoinnin vähenemisellä.

Kohti tulevaisuuden ratkaisuja ekosysteemityössä

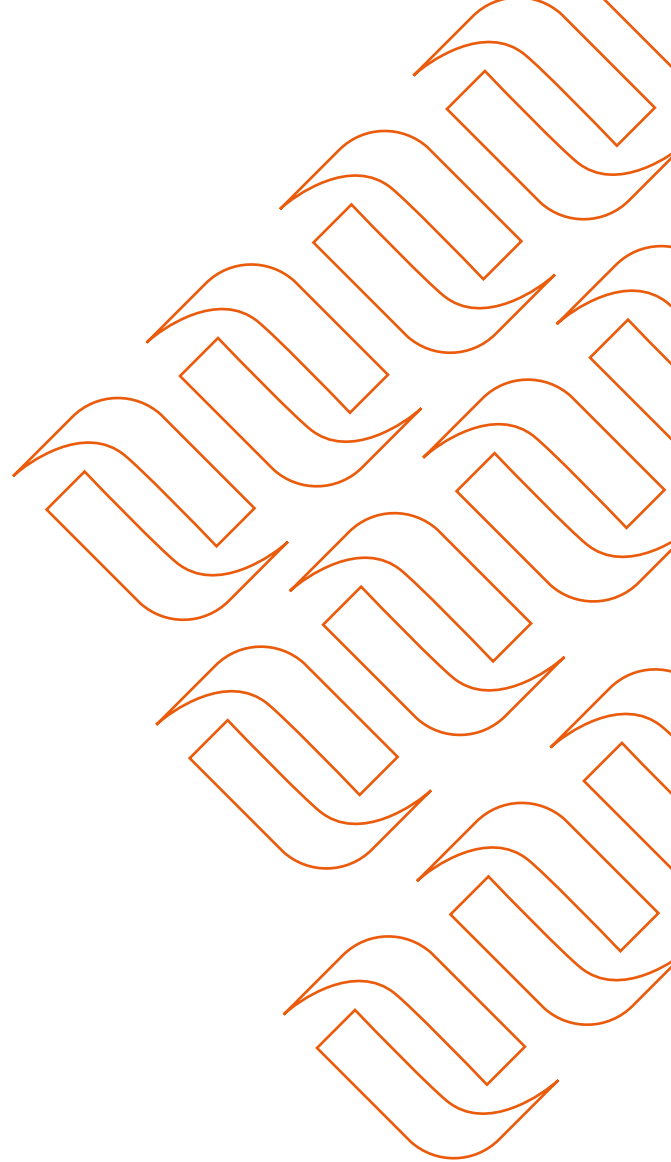
Ekosysteemityössä ja yleisesti yhteistyössä, joka perustuu vahvasti eri aloilta ja tasoilta tulevien toimijoiden yhdistämiseen, keskiössä on ymmärtää näiden ryhmien eroavat ja yhdistyvät tarpeet, uhat ja mahdollisuudet. CB-hankkeen kohteena olleilla

pk-yrityksillä isoiksi haasteiksi koettiin resurssien ja osaamisen puute. Haasteet ratkottiin yhdistämällä Metropolian opetustoimintaa ja hankekumppaneiden asiantuntemusta. Tämä mahdollisti tehokkaan tiedonvälityksen ja opiskelijoiden valmiuden hyödyntää oppimaansa työelämässä.

Yritysten moninaiset tarpeet yhdistettynä Metropolian monialaiseen osaamistarjontaan mahdollistavat korkeakouluille poikkitieteellisen työskentelyn ja alakohtaisen siiloutumisen välttämisen (Schlossberg ym. 2018). Moninaisuus ja poikkitieteellisyys on välttämätön voimavara kestäväen kehityksen haasteiden ratkaisemisessa (Ertas 2018; Landström 2017). Täten ekosysteemityö, jossa yritysten tarpeet ja konkreettiset ratkaisut, joilla tutkittua tietoa ilmastonmuutoksesta saadaan käytäntöön, on mahdollisesti yksi vaikuttavimmista tavoista saada muutosta aikaan.

Työtä on kuitenkin vielä tehtävä. Isojen, prosentuaalisesti suurimpia päästöjä tuottavien yritysten osallistaminen vastaavaan ekosysteemityöhön ja kanssaoppimisen mahdollisuudet niin pk-yrityksiltä kuin korkeakouluilta konkreettisten ratkaisujen

hyödyntämisessä ovat suuria ja vielä tässä hankkeessa hyödyntämättömiä resursseja. Tärkeää on myös varmistaa oppimistoiminnan puolelta, että projektityöt eivät muodosta vain uutta teoriaoppimisen luokkahuonetta, vaan tuloksilla olisi mahdollista vaikuttaa elinkeinoelämään ja laajempaan vihreään siirtymään. Tämä vaatii yhtäjaksoista työtä laadukkaan ekosysteemifasilitoinnin, erikoisosaamisen keskittämisen sekä monialaisen kanssaoppimisen mahdollistamisen kanssa.



Lähteet

- Ammattikorkeakoululaki 14.11.2014/932. <https://www.finlex.fi/fi/laajantasa/2014/20140932>
- Cook, J., Bedford, D. & Mandia, S. 2014. Raising Climate Literacy Through Addressing Misinformation: Case Studies in Agnotology-Based Learning. *Journal of Geoscience Education*. 62. 296-306. 10.5408/13-071.1.
- Ertas, A. 2018. *Transdisciplinary Engineering Design Process*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Landström, C. 2017. *Transdisciplinary Environmental Research*. New York City: Springer International Publishing.
- Metropolia. 2024a. *Metropolia Minno® - rakennetaan tulevaisuutta tänään*. Verkkosivusto. Viitattu 9.7.2024. <https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/innovaatioprojektit>
- Metropolia. 2024b. *Monialainen innovaatioprojekti*. Verkkosivusto. Viitattu 9.7.2024. <https://opinto-opas.metropolia.fi/88094/fi/67/70364/3277/2453/57284>
- Metropolia. 2024c. *Strategia 2021–2030: Osaamisen rohkea uudistaja ja kestävä tulevaisuuden rakentaja*. Verkkosivusto. Viitattu 9.7.2024. <https://www.metropolia.fi/fi/metropoliasta/strategia-20>
- Metropolia. 2024d. *Vuosikatsaus 2023*. Verkkosivusto. Viitattu 10.7.2024. <https://www.metropolia.fi/fi/metropoliasta/ajankohtaistvuosikatsaukset/2023>
- Metropolia. 2024e. *Vuosikatsaus 2022*. Verkkosivusto. Viitattu 10.7.2024. <https://www.metropolia.fi/fi/metropoliasta/ajankohtaistvuosikatsaukset/2022>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2020. *Opetus- ja kulttuuriministeriön ja Metropolia Ammattikorkeakoulun välinen sopimus kaudelle 2021–2024*. <https://okm.fi/documents/410845/3992619/Metropolia+ammattikorkeakoulu+sopimus+2021-2024.pdf/56f3ad17-4113-c01f-c05a-64a463a0df03/Metropolia+ammattikorkeakoulu+sopimus+2021-2024.pdf?version=1.2&t=1611925998747>
- Schlossberg, M., Larco, N., Slotterback, C. S., Connerly, C. & Greco, M. 2018. *Educational Partnerships for Innovation in Communities (EPIC): Harnessing University Resources to Create Change*. New York City: Springer International Publishing.
- Tilastokeskus. n.d. *Pienet ja keskisuuret yritykset*. Verkkosivusto. Viitattu 16.7.2024. https://stat.fi/meta/as/pienet_ja_keski.html
- VTT. 2020. *Orkestroija, fasilitaattori, koordinaattori vai verkottaja?* Verkkosivusto. Viitattu 10.7.2024. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/orkestroija-fasilitaattori-koordinaattori-vai-verkottaja-mihin-ekosysteemi>
- Valkokari, K., Hyytinen, K., Kutinlahti, P. & Hjelt, M. 2020. *Yhdessä kestävä kasvua-ekosysteemiopas*. Espoo: VTT.
- World Economic Forum. 2024. *Putting Skills First: Opportunities for Building Efficient and Equitable Labour Markets - Insight Report January 2024*. Köln: World Economic Forum.

OSA 2

Ilmastonmuutoksen hillinnässä avainasemassa ovat tutkitun tiedon käytäntöön tuovat konkreettiset ratkaisut. Carbon Busters -hankkeessa yritysten kanssa yhteistyössä toteutetut projektit sekä tietotason nosto tutkittuun tietoon perustuvan sisällön kautta määriteltiin kriittisiksi keinoiksi, joilla ilmastonmuutoksen hillintää ja sopeutumista toteutettiin elinkeinoelämässä. Yrityksille tämä antoi mahdollisuuden kehittää omaa resilienssiä ja innovatiivisuutta ilmastoratkaisujen avulla, kun taas tutkimuslaitoksille, Metropolialle ja korkeakoulun opiskelijoille tämä toi mahdollisuuden jakaa osaamista sekä kehittää asiantuntijuutta.

Tämän artikkelikokoelman toisessa osiossa pureudutaan aikaisemmin kuvatun Hiilitallin ekosysteemin kautta toteutettuihin konkreettisiin ratkaisuihin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Koskinen käsittelee kokoelman neljännessä artikkelissa mikroleviä ja niiden merkittävää potentiaalia biologisen hiilensidonnan hiilinieluna. Rahman perehtyy

viidennessä artikkelissa ravinteisiin, ylilannoittamisen aiheuttamiin ympäristö- ja geopoliittisiin riskeihin sekä kiertotalouden mukaisiin kierrätyslannoitteisiin kestävämpänä vaihtoehtona nykyiselle toimintamallille. Kuudennessa artikkelissa Vidgren valottaa tarkemmin materiaalitekniisiä ratkaisuja ja niiden poikkitieteellistä ulottuvuutta kestäväen kehityksen kentällä yritysprojektiesimerkkien kautta.

Viimeisessä artikkelikokoelman artikkelissa Vidgren ym. käyvät läpi Carbon Busters -hankkeen aikana kehitettyä Studia Hiilitalli -luento- ja keskusteluserjaa. Studia Hiilitallitiivistää tutkitun tiedon toimintamalliksi yhdessä tutkimukseen perustuvien konkreettisten ratkaisujen ja osallistamisen kanssa, jolla voidaan edistää kestävää kehitystä myös tulevaisuudessa. Näin kestäväen kehityksen ratkaisut ja tietotaito saadaan koko ekosysteemin käyttöön, jolla mahdollistetaan kestävämmän tulevaisuuden rakentaminen yhdessä.

Jenna Koskinen

Mikrolevät hiilinieluna



Mikrolevät ovat mikroskooppisia levälajeja, jotka elävät vesistöissä ja kosteissa ympäristöissä. Viime vuosina mikrolevien potentiaali hiilinieluna on herättänyt merkittävää kiinnostusta. Hiilinieluilla tarkoitetaan järjestelmiä, jotka pystyvät sitomaan ja varastoimaan suuria määriä hiilidioksidia ilmakehästä (Ilmasto-opas 2023). Mikrolevät ovat tässä suhteessa erityisen lupaavia niiden nopean kasvun ja korkean fotosynteesikapasiteetin ansiosta. Tämä artikkeli tarkastelee mikrolevien biologisia ominaisuuksia ja niiden kykyä toimia hiilinieluna sekä mahdollisuuksia ja haasteita mikrolevien hyödyntämisessä ilmastonmuutoksen torjunnassa (Arenasa & Vaz-Pinto 2014).

Hiilitallissa toteutetuissa projekteissa on ollut mukana yrityksiä ja opiskelijatiimejä, jotka ovat työskennelleet leväteknologian ja sen hyödyntämisen parissa osana Carbon Busters -hanketta. Nämä projektit tukevat askelia kohti tehokkaampia hiilensidontaratkaisuja ja leväteknologian laajempaa hyödyntämistä kestäväen kehityksen edistämiseksi.

Mikrolevien biologiset ominaisuudet

Mikrolevät ovat yksisoluisia organismeja, jotka kykenevät fotosynteesiin, prosessiin, jossa ne muuttavat auringonvalon kemialliseksi energiaksi ja tuottavat happea. Fotosynteesin kautta mikrolevät sitovat hiilidioksidia ja tuottavat orgaanisia yhdisteitä, mikä tekee niistä tehokkaita hiilinielujia. Mikrolevien nopea kasvunopeus on yksi niiden tehokkuuden keskeisistä tekijöistä. Ne voivat lisääntyä nopeasti suotuisissa olosuhteissa, mikä mahdollistaa suuremman määrän hiilidioksidin sitomista lyhyemmässä ajassa verrattuna perinteisiin kasveihin (Singh & Dhar 2019).

Lisäksi mikrolevät pystyvät hyödyntämään erilaisia ravinteita, kuten nitraatteja, fosfaatteja ja muita epäorgaanisia yhdisteitä, mikä tekee niistä joustavia ja soveltuvia erilaisiin ympäristöihin. Niiden kyky sitoa ja kierrättää ravinteita voi myös parantaa vesistöjen laatua ja vähentää rehevöitymistä, mikä on lisäetu ympäristön kannalta (Singh & Dhar 2019).

Mikrolevien hyödyntäminen hiilinieluna

Mikrolevien hyödyntäminen hiilinieluna perustuu niiden kykyyn absorboida suuria määriä hiilidioksidia fotosynteesin aikana. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että tietyt mikrolevälajit voivat absorboida jopa 1,8 kg hiilidioksidia per kilogramma kuivapainoa. Tämä tekee niistä houkuttelevan vaihtoehdon hiilensidontaan (Arenasa & Vaz-Pinto 2014).

Mikrolevien kasvatusta voidaan toteuttaa erilaisissa ympäristöissä, kuten avomerissä ja suljetuissa reaktoreissa. Avomeriviljelyssä mikroleviä kasvatetaan suurissa vesialueissa, joissa ne voivat hyödyntää luonnonvaloa ja ravinteita suoraan merivedestä. Tämä menetelmä on erityisen hyödyllinen rannikkoalueilla, joissa ravinteiden runsaus voi tukea mikrolevien kasvua. Suljetuissa reaktoreissa kasvatusta tapahtuu kontrolloiduissa olosuhteissa, mikä mahdollistaa tehokkaamman tuotannon ja paremman hiilidioksidin talteenoton. Suljetut reaktorit voivat myös minimoida saastumisriskiä ja mahdollistaa jatkuvan hiilidioksidin syötön

järjestelmään, mikä parantaa fotosynteesin tehokkuutta (Safi ym. 2 14).

Yritysprojektit Hiilitallissa

Leväteknologian alkukartoitusprojektitissa opiskelijat vertailivat erilaisia fotobio-reaktoreita ja levälajeja tavoitteena löytää tehokkaimmat ratkaisut hiilensidonnan edistämiseksi. Tämä työ tuotti kattavan alkukartoituksen leväteknologiasta, tunnisti mahdollisia kumppaneita ja loi jatkokehityssuunnitelmaa. Projektin aikana syntyi myös opetusmateriaalia ja materiaalipankki, jotka tukevat leväteknologian oppimista. Raportissa päädyttiin keskittymään erityisesti *Euglena gracilis* -levälajiin, joka osoitautui monipuolisten käyttömahdollisuuksiensa vuoksi erinomaiseksi sovelluksissa. Projektin tulokset tukevat leväteknologian oppimista ja tarjoavat arvokasta tietoa fotobioreaktoreiden optimoinnista erityisesti teollisuudessa ja kaupunkiympäristöissä. Tämä työ jatkui opinnäytetyönä, keskittyen levän toimintaan hiilinieluna ja edistäen kestäväen kehityksen tavoitteita.

Insinööritöyssä, joka toteutettiin Carbon Busters -hankkeelle, keskityttiin erityisesti

Chlorella vulgaris -mikrolevän mahdollisuuksiin hiilensidonnassa ja sen potentiaaliin ilmastomuutoksen hillitsemisessä. Työssä tarkasteltiin mikrolevän kasvatusta, korjuuta sekä käytännön sovellusmahdollisuuksia, erityisesti sen kykyä poistaa hiilidioksidia ilmakehästä samalla tuottaen arvokasta biomassaa. Tutkimuksessa arvioitiin myös ympäristövaikutusten ja taloudellisten näkökohtien merkitystä mikrolevien käytössä hiilinieluna sekä pohdittiin näiden prosessien optimointia teollisessa mittakaavassa. Tulokset osoittavat, että *C. vulgaris* -mikrolevän hyödyntäminen voi tarjota merkittävän keinon hallita hiilidioksidipäästöjä ja tuottaa arvokkaita sivutuotteita, vaikka onnistunut hyödyntäminen vaatii tarkkaa prosessien suunnittelua ja taloudellisten haasteiden huomioon ottamista.

