

**Ylihuomisen
osaamista.
Yhdessä.**



Tuotteiden ja palvelujen hiilijalanjäljen laskenta

Vastuullinen yritystoiminta Pohjois-Karjalassa
4.11.2025 klo 9.00 – 11.00

FT, yliopettaja Lasse Okkonen &
Insinööri (AMK), Maria Mikkonen





Sisältö

- **Johdantoa**
 - Elinkaariarviointi Karelian energia- ja ympäristötekniikan (AMK) ja Sustainability Management (YAMK) -koulutuksissa
 - Yritysten ilmastotoimista
- Elinkaariarvioinnin perusteita
- Hiilijalanjätkilaskennasta SimaProlla
- Esimerkkejä opiskelijayhteistyötä yrityksen kanssa:
 - AllPlast – Maria Mikkonen
 - LCA –opinnäytteitä Theseuksessa
- **Keskustelu: yhteistyömahdollisuuksia ja –odotuksia vuodelle 2026**



Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälkilaskentaa Karelia-amk:ssa

- Energia- ja ympäristötekniikka, Insinööri (AMK):
 - Elinkaariarviointi 5 op
 - Life Cycle Analyses of Energy Systems 5 op. – toteutetaan myös UEF:n Sustainable Forest Bioeconomy –ohjelmassa
 - Opinnäytetyöt (n. 3-5 kpl/a)
- Sustainability Management (YAMK) –koulutus
 - Life Cycle Management 5 op
 - Opinnäytetyöt 30 op. – ensimmäiset LCA –työt käynnissä
 - Opinnäytetyöt ovat laajoja ja niihin sisältyy työelämän kehittämistehtävä



MSc in
**SUSTAINABILITY
MANAGEMENT**

Karelia University
of Applied Sciences
FINLAND



Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälkilaskentaa Karelia-amk:ssa

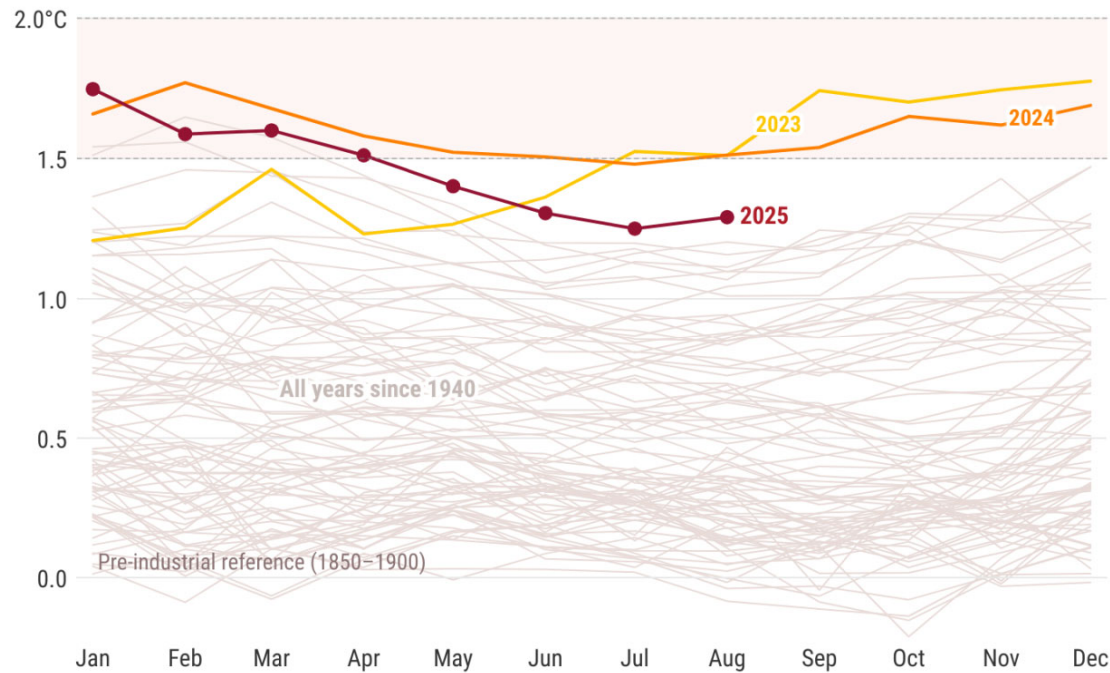
- **Opintojaksot:**
 - Tehdään karkeampia nk. Screening study –arviointeja
 - Lähtökohtana on oppimisprosessi aidoilla aineistoilla ja matala kynnys yhteistyölle
 - Yhdistetty yrityksen ympäristöjohtamisen harjoitustyöhön
 - Tyypillisesti hiilijalanjälkilaskentaa
- **Opinnäytteet:**
 - Edellytetään **valmiustasoa** sekä osallistuvilta opiskelijoilta että yrityksiltä
 - Tarvitaan sujuvaa yhteistyötä koko prosessin ajan, erityisesti aineiston hankinnan ja analysoinnin aikana
 - Tuloksena perusteellisempia elinkaariarviointeja
 - LCA kytkeytyy myös muihin menetelmiin





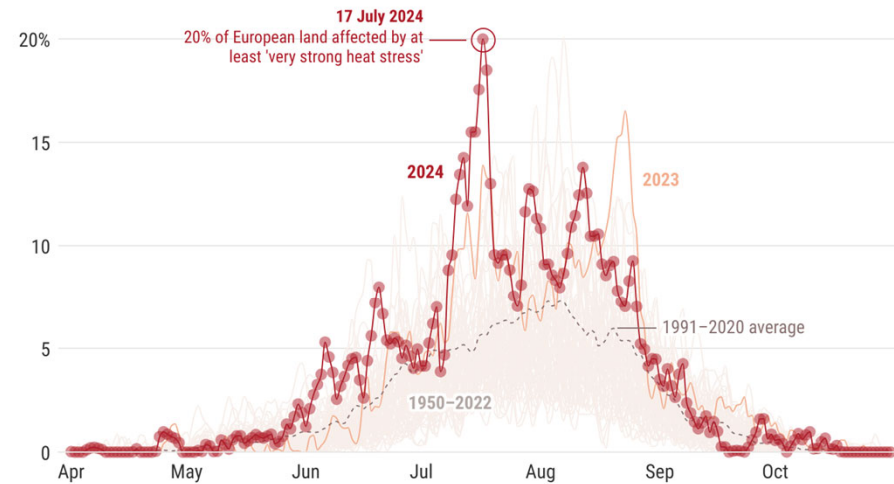
Monthly global surface air temperature anomalies

Data source: ERA5 • Reference period: pre-industrial (1850–1900) • Credit: C3S/ECMWF



How much of Europe was affected by at least 'very strong heat stress' in 2024?

