



Elina Ruoho

Hiilikädenjäljen laskenta- menetelmän määrittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

9.1.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Elina Ruoho
Otsikko: Hiilikädenjäljen laskentamenetelmän määrittäminen
Sivumäärä: 112 sivua
Aika: 9.1.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine: Ympäristötekniikka
Ohjaajat: Lehtori Ismo Halonen
Ryhmäpäällikkö Ulla Nykter

Yrityksille niiden oman toiminnan synnyttämien negatiivisten ilmastovaikutusten mitaaminen hiilijalanjälkilaskennan avulla on nykyään yritys vastuutyössä valtavirtaa. Hiilikädenjälki on kehittynyt vastapainoksi negatiivisiin ilmastovaikutuksiin keskittyvän hiilijalanjäljen rinnalle. Hiilikädenjälki kuvaa niitä positiivisia ilmastovaikutuksia, joita yritys tuottaa asiakkailleen tai yhteiskunnalle tuotteidensa ja palveluidensa kautta.

Työ tehtiin Granlundille. Työn tavoitteena oli tuottaa kuvaus hiilikädenjäljen käsitteen ja siihen liittyvien laskentamenetelmien nykytilasta sekä antaa suosituksia työn tilaajalle Granlundille yhtiön oman hiilikädenjäljen laskennan toteuttamiseksi. Työ koostuu kirjallisuuskatsauksesta, laskentamenetelmän esittämisestä Granlundin tarpeisiin sekä valitun menetelmän kvalitatiivisesta soveltamisesta Granlundin kahden palvelukokonaisuuden, rakentamisen CO₂e-päästöohjauksen ja Keskon tarpeisiin luodun energiankierrätysjärjestelmäkonseptin, hiilikädenjälkien laskentaan. Työn lopussa esitetään suositukset hiilikädenjäljen laskentatyön käynnistämiseksi yhtiössä.

Työssä havaittiin, että VTT:n ja LUTin elinkaari pohjainen hiilikädenjäljen laskentamenetelmä antaa laskentatyölle selkeät raamit. Samalla todettiin, että sovellettaessa menetelmää konsultoinnin kaltaisiin palveluihin, menetelmä jättää laskijalle tulkinnanvaraa esimerkiksi laskennassa käytettävien oletusten ja rajausten suhteen. Tämä havainto korostaa läpinäkyvyyden merkitystä hiilikädenjälkeä koskevassa tulosviestinnässä.

Koko yhtiön palvelutarjoaman synnyttämän hiilikädenjäljen laskennan voidaan olettaa olevan sekä aikaa sekä resursseja vaativa tehtäväkokonaisuus. Järkevin lähtökohta on luoda tehtävää varten yhtiön sisäinen asiantuntijapaneeli, aloittaa laskentatyö selkeistä, valittuun laskentamenetelmään luontevimmin osuvista kokonaisuuksista ja siirtyä kokemuksen karttuessa askel askeleelta haastavampiin laskentatapauksiin.

Avainsanat: hiilikädenjälki, kädenjälki, elinkaariarviointi

Abstract

Author: Elina Ruoho
Title: Determination of the most suitable method for carbon handprint calculation
Number of Pages: 112 pages
Date: 9 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Engineering
Professional Major: Environmental Engineering
Supervisors: Senior Lecturer Ismo Halonen
Group Manager Ulla Nykter

The usage of carbon handprint in the measurement of the negative climate impacts caused by business activities has already become mainstream in both large and small companies. Alongside this development, the concept of carbon handprint has begun to evolve as a counterpart for carbon footprint. Carbon handprint aims at capturing the positive climate impacts that a company produces to its' clients or to the society at large through its' products and services.

The aim of this thesis was to produce a review of the current state of the concept of carbon handprint and any related calculation methods as well as to create fact-based recommendations for the Granlund group for the calculation of its own carbon handprint. The thesis consists of a literature review, presentation of a calculation method chosen to fit Granlund's needs, qualitative fitting and testing of this chosen method with two of Granlund's services (whole-life carbon management of buildings and energy recycling system developed for K Group stores) as well as provision of a set of recommendations for the actual calculation process.

One outcome of the work was that the Carbon Handprint Guide, based on existing LCA-standards and developed by VTT Technical Research Centre of Finland and LUT University, provides a clear framework for handprint calculations. However, it was also observed that when the method is applied to complex services, such as consulting, the guidelines of the Carbon Handprint Guide leave room for interpretation. This highlights the importance of transparency when communicating the results.

The calculation of a handprint that covers all the products and services of the Granlund group is assumed to be both resource-intensive and time-consuming. It is recommended that Granlund create an internal expert panel, begin the calculation work with clear cases that fit well with the method and then advance to more challenging cases.

Keywords: Carbon handprint, Handprint, Life Cycle Assessment

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimuskysymykset	2
3	Menetelmät	2
4	Yritysesittely	4
4.1	Granlund-konserni	4
4.2	Granlund Oy	5
4.3	Granlundin ympäristövastuullisuustyö	6
4.4	Tarve hiilikädenjäljen laskennan kehittämiseen	7
5	Kirjallisuuskatsaus	7
5.1	Sisältö ja toteutustapa	7
5.2	Kädenjälkeen liittyvä käsitteistö ja terminologia	8
5.3	Kädenjälkeä koskeva keskustelu	13
5.4	ISO-standardien ja GHG-laskentaprotokollan merkitys kädenjälkilaskennalle	29
5.5	Kädenjäljen syntymekanismit eri menetelmissä ja kädenjälkien luokittelu	33
5.6	VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmä	41
5.7	Yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta	48
6	Laskentamenetelmän kehitys Granlundin tarpeisiin	53
6.1	Kirjallisuuskatsauksesta johdetut suositukset	54
6.2	Täydennetty VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä	60
7	Case-esimerkit Granlundin työstä	60
7.1	Rakentamisen vähähiilisyyden ohjaus	61
7.2	Energiakierrätysjärjestelmän luominen ruokakauppaketjun käyttöön	79
7.3	Pohdintaa case-esimerkeistä	96
8	Tiekartta hiilikädenjälkilaskentaan	99

8.1	Laskennan laajuuden määrittäminen pitkällä tähtäimellä	99
8.2	Laskennan laajuuden määrittäminen lyhyellä tähtäimellä	101
8.3	Laskentamenetelmän lukitseminen	101
8.4	Laskennan resursointi	102
8.5	Tulosten käsittely	103
8.6	Tulosten viestintä	104
9	Yhteenveto	104
	Lähteet	107

Lyhenteet

GHG	Greenhouse gases (Kasvihuonekaasut)
ICCA	International Council of Chemical Associations (Kansainvälinen kemianteollisuuden yhdistysten neuvosto)
ISO	International Organization of Standardization (Kansainvälinen standardisoimisjärjestö)
ISO-SFS	Etuliite ISO-standardille, joka on vahvistettu Suomessa
LUT	Lappeenranta University of Technology (LUT-yliopisto)
SDG	Sustainable Development Goal (Kestävän kehityksen tavoite)
SFS	Suomen standardoimisliitto
UNESCO	The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Yhdistyneiden kansakuntien kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö)
VTT	Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Maailman kestävän kehityksen yritysneuvosto)
YK	Yhdistyneet kansakunnat

1 Johdanto

Yritystoiminnan vastuullisuus on noussut vahvasti yritysten toimintaa määrittäväksi ja ohjaavaksi tekijäksi. Samalla käsitys siitä, mitä yritysvastuu merkitsee, on muotoutumassa uuteen suuntaan. Pelkkä lainsäädännön vaatimusten täyttäminen tai oman toiminnan synnyttämien haittojen minimointi eivät enää riitä. Vastuullisuus nähdään enenevässä määrin kilpailuetuna sekä arvonluonnin mekanismina. Vastuullisuuden kautta syntyvästä lisäarvosta on myös kyettävä viestimään uskottavasti sekä asiakkaille että erilaisille sidosryhmille.

Kädenjälkiajattelu on syntynyt vastaamaan tähän tarpeeseen. Kädenjälkiajattelun lähtökohtana on keskittyä toimijan synnyttämien negatiivisten vaikutusten lisäksi myös toimijan toiminnan synnyttämiin positiivisiin vaikutuksiin sekä pyrkiä maksimoimaan toiminnan hyödyt (Biemer ym. 2013; Norris & Phansey 2015). Kädenjälkiajattelua voidaan teoriassa soveltaa laajasti sekä ympäristöllisten että sosiaalisten vaikutusten mittaamisen saralla (Norris 2013: 9). Eniten kädenjälkiajattelua on kehitetty juuri ympäristövaikutusten puolella (ks. mm. Biemerin ym. 2013 artikkeli ympäristöllisestä jalanjäljestä), mukaan lukien ilmastovaikutukset.

Työn tilaaja Granlund seuraa hiilijalanjäljen avulla oman toimintansa negatiivisia ilmastovaikutuksia ja on luonut tiekartan, jonka avulla yhtiö etenee kohti näiden negatiivisten vaikutusten minimointia sekä yhtiötason hiilineutraaliutta (Granlund vuosikertomus 2020: 18–19). Granlundin tuote- ja palveluvalikoimaan on yrityksen toiminnan alusta lähtien kuulunut erityisesti energiaan sekä energiatehokkuuteen liittyviä palvelukokonaisuuksia, jotka synnyttävät ilmaston kannalta positiivisia vaikutuksia asiakkaille ja ympäröivälle yhteiskunnalle (Vastuullisuus ja asiantuntemus ovat tutkitusti Granlundin valtteja 2021). Näiden palveluiden kysynnän ennustetaan kasvavan entuudestaan tulevaisuudessa (Granlund vuosikertomus 2020: 18). Osana yhtiön vastuullisuustyötä sekä palvelutarjoaman kestävästä kehitystyöstä Granlund on halunnut lähteä kartoittamaan

hiilikädenjäljen potentiaalia. Tämän työn tarkoitus on koota tietopohjaa ja avata tietä hiilikädenjälkilaskennan kehittämiseksi Granlundilla.

2 Tutkimuskysymykset

Työn tarkoituksena on tuottaa vastaus seuraaviin kysymyksiin hiilikädenjälkeä koskien:

- Mitä hiilikädenjäljen käsitteellä tarkoitetaan? Miten käsite määritellään tällä hetkellä olemassa olevassa akateemisessa kirjallisuudessa, standardeissa ja laskentaprotokollissa?
- Minkälaisia menetelmiä hiilikädenjäljen määrittämiseen ja laskemiseen eri toimijoiden taholta on tähän mennessä esitetty? Millainen hiilikädenjäljen laskentamenetelmä soveltuu parhaiten Granlundin käyttöön?
- Minkälainen hiilikädenjälkipotentiaali on tarkasteluun valituilla kahdella Granlundin palvelukokonaisuudella? Miten nämä palvelukokonaisuudet suhteutuvat kirjallisuuskatsaukseen sekä valittuun hiilikädenjäljen laskentamenetelmään?
- Millaisia Granlundin hiilikädenjäljen laskentaan linkittyviä jatkoselvitystarpeita tai lisätutkimusta vaativia kysymyksiä työn aikana nousee esiin?

Näihin tutkimuskysymyksiin etsitään tässä työssä ratkaisuja menetelmillä, jotka on kuvattu seuraavassa luvussa.

3 Menetelmät

Opinnäytetyön toteutus koostuu alla esitetyistä neljästä vaiheesta.

1) Työn taustatutkimus kattaa seuraavat osiot:

- perehtymisen (hiili)kädenjälkeä ja sen laskentaa koskeviin tieteellisiin artikkeleihin ja selvityksiin
- hiilijalanjälkeä käsittelevien standardien ja laskentaprotokollien läpikäymisen ja mahdollisten hiilikädenjälkilaskentaan kytkeytyvien linkkien etsimisen
- perehtymisen olemassa oleviin (hiili)kädenjäljen laskentaohjeisiin.

Taustatutkimuksen tuloksena syntyy työmääritelmä hiilikädenjäljelle, katsaus hiilikädenjälkeä koskevaan keskusteluun, katsaus keskustelua yhdistäviin ja erottaviin tekijöihin sekä avoimiin kysymyksiin. Taustatutkimuksen pohjalta syntyy myös yhteenveto työn tekohetkellä olemassa olevista kädenjäljen laskentamenetelmistä.

2) Alustavan laskentamenetelmän esittäminen Granlundin tarpeisiin kirjallisuuskatsauksen pohjalta sisältävää sisältää seuraavat osiot:

- esityksen Granlundin hiilikädenjäljen laskentamenetelmäksi
- arvion esitetyn laskentamenetelmän hyödyistä ja rajoitteista
- kirjallisuuskatsauksen pohjalta esitettävät täydennykset valittavaan laskentamenetelmään.

Toisen vaiheen tuloksena syntyy esitys Granlundin hiilikädenjäljen laskennassa käytettäväksi laskentamenetelmäksi.

3) Valitun laskentamenetelmän soveltuvuuden tarkastelu kahden Granlundin palvelukokonaisuuden näkökulmasta sisältää seuraavat osiot:

- palvelukokonaisuuksien sisällöllisen kuvauksen
- palvelukokonaisuuksien laadullisen sovittamisen valittavaan laskentamenetelmään
- hiilikädenjälkipotentiaalin karkean laadullisen arvioinnin, sisältäen muun muassa arvion kädenjälkeä synnyttävistä mekanismeista
- sovituksessa esille nousevien metodologisten kysymysten käsittelyn.

Kolmannen vaiheen tuloksena syntyy arvio valitun laskentamenetelmän soveltuvuudesta tarkasteltavien case-esimerkkien synnyttämän hiilikädenjäljen laskentaan sekä kooste case-esimerkkien tarkastelussa esiin nousevista metodologisista kysymyksistä.

4) Jatkoaskelien määrittely sisältää seuraavat osiot:

- jatkosuositusten esittämisen Granlundin yhtiötason hiilikädenjäljen laske-
miseksi
- kirjallisuuskatsauksen sekä menetelmätyön pohjalta esille nousevien jat-
koselvitystarpeiden listauksen.

Neljännän osion pohjalta koostetaan yhteen suositukset etenemiseksi Granlundin hiilikädenjäljen laskennassa.

4 Yritysesittely

4.1 Granlund-konserni

Granlund-konserni toimii rakennus- ja kiinteistösektorilla. Yhtiöllä on pitkä historia: se perustettiin jo vuonna 1960. (Vastuullisuus ja asiantuntemus ovat tutkitusti Granlundin valtteja 2021.) Koko yhtiön liikevaihto oli vuonna 2020 noin 103,3 miljoonaa euroa, ja vuoden 2020 lopussa konsernissa työskenteli 1095 työntekijää (Granlund vuosikertomus 2020: 2–3). Yhtiön missio on ”Hyvinvointia ihmisille, rakennuksille ja ympäristölle” ja visio vastaavasti ”Kohti kestäväää ja älykästä tulevaisuutta. Yhdessä.” (Granlund vuosikertomus 2020: 6). Emoyhtiö Granlund Oy:n lisäksi konserniin kuuluu 13 tytäryhtiötä (Granlund: Meistä 2021).

Granlundin ydintoiminta koostuu useasta pääliiketoiminta-alueesta: yhtiö toimii muun muassa taloteknisen suunnittelun, ohjelmistopalveluiden, erilaisten rakentamisen palveluiden sekä konsultoinnin saralla. Yhtiö kehittää myös datakeskusten rakentamiseen liittyviä palveluita sekä tarjoaa lisäksi erityyppisiä

erikoissuunnittelupalveluita, digitaalisia kiinteistönhallintapalveluita, isännöinti-palveluita sekä arkkitehti- ja rakennesuunnittelua. (Granlund vuosikertomus 2020: 8–15.)

Vuonna 2020 lanseeratun, vuoteen 2025 tähtäävän Plan G -strategian mukaan Granlundin yhtenä tavoitteena on panostaa asiakkaille tarjottavien ympäristö-vastuullisten ratkaisujen kehittämiseen (Granlund vuosikertomus 2020: 6–7). Vastuullisuutta korostetaan niin yhtiön omassa toiminnassa kuin asiakastyössäkin tarjoamalla kestäviä ratkaisuja (Granlund vuosikertomus 2020: 18–19).

Konsernin kasvutahti on viime vuosina ollut vahva niin liikevaihdon, tuloksen kuin henkilöstömäärän osalta. Esimerkiksi vuonna 2020 konsernin liikevaihto kasvoi 13% suhteessa vuoden 2019 liikevaihdon tasoon koronasta huolimatta. (Granlund vuosikertomus 2020: 3.) Uuden strategian myötä Granlund tähtää siihen, että liikevaihto saataisiin kaksinkertaistettua vuoteen 2025 mennessä vuoden 2020 referenssiluvusta eli 100 miljoonasta eurosta (Granlund vuosikertomus 2020: 6).

4.2 Granlund Oy

Granlund-konsernin emoyhtiön Granlund Oy:n kasvutahti on seurannut koko konsernin rivakkaa linjaa. Emoyhtiön liikevaihto vuonna 2020 oli 52,8 miljoonaa euroa, mikä oli 5 % enemmän kuin vuonna 2019. Liikevoitto vuonna 2020 oli 6,6 miljoonaa euroa, mikä tarkoitti 25 %:n kasvua edelliseen vuoteen verrattuna. Emoyhtiön palveluksessa oli 474 henkilöä vuoden 2020 lopussa. (Granlund Oy 2021.)

Emoyhtiö Granlund Oy:n liiketoiminnot jakautuvat kahteen yksikköön, rakentamisen ja kiinteistökehityksen palveluihin sekä elinkaarijohtamisen palveluihin ja ohjelmistoihin. Konsultointi oli aiemmin eriytetty omaksi tytäryhtiökseen, mutta vuoden 2021 alussa konsultointipalvelut siirrettiin osaksi emoyhtiö Granlund Oy:tä kahden eri liiketoimintayksikön alle. (Konsernin rakenne ja palvelut organisaatiomuutoksen jälkeen 2020.)

4.3 Granlundin ympäristövastuullisuustyö

Vaikka vastuullisuus on aina ollut kiinteä osa Granlundin toiminnan ydintä, konserni on viime vuosina kehittänyt vastuullisuustyötään merkittävästi eteenpäin (Vastuullisuus ja asiantuntemus ovat tutkitusti Granlundin valtteja 2021). Vastuullisuus näkyy Granlundilla niin asiakkaille tehtävässä työssä ja sen suuntaamisessa kuin yrityksen oman toiminnan kestävyysvaikutusten huomioimisessa ja ohjaamisessa. Ympäristövastuun lisäksi vastuullisuustyössä huomioidaan lisäksi myös sosiaalinen sekä taloudellinen vastuu. (Granlund vuosikertomus 2020: 8–9.) Tässä esittelyssä keskitytään kuitenkin ympäristövastuun keskeisten tavoitteiden ja toimien kuvaamiseen.

Granlundin keväällä 2020 julkaistussa, vuoteen 2025 tähtäävässä Plan G -strategiassa sitoudutaan ympäristövastuullisten ratkaisujen tuottamiseen asiakkaille. Granlundin toimitusjohtaja Pekka Metsi kuvaa ympäristövastuun merkitystä yhtiölle seuraavasti: ”Joka ainut projekti on meille mahdollisuus pienentää asiakkaan hiilijalanjälkeä”. Energialiiketoiminta on yhtiön toiminnan alusta saakka ollut Granlundin ydinosaamista. Samoin esimerkiksi rakentamisen ympäristösertifioinnit sekä Environmental Due Diligence -palvelut ovat kuuluneet yhtiön palveluvalikoimaan jo pitkään. (Vastuullisuus ja asiantuntemus ovat tutkitusti Granlundin valtteja 2021.) Muun muassa organisaatioiden hiilijalanjäljen laskentaan ja hiilineutraalisuustiekarttojen luomiseen, rakentamisen hiilijalanjälkihajaukseen sekä kiertotalouteen liittyvien palveluiden kysyntä on vahvassa kasvussa (Granlund vuosikertomus 2020: 8–9).

Viime vuosina Granlund on ottanut isoja askelia oman, sisäisen vastuullisuustyönsä kehittämisessä. Vuonna 2019 konserni saavutti ISO 14001 - sekä ISO 9001 -laatujärjestelmien sertifikaatit (Granlund: Vastuullisuus 2021). Vuoteen 2025 tähtäävässä Plan G -strategiassa Granlund asetti tavoitteen olla hiilineutraali jo vuonna 2021. Vuonna 2020 Granlund sitoutui virallisesti World Green Building Council -organisaation lanseeraamaan Net Zero Carbon Buildings Commitment -aloitteeseen. Granlundin hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä seurataan suhteessa liikevaihtoon: jalanjälki vuonna 2020 oli 4,12 tCO₂e/MEUR.

Laskenta kattaa Greenhouse Gas (GHG) -protokollan mukaiset scope 1- ja scope 2-päästöt sekä sekä sellaiset scope 3- päästöt, jotka ovat konsernin omien vaikutusmahdollisuuksien kannalta oleellisia. Suhteellisessa hiilijalanjäljessä oli tapahtunut merkittävä vähenemä verrattuna vuoteen 2019, jolloin jalanjälki oli 7,8 tCO₂e/MEUR. Konsernitason hiilineutraaliuden tavoittelussa käytettäviä keinoja ovat muun muassa energiatehokkuuden edistäminen, aurinkosähkön hyödyntäminen, vihreän energian ostaminen sekä kestävien liikkumismuotojen edistäminen. Vuoden 2021 jälkeen se osuus GHG-laskennan osoittamista CO₂e-päästöistä, joita ei voida toistaiseksi vähentää tai välttää, kompensoidaan. Granlundin hiilineutraaliustiekartan avulla kompensoitavaa päästö määrää vähennetään vuosittain. (Granlund vuosikertomus 2020: 8–9.)

4.4 Tarve hiilikädenjäljen laskennan kehittämiseen

Hiilikädenjäljen laskentaan liittyvä kehitystarve ja -työ ovat luonnollista jatkumoa sekä Granlundin omalle vastuullisuustyölle että asiakastyön vastuullisuuden kehittämiseksi. Tarkoituksena on mitata asiakastyön ilmastovaikuttavuutta ja viestiä siitä Granlundin toimintojen kannalta mielekkäällä tavalla. Kädenjälkeä voidaan jatkossa käyttää osana liiketoimintojen strategista ohjausta.

5 Kirjallisuuskatsaus

Osana opinnäytetyötä toteutettiin kirjallisuuskatsaus, jossa perehdyttiin (hiili)kädenjälkeä ja sen rinnakkaiskäsitteitä koskeviin tieteellisiin artikkeleihin, selvityksiin ja ohjeisiin sekä relevantteihin laskentastandardeihin ja -menetelmiin.