Spirulina-mikrolevän ravinnekartoitus -projektissa keskityttiin spirulina-mikrolevän käyttöön lisäravintetuotteissa. Tässä projektissa mikrolevät erotettiin vedestä, kuivattiin ja jauhettiin, minkä jälkeen näytteet analysoitiin kalsiumin, magnesiumin ja raskasmetallien pitoisuuksien osalta. Tulokset osoittivat, että levien mineraalipitoisuudet vastaavat hyvin kirjallisuudessa löytyviä

arvoja ja raskasmetallien pitoisuudet olivat erittäin alhaiset. Tämä projekti antoi yritykselle arvokasta tietoa levien käytöstä lisäraavinnetuotteissa, mikä tukee heidän tuotekehitystään ja vahvistaa heidän asemaansa innovatiivisena ja ympäristöystävällisenä toimijana. Samalla opiskelijat saivat käytännön kokemusta levien kasvatuksesta, analysoinnista ja tuotekehityksestä.

Haasteet ja mahdollisuudet

Vaikka mikrolevissä on merkittäviä etuja hiilinieluna, laajamittaisessa hyödyntämisessä on myös haasteita. Yhden merkittävimmistä haasteista muodostavat tuotantokustannukset. Mikrolevien kasvatusta ja prosessointia vaativat investointeja teknologiaan ja infrastruktuuriin, mikä voi olla kallista. Esimerkiksi bioöljyn tuotanto mikrolevistä on huomattavasti kalliimpaa kuin perinteisten fossiilisten polttoaineiden valmistus. Tuotantokustannuksiin vaikuttavat muun muassa raaka-aineiden hinta, tuotantoprosessin tehokkuus sekä tarvittava infrastruktuuri. Lisäksi tarvitaan lisää tutkimusta ja kehitystä optimaalisten kasvatusolosuhteiden ja lajien valinnan suhteen (Hannon ym. 2010).

Toisaalta mikrolevien hyödyntämisessä on myös suuria mahdollisuuksia. Niiden kasvatusta voi esimerkiksi integroida osaksi olemassa olevia teollisia prosesseja, kuten voimalaitoksia, joissa mikrolevät voivat käyttää savukaasuista peräisin olevaa hiilidioksidia. Tämä voisi olla keino vähentää voimalaitosten hiilijalanjälkeä. Lisäksi mikrolevistä voidaan tuottaa monenlaisia tuotteita, kuten biopolttoaineita, elintarvikkeita ja ravintolisiä, mikä voi parantaa niiden taloudellista kannattavuutta. Erityisen mielenkiintoisia ovat hybridijärjestelmät, joissa mikrolevien kasvatusta yhdistetään muihin ympäristöteknologioihin. Esimerkiksi jätevesien käsittely mikrolevien avulla voi tarjota sekä ravinteita mikroleville että puhdistaa vettä tehokkaasti. Näissä järjestelmissä mikrolevät käyttävät jätevesistä peräisin olevia ravinteita kasvaakseen, samalla kun ne sitovat hiilidioksidia ja parantavat veden laatua (Arenasa & Vaz-Pinto 2014).

Tulevaisuuden näkymät

Mikrolevien potentiaali hiilinieluinä on herättänyt kiinnostusta sekä tutkimusyhteisössä että teollisuudessa. Tulevaisuudessa

odotetaan uusia innovaatioita ja teknologioita, jotka voivat parantaa mikrolevien hyödyntämistä ja tehdä niistä entistä tehokkaampia ja kustannustehokkaampia. Poliittiset ja taloudelliset kannustimet voivat edistää mikrolevien käyttöönottoa osana ilmastomuutoksen torjuntastrategioita (Chlorella Market 2022). Esimerkiksi Euroopan unionin rahoitusmahdollisuudet leväprojekteille ovat tarjonneet arvokasta tukea tutkimus-, innovaatio- ja kehityshankkeille, jotka pyrkivät hyödyntämään levien potentiaalia eri sektoreilla (Maragna 2024).

Mikrolevät voivat tukea kestävästä kehityksen tavoitteista monipuolisesti. Niiden hyödyntäminen edistää ympäristönsuojelua, taloudellista kasvua ja sosiaalista hyvinvointia. Mikrolevät voivat vahvistaa elintarviketurvaa niiden ravinteikkaan koostumuksen ansiosta ja ne sisältävät runsaasti proteiineja, vitamiineja, mineraaleja ja antioksidantteja. Tämä tekee niistä potentiaalisen raaka-aineen elintarvikkeiden ja ravintolisien tuotannossa tukien samalla ihmisten ravitsemusta ja terveyttä (Miranda ym. 2022).

Mikrolevien sovellukset ja tuotteet

Mikrolevien monipuoliset sovellukset ulottuvat biopolttoaineista ja elintarvikkeista kosmetiikkaan ja lääketieteeseen. Biopolttoaineiden tuotannossa mikrolevät voivat tarjota vaihtoehdon perinteisille biopolttoaineille, kuten maissista ja soijasta valmistetuille etanoleille. Mikroleväbiopolttoaineet voivat olla ympäristöystävällisempiä, koska niiden tuotanto ei kilpaile ruoantuotannon kanssa eikä vaadi suuria maa-alueita (El-Naggar ym. 2020).

Elintarvike- ja ravintolisäteollisuudessa mikrolevät, kuten spirulina ja chlorella, ovat suosittuja niiden ravinteikkaan koostumuksen vuoksi. Ne sisältävät runsaasti proteiinia, vitamiineja ja mineraaleja, ja niitä käytetään usein ravintolisinä terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseksi (El-Naggar ym. 2020). Kosmetiikkateollisuudessa mikrolevät tarjoavat luonnollisia ja tehokkaita ainesosia ihonhoitotuotteisiin. Niiden antioksidanttiset ja kosteuttavat ominaisuudet tekevät niistä suosittuja ainesosia erilaisissa voiteissa, seerumeissa ja naamioissa (El-Naggar ym. 2020).

Lääketeollisuudessa mikrolevien bioaktiiviset yhdisteet voivat tarjota uusia lääkkeitä ja hoitoja. Mikrolevien sisältämät polysakkaridit ja lipidit voivat toimia esimerkiksi tulehdusta ehkäisevinä ja immuunijärjestelmää vahvistavina aineina (El-Naggar ym. 2020).

Mikrolevien kasvatusmenetelmät

Mikrolevien kasvatus voidaan toteuttaa useilla eri menetelmillä riippuen tavoiteista ja käytettävissä olevista resursseista. Yksi perinteisimmistä menetelmistä on avoimien altaiden käyttö, joissa mikroleviä kasvatetaan suurissa ulkoaltaissa. Tämä menetelmä on kustannustehokas, mutta altis saastumiselle ja sääolosuhteiden vaihtelulle. Suljetut bioreaktorit tarjoavat kontrolloidumman ympäristön mikrolevien kasvatukselle. Ne voivat olla valaistuja tai valaisemattomia bioreaktoreita riippuen mikrolevälajista ja tuotantotavoitteista. Suljetut reaktorit mahdollistavat paremman prosessin hallinnan, korkeammat tuotavuudet ja pienemmän saastumisriskin (Safi ym., 2014).

Toinen innovatiivinen menetelmä ovat integroidut viljelyjärjestelmät, joissa mikrolevät kasvavat symbioosissa muiden organismien kanssa. Mikrolevät voivat kasvaa yhdessä kalojen tai muiden vesieliöiden kanssa hyödyntäen näiden tuottamia ravinteita ja parantaen koko järjestelmän tehokkuutta (Tirichie ym. 2023).

Mikrolevien tutkimus ja kehitys

Tutkimus ja kehitys ovat keskeisessä roolissa mikrolevien hyödyntämisessä hiilinieluinä ja muissa sovelluksissa. Monet tutkimuslaitokset ja yliopistot ympäri maailmaa tutkivat mikrolevien kasvatusmenetelmiä, geneettistä muuntelua ja sovelluksia. Yksi keskeisistä tutkimuskohteista on mikrolevien fotosynteesin parantaminen, jotta niiden hiilidioksidin sitomiskykyä voitaisiin lisätä (Pandey ym. 2022).

Geneettinen muuntelu voi tarjota uusia mahdollisuuksia mikrolevien hyödyntämiseen. Esimerkiksi mikrolevien geneettinen muokkaus voi parantaa niiden kasvunopeutta, ravintosisältöä ja kykyä tuottaa arvokkaita yhdisteitä. Tämä voi tehdä

mikrolevistä entistä houkuttelevampia biopolttoaineiden, elintarvikkeiden ja lääkkeiden tuotannossa (Pandey ym. 2022).

Yhteenveto ja johtopäätökset

Mikrolevät tarjoavat lupaavan ja innovatiivisen ratkaisun ilmastomuutoksen haasteisiin. Niiden kyky sitoa tehokkaasti hiilidioksidia tekee niistä tärkeän tutkimuskohteen ja potentiaalisen työkalun hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Vaikka haasteita on, jatkotutkimus ja teknologian kehitys voivat avata uusia mahdollisuuksia mikrolevien laajamittaiselle hyödyntämiselle hiilinieluinä.

Mikrolevien monipuolisuus ja kyky integroitua erilaisiin teollisiin prosesseihin tarjoavat mahdollisuuksia, jotka voivat parantaa niiden taloudellista kannattavuutta ja vähentää ympäristövaikutuksia. Tämä tekee mikrolevistä erityisen houkuttelevan vaihtoehdon hiilinieluinä tulevaisuudessa. On selvää, että mikrolevät voivat olla keskeisessä roolissa globaalissa pyrkimyksessä vähentää hiilidioksidipäästöjä ja torjua ilmastomuutosta.

Lähteet

- Arenasa, F. & Vaz-Pinto, F. 2014. *Marine Algae as Carbon Sinks and Allies to Combat Global Warming*. CRC Press.
- Hannon, M., Gimpel, J., Tran, M., Rasala, B. & Mayfield, S. 2010. *Biofuels from algae: challenges and potential*. Biofuels.
- Maragna, L. 2024. EU funding opportunities for algae projects. Verkkosivusto. Viitattu 19.8.2024. <https://www.eaba-association.org/en/events/eu-funding-opportunities-for-algae-projects>
- Maximize Market Research. *Chlorella Market – Global Industry Analysis and Forecast. 2022*. Verkkosivusto. Viitattu 6.8.2024. <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/chlorella-market/147101/>
- Miranda, A. M., Hernandez-Tenorio, F., Ocampo, D., Vargas, G. J. & Sáez, A. A. 2022. *Trends on CO₂ Capture with Microalgae: A Bibliometric Analysis*. Molecules. 27.
- N. El-Naggar, M. H. Hussein, S. A. Shaaban-Dessuuki, S. R. Dalal. 2020. *Production, extraction, and characterization of Chlorella vulgaris soluble polysaccharides and their applications in AgNPs biosynthesis and biostimulation of plant growth*. Sci Rep 10, 3011.
- Pandey, A., Kant, G., Afzal, S., Singh, M. P., Singh, N. K., Kumar, S. & Srivastava, S. 2022. *Genetic manipulation of microalgae for enhanced biotechnological applications*. Handbook of Algal Biofuels. Elsevier, 97–122.
- Safi, C., Zebib, B., Merah, O., Pontalier, P.-Y. & Vaca-Garcia, C. 2014. *Morphology, composition, production, processing, and applications of Chlorella vulgaris: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 35.
- Singh, J. & Dhar, D. W. 2019. *Overview of Carbon Capture Technology: Microalgal Biorefinery Concept and State-of-the-Art*. Frontiers in Marine Science.
- Suomen ympäristökeskus. N.d., *Hiilinieluista huolehtiminen*. Verkkosivusto. Viitattu 5.8.2024. <https://www.ilmasto-opas.fi/a/tikkelit/hiilinieluista-huolehtiminen>
- Tirichine, L. & Piganeau, G. 2023. *Editorial: Algal symbiotic relationships in freshwater and marine environments*. Frontiers in Plant Science, 14, 1155759.

Sami Rahman

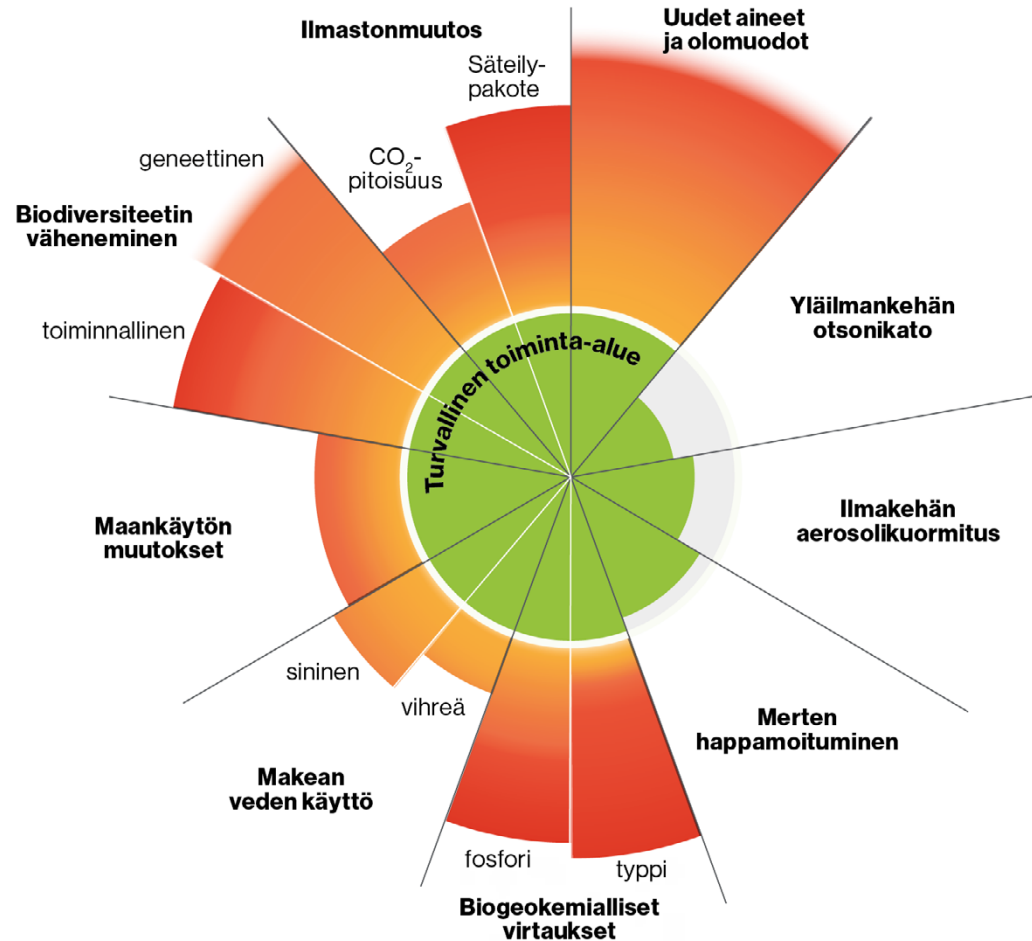
Ravinteiden hallinta ja lannoiteaineet osana ilmastonmuutoksen hillintää



Ympäristönsuojelun näkökulmasta on ilmastomuutoksen lisäksi tärkeää pystyä näkemään laaja kokonaiskuva, joka sisältää ihmiselämän toiminnalle kriittiset prosessit maapallolla. Tätä laajempaa kokonaiskuvaa on kuvattu planetaaristen rajojen mallin mukaisesti, joka määrittää rajat, joissa maapallon olosuhteet säilyvät elämälle suotuisissa olosuhteissa. Prosesseja on kuvan 1 mukaisesti kokonaisuudessaan yhdeksän, joista kuuteen ihmisillä on jo merkittäviä vaikutuksia. (Richardson 2023.)