Daily percentage of Europe where the maximum feels-like temperature is at least 38°C



Feel-like temperature based on the Universal Thermal Climate Index (UTCI), which takes into account temperature, humidity, wind speed, sunshine and heat emitted by the surroundings, and how the body responds to different thermal environments. Data include land area only.

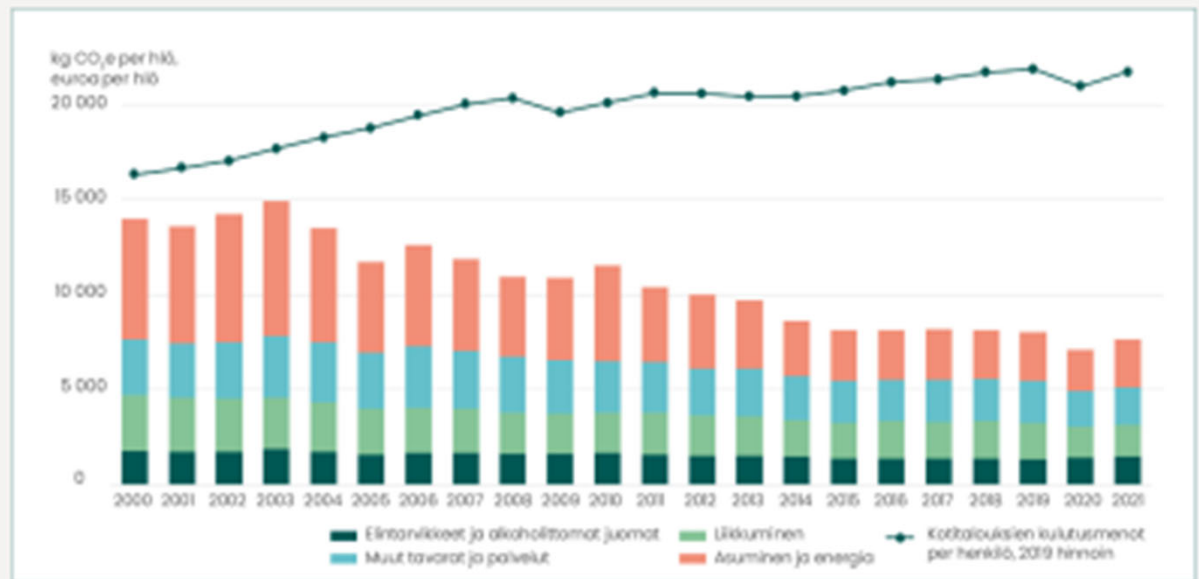
Data: ERA5-HEAT UTCI • Credit: C3S/ECMWF



Suomalaisten hiilijalanjälki on ollut laskusuunnassa

- Ilmastobarometrin (-23) Enemmistö (79 %) vastaajista on sitä mieltä, että Suomi voi parantaa kilpailukykyään panostamalla ilmastonmuutoksen hillintään esimerkiksi kehittämällä osaamista ja uusia teknologisia ratkaisuja

Suomalaisen keskimääräiset kulutusmenot ja hiilijalanjälki 2000–2021



<https://www.ymparisto.fi/fi/suomalaisen-kulutuksen-hiilijalanjalki>

- **Yritysten ilmastotoimet ovat jo osa vakiintunutta ja omaehtoista toimintaa**

Ajureita: yrityksen arvot / strategia, velvoitteet (julkiset ja yhteistyökumppaneiden odotukset), kustannustehokkuus, imago, asiakkaiden odotukset..

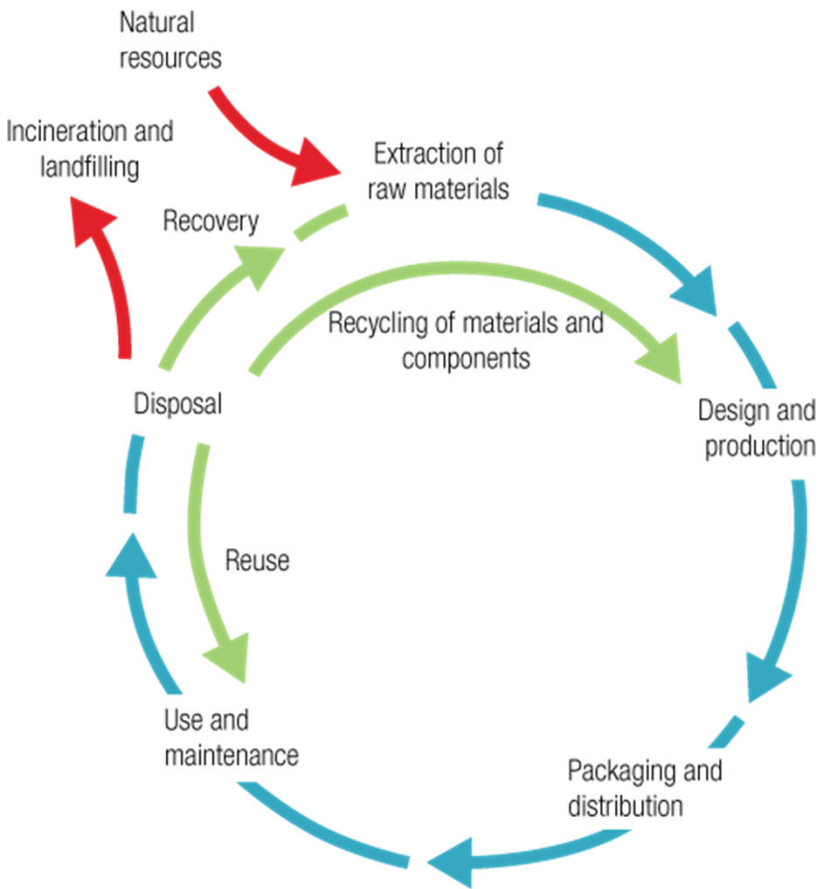
- [PK -ilmastobarometrin](#) (2020) mukaan n. 70% Pk-yrityksistä toteutti päästöjen vähennystoimia vuonna 2019.
- Ilmastonmuutoksen liiketoiminnan mahdollisuuksia tunnistavat erityisesti kasvuhakuiset ja investointihalukkaat yritykset.