5.1 Sisältö ja toteutustapa

Työhön sisältyvässä kirjallisuuskatsauksessa käytiin läpi kädenjälkeen tai siihen linkittyviin rinnakkaiskäsitteisiin liittyvää keskustelua vuodesta 2011 vuoteen 2021. Hiilikädenjäljen käsitteen ymmärtämiselle ja sen kehittämiseksi on hyödyllistä käydä läpi kädenjäljen käsitteen kehitystä myös muiden vaikutusluokkien kuin ilmastonmuutoksen osalta; problematiikka on monilta osin yhtenäistä. Näin

ollen kirjallisuuskatsaukseen on sisällytetty hiilikädenjälkeä koskevan aineiston lisäksi myös työn tavoitetta tukevia, ympäristöllistä ja ekologista kädenjälkeä sekä kädenjäljen rinnakkaiskäsitteitä koskevia artikkeleita. Osana kirjallisuuskatsausta käytiin oleellisin osin läpi elinkaari- ja hiilijalanjätkilaskentaa koskevia ISO-standardeja sekä GHG-laskentaprotokollan alaista Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard -tuotestandardia. Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin valittuihin konkreettisiin hiilikädenjäljen tai vältettyjen päästöjen laskentaa koskeviin ohjeistuksiin.

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli kartoittaa kädenjälkiajattelun ja siihen liittyvän terminologian kehitystä. Aineistosta etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavuuksia kädenjälkiajattelussa sekä nostettiin esille kädenjälkiajatteluun linkittyviä, tähän mennessä vielä käsittelemättömiä teemoja. Lisäksi kartoitettiin tulevaisuuden kehityssuuntia. Kirjallisuuskatsauksessa on hyödynnetty valtaosin ensisijaisia tietolähteitä ja viittauksia. Muutamassa kohdin, joissa alkuperäistä lähdettä ei ollut mahdollista saada käsiin, on viitattu toisen käden tietoon.

5.2 Kädenjälkeen liittyvä käsitteistö ja terminologia

5.2.1 Kädenjäljen käsite

Vaikka kädenjäljen käsitteestä on keskusteltu jo yli vuosikymmenen, siihen liittyvä terminologia on vakiintumatonta (Guillaume ym. 2020: 1–2, 17). Käsite on syntynyt tarpeesta kehittää mittari toimijan synnyttämien positiivisten vaikutusten kuvaamiseen (Norris 2013: 5). Tuotteiden ympäristöllistä kestävyyttä on pitkään mitattu ja kehitetty elinkaarilaskennan sekä sitä määrittävien ISO-standardien avulla. Perinteisesti tuotetason kestävyuden kehittäminen on pohjautunut negatiivisten vaikutusten minimoimiseen. (Dyllick & Rost 2017: 350–351.) Monilla yrityksillä on kuitenkin olemassa vahvaa ympäristöosaamista, jota voidaan hyödyntää myös asiakkaiden toiminnan kehittämisessä. Nämä osaajayritykset saattavat jopa keskittää ydintoimintansa sellaisten kestävien tuotteiden ja palveluiden ympärille, jotka vähentävät asiakkaiden negatiivisia ympäristövaikutuksia.

Toistaiseksi yrityksiltä kuitenkin puuttuu harmonisoitu ja yhteisesti hyväksytty menetelmä mitata tällaisia hyötyjä ja viestiä niistä. (Grönman ym. 2019: 1059.)

Kädenjäljen käsitettä ovat menneiden 15 vuoden aikana kehittäneet samanaikaisesti useat tahot. Käsite nousi esille vuonna 2007 YK:n erityisjärjestö UNESCO:n ympäristökasvatuskonferenssissa. Tuolloin käsitteellä viitattiin alun perin ympäristökasvatuksen synnyttämiin positiivisiin vaikutuksiin ympäristökasvatuksen vastaanottajissa. (Guillaume ym. 2020: 3–4.) Sittemmin kädenjäljen käsitettä on kehitetty edelleen vastineena jalanjalkiajattelulle vastaamaan yksilöiden, yritysten ja muiden toimijoiden synnyttämien, positiivisten vaikutusten kuvaamisen tarpeeseen: pääajatuksena on huomion keskittäminen myönteisiin vaikutusmahdollisuuksiin negatiivisten vaikutusten laskennan sijaan tai niiden rinnalla (Norris 2013; Norris & Phansey 2015; Tynkkynen & Berninger 2017). Kädenjäljen käsitettä ovat kehittäneet lukuisat tahot (ks. mm. Biemer ym. 2013; Norris 2013; Norris & Phansey 2015; Pajula ym. 2018, Grönman ym. 2019; Alvarenga ym. 2020; Guillaume ym. 2020). Yhteistä kaikille on tavoite kuvata ja mitata toimijan negatiivisten vaikutusten lisäksi myös toimijan toiminnan synnyttämät positiiviset vaikutukset (Biemer ym. 2013; Norris 2013; Norris & Phansey 2015; Grönman ym. 2019; Alvarenga ym. 2020; Guillaume ym. 2020).

Kädenjalkiajattelua sivuavaa käsitekehitystä on työstetty useiden rinnakkaisten käsitteiden alla. Näitä kädenjäljen rinnakkaistermejä ovat muun muassa kuormitusta vähentävät tekijät ("unburdening effects") -käsite (Kvaranja & Cucek 2012: 71–72), vältetyt päästöt ("avoided emissions") -käsite (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 4) sekä "Upcycle" -käsite (McDonough & Braungart (2013), Dyllick & Rost 2017: 354 mukaan).

Kädenjalkiajattelua on sovellettu ympäristöllisen tulokulman lisäksi myös muihin kestävän kehityksen ulottuvuuksiin. Saksassa kädenjalkiajattelua on kehitetty "Das Handabdruck"-hankkeessa, jossa on pyritty luomaan kansallinen kädenjäljen laskentamenetelmä, joka huomioisi kaikki kestävän kehityksen ulottuvuudet (Beckmann ym. 2017).

5.2.2 Kädenjäljen määritelmät

Yhtä yleisesti tunnustettua määritelmää kädenjäljelle ei esimerkiksi edellä esitettyjen lähteiden keskuudesta nouse. Kädenjäljen määritelmässä on toistaiseksi merkittäviäkin keskinäisiä eroja (Guillaume ym. 2020: 1–2, 17). Alla on esitetty joitain kädenjäljelle esitettyjä määritelmiä.

Jon Biemer nosti kädenjäljen käsitteen esille ensimmäisten joukossa vuonna 2009 Ode Magazinen blogikirjoituksessaan "Environmental handprints for a sustainable, green world" (Biemer 2009) sekä avasi käsitettä vuonna 2013 yhdessä Dixonin ja Blackburnin kanssa artikkelissa "Our Environmental Handprint. The Good We Do." (Biemer ym. 2013). Biemer ym. (2013: 146) ovat esittäneet ympäristölliselle kädenjäljelle alla esitetyn mukaisen määritelmän.

Ympäristöllinen kädenjälki on se hyvä, mitä me teemme ympäristön puolesta.

(Biemer ym. 2013: 146)

Myös Norris hahmotteli kädenjälkiäjäattelun periaatteita vuonna 2011 ja 2013 julkaistuissa artikkeleissaan (Norris 2011; Norris 2013). Myöhemmin Norris työsti kehittämänsä NetPositive Assessment -konseptia edelleen eteenpäin yhdessä Phanseyn kanssa artikkelissa "Handprints in Product Innovation: A Case Study of Computer-aided Design in the Automotive Sector" (Norris & Phanse 2015). Norris ja Phanse (2015: 3) määrittelevät kädenjäljen olevan:

---...toimijan synnyttämät, jalanjäljen kanssa yhteismitalliset muutosvaikutukset, verrattuna siihen, mitä olisi tapahtunut, mikäli toimija ei olisi toiminut muutosagenttina.

Yhdysvaltalainen International Living Future Institute (ILFI) on paitsi osallistunut kädenjäljen käsitteen jalostamiseen, myös luonut oman sertifiointijärjestelmän sekä joukon työkaluja (Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017). ILFI antaa kädenjäljelle alla esitetyn määritelmän.

Jalanjälki on se, mitä "otat" maailmalta. --- Kädenjälki on se, mitä annat maailmalle – se viittaa erityisesti siihen, miten muutat maailmaa paremmaksi.

(Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017:10.)

Yllä olevista esimerkeiksi nostetuista määritelmistä huomataan, että määritelmien kesken on painotuseroja. Yllä esitetyt määritelmät eivät myöskään itsessään anna vielä tarkkaa rajausta sille, mitä todella voidaan laskea kädenjäljeksi.

Tässä työssä hyödynnetään pääasiallisesti VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmässä esitettyä määritelmää kädenjäljelle (Pajula ym. 2021: 11). Pajulan ym. (2021: 11) määritelmä antaa jo varsin selkeän määritelmän ja rajauksen sille, mistä kädenjälki voi syntyä. Määritelmä onkin valittu työhön sen selkeyden takia.

Alla on esitetty Pajulan ym. (2021: 11) esittämä määritelmä vapaamuotoisesti suomeksi käännettynä (tämän työn kirjoittajan oma käänös):

Kädenjälki viittaa niihin positiivisiin ympäristövaikutuksiin, joita organisaatiot voivat tuottaa ja joista ne voivat viestiä tarjoamalla tuotteita ja palveluita, jotka vähentävät muiden (kuin toimijan itsensä) jalanjälkiä.

Eryteisesti hiilikädenjälkeä koskevaa määritelmävalintaa käsitellään kappaleessa 5.2.4.

5.2.3 Hiilikädenjälkeä koskevat ajattelun kehitys

Pääosa tässä työssä käsitellystä kädenjälkeä koskevasta kirjallisuudesta on keskittynyt yleisesti ympäristölliseen jalanjälkeen, ei erityisesti juuri hiilikädenjälkeen. Tämän työn kirjallisuuskatsauksessa löydettiin kaksi puhtaasti ilmastovaikeusluokkaan keskittyvää aloitetta: Kansainvälinen kemianteollisuuden yhdistysten neuvoston ICCA:n (International Council of Chemical Associations) ja WBCSD:n (World Business Council for Sustainable Development) vuonna 2013 julkaistu "Addressing the Avoided Emissions Challenge"- ohjeistus vältettyjen päästöjen laskemiseksi kemianteollisuudessa sekä Valtion taloudellisen

tutkimuskeskuksen ja LUT-yliopiston vuonna 2018 kehittämä ja vuonna 2021 täydennetty Opas hiilikädenjäljen laskentaan.

ICCA heräsi tarpeeseen luoda teollisuudenalalle yhteinen ohjeistus vältettyjen päästöjen laskemiseen tarkoitettujen laskentamenetelmien harmonisoimiseksi. Vältetyt päästöt ovat tarkasteltavan tuotteen joko tuotantoprosessissa tai lopputuotteen käyttövaiheessa synnyttämiä päästövähennyksiä, joiden määrä lasketaan vertaamalla tutkittavan tuotteen elinkaarensa aikana synnyttämiä päästöjä teollisuuden perusuraan tai markkinajohtajan tuotteeseen. ICCA yhdessä WBCSD:n kanssa julkaisi vuonna 2013 ”Addressing the Avoided Emissions Challenge” -ohjeistuksen, jossa luotiin alan yrityksille yhtenäinen pohja kemian alan tuotteiden avulla vältettyjen CO_{2e}- päästöjen laskemiselle. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 3, 6.)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VTT sekä LUT-yliopisto loivat yhdessä yrityksille suunnatun, urauurtavan hiilikädenjäljen laskentametodologian tuotteille vuonna 2018. Esitetty laskentamenetelmä pohjautuu vahvasti ympäristöjohtamisen olemassa olevaan ISO 14000 -standardisaraan. (Pajula ym. 2018.)

VTT:n ja LUTin menetelmässä toimija saa hiilikädenjälkihyötyä synnyttämällä tuotteidensa ja palveluidensa kautta päästövähennyksiä asiakkailleen eli pienentämällä asiakkaidensa hiilijalanjälkiä. Oman toiminnan hiilijalanjäljen pienentäminen ei kasvata toimijan hiilikädenjälkeä: muutokset toimijan omassa hiilijalanjäljessä on menetelmässä selkeästi erotettu hiilikädenjäljestä. (Pajula ym. 2021: 2–3.) Vuonna 2021 alun perin hiilikädenjäljen laskentaan tarkoitettun oppaan sovellusalaa laajennettiin siten, että menetelmällä voidaan nyt laskea myös vesi-, ravinne-, ilmanlaatu- ja resurssitehokkuuskädenjälkiä (Pajula ym. 2021: 4, 8).

5.2.4 Hiilikädenjäljen määritelmä

Hiilikädenjälki on kädenjäljen yksi alakäsite (Alvarenga ym. 2020: 8–9). Hiilikädenjäljestä puhuttaessa on huomioitava, että samoin kun kädenjäljelle

(Grönman ym. 2019: 1060; Guillaume ym. 2020: 1–4), myöskään hiilikädenjäljelle ei ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Tässä työssä hyödynnetään pääasiallisesti VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmää koskevassa opissa luotua määritelmää (Pajula ym. 2021: 11), joka on esitetty alla vapaamuotoisesti suomeksi käännettynä (tämän työn kirjoittajan oma käänös):

”Kädenjälki viittaa niihin positiivisiin ympäristövaikutuksiin, joita organisaatiot voivat tuottaa ja joista ne voivat viestiä tarjoamalla sellaisia tuotteita ja palveluita, jotka vähentävät muiden jalanjälkiä. Hiilikädenjälki syntyy tuottamalla toimia, jotka pienentävät muiden kuin toimijan itsensä hiilijalanjälkiä”

5.3 Kädenjälkeä koskeva keskustelu

Eri lähteitä tarkasteltaessa havaittiin sekä selkeitä yhteneväisyyksiä että eroavuuksia koskien kädenjäljen luonnetta, tarkoitusta, tarvetta ja sen syntymekanismia. Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa nousi esille sellaisia kädenjäljen kannalta huomioarvoisia teemoja, joita aineistossa ei juurikaan käsitelty, mutta joiden käsittely tukisi kädenjälkiajattelun kehitystä. Näitä yhteneväisyyksiä, eroavuuksia sekä huomiota vaativia teemoja käsitellään tässä kappaleessa.

5.3.1 Yhdistävät näkökulmat

Kädenjälkeen liittyy näkökulmia, joiden osalta näkemykset ovat eri tahojen kesken yhteneviä. Näitä näkökulmia ovat

- positiivisen näkökulman korostaminen
- kannustaminen hyväntekemiseen
- kädenjäljen rooli yrityksen toiminnan ohjaamisessa
- kädenjäljen rajaton kasvupotentiaali
- toimijan toimien kausaalinen linkitys kädenjäljen synnyttäviin tapahtumiin
- kädenjäljen hyödyt markkinoinnissa ja viestinnässä
- tarve systemaattiseen menetelmäkehitykseen
- kädenjälkiajattelun linkittyminen yritysvastuun isoihin kehityssuuntiin.

Positiivisen näkökulman korostaminen

Yksi tärkeimmistä kädenjälkeä koskevia aloitteita, tieteellisiä artikkeleita ja op-paita yhdistävä ajatus on toimijan synnyttämien positiivisten vaikutusten koros-taminen pelkkiin negatiivisiin vaikutuksiin keskittymisen sijasta (Biemer ym. 2013; Norris 2013; Norris & Phansej 2015; Dyllick & Rost 2017; Tynkkynen & Berninger 2017; Grönman ym. 2019; Guillaume ym. 2020).

Kannustaminen hyvän tekemiseen

Kädenjälki kannustimena hyvän tekemiseen nousi esille kaikissa lähteissä. Esi-merkiksi Norris (2013) sekä Norris ja Phansej (2015) toteavat, että hiilijalanjälki asettaa yrityksen vastuuseen negatiivisista vaikutuksista, hiilikädenjälki sen si-jaan kannustaa toimimaan positiivisena muutoksen edistäjänä missä tahansa päin maailmaa. Kädenjäljen hyvän tekemiseen kannustavaa merkitystä korosta-vat myös Biemer ym. (2013), Dyllick ja Rost (2017), Tynkkynen ja Berninger (2017), Grönman ym. (2019) sekä Guillaume ym. (2020).

Kädenjäljen rooli yrityksen toiminnan ohjaamisessa

Norris (2013), Norris ja Phansej (2015) sekä Guillaume ym. (2020) tuovat esille, että kädenjälkiajattelu voi toimia yrityksille ohjaavana työkaluna: käden-jälki painottaa toimijan aktiivista roolia ja synnyttää keskustelua suunnasta, jo-hon pitäisi edetä sekä kannustaa ajattelemaan toimien positiivisia vaikutuksia pitkällä tähtäimellä. Grönman ym. (2019: 1063) toteavat VTT:n ja LUTin mene-telmään viitaten, että menetelmä paljastaa paitsi ne tuotteet, joilla on kädenjälki, myös ne tuotteet, joilla sitä ei ole. Tämä osoittaa yrityksille tuotteet, joiden kes-tävyyttä voisi edelleen kehittää (Grönman ym. 2019: 1063, 1069).

Kädenjäljen teoriassa ääretön kasvupotentiaali

Toimijan on mahdollista vähentää omaa jalanjälkeään vain tiettyyn pisteeseen saakka (Biemer ym. 2013: 147; Tynkkynen & Berninger 2017: 1. luku). Tämä ei kuitenkaan päde kädenjälkeen, jonka kasvupotentiaali on ainakin teoreettisesti ääretön (Biemer ym. 2013: 146–147; Tynkkynen & Berninger 2017: 1. luku;

Grönman ym. 2019: 1060; Guillaume ym. 2020: 3). Norris (2013) painottaa, että toiminnan vaikuttavuutta voidaan isossa mittakaavassa skaalata nimenomaan positiivisiin vaikutuksiin keskittymällä.

Toimijan toimien syy-seurausyhteys kädenjäljen synnyttäviin vaikutuksiin

Jotta toimija voi laskea itselleen kädenjälkihyötyä, sen on kyettävä osoittamaan, että tarkasteltava kädenjälkihyöty on syntynyt nimenomaan toimijan itsensä ansiosta (Biemer ym. 2013: 147; Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 26–28; Norris 2013: 18–21; Norris & Phanseyn 2015: 3; Guillaume ym. 2020: 8–9). Sekä kädenjälki että jalanjälki mittaavat sellaisia vaikutuksia, joista toimija on vastuussa syy-seuraussuhteen kautta (Norris 2013: 10–11, 18–21). Kädenjäljen luojien ("causers") on Norrisin ja Phanseyn (2015: 4) mukaan voitava sanoa, että kädenjälkeä ei olisi syntynyt ilman heidän panostaan. Biemer ym. (2013: 148) toteavat, että kädenjäljen syntymisessä on enemmän kyse siitä, että toimija luo mahdollisuuden kädenjäljen synnyttämiseen kuin että mahdollisuus vain ilmenee.

ICCA:n ja WBCSD:n vältettyjä päästöjä koskevassa ohjeistuksessa todetaan, että kemiantuotteet toimivat usein päästövähennysten mahdollistajina kemianteollisuuden arvoketjuissa, mutta ovat harvoin ainoita vältettyjä päästöjä mahdollistavia tekijöitä. Vältetyt päästöt syntyvät usein monien arvoketjun toimijoiden yhteistyönä, erityisesti silloin kun tarkastellaan loppukäyttäjän tasolla syntyviä vältettyjä päästöjä. Toimijan tulee määritellä oman tuotteensa roolin merkitys vältettyjen päästöjen synnyssä ohjeistuksen mukaisella viisiportaisella asteikolla. Mikäli yrityksen tuotteen osuus vältettyjen päästöjen synnyssä on liian pieni kommunikoidavaksi, sen ei tulisi raportoida niitä lainkaan. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 27–29, 31.)

Kädenjäljen hyödyt markkinoinnissa ja viestinnässä

Kädenjäljen hyödyt markkinoinnissa ja viestinnässä nousevat esiin useissa yhteyksissä. Kädenjälki ja sen takana oleva uusi innovaatio voivat tehdä tuotteen houkuttelevaksi monesta syystä: tällaisia syitä voivat olla parempi suorituskyky,

edullinen hinta sekä perusravaihtoehtoa edullisemmat kokonaiskustannukset tai parempi ympäristöllinen jalanjälki (Norris & Phansey 2015: 9). Grönman ym. (2019: 1063) toteavat, että VTT:n ja LUTin menetelmän mukaan laskettu kädenjälki linkittyy tiettyyn asiakkaaseen. Kädenjälkeä voidaan siten käyttää asiakkaspesifissä markkinoinnissa (Grönman ym. 2019: 1063, 1069).

Sosiaalisten, ympäristöllisten ja taloudellisten ongelmien ratkaisemista pidetään paitsi yhtenä strategisesti tärkeänä liiketoiminnan tavoitteena, myös kilpailuedun lähteenä. Tarvitaan kuitenkin lisää ymmärrystä siitä, miten yritykset voivat sisällyttää kestävyysnäkökohdat markkinointiin ja hankintoihin. Myös ostajat ja myyjät tarvitsevat systemaattisia lähestymistapoja tuotteiden ympäristöllisten, sosiaalisten ja taloudellisten hyötyjen arvioimiseen. (Patala ym. 2016: 144.) Kädenjälkiajattelu voi toimia tässä yhtenä työkaluna.

Tarve luoda systemaattinen menetelmä ja kehikko kädenjäljen laskennalle

Vaikka kädenjäljen käsite toivotetaan laajasti tervetulleeksi, samalla kädenjäljen laskentaa ohjaavalle systemaattiselle kehiolle ja yhteisille säännöille nähdään olevan tarvetta (Grönman ym. 2019: 1059–1060; Guillaume ym. 2020: 17). Alvarenga ym. (2020) esittävät, että tehokas kommunikaatio kädenjälkeen liittyvästä terminologiasta luo tilaa konseptin käytön laajentamiselle jatkossa. Vaikka asiakkaat ja muut sidosryhmät kiinnittävät enenevässä määrin huomiota ympäristöllisiin, sosiaalisiin ja taloudellisiin näkökohtiin, käytännössä he eivät hanki tuotteita tai palveluja pelkästään ympäristöllisten arvojen tähden, vaan arvioivat kompromisseja taloudellisten ja ympäristöllisten tekijöiden välillä. Tuotteen toimittajan kyvyttömyys viestiä uskottavasti tarjoamiensa tuotteiden kestävyyshyödyistä nakertaa asiakkaiden ostohalukkuutta. (Patala ym. 2016: 145.)