Yksi merkittävimmistä rajoja rikkovista kokonaisuuksista on tällä hetkellä biogeokemiallisten rajojen ylitys, joka pohjautuu fosforin ja typen massavirtojen huonoon hallintaan (Richardson 2023). Hyvä esimerkki tästä on rehevöitynyt Itämeri, mikä on teollisuuden ja kotitalouksien jätevesien sekä erityisesti maa- ja metsätaloussektorin riittämättömän ravinteiden hallinnan seurauksena (WWF 2021).

Jätevesien hallinnan taso on Suomessa erinomaista, ja sitä ohjaa tarkat lain määrittämät raja-arvot. Esimerkiksi jätevesien puhdistuslaitoksilla kokonaisfosforin poistoteho pitää olla 80 % ja kokonaisytypen 70 % (Valtioneuvoston asetus



Kuva 1. Planetaariset rajat (Azote for Stockholm Resilience Centre, joka perustuu Richardson ym. [2023] tekemään analyysiin). CC BY-NC-ND 3.0.

yhdyskuntajätevesistä 2006). Tämä korostaa maatalouden ja lannoittamisen roolia Suomen toimintaympäristössä merkittävästi. Tästä herääkin kysymys, miten luodaan edellytykset kestäväälle ravinteiden käytölle Suomen toimintaympäristössä ja mistä tekijöistä ravinteiden epätasapaino koostuu.

Kuvaus Suomen toimintaympäristöstä

Vaikka maa- ja metsätaloussektori kattaa vain alle 2,7 % Suomen bruttokansantuotteesta, on se erittäin tärkeä elinkeinoelämälle työpaikkojen sekä huolto- ja ruokavarmuuden kannalta. Tämän sektorin toiminnalle ravinteet ovat elintärkeä resurssi, ja niitä kulutetaankin merkittävästi lannoitevalmisteiden muodossa. (Ilmasto-opas 2022.) Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että ilman ravinteita ei ole ruokaa.

Kokonaiskuvan käsittämiseksi on tärkeää ymmärtää toimintaympäristön laajuus. Kokonaisuudessaan vuonna 2022 Suomen valmistus ja tuonti kaikkien lannoiteiden osalta oli noin 2,7 miljoonaa tonnia, josta epäorgaanisen lannoitteen osuus oli noin 2,3 miljoonaa tonnia. Suomeen

maahantuotiin noin 129 000 tonnia epäorgaanisia lannoitteita. Muu osuus lannoitteista koostuu orgaanisista eli kierätyslannoitteista ja tuhkalannoitteista (Ruokavirasto 2022a; Ruokavirasto 2022b). Ravinteet ovat elintärkeä raaka-aine, mutta niiden mittava kulutus voi kuitenkin johtaa lannoitteiden ylikäyttöön eli ylilannoitukseen. Lisäksi ongelmina aiheuttavat kemikaalilannoitteiden valmistuksen ympäristövaikutukset sekä haasteet saatavuudessa.

Lannoitteiden ylikäytöllä eli ylilannoituksella viitataan siihen, että lannoiteainetta käytetään niin paljon, että kasvit eivät pysty hyödyntämään kaikkia sen sisältämiä ravinteita. Ylilannoittamisella on myös negatiivisia vaikutuksia kasvien kehitykseen, esimerkiksi juurien muodostumiseen, ja täten kasvien yleiseen kuntoon ja resilienssiin. Pahimmassa tapauksessa ylilannoittamien voi tappaa kasvin. Tämän lisäksi ylilannoittaminen aiheuttaa mahdollisesti lannoiteainesten sisältämien raskasmetallien ja haitta-aineiden kertymistä ruokaan, joka päättyy ihmisravinnoksi. (Toor ym. 2020.)

Ylilannoittaminen on siis selvästi täysin turhaa kasvien kasvatuksen näkökulmasta, ja

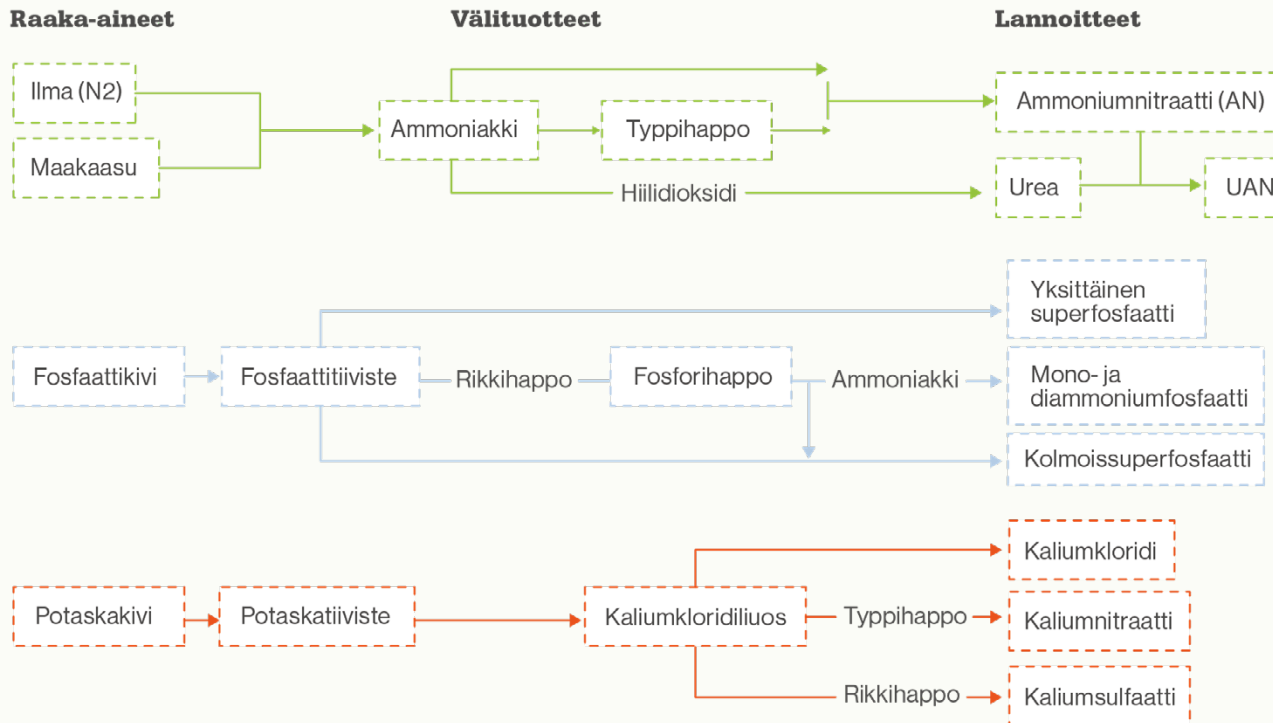
sen haittavaikutukset ovat nähtävissä tuhoisina ympäristövaikutuksina (Keena 2022). Kuitenkin ylilannoittamista tapahtuu yhä merkittävän paljon. Globaalisti melkein 2/3 pelloille levitetystä typestä ja yli puolet fosforista on turhaa, mikä johtaa niiden huuhtoutumiseen vesistöihin. Ylilannoittamisen saralla Suomi on maailman kärkimaita. (Ritchie 2021.) Vaikka ylilannoittamisen määrä on vähentynyt merkittävästi seurattun 30 vuoden aikana, siltikin tänä päivänä tyyppiä käytetään Suomessa noin 30 kilogrammaa liikaa hehtaaria kohden ja fosforia noin 2,5 kilogrammaa liikaa hehtaaria kohden (Luonnonvarakeskus 2024). Kokonaisuudessaan ylilannoittamisen aiheuttama valuma pelloilta vesistöihin aiheuttaa muun muassa rehevöitymistä, hapen puutetta vesistöissä, ammoniakki-myrrytystä, pohjavesien pilaantumista ja ekosysteemimuutoksia (Keena 2022). Isoin uhka Itämerellä ovatkin vesistöjä pitkin valuvat ravinteet, jotka rehevöittävät sitä (WWF 2021).

Kokonaisuudessaan lannoitteiden tuotanto ja käyttö aiheuttavat vuosittain 2,6 gigatonnia hiilidioksidiekvivalenttia (CO_{2e}) päästöjä, mikä on enemmän kuin

lentoliikenne ja merenkulku yhteensä. Kemikaalilannoitteiden tapauksessa noin 38 % elinkaaren päästöistä syntyy valmistuksessa ja noin 34 % lannoitteen levityksessä. Tämä johtuu pääasiassa typpi- lannoitteista, jotka valmistetaan yleisesti

fossiilisia raaka-aineita hyödyntäen. Niitä käyttäessä vapautuu typen oksideja, jotka ovat äärimmäisen voimakkaita kasvihuonekaasuja. Kemikaalilannoitteet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään kuvan 2 mukaisesti. (Kelbel 2024.)

Kuvan 2 mukaisesti typpipohjaisia lannoitteiden valmistuksessa muodostuu noin 2,6 tonnia CO_{2e} tuotettua tonnia kohden, fosfaattilannoitteiden valmistuksessa noin 1,7 tonnia CO_{2e} tuotettua tonnia kohden ja kalilannoitteiden valmistuksessa noin 0,6



Kuva 2. Epäorgaanisten lannoitteiden valmistus (Kelbel 2024).

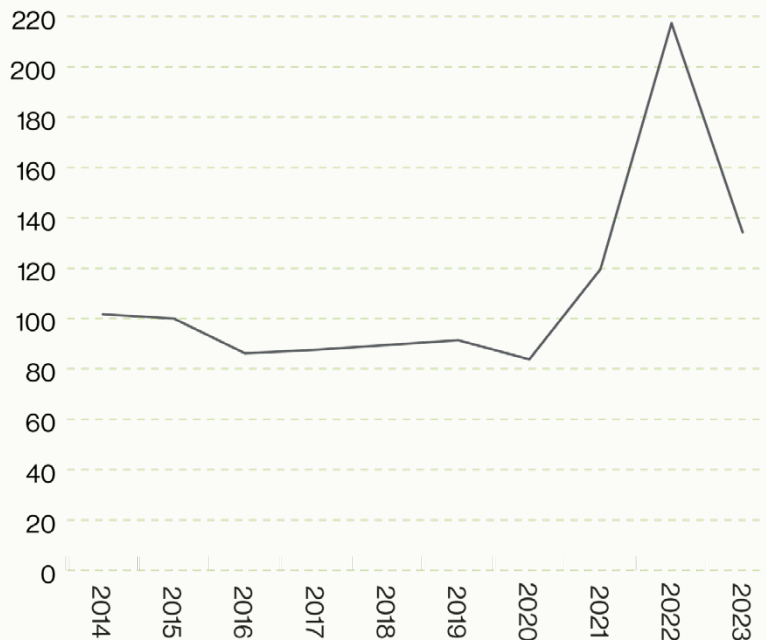
tonnia CO_{2e} tuotettua tonnia kohden (Kelbel 2024).

On huomattavaa, että erittäin suuri ympäristövaikutusten aiheuttaja on etenkin typpilannoitteissa käytettävän ammoniakkin valmistusprosessi, joka perustuu vielä hallitsevasti fossiilisiin raaka-aineisiin, sillä suurin osa ammoniakkin valmistukseen tarvittavasta vedystä erotellaan metaanista. Merkittävää on se, että ammoniakki on globaalisti toiseksi eniten tuotettu kemiallinen hyödyke. Kuitenkin nykyiset ammoniakkin tuotantomenetelmät aiheuttavat valtavia hiilidioksidipäästöjä. Ammoniakkin synteesiprosessi muodostaa 451 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöjä maailmanlaajuisesti joka vuosi, mikä on 1,8 prosenttia maailmanlaajuisista hiilidioksidipäästöistä. (Ampower 2022.)

Palaten vielä ammoniakkin tuotantoon, globaalisti suurimmat ammoniakkin tuottajat ovat tällä hetkellä Amerikka, Kiina ja Venäjä (Ampower 2022). Tämä asetelma aiheuttaa huolia Suomen ruoka- ja huoltovarmuuden osalta geopoliittisten uhkakuvien takia. Geopoliittisten tekijöiden vaikutuksia on nähty myös lähiaikoina Suomessa, kun Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan muutti

kauppasuhteita merkittävästi (Niskanen 2023). Sen lisäksi, että Venäjä on yksi suurimmista ammoniakkin tuottajista, on se myös suuri fosforilannoitetuottaja. Nykyään Suomi ei osta Venäjältä enää lannoitteita, ja hetkellisesti ammoniakkia ei myöskään ostettu. Kuitenkin kun Suomi–Venäjä-junayhteydet avautuivat, Suomen

suurin lannoitevalmistaja, Yara Oyj ostaa vieläkin osan ammoniakistaan Venäjältä. (Räihä 2024.) Kuluttajalle merkitykset näkyvät eniten ruuan hinnassa ja ääritapauksissa myös saatavuudesta. Kuvasta 3 nähdään lannoiteaineiden hinnan kehitys ja niin sanottu hintakriisi (Tilastokeskus 2024).



Kuva 3. Maatalouden tuotanto- ja välineiden ostohinta-indeksi (Tilastokeskus 2024).

Kierrätyslannoitteet ja vaihtoehtoiset ratkaisut

Kierrätyslannoitteilla viitataan lannoiteaineisiin, jotka ovat valmistettu kierrättämällä erilaisia sivuvirtoja ja -tuotteita, joita syntyy kattavasti koko yhteiskunnan eri tasoilla. Kierrätyslannoitteita voi valmistaa muun muassa kotitalousbiojätteestä, jätevesilietteestä, elintarvike- ja maatalousjätteestä sekä teollisuuden sivutuotteista. Lisäksi kierrätyslannoitteet ovat täysin riippumattomia fossiilisista raaka-aineista, mikä tekee niistä lähtökohtaisesti huomattavasti kestävämpiä kuin kemikaalilannoitteet. On myös otettava huomioon, että kierrätyslannoitteet koostuvat usein pääosin orgaanisesta aineksestä, ja täten ne toimivat myös maanparannusaineina. (Välinen ym. 2024.)

Suomessa valmistus ja tuonti kaikkien lannoitteiden osalta oli vuonna 2022 noin 2,7 miljoonaa tonnia, josta 141 809 tonnia eli noin 5,2 % oli orgaanisia lannoitteita (Ruokavirasto 2022a; Ruokavirasto 2022b). Potentiaalia on kuitenkin suuremman mittakaavan hyödyntämiselle, koska Suomessa tuotettujen biomassojen kokonaismäärä on arviolta 21,5 miljoonaa

tonnia. Nämä biomassat ovat monipuolisia ja ravinnerikkaita, mutta kuten taulukosta 1 nähdään, alihyödynnettyjä. (Ravinnekierto 2030, 2023.)

Kierrätyslannoitteilla olisi teoreettisesti potentiaalia korvata kaikki ruuantuotannossa tarvittava fosfori sekä merkittävä osan typestä ja kaliumista (Välinen ym. 2024).

Kierrätyslannoitteet eivät kuitenkaan ole ehdoton ratkaisu, vaan myös

kemikaalilannoitteita tarvitaan kattamaan maatalouden tarpeet. Yhdistämällä orgaaniset kierrätyslannoitteet ja mineraalilannoitteet saadaan hyödynnettyä molempien parhaat ominaisuudet. (Ravinnekierto 2030, 2023.) Tämä kuitenkin vaatii kemikaalilannoitteiden tuotannon päästöjen merkittävää vähentämistä, jotta kokonaisprosessi olisi oikeasti kestävä. Hyvä esimerkki kestävästä kemikaalilannoitteiden tuotannosta on typpipohjaisten lannoitteiden valmistuksen perustaminen vihreän ammoniakkin

Taulukko 1. Arvio Suomen biomassojen kokonaismäärästä vuonna 2020 (Ravinnekierto 2030, 2023).