Elinkaarinarvioinnin ja perusteita



Elinkaarinäkökulma



ISO 14040

“Elinkaariarvioinnissa otetaan huomioon tuotteen koko elinkaari raaka-aineen hankinnasta energian ja materiaalin tuotannon ja valmistuksen kautta käyttöön ja käytöstä poistoon sekä jätteiden loppusijoitukseen”

“Käyttämällä tällaista järjestelmällistä katsausta ja näkökulmaa voidaan tunnistaa ja potentiaalisesti välttää potentiaalisten ympäristökuormien siirtyminen elinkaaren vaiheiden tai yksittäisten prosessien välillä”

“In each life cycle stage there is the potential to reduce resource consumption and improve the performance of products” (Life Cycle Initiative 2023)

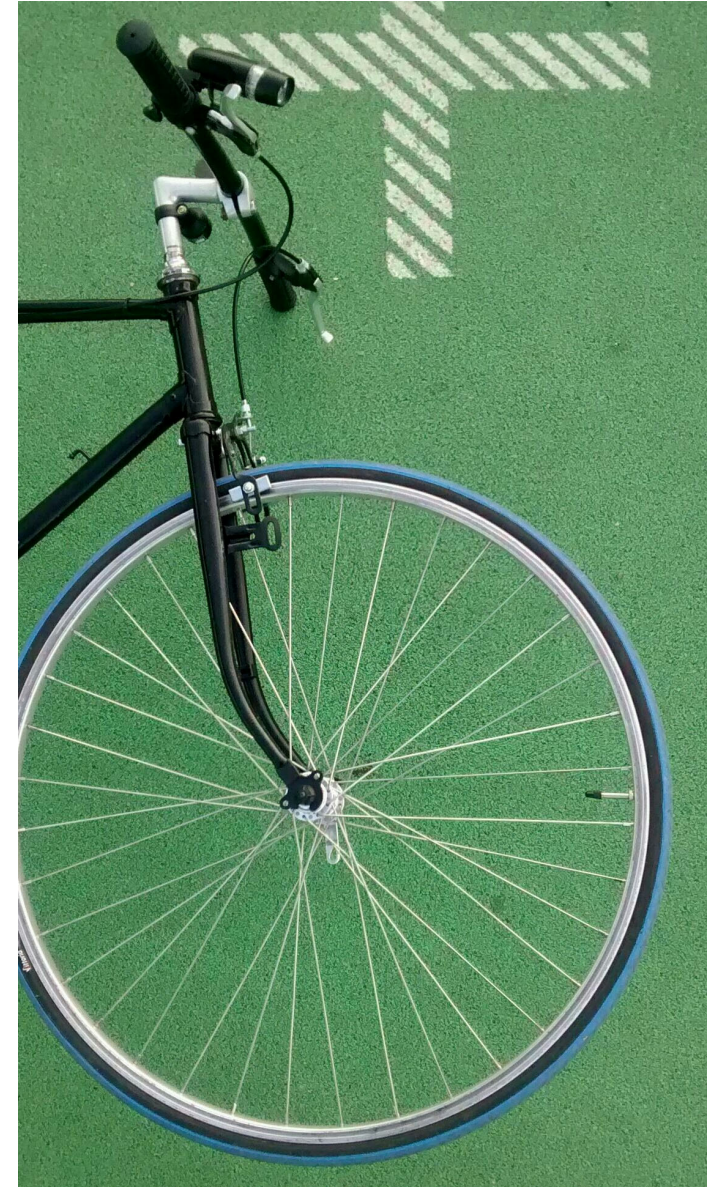


Elinkaariarviointi

”Tuotejärjestelmän elinkaaren aikaisten syötteiden ja tuotosten sekä potentiaalisten ympäristövaikutusten koostaminen ja arviointi”

(ISO 14040)

- Elinkaarinäkökulma
- Tuotejärjestelmä
- Syötteet (panokset) ja Tuotokset
- Koostaminen (inventaarior ja inventaarioranalyysi)
- Elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arviointi (LCIA)



Elinkaariarviointi

– menetelmiä
ekologiseen tuote- ja
palvelusuunnitteluun

- LCA:n avulla voidaan arvioida tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta
- Usein elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset voivat olla huomattavia ja yllättäviä
- Arviointi kattaa koko tuotejärjestelmän raaka-aineiden hankinnasta aina tuotteen uudelleenkäyttöön tai käytöstä poistoon



Elinkaariarviointi

– menetelmiä ekologiseen tuote- ja palvelusuunnitteluun

- **Voidaan soveltaa monin tavoin**
 - Ympäristövaikutusten tunnistamiseen
 - Uudelleen suunnitteluun ja negatiivisten vaikutusten pienentämiseen / positiivisten vaikutusten suurentamiseen
 - Esim. Hiilijalanjälki / Hiilikädenjälki
- **Voidaan tehdä eri tarkkuustasoilla:**
 - Karkean tason "Screening" – tunnistetaan kohtia, joita on syytä arvioida tarkemmin
 - Perusteellisena, kokonaisvaltaisena ja usein monimutkaisena arviointina
- Mahdollistaa vertailut (esim. EPD –selosteet)
- Edellyttää toimivaa yhteistyötä verkostoissa