Kädenjälkiajattelun linkittyminen yritysvastuun isoihin kehityssuuntiin

Vuonna 2015 YK:n Agenda 2030:n alla luotiin YK:n kestävän kehityksen tavoitteet (SDGs, Sustainable Development Goals). Ne on alun perin luotu kansalliselle tasolle. (YK-teemat: Kestävä kehitys. Toimeenpano 2021.) Tavoitteita sovelletaan kuitenkin enenevässä määrin myös yrityksissä (YK:n Agenda 2030 ja

suomalaiset yritykset 2021). Patala ym. (2016: 144) nostavat esille, että SDG:t asettavat kunniahimoiset kehitystavoitteet vuodelle 2030; yritysmaailma tarvitsee kuitenkin työkaluja niiden jalkauttamiseen. Guillaume ym. (2020: 4–5) toteavat, että kädenjälkiajattelu on valjastettava linkittämään toimijakohtaiset tavoitteet systeemitason mittareihin SDG:iden tasolla. Vatanen ym. (2018: 65) toteavat, että kädenjälkiajattelu tukee SDG:iden saavuttamista ja ajatusta siitä, että liiketoimintamahdollisuuksia kannattaa hakea globaalien haasteiden ratkaisemisesta. Kädenjälkiajattelun aiempaa laajempi soveltaminen olisi hyödyllistä. Samoin kädenjälkiajattelun laajentaminen myös muihin ympäristökategorioihin tukisi ympäristökestävyyttä kokonaisvaltaisesti. (Vatanen ym. 2018: 65–68.) Grönman ym. (2019: 1071) toteavat VTT:n ja LUTin menetelmään liittyen, että menetelmää voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa siten, että siinä huomioidaan myös sosiaaliset ja taloudelliset näkökulmat.

Kädenjälkiajattelun nähdään tukevan myös muita yritysvastuun isoja kehitysuuntia (Norris 2013: 3; Tynkkynen & Berninger 2017: 1.luku, 4.luku). Norris (2013: 1–4) kuvaa, että yritykset eivät enää pyri vain minimoimaan toimintansa negatiivisia vaikutuksia tai riskejä, vaan lähtevät liiketoiminnan määrittelyssä liikkeelle tarpeesta tuottaa positiivista ympäristöllistä ja sosiaalista arvoa. McDonough sekä Braungart esittelivät vuonna 2013 ”Upcycle”- käsitteen. He kritisoivat perinteisestä, vain negatiivisten vaikutusten minimoimiseen keskittyvää kestävyysajattelua. Vastineeksi he tarjoavat vaihtoehtoista näkökulmaa, jossa samanaikaisesti sekä vähennetään huonojen asioiden tekemistä kokonaan että siirrytään enenevässä määrin positiivisten vaikutusten maksimointiin. McDonoughin ja Braungartin ajattelua on avattu alla kuvassa 1. Heidän ajattelunsa ”Upcycle”-käsitteen luonteesta vastaa hyvin pitkälle kädenjäljen käsitteen ydinajatusta. (Dyllick & Rost 2017: 354.)

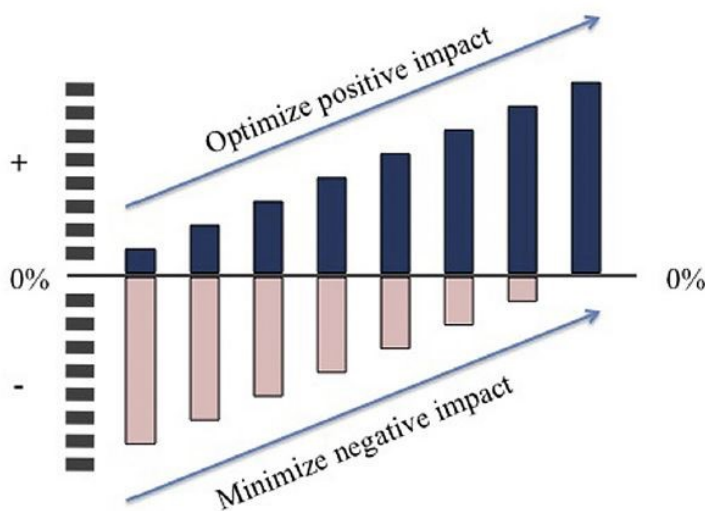


Fig. 4. The upcycle chart (McDonough & Braungart, <http://mbdc.com/c2c-framework/>).

Kuva 1 Upcycle- käsitteen merkitys. (McDonough & Braungart 2013, Dyllick & Rost 2017: 354 mukaan)

Nettopositiivisuusajattelussa, jota ovat työssään käsitelleet muun muassa Tynkkynen ja Berninger (2017). Nettopositiivisuusajattelun ydin on yksinkertainen: toiminnalla pitäisi isossa kuvassa saada aikaan enemmän hyvää kuin pahaa. Nettopositiivisuusajattelu kannustaa yrityksiä myös liiketoimintamahdollisuuksien kartoittamiseen tärkeiden yhteiskunnallisten haasteiden ratkomisesta sekä voittojen tasapuoliseen jakamiseen arvoketjun jäsenten kesken. Peruuttamattomaa vahinkoa ei voida ympäröivälle yhteiskunnalle tai luonnolle tuottaa ja toiminnalla voidaan pyrkiä jopa korjaamaan jo tapahtuneita vahinkoja. Nettopositiivisuusajattelun toteuttaminen vaatii sitä, että sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia voidaan mitata. Siksi kädenjälkiäajattelu voi osaltaan tuottaa arvoa siihen, että koko liiketoimintaa pystytään ohjaamaan sellaiseen suuntaan, joka tuottaa koko yhteiskunnalle maksimaalisesti arvoa. (Tynkkynen & Berninger 2017: 1.luku, 3.luku.) Kädenjäljen avulla voidaan kartoittaa, millä alueilla löytyy eniten potentiaalia muiden jalanjälkien pienentämiseen.

5.3.2 Erottavat näkökulmat

Huolimatta monista ajattelun yhtenäisyyksistä, kädenjäljelle on useita eri määritelmiä ja eri tahot painottavat erilaisia asioita. Alvarenga ym. (2020) toteavat, että kädenjälkeä koskevat aloitteet ja määritelmät eivät nykytilassa ole keskenään linjassa. Guillaume ym. (2020) esittävät, että kädenjälki on lupaava työkalu kestävyysajattelun kehittämisessä, mutta käsitettä on tarpeen selkeyttää.

Kädenjälkiajattelua erottavia näkökulmia ovat

- kädenjälkiä synnyttävien toimien tarkoituksellisuus
- toimijan oman jalanjäljen ja kädenjäljen välinen suhde
- kädenjälkien yhteisöllinen luonne ja sen huomioiminen
- toimijan panoksen koon ja merkityksen määrittäminen sekä kädenjälkihyödyn jakaminen
- laadullinen vs. määrällinen tulokulmakädenjäljen määrittämisessä.

Kädenjälkeä synnyttävien toimien tarkoituksellisuus

Kaikki työn kirjallisuuskatsauksessa käsitellyt lähteet eivät ota suoraan kantaa siihen, onko kädenjäljen synnyttävien toimien oltava tarkoituksellisia. Tuleeko kädenjälkeä synnyttävien toimien olla lähtöisin hyvän tekemisen ajatuksesta vai onko motivaatiolla, joka laukaisee kädenjälkeä synnyttävät toimet mitään väliä? Onko kädenjäljen synnyttävien toimien oltava vapaaehtoisia vai voidaanko sellaiset positiiviset vaikutukset, jotka syntyvät lakien tai määräysten noudattamisesta laskea mukaan kädenjälkihyötyyn?

Kädenjäljen omistajan aktiivinen toimijuus ja kädenjälkeä synnyttävien toimien tarkoituksellisuus nousevat vahvasti esiin esimerkiksi Biemerin ym. (2013), Norrisin (2013) sekä Norrisin ja Phanseyn (2015) työssä. Norris (2013) korostaa, että kädenjälki syntyy toimijan tarkoituksellisista toimista. Norris ja Phanseyn (2015: 4) toteavat, että toimien, jotka luovat kädenjäljen, tulee olla sellaisia, että ne eivät olisi tapahtuneet ilman toimijan tarkoituksellista ja vapaaehtoista toimintaa. He tarkentavat, että kädenjälkihyötyä voidaan laskea vasta lakien tai määräysten asettaman tason ylittävästä toiminnasta (Norris & Phanseyn 2015: 4.).

Toimijan kädenjäljen ja jalanjäljen välinen suhde

Guillaume ym. (2020: 16) nostavat esille, että kädenjälkeä koskevassa keskustelussa on eriäviä näkemyksiä muun muassa siitä, miten toimijan oman jalanjäljen vähennykset suhteutuvat toimijan kädenjälkeen. Norris (2013) esittää, että silloin, kun toimijan olemassaolo otetaan annettuna, positiiviset muutokset toimijoiden omissa jalanjäljissä voidaan laskea mukaan toimijoiden kädenjälkiin. Perusurana toimii aina edellisen vuoden jalanjälki, ja muutokset lasketaan suhteessa siihen. Norrisin mukaan jokaisella tapahtumalla on useita mahdollistajia: positiivisista muutoksista omassa jalanjäljessä voidaan antaa kädenjälkihyötyä moneen suuntaan, myös toimijalle itselleen. Kädenjälkihyödyn ottaminen muutoksista ei tarkoita, että muut eivät voi saada kädenjälkihyötyä toimijan oman jalanjäljen muutoksista. (Norris 2013: 12–13, 19–21, 23–24.)

Myös Norris ja Phansey (2015: 4) nostavat esille, että yksi reitti synnyttää kädenjälkeä on välttää sitä osaa oman toiminnan jalanjäljestä, joka olisi syntynyt ilman tietoisia vähennystoimia. Vähennemä lasketaan osaksi kädenjälkeä suhteuttamalla se siihen, mikä jalanjälki olisi muutoin ollut (Norris & Phansey 2015: 4). Myös International Living Future Institutin (ILFI) Handprinting-menetelmässä toimijan oma jalanjälki ja kädenjälki voivat olla päällekkäisiä. Kun yritys pyrkii omassa toiminnassaan nettopositiivisuuteen, se voi saada kädenjälkeä omaa jalanjälkeään vähentävistä toimista. (Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017: 11.) Myös esimerkiksi Biemer ym. (2013: 146–147) sekä Guillaume ym. (2020: 10–17) sallivat toimijan oman toiminnan jalanjäljen vähentämisen sekä kädenjäljen kasvattamisen päällekkäisyyden.

LUTin ja VTT:n kehittämä tuotteen hiilikädenjäljen laskentamenetelmä sen sijaan perustuu siihen, että toimijan hiilikädenjälkeä ja hiilijalanjälkeä tarkastellaan selkeästi toisistaan erillisinä (Pajula ym. 2021: 9–10). Toimija ei voi saada kädenjälkihyötyä oman jalanjälkensä pienentämisestä. Ne yritykset, jotka vielä toistaiseksi suoriutuvat huonosti ympäristöllisessä mielessä omaavat ison potentiaalin oman hiilijalanjälkensä pienentämisessä. Tämä ei kuitenkaan vielä

synnyttä menetelmän mukaan kädenjälkeä – tällöin on enemmän kyse siitä, että omat vähennykset on priorisoitava ensiksi. (Grönman ym. 2019: 1063.)

Kädenjäljen yhteisöllinen luonne ja sen huomioiminen

Kädenjäljen syntyminen on harvoin, jos koskaan, ainoastaan yhden toimijan toiminnan tulosta. Tätä kädenjäljen synnyn yhteisöllistä luonnetta ei suoraan käsitellä kaikissa aloitteissa. Osa aloitteista taas nostaa kädenjälkien sosiaalisen luonteen yhdeksi ydinkysymykseksi (Guillaume ym. 2020: 9). Norrisin (2013) mukaan tapahtumilla on useita juurisyitä, joten kädenjäljet ovat perusluonteeltaan sosiaalisia. On mahdollista tuottaa kollektiivinen päästövähennelmä usean toimijan voimin ja perustellusti väittää, että vähennelmä ei olisi toteutunut, jos yksikin toimija olisi jäänyt pois. Tällöin jokainen toimija voi laskea koko vähennemmän omaan kädenjälkeensä. (Norris 2013: 23–24.)

Myös Biemer ym. (2013) korostavat, että lähes jokainen ympäristöllinen läpimurto on kollektiivinen kädenjälki. He nostavat esimerkiksi otsonikadon estämiseksi vuonna 1987 luodun kansainvälisen sopimuksen, Montrealin protokollan. Se, että otsonikato saatiin käännettyä laskuun, edellytti sitä, että jokainen YK:n jäsenmaa hyväksyi sopimuksen. (Biemer ym. 2013: 148.) Voidaan perustellusti väittää, että Montrealin protokollan synnyttämää ympäristöllistä kädenjälkeä ei olisi syntynyt, mikäli yksikin jäsenmaa olisi äänestänyt sopimuksen hyväksymistä vastaan. Jäsenmaiden lisäksi Montrealin protokollan neuvottelun ja toimeenpanemiseksi on tarvittu valtava määrä myös muita kuin valtiollisia toimijoita sekä yksityishenkilöitä (kuten neuvottelijoita), joista osan panos on valtioiden lailla saattanut olla instrumentaalinen sopimuksen syntymiselle.

Myös ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistus tunnistaa vältettyjen päästöjen kollektiivisen luonteen. Raportoidessaan koko arvoketjun vältetyt päästöt osana omaa raportointiaan yritysten on tuotava selkeästi esiin, että ansio vältetyistä päästöistä kuuluu koko arvoketjulle sekä määritettävä oma painoarvonsa vältettyjen

päästöjen synnyssä. Ohjeisto antaa viisiportaisen asteikon painoarvon luokitteluun. Perustavanlaatuisen rooli tarkoittaa, että yrityksen tuote on avainkomponentti, joka mahdollistaa päästöjen välttämisen tarkasteltavassa ratkaisussa. Laaja rooli tarkoittaa, että yrityksen kemiantuote on osa tarkasteltavan ratkaisun avainkomponenttia, ja että tuotteen toiminnot ovat välttämättömiä päästöjen välttämisen mahdollistamiseksi. Merkittävä rooli edellyttää, että yrityksen tuote ei suoraan myötävaikuta päästöjen välttämiseen tarkasteltavassa ratkaisussa, mutta sen korvaaminen toisella tuotteella on vaikeaa ilman, että päästöt muuttuvat. Jos yrityksen rooli vältettyjen päästöjen synnyssä on vähäinen, yrityksen tuote ei myötävaikuta suoraan vältettyjen päästöjen syntyyn, mutta sitä käytetään sellaisen tuotteen valmistusprosessissa, jolla on perustavanlaatuinen rooli tarkasteltavassa ratkaisussa. Yrityksen rooli voi myös olla liian pieni kommunikotavaksi: tällöin tuote voidaan korvata ilman, että kokonaispäästöt muuttuvat. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 27–28.)

Toimijan panoksen koon ja merkityksen määrittäminen sekä kädenjälkihyödyn jakaminen

Kädenjälkien yhteisöllisestä luonteesta seuraa kysymys siitä, kuka voi raportoida vältetyt päästöt omana kädenjälkenään ja siitä, voidaanko ja tulisiko syntynyt kädenjälki jakaa jollakin tavalla eri toimijoiden kesken. Tätä kysymystä lähestytään eri aloitteissa eri tavoin.

ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistus toteaa, että vältettyjen päästöjen jakamiseen toimijoiden kesken liittyy useita haasteita. Jakaminen voi häivyttää yhteistyön tärkeyden merkitystä vältettyjen päästöjen synnyttämisessä. On huomioitava, että mikään yksittäinen jakomenetelmä ei anna tarkkaa tulosta. Eri jakomenetelmät eivät ole vertailukelpoisia, jolloin eri menetelmiä käyttävien yritysten luvut eivät ole vertailukelpoisia. Lukuja saatetaan kuitenkin ulkopuolelta tarkastella totena. Lisäksi, mikäli arvoketjun toimijoilla ei ole sopimusta vältettyjen päästöjen jakamisesta, vältettyjen päästöjen summa koko arvoketjussa saattaa ylittää tai alittaa 100 %. Allokaatio saattaa myös johtaa vääränlaisiin kannustimiin. Esimerkiksi tapauksessa, jossa yritys kykenee vähentämään tuotteessa olevan materiaalin määrää toiminnallisuuden säilyessä, yritykselle jää resurssitehokkuuden

edistämisestä huolimatta tuotteen arvoketjussa jaettavaksi aiempaa vähemmän vältettyjä päästöjä, jos vältetyt päästöt jaetaan toimijoiden kesken tuotteen tai sen valmistusprosessin fyysisten ominaisuuksien kuten volyymin tai massan mukaan. Haasteista huolimatta on kuitenkin tilanteita, joissa toimija voi haluta kvantifioida oman osuutensa vältetyistä päästöistä. Syitä voivat olla muun muassa halu kehittää läpinäkyvyyttä tai sisäiseen tuotekehitykseen tai ulkoiseen raportointiin liittyvät tietotarpeet. Joskus myös ne arvoketjun toimijat, joiden osuus vältetyistä päästöistä on niin pieni, että se ei oikeuta yritystä raportoidaan koko arvoketjun vältettyjä päästöjä sellaisenaan, saattavat olla kiinnostuneita kvantifioimaan oman, vähäisenkin osuutensa päästövähennyksistä. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 29–30.)

Norris ja Phansey (2015: 4–5) luokittelevat toimijat jakamalla heidät kädenjäljen luojaan ("causers") sekä mahdollistajiin ("enablers"). Kädenjäljen luojaan osalta on voitava todeta, että kädenjälkeä ei olisi syntynyt ilman luojaan panosta. Mahdollistajista voidaan sanoa, että kädenjälki syntyi osin luojaan tuotteitaan käyttämällä. Kädenjäljen mahdollistamista ei Norrisin ja Phanseyn mukaan lasketa mahdollistajien kädenjälkeen; tästä huolimatta heillä on kuitenkin tärkeä rooli. Mahdollistajat voivat hyötyä kädenjäljestä esimerkiksi tuotteen myyjinä. Jokainen kädenjäljen luoja voi puolestaan laskea positiiviset vaikutukset osaksi kädenjälkeään. Näin syntyy myös väistämättä tapauksia, joissa todellinen kokonaiskädenjälki on pienempi kuin toimijoiden yhteenlaskettu kädenjälki, mikäli toimijoiden vastuissa on päällekkäisyyksiä ja kädenjäljet sisältävät samoja tapahtumia. Kuten hiilijalanjäljen kohdalla, myös kädenjäljen kohdalla on kuitenkin pyrittävä välttämään kaksoislaskentaa mahdollisuuksien mukaan. (Norris & Phansey 2015: 4–5.)

Guillaume ym. (2020: 8–10) noteeraavat, että silloin kun syntyneen kädenjälkihyödyn jakamista eri toimijoiden välillä ei tehdä virallisesti, allokointi on vaikeaa. Kvantitatiivisesti haasteena on määrittää toimijan osuus kädenjäljestä huomioiden samalla kaikki synergiat, kompromissit eri vaikutusluokkien välillä sekä kaksoislaskennan riskit. Laadullisesti allokointiossa on kyse siitä, ketä pitäisi palkita ja minkälaisiin toimiin siten toimijoita kannustaa. Guillauden ym. (2020: 9–10)

mukaan allokointi voidaan tehdä useilla eri perusteilla: 1) tunnistamalla syysseuraussuhteet ja määrittämällä, mitä tapahtuisi ilman toimijaa; 2) jakamalla toimijalle hyötyjä sen ryhmän toimien mukaan, johon toimija kuuluu; 3) antamalla toimijoiden määrittää oman näkemyksensä pohjalta toimijan oman roolin merkitys; 4) määrittämällä jaettavat hyödyt siten, että kannustetaan toimijoita tiettyihin, valikoituihin toimiin ja palkitsemalla myös yrittämisestä eikä vain tuloksesta; 5) käyttämällä hyötyjen jakamiseen mitä tahansa vakiintunutta allokaatiomenetelmää, esimerkiksi lopputuotoksen fyysisiin tai taloudellisiin ominaisuuksiin perustuen, tai 6) jakamalla kädenjälkihyötyä ongelmien ratkaisemisen perusteella. Tällöin kädenjälkihyöty osoitetaan toimijoille, jotka ovat mukana luovat muiden toimijoiden jalanjälkeä pienentäviä innovaatioita. (Guillaume ym. 2020: 9–10.)

VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamalli ei ota suoraan kantaa yrityksen panoksen koon tai merkittävyyden määrittelyyn kädenjäljen synnyssä tai kädenjäljen jakamiseen silloin, kun kädenjäljen syntyyn vaikuttaa useita toimijoita. Mallissa yrityksen ajatellaan tuottavan kädenjälkihyöty pienentämällä asiakkaiden hiilijalanjälkeä tuotteidensa ja palveluidensa kautta: tällöin kädenjälki lasketaan kokonaan innovaation tuottaneen yrityksen hyväksi (Grönman ym. 2019: 1061). Guillaume ym. (2020: 9) tulkitsevat omassa kategorioinnissaan mallin jyvittävän kädenjälkihyödyn niin sanotun ongelmien ratkaisumallin perusteella, jossa muiden päästöjen vähentämiseen tähtäävien innovaatioiden luojat palkitaan kädenjäljellä.

Kädenjäljen määrittäminen: määrällinen vs. laadullinen lähestymistapa

Useimmat aloitteet lähtevät siitä, että kädenjälki pyritään kvantifioimaan (ks. mm. Norris 2013: 9–22; Norris & Phansey 2015: 7–18, Grönman ym. 2019: 1063–1069) esimerkiksi olemassa oleviin elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskentaa koskeviin standardeihin nojaten. Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin esimerkkejä myös narratiiveina kuvatuista kädenjäljistä. Biemer ym. (2013: 149–151) esittävät kolme tapaustutkimusta kädenjäljistä: kaikki tapaustutkimukset (tuulivoiman kehitys, aurinkokeittimet sekä LEED-ympäristösertifiointi), ovat laadullisia narratiiveja kädenjäljen synnyttä, eivätkä pyri mittaamaan kädenjälkeä lukuina.

Guillaume ym. (2020) esittävät kädenjälkilaskentaa koskevan tapaustutkimuksen koskien sitä, paljonko keskimääräinen suomalainen pystyy potentiaalisesti vähentämään omaa vesijalanjälkeään ja millainen kädenjälkipotentiaali teeman ympärillä on. Tapaustutkimus on jaettu kahteen osaan. Kvantitatiivisessa osassa määritetään numeraalisesti, mikä on keskimääräisen suomalaisen potentiaali pienentää omaa vesijalanjälkeään. Kvalitatiivisessa osassa kuvataan laadullisesti, millainen rooli yksittäisellä suomalaisella on oman vesijalanjälkensä pienentämisessä sekä millaisin sosiaalisin ja eettisin reunaehdoin tämä vähennys voidaan saavuttaa. (Guillaume ym. 2020: 10–17.)