Biomassa	Kokonaismäärä (Mt/vuosi)	Käsittelymäärä biolaitoksilla vuonna 2020 (Mt)	Vuoden 2030 tavoite (Mt)
Lanta, kasvi- ja elintarviketeollisuuden sivuvirrat	20	0,3	5,6
Biojäte	0,36	0,41	0,68
Jätevesien puhdistamoliete	0,81	0,81	0,81
Teollisuuden ravinnepitoiset sivuvirrat	0,34	0,2	0,25
Yhteensä	21,51	1,72	7,34

pohjalle. Vihreä ammoniakkin tuotanto on kestävä vaihtoehto perinteisesti tuotetulle ammoniakille, koska se pohjautuu elektrolyysillä tuotetun vihreän vedyn hyödyntämiseen eikä täten vaadi fossiilisia raaka-aineita.

Kierrätyslannoitteiden käyttö perustuu lähtökohtaisesti kiertotalousmalliin ja resursien tehokkaaseen käyttöön, ja sillä pystytään varmistamaan ravinteiden sekä hiilen kierto. Tällaiset toimintamallit ovat kriittisiä kestävän yhteiskunnan toiminnalle. Käytössä on kuitenkin muistettava ottaa huomioon ylilannoittamisen riskit, sillä ne pysyvät samoina ravinteiden lähteestä riippumatta. Käytön aikaisen ravinteiden hallinnan rooli ei siis vähene, vaikka lannoitteet olisivatkin kestävästi tuotettuja.

Carbon Busters -hankkeen ravinteiden kiertotalousinnovaatio

Kuten aiemmin mainittiin, teollisuuden ravinnepitoiset sivutuotteet ovat vielä hyvin merkityksellömmässä roolissa eikä kaikkia sivutuotteita olla vielä tunnistettu. Niissä on kuitenkin potentiaalia ja tutkimisen varaa.

Carbon Busters -hankkeessa lähdettiin tutkimaan poikkeuksellista raaka-ainetta lannoiteaineiden valmistukseen, nimittäin jauhesammuttimien sammutusjauhetta.

Jauhesammuttimien teknistä elinikää voidaan pitää tyypillisesti kymmenvuotisena Valtioneuvoston asetuksen painelaiteturvallisuudesta ja Sisäasiainministeriön asetuksen käsisammuttimien tarkastuksesta ja huollosta takia (Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 2016; Sisäasiainministeriön asetus käsisammuttimien tarkastuksesta ja huollosta 2005). Teknisen elinkaaren lopussa sammuttimet tyypillisesti hävitetään metallinkierrätykseen paineettomina, sammutusjauheet sisällä. Sammutusjauheet ovat toisaalta hyviä pohjia lannoiteaineille niiden korkean typpi- ja fosforipitoisuuksien takia, mutta ne voivat kuitenkin sisältää haitta-aineita sekä lannoitekäyttöön soveltumattomia apuaineita ja muita ei-haluttuja komponentteja (Saukko 2016).

Globaalisti tehdyissä tutkimuksissa on jo määritelty se, että biologisilla prosesseilla, kuten kompostoinnilla, onnistutaan jalostamaan sammutusjauhe sellaiseen muotoon,

että kasvit voivat hyödyntää sen sisältämiä ravinteita. Esimerkiksi salaatinlehtien kasvuun käytetyn kompostin ominaisuuksia on pystytty edistämään sekoittamalla sammutusjauhetta kompostointiprosessiin. (Gelsomino ym. 2024.) Kuitenkin Suomessa jätelaki määrittää, että vaarallisia jätteitä ei saa sekoittaa tai laimentaa käsittelyssä, ellei siihen ole erillistä ympäristölupaa (Jätelaki 2011). Ranskassa on myös kehitetty menetelmiä käsitellä sammutusjauhetta lannoitteeksi sopivaan muotoon pölyämistä vähentävän aineen, kuten melassin, avulla ja tämän jälkeen seoksen kuivaukseen kasvipohjaisella materiaalilla (Saukko 2016).

Carbon Busters -hankkeessa tehty tutkimus pohjautui energia- ja ympäristötekniikan opiskelijan opinnäytetyöhön, joka tehtiin yhteistyössä Kierto ympäristöpalvelut Oy:n kanssa. Tässä opinnäytetyössä yhteistyökumppaneina toimivat myös FC Fertilizer Oy, joka toimi lannoitevalmistuksen toimialan asiantuntijakonsultin roolissa, sekä Presto Oy, joka toimi paloturvallisuusalan asiantuntijakonsultin roolissa ja tutkittavien näytteiden tarjoajana.

Opinnäytetyön perustana oli selvittää, miten sammutusjauheet konkreettisesti hävitetään nykyisessä toimintamallissa, minkälaisista massavirroista on kyse sekä minkälainen potentiaali hyödyntämiselle olisi. Tärkeänä osana tutkimusta oli myös määrittää laboratoriokokeilla useiden laajasti käytettyjen sammutusjauheiden ominaisuudet sekä haitta-ainepitoisuudet. Nämä laboratoriokokeet määrittävät vahvasti jatkojalostusprosessin vaatimukset, joita opinnäytetyössä tarkasteltiin kattavasti Kierro ympäristöpalveluiden omiin teknologioihin peilattuna. Tärkeintä oli määrittää, miten sammutusjauheet saadaan kohtamaan jätelain ja lannoitevalmisteasetuksen vaatimukset taloudellisesti kannattavalla tavalla.

Opinnäytetyössä tehdyt kartoitukset sammutusjauheiden massavirroista ja nykyisestä jätteen käsittelystä sekä alkuaikaneanalyysit osoittavat mahdollisuuden sammutusjauheiden hyötykäytölle. Massavirtakartoituksen perusteella voidaan todeta, että sammutusjauheiden hyödyntäminen lannoiteteollisuudessa voi hyvin olla taloudellisesti kannattavaa. Kuitenkin jauheiden koostumukset tuovat haasteita

ja lisäselvitystä vaaditaan, jotta sammutusjauhejäte olisi valmis hyödynnettäväksi. (Pääsinniemi 2024.) Kokonaisuudessaan tutkimus oli ensiarvoinen esimerkki siitä, mitä vaaditaan kestävä tulevaisuuden luomiseen. Opiskelija toimi erinoimaisessa yhteistyössä yritysyrityskumppanin kanssa, tavoitellen potentiaalisesti suurta-kin yhteiskunnan muutosta merkittävällä kiertotalousinnovaatiolla.

Laatuvaatimukset ja -järjestelmät

Elintarvikkeita tuottavalla maataloudella on tarkkoja lainsäädännöllisiä laatuvaatimuksia lannoiteaineille, joiden seuraamiseen on kehitetty kattavia laatuja järjestelmiä. Lainsäädäntö tarjoaa myös viranomaisille työkaluja, joiden avulla lannoitteiden laatua ja turvallisuutta tarkkaillaan. Suomessa lannoitteiden valvontaa hoitaa Ruokavirasto, jonka vastuulla on varmistaa, että lannoitteet täyttävät säädetyt vaatimukset. Mikäli lannoitteet eivät täytä vaatimuksia, voidaan tuotteet poistaa markkinoilta ja niiden valmistajille tai maahantuojille voidaan määrätä seuraamuksia. Näillä toimilla pyritään turvaamaan ympäristönsuojelu ja kestävä

kehitys sekä erityisesti elintarviketurvallisuus. (Lannoitelaki 2022.)

Suomessa valmistettavien lannoiteaineiden valmistusta ja lannoiteainemarkkinoita ohjaa EU:n lannoitevalmisteasetus (Ruokavirasto 2019), kansallinen lannoitelaki (Lannoitelaki 2022), maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 2023) sekä maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevasta toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevasta toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 2023). Elintarviketurvallisuuden kannalta tärkeintä on, että lannoitteet eivät ylitä annettuja raja-arvoja, jotka on kuvattu taulukossa 2. (Välinen ym. 2024.)

Vaikka viranomaiset valvovat toimintaa, tärkein velvollisuus on kuitenkin lannoitteiden valmistajilla sekä maahantuojille. Tämän velvollisuuden täyttämiseksi toimijat käyttävät standardoituja laatuja järjestelmiä, joita ovat esimerkiksi ISO9001 tai ISO14001. (Ruokavirasto 2023.) Näiden

Taulukko 2. Esimerkki lannoitevalmisteiden raja-arvoista (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 2023).

LANNOITE		ORGAANINEN LANNOITE		EPÄORGAANINEN PÄÄRAVINNELANNOITE	
Pääravinteita sisältävien lannoitteiden hivenravinteet saa ilmoittaa vain silloin, kun lannoite sisältää niitä vähintään alla olevassa taulukossa esitetyt pitoisuudet.		Orgaanisen lannoitteen sisältämien haitallisten aineiden pitoisuudet eivät saa ylittää seuraavassa taulukossa esitettyjä enimmäispitoisuuksia:		Epäorgaanisen pääraavinnelannoitteen sisältämien haitallisten aineiden pitoisuudet eivät saa ylittää seuraavassa taulukossa esitettyjä enimmäispitoisuuksia:	
Hivenravinne	Pitoisuus massaprosenteina	Alkuaine	Enimmäispitoisuus mg/kg ka.	Alkuaine	Enimmäispitoisuus mg/kg ka.
Boori	0,01	Arseeni	40	Arseeni	40
Koboltti	0,002	Elohopea	1	Elohopea	1
Kupari	0,002	Kadmium	1,5	Kadmium	1,5
Rauta	0,02	Kromi	300	Kromi	300
Mangaani	0,01	Kupari	600	Kupari	600
Molybdeeni	0,001	Lyijy	100	Lyijy	100
Sinkki	0,002	Nikkeli	70	Nikkeli	70
		Sinkki	1 500	Sinkki	1 500
		Patogeeni	Enimmäismäärä		
		Salmonella spp.	Ei esiinny 25 g:ssa tai 25 ml:ssa		
		<i>Escherichia coli</i> tai <i>Enterococcaceae</i>	1 000 pmy 1 g:ssa tai 1 ml:ssa		

lisäksi on muodostettu vapaaehtoisia laatu-järjestelmiä, joilla pystytään osoittamaan kierrätyslannoitteiden positiivisia etuja maataloudelle. Uusin ja merkittävin vapaaehtoinen laatu-järjestelmä on Suomen Biokierto ja Biokaasu Ry:n kehittämä ja ylläpitämä Laatulannoite-järjestelmä.

Laatulannoite-järjestelmä on pitkän kehitystyön aikana, yhdessä valmistajien ja ruokaketjun toimijoiden kanssa, luotu laatu-järjestelmä ja -sertifi aatti, jonka tarkoituksena on tiukkojen laatuvaatimusten avulla parantaa kierrätyslannoitteiden arvoa ja täten yleistää niiden käyttöä. Laatulannoite-järjestelmän kehitys alkoi ympäristöministeriön ravinnekierätystä edistävän RAKI2-ohjelman aikana Suomen Biokierto ja Biokaasu Ry:n ja Suomen Vesilaitosyhdistys Ry:n LARA-hankkeessa. Isoin ajuri laatu-järjestelmän kehitystyölle oli halu edistää Suomen ravinnekierätystä sekä selvitykset, joiden mukaisesti vastaavia järjestelmiä on jo onnistuneesti käytössä muualla Euroopassa. Laatu-järjestelmän tavoitteena oli yhtenäistää ja yleistää kierrätyslannoitteiden valmistusta sekä parantaa maatalouden toimijoiden luottamusta tuotteisiin.

Järjestelmän kehitystyötä jatkettiin LARA-hankkeen jälkeen Laatulannoite2.0-hankkeessa, jossa järjestelmästä muodostettiin tällä hetkellä käytössä oleva kokonaisuus. (Suomen biokierto ja biokaasu Ry 2023.)

Ravinteiden hallinta osana suurempaa kokonaisuutta

Monet kompleksiset kokonaisuudet, kuten ilmastomuutos, luontokato, rehevöityminen ja saastuminen, uhkaavat nykyistä tapaa elää maapallolla. Suomessa kuten monissa muissakin Pohjoismaissa eletään jatkuvassa ylikäytön kierteessä, jonka myötä vaikutukset ekosysteemeihin on mittavat. Merkittäviä muutoksia isoihin yhteiskunnan systeemeihin tarvitaan, ja onneksi isoja kehitysaskelia otetaan jatkuvasti.

Ravinteiden hallinta on hyvä esimerkki kiertotaloudesta ja sen peruseriaatteista, jotka ovat jätteiden ja saasteiden vähentäminen, tuotteiden ja materiaalien kierrätys ja luonnon ennallistaminen. Sillä on merkittävä rooli maatalouden sekä ruokajärjestelmän kestävässä kehityksessä.

Sähköistymisen ja vetytalouden myötä Suomella on mahdollisuus kotimaistaa ammoniakkin tuotanto ja täten vähentää merkittävästi kotimaisten typpilannoitteiden valmistuksen ympäristövaikutuksia. Kun tähän lisätään potentiaali Suomen biomassojen laajamittaiselle hyödyntämiselle, on teoreettisesti mahdollista muuntaa koko Suomen lannoitevalmistus kotimaiseksi. Tämän myötä omavaraisuus paranisi merkittävästi, mikä takaisi ennennäkemättömän kotimaisuusasteen sekä ruokaturvallisuuden mahdollisista geopoliittisista kriiseistä huolimatta.

Kestävä tulevaisuus on moniulotteinen ja edellyttää taloudellisen panostuksen lisäksi sosiaalista huomiota. Se vaatii myötävaikutusta kaikilta teollisuuden aloilta sekä yhteiskunnan tasoilta. Innovaatioiden, vastuullisuuden ja lainsäädännön kehittäminen on myös keskeinen osa tätä kompleksista kokonaisuutta. Loppujen lopuksi ihmisten aktiivinen osallistuminen ja tietoisuuden lisääminen on kuitenkin elintärkeää, jotta tarvittava muutos saadaan tapahtumaan.