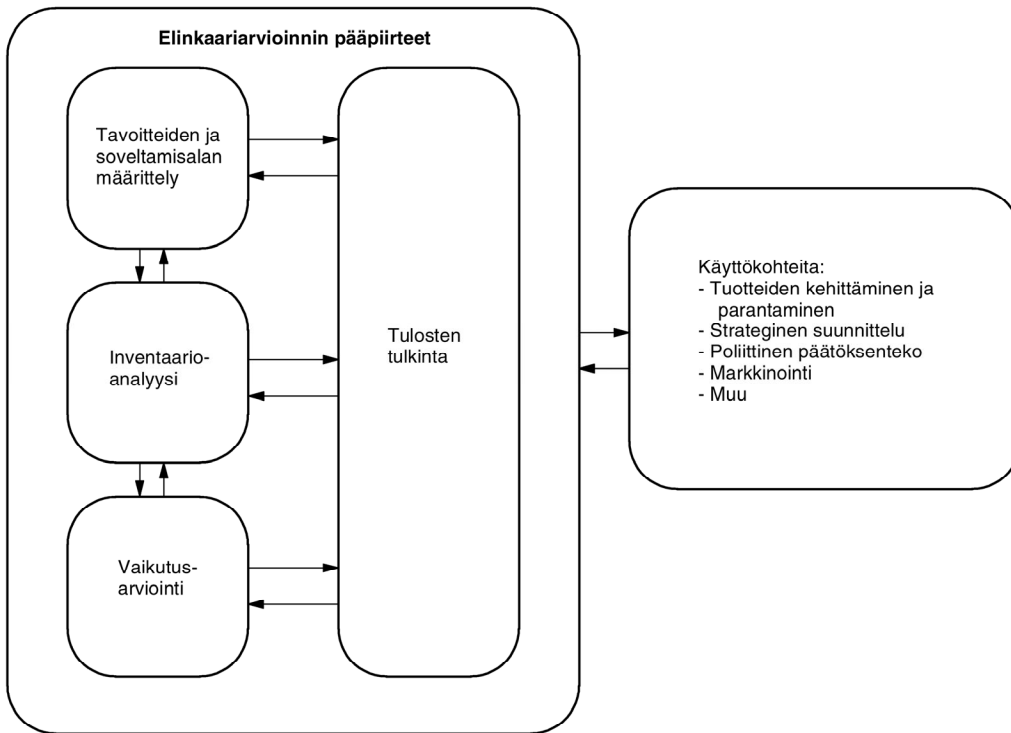
Elinkaariarviointi

– menetelmiä ekologiseen tuote- ja palvelusuunnitteluun

- Elinkaariarvioinnin merkitys on kasvanut vastuullisuustyön ja markkinoinnin myötä
- Sen avulla voidaan tunnistaa ja mitata erilaisia ympäristövaikutuksia, sosiaalisia riskejä ja elinkaaren kustannuksia
- Mahdollistaa kokonaisvaikutusten arvioinnin, joissa erilaisia vaikutuksia suhteutetaan ja verrataan keskenään
- Arvioinneille on kehitetty vahva standardiperusta, joka ohjaa laadintaa ja tiedon käyttöä
- Elinkaariarviointia voidaan soveltaa mm.
 - Ympäristömerkinnöissä
 - Ympäristöjohtamisjärjestelmässä
 - Strategiatyössä ja markkinoinnissa



Elinkaariarvioinnin päävaiheet



Kuva 1 Elinkaariarvioinnin vaiheet

- Päävaiheet arvioinnissa (ISO 14040):
 - Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely
 - Elinkaari-inventaario (LCI)
 - Elinkaaren vaikutusarviointi (LCIA)
 - Tulkinta

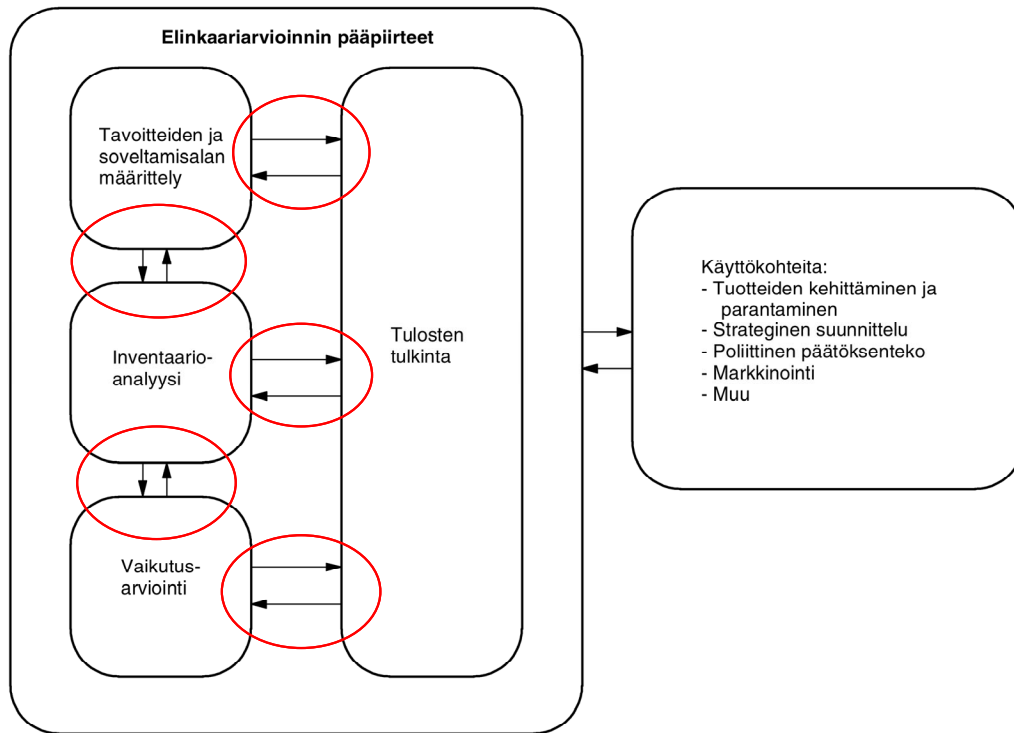


Standardiperusta

- Johdonmukaisuutta ja perusteellisuutta tarvitaan kussakin vaiheessa, jotta tulokset ovat luotettavia
- Johdonmukaisuutta saavutetaan elinkaarianalyysin standardiperusteisilla menettelyohjeilla:
 - **ISO 14040:** Määrittelee elinkaariarvioinnin (LCA) periaatteet, rakenteen ja ydinvaiheet
 - Toimii perustana kaikille LCA-menetelmiin pohjautuville ympäristöselvityksille
 - **ISO 14044:** Sisältää käytännön ohjeet LCA:n toteuttamiseen
 - **ISO 14067:** Ohjaa elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen laskentaa
 - **ISO 14025:** Kattaa ympäristötuoteselosteet (EPD). Käytetään, jos LCA:n tulokset halutaan jalostaa tuotteen ympäristöselosteeksi.