5.3.3 Kriittisiä huomioita sekä huomioitavia näkökulmia

Kädenjälkiajatteluun linkittyä myös erilaisia kriittisiä näkökulmia sekä kehityskohtia, joiden osalta ajattelua olisi tärkeää kehittää edelleen. Tällaisia näkökulmia ovat

- trade off-vaikutukset eri vaikutusluokkien välillä
- kädenjälkien eettisyys ja kokonaisvaltainen kestävyys
- rebound-efekti
- nettopositiivisuuden saavuttaminen
- kädenjäljen potentiaalinomaisen luonteen merkitys laskennalle.

Vaikutusluokkien välisten kompromissien (trade off -vaikutusten) huomioiminen

Kädenjäljen syntymisen oikeutukselle nähdään yleisesti joitakin reunaehtoja. Kädenjälki mitataan suhteessa valittuun resurssiin ja vaikutusluokkaan, jolloin eri vaikutusluokkien välillä voi syntyä kompromissitilanteita ("trade off -vaikutukset"). ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistuksessa painotetaan kompromissi- eli trade off -tilanteiden tarkastelun merkitystä ilmastonmuutoksen ja muiden ympäristövaikutusluokkien sekä muiden kestävä kehityksen kategorioiden välillä. Mikäli merkittäviä trade off -vaikutuksia löytyy, toimijoita kehoitetaan pidättäytymään vältettyjen päästöjen raportoinnista. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 9.)

VTT:n ja LUTin kädenjälkilaskentamenetelmää on oppaan vuonna 2021 päivitettyssä versiossa laajennettu sovellettavaksi useille eri ympäristövaikutusluokille (Pajula ym. 2021: 4, 8). Grönman ym. (2019: 1071) esittävät, että alun perin hiilikädenjäljelle kehitettyä lähestymistapaa voitaisiin edelleen laajentaa kokonaisvaltaiseen tulokulmaan, jossa huomioidaan kaikki kestävän kehityksen näkökulmat. Tällöin eri näkökulmien välisten kompromissien tunnistaminen ja välttäminen mahdollistuisivat (Grönman ym. 2019: 1071).

Hiilijalanjälkeä pidetään tyypillisesti avainympäristöindikaattorina. Tämä johtuu osin ilmastonmuutoksen ajankohtaisesta luonteesta, osin siitä, että hiilijalanjälki viitoittaa jossain määrin myös muiden ympäristövaikutusluokkien tuloksia. Näin ei kuitenkaan ole kaikkien vaikutusluokkien kanssa. (Häkkinen ym. 2021: 11.) Kun tutkitaan hiilijalanjälkien korrelaatioita muiden vaikutusluokkien, erityisesti haitallisten aineiden synnyttämien päästöjen kanssa, tulokset eivät usein ole samansuuntaisia (Laurent ym. 2012; Häkkinen ym. (2021: 11) mukaan).

Kädenjälkilaskentaa ja nettopositiivisuutta on järkevää tarkastella niin, että jokaista vaikutusluokkaa positiivisine ja negatiivisine vaikutuksineen käsitellään erikseen. Mikään, edes kädenjäljen kasvattaminen tai jalanjäljen pienentäminen, ei kuitenkaan oikeuta siihen, että yritys voisi aiheuttaa millään saralla sellaisia haitallisia vaikutuksia, jotka ovat kriittisiä ja peruuttamattomia. (Tynkkynen & Berninger 2017: 1. luku.)

Kulutuksen todellinen tarve ja laskettavan tuotteen tai palvelun eettisyys

Ympäristöllinen elinkaarilaskenta, jonka alalaji hiilijalanjälkilaskenta on, ei kyseenalaista tai tarkastele tuotetta kokonaisuutena yhteiskunnallisessa kontekstissa, vaan käsittelee ainoastaan tuotteen ympäristöllisiä ominaisuuksia elinkaarien aikana. Tuote itsessään voidaan siten esittää vertailevan laskennan tuloksena aiempaa kestävämpänä vaihtoehtona, vaikka se olisi lähtökohtaisesti esimerkiksi käyttötarkoituksiltaan eettisesti tai ympäristöllisesti kyseenalainen. (Dyllick & Rost 2017: 350–351.) Positiivinen ympäristöllinen kädenjälki ei myöskään takaa sitä, että tuote on tarpeellinen tai että sen kulutus- ja tuotantomäärät ovat perusteltuja (Norris 2013: 15–18; Dyllick & Rost 2017: 350–351, 353).

Elinkaarilaskenta ei siis suoraan kehoita kyseenalaistamaan tuotteen ja kulutuksen todellista tarvetta ylipäättäen tai tarkenna sitä, millaiselle tuotteelle kädenjälki voidaan laskea, lukuun ottamatta sitä, että vaikutusluokkien välisten trade off -vaikutusten tarkasteluun kannustetaan (ks. mm. Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 4; Tynkkynen & Berninger 2017: 6. luku; Grönman ym. 2019: 1059–1061; Guillaume ym. 2020: 15, 17). Ollakseen hyväksyttäviä, kädenjälkien tulisi olla myös eettisesti kestäviä (Guillaume ym. 2020: 5–6).

Tuotteen tai palvelun kokonaisvaltaisen kestävyuden arviointi vaatii siis ilmasto-vaikutusten laskennan lisäksi myös muiden ympäristövaikutusluokkien sekä sosiaalisten ja taloudellisten kestävyyshyötyjen arviointia.

Rebound-efekti

Joissakin tilanteissa yhden hiilijalanjäljen vähentäminen saattaa johtaa toisen hiilijalanjäljen kasvuun; aiheesta on myös aiempien tutkijoiden huomioita. Tämä synnyttää vaateita tarkasteltavan järjestelmän mittaamiselle ja määrittelylle.

(Guillaume ym. 2020: 8.) Esimerkiksi energiatehokkuuden kehittäminen tai kustannustehokkuuden kasvattaminen saattavat lisätä kulutusta muualla, kun yksilölle jääkin aiempaa enemmän resursseja suunnattavaksi muuhun käyttöön.

Tällöin hyvin aikein tehdyt toimet aiheuttavatkin negatiivisten ympäristövaikutusten siirtymisen toisaalle. (Tynkkynen & Berninger 2017: 6.luku.)

Nettopositiivisuuden saavuttaminen ilmastonmuutoksen saralla

Nettopositiivisuuden yksinkertaisena johtoajatuksena on saada aikaan enemmän hyvää kuin huonoa. Siksi toimijan oman toiminnan jalanjälki on ehdottomasti syytä minimoida. Todellinen yhteiskunnalle synnyttävien positiivisten vaikutusten maksimointi tapahtuu kuitenkin kädenjälkeä skaalaamalla. (Tynkkynen & Berninger 2017: 1. luku.)

Toimijan synnyttämiä positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia kannustetaan tarkastelemaan vaikutusluokkakohtaisesti. Toiminta on nettopositiivista silloin, kun toiminnan vaikutus on nettona positiivinen kaikilla tarkasteluun valituilla osa-alueella. Lisäksi, kun toiminnan nettopositiivisuutta arvioidaan vaikkapa ilmaston

osalta sellaisen tuotteen kohdalla, jolla on useita käyttötarkoituksia, ei ole riittävä, että toimija laskee hiilikädenjälkeensä vain sellaiset tuotteiden käyttötarkoitukset tai tuotteet, jotka synnyttävät positiivisen hiilikädenjäljen ja vertaa sitten tulosta omaan hiilijalanjälkeensä. Todellinen nettopositiivisuus vaatii sitä, että toimija arvioi rehellisesti yhtä lailla tuotteidensa ja palveluidensa synnyttämiä haittoja eli ottaa hiilikädenjälkilaskentaan mukaan myös sellaiset tuotteiden käyttötarkoitukset tai tuotteet, joiden hiilikädenjälki on negatiivinen, mikäli sellaisia löytyy. (Tynkkynen & Berninger 2017: 6. luku.)

Kädenjäljen laskenta toteuman (ex-post) vs. potentiaalin (ex-ante) pohjalta

Kädenjälkeä koskevassa keskustelussa painotetaan vahvasti kädenjäljen tulevaisuuteen painottuvaa ja tulevaisuuden toimintaa ohjaavaa hyötynäkökulmaa (ks. mm. Tynkkynen & Berninger 2017: 1.luku; Guillaume ym. 2020: 16). Kädenjäljen laskemiseen on esitetty useita menetelmiä, joissa painotetaan laskennan perusoletusten läpinäkyvyyden, tarkkuuden sekä oikeellisuuden merkitystä (ks. Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013; Norris 2013; Norris & Phansey 2015; Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017; Rakenuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019; Pajula 2021 esittämät laskentamenetelmät).

Pääosassa menetelmistä ei kuitenkaan käy yksiselitteisesti ilmi, onko kädenjälkiä tarkoitus laskea toteumatietojen perusteella (ex-post) esimerkiksi vuositasolla vai voidaanko kädenjälkeä käyttää myös puhdasta päästövähennys- tai nielupotentiaalia kuvaavana ennakoarviona (ex-ante), kunhan taustaoletukset ovat perustellut. Ex-ante- vs. ex-post- laskentatapojen välisiin eroihin sekä ennakoarvioiden pohjalta tehtävän kädenjälkilaskennan tulosten tulkintaan ei kirjallisuuskatsauksen puitteissa läpikäytyssä materiaalissa otettu juuri kantaa. Tämä on sinänsä kiinnostava havainto, sillä mitä pidemmän elinkaaren omaavalle tuotteelle tai palvelulle kädenjälkeä lasketaan, sitä epävarmemmaksi myös laskentaoletukset ja perusura muuttuvat, vaikka ne valittaisiin konservatiivisin perustein. Samoin silloin, kun arvioidaan täysin uuden tuotteen tai palvelun käyttövaiheessa potentiaalisesti syntyvää kädenjälkihyötyä, asiakkaan tai kuluttajien käytöksen ennakoiminen on monimutkaista.

VTT:n ja LUT:n kädenjälkioppaan vuoden 2021 versiossa projektit on nostettu tuotteiden ja palveluiden lisäksi mahdolliseksi kädenjäljen laskentakohteeksi. Kädenjäljen ennakoarvioinnista voi olla hyötyä esimerkiksi investointipäätöksissä. Samalla oppaassa todetaan, että joissain tapauksissa projektien hyödyt voidaan arvioida vasta niiden päätyttyä. Sekä ennakkotietoon että toteumatietoon perustuva arviointi on siis projektien osalta mahdollisesti. Joka tapauksessa oppaassa korostetaan projektin tulosten seurannan ja todentamisen merkitystä tavoitteiden saavuttamisen arvioinnissa. (Pajula ym. 2021: 18.)

Linjassa Pajulan ym. (2021: 18) huomion kanssa on syytä tunnistaa, että riippuen siitä, lasketaanko jo syntynyttä kädenjälkeä jälkikäteen tarkan toteumatiedon perusteella vai ennakoarviota päästövähennys- ja nielupotentiaalista ulottuen pitkälle tulevaisuuteen, laskentatulosten epävarmuusasteet ja käyttötarkoitukset ovat erilaisia. Huomio projektien jatkuvan seurannan merkityksestä tulosten varmentamisessa voidaan yleistää muiden kokonaisuuksien (kuten pitkäkestoisten investointien tai monivuotisten palvelukokonaisuuksien) kädenjälkien laskentaan silloin, kun kädenjälkeä lasketaan ennakkoon. Seurannalla pystytään vähintään havaitsemaan isot virheet tulevaisuuteen liittyvissä laskentaoletuksissa ja korjaamaan ne tulevissa laskennoissa.

5.4 ISO-standardien ja GHG-laskentaprotokollan merkitys kädenjälkilaskennalle

Kädenjälkilaskennasta puuttuvat toistaiseksi vakiintuneet laskentaa ohjaavat laskentamenetelmät (Grönman ym. 2019: 1060). Tämän työn puitteissa käytiin läpi elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskentaa ohjaavia ISO-standardeja sekä yritysten päästölaskentaa ohjaamaan kehitettyä GHG-protokollaa, erityisesti GHG-julkaisusarjan alaista tuoteprotokollaa.

5.4.1 ISO-standardit

Elinkaariarviointia (SFS-EN ISO 14040:2006 sekä SFS-EN ISO 14044:2016+A1:2018) ja hiilijalanjälkeä (SFS-EN ISO 14067:2018) käsittelevät SFS-EN ISO -standardit sekä WRI:n (World Resources Institute) ja WBCSD:n (World Business Council for Sustainable Development) Greenhouse Gas Protocol -julkaisusarjan tuotteita koskeva GHG-tuoteprotokolla (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard) eivät tunnista ”kädenjälki” -termiä (SFS-EN ISO 14040; SFS-EN ISO 14044; SFS-EN ISO 14067; Product Lifecycle Accounting and Reporting Standard 2011). Greenhouse Gas Protocol- julkaisusarjan tuoteprotokolla viittaa työssä aiemmin käsitellyyn ”vältetyt päästöt” -termiin vain todetessaan, että standardi ei ota kantaa niiden määrittämiseen (Product Lifecycle Accounting and Reporting Standard 2011: 5).

Tuotteen tai palvelun kädenjäljen laskenta vertailevalla laskentamenetelmällä vaatii perusuran määrittämistä ja johtaa lopulta kahden vertailtavan hiilijalanjäljen laskentaan (Grönman ym. 2019: 1061–1063). Siksi on joka tapauksessa hyödyllistä tuntea, mitä elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskentaa koskevat standardit toteavat vertailevista selvityksistä.

SFS-EN ISO 14040:2006+A1:2020 (Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.)

Standardi asettaa vaateita elinkaariarviointivertailun pohjalta julkisesti esitettävälle vertailuväittämille silloin, kun verrataan keskenään samaan käyttötarkoitukseen tarkoitettuja, kilpailevia tuotteita (SFS-EN ISO 14040: 16). Standardin mukaan vertailuväittämiä tehtäessä on raportoitava kaikki standardissa SFS-EN ISO 14044 esitetyt, vertailuväitteitä varten laaditut lisäraportointivaatimukset. Standardi SFS-EN ISO 14040 edellyttää lisäksi täysimääräistä läpinäkyvyyttä arvoalinnoissa, perusteluissa sekä asiantuntija-arvioita hyödynnettäessä. Jos vertailuväitteitä esitetään julkisesti, edellytetään tällöin aina kolmannen osapuolen tekemän kriittisen arvioinnin hyödyntämistä. (SFS-EN ISO 14040: 25.)

SFS-EN ISO 14044:2006+A1:2018 (Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.)

Standardi asettaa vaatimukset teemoille, jotka on sisällytettävä raportointiin vertailuväitteitä tehtäessä (SFS-EN ISO 14044: 8). Raportointiin on tällöin sisällytettävä tiedot materiaali- ja energiavirroista, analyysi laskennassa käytetyn tiedon tarkkuudesta, täydellisyydestä ja edustavuudesta, kuvaus laskettujen järjestelmien keskinäisestä vastaavuudesta sekä siitä, miten kriittinen arviointi on toimeenpantu. Lisäksi on esitettävä arvio vaikutusarvioinnin täydellisyydestä, vahvistus käytettyjen vaikutusluokkaindikaattorien kansainvälisestä hyväksyttävyydestä, analyysi käytettyjen vaikutusluokkaindikaattorien pätevydestä sekä tulokset epävarmuus- ja herkkyysanalyysistä. Jos herkkyysanalyysissä havaitaan poikkeamia, nämä poikkeamat on käsiteltävä. (SFS-EN ISO 14044: 38.)

SFS-EN ISO 14067:2018 (Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet).

Tuotteiden hiilijalanjälkilaskentaa käsittelevä SFS-EN ISO 14067 -standardi ei ota lainkaan kantaa hiilikädenjäljen tai vältettyjen päästöjen käsitteisiin (SFS-EN ISO 14067). Standardin velvoittava liite B ottaa kuitenkin kantaa eri tuotteiden hiilijalanjälkiin pohjautuvaan vertailuun. Liitteessä edellytetään, että vertailevissa laskennoissa laskentojen vaatimusten tulee olla keskenään samanlaiset. Vertailtavien tuotteiden koko elinkaari on otettava mukaan laskentaan. Tästä voidaan tehdä poikkeus vain, mikäli tarkasteltava toiminto sisältyy osittaiseen laskentaan ja ulos rajatut elinkaaren osat ovat täsmälleen samanlaiset kaikille tuotteille. Lisäksi tuoteryhmäsääntöä käytettäessä kaikille vertailtaville tuotteille on käytettävä samaa sääntöä. (SFS-EN ISO 14067: 45.)

Kun määritetään vertailulaskennan tavoitetta ja soveltamisalaa, laskennassa käytettävien kriteerien on oltava toisiaan vastaavia muun muassa tuoteryhmän määrittelyn ja kuvauksen, toiminnallisen - ja laskentayksikön, laskennan rajausten, tietojen kuvauksen ja laadun osalta. Myös tietojenkeruuseen sekä laskentaan käytettävien menetelmien, allokointisääntöjen sekä käytettyjen GWP-arvojen on oltavat toisiaan vastaavat. (SFS-EN ISO 14067: 45.)

SFS-EN ISO 14026:2018 (Ympäristömerkit ja selosteet. Jalanjälkiviestinnän periaatteet, vaatimukset ja ohjeet.)

Standardin luo yhtenäiset toimintatavat jalanjälkien ympäristönäkökohtia koskevalle viestinnälle, lisää todenmukaista tietoa ympäristövaikutuksista sekä vähentää viestinnällisten väärinkäytösten riskiä. Standardi käsittelee muun muassa viestinnän periaatteita, lähtötietoja koskevia vaatimuksia, jalanjälkiviestintäohjelmaa koskevia vaatimuksia sekä todentamisvaatimuksia. (SFS-EN ISO 14026: 6, 10.)

5.4.2 GHG-tuoteprotokolla

GHG-protokollan alaisessa tuoteprotokollassa (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard: 87) vältetyt päästöt määritellään:

päästövähennyksiksi, jotka syntyvät epäsuorana markkinareaktiona tarkasteltavaan tuotteeseen tai prosessiin ja jotka ilmenevät tarkastellun tuotteen elinkaareissa.

Esimerkiksi energiatehokas laite voi korvata markkinoilla tehottomampia laitteita, mikä voi johtaa laitteen käyttövaiheessa päästövähennemien syntyyn. Protokollassa todetaan suoraan, ettei se ota kantaa vältettyihin päästöihin tai toimiin, joita päästöjen hillitsemiseksi tehdään. Siinä todetaan myös, että vältettyjä päästöjä ei tulisi vähentää inventaariolaskennan tuloksista, mutta ne voidaan raportoida erillisenä tietona. (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 2011: 87.)

Kun tuotteiden välillä tehdään vertailuja, joilla pyritään vaikuttamaan ostoskäyttäytymiseen, tuotemerkintöihin tai tuotteen suorituskykyä koskeviin väitteisiin, protokolla asettaa vaatimuksia vertailulle. Vertailussa käytettyjen yksiköiden on oltava identtisiä, samoin järjestelmän rajojen sekä ajallisen keston on oltava yhdenmukaisia. Samanlaisille prosesseille on käytettävä samoja allokatiomenetelmiä. Käytetyn taustatiedon tyyppi ja laatu sekä tietoon liittyvät epävarmuudet on raportoitava ja arvioitava, onko tasapuolinen vertailu mahdollinen. Inventaarioiden ajallinen ja maantieteellinen edustavuus on käytävä läpi ja arvioitava,

onko tasapuolinen vertailu mahdollinen. Lisäksi kolmannen osapuolen on varmennettava laskenta. (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 2011: 23–26.)

5.4.3 ISO- standardien ja GHG- tuoteprotokollan anti hiilikädenjälkilaskennalle

Yllä esitetyn tarkastelun pohjalta voidaan todeta, että vaikka mikään vakiintunut elinkaari- tai hiilijalanjälkilaskennan standardi ei tunne kädenjäljen käsitettä tai ota siihen suoraan kantaa, näiden standardien tuntemuksesta on kuitenkin välillisesti hyötyä kädenjäljen laskennassa.

Vertailevaa kädenjälkeä laskettaessa päädytään käytännössä tilanteeseen, jossa verrataan tarkasteltavan ratkaisun sekä perusratkaisun hiilijalanjälkeä (Grönman ym. 2019: 1061–1063). Jotta tällainen vertailu pystytään tekemään mahdollisimman objektiivisesti, elinkaariarviointia ja hiilijalanjälkilaskentaa ohjaavien standardien vaatimukset koskien vertailun läpinäkyvyyttä, oikeellisuutta sekä tasapuolisuutta on syytä siirtää myös kädenjälkilaskennan puolelle. Standardien antamat, viestintään liittyvät ohjeet vertailulaskennoissa ovat pitkälti sellaisenaan hyödynnettävissä myös kädenjälkilaskennan viestinnässä.

5.5 Kädenjäljen syntymekanismit eri menetelmissä ja kädenjälkien luokittelu

Koska kädenjäljelle ei ole yhteisesti hyväksyttyä laskentamenetelmää, ei ole myöskään yhtä näkemystä siitä, minkälaisien mekanismien kautta kädenjälki syntyy. Eri kädenjälkimenetelmissä esitettyjen syntymekanismien tarkastelu auttaa hahmottamaan kädenjälkiajattelun moninaisuutta. Kädenjälkien luokittelu on keino jäsentää käsitteestä käytävää keskustelua. Yksi tapa luokitella kädenjälkiä ja kädenjälkien laskentamenetelmiä on jakaa ne absoluuttisiin ja vertaileviin kädenjälkiin. Tämän jakolinjan hahmottaminen on kriittistä kädenjälkien ymmärtämisessä. Tässä kappaleessa kuvataan sekä kädenjäljen syntymekanismeja että kädenjälkien luokittelua absoluuttisiin ja vertaileviin kädenjälkiin.

5.5.1 Kädenjäljen syntymekanismit eri menetelmissä

Kädenjäljen syntymekanismien kuvaus vaihtelee eri lähteiden välillä: toisissa menetelmissä kädenjäljen syntymekanismi on kuvattu konkreettisesti, toisissa taas hyvin käsitteellisellä tasolla.

The Good We Do (Biemer ym. 2013)

Biemer ym. (2013) käsittelevät The Good We Do- ajattelussaan kädenjäljen syntymekanismeja hyvin käsitteellisellä tasolla. Heidän mukaansa henkilötasolla omaa kädenjälkeä voi kasvattaa vaikuttamalla muiden toimijoiden päätöksiin. Biemer ym. (2013: 147) toteavat kasvattavansa omia, henkilökohtaisia kädenjälkiään esimerkiksi muuttamalla pihamaitaan ruokametsiksi, korvaamalla vieras-kasveja istuttamalla tilalle alkuperäislajeja sekä järjestämällä kestäväään asumiin liittyviä työpajoja. Biemerin ym. (2013: 146–147) ajattelun mukaan kädenjälkeä voi luoda joko pienentämällä oman toiminnan haitallisia vaikutuksia tai luomalla positiivisia vaikutuksia oman elinpiirin ulkopuolella.