Lähteet

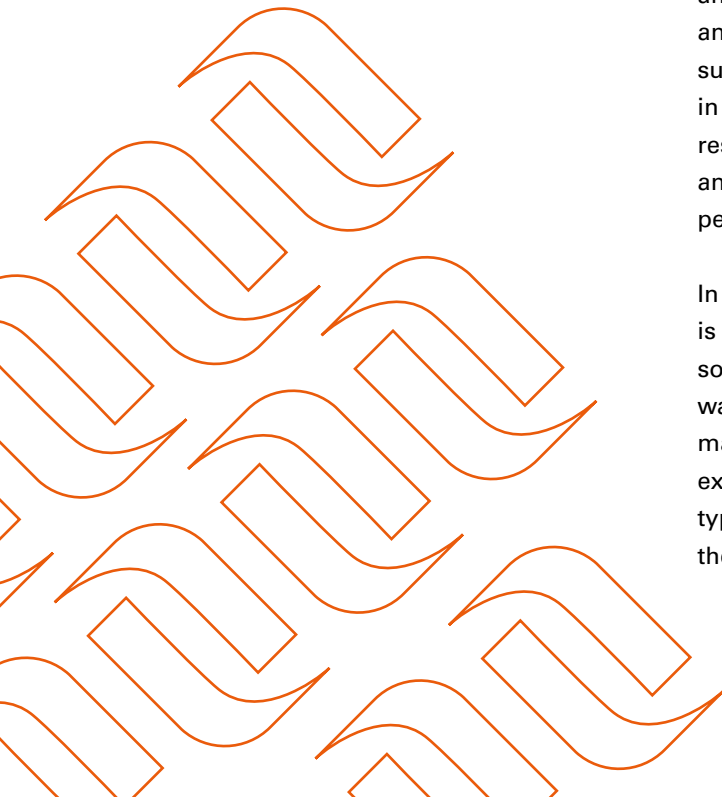
- Ampower. 2022. *Environmental Impacts of Ammonia Production*. Verkkosivusto. Viitattu 5.9.2024 <https://www.iamm.green/ammonia-production/>
- Gelsomino, A., Petrovicová B. & Panuccio, M. 2024. *Exhausted fire-extinguishing powders: A potential source of mineral nutrients for reuse and valorisation in compost enrichment for soilless cultivation*. Science of The Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167633>
- Ilmasto-opas. 2022. *Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen talouteen*. Verkkosivusto. Viitattu 1.8.2024. https://www.ilmasto-opas.fi/a/tikkelit/ilmastonmuutoksen-vaikutukset-suomen-talouteen#ref_Til10
- Jätelaki 176.2011/646. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/11/20110646>
- Keena, M. 2022. *Eutrophication (algal blooms) in Big A fish kill in North Environmental Implications of Excess Fertilizer and Manure on Water Quality*. Verkkosivusto. Viitattu 19.8.2024. https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2022-08/nm_281_0.pdf
- Kelbel, G. 2024. *Understand your synthetic fertilizer emissions for carbon regulations*. Verkkosivusto. Viitattu 15.9.2024. <https://www.carbonchain.com/blog/understand-your-synthetic-fertilizer-emissions>
- Lannoitelaki 8.7.2022/711. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2022/2022_1
- Lannoitevalmistelaki 29.6.2006/539. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajanta_kumotut/2006/20060539
- Luonnonvarakeskus. 2024. *Typpi- ja fosforitase*. Verkkosivusto. Viitattu 14.8.2024. https://www.luke.fi/fi/tilastot/ind_aattorit/agrikaattori-maaseutuohjelman-indikaattorit-20142020/typpi-ja-fosforitase
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 6.10.2023/964. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230_
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista koskevasta toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 6.10.2023/965. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230_
- Niskanen, O. 2023. Luonnonvarakeskus, asia: E 154/2022 vp *Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto lannoitteiden saatavuuden ja kohtuuhintaisuuden varmistamisesta*. Asiantuntijalausunto. Viitattu 16.9.2024. <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/ulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2023-AK-8816.pdf>
- Räihä, T. 2024. *Lannoitevalmistaja Yara varautuu venäläisen ammoniakkin tuonnin riskeihin*. Uutinen. Viitattu 20.9.2024. <https://yle.fi/a/4-20096417>
- Ravinnekierto 2030. 2023. *Ravinteet ja hiili tehokkaaseen kiertoon vuoteen 2030 mennessä*. Verkkoaineisto. Viitattu 20.8.2024. https://ravinnekierto2030.fi/wp-content/uploads/2023/03/ulkilausuma_ravinnekierto2030-visio.pdf
- Richardson, K. 2023. *Earth beyond six of nine planetary boundaries*. Science advances 9 (37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Ritchie, H. 2021. *Excess fertilizer use: which countries cause environmental damage by overapplying fertilizers?* Verkkosivusto. Viitattu 13.8.2024. <https://ourworldindata.org/excess-fertilizer>
- Ruokavirasto. 2019. *EU:n uusi lannoitevalmisteasetus (2019/1009)*. Verkkoaineisto. Viitattu 18.9.2024. <https://www.ruokavirasto.fi/asvit/lannoitevalmisteet/eun-uusi-lannoiteasetus/>
- Ruokavirasto. 2022a. *Lannoitteiden valmistus, toiminnanharjoittajien vuosi-ilmoitukset*. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/lannoiteala/tilastot/valmistus_lannoitteet.pdf

- Ruokavirasto. 2022b. *Lannoitteiden tuonti, toiminnanharjoittajien vuosilmoitukset*. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/lannoiteala/tilastot/lannoitevalmistetuonti1.pdf>
- Ruokavirasto. 2023. *Laatujärjestelmä*. Verkkoaineisto. Viitattu 30.8.2024 <https://www.ruokavirasto.fi/asvit/lannoitevalmisteet/lannoitela-toiminta/laatujarjestelma/>
- Saukko, I. 2016. *Sammutinjauhejätteen hyötykäyttömahdollisuudet*. Hämeen Ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-16120819662>
- Sisäasiainministeriön asetus käsisammuttimien tarkastuksesta ja huollosta 17.11.2005/917. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup_05/20050917
- Stockholm Resilience Centre. 2023. *Planetary boundaries*. Verkkosivusto. Viitattu 17.7.2024. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- Pääsinniemi, S. 2024. EHQS-asiantuntija. FC Fertilizing Oy. Haastattelu: 7.10.2024.
- Suomen biokierto ja biokaasu Ry. 2023. *Järjestelmän kehitystyö – Laatulannoite*. Verkkosivusto. Viitattu 22.9.2024. <https://laatulannoite.fi/laatujarjestelma/taustatietoa-kriteereista/>
- Toor, M., Amin, M., Khan, B., Nadeem, M., Javaid, M., Adnan, M., Aziz, A., Qura-Tul-Ain., Hussain, A., Mehmood, Z., Usman, M., Arshad, A., & Zafar, K. 2020. *Consequence of surplus fertilizers and nutrients: a review on effect on plants and humans*. 5. 360-364. International Journal of Botany Studies. https://www.researchgate.net/publication/342145714_Consequence_of_surplus_fertilizers_and_nutrients_a_review_on_effect_on_plants_and_humans
- Tilastokeskus. 2024. *Maatalouden tuotantovälineiden ostohintaindeksi*. Verkkoaineisto. Viitattu 30.10.2024.
- Välinen, N., Virolainen-Hynnä, A. & Pitkänen, N. 2024. *Kierrätyslannoitteiden valmistus ja markkinat, toimiala-analyysi*. Verkkoaineisto. Viitattu 24.7.2024. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2024/03/oimiala-analyysi_Kierratyslannoitteiden-valmistus-ja-markkinat_SBB_5.3.2024.pdf
- Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 29.12.2016/1549. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa_16/20161549#a1549-2016
- Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 12.10.2006/888. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup_06/20060888
- WWF. 2021. *Itämeri*. Verkkosivusto. Viitattu 17.7.2024. <https://wwf.fi/elinymparistot/itameri/>

Riia Vidgren

From Clay to Caskets: Sustainable Material Science Solutions





Materials are all around us and inherently connected to the development of human civilisations, exemplified by historical periods being named after them. Our societies run on material consumption, and everything is made from some type of a material, increasing with the current technological development (Ashby 2015). With human life and ways of consumption weighting heavy on our planet, materials and material consumption have become an inherent part of the wicked, systemic sustainability crises (Ashby 2015). Hence, in discussions on carbon emissions, resource efficiencies, green energy, societal and labour issues et cetera, the materiality perspective is needed.

In this article, the sustainability of materials is explored through the lens of ecological, social and economic perspectives, and new ways to develop materials in a sustainable manner are introduced. As practical examples for these sustainable material types, company collaboration cases from the Carbon Busters project are utilized.

Why do Material Science Solutions Matter?

Materials, material production and consumption have impacts on all levels of sustainability. On the environmental or ecological end, Liden (2024) has divided these impacts into four parts:

1. carbon emissions from energy consumption of material production, and release of carbon from carbon sink materials
2. the question of renewability
3. environmental hazards from toxic by-products
4. waste generation

The societal impacts of materials and material development have been lesser studied, but some key identifications on different material groups have been made. These include forced- and child-labour issues with many critical materials needed for e-vehicles (Elbagir, van Heerden & Mackintosh 2018), the production of textile materials in unsafe and illegal working conditions (Clean Clothes Campaign 2024), and mining incentives on indigenous territories for mineral ores (Leyton-Flor

& Sangha 2024). However, often when sustainability impacts are discussed under material development, societal aspects are forgotten – for example most life cycle assessments do not consider social sustainability impacts (Vidgren 2022).

Economic risks as identified by Ashby (2015) include price volatility, geo-politics, conflict minerals, legislative controls, corporate responsibility and abundance. As such, materials have impacts on all levels of sustainability, although the current discussions only tend to focus on the ecological ones. All the different sustainability aspects affecting material development can be seen in Figure 1.

Many material impacts are overlapping. For example, the abundance, geo-political and conflict minerals risks affect economic certainty. Simultaneously, these risks can involve forced labour or otherwise inhumane working conditions. In addition to this, there is often pressure to extract materials despite environmental concerns, which often leads to increased use of toxic chemicals and non-conservational



Figure 1. All three interconnecting sustainability spheres (ecological, societal, economic) from a materiality perspective, derived from Ashby (2015) and Liden (2024).

approaches to the surrounding nature and ecosystem.

Ultimately the sustainability impacts differ by material type, and it is essential to understand that there is no universal template to identify all possible material risks – especially when discussing advanced or new material types. A systemic perspective is needed to understand developing materials and upcoming sustainability risks that might not have been identified yet.

New Materials Inspired by Sustainability and Creating Value for ‘Waste’

Many materials have had their time in the spotlight and are up for replacements. For example, greenhouse gas intensive reinforcements in composite industry are increasingly being replaced by renewable fibre alternatives. There is also major economic driving force for replacement materials due to the economic risks mentioned before that are inherent in the green transition (Ashby 2015). The drive for developing new materials is technological

innovation, and new advanced materials demand intense technical development and knowhow. This is a very traditional way to develop materials, and luckily it has been transformed by the demands of sustainable development. Nowadays, the raw-materials and production processes need to be considered through an impact lens. This has led to interesting innovations, materials inspired by sustainability to fill the demand left by resource deficient materials.

As emphasized by Ashby (2015) and Liden (2024) waste is a major material issue which is only going to expedite in the upcoming years. Waste, according to Merriam-Webster (2024b), is either ‘superfluous material produced in a manufacturing process’ (process waste or primary waste) or ‘refuse from places of human or animal habitation’ such as garbage and rubbish (final waste or secondary waste). So, what is considered waste can often differ from the perspective of a material stream. For example, is the material pure side stream waste from an industrial process, which in the case of plastics often gets reused to the

process immediately? Or is the material end-user product waste from municipal waste collection where the end result is often mixed material that includes dirt, food remains, and other impurities? The utilisation of different waste types differs in difficult, but the issue still stands: with the current consumption and development model we have, extracting virgin raw materials and creating additional waste will not end up well.

In addition to the increasing waste issue, there are economic interests to monetise new types of materials, and the scientific progress in material development has created refineries and ecosystems built on circular economies. In circular economies, the focus is on utilising resources as long as is efficiently possible, as well as reusing, reprocessing, refurbishing, repairing and upgrading products and materials, keeping everything extracted or produced essentially inside the cycle (Fischer et al. 2023). This economy perspective can take macro, ecosystem where all material streams are considered, or micro, process/product innovation through the rethinking of lifecycle, implications (Fischer et al.

2023), but the circularity perspective on materials inherently implies that the raw-materials used to produce materials and products need to come from either waste or side-stream sources, process routes that currently are underutilized. As discussed by Sitra (2018), from a materiality perspective circular economy solutions can be divided into three parts:

1. material recirculation (reusing primary waste in the same process)
2. product material efficiency (ensuring that the primary waste stays high-quality and redesigning products to use less materials)
3. completely new circular business models

This article explores these perspectives for sustainable inspiration and novel value for waste through material innovations developed in the Carbon Busters innovation projects. Simultaneously, material group introductions are made for biomaterials, composites, recycled plastics and textile waste, combined with corresponding project examples. These examples aim to give insight into sustainable materials and sustainability-driven material development,

hopefully igniting inspiration for rethinking materials.

Biomaterials – Biobased, Biodegradable, Bioinspired or All of These? Case: Arman Oy

Biomaterials as a term and material category has trended and lived through several eras: fabrics, wood and animal derived materials have been used since the beginning of humanity. In more recent years, biomaterials have trended as ‘environmentally friendly’ options for plastics and composites, and even in more advanced applications such as photovoltaics.

However, the term ‘biomaterial’ itself is an enigma, as the prefix ‘bi’ can denote several different things: biodegradability, biobased raw material feedstock, bioinspired structure or formulation etc. Additionally, the terms biomaterials and renewable materials are often used interchangeably and assumed to be same.

Here are broad definitions for each term used in biomaterial discussions:

Biodegradable. A material that deteriorates by the breakage of chemical bonds induced by micro-organisms. Different ways of biodegradation (such as aerobic and anaerobic) and rates are estimated through different biodegradation tests and legislation (Swift 2000).

Renewable. An ‘infinite resource’, something that can be restored or remade through the natural cycle (Merriam-Webster 2024a). In biomaterials often referred as biomass or raw material which is able to renew in certain time cycles and rates.

Biobased. Material made from either renewable resources or originating from something that is found untouched in nature. However, biobased has been used as an umbrella term for all biomaterials or anything similar, thus definitions for it are often needed (similar to the term ‘natural’).

Bioinspired. Even more lax definition than biobased, but most often used in material science literature to describe material structures or products that take inspiration from nature, such as hydrophobic coatings



imitating rose petals or Velcro being inspired by burdock root.

As highlighted by Vidgren (2022) this ambiguity in terminology can pose major issues as biomaterials are often automatically considered biodegradable or renewable if their raw material feedstock has these properties. This assumption is done despite the chemical and physical modifications that completely alter the chemical makeup of the material, thus affecting biodegradability processes, or completely disregarding the rates of renewability that differ greatly: sorghum can be harvested yearly, whereas forest biomass takes several years for the same biomass yield. Thus, one could even imply that the whole terminology of biomaterials has a tendency to lean towards greenwashing, as put by Vidgren (2022):

The core problem is in assumptions and aiming to show the material in solely positive light, in addition to the idea that sustainability terms and factors do not have to be as vigorously referenced as mechanical, physical or chemical properties, or that the impacts can be

compared in a way that reports the most positive story.

Hence, the meaning of the term ‘biomaterials’ should always be defined in the problem context, with preferably critical sustainability estimation of overall impacts.

In an innovation project carried out with Arman Oy, a company focused on wastewater management, construction waste sites and sedimentation management, the aim was to estimate potential use cases for Finnish clay as an insulation material for waterproofing waste sites during construction. From a biomaterial perspective, the Finnish clay used in this project is a biobased waste material from the company’s production operations. The students aimed to investigate the possibilities of replacing cement in the mineral insulation layers used on waste sites, utilising different additives and clay-water compositions. The project journey of the Arman case can be seen in Figure 2.

ARMAN

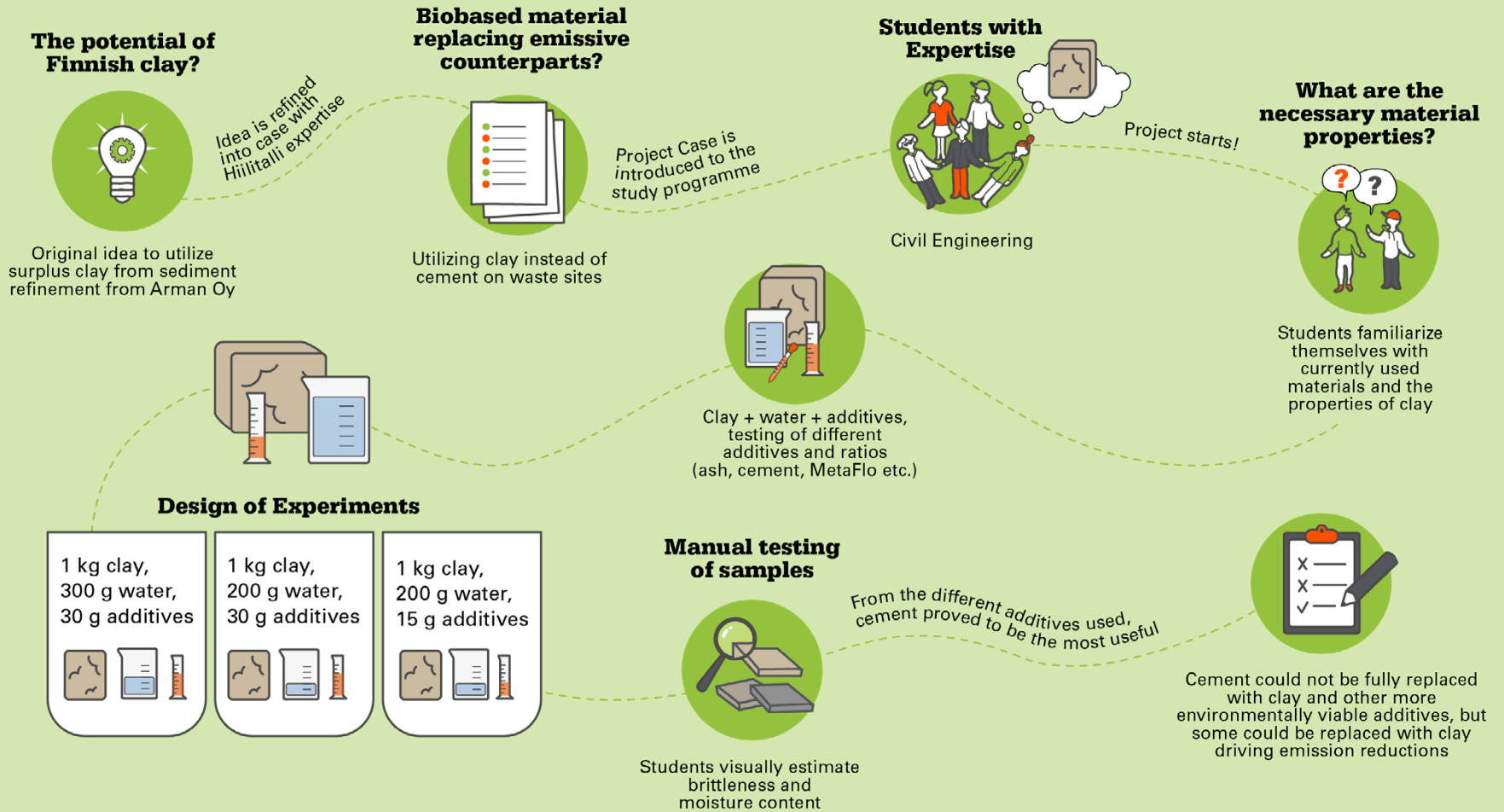


Figure 2. Arman case project journey.