Elinkaariarvioinnin päävaiheet



Kuva 1 Elinkaariarvioinnin vaiheet

Elinkaariarviointi on joustavaa ja vaiheittaista

Iteratiivisesti kuhunkin vaiheeseen voi palata uudelleen:

Esim.

- Jostain prosessista ei saada aineistoa → tavoitetta ja soveltamisalaa muutetaan
- Mallinnuksella ei saavuteta johdonmukaisia tuloksia → palataan soveltamisalaan ja aineiston keräämiseen
- Yllättäviä tuloksia: lisätään uusi tutkittava vaikutusluokka

Muutoksia sisältyy lähes kaikkiin elinkaariarvionteihin!



Elinkaariarvioinnin suunnittelu

| Käsite | Selite |
|------------------------|---|
| Tavoite | Elinkaarianalyysin aiottu käyttötarkoitus, syyt analyysin laadinnalle, kohderyhmä. Käytetäänkö analyysiä julkisten vertailuväitteiden esittämiseen. |
| Toiminnallinen yksikkö | Selvästi ja määrällisessä muodossa esitetty analyysin kohde. Tuotejärjestelmän määrällinen suorituskyky, jota käytetään tutkimuksen referenssiyksikkönä. |
| Tuotejärjestelmä | Tuotejärjestelmä on prosessien ja niiden välisten virtojen muodostama kokonaisuus, joka kuvaa tuotteen elinkaarta. |
| Systeemirajaus | Määrittely, mikä osa tuotejärjestelmästä (elinkaaresta) on mukana tutkimuksessa. |
| Inventaario | Elinkaaren aikaiset syötteet ja tuotokset kootaan elinkaarianalyysin aineistoksi. |
| Vaikutusarvionti | Tarkoituksena on ymmärtää potentiaalisten ympäristövaikutusten laajuutta ja merkittävyyttä koko elinkaaren ajalta. Vaikutuksia tulkitaan suhteessa elinkaariarvioinnin tavoitteisiin. |



Kenelle elinkaaritietoa tarvitaan?

- **Itselle:** tiedetään tuotteen ympäristövaikutuksia ja osataan kehittää tuotetta kestävämmäksi
- **Yritysten välinen** tiedon jakaminen Tietoja tarvitaan selvitetessä esim. (RTS 2023):
 - *tuotteiden sisältämiä haitallisia aineita*
 - *tuotteiden soveltuvuutta kierrätykseen*
 - *tuotteiden soveltuvuutta uudelleenkäyttöön*
 - *tuotteiden soveltuvuutta loppusijoitukseen*
 - *tuotteiden resurssitehokkuutta*
 - *tuotteiden materiaalitehokkuutta*
 - *tuotteiden ja rakentamisen hiilijalanjälkeä ja muita ympäristövaikutuksia*
- Myös osittainen tieto sopii **kuluttajien informointiin**, esim. hiilijalanjälki tai elinkaaren aikainen energiankulutus