NetPositive Assessment (Norris & Phansey 2015)

Norrisin ja Phanseyyn (2015: 4–5) mukaan kädenjälki voi syntyä joko välttämällä jalanjälkeä, joka olisi muutoin syntynyt tai luomalla sellaisia positiivisia hyötyjä, joita ei muutoin olisi tapahtunut. Kädenjälkeä synnyttävien toimien on oltava tarkoituksellisia ja vapaaehtoisia. Kädenjäljeksi lasketaan sekä toimijan oman jalanjäljen pienentäminen että toimijan muille tahoille tuottamat positiiviset vaikutukset. (Norris & Phansey 2015: 4–5.)

Tuotteen tasolla yritys voi luoda kädenjälkeä useilla tavoilla. Yritys voi parantaa olemassa olevan tuotteen elinkaaren aikaista suoriutumista tai luoda kokonaan uuden, aiempaa vahvemman ympäristösuorituskyvyn omaavan tuotteen, jolloin parannettu ratkaisu syö markkinaosuutta ei-innovatiivisilta tuotteilta. Kädenjälkeä voi saavuttaa myös kasvattamalla jo olemassa olevan tuotteen kysyntää ympäristölliseltä suorituskyvyltään huonompien tuotteiden kysynnän kustannuksella. Merkittävää NetPositive Assessment -ajattelussa on se, että itse tuotteen

ympäristöllisen suorituskyvyn lisäksi kädenjälkeä voidaan siis saavuttaa kilpailijoiden tuotteita ympäristöystävällisemmän tuotteen markkinaosuuden kasvattamisella. Markkinan koon oletetaan olevan vakio, eikä yrityksellä oleteta olevan vaikutusmahdollisuutta kokonaiskysynnän volyyymiin. (Norris & Phansey 2015: 4–6.)

Itse tuotteeseen tai sen markkinaosuuteen kohdistuvien toimien lisäksi kädenjälkeä voidaan saavuttaa heijastevaikutusten kautta. Yritys voi esimerkiksi kannustaa asiakkaita käyttämään tuotteitaan entistä tehokkaammin. Jos kannustus johtaa siihen, että asiakkaat luovat lisää kädenjälkiä, myös nämä kädenjäljet ovat osa positiivisia heijastevaikutuksia. Yritys voi siis kasvattaa kädenjälkeään paitsi kehittämällä omaa tuotettaan, myös kehittämällä informaatiovirtoja, jolloin asiakkaat osaavat käyttää tuotteita paremmin tai käsitellä tuotteet asianmukaisesti niiden elinkaaren päässä. (Norris & Phansey 2015: 4–6.)

ILFI:n Handprinting-menetelmä (Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017)

ILFI:n Handprinting -menetelmässä kädenjälkimuutokset lasketaan suhteessa perusuraan, joka on yleensä nykyinen tai dominoiva versio tuotteesta. Menetelmän avulla voidaan tarkastella erilaisia vaikutusluokkia, kuten CO₂e-päästöjä, energian käyttöä, vedenkäyttöä tai ekologisia vaikutuksia. (Dyllick & Rost, 2017: 354–355; Living Product Challenge. 1.1. Guide. Handprinting 2017.)

ILFI kehottaa tavoittelemaan nettopositiivisuutta toimijan omassa ydintoiminnassa, toimijan tuotteen toimitusketjun yläpäässä muuntamalla toimitusketjut nettopositiivisiksi sekä tuotteen käyttövaiheessa. Nettopositiivisuus vaatii sitä, että kädenjälki on tarkasteltavalla toiminta-alueella suurempi kuin toiminnan jalanjälki samalla rajauksella. ILFI kehottaa toimijoita aloittamaan oman toimintansa kehittämistä ja etenemään sitten toimitusketjunjensa ylä- ja alapäähän. (Dyllick & Rost, 2017: 354.)

ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistus vältettyjen päästöjen laskemiseen kemianteollisuudessa (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013)

ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistuksen mukaan vältetyt päästöt lasketaan vertailemalla kahta eri tuotetta, joilla on sama hyöty käyttäjälle. Ohjeiston mukaan vältetyt päästöt ja niiden synty voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan riippuen siitä, missä arvoketjun osassa ne ovat. Kemiallisen tuotteen tasolla vältetyt päästöt voidaan kvantifioida tarkastelemalla, paljonko kemiantuote vähentää päästöjä verrattuna markkinajohtajan tuotteeseen tai kemianteollisuuden keskiarvoon. Vältettyjä päästöjä voi syntyä myös loppukäyttäjän tasolla. Tällöin on arvioitava, mikä on tarkasteltavan kemiantuotteen panos vältettyjen päästöjen synnyssä silloin, kun sitä käytetään osana laajempaa vähähiilistä teknologiaa. Perusurana käytetään tällöin tyypillisesti käytössä olevaa teknologiaa tai teknologiasekoitusta. (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 17–25.)

VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä (Pajula ym. 2018; Grönman ym. 2019; Pajula ym. 2021)

VTT:n ja LUTin kehittämän hiilikädenjälkilaskentamenetelmän määritelmän mukaan kädenjälki viittaa sellaisiin (positiivisiin) ympäristövaikutuksiin, jotka syntyvät, kun organisaatiot tarjoavat innovatiivisia tuotteita, jotka vähentävät asiakkaiden hiilijalanjälkiä. VTT:n ja LUTin laskentamenetelmän mukaan hiilikädenjälki muodostuu asiakkaan tai asiakkaiden hiilijalanjäljen pienenemisestä. (Grönman ym. 2019: 1061.)

Toimija voi luoda kädenjälkeä useita eri väyliä pitkin, kuten tuottamalla raakaainetta, materiaalia, osaa tai komponenttia, polttoainetta, teknologiaa, prosessia, tuotetta tai palvelua, joka auttaa asiakkaan jalanjäljen vähentämisessä. Kädenjäljen syntymiseen on useita eri tapoja ja se voi syntyä myös eri tapojen yhdistelmänä. Ensimmäinen tapa synnyttää kädenjälkeä on vähentää tuotannossa käytettäviä panoksia, kuten materiaaleja tai energiaa. Toinen tapa on minimoida tuotannon ylijäämää esimerkiksi vähentämällä hukkaa tai jätteitä taikka hyödyntämällä hiilensidontaa tai -talteenottoa. Edelleen kädenjälki voi syntyä joko kehittämällä tuotteen tai palvelun tuottajan tuotantoprosessia tai parantamalla tuotteen loppuasiakkaan käyttöprosessia. Jälkimmäisestä esimerkkinä toimii ruoan pakkaaminen tavalla, joka pidentää käyttöaikaa. Tarkasteltavan tuotteen tai palvelun hiilijalanjälkeä verrataan perusuratkaisun hiilijalanjälkeen.

Kädenjälki on samansuuruinen kuin asiakkaan jalanjäljen pieneneminen suhteessa perusuraan. (Grönman ym. 2019: 1061–1063.)

Ympäristöministeriön vähähiilisuuden arviointimenetelmä rakennuksille (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019; Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta 2021; Kuittinen & Häkkinen 2020; Häkkinen ym. 2021)

Ympäristöministeriön rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmässä rakennuksen hiilikädenjälki kattaa ne positiiviset ilmastovaikutukset, joita ei ilman rakennusta syntyisi. Menetelmässä rakennuksen kädenjälkeen lasketaan mukaan muuan muassa rakennuksen elinkaaren lopussa purkumateriaalien kiertotaloustoimien kautta vältettävät CO₂e-päästöt sekä rakenteiden pitkäaikaisesti sitoutuvat hiilivarastot. Tämän lisäksi huomioidaan rakennuskohtaisen uusiutuvan energian ylituotannon kautta mahdollinen verkkoon syötettävä uusiutuva energia. Ympäristöministeriön laskentamenetelmässä rakennuksen hiilikädenjälki kattaa yllä mainituista lähteistä syntyvät absoluuttiset nettoilmastovaikutukset. (Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta 2021.)

Syntyviä positiivisia ilmastovaikutuksia ei verrata vastaavatyypisten rakennusten tuottamiin positiivisiin ilmastovaikutuksiin ja lasketa erotusta paremman vaihtoehdon hyväksi, vaan positiiviset vaikutukset lasketaan osaksi rakennuksen hiilikädenjälkeä absoluuttisina eli kokonaisuudessaan. Absoluuttinen tulo kulma laskentaan on valittu sen takia, että laskennassa käytettävän pitkän, 50 vuoden elinkaaren takia laskentavaiheessa valittu perusura ei pysyisi validina koko laskenta-aikaa. (Kuittinen & Häkkinen 2020: 188.). Kädenjälki on rakennusten hiilijalanjälkilaskennassa pitkän elinkaaren takia siten väistämättä aina arvio tulevaisuuden potentiaalista: tarkka toteumatieto syntyneistä hyödyistä pystytään varmentamaan vasta rakennuksen elinkaaren lopussa.

Ympäristöministeriön laskentamenetelmässä käytetyn määritelmän mukaan rakennuksen kädenjälki kattaa sellaiset hyödyt, jotka ylittävät laskettavan järjestelmän eli tässä tapauksessa rakennuksen rajat (Häkkinen ym. 2021: 84). Häkkinen ym. (2021: 84) toteavat, että tämä määritelmä on ajatuksellisesti lähellä

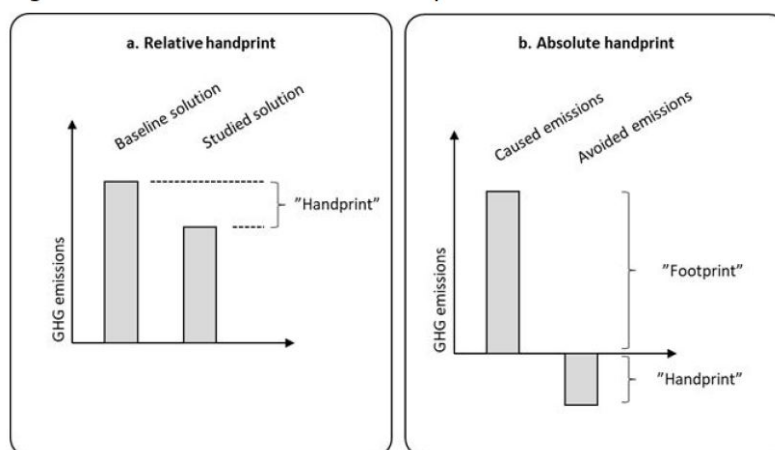
VTT:n ja LUTin laskentamenetelmän (ks. Grönman ym. 2019: 1061) perusajatus siitä, että kädenjälki kuvaa nimenomaan toimijan toisille toimijoille tuottamaa (muiden jalanjälkiä pienentävää) hyötyä.

5.5.2 Kädenjälkien luokittelu

Absoluuttinen ja vertaileva kädenjälki

Kädenjäljen laskennassa yksi eri laskentamenetelmiä ja siten myös laskennan tulosten tulkintaa selkeästi erottava tekijä on se, lasketaanko kädenjälki absoluuttisena vai vertailevana. Kuittinen ja Häkkinen (2020: 188) kuvaavat YM:n rakennusten hiilijalan- ja hiilikädenjäljen laskentamenetelmää kuvaavassa artikkelissaan vertailevan ja absoluuttisen hiilikädenjäljen laskentojen eroa kuvassa 2 esitetyllä visualisoinnilla.

Figure 1. Relative and absolute handprints.



Kuva 2 Suhteellinen ja absoluuttinen kädenjälki. (Kuittinen & Häkkinen 2020: 188)

Absoluuttinen laskentamenetelmä

Standardin SFS-EN ISO 14067 mukaan laskettuun tuotteen tai palvelun hiilijalanjälkeen lasketaan absoluuttiset, tuotteen tai palvelun synnyttämät ilmastohaitat (SFS-EN ISO 14067). Joissakin menetelmissä myös hiilikädenjälki voidaan laskea absoluuttisena. Absoluuttisessa menetelmässä tuotteen, prosessin tai

palvelun synnyttämä hyöty lasketaan kädenjäljeksi kokonaisuudessaan ilman, että sitä suhteutetaan esimerkiksi markkinajohtajan tai muun referenssiratkaisun tuloksiin. (Kuittinen & Häkkinen 2020: 188.)

YM:n rakennusten hiilijalan- ja hiilikädenjälkeä koskevassa menetelmässä käytetään kädenjäljen laskennassa absoluuttista laskentatapaa. Valintaa perustellaan pitkällä laskenta-ajalla: menetelmässä laskenta-aikana käytetään standardinomaisesti 50 vuotta. Mikäli hiilikädenjäljelle päätettäisiin laskennassa valita jokin vertailutaso, johon tulosta verrataan, ei vertailutaso voisi mitenkään säilyä validina koko laskenta-ajalle. Menetelmän normatiivisen luonteen vuoksi tulosten on säilyttävä vertailukelpoisena ja absoluuttisen laskentamenetelmän nähdään palvelevan tätä tarkoitusta. (Kuittinen ja Häkkinen 2020: 188.)

Absoluuttisessa laskennassa, jossa ratkaisua ei verrata mihinkään tarkasteltavan markkinan tai toimialan keskimääräiseen referenssiin, kaikki hyötyjä tuottavat ratkaisut, myös perusuraratkaisut, saavat kädenjälkihyötyä, joskin vähemmän kuin innovatiiviset ratkaisut.

Vertaileva laskentamenetelmä

Vertailevassa menetelmässä tarkastelussa olevan tuotteen, prosessin tai palvelun synnyttämää hyötyä verrataan suorituskvyytään vastaavan referenssiratkaisun tuottamaan hyötyyn. Vertailevassa laskennassa kädenjälki syntyy kahden ratkaisun jalanjalkien erotuksena. (Pajula ym. 2021: 14, 21–122.) Vertailevan laskentamenetelmän etuna on se, että hyvin valittua perusuraa käytettäessä palkitaan innovaatioista ja toisaalta kädenjälkeä ei ole mahdollista synnyttää pelkällä perusuran mukaisella toiminnalla (Guillaume ym. 2020: 6–8).

Vertailevassa laskennassa muutos syntyy aina suhteessa perusuraan (Grönman ym. 2019: 1061–1063, 1064). Jotta kädenjälki voidaan arvioida, tarvitaan siis perusura eli kuvaus siitä, mitä olisi normaalitilassa tapahtunut ilman tarkasteltavaa toimintaa. Perusuran määrittämisellä on laskennassa kriittinen rooli (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19–20; Grönman ym. 2019: 1064–1065; Guillaume ym. 2020: 6–8). Vatanen ym. (2018) ovat

testanneet VTT:n ja LUTin hiilikädenjälkimenetelmää useille tuotteille ja palveluille. Vertailussa havaittiin esimerkiksi, että se, syntyykö puukuiduista valmistettaville ostoskasseille hiilikädenjälki, riippuu siitä, minkälaiseksi potentiaalisten kuluttajien käytös oletetaan eli minkälainen perusura valitaan (Vatanen ym. 2018).

Perusuran tärkeyden takia sen määrittämiselle on oltava selkeät ja läpinäkyvät kriteerit. VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä sekä ICCA:n ja WBCSD:n ohjeistus antavat molemmat selkeät, hyvin samantyyppiset ohjeet perusuran määrittämiselle. Näiden menetelmien mukaan valitun perusuran tulee tuottaa käyttäjälle samaa funktiota kuin tarkasteltava tuote (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19; Pajula ym. 2021: 21), olla käytettävissä samaan käyttötaroitukseen kuin tarkasteltava tuote (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19; Pajula ym. 2021: 21), olla saatavilla ja käytettävissä markkinoilla samalla referenssiajanjaksolla ja maantieteellisellä alueella kuin tarkasteltava tuote (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19; Pajula ym. 2021: 21) sekä olla laadun suhteen vaihdettavissa sekä valittavissa tyypilliselle asiakkaalle tarkasteltavilla markkinoilla (Pajula ym. 2021: 21; Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19).

Toisaalta vertailevan kädenjäljen osalta on huomioitava, että se ei heijasta ainoastaan tutkittua tuotetta, vaan myös kontekstia, jossa kädenjälki syntyy (Pajula ym. 2021: 9, 21–22). Tätä havainnollistaa Jenun ym. (2020: 1–15) VTT:n ja LUTin menetelmän mukaisesti kuudessa maassa tekemä vertailu litiumakkujen kädenjälkipotentiaalista. Siinä havaittiin, että vertailussa mukana olleissa kuudessa maassa (Bulgaria, Saksa, Hollanti, Espanja, Suomi, Norja) sama teknologia synnyttää suurimman kädenjäljen Bulgariassa ja pienimmän Suomessa. Norjassa kädenjälkeä ei syntynyt lainkaan. (Jenu ym. 2020: 11.) Syynä eroon ovat perusuraratkaisussa käytettyjen verkkosähkön päästökertoimien erot maiden välillä.

5.6 VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmä

Yllä on käsitelty hiilikädenjäljen käsitteen taustaa ja käsitteeseen liitettyjä määritelmiä, kädenjälkeen liittyvän teoreettisen keskustelun yhtenevyyksiä ja eroja sekä tuotu esille erilaisia kädenjäljen määrittämiseen luotuja menetelmiä. Kuten yllä on todettu, osa näistä menetelmistä on varsin abstrakteja. Konkreettisia, nimenomaan hiilikädenjäljen laskemiseen luotuja menetelmiä on vain muutama. Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen sekä LUT-yliopiston kehittämä menetelmä hiilikädenjäljen laskentaan (ks. Pajula ym. 2018 sekä Pajula ym. 2021 kehittämät oppaat), on tässä työssä valittu tarkkaan tarkasteluun, koska se keskittyy nimenomaan hiilikädenjälkeen ja on luonteeltaan varsin konkreettinen. Alla laskentamenetelmää avataan vaihe vaiheelta.

5.6.1 Laskentamenetelmän tarkastelu

Tausta

VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentaan kehittämä menetelmä julkaistiin vuonna 2018 (Pajula 2018). Menetelmää on sittemmin validoitu useilla tieteellisillä artikkeleilla (ks. mm. Grönman ym. 2019; Kasurinen ym. 2019; Jenu ym. 2020). Vuonna 2021 oppaasta julkaistiin päivitetty versio, jossa laskentamenetelmä laajennettiin kattamaan myös joukon muita ympäristövaikutusluokkia ja joitain menetelmän kohtia tarkennettiin (Pajula ym. 2021: 4, 8).

Ensimmäinen, vuonna 2018 julkaistu versio menetelmäoppaasta oli kehitetty erityisesti tuotteita ja palveluja varten (Pajula ym. 2018). Vuonna 2021 julkaisussa, päivitettyssä versiossa tarkennetaan, että kädenjälkilaskennan kohteina voivat olla esimerkiksi jokin raaka-aine, osa, polttoaine, prosessi, projekti, tuote tai palveluportfolio tai investointi (Pajula ym. 2021: 18).

Menetelmässä kädenjäljen määritetään viittaavan:

” --positiivisiin ympäristövaikutuksiin, joita organisaatiot voivat saavuttaa, ja joista ne voivat kommunikoida tarjoamalla tuotteita ja palveluita, jotka auttavat

muita toimijoita vähentämään omia jalanjälkiään. Hiilikädenjälki syntyy muiden toimijoiden hiilijalanjälkiin synnyttävistä vähenemistä.”

(käännetty vapaasti englannista suomeksi lähteestä Pajula ym. 2021: 11).

Menetelmän mukaan toimijan tulee tavoitella oman hiilijalanjälkensä (GHG-protokollan mukaiset scopet 1, 2 & 3) minimointia, mutta tätä ei lasketa toimijan omaksi kädenjäljeksi. Kädenjälkeä taas pyritään maksimoimaan: kädenjälki syntyy tarkasteltavan ratkaisun sekä perusuraksi valitun vertailuratkaisun synnyttämien jalanjälkien erotuksesta. (Pajula ym. 2021: 11, 14.)

Menetelmän mukaan kädenjälkitarkastelua voidaan käyttää useisiin tarkoituksiin, kuten yritystason päätöksenteon tukemiseen kestävyysstrategioissa, tuotteiden tai palveluiden kehittämiseen sekä parannuskohteiden kartoittamiseen, erilaisten teknologioiden ja liiketoimintavaihtoehtojen vertailuun, sääntelyyn varautumiseen sekä markkinointiin ja viestintään. (Pajula ym. 2021: 15.)

Menetelmässä otetaan kantaa kädenjäljen laskijan pätevyYTEEN. Koska kädenjäljen laskenta sekä tulosviestintä perustuvat jalanjälkien laskentaan elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskentastandardien pohjalta, laskijan tulee tuntea käytetyt standardit ja omata kokemusta elinkaarilaskennasta. Lisäksi on tärkeää, että laskentaan linkitetään yrityksestä tahoja, joilla on riittävä tuntemus laskettavista tuotteista tai palvelusta, niiden käyttötarkoituksesta sekä tarkasteltavasta markkinasta. (Pajula ym. 2021: 15.)

Menetelmän vaiheiden esittely

Alla on kuvattu VTT:n ja LUTin laskentamenetelmän vaiheet laskentamenetelmää koskevan oppaan (Pajula ym. 2018; Pajula ym. 2021) sekä menetelmää käsittelevän tieteellisen artikkelin (Grönman ym. 2019) pohjalta.

1) Laskettavan tuotteen tai palvelun valinta

Menetelmän ensimmäinen askel on tarkasteltavan tuotteen tai palvelun valinta. Valittu laskentakohde, sen sisältö ja rajausta kuvataan mahdollisimman tarkasti. Yrityksen sisäistä tuote- ja palveluosaamista kannustetaan hyödyntämään siinä vaiheessa, kun kartoitetaan laskentaan mukaan valittavia tuotteita tai palveluita. (Grönman ym. 2019: 1063; Pajula ym. 2021: 18.)

2) Arvioidun kädenjäljen syntymekanismin kuvaus

Toisessa vaiheessa arvioidaan, minkä vaikutuskeinon kautta kädenjälkihyödyn oletetaan syntyvän. Kädenjälki voi menetelmän mukaan syntyä optimoimalla materiaalien tai energian käyttöä, vähentämällä jätteiden tai hukkan määrää, pidentämällä tuotteen käyttöikä ja kehittämällä tuotteen toiminnallisuuksia tai hyödyntämällä hiilentalteenottoa ja varastointia, esimerkiksi vahvistamalla hiilinieluja maankäytön muutosten kautta, sitomalla hiiltä biomassaan tai valmistettaviin tuotteisiin. (Grönman ym. 2019: 1061; Pajula ym. 2021: 13, 18–19.)