Composites – Better Together, Case: Eco Casket Oy

Composite materials are a group of materials with the common nominator of being combinations of two or more materials with separate phases, which translates to being insoluble to each other and separation by an interface (Ahmed & Chaudhry 2019). Often the purpose of creating composites is getting more out of less, as the chemical modifications and properties of the materials are optimized in a way where the result is best out of both worlds. For example, a very brittle but relatively inexpensive material can be reinforced with a fibre or particle out of a more expensive but also stronger material, as demonstrated by wood laminates, Kevlar, glass and carbon fibre products.

From a sustainability perspective, composites pose a difficult problem. They are very durable due to two material types being combined in a way where they are inseparable, and often the applications demand very high strength and corrosive resistance. This makes composite materials very difficult to

recycle at the end of life, in addition to the difficulties in reusing the mixed material mass produced by the recycling process (Yang et al. 2012). This has been noted by several legislative efforts, and although the allure to use composite materials to solve difficult situations with multiple material demands, the types of materials used and the end-of-life scenarios should be considered as well.

A good example is how the upcoming start-up Eco Casket Oy wanted to use composite materials for the development of more sustainable caskets and urns for funeral services. The project with Eco Casket Oy has been the longest running and most extensive innovation

project done in the Carbon Busters project. It started with material research and initial product development in the autumn of 2023, continued with material characterization testing in the spring of 2024, and was finalized in the autumn of 2024 with a thesis project where final prototypes were developed. The initial case brief included the idea of creating more environmentally conscious funeral products, caskets and urns that would not use exported virgin wood but would at the same time be visually more appealing and usable as a product than comparable products made from paper. The project journey and the different material development stages can be seen in the project journey depicted in Figure 3.

ECO CASKET

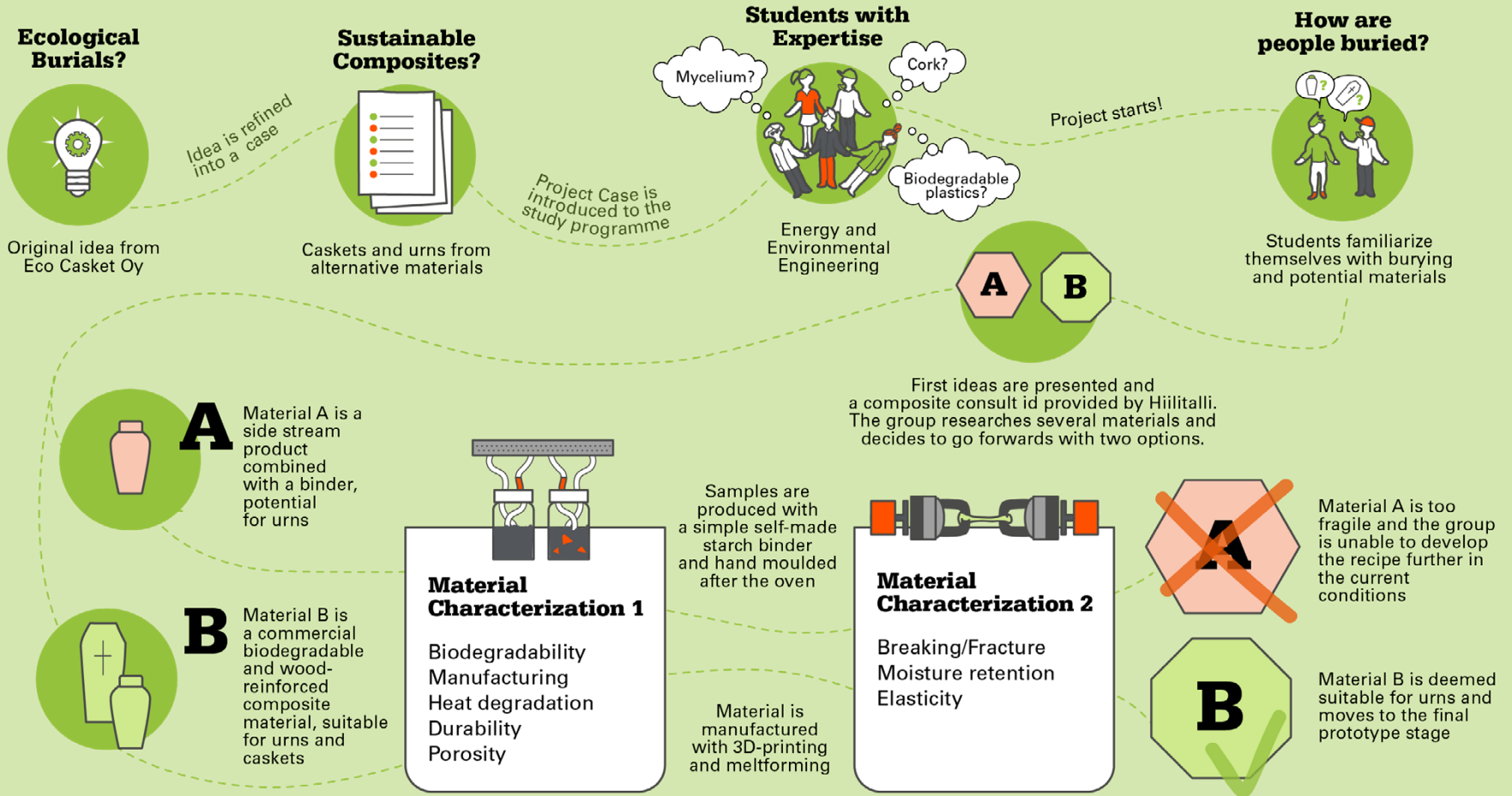


Figure 3. Eco Casket case project journey.

Recycled Plastics – If It Lasts ‘Forever’ Why Not Reuse It?

Case: MOOVI

Plastics are possibly the most demonised material group from a sustainability perspective. From giant plastic waste continents on the Pacific to microplastic traces found within our brains, the sustainability movement has strongly denounced the use of all plastics. From a material science perspective, no single material is evil, but the problems rise in the following cases:

Raw material. Most often oil in the case of plastics, which has major environmental impacts from emissions and extraction.

Use cases. For example, single-use products that are thrown away and contribute to the plastic waste issue.

End of life scenarios. Plastics tend to end up at landfills, or degrading in nature, contributing to environmental issues and becoming microplastics.

Much like previously introduced composites, plastics are a huge group of chemically varying materials created with different types of features. But the overuse of plastics in applications such as single use cutleries or bags combined with inefficient waste management has led to huge plastic pollution issues, and the poor understanding of plastic degradation in nature to microplastics in our heads.

Plastic recycling can be roughly divided into mechanical and chemical recycling. Mechanical recycling is relatively simple in theory: the plastic waste mass is ground up into smaller particulates, which are then remoulded into new products. But the issues arise with the variety of plastics. They all have different material properties, which makes producing unified mass that would uniformly melt at the same temperature, virtually impossible. Additionally, plastics are modified with additives to gain specific material properties. This can make the material resistant to any kind of processing. Thus, mechanical recycling is suitable for relatively clean and monomaterial plastic waste streams when the same material

type is the desired outcome. Chemical plastics recycling is more advanced, and a continuously developing process, where the waste plastic is broken down into its chemical constituents, called monomers, by chemical pathways, resulting in the separation of plastic types and reforming into an almost identical form as the virgin counterpart.

In the innovation project realised with MOOVI, a start-up company created in the Metropolia IHME Innovation Contest (Metropolia 2023), the aim was to further develop their business idea of creating a sound insulation panel for buildings where recycled materials could be used as much as possible. In MOOVI, the final product was a composite material, with wood chips as reinforcement, recycled plastic material as matrix, and textile waste as filler. The challenge in the project was finding a recycled plastic grade that would have the necessary sound insulation properties, as well as meet the required safety standards for construction materials. The project journey for the MOOVI case can be found in Figure 4.

MOOVI

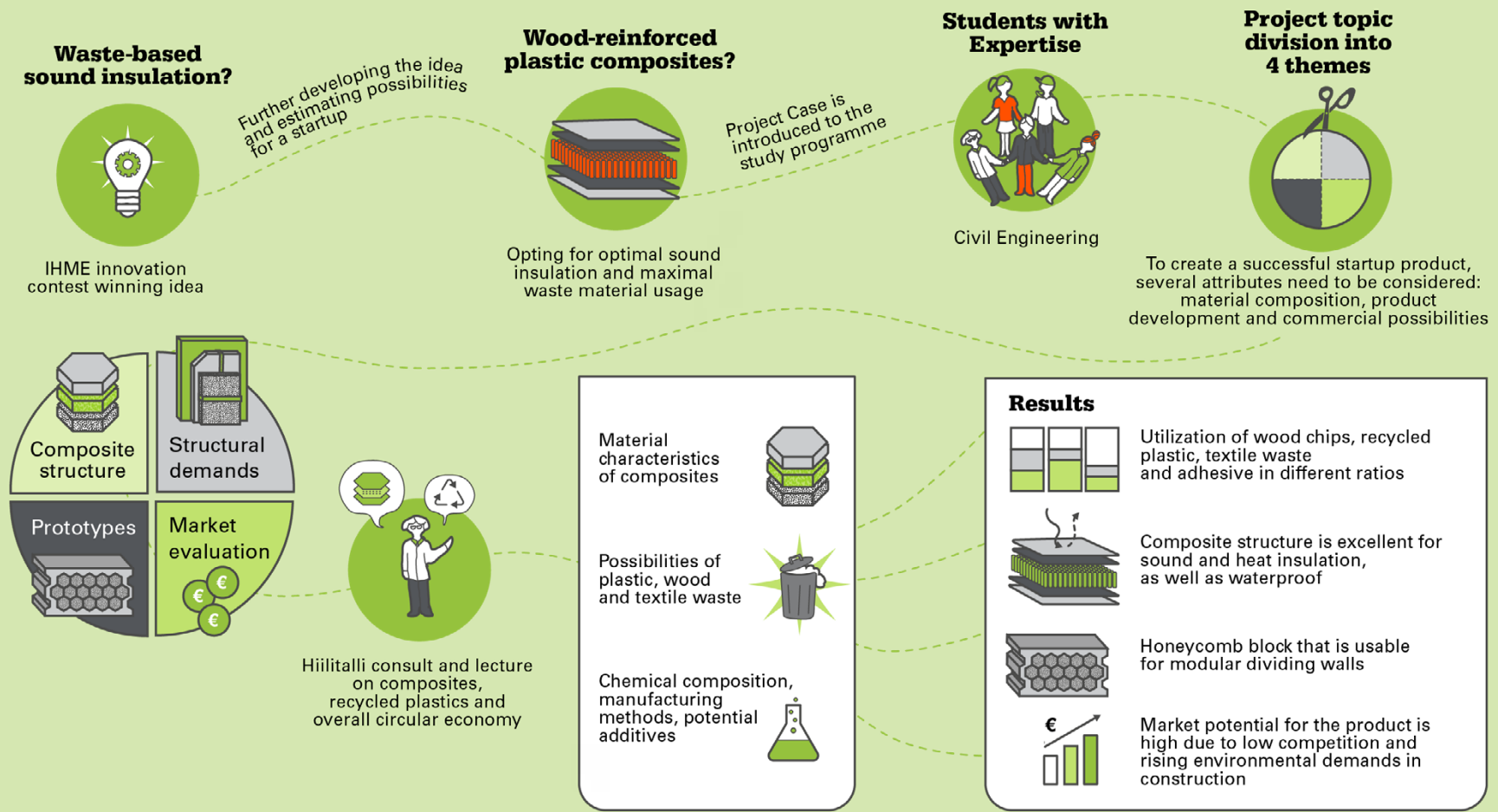


Figure 4. Moovi case project journey

Textile Waste – Rethinking Quality, Case: TexNext start-up

When talking about textiles, we are essentially talking fibres that make up the fabric in different weave patterns, and yarns in different blends and twists. Alternatively, textiles can also be fibres that are fused together like in felt or animal derived materials such as leather. This article focuses on textile fibres, as those take up the majority of the textile market and contribute to the textile waste issue (Liden 2024). Textile fibres can be either renewable or non-renewable, natural or synthetic, and plant- or animal-based. Renewable fibres that are natural include cotton, linen, and wool. Non-renewable fibres, including nylon and polyester, are often synthetic and made from oil, whereas renewable synthetic fibres made from plants include viscose and lyocell. These base fabric and fibre materials are often mixed when making clothes and other textile products, as well as spun into yarns and woven into fabrics in extensive processes. All of this affects the final product and its environmental impact. Thus, textile waste suffers from

similar issues as plastic. The variation and combination of material types are vast, and additionally textiles produce major negative impact in the extensive production process (Liden 2024).

Textile recycling is similar to plastic recycling: the mechanical and chemical recycling routes are very alike, they suffer from similar issues and are in similar development phases. However, the results and use cases differ greatly. In textile mechanical recycling the material is chopped up to shorter fabric and yarn pieces which then can either be moulded into felt fabric or bonded together chemically, as respinning any yarn is virtually impossible (Liden 2024). This means that most recycled nylon on the market is not made from recycled nylon shirts, but from collected polyamide plastic materials such as fishing nets (Liden 2024). The chemical recycling of textile fibres is still in its development, with only few commercial examples available, but the end result in these cases is similar to plastic chemical recycling with the end material resembling its virgin counterpart (Liden 2024).

In the TexNext project where a new business model was innovated based on degrowth-principles, the aim was to create a soundproofing material from textile waste. Its competitive factor in the insulation market would be environmentally safe adhesive materials and the use of waste textiles. The project started with the company collaborator November Consulting Oy providing a degrowth lecture for the student group, as well as basic skills for business model creation. From there the students started to ideate on potential start-up cases, ending up with TexNext, a company creating insulation material made from textile waste and lignin binder that can replace traditional insulation wool. The project journey and the final company specs can be seen in Figure 5.

TEXNEXT

Degrowth-based business models?



Original idea from November Consulting Oy

Project starts!

Student Group



Energy and Environmental Engineering



Consult and lecture from the company on the degrowth topic



First stage ideas



Resell platform



Carshare



Food waste



Textile waste

Final business idea



Textile waste based insulation material?



First ideas are presented to the company and Hiilitalli experts, students ideate further based on feedback

Concept refinement



Hiilitalli and company consult on textile fibers and potential binders as well as OPEX, CAPEX and pitch deck creation

TEXNEXT



Company tackling the textile waste and making environmentally friendly insulation materials



Cutting waste from the textile industry + lignin binder = new insulation wool type material



Patented product with SWOT and competitor analysis



Expected income around 160K/year for 2024–2027

Figure 5. TexNext start-up project journey.



Why Is Not All Material Development Done in a Sustainable Manner?

As the material examples and sustainability-driven Carbon Busters innovation projects have shown, material sustainability is not solely about raw material sources or energy that is used to manufacture the final product, but a multitude of complex interconnecting issues enveloping all aspects of sustainability. That fact is still often forgotten in the field. At the same time material demand is rising, and sustainability concerns are brushed off with ‘biobased’ and other ‘eco’ labels. So why doesn’t all material development consider sustainability as its main driver?