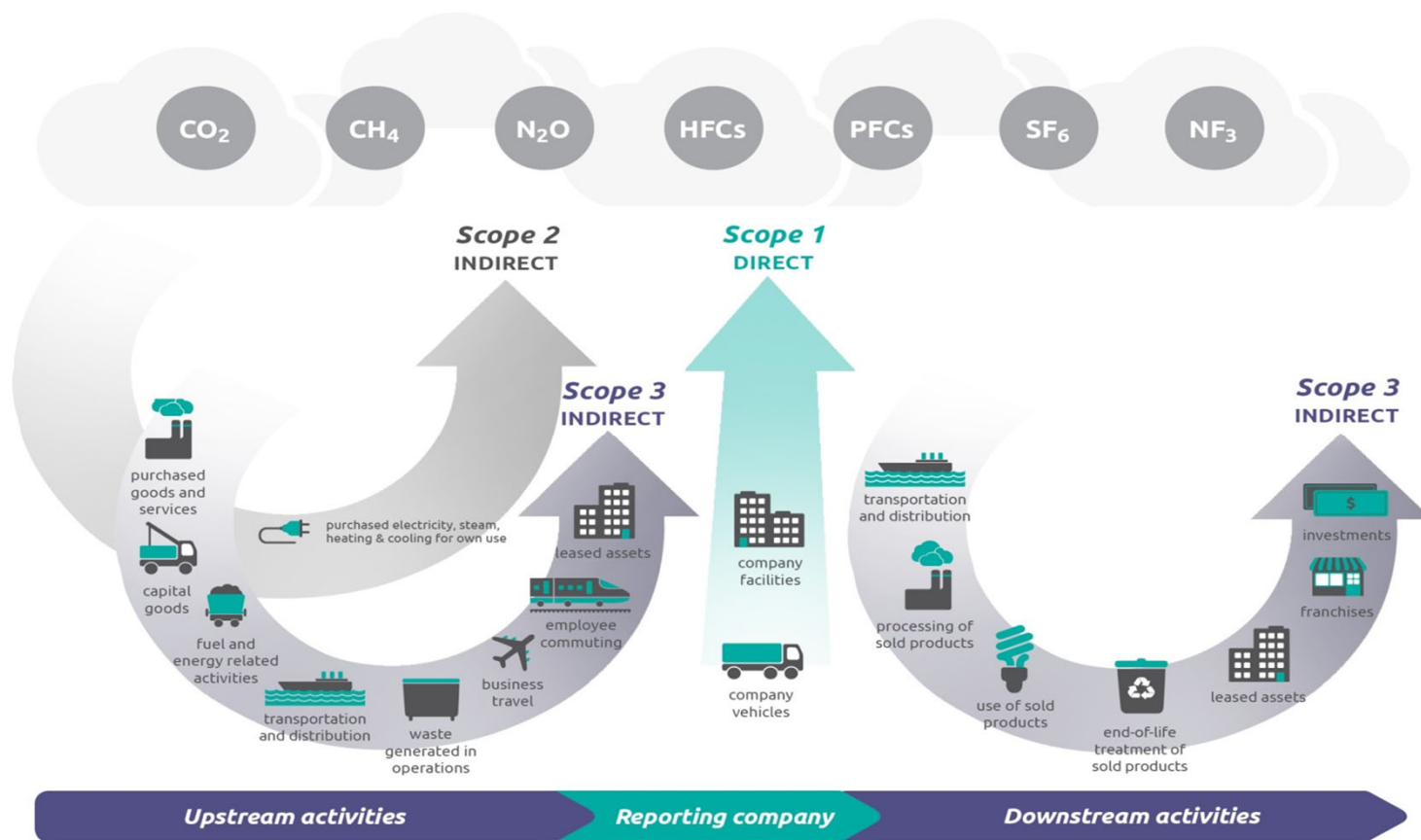
Läpinäkyvyys raportoinnissa

- Elinkaariarvioinneissa on aina taustaoletuksia
- Läpinäkyvyyttä tarvitaan luotettavuuden varmistamiseen ja tulosten oikeaan tulkintaan ja käyttöön
- Kaikki elinkaariarvioinnin vaiheet raportoidaan avoimesti
 - Tehdyt oletukset, aineiston laatu, tulosten luotettavuus ja tutkimuksen rajoitteet
- **Valmiit selosteet ja raportointitavat** auttavat luottamuksellisten tietojen salaamisessa ja vastuullisuustietojen julkaisemisessa
- Elinkaariarviontien avulla edistetään oman työn ohella muiden kestäväen kehityksen mukaista työtä

Hiilijalanjälkilaskennasta SimaPro-ohjelmistolla



GHG –protokollan vaikutusalueet (Scope 1–3)



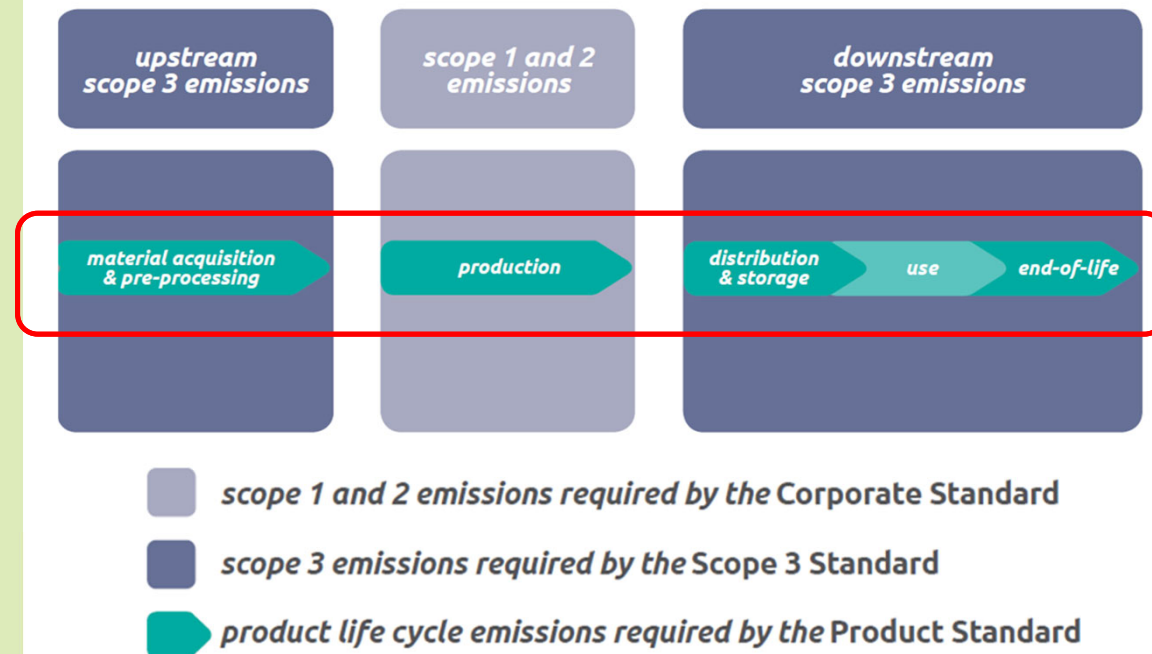
Scope 3 =
organisaation
ulkopuoliset
(epäsuorat päästöt)



World Resources Institute & World Business Council on Sustainable Development. 2011. The Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Available at: <https://ghgpro-ocol.org/standards/scope-3-standard>.

GHG -Protokollan eri standardit ovat toisiaan täydentäviä:

- muodostavat yhdessä kasvihuonekaasujen päästöjenhallinnan kokonaisuuden
- Elinkaarinäkökulma kattaa kaikki kolme vaikutusaluetta yhdessä
- Yleensä aloitetaan suorista päästöistä (Scope 1-2), josta jatketaan ja syvennytään arvoketjuihin, elinkaariarviointeihin ja projekteihin