Kädenjäljen syntymekanismista voidaan etukäteen tehdä arvio, mutta lopullisesti päästövähennyksen synnyttävät vaikutustiet ja -mekanismit selviävät, kun laskenta on viety loppuun (Grönman ym. 2019: 1064).

3) Syntyvien ympäristövaikutusten tyypin tunnistus ja indikaattorien valinta

Seuraavaksi tulee arvioida, minkä ympäristövaikutusluokan alle syntyvät vaikutukset kuuluvat ja mikä indikaattori näiden vaikutusten esittämiseen soveltuu (Pajula ym. 2021: 20).

4) Tuotteeseen linkittyvien asiakkuuksien ja muiden hyötyjien tunnistaminen

Kädenjälki syntyy aina suhteessa tiettyyn tilanteeseen sekä käyttäjään tai hyötyjään. Tämä käyttäjä tai hyötyjä voi tilanteesta riippuen olla yritys, kuluttaja tai yhteiskunta. Samalla tuotteella tai palvelulla voi olla useita eri asiakassegmenttejä, jotka käyttävät tuotteita eri tavoin tai maantieteellisesti eri alueilla. (Pajula ym. 2021: 11, 21.). Siksi on oleellista tunnistaa, minkälaista segmentointia laskenta vaatii, ja mitä segmenttiä tarkastellaan.

Menetelmää esitetään käytettäväksi tuotekehityksessä, asiakasviestinnässä ja markkinoinnissa sekä asiakkaiden päätöksenteon helpottamisessa (Pajula ym. 2021: 13). Patala ym. (2016) esittävät, että kestävien tuotetarjoamien luomisessa tulisi lähteä siitä, että määritetään asiakkaiden prosessien pääasialliset arvonluontimekanismit, joissa tuote voi synnyttää arvoa tai estää menetyksiä. Tärkeää on paitsi tunnistaa tuotteen potentiaaliset (hiilijalanjätkivähennys)hyödyt, myös selvittää, minkä tyyppisiä vaikutuksia asiakas arvostaa ja kustomoida päästöjä vähentävä ratkaisu jo lähtökohtaisesti asiakkaan tarpeita vastaaviksi. (Patala ym. 2016: 148-151.) Patalan ym. (2016) ajattelua sekä Pajulan ym. (2021: 15) esittämiä kädenjäljen käyttötarkoituksia mukaillen, lähtötilanteessa ei aina ole tarve tarkastella valmista tuotetta tai palvelua. Sen sijaan kädenjälki voisi toimia ohjenuorana tuotteen tai palvelun muotoilussa asiakkaalle.

5) Perusuran määrittäminen

Menetelmässä tuotteen synnyttämät päästöhyödyt lasketaan suhteessa perusuraan (Pajula ym. 2021). Perusuran valinnan lähtökohdat ovat pitkälti samat kuin Addressing the Avoided Emissions Challenge (2013: 19–20) ohjeistuksessa vältettyjä päästöjä koskien: näihin periaatteisiin ohjeistus myös suoraan viittaa.

Perusuratuotteen on oltava käytettävissä samaan tarkoitukseen kuin tarkasteltava tuote sekä saatavilla samoilla markkinoilla kuin vertailutuote niin maantieteellisesti kuin ajallisesti. Lisäksi perusuratuotteen sekä tarkasteltavan tuotteen on oltava yhdenmukaisesti arvioitavissa niin laskennassa käytetyn tiedon laadun, rajausten kuin laskentaoletusten osalta. (Pajula ym. 2021: 14, 21–22.) Perusuran valinnalla on laskennassa iso merkitys (Grönman ym. 2019: 1064–1065); löyhästi määritetty perusura kasvattaa kädenjäljen kokoa perusteettomasti.

Jos tarkasteltava tuote on markkinoilla uusi, perusurana käytetään tilannetta, jossa tuotetta ei ole olemassa. Silloin, kun kilpailijoita löytyy, ja tuote siten

olettavasti korvaa toisen tuotteen markkinoilla, on määritettävä, tunnetaanko asiakas. Silloin, kun asiakas tunnetaan, perusurana voidaan käyttää asiakkaan nykyistä tuotetta. Silloin, kun asiakasta ei kyetä tarkasti määrittämään, perusuraksi joko valitaan markkinajohtajan tuote tai vastaava korvaava tuote. Käytetään keskiarvoista tuotetietoa taikka tuotespesifikaatioita, standardeja tai BREF:ejä. Jos tarkasteltavalla tuotteella on useita käyttötarkoituksia, perusura voi olla yhdistelmä useista eri vertailutuotteista, jotka yhdessä vastaavat näitä kaikkia käyttötarkoituksia. (Pajula ym. 2021: 21–22.)

6) Toiminnallisen yksikön määrittäminen

Toiminnallinen yksikkö riippuu asiakkaasta ja sen on perustuttava siihen, mitä tarvetta tuote täyttää elinkaarensa aikana. Toiminnallisen yksikön tulee edustaa käyttötapaa tai asiakasprofiilia. (Pajula ym. 2021: 23.)

7) Rajojen määrittäminen

Laskennan rajojen on oltava vertailukelpoiset perusuran sekä tarkasteltavan ratkaisun välillä. Laskentarajausten perusteiden on oltava selkeitä ja läpinäkyviä. (Pajula ym. 2021: 24.) Lähtökohtaisesti koko elinkaari kehdosta hautaan tulisi huomioida. Kuitenkin mikäli kahdessa vertailtavassa järjestelmässä on keskenään täysin identtisiä osia, ne voidaan jättää laskennasta ulos hyvin perusteluin. Sen elinkaarivaiheen, jossa päästövähennys asiakkaalle syntyy, on oltava mukana laskennassa. (Grönman ym. 2019: 1064–1065.)

Tuotteen tai palvelun käyttövaihe on sisällytettävä mukaan tarkasteluun. Elinkaaren loppupäätä kuvaavalla EoL (End of Life) -skenaariolla on tyypillisesti vaikutus laskennan johtopäätökseen, joten myös se olisi huomioitava tarkastelussa. (Pajula ym. 2021: 24.)

8) Tietotarpeiden ja lähteiden määrittäminen

Mikäli asiakas pystytään tarkasti määrittämään, tulisi tällöin käyttää primääridataa viime vuosilta. Tyypillisesti vuosi on suositeltava tiedonkeruujakso. Jos vuosittaisessa tiedossa on paljon vaihtelua, voidaan käyttää useamman vuoden keskiarvoa. (Grönman ym. 2019: 1065.)

Mikäli asiakasta ei voida tarkasti määrittää, mutta yritys tuntee potentiaalisen asiakkaan tai asiakasryhmän, turvaudutaan keskiarvoisiin oletuksiin. Kuluttajatuotteissa joudutaan usein hyödyntämään tilasto- tai keskiarvotietoa, sillä epävarmuus kasvaa, kun erityyppiset kulutustottumukset omaavien kuluttajien joukko kasvaa. (Grönman ym. 2019: 1065.)

Laskentatiedon on heijastettava todellista toimintaympäristöä sekä perusuran että vertailuratkaisun suhteen. Mikäli käytettyyn tietoon sisältyy isoa vaihtelua, tietoa on kerättävä sopivaksi katsotulta ajanjaksolta ja käytettävä keskiarvoa. Tiedon tulee olla maantieteellisesti ja ajallisesti edustavaa sekä tarkkaa ja täydellistä. Lisäksi sekä vertailuratkaisun että perusuran osalta laskentaan käytettävän tiedon on oltava samalta aikajaksolta. (Pajula ym. 2021: 24.)

9) Jalanjälkien laskenta

Vertailutapausten hiilijalanjäljet lasketaan elinkaarilaskennan ISO-standardien mukaisesti (Pajula ym. 2021: 25).

10) Kädenjäljen laskenta

Jalanjälkien vertailu antaa kädenjäljen. Ymmärrettävästi positiivinen kädenjälki syntyy vain, mikäli vertailun lopputulos on positiivinen tarkasteltavan tuotteen suhteen. (Pajula ym. 2021: 25) Perusura luonnollisesti muuttuu dynaamisesti vuosien aikana. Kädenjälki on validi niin kauan kuin laskentaan käytetty data on edustavaa kuvaamaan tilannetta. (Grönman 2019: 1070.)

11) Viestinnällisen yksikön määrittäminen

Ennen viestintää on mietittävä, mikä yksikkö toimii kohdeyleisölle tarkimpana ja oikeudenmukaisimpana yksikkönä viestinnässä laskennan tulosten kuvaamisessa (Pajula ym. 2021: 26–27). Laskettaessa hiilikädenjälkeä viestinnällinen yksikkö määritetään oletusarvoisesti hiilidioksidiekvivalentteina. Tulos voidaan kuitenkin esittää suhteessa yksikköön, joka on lähellä asiakkaan käyttöä (Grönman ym. 2019: 1065), esimerkiksi suhteuttamalla tulos kilometreihin tai kilowattitunteihin.

12) Kriittinen arviointi

VTT:n ja LUTin kädenjälkimenetelmään sisältyy ohjeistus kädenjälkiviestintään liittyen. Viestintä voi suuntautua joko yritykseltä yritykselle tai yritykseltä kuluttaja-asiakkaalle. Vahvana suosituksena esitetään, että aina, kun laskentatuloksia käytetään yritys -kuluttaja -viestinnässä ja kun kädenjälki on laskettu vertailvana suhteessa toisen toimijan tuotteeseen, toteutetaan vertailulaskennalle kriittinen arviointi. Kriittistä arviointia suositellaan tehtäväksi myös silloin, kun tuloksista viestistään toisille yrityksille: harkinnanvaraisesti tällöin voidaan kuitenkin varmentajana käyttää yrityksen sisäistä tahoja, joka ei ole ollut mukana laskennassa. (Pajula ym. 2021: 26.)

13) Tulosten kommunikointi

VTT:n ja LUTin menetelmä esittää lisäksi joukon viestintää koskevista suosituksista, joista pääosa juontuu suoraan ISO-standardeista (ISO 14026 ja ISO 14063). Tulostietojen osalta painotetaan soveltuvuuden, selkeyden, luotettavuuden ja läpinäkyvyyden periaatteita. (Pajula ym. 2021: 28.) VTT:n ja LUTin

VTT:n ja LUTin kädenjäljen laskentamenetelmän viestintää koskeva ohjeistus pohjautuu vahvasti jalanjälkiviestintää ohjaaviin ISO 14026 - sekä ISO 14063 -standardeihin. Viestintä on muokattava kohdeyleisölle sopivaksi. Viestinnässä on tuotava selkeästi esille, mihin oletuksiin esitetyt väittämät perustuvat. Lukijalle on tarjottava riittävästi taustatietoa, jotta tuloksia on mahdollista tulkita läpinäkyvästi. (Pajula ym. 2021: 26–28.)

5.7 Yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta

5.7.1 Kädenjälki- käsitteen kehitys

Kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettiin akateemisia julkaisuja, laskentaohjeituksia sekä joitain internetsivuja aikaväliltä 2011–2021. Aikajanan alkuun sijoittuvat artikkelit käsittelevät teemaa vielä suhteellisen abstraktilla tasolla (Biemer ym. 2013; Norris 2013), kun taas myöhemmät julkaisut keskittyvät vahvemmin varsinaisten laskentamenetelmien jalostamiseen ja testaamiseen (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013; Norris & Phansey 2015; Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017; Pajula ym. 2018; Grönman ym. 2019; Kasurinen ym. 2019; Jenu ym. 2020; Kuittinen & Häkkinen 2020; Häkkinen ym. 2021; Pajula ym. 2021). Uusimmat julkaisut pyrkivät lisäksi vetämään yhteen yli vuosikymmenen aikana käytyä keskustelua sekä jäsentämään teemaan liittyvää käsitteistöä (Grönman ym. 2019: 1059–1061; Alvarenga ym. 2020; Guillaume ym. 2020).

Julkaisujen ja tieteellisten artikkeleiden määrä kasvanut selvästi vuosien 2019–2021 aikana, mikä viestii kasvavasta tarpeesta kädenjäljen käsitteen kehittämiseksi. Suuret päälinjat kädenjäljen tarpeen syistä ovat samanlaisia eri kirjoittajien kesken. Käsitteen määrittämisessä, sisällössä sekä erityisesti käytännön laskennassa on kuitenkin eri lähteiden välillä merkittäviäkin eroja. ICCA:n ja WBCSD:n kansainväliselle kemianteollisuudelle kemiantuotteiden synnyttämien vältettyjen päästöjen lasketaan luoma ”Addressing the Avoided Emissions Challenge” -ohjeisto (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013) sekä VTT:n ja LUTin kehittämä Opas hiilikädenjäljen laskentaan (Pajula ym. 2018; Pajula ym. 2021) ovat tarkastelluista lähteistä ainoita nimenomaan ilmastovaikutusluokkaan keskittyviä, yleisiä laskentaohjeistoja. Myös Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmä (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 5) ohjeistaa hiilijalan- ja hiilikädenjäljen laskentaan nimenomaan ilmastovaikutusluokassa. Se on kuitenkin tehty sovellettavaksi hiilikädenjäljen laskentaan nimenomaan rakennuksen tasolla (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 5).

Elinkaariarviointia koskevat standardit SFS-EN ISO 14040:2006 sekä SFS-EN ISO 14044:2016+A1:2018 ja hiilijalanjälkilaskentaa koskeva standardi SFS-EN ISO 14067:2016 eivät tunne ”kädenjälki” - tai ”hiilikädenjälki” -termejä. VTT:n ja LUTin menetelmässä hiilikädenjälki kuitenkin muodostuu hiilijalanjälkien erotuksesta, ja kyseisiä standardeja noudatetaan menetelmän mukaisessa kädenjäljen laskennassa (Pajula ym. 2021: 14, 21–22). Lisäksi standardit sisältävät sekä laskentaan että viestintään liittyviä vaatimuksia silloin, kun tehdään vertailevia laskentoja kahden tai useamman eri tuotteen välillä (SFS-EN ISO 14040; SFS-EN ISO 14044; SFS-EN ISO 14067): näiden vaatimusten tuntemus on kriittistä VTT:n ja LUTin menetelmän mukaisen hiilikädenjälkilaskennan tulosten viestinnässä (Pajula ym. 2021: 15). GHG-tuoteprotokollassa mainitaan vältetyt päätöt, mutta vain siinä mielessä, että standardia ei voida yksin soveltaa niiden laskentaa; rinnalla tulee GHG-tuoteprotokollan mukaan käyttää myös tuotekategoriakohtaisia määrittelyjä (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 2011).

5.7.2 Näkemyksien yhteneväisyydet, eroavuudet ja esille nousseet huomiot

Lähteissä korostuivat yhtenevät näkemykset kädenjäljen tarpeen pääsyistä: positiivisen, toimijuutta korostavan näkökulman tuominen negatiivisen haittoihin keskittyvän näkökulman rinnalle (Biemer ym. 2013; Norris 2013; Norris & Phansey, 2015; Dyllick & Rost 2017; Tynkkynen & Berninger 2017; Grönman ym. 2019; Guillaume ym. 2020), kädenjäljen luoma mahdollisuus toimijan positiivisten yhteiskunnallisten vaikutusten todelliseen skaalaamiseen (Norris & Phansey 2015: 3, 18; Tynkkynen & Berninger 2017: 1. luku; Grönman ym. 2019) sekä kädenjäljen potentiaali yrityksen toimintaa ohjaavana strategisena työkaluna (Norris & Phansey 2015: 3; Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013; Dyllick & Rost 2017: 355; Tynkkynen & Berninger 2017: kappale 3; Grönman ym. 2019: 1059-1061). Lisäksi erityisesti uudemmissa julkaisuissa korostui vahvasti tarve kehittää kädenjäljen käsitettä edelleen sekä systematisoida kädenjälkeen ja sen rinnakkaiskäsitteisiin liittyvää ajattelua (Dyllick & Rost, 2017: 357–

358; Grönman ym. 2019: 1059–1060; Alvarenga ym. 2020; Guillaume ym. 2020).

Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille kuitenkin myös selkeästi eriäviä näkemyksiä eri lähteiden välillä sekä asioita, jotka vain osa lähteistä nosti esille. Selkeimmät eriävät näkemykset liittyivät siihen, miten toimijan oma jalanjälki ja kädenjälki suhteutuvat toisiinsa: muun muassa Biemer ym. (2013), Norris (2013), Norris ja Phanse y (2015), ILFI:n laskentamenetelmä (Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017: 7, 10) sekä Guillaume ym. (2020: 10–16) hyväksyvät sen, että toimijan oman jalanjäljen vähennykset voidaan laskea mukaan toimijan kädenjälkeen. Sen sijaan VTT:n ja LUT:n Opas hiilikädenjäljen laskentaan erottaa toimijan oman jalanjäljen vähennykset toimijan tuottamasta kädenjälkihyödystä (Pajula ym. 2021: 11–12). Tietyt, kädenjälkilaskennan osalta relevantit kysymykset, kuten se tuleeko kädenjäljen synnyttävien toimien olla tarkoituksellisia (ks. mm. Norris 2013: 9 sekä Norris & Phanse y 2015: 4) sekä se, voidaanko tai pitäisikö kädenjälkihyötyjen kollektiivinen luonne jotenkin huomioida tai pitäisikö kädenjälkihyötyjä jakaa eri toimijoiden kesken (ks. mm. Norris 2013: 18–23; Norris & Phanse y 2015: 4–6; Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 27–30; Guillaume ym. 2020: 8–10) oli joissain lähteissä jätetty ainakin täsmällisesti käsittelemättä.

Kädenjälkeen liittyvinä huomioina aineistosta nousi esille tarve huomioida kädenjälkilaskennassa mahdolliset trade off -vaikutukset muiden kuin tarkasteltavan ympäristövaikutusluokan sekä muiden kestävä kehityksen ulottuvuuksien osalta (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 9; Tynkkynen & Berninger 2017: 6. luku; Grönman ym. 2019: 1059–1061; Guillaume ym. 2020: 15). VTT:n ja LUTin kädenjäljen laskentamenetelmä on vuonna 2018 julkaistusta, vain hiilikädenjäljen laskentaan keskittyvästä versiosta laajennettu vuonna 2021 myös muihin ympäristövaikutusluokkiin (vesi, resurssien käyttö, ilmanlaatu sekä ravinteet) (Pajula ym. 2021: 4, 8). Tämä mahdollistaa sen, että kädenjälki voidaan samalla palvelulla tai tuotteelle laskea vähintään kaikille näille vaikutusluokille samalla menetelmällä ja tunnistaa tätä kautta mahdolliset trade off -vaikutukset. Myös niin sanottu rebound-efekti nousi esille: on

huomioitava, että joissain tapauksissa yhden hiilijalanjäljen pieneneminen saattaa johtaa toisen hiilijalanjäljen kasvuun toisaalla erityyppisten palauteluoppien kautta (Tynkkynen & Berninger 2017: 6. luku; Guillaume ym. 2020: 8). Lisäksi lähdekirjallisuudesta nousi esille huomio siitä, että se, että tuotteelle tai toiminnolle pystytään laskemaan kädenjälki, ei ole sinänsä tae tuotteen tai toiminnon kokonaisvaltaisesta eettisyydestä, hyväksyttävyydestä tai tarpeellisuudesta (Norris 2013: 15–18; Dyllick & Rost 2017: 350–351, 353). Guillaume ym. (2020: 5–6) alleviivaavat eettisyyden merkitystä koko kädenjäljen olemassaolon lähtökohtana.

5.7.3 Kädenjälkien luokittelu

Koska kädenjälki ei ole vielä toistaiseksi yhtenäinen käsite, jolle olisi olemassa yleisesti hyväksyttyä määritelmää (Alvarenga ym. 2020: 1–2; Guillaume ym. 2020: 1–2, 17), erityyppisten kädenjälkien luokittelu on hyödyllistä yhteisen keskustelun edistämiseksi. Kädenjälkiä voidaan jakaa muun muassa niiden syntymekanismien mukaisesti, eli sen perusteella, sallitaanko toimijan oman jalanjäljen ja kädenjäljen päällekkäisyys; tätä jakoa oli käsitelty tarkemmin ylemmässä kappaleessa. Yhdessä luokittelussa kädenjäljet voidaan jakaa muun muassa absoluuttisiin, joita edustaa esimerkiksi YM:n rakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän kädenjälki (ks. Kuittinen & Häkkinen 2020: 185–191) sekä vertaileviin, joita edustaa muun muassa VTT:n ja LUTin kädenjälkioppaan mukainen tuotekädenjälki (Pajula ym. 2018; Pajula ym. 2021). Nämä luokittelut ovat hyödyllisiä tarkasteltaessa erityyppisiä kädenjälkeä, sillä niiden avulla pystytään selkeyttämään, mitä missäkin menetelmässä ollaan laskemassa ja miten tietty kädenjälkityyppi suhtautuu muihin tyyppeihin.

5.7.4 Tarkasteltujen laskentamenetelmien arviointi

Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin pinnallisesti useita kädenjälkilaskentafilosofioita tai -menetelmiä, mukaan lukien Biemerin ym. (2013) *The Good We Do* -ajattelu, Norrisin (2013) sekä Norrisin ja Phanseyn (2015) kehittämä *NetPositive*

Assessment -menetelmä sekä ILFI:n Handprinting -menetelmä (Living Product Challenge. 1.1. Guide: Handprinting 2017).

Nimenomaisesti ilmastovaikutusluokkaan keskittyviä laskentamenetelmiä oli kolme: ICCA:n ja WBCSD:n kemianteollisuuden vältettyjen päästöjen laskentaan kehitetty menetelmä (ks. Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013), VTT:n ja LUTin ensin hiilikädenjälkilaskentaan (Pajula ym. 2018) ja sittemmin myös muihin ympäristövaikutusluokkiin ulottuva kädenjälkimenetelmä (Pajula ym. 2021) sekä Ympäristöministeriön rakennusten vähähiilisuuden arviointiin kehitetty menetelmä (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019).

ICCA:n ja WBCSD:n menetelmä sekä VTT:n ja LUTin menetelmä muistuttavat monilta osin toisiaan. ICCA:n ja WBCSD:n työtä onkin hyödynnetty VTT:n ja LUTin menetelmän kehityksessä esimerkiksi perusuran vaatimusten määrittelyssä (Grönman ym. 2019: 1064). YM:n laskentamenetelmä on kehitetty nimenomaisesti rakennusten hiilijalan- ja hiilikädenjäljen laskentaan (Kuittinen & Häkkinen 2020: 185–191), joten sen sovellettavuus muun tyyppiseen laskentaan on rajattu. YM:n menetelmän osalta iso periaatteellinen ero suhteessa ICCA:n ja WBCSD:n menetelmään sekä VTT:n ja LUTin menetelmään syntyy päästöhyötyjen laskennan absoluuttisesta luonteesta (ks. Häkkinen ym. 2021: 16–17). ICCA:n ja WBCSD:n sekä VTT:n ja LUTin menetelmissä laskennan kohteena on tuote tai palvelu, ja kädenjälki syntyy suhteessa vertailutapaukseksi valittuun perusuraan (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 19–20; Pajula ym. 2021: 14, 21–22). VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä on validoitu tuotteiden osalta useiden akateemisesti referoitujen case-artikkelien kautta (Grönman ym. 2019; Kasurinen ym. 2019; Jenu ym. 2020). Menetelmää voidaan soveltaa myös erityyppisiin palveluihin sekä projekteihin (Pajula ym. 2021: 15, 18), näiltä osin käytännön laskentaesimerkkejä ei kuitenkaan vielä löydy.