One issue boils down to the misunderstanding of ‘green premium’. The reality is that we do have the solutions and ideas, and often resources, to create more equitable services, efficient production and product usage, and to utilise more

waste and less virgin materials (Bertini, Izaret, Petzke & Pineda 2021). But these ideas are held back by the illusion of higher costs, taxes, and ultimately higher prices, whereas real sustainable innovation is resource efficient and capable of creating previously undiscovered business areas, much like in the case of TexNext.

Bringing these solutions to life has been the main goal of the Carbon Busters project, and with the help of the collaborative small and medium sized enterprises involved in the innovation projects, we have achieved our goal through material science solutions as well. Additionally, these projects have shown that even relatively extensive material R&D is possible when there are additional resources provided by universities, companies have clear sustainable visions, and the expertise of the Carbon Busters team has been involved in the mix. The future will show where these innovations can take us.

References

- Ahmed, S. & Chaudhry, S.A. 2019. *Composites for Environmental Engineering*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ashby, M.F. 2015. *Materials and Sustainable Development*. San Diego: Elsevier Science & Technology.
- Bertini, M. & Izaret, J.-M. & Petzke, A. & Pineda, J. 2021. Can We Afford Sustainable Business? *MIT Sloan Management Review*.
- Clean Clothes Campaign. n.d. Rana Plaza. Website. Accessed: 12 September 2024. <https://cleanclothes.org/campaigns/past/rana-plaza>
- Elbagir, N., van Heerden, D. & Mackintosh, E. 2018. Dirty Energy. Website. Accessed: 12 September 2024. <https://edition.cnn.com/interactive/2018/05/africa/congo-cobalt-dirty-energy-intl/>
- Fischer, F. D., Frecè, J., Hillebrand, K., Kissling-Näf, I., Meili, R., Peskova, M., Risi, D., Schmidpeter, R. & Stucki, T. 2023. *Sustainable Business*. New York City: Springer International Publishing. Available at: <https://library.open.org/handle/20.500.12657/63559>
- Leyton-Flor, S.A. & Sangha, K. 2024. The socio-ecological impacts of mining on the well-being of Indigenous Australians: A systematic review'. *The Extractive Industries and Society*. 17. 101429.
- Liden, D. 2024. *Better Things: Materials for Sustainable Product Design*. London: Laurence King Publishing.
- Merriam-Webster. 2024a. Renew. In Merriam-Webster.com dictionary. Website. Accessed: 10 September 2024. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/renew>
- Merriam-Webster. 2024b. Waste. In Merriam-Webster.com dictionary. Website. Accessed: 12 September 2024. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/waste>
- Metropolia. 2023. IHME-innovaatiokilpailu haastoi opiskelijat kehittämään ratkaisuja asumisen tulevaisuuteen. Website. Accessed: 9 October 2024. <https://www.metropolia.fi/fi/metropoliaasta/ajankohtaista/uutiset/ihme-innovaatiokilpailu-haastoi-opiskelijat-kehittamaan-ratkaisuja-asumisen-tulevaisuuteen>
- Sitra. 2018. *The circular economy – a powerful force for climate mitigation*. Material Economics Sverige AB. https://www.sitra.fi/jul_aisut/circular-economy-powerful-force-climate-mitigation/
- Swift, G. 2000. Polymers, Environmentally Degradable. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Vidgren, R. 2022. Sustainability assessments for novel materials in development. Master's Thesis. Aalto University. School of Chemical Engineering. https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-20220828_83
- Yang, Y., Boom, R., Irion, B., van Heerden, D.-J., Kuiper, P. & de Wit, H. 2012. Recycling of composite materials. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 51. 53–68.

Riia Vidgren, Jenna Koskinen, Natalia Korhonen, Kirsti Jylhä, Eeva Kuntsi-Reunanen & Riitta Lehtinen

Studia Hiilitalli – ilmastokasvatusta ja monialaista osaamisen kehittämistä



Studia Hiilitalli -luento- ja keskustelusarjan tarkoituksena oli luoda foorumi Metropolian yhteistyöyritysten, opiskelijoiden, tutkimuslaitosten ja henkilökunnan yhteiselle keskustelulle ilmastonmuutoksesta ja ratkaisuista siihen sopeutumiseksi. Luento- ja keskustelusarja toimi kohtaamisalustana ekosysteemin toimijoille sekä fasilitaattorina poikkitieteelliselle innovoinnille. Kokonaisuus saavutti tavoitteensa mahdollistaen osallistumisen matalalla kynnyksellä ja resurssitehokkaasti kiinnostavia aiheita käsitteleville luennoille sekä verkostoitumaan ja keskustelemaan teemoista laajasti moninaisen yleisön kesken.

Ilmastokasvatus: tutkittua tietoa ja lisää osaamista

Studia Hiilitallin luentosarjassa (tarkemmin tämän artikkelin osio "Studia Hiilitallin teemat") oli mukana monia eri alojen asiantuntijoita, jotka tarjosivat osallistujille kattavan ja monipuolisen näkemyksen ilmastonmuutoksesta ja sen ratkaisuista. Studia Hiilitallin luentosarja toteutti ilmastokasvatuksen (katso tietolaatikko) malleja (Ratinen, Kinni, Muotka & Sarivaara 2019) muun muassa seuraavasti:



Ilmastokasvatus on ympäristö- ja kestävä kehityksen kasvatuksen osa-alue, jossa oppijaa ohjataan kestävään elämäntapaan. Tämän lisäksi etsitään ratkaisukeskeisiä sekä sosiaalisesti hyväksyttäviä keinoja ilmastopäästöjen vähentämiseen, hiilinielujen lisäämiseen ja ilmastonmuutokseen sopeutumiseen (Ratinen ym. 2019.).

Ilmastonmuutos on nostettu suomalaisen kouluopetuksen sisällöllisiin tavoitteisiin vuonna 2016 käyttöön tulleissa perusopetuksen opetussuunnitelmissa. Näiden aiheiden käsittely on integroitumassa osaksi myös korkeakoulujen opetussuunnitelmia.

- Luennot perustuivat uusimpaan tutkittuun tietoon.
- Luentojen välissä osallistavat keskusteluosiot aktivoivat osallistujia pohtimaan muun muassa sitä, mitä ilmaston muutoksia ovat itse havainneet – tällä tuettiin oman kokemuksen kautta tapahtuvaa oppimista.
- Omia vaikutusmahdollisuuksia tuotiin esille puhumalla hiilijalanjäljestä ja sen laskureista sekä keskusteluosiossa läpikäymällä ilmastonmuutoksen hillitsemiskeinoja sekä yksilö- että yhteiskuntatasolla.
- Ratkaisuja ilmastonmuutokseen tuotiin esille muun muassa kansallisia ja kansainvälisiä päästövähennystavoitteita käsittelemällä, ja toisaalta VTT:n asiantuntijat esittelivät konkreettisia teknisiä ratkaisuja hiilensidontaan.

Tietotason nostaminen innovaatioekosysteemin sisällä määriteltiin palveluksi, joka kosketti useita hankkeen kohderyhmiä:


opiskelijoita, tutkimuslaitoksia, Metropolian henkilökuntaa ja yhteistyöyrityksiä.

Opiskelijoille Studia Hiilitallin tarkoituksena oli täydentää olemassa olevaa opinto-ohjelmaa eri tutkinto-ohjelmissa tuomalla monialaisesti erilaisia kestävä kehityksen aiheita kaikkien opiskelijoiden saataville. Käytännössä tämä tarkoitti esimerkiksi hiililaskennan perusteiden käsittelemistä taloustieteiden tai taitealojen korkeakouluopiskelijoiden kanssa. Ammattikorkeakouluvaiheessa olevien opiskelijoiden opetuksessa on ilmastonmuutos esiintynyt jo peruskoulusta lähtien. Tästä johtuen useilla Studia Hiilitallin luento- ja keskustelutarjauksissa kuuntelemaan tulleilla ammattikorkeakouluopiskelijoilla oli epäily siitä, voiko luentosarja tuoda heille enää mitään uutta. Tämä osoittautui kuitenkin turhaksi, koska luentosisällöt perustuivat vahvasti tähänhetkiseen, uusimpaan tutkittuun tietoon ja monimutkaisiakin asioita esitettiin ymmärrettävästi. Palautteissa opiskelijat kertoivat, kuinka oli

ollut mukava kuulla opiskelijakavereiden näkemyksiä ilmastonmuutoksesta ja keskustella ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja siihen liittyvistä ratkaisuista.

Tutkimuslaitoksille luentosarjan arvo näkyi oman osaamisen levittämisenä ja tiedon jakamisena sekä kaikkia kohderyhmiä yhdistävänä yhteisenä oppimisena (mutual learning), kun uutta ymmärrystä luotiin yhdessä monialaisesti ja poikkitieteellisesti (transdisciplinary collaboration) (Jahn, Bergmann & Keil 2012; Philipp & Schmohl 2023). Tämän lisäksi Studia Hiilitallissa toteutettiin verkostoitumisen ja yhteiskehittämisen periaatteita antaen tutkimuslaitoksille mahdollisuuden tutustua eri alojen opiskelijoihin sekä yrityksiin, niin tulevaisuuden työvoimaan kuin ilmastonmuutoksen toimijoihin ja palveluiden tuottajiin.

Metropolian henkilökuntaa ja yrityksiä luento- ja keskustelutarjauksella kehitettävällä osaamisella ja tietotasolla. Se antoi mahdollisuuden osallistua kiinnostavia aiheita



käsitteleville luennoille sekä verkostoitua ja keskustella teemoista laajasti moninaisen yleisön kesken. Yrityksille Studia Hiilitalli -luentosarja tarjosi erinomaisen tilaisuuden kasvattaa omaa tietämystään kestävästä kehityksestä ja ilmastomuutoksen aiheista sekä päivittää osaamistaan uusimman tutkimustiedon valossa. Yrityksille luentosarja oli väylä osallistua monialaiseen keskusteluun ja tutustua uusimpiin näemyksiin ilmastomuutoksen torjunnasta ja kestävyysratkaisuista käytännönläheisesti. Samalla yritykset saivat arvokkaita eväitä peilata oppimaansa omaan toimintaansa ja tunnistaa konkreettisia mahdollisuuksia kehittää omia prosessejaan ja strategioitaan kestävästä kehityksestä mukaisiksi.

Tiedosta toimintaan – osallistaminen ja ilmastokeskustelun rakentaminen

Tietotason ja osaamisen kehittämisen lisäksi Studia Hiilitallissa keskeisenä tavoitteena pidettiin osallistamista sekä osallistujan kykyä soveltaa tietoa omaan osaamiseen ja tekemisen kontekstiin. Tämä näkyy parhaiten Climate University -kokonaisuuden (2024)

pohjalta rakennetuissa tavoitteissa osallistujien osalta.

Tavoitteita olivat seuraavat:

- **Ilmastomuutoksen syntyneiden ja perusteiden ymmärtäminen.** Osallistujat saivat kattavan käsityksen ilmastomuutoksen taustalla olevista tieteellisistä ilmiöistä.
- **Ilmastomuutoksen tarkasteleminen eri näkökulmista ja niiden välisten yhteyksien ymmärtäminen.** Tämä auttoi osallistujia ymmärtämään, miten ilmastomuutos vaikuttaa erilaisiin elämän osa-alueisiin.
- **Oman roolin ja vaikutusmahdollisuuksien tunnistaminen ilmastomuutoksessa.** Osallistujat oppivat, miten henkilökohtaiset valinnat ja toimet voivat vaikuttaa ilmastomuutoksen hillitsemiseen.
- **Ratkaisujen ja innovaatioiden näkeminen ilmastomuutoksen hillinnässä.** Luennoilla esiteltiin erilaisia innovatiivisia ratkaisuja ja keinoja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi.
- **Oman ympäristötietoisuuden ja -osaamisen syventäminen.** Opintokokonaisuus tarjosi mahdollisuuden

laajentaa ja syventää omaa ymmärrystä ympäristöasioista.

- **Rohkeasti keskustelujen aloittaminen ilmastonmuutokseen liittyvistä aiheista.** Osallistajat oppivat käymään keskusteluja ja jakamaan tietoa ilmastonmuutoksesta.

Sen lisäksi, että Studia Hiilitallissa haluttiin levittää oikeaa ja totuudenmukaista tietoa ilmastosta, tärkeää oli edellä mainituista kohdista johtaen myös tunnistaa oma rooli ja vaikutusmahdollisuudet ilmastonmuutoksessa, nähdä ratkaisuja ja innovaatioita ilmastonmuutoksen hillinnässä sekä rohkeasti aloittaa keskusteluja ilmastonmuutokseen liittyvistä aiheista. Näitä tavoitteita pyrittiin täyttämään luento- ja keskustelutarjan keskusteluosuuksilla.

Keskusteluosuuksissa luennoitsijat eivät pelkästään jakaneet tietoa, vaan myös osallistuttivat aktiivisesti kuulijoita. Tämä vuorovaikutteinen tyyli lisäsi osallistujien sitoutumista ja teki oppimisesta syvällisempää ja mielekkäämpää. Aktivoiva lähestymistapa rikastutti oppimiskokemusta ja laajensi osallistujien tietotaitoa. Asiantuntijoiden osallistaminen ja vuorovaikutteiset

menetelmät, kuten kyselyt ja keskustelut, auttoivat ymmärtämään ilmastonmuutoksen monimutkaisuutta ja kehittämään tarvittavia käytännön taitoja ja tietoja. Tämä teki luentosarjasta paitsi informatiivisen myös inspiroivan ja käytännönläheisen.

Sovelluksista fasilitointiin

Hybridiformaatin avulla Studia Hiilitalli mahdollisti osallistumisen sekä fyysisesti että etänä. Tällä joustavalla toimintatavalla pyrittiin varmistamaan, että mahdollisimman monet voivat hyödyntää luentosarjaa sijainnista riippumatta. Puolitoistatuntiset luennot pidettiin aina tiistai-iltapäivin, ja ne koostuivat kolmesta aihekokonaisuudesta sekä keskusteluosioista, mikä kokonaisuutena tarjosi syvällistä oppimista ja interaktiivisia mahdollisuuksia.

Hybridimuodossa luennot videoitiin ja lähetettiin suoratoistona, jolloin osallistajat pystyivät osallistumaan luentoihin reaaliajassa. Tämä formaatti mahdollisti myös interaktiivisen osallistumisen eri työkalujen avulla. Studia Hiilitallin aikana hyödynnettiin useita eri työkaluja [Flingasta Answer](#)

[Gardeniin](#) ja [Innodueliin](#) riippuen luennon kertakohtaisista tarpeista.

Osallistamista kehitettiin jatkuvatoimisen kehittämismallin mukaisesti yleisöpalautteen avulla. Syksyllä 2023 toteutetun pilottirakenteen pohjalta lähdettiin kehittämään Studia Hiilitallin seuraavaa vaihetta. Kevään 2024 toteutuksessa keskityttiin saavutettavuuden parantamiseen, keskusteluosuuksien osallisuuden nostoon sekä monialaisiin aiheisiin. Suurimpia kehityskohtia olivat tekninen toteutus ja hybridimalli, jotka olivat pilotin alussa jo todettu mahdollisiksi riskeiksi. Muita kehitysideoita osallistajat esittivät tallenteiden saatavuuteen, kurssien ja opintopisteiden sisällyttämiseen sekä tapahtuman verkostoitumisen kehittämiseen liittyen. Yksi toteutuksen tavoitteiden kannalta merkittävä kehityskohdata oli keskusteluosuuksien saavutettavuus, sillä monet osallistajat kuvasivat keskusteluun osallistumisen kynnyksestä korkeaksi tai kokivat sosiaalista painetta sanoa ”jotain tärkeää” keskustelun lomassa.

Toteuttajatiimin sisäisen reflektion pohjalta päätettiin sujuvoittaa toteutusta jättämällä osallistavat sovellukset pois ja

panostamalla fasilitointiin. Näin aikaa ja ohjausresursseja pystyttiin keskittämään ja keskusteluosuuksien osallistumiskynnystä madaltamaan. Tällä pystyttiin ylläpitämään onnistunut oppiminen luento-osuuksista, mutta kehittämään keskusteluosuuksiin osallistumista ja opitun tiedon hyödyntämistä. Fasilitoinnin ja tuotannon osalta päätettiin sitouttaa aiempaa suurempi osa hanketiimiä yhteisten koulutusten ja materiaalien kautta resurssitehokkuuden parantamiseksi.