<https://ghgprotocol.org/guidance-0>

SimaPro Craft & Faculty

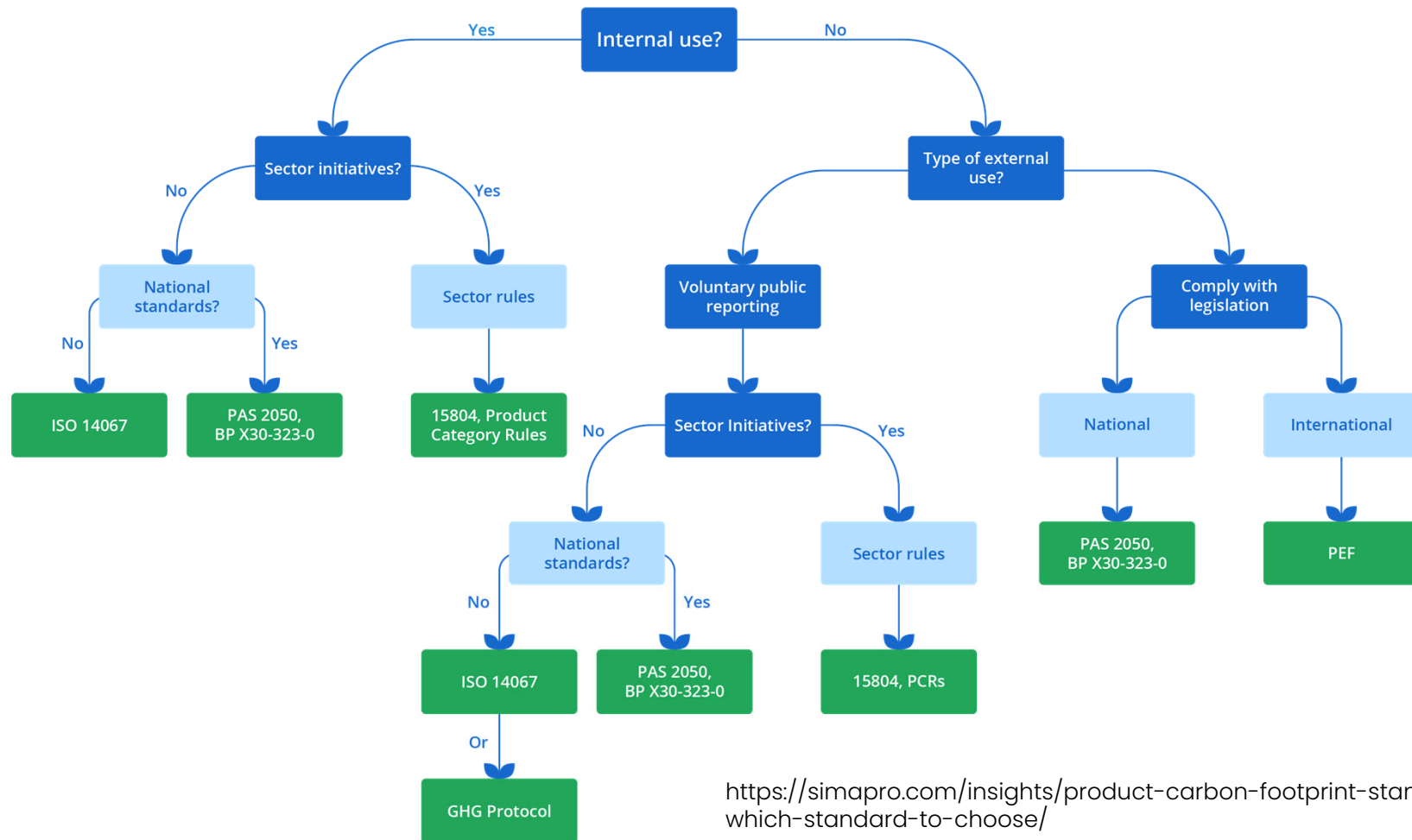
- Standardiperusteinen ammattilaisohjelmisto, joka sopii hyvin eri toimialoille
- Opetuksessa positiiviset kokemukset jo 20 vuotta PKAMK:ssa/Kareliassa
- Sisältää laajat elinkaari-inventaario tietokannat (mm. EcoInvent)
- Kattava valikoima vaikutusarviointimetodeja
- Tuloraportointi vielä osin työlästä verrattuna automaattisempiin laskureihin/EPD generaattoreihin
- Raportointipohjat ja automaattisemmat toiminnot ovat kehittymässä lähivuosina



Karelian referenssi SimaPron –sivustolla: [Karelia UAS investigates the impact of web-based companies.](#)

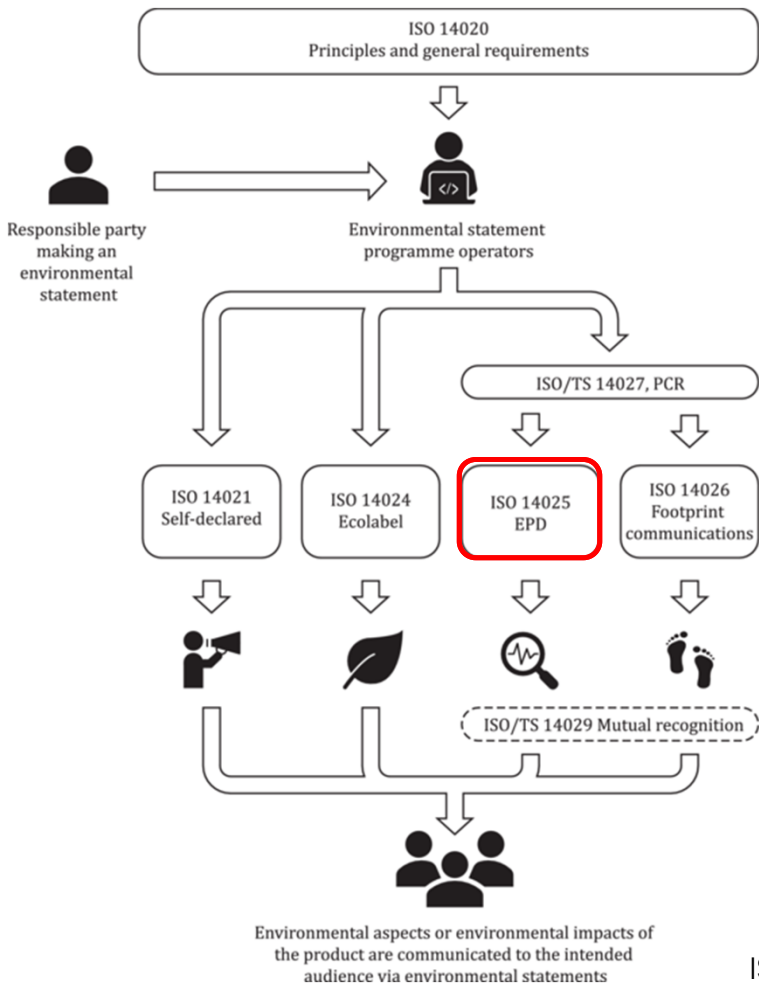


Mitä standardia sovelletaan hiilijalanjäljen laskennassa?