5.7.5 Kädenjälkiviestintä

Koska kädenjäljen käsite on vielä monille tuntematon eikä yhtenäistä terminologiaa tai standardistoa ole, avoin ja läpinäkyvä viestintä on laskennassa avainroolissa (Guillaume ym. 2020: 17). Sekä ICCA:n ja WBCSD:n menetelmä vältettyjen päästöjen laskemiseen, että VTT:n ja LUTin kehittämä Opas hiilikädenjäljen laskentaan antavat kattavat ohjeet kädenjälkeä koskevaan viestintään.

Kuten yllä todettu, myös kirjallisuuskatsauksen osana tutkitut elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskennan ISO-standardit asettavat vaatimuksia viestinnälle silloin, kun vertaillaan keskenään tuotteiden hiilijalanjälkiä (SFS-EN ISO 14026, SFS-EN ISO 14040; SFS-EN ISO 14044; SFS-EN ISO 14067). Kriittisen arvioinnin suorittamisen merkitys nostetaan esille erityisesti ICCA:n ja WBCSD:n sekä VTT:n ja LUTin menetelmissä sekä edellä mainituissa standardeissa. Patala ym. (2016) muistuttavat lisäksi, että joskus viestinnässä voi olla tarve kääntää kädenjäljen synnyttämät positiiviset ulkoisvaikutukset edelleen suoraksi arvoksi yrityksille esimerkiksi kestävyysshyötyjen rahallistamisella tai kestävyysshyötyjen avulla vältettyjen riskien esille nostamisella. Kaiken kaikkiaan kädenjälkeen liittyvän viestinnän on oltava mahdollisimman avointa ja läpinäkyvää, jotta kädenjälkitiedolla on yleisölle todellista arvoa.

6 Laskentamenetelmän kehitys Granlundin tarpeisiin

Tämän työn tarkoituksena on paitsi tarkastella (hiili)kädenjälkeen liittyvää teoreettista keskustelua, myös sovittaa tätä keskustelua Granlundin kontekstiin ja laskennallisiin tarpeisiin. Tästä kappaleesta eteenpäin edellä käsiteltyä teoriataustaa tarkastellaan Granlundin toimintaympäristöä vasten. Erityisesti keskitytään edellisessä kappaleessa esitellyn VTT:n ja LUTin kädenjälkilaskentamenetelmän soveltuvuuden tarkasteluun.

6.1 Kirjallisuuskatsauksesta johdetut suositukset

Alla esitetään kirjallisuuskatsauksen pohjalta suosituksia siihen, miten kädenjälkiajattelua voitaisiin soveltaa Granlundin kontekstissa.

6.1.1 Käsitteen määrittely Granlundin kontekstissa

Koska kädenjäljelle ei ole olemassa yhtä yhteisesti hyväksyttyä käsitettä (Guillaume ym. 2020; 1–2, 17), kädenjäljestä puhuttaessa keskustelijat eivät aina puhu samasta asiasta. Tämän takia oman kädenjälkensä laskennasta kiinnostuneen organisaation on määrittää, mitä kädenjälki tarkoittaa sille itselleen sekä viestiä läpinäkyvästi sekä valitusta määritelmästä että käytetystä laskentamenetelmästä ja -oletuksista.

Tärkeä linjattava asia on se, katsotaanko hyväksyttäväksi, että organisaation oman jalanjäljen vähennykset lasketaan mukaan kädenjälkeen vai nähdäänkö linjassa Pajulan ym. (2021: 11–12) ajattelun kanssa organisaation oman toiminnan synnyttämä jalanjälki sekä organisaation toiminnan synnyttämä kädenjälki toisistaan erillisinä, jolloin vain toisille synnytetty päästöhyöty on kädenjälkeä. Kaikissa tapauksissa organisaation omassa toiminnassa tehtävien päästövähennysten ja toisaalta muille toimijoille tuotettujen päästövähennysten erottaminen toisistaan ei ole yksiselitteistä. Granlundin kaltaisen asiantuntijaorganisaation kohdalla oman toiminnan negatiiviset ilmastovaikutukset liittyvät kuitenkin vahvasti henkilöstön työnteon mahdollistamiseen, ja ne on helppo erottaa asiantuntijatyön tuloksena asiakkaille synnyttävistä päästövähennyksistä. Koko kädenjälkityön kimmokkeena on myös ollut ajatus siitä, että asiakastyön kautta tuotettu ilmastohyöty saataisiin laskettua.

Tämän työn pohjalta esitetään, että VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmä pienin täydennyksin ja muunnoksien voisi toimia Granlundin kädenjälkilaskennan pohjana. Työssä käsitellyistä menetelmistä VTT:n ja LUTin menetelmä antaa konkreettisimmat askelmerkit kädenjäljen laskentaan. Menetelmän soveltamisesta löytyy julkaistuja case-esimerkkejä, joista osa on relevantteja

myös Granlundille. Olemassa olevien hiilijalanjälkistandardien hyödyntäminen antaa uskottavuutta ja luo keskinäistä vertailtavuutta. Menetelmän peruslogiikka, jossa hiilikädenjälki on asiakkaalle tai muulle hyötyjälle tuotettua päästövähenneyshyötyä, on sinänsä selkeä ohjenuora.

VTT:n ja LUTin laskentamenetelmässä oikein valittu perusura antaa vastauksen siihen, onko tarkasteltava tuote asiakkaan aiempaa tuotetta tai teollisuuden keskiarvosta koostettua perusuraa innovatiivisempi, jolloin sen ei pitäisi palkita perusratkaisuista. Asiakkaan aiemman tuotteen, markkinajohtajan tuotteen tai teollisuudenalan keskiarvon mukaisen suoritusasteen ylittäminen vaatii jo jossain määrin tarkoituksellisuutta, viitaten esimerkiksi Norrisin (2013: 9) sekä Norrisin ja Phanseyn (2015: 4) vaatimukseen kädenjälkeä luovien toimien tarkoituksellisesta luonteesta. Mikäli perusura valitaan menetelmien esittämien vaatimusten mukaan, laskennan voidaan ajatella antavan myös ainakin jonkinlaisen indikaation tuotteen tai palvelun kilpailukykyvyydestä tarkastellussa markkinassa

VTT:n ja LUTin kehittämän hiilikädenjäljen laskentamenetelmän soveltamiseen liittyy rajoitteita, jotka on syytä huomioida. Hyvin dokumentoituja case-esimerkkejä on toistaiseksi esitetty rajatusti. Menetelmästä julkaistujen, vertaisarvioitujen case-esimerkkien pohjalta (ks. mm. Grönman ym. 2019; Kasurinen ym. 2019; Jenu ym. 2020) on pääteltävissä, että menetelmää on suhteellisen helppoa soveltaa sellaisten tarkasteltavien ratkaisujen hiilikädenjäljen laskentaan, joille on perusuran määrittämiseksi olemassa hyvin avoimesti saatavilla olevaa lähtötietoa. Esimerkiksi konsultoinnin tyyppisten palveluiden osalta ei toistaiseksi ole saatavilla avoimia ja läpinäkyviä laskentaesimerkkejä menetelmän soveltamisesta. Tätä kautta myöskään ainakaan avointa pohdintaa esimerkiksi konsultoinnin kaltaisen toiminnan synnyttämän hiilikädenjäljen laskentaan ja tähän liittyviin metodologisiin haasteisiin ei ole saatavilla.

Mikäli laskenta halutaan laajentaa kattamaan kaikki yhtiön tuotteet ja palvelut, on se väistämättä työläs prosessi. Erityisesti työtä synnyttää vaihe, jossa tulee määrittellä perusura, johon tuotetta tai palvelua verrataan. Perusuran merkitys laskennan lopputulokseen ja integriteettiin on oleellinen (Grönman ym. 2019:

1064–1065). Perusura on määritettävä erikseen tuote- ja palvelukohtaisesti ja näiden kokonaisuuksien alla mahdollisesti on luotava vielä useampia perusuria eri asiakassegmenteille, mikäli samalla tuotteella tai palvelulla on useita käyttötarkoituksia (Pajula ym. 2021: 21–22).

6.1.2 VTT:n ja LUTin menetelmän soveltamiseen esitetyt tarkennukset

VTT:n ja LUTin menetelmää esitetään hyödynnettäväksi seuraavien, kirjallisuudesta esille nousseiden huomioiden kera. Työn lähdekirjallisuudessa korostetaan myös kädenjäljen osalta kaksoislaskennan riskin välttämistä mahdollisuuksien mukaan (Norris & Phansey 2015: 5; Guillaume ym. 2020: 9). Reaalimaailmassa tällainen kaksoislaskennan välttäminen on erittäin vaikeaa, sillä kuten tämän työn lähdekirjallisuudessakin todetaan, kädenjälkien synty on lopulta yhteisöllinen prosessi (Addressing the Avoided Emissions Challenge 2013: 26; Norris 2013: 18; Norris & Phansey 2015: 4). Näin ollen kaksoislaskennan välttäminen kädenjälkilaskennassa on yritystasolla todellisuudessa äärimmäisen haastavaa etenkin, mikäli kädenjälkiarvot ja -laskenta alkavat yleistyä. Tällöin nousee kriittiseksi se, että kädenjälkihyötyä itselleen laskevan toimijan roolin on todella oltava ratkaiseva kädenjälkeä synnyttävän ratkaisun luomisessa. Lähtökohtaisesti esitetään Norrisin ja Phanseyn (2015: 4) ajatteluun viitaten, että Granlundin tuotteella tai palvelulla on oltava ratkaiseva rooli päästövähennemän synnyssä, jotta kädenjälki ansaitaan. On voitava todeta, että päästövähennystä ei olisi syntynyt ilman Granlundin panosta. Granlundin panoksen arvioinnissa on kyettävä tunnistamaan tilanteet, joissa panos kädenjäljen syntyyn on niin pieni, että sitä ei voida raportoida. Sikäli, kun Granlund on selkeästi kädenjäljen synnyttävän innovaation ja siten asiakkaan hiilijalanjäljen vähennyksen takana, Pajulan ym. (2021) mallin mukaisesti päästövähennemä voidaan laskea kokonaisuudessaan Granlundin eduksi. Tämä ei sulje pois sitä, että useat muutkin tahot voivat täysin perustellusti tehdä saman asian (vrt. Norris 2013: 18–19; Norris & Phansey 2015: 5). Linjassa Addressing the Avoided Emissions Challenge ohjeistuksen (2013: 26) sekä Norrisin (2013: 23–24) kanssa esitetään, että kädenjäljestä viestittäessä tuodaan esille, että myös muut toimijat ovat vaikuttaneet sen syntyyn.

VTT:n ja LUTin menetelmässä oikein määritetty perusura varmistaa sen, että toimija saa hiilikädenjälkeä vain niistä tuotteista tai ratkaisuista, jotka ovat ilmasto-ominaisuuksiltaan keskimääräistä asiakkaan aiempaa tuotetta tai markkinatarjontaa kilpailukykyisempiä (Grönman ym. 2019: 1064–1065); linjassa Guil-laumen ym. (2020: 9–10) kanssa menetelmässä palkitaan toimijaa kädenjäljellä muiden jalanjälkiä vähentävistä innovaatiosta. Kädenjäljellä palkittavat ratkaisut eivät saa edustaa business as usual- linjaa, vaan niiden on oltava keskimääräistä innovatiivisempia ja/tai tuoda perustoimintaan jotain kädenjälkihyötyä synnyttävää lisäarvoa. Pelkällä lainsäädännön asettamien minimivaatimusten tai määräysten täyttämällä ei myöskään tulisi saada kädenjälkihyötyä (vrt. Norris & Phanse 2015: 4).

Pitkällä aikajänteellä on syytä tutkia mahdollisuuksia arvioida tuotteiden ja palveluiden synnyttämiä vaikutuksia myös muissa kuin ilmastovaikutusluokassa. Tällöin voidaan luotettavasti arvioida myös mahdollisia trade off -vaikutuksia eri vaikutusluokkien välillä. Mikäli trade off -vaikutuksia ei ole mahdollista arvioida muiden vaikutusluokkien osalta kvantitatiivisesti, merkittävät tai peruuttamattomat haitalliset vaikutukset muiden vaikutusluokkien suhteen voidaan pyrkiä arvioimaan kvalitatiivisesti.

6.1.3 Muiden laskentamenetelmien käyttäminen yksittäistapauksissa

Koska Granlund toimii rakennus- ja kiinteistöalalla, eteen voi tulla tuotteita tai palveluita, joiden kohdalla on syytä harkita absoluuttisen kädenjäljen laskentamenetelmän käyttöä joko osana jotain laskentakokonaisuutta tai joissakin tapauksissa ainoana menetelmänä. Syytä tällaisen poikkeaman tekemiselle voivat olla samat syyt kuin YM:n rakennusten hiilijalan- ja kädenjäljen laskentaa ohjaavassa menetelmässä: mikäli laskenta-aika, jolle hiilikädenjälki määritetään, on hyvin pitkä, jolloin relevantin vertailevan perusuran määrittäminen on mahdotonta, sillä perusura tai referenssitaso säilyy validina rajatun ajan (Kuittinen & Häkkinen 2020: 188). Jokaisen laskentatapauksen kohdalla on kuitenkin tärkeää avata läpinäkyvästi menetelmä ja syyt sen valinnalle.

6.1.4 Kädenjälkihyödyn jakaminen toimijoiden kesken

Rakennus- ja kiinteistösektorilla esimerkiksi hankkeiden, investointien tai sääntelyn ja ohjauksen kautta syntyviin päästövähennyksiin vaikuttaa lukuisia toimijoita, eikä kädenjäljen tarkka, kaikkien toimijoiden kesken yhdessä sovittu jakaminen ole useimmissa tapauksissa realistista tai ylipäätään mahdollista. Tällöin viestinnässä on hyvä noteerata yleisesti myös muiden toimijoiden rooli kädenjäljen synnyssä.

6.1.5 Kriittinen kolmannen osapuolen arviointi

VTT:n ja LUTin menetelmässä suositellaan kolmannen osapuolen suorittamaa kriittistä arviointia laskennalle erityisesti silloin, kun viestitään yrityksiltä kuluttajille. Kuitenkin myös yritykseltä-yritykselle-markkinoinnissa suositellaan kriittistä arviointia, joskin tällöin sen voisi toteuttaa myös talon sisäinen, laskennasta riippumaton taho. (Pajula ym. 2021: 26.) Granlund viestii pääosin yritykseltä yritykselle. Hiilikädenjäljen käsitteen tuoreuden sekä laskennan uskottavuuden varmentamisen takia esitetään, että Granlundin kädenjäljenlaskennassa kriittistä arviointia harkittaisiin toteuttavaksi jossain muodossa. Kriittisen kolmannen osapuolen arvioinnin voisi toteuttaa laskennasta riippumaton, asiantunteva talon sisäinen taho.

6.1.6 Viestinnän sisältö ja avoimuus

Koska hiilikädenjälki on vielä vakiintumaton käsite (Guillaume ym. 2020: 1–2, 17), avoimuus on korostetun tärkeää ja pelkkä lukuna ilmoitettu hiilikädenjälki ei kerro yrityksen liiketoiminnasta, sen kestävydestä tai kestävydessä tapahtuneesta kehityksestä juuri mitään. Avoimuus viestinnässä palvelee yhteisten laskentatapojen kehittämistä. Muut toimijat voivat läpinäkyvyyden avulla arvioida laskennan laatua ja tarvittaessa hyödyntää joitakin taustaoletusten suhteen tehtyjä ratkaisuja omissa laskennoissaan. Yrityksen joko oman kädenjälkensä laskentaan tai asiakkaidensa toiminnan arviointiin käyttämä kädenjäljen laskentamenetelmä perusurineen sekä muine lähtöoletuksineen ei voi itsessään olla

liikesalaisuus. Hiilikädenjäljelle saadaan luotua yhteinen, vankka ja uskottava pohja vain avoimella tiedonvaihdolla sekä laskentamenetelmien yhteiskehittämisellä.

Viestinnän osalta esitetään, että Granlund toisi viestinnässään esille kaikki VTT:n ja LUT:n menetelmän viestintää koskevien suositusten tietokohdat tai vähintään antaisi kiinnostuneille tahoille mahdollisuuden saada käsiin nämä tiedot erillisellä tietopyynnöllä siten, että liikesalaisuuden piiriin kuuluvia asioita ei tarvitse viestiä. Granlund voisi osaltaan tukea hiilikädenjälkilaskennan avointa kehitystä avaamalla oman laskentansa mahdollisimman läpinäkyvästi, jotta muutkin voivat nähdä, miten tuloksiin on päästy. Yhteiskehitystä voitaisiin myös tukea siten, että tuotettaisiin erillinen hiilikädenjälkilaskennan case-kuvaus jonkin sopivaksi katsotun tuote- tai palvelukokonaisuuden laskennasta.

6.1.7 Hiilikädenjälki myyntiargumenttina

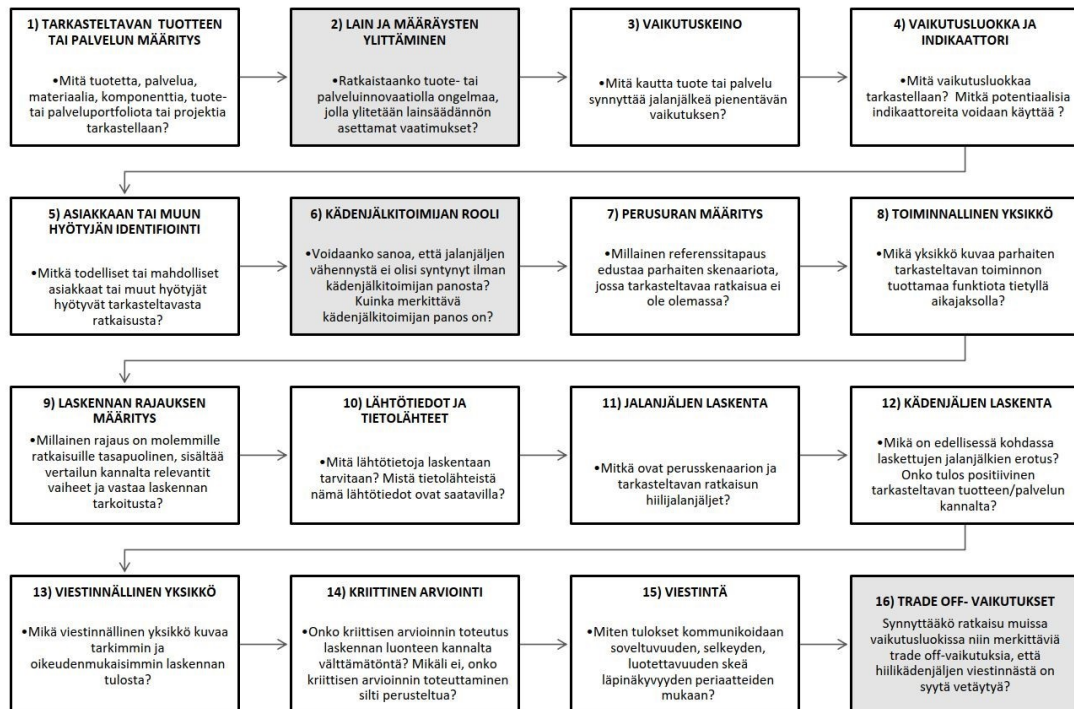
Granlundin työn kädenjälkeä eli asiakkaalle syntyviä päästövähennyksiä voisi hyödyntää työkaluna markkinoinnissa ja viestinnässä, asiakkuuksien kehittämisessä ja ylläpidossa sekä mahdollisesti myös asiakkaan niin halutessa yhtenä asiakkuuden strategisena mittarina. Kädenjäljestä voidaan viestiä joko koko yhtiön tarjoaman tasolla tai nostamalla esille tiettyjä tuote- tai palvelukokonaisuuksia, joiden osalta halutaan viestiä edelläkävijyydestä tuote- ja palvelukehityksessä.

6.1.8 Kädenjäljen käyttö tuote- ja palvelukehityksen strategisessa ohjauksessa

Granlundin strategian yksi painopiste on ympäristövastuullisuus (Granlund vuosikertomus 2020). Tuote- ja palvelutarjonnan hiilikädenjäljen kasvattaminen sopisi hyvin tämän painopistealueen yhdeksi mittariksi joko valikoitujen tuote- tai palvelukokonaisuuksien tai koko tuote- ja palvelutarjonnan osalta.

6.2 Täydennetty VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä

Alla olevassa kuvassa 3 on esitetty hieman muokattuna VTT:n ja LUTin menetelmän perusaskleet (vrt. Pajula ym. 2021: 17), johon on täydennetty kirjallisuuskatsauksen sekä yllä esitetyn pohdinnan pohjalta kohdat 2, 6 ja 16. Nämä askeleet, jotka eivät ole mukana alkuperäisessä menetelmässä, näkyvät kuvassa harmaalla pohjalla.



Kuva 3 Muokattu VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä

Seuraavassa kappaleessa edellä esitettyä menetelmää sovitetaan kahteen Granlundin todelliseen palvelukokonaisuuteen.

7 Case-esimerkit Granlundin työstä

Tässä kappaleessa käsitellään kahta Granlundin palvelukokonaisuutta ja tutkitaan, miten edellä esitetty VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä, joka on

täydennetty tämän työn kirjallisuuskatsauksesta poimituilla huomioilla, soveltuu hiilikädenjäljen laskentaan tarkasteltavissa tapauksissa.

Palvelukokonaisuuksien sovittaminen menetelmään on tehty laadullisena eli varsinaista laskentaa tämän työn puitteissa ole toteutettu. Tarkoituksena on tarkastella, miten hyvin VTT:n ja LUTin laskentamenetelmä soveltuu kuvattujen palvelukokonaisuuksien laskennan jäsentämiseen. Sovittamisessa havainnoidaan myös sitä, minkälaisia metodologisia kysymyksiä liittyen muun muassa perusuran määrittämiseen, laskennan rajauksiin ja oletuksiin nousee esille. Tarkasteltaviksi palveluiksi on valittu Granlundin toteuttama rakentamisen vähähiilisyden ohjaus sekä Granlundin Keskon kanssa yhteistyössä kehittämä, K-ryhmän kiinteistöihin tarkoitettu energiankierrätysjärjestelmäkonsepti.