Kevään 2024 Studia Hiilitalli -luentosarjan toteutuksessa onnistuttiin saavuttamaan useita päätavoitteita erityisesti luentosarjan verkkototeutuksessa. Kevään aikana ilmeni myös haasteita, kuten henkilöresurssien puute ja hybriditoteutuksen raskas tuotanto, jotka vaikuttivat osallisuusasteeseen negatiivisesti. Haasteista huolimatta palautteet saatiin kerättyä tehokkaasti Eventilla Surveys -lomakkeilla, ja näiden pohjalta suunniteltiin syksyille 2024 uusia kehityssakelia (Taulukko 1), kuten osallisuuden nostaminen käytännön työpajojen ja keskustelutilaisuuksien avulla.

Taulukko 1. Syksyn 2024 kehityskohdat ja niiden toimenpiteet.

Tavoitteet	Haasteet	Toimenpiteet	Tulevaisuuden suunnitelmat
Luentosarjan hybridiformaatti	Henkilöresurssien puute	Luentosarjan suunnittelu täysin verkossa toteutettavaksi	Online- ja offline osuuksien erottaminen luento- ja työpajakokonaisuuksiksi
Osallistujajoukon laajentaminen	Hybriditoteutuksen raskas tuotanto	Eventilla Surveys -palautelomakkeiden käyttö	Työpajojen ja keskustelutilaisuuksien lisääminen
Paikka-riippumattomuuden mahdollistaminen	Lisäresurssien tarve osallisuuden parantamiseksi	Työpajakonseptit ja keskustelutilaisuudet	Jatkuva yleisöpalautteen kerääminen ja analysointi
Osallisuuden parantaminen	Prosessien virtaviivaistamisen tarve	Osallistujilta saatu palaute analysoitu ja hyödynnetty	Resurssien ja prosessien kehittäminen
Tietotason nostaminen ja monialaisen tiedon jakaminen	Tekninen kuorma hybriditoteutuksessa	Työpajojen ja lisääminen syksyllä 2024	Carbon Busters -hankkeen tukeminen

Studia Hiilitallin teemat

Ilmastonmuutoksen perusteet

Ilmatieteen laitoksen tarjoamat perusluennot olivat olennainen osa Studia Hiilitallia. Ne käsittelivät ilmastonmuutoksen perusteita, syntysyitä ja vaikutuksia tarjoten osallistujille syvällistä tietoa tieteellisestä näkökulmasta. Luennoilla käytiin läpi ilmastonmuutoksen fysikaaliset ja kemialliset prosessit, kuten kasvihuonekaasujen vaikutus maapallon lämpötilaan, sekä ilmastonmuutoksen historia ja sen luonnolliset syklit. Tämä auttoi ymmärtämään, miksi nykyinen ilmastonmuutos on erityisen kriittinen.

Lisäksi luennoilla selitettiin käynnissä olevan ihmiskunnan aiheuttaman ilmastonmuutoksen syntysyitä, kuten teollistumisen sekä liikenteen päästöjen ja energian tuotannon vaikutuksia. Erilaisia skenaarioita ja mallinnuksia esitettiin, jotta osallistujat näkivät, miten ilmastonmuutos etenee eri päästötasojen mukaan. Tällä päästiin paremmin sisään ilmastonmuutoksen monimutkaisuuteen ja siihen, miten erilaiset toimenpiteet voivat vaikuttaa tulevaisuuden ilmastoon.

Perusluennot käsittelivät ilmastonmuutoksen vaikutuksia ekosysteemeihin ja ihmisten elämään, kuten sään ääri-ilmiöitä ja merenpinnan nousua. Luennoilla korostettiin sitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa eri alueilla eri tavoin. Luennoilla käsiteltiin yleissivistävällä tasolla myös ilmastolakeja, kansainvälisiä ilmastopimuksia ja päästövähennystavoitteita. Visuaaliset apuvälineet, kuten kaaviot ja graafit, auttoivat tekemään monimutkaiset käsitteet ymmärrettäviksi. Näin luennot tarjosivat ajankohtaista ja luotettavaa tietoa, joka rakensi osallistujille tietopohjaa ja auttoi heitä ymmärtämään ilmastonmuutoksen laajuuden ja vaikutukset.

Luentojen keskusteluosioissa osallistujia aktivoitiin pohtimaan:

- Mitä ilmaston muuttumista he ovat itse havainneet?
- Miksi etenkin fossiilisten polttoainesten kulutus vaikuttaa ilmastoon niin merkittävästi?
- Miten ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät eri aloilla?
- Millaisiin arkielämän tilanteisiin ilmastolaki liittyy?
- Millaisia ilmastonmuutoksen hillintäkeinoja yksilö- ja yhteiskuntatasolla on?

Kestävä kehitys monialaisesti

Ilmatieteen laitoksen perusluentosarjaa täydennettiin yritysyhteistyökumppanien ja toisen hankekumppanin VTT:n kanssa vastaamaan paremmin kestävästä kehityksen haasteiden monialaista luonnetta. Kuten Ertas (2018) ja Landström (2017) toteavat, monimutkaisuuteen ja hankaliin (complex and wicked) kestävästä kehityksen haasteisiin ei voida enää vastata vain yhden tiedealan ja akateemisen osaamisen kautta, vaan ongelmia täytyy käsitellä poikkitieteellisesti ja monitahoisesti (transdisciplinary perspective). Ympäristö- ja ilmastotieteen yhdistäminen taloustieteeseen, tekniikkaan ja kulttuuriosaamiseen niin tieteellisellä, akateemisella kuin yritystasollakin tuottaa uusia, innovatiivisia ratkaisuja, joiden vaikuttavuus toimii nimenomaan systeemisellä tasolla (Ertas 2018).

Näin ollen opintokokonaisuuden suunnittelussa hyödynnettiin ekosysteemin saattavilla olevia resursseja, kuten yhteistyöyrityksiä sekä Metropolian ja Carbon Busters -hankkeen muita toimijoita. Luentosarjaan niin luennoijina kuin osallistujina osallistuneet saivat mahdollisuuden nostaa omaa

tunnettuuttaan sekä jakaa osaamista ja tietotaitoaan. Tämän lisäksi toteuttajat ja osallistujat saivat kehittää ja täydentää omaa osaamista ja hahmottaa oman ammattitaidon roolin laajemmassa kestävässä kehityksen kontekstissa. Tämä yhteistyö, ”yhteisoppiminen” (mutual learning), toi lisää syvyyttä ja monipuolisuutta luentosarjaan sekä mahdollisti uudenlaisen tiedon ja osaamisen synnyttämisen (Jahn ym. 2012; Philipp & Schmohl 2023).

Syksyn 2023 ja kevään 2024 Ilmatieteen laitoksen luentoja täydentävät luennot

löytyvät taulukosta 2. Luentoaiheet vaihtelivat kestävämmistä talousteorioista hiilensidonnan ratkaisuihin ja kulttuuriseen hyvinvointiin. Toteuttajina oli niin hankekumppaneita, yhteistyöyrityksiä kuin Metropolian muita yhteistyöalustoja.

VTT:n sekä Carbonlink Oy:n luennot tarjosivat syvällisen katsauksen hiililaskennan ja hiilensidonnan ratkaisuihin sekä niiden potentiaaliin ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Luentojen aikana käytiin läpi konkreettisia teknologisia menetelmiä, joilla hiilidioksidia voidaan poistaa ilmakehästä,

sekä arvioitiin niiden realistisia sovelluksia ja vastuullisuutta. Teknologisten ratkaisujen mahdollisuudet esitettiin tieteellisen tutkimuksen ja käytännön esimerkkien kautta, ja luennot tarjosivat osallistujille selkeän ymmärryksen siitä, millä tavoin hiilensidonnan teknologiat voivat olla merkittävässä roolissa ilmastonmuutoksen torjunnassa.

November Consulting Oy:n kanssa toteutetussa degrowth-teemaisessa luennoissa keskityttiin kestävämpiin yritysmaailmiin ja talouden uudelleenrakentamiseen ihmisten ja planeetan hyvinvoinnin edistämiseksi. Degrowth-ajattelun mukaan talouden ei tarvitse perustua jatkuvaan kasvuun, vaan se voi sopeutua vähentämällä järjestelmällisesti materiaalien ja energian kulutusta, mikä luo tasapainoa ihmisten tarpeiden ja luonnonvarojen kestävästä käytöstä välillä. Tämä lähestymistapa kritisoi perinteistä kapitalismia, mutta samalla avaa innovatiivisia liiketoimintamahdollisuuksia, jotka vähentävät resurssien ylikulutusta.

CuWeRe:n kanssa toteutettiin kiinnostava kokonaisuus, jossa yhdistyi kulttuurisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin näkökulma niin tekniseen kuin

Taulukko 2. Syksyn 2023 ja kevään 2024 muut luennoitsijat.

Luennoiva taho	Aihe	Sidosryhmätyyppi
VTT	Teknisiä ratkaisuja hiilensidontaan	Hankekumppani/ tutkimuslaitos
Carbonlink Oy	Hiililaskennan perusteet ja periaatteet	Yhteistyöyritys
November Consulting Oy	Degrowth-ajattelu ja uudet liiketoimintamahdollisuudet	Yhteistyöyritys
Cultural Wellbeing and Research Education Centre (CuWeRe)	Social Sustainability and Cultural Wellbeing	Metropolian yhteistyöalusta

taiteelliseenkin ongelmanratkaisuprosessiin. Monitieteellisen näkökulman avulla esiteltiin, kuinka luovuus ja teknologia voivat yhdessä tukea kestävien elämäntapojen edistämistä. Erityistä huomiota sai tapaus-tutkimus, jossa tarkasteltiin teknologian ja luovuuden roolia ikääntymisen haasteissa, sekä sitä, kuinka taiteen ja luovien aktiiviteettien kautta voidaan parantaa elämänlaatua ja rakentaa kestävämpiä yhteisöjä.

Luennot kokonaisuudessaan tarjosivat monipuolista tietoa kestävä kehityksen eri ulottuvuuksista, kuten talouden malleista, hiilensidonnasta teknologioista ja kulttuurisesta hyvinvoinnista. Degrowth-ajattelu haastaa yrityksiä tarkastelemaan toimintaansa kestävyuden näkökulmasta, samalla kun hiilensidonta tuo käytännön ratkaisuja ilmastotoimiin. Luovuuden ja teknologian yhdistäminen sosiaalisten haasteiden ratkaisemiseksi korostaa, kuinka eri tieteena-alojen yhteistyöllä voidaan löytää laajasti vaikuttavia, kestäviä ratkaisuja tulevaisuuden haasteisiin.

Studia Hiilitallin saavutukset ja tulevaisuus

Studia Hiilitalli onnistuttiin luomaan yhdeksi Hiilitallin tunnetuimmista toiminnallisuuksista, ja se vakiintui hankkeen aikana yhteistyöalustan ”tavamerkiksi”. Jatkuva kehittäminen, yhtäläinen oppiminen, poikkitieteellisyys ja osaamisen vahvistaminen näkyivät niin luento- ja keskusteluserjoissa kuin osallistavissa ja fasilitoiduissa keskusteluissa.

Suurimpina onnistumisina voidaan pitää monialaisuutta ja moninaisuutta, jotka heijastuivat sekä luentosisällöissä että osallistujakunnassa, sekä luentojen tieteellisen tiedon korkeaa laatua. Luentosarjan tavoitteet saavutettiin Carbon Busters -hankkeen aikana menestyksekkäästi: ensimmäisessä vaiheessa osallistujien tiedon ja ymmärryksen lisäämisen kautta, ja toisessa sekä kolmannessa vaiheessa fasilitoitujen keskustelujen ja työpajojen avulla syvennettiin opittua. Metropolian jatkuvan kehittämisen mallin avulla luentosarja saatiin tehokkaasti vastaamaan niin hankkeen omiin pää- kuin osatavoitteisiinkin.

Studia Hiilitallin ja hankkeen muiden toimenpiteiden kautta on luotu kestäviä toimintamalleja, jotka tukevat ilmastokasvatusta ja kestävä kehityksen edistämistä. Nämä mallit tarjoavat vankan perustan, jonka pohjalta voidaan jatkaa kehitystyötä ja soveltaa opittua myös tulevaisuuden haasteiden ratkaisemiseksi.

Lähteet

Climate University. 2024. Courses for Changemakers. Verkkosivusto. Viitattu 10.8.2024. <https://climateuniversity.fi>

Ertas, A. 2018. *Transdisciplinary Engineering Design Process*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Jahn, T., Bergmann, M. & Keil, F. 2012. Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics* 79. 1–10.

Landström, C. 2017. *Transdisciplinary Environmental Research*. New York City: Springer International Publishing.

Philipp, T. & Schmohl, T. 2023. *Handbook Transdisciplinary Learning*. Bielefeld: transcript - Independent Academic Publishing. <https://doi.org/10.1515/9783839463475>

Ratinen, I., Kinni, A., Muotka, A. & Sarivaara, E. 2019. Kohti ratkaisukeskeistä ilmastokasvatusta. Suomen ilmastopaneelin raportti 9/2019. https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2019/11/Ilmastokasvatusraportti_final.pdf

Kirjoittajaesittelyt

Kirsti Jylhä, erikoistutkija, Ilmatieteen laitos. Kirsti Jylhä on kokenut ilmastotutkija, joka pyrkii yhteistyöhön ilmastomuutostietoa tarvitsevien tahojen kanssa molemminpuoliseksi hyödyksi.

Eeva Kuntsi-Reunanen, vanhempi tutkija, Ilmatieteen laitos. Eeva Kuntsi-Reunanen on ekonomisti, joka on kiinnostunut jakamaan ilmastomuutoksen yhteiskunnallista vaikuttamistietoa.

Hanna Lammi, TaM (mediat.), tutkija, VTT. Hanna Lammi on käyttäjälähtöisen kehittämisen ja visuaalisen suunnittelun asiantuntija.

Janne Lehenkari, FT (aikuiskasvatust.), erikoistutkija, VTT. Janne Lehenkari on osaamisalustoista kiinnostunut pitkän linjan innovaatiotutkija.

Riitta Lehtinen, elintarviketeknologi, joka pyrkii integroimaan elinkaariajattelua ja kestävyystietoisuutta korkeakouluopetukseen, yliopettaja, Metropolia AMK

Johanna Leväsluoto, HT (hallintot.), erikoistutkija, VTT. Johanna Leväsluoto on vaikuttavuuden arviointiin ja ekosysteemikehittämiseen perehtynyt innovaatiotutkija.

Merja Klemola, viestintä- ja markkinointivastaava, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Merja Klemola on kokenut viestinnän ja markkinoinnin asiantuntija, joka pyrkii edistämään kestävästä systeemistä muutosta omalla ammattitaidollaan.

Natalia Korhonen, tutkija, Ilmatieteen laitos. Natalia Korhonen on meteorologi, joka on aktiivisesti mukana tuomassa tutkittua ilmastomuutostietoa yleiseen tietoisuuteen ja käyttöön.

Jenna Koskinen, projekti-insinööri, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Jenna Koskinen on energia- ja ympäristötekniikan insinööri, joka haluaa olla mukana edistämässä ilmastomuutoksen hillintää biologisin ratkaisuin.

Oscar Nissin, MEng., projektipäällikkö, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Oscar Nissin on pitkän linjan ajoneuvotekniikan insinööri, joka tarkastelee teknologian kehitystä megatrendit edellä.

Sami Rahman, projekti-insinööri, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sami Rahman on energia- ja ympäristötekniikan insinööri, jonka keskeiset kiinnostukset ovat bio- ja kiertotalous sekä bioenergia – ilmastomuutosta vastaan kuuluu taistella ympäristö edellä.

Riia Vidgren, DI/MSc of Tech, kestävästä kehityksen tekninen projektiasiantuntija, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Riia Vidgren on kestävästä kehityksen poikkitieteellinen moniottelija ja materiaalinörtti.