<https://simapro.com/insights/product-carbon-footprint-standards-which-standard-to-choose/>





ISO 14020

Sektorikohtainen tuotos: EPD –seloste

- Riippumaton, elinkaariarviontiin perustuva, vapaaehtoinen, standardoitu
- Esittää olennaisia, varmennettuja ja vertailukelpoisia tietoja tuotteen tai tuoteryhmän ympäristövaikutuksista
- Perustana välipistemenetelmät eli "konkreettisten vaikutusten" laskenta
- Esim. RTS:n EPD rakennustuotteille (EN 15804 –standardi)
- Kyseessä on nk. Tyyppi-III –ympäristömerkki (ISO 14025)
- Opinnäytetöinä on laadittu EPD:n mukaista laskentaa, mutta jatkoprosessi julkaistavaan selosteeseen ei ole ollut mukana opinnäytetyössä (aika & kustannukset)



Elinkaariarviointi ja hiilijalanjäljen laskenta Alposet LillaPro- lumikengille

Insinööri (AMK), Maria Mikkonen



Julkaisun pysyvä osoite on

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2025061022221>



Alpoet LillaPro – lumikenkien LCA

- Työssä analysoitiin Alpoet LillaPro –lumikenkien elinkaarta ja hiilijalanjälkeä “kehdosta portille”
- Tilaajana toimi Oy All-Plast AB Heinävaarasta, Pohjois-Karjalasta.
- Tavoitteena oli:
 - Mallintaa tuotteen elinkaari valmistukseen asti.
 - Laskea tuotteen osittainen hiilijalanjälki (ei käyttö- eikä loppukäyttövaihetta).
 - Ehdottaa keinoja ympäristövaikutusten ja hiilijalanjäljen pienentämiseksi erityisesti kiertotalouden keinoin.





AlpoSet LillaPro – lumikenkien LCA

- Tuotteen osittainen hiilijalanjälki (tehtaan portille asti) on noin 14,6 kg CO₂e / lumikenkäpari.
- Tulokset on esitelty tarkasti komponenteittain ja prosessiryhmittäin.
- Suurin osuus päästöistä syntyy materiaalien valmistuksesta.
- Herkkyysanalyysi osoitti, että myös metalliosien hankinta ja kuljetus vaikuttaa merkittävästi hiilijalanjälkeen.





Alpo LillaPro – lumikenkien LCA

- Mikä työssä on kiinnostavaa yrittäjien näkökulmasta?
 - **Markkinointietu:** tarkka hiilijalanjälkiluku tukee vastuullisuusviestintää.
 - **Materiaalien rooli:** Koska päästöt painottuvat materiaaleihin, siirtyminen kierrätettyihin tai vähäpäästöisiin raaka-aineisiin tarjoaa merkittäviä parannusmahdollisuuksia.
 - **Logistiikan optimointi:** kuljetusreittien, hankintaketjun ja kuljetusmuotojen tarkastelu voi pienentää jalanjälkeä.
 - **Kiertotalouden mahdollisuudet:** Työ korostaa kiertotalousratkaisuja, kuten osien uudelleenkäyttöä, kierrätystä, huollettavuutta ja palautusjärjestelmiä – nämä voivat avata uusia liiketoimintamalleja.
 - Työssä on tunnustettu ja raportoitu avoimesti myös rajoitteet ja jatkokehitysmahdollisuudet



LCA ja hiilijalanjälkilaskennan opinnäytetöitä Theseuksessa



Karelia-ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Sähkökeskustekniikan elinkaariarviointi ja EPD-laskenta

Jori Mettinen

Opinnäytetyö, toukokuu 2023

www.karelia.fi

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023060220752>



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)

Tuoteryhmän elinkaariarviointi (LCA) Ouneva Oy:lle

Annika Tuovinen

Opinnäytetyö, marraskuu 2023

www.karelia.fi

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023120534296>



Karelia-ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikka (AMK)

Muovisola Oy:n hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki organisaatiolle ja sen tuotteelle

Emmi Matkainen

Opinnäytetyö, huhtikuu 2022

www.karelia.fi

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202204124981>



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikka

Hiilijalanjäljen laskennan määrittäminen Opiskelija-asunnot Oy Joensuu E11:lle

Majja Forsblom

Henni Lipsanen
Opinnäytetyö, marraskuu 2024

www.karelia.fi

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2024112730667>



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri, energia- ja ympäristötekniikka (AMK)

SimaPro LCA -verkkoalustan pilotointi Lietsu Palvelut Oy:lle

Markus Oikarinen

Estu Nevalainen
Opinnäytetyö, toukokuu 2024

www.karelia.fi

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2024060521233>

Smeds, Sofia; Mäenpää, Maria (2017)
Vedensäästöpalvelun ympäristövaikutusten arviointi Innotek Oy:lle.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201702242678>

Uudelleengranuloidun muovimateriaalin vähentyneet ympäristövaikutukset ja kustannussäästöt Hyttinen, Leena (2014)

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201401301867>



Lähteet

- ISO 14020:2022(en). Environmental statements and programmes for products – Principles and general requirements
- ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
- Life Cycle Initiative 2023. <https://www.lifecycleinitiative.org/>
- RTS 2023. rakennustieto. RTS EPD –ympäristöseloste. <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/rts-epd-ymparistoseloste>
- Simapro. 2025. <https://simapro.com/customer-stories/new-project-of-karelia-uas-investigates-the-impact-of-web-based-companies/>
- Matthews 2018. LCA Textbook. Carnegie Mellon University.



Kiitos mielenkiinnostanne!

Yhteystiedot:

FT, yliopettaja Lasse Okkonen
Energia- ja ympäristötekniikka
(insinööri AMK) & Sustainability
Management (YAMK) -
koulutukset

lasse.okkonen@karelia.fi

+358 50 342 3582

Maria Mikkonen

Insinööri (AMK),

Vastuullisuusasiantuntija

tarumaria.mikkonen@gmail.com

+358 40 766 8936



**Let's Craft
a Better
Tomorrow.
Together.**