7.1 Rakentamisen vähähiilisyden ohjaus

Ensimmäinen case-esimerkki on uudisrakentamisen vähähiilisyden ohjaus. Granlund tarjoaa konsultointipalveluita rakentamisen vähähiilisyden kokonaisvaltaisessa päästöohjauksessa, elinkaari- ja hiilijalanjalanjäkilaskennassa sekä kiertotalousratkaisujen hyödyntämisessä osana rakentamisen ratkaisuja. Palveluiden tarkoituksena on tarjota asiakkaille paitsi tietoa näiden nykyisestä rakentamisen CO₂e-päästötasosta, myös toimivia ratkaisuja näiden päästöjen vähentämiseen. (Nykter 2021.)

Alla kuvassa 4 on esitetty rakentamisen vähähiilisyden ohjauspalvelut sovitettuna muokattuun VTT:n ja LUTin menetelmäkehikkoon.



Kuva 4 Rakentamisen vähähiilisyiden ohjaus sovitettuna tarkasteltavaan laskentamenetelmään

Alla on kuvattu vaiheittain palvelun sovitus menetelmään ja tässä työssä esille nousseet laskentametodologiset kysymykset.

7.1.1 Tarkasteltavan palvelun määrittäminen

Rakentamisen vähähiilisyiden ohjaaminen palveluna auttaa asiakasta suunnittelemaan ja toteuttamaan rakennusprosessin ja sen koko elinkaaren ilmastovaiikutukset siten, että CO₂e-päästöt saadaan minimoitua, tekemättä kuitenkaan kompromisseja rakennuksen toimivuuden, turvallisuuden tai pitkäikäisyyden kustannuksella. Ideaalitulanteessa rakentamisen päästöohjaus kulkee muun suunnittelun rinnalla suunnittelun käynnistämisestä kohteen valmistumiseen. Ohjausta voidaan kuitenkin toteuttaa asiakkaiden tarpeiden mukaan tuottamalla myös kokonaisvaltaista elinkaariorjausta pienimuotoisempia laskentoja, joissa keskitytään etsimään päästöjä minimoivia ratkaisuja jossakin tietyssä suunnittelun vaiheessa. Palvelu voi myös olla sitä, että kehitetään asiakkaalle jossakin tietyssä asiakkaan rakennuskannalle tyypillisessä rakennustyyppissä vähähiilistä

konseptia, jonka ratkaisut ovat skaalattavia vastaavantyyppisiin kohteisiin. (Nykter 2021.).

Tässä työssä tarkastellaan palvelun kahta alatapausta: 1) päästöohjausta pelkän hiilijalanjälkilaskennan pohjalta sekä 2) MOBO-monitavoiteoptimointiin yhdistettyä päästöohjausta.

Päästöohjaus hiilijalanjälkilaskennan pohjalta

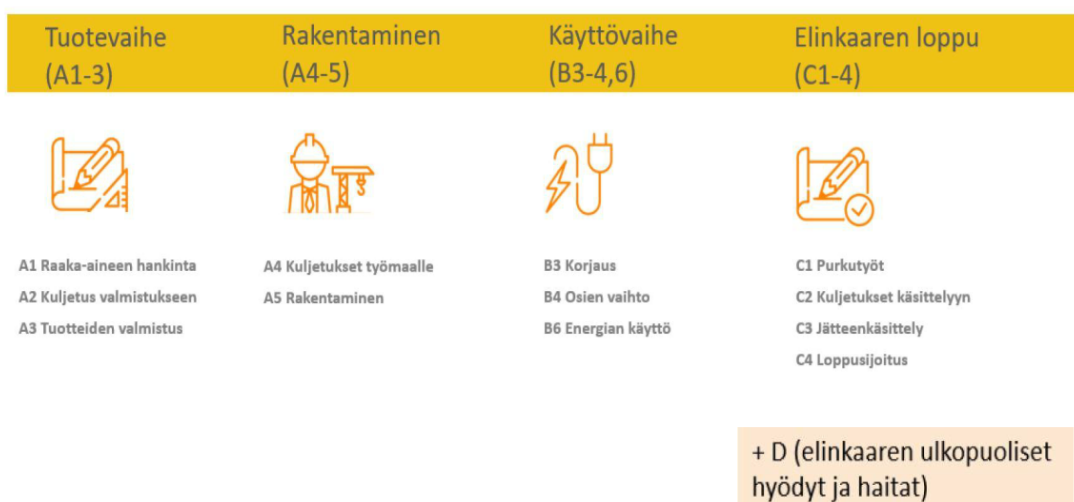
Rakentamisen päästöohjausta voidaan toteuttaa pelkän hiilijalanjälkilaskennan kautta, mikäli laskennan vaatimat käytönaikaisen energiankulutuksen tiedot ovat saatavilla. Tällöin laskennan konsultoiva osuus keskittyy pääosin materiaalien valintaan, rakennustyömaan päästöjen minimointiin sekä valittujen rakennusmateriaalien päästövaikutuksiin rakennuksen elinkaaren aikana osien huoltotarpeen johdosta sekä elinkaaren lopussa purun johdosta. Hiilijalanjälkilaskenta voidaan kuitenkin yhdistää energiaoptimointiin, jolloin tarkastellaan samanaikaisesti materiaali- sekä energiapäästöjen minimoimista sekä energia- ja materiaaliratkaisujen välisiä mahdollisia ristikkäisvaikutuksia. (Nykter 2021.)

Päästöohjaus yhdistettynä MOBO-monitavoiteoptimointiin

Rakentamisen päästöohjaukseen voi sisältyä rakentamisen materiaalipäästöjen ja rakennustyömaan kulutuksen optimoinnin lisäksi myös hiilijalanjäljen optimointi MOBO-monitavoiteoptimoinnilla. MOBO-optimoinnin avulla pystytään tarkastelemaan kohdekohtaisesti ja tavoitefunktioiden valinnasta riippuen lukemattomien, rakennuksen hiilijalanjälkeen, energiatehokkuuteen sekä elinkaarikustannuksiin vaikuttavien ratkaisujen (muun muassa ulkovaippa, ylä- ja alapohjien eristys, ikkunat, erilaiset energiantuotanto- sekä talteenottomenetelmät) merkitystä. Hiili-MOBO-optimoinnin tuloksena on ns. Pareto-rintama, joka esittää kaikki Pareto-optimaaliset ratkaisut tarkasteltavien tavoitefunktioiden osalta. Näiden Pareto-optimaalisten ratkaisujen joukosta voidaan poimia tarkkaan hiilijalanjälkilaskentaan ratkaisuja, joissa voidaan painottaa eri tavoin enemmän

joko hiilijalanjälkeä, elinkaarikustannuksia tai energiatehokkuutta. (Fincke 2021.)

Pareto-rintamasta tarkasteltavaksi valittujen ratkaisujen osalta suoritetaan kokonainen hiilijalanjäkilaskenta. Varsinainen hiilijalanjäkilaskenta suoritetaan tarpeisiin vastaavalla laskentamenetelmällä, nykyisin tyypillisimmin Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaan. Laskennassa käytetään Granlundilla OneClickLCA-laskentaohjelmaa. (Nykter 2021.) Ympäristöministeriön laskentaohjelman pääpiirteet on esitetty alla olevassa kuvassa 5.



Kuva 5 Ympäristöministeriön vähähiilisyden laskentamenetelmä. (Granlund: YM:n laskentamenetelmän kuvaus 2021).

Yllä oleva kuva 5 esittää Ympäristöministeriön vähähiilisyden laskentamenetelmän laskentamoduulit. Rakennuksen hiilijalanjälki kattaa rakennuksen elinkaaren aikaiset CO₂e-päästöt alkaen rakennusmateriaalien valmistuksesta rakennuksen käytönaikaiseen energiankulutukseen ja purun synnyttämiin. Nämä päästöt näkyvät hiilijalanjäljen moduuleissa A-C. Moduuli D puolestaan kertoo rakenteisiin sitoutuneen biogeenisen hiilivaraston, kiinteistökohtaisen uusiutuvan energian ylituotannon sekä materiaalien elinkaarensa lopussa synnyttämien kiertotaloushyötyjen muodostaman rakennuksen hiilikädenjäljen koon. Hiilikädenjäljen (moduuli D) vähentäminen hiilijalanjäljestä (moduulit A-C) ei ole menetelmän mukaan sallittua. Kädenjäljen (moduuli D) suuruus on ilmoitettava

laskennassa jalanjäljestä erillisenä tietona. (Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2019: 16–39.)

Lähtökohtaisesti hiilijalanjälkilaskentapalvelujen tarkoituksena ei ole vain rakennuksen elinkaarenaikaisen hiilijalan- ja hiilikädenjäljen laskeminen olemassa olevien tietojen pohjalta, vaan myös materiaalien ja rakennustyömaan CO₂-päästöjen (moduulit A1-A5), käytön aikaisen huollon sekä osien vaihdon (moduuli B3-4), energiankulutuksen (B6) sekä purun (moduuli C) synnyttämien päästöjen minimointi sekä rakennuksen biogeenisestä hiilivarastosta, rakennusmateriaalien kierrätys- ja uusiokäyttöpotentiaalista ja oman energian ylituotannosta syntyvän rakennuksen kädenjäljen (moduuli D) maksimointi. (Nycter 2021.)

7.1.2 Lain vaatimusten ylittäminen

Tällä hetkellä pilottikäytössä oleva YM:n rakennusten vähähiilisyysarviointimenetelmä on linjassa vuoden 2019 hallitusohjelman kanssa tarkoitus sisällyttää osaksi rakennusmääräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä. Myös uudistuksen alla olevaan maankäyttö- ja rakennuslakiin on luonnosteltu velvoite arvioida rakennuksen hiilijalanjälki. Tarkoituksena on säätää asetuksin hiilijalanjälkeen liittyviä raja-arvoja, jotka rakennusten tulisi alittaa täyttääkseen rakennusmääräykset. (Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta 2021.)

Rakennusten hiilijalanjäljen laskeminen ei kuitenkaan vielä toistaiseksi ole pakollista. Tulevaisuudessa, kun hiilijalanjälkilaskentaa aletaan vaatia osana rakennuslupaprosessia, Granlundin tavoitteena on tarjota asiakkaalle ratkaisuja, joilla ei vain täytetä määräyksiä, vaan pyritään alittamaan ne. Myös rakentamisen päästöohjauspalveluita käyttävillä asiakkaila itsellään on tyypillisesti kunnianhimoiset tavoitteet sekä vahva kiinnostus ja halu löytää uusia ja innovatiivisia vähähiilisiä ratkaisuja. (Nycter 2021.)

7.1.3 Vaikutuskeino

Rakentamisen hiilijalanjälkiohjauksessa palvelun voidaan odottaa synnyttävän Granlundille kädenjälkeä useiden vaikutusmekanismien kautta. Näitä mekanismeja ovat rakennusmateriaalien ja energiankulutuksen optimointi ja päästöjen minimointi, hukan ja syntyvän jätteen vähentäminen, sellaisten rakennustuotteiden valinta, jotka synnyttävät elinkaarensa lopussa kierrätys- ja uusiokäyttöhyötyjä, kiinteistökohtaisen uusiutuvan energiantuotannon kautta syntyvän ylijäämän toimittaminen verkkoon sekä hiilidioksidin sitominen pois ilmakehästä esimerkiksi pitkäikäisiin puupohjaisiin rakenteisiin. (Haastattelu, Nykter, 2021.)

Tapauksessa, jossa Granlund luo asiakkaalle ratkaisun, jonka pohjalta asiakas pystyy kasvattamaan rakennuksen kädenjälkeä, Granlundille kuuluisi VTT:n ja LUTin laskentamenetelmän perusteella erotus tuotetun päästöhyödyn ja perusran välillä, mikäli se on positiivinen (vrt. Pajula ym. 2021: 14). Samalla on kuitenkin ilmeistä, että rakennuksen kädenjälki kuuluu Ympäristöministeriön menetelmän mukaisesti kokonaisuudessaan rakennukselle, jolle laskenta tehdään (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019: 5, 14, 32–35). Käytännössä tämä esimerkki osoittaa, että kaksoislaskennan välttäminen kädenjälkilaskennassa on käytännössä usein mahdotonta.

Lisäksi on syytä huomioida, että mikäli rakennuksen runko päätetään ohjauksen pohjalta vaihtaa esimerkiksi betonista ja teräksestä puumateriaalipohjaiseen runkoon, runkoon valittu puumateriaali synnyttää Granlundille VTT:n ja LUTin menetelmän mukaista kädenjälkeä käytännössä kahta eri kautta. Rakennuksen biogeeninen hiilivarasto eli laskennan moduuli D kasvaa. Lisäksi mikäli puupohjainen runkoratkaisu vähentää päästöjä suhteessa lähtötilanteen runkorakenteeseen, nämä päästövähennykset lasketaan myös mukaan Granlundin kädenjälkeen.

7.1.4 Syntyvien ympäristövaikutusten tyyppien tunnistaminen ja indikaattoreiden valinta

Koska tässä työssä tarkastellaan vain hiilikädenjäljen laskentaa, käytettävä vaikutusluokka on oletuksena ilmastonmuutos ja tarkasteluyksikkö hiilidioksidiekvivalentti. Hiilidioksidiekvivalentti on suure, jonka avulla saadaan laskettua yhteen eri kasvihuonekaasupäästöjen synnyttämä ilmastovaikutus ja ilmaistua tulos samassa yksikössä (Tieto tilastoista: Käsitteet 2021; Seppälä 2018). Eri kasvihuonekaasujen päästöt kerrotaan niiden GWP (Global Warming Potential) -kertoimilla, jotka kertovat eri kasvihuonekaasujen lämmitysvaikutukset suhteessa hiilidioksidin lämmitysvaikutuksiin (Seppälä 2018).

7.1.5 Asiakkaan tai muun hyötyjän tunnistaminen

Asiakkaana on tyypillisimmin kohteen rakennuttaja tai omistaja. Hiilijalanjälkihojaus on aina kohde- ja asiakaskohtainen prosessi, johon vaikuttavat rakennettavan kohteen uniikit ominaisuudet sekä asiakkaan lähtökohdat ja toiveet. Yhden laskennan tuloksia tai tehtyjä ratkaisuja ei voida suoraan yleistää toisiin laskentoihin. (Nykter 2021.)

7.1.6 Kädenjälkitoimijan rooli

Konsultoinnin lähtökohtainen ajatus Granlundilla on, että asiakkaalle tarjotaan tai asiakkaan kanssa luodaan yhdessä sellaisia ratkaisuja, joita asiakas ei itse joko tiedollisten tai ajallisten resurssiensa puitteissa pysty tuottamaan (Nykter 2021). Lähtökohtana on oltava, että asiakkaalle räätälöityä ratkaisua ei olisi, vähintään samassa muodossa ja laajuudessa syntynyt ilman Granlundin panosta.

Mikäli on tapauksia, joissa Granlundin panos lopullisen ratkaisun luomisessa on hyvin pieni, olisi asianmukaista olla raportoimatta kädenjälkeä tällaisissa tapauksissa. Roolin arvioinnissa on pyrittävä objektiivisuuteen. Myös asiakasta ja asiakkaan omaa näkemystä voidaan tarvittaessa hyödyntää Granlundin panoksen arvioinnissa.

7.1.7 Perusuran ja vertailuratkaisun määrittäminen

Perusuran määrittäminen lienee luultavasti yksi haastavimmista tehtävistä konsultoinnin kaltaisissa palveluissa. Alla on tarkasteltu perusuran määrittäystä kahdessa tarkasteluun valitussa tapauksessa: pelkässä rakentamisen päästöohjauksessa ilman MOBO-optimointia, että rakentamisen päästöohjauksessa yhdistettynä MOBO-optimointiin.

Perusuran määrittäminen rakentamisen päästöohjauksessa

Perusuran määrittämisessä tulee selvittää, onko palvelu uusi markkinoilla (Pajula ym. 2021). Varsinainen rakentamisen päästöohjaus, jossa ei tyydytä pelkästään laskemaan hiilijalanjälkeä, vaan ohjataan proaktiivisesti rakentamisen päästöjä suotuisaan suuntaan ja ollaan tiiviisti mukana hankkeessa rakennusprosessin edetessä, on markkinoilla palveluna pelkkää mekaanista hiilijalanjälkilaskentaa uudempi palvelu. Silti alalta löytyy Suomessa Granlundin lisäksi lukuisia muitakin toimijoita, jotka tarjoavat vastaavaa palvelua. (Nykter 2021.) Näin ollen rakennushankkeiden päästöohjausta ei voida pitää uniikkina palveluna.

Koska päädytään siihen, että palvelu ei ole uniikki, tulisi VTT:n ja LUTin menetelmän mukaisesti selvittää, onko palvelun asiakas määritettävissä (Pajula ym. 2021). Päästöohjauksen osalta näin pääosin on, sillä laskenta on lähes aina asiakaskohtainen ja päästöjä vähentäviä ratkaisuja etsitään suhteessa asiakkaan suunnitelmien lähtötilanteeseen. Tällöin tulisi VTT:n ja LUTin ohjeistuksen mukaan käyttää perusurana joko asiakkaan nykyistä tuotetta tai toista markkinoilta selkeästi esille nousevaa perusuraa (Pajula ym. 2021: 21–22). Jos laskennan kohteena oleva rakennus edustaa suunnitelmiltaan hyvin asiakkaan nykyrakentamisen linjaa kyseisen rakennustyyppin osalta niin materiaalien valinnan, työmaakäytäntöjen kuin energiaratkaisujen suhteen, voidaan laskennan lähtökohtana olevia alustavia suunnitelmia käyttää perusurana.

Toisena vaihtoehtona on käyttää muuta markkinoilla saatavilla olevaa, perusuraksi sopivaa vaihtoehtoa (Pajula ym. 2021: 20-21). YM:n rakennusten

hiilijalanjäljen arviointimenetelmä on tarkoitus sisällyttää rakennusmääräyksiin 2020-luvun puoliväliin mennessä. Säädosohjaksessa on myös tarkoituksena asettaa asetuksin raja-arvoja, jotka rakennusten tulisi alittaa. (Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta 2021.) On oletettavaa, että Ympäristöministeriön vähähiilisyiden arviointimenetelmän käytön yleistyessä ja kokemusten kertyessä alkaa kertyä tietoa siitä, minkälaisiin päästöarvoihin erityyppisissä rakennuksissa voidaan päästä (Nykter 2021). Tällaisen tiedon yleistyessä ja määrän kasvaessa voitaisiin perusurana käyttää myös tuoretta toteumatietoa todellisista päästöarvoista kyseisessä rakennustyyppissä. Tällöin perusura antaisi yhtä rakennuttajaa laajemman kuvan rakentamisen päästöjen tasosta Suomessa tietyn rakennustyyppin tasolla. Mikäli asiakkaan suunnittelun lähtötaso on ilmastovaikutuksiltaan keskiarvoa huonompi, voitaisiin keskiarvoista tietoa käyttää perusurana, jotta konsulttia ei palkita asiakkaan keskivertoa heikomman lähtötason takia. Toisaalta, mikäli asiakkaan oma ilmastosuorituskyky on jo rakentamisessa keskiarvoa korkeampi, olisi tällöin konservatiivisuusmielessä perusteltua käyttää perusurana asiakkaan lähtötilannetta.

Todellisuudessa konsultoinnin maailmassa on realistista ajatella, että mikäli asiakas etsii rakentamisen päästöohjauksen palveluja, ja mikäli Granlund ei näitä palveluja tuota, niin jokin toinen toimija tuottaa asiakkaalle vastaavan palvelun. Puhtaasti teoreettisessa mielessä kaikkein kunnianhimoisin, ja mahdollisesti metodologisesti puhtain perusura olisi kaikkien Suomen markkinoilla toimivien kilpailijoiden vastaavalle rakennustyyppille esittämien, toteutuskelpoisten ratkaisujen keskiarvo. Tällaista perusuraa käyttäen kädenjälkilaskenta tuottaisi tiedon Granlundin konsultointipalveluiden todellisesta ilmastokilpailukyvyistä konsultointimarkkinoilla. Useimmissa tapauksissa tällaisen perusuran luomista voidaan kuitenkin käytännössä pitää hypoteettisena ajatuksena, sillä konsultoinnin saralla julkista, tuoretta tietoa suoritustasosta voi olla huomattavan vaikeaa ja työlästä löytää sekä koota yhteen. Lisäksi jouduttaisiin tekemään paljon oletuksia. Poikkeuksen tähän tekevät virallisiin kilpailuihin osallistuvat rakentamisen hiilijalanjälkilaskennat. Usein tällaisissa tapauksissa kaikkien osallistujien esitykset verifioidaan ulkopuolisen tahon toimesta. Tällöin perusurana voisi harvita käytettävän muiden osallistujien hyväksytysti verifioituja töitä (Nykter 2021).

Näin ollen kädenjälkilaskenta, jossa käytetään perusurana asiakkaan suunnitelmien lähtötilaa, ei kerro lopputuloksena siitä, miten hyvin konsultti on onnistunut esittämään päästöjä vähentäviä ratkaisuja suhteessa muuhun konsulttimarkkinan. Jotta kädenjälkitulos linkittyisi jollakin tavoin rakennusten todelliseen keskimääräiseen ilmastosuorituskykyyn ja kertoisi jotakin konsultin kyvystä tuottaa markkinan perusratkaisujen tason ylittäviä ratkaisuja, yllä mainittu rakentamisen keskiarvoisen päästötiedon hyödyntäminen voisi tulevaisuudessa olla vaihtoehto silloin, kun se ylittää asiakkaan lähtötilanteen tason.

Perusuran määrittäminen hiili-MOBO-optimointiin yhdistetyssä päästöohjauksessa

Päästöohjaus ja hiilijalanjälkilaskenta voidaan asiakkaan niin halutessa yhdistää myös hiili-MOBO-monitavoiteoptimointiin. Rakentamisen päästöohjauksen sekä MOBO-optimoinnin yhdistäminen eli MOBO-hiilijalanjälkioptimointi on palvelu, jolle ei löydy markkinoilla kilpailua samalla tavalla kuin pelkälle päästöohjaukselle. Palvelun uniikkiutta voidaan perustella kahdella eri väittämällä. Ensimmäkin palveluyhdistelmä on markkinoilla suhteellisen uusi, noin muutaman vuoden vanha. Toiseksi samaa palvelua tarjoavia kilpailijoita on markkinasta selkeä vähemmistö. (Fincke 2021..) MOBO-hiilijalanjälkioptimoinnin osalta voitaisiin tois- taiseksi harkinnanvaraisesti lähteä siitä oletuksesta, että palvelulle ei helposti löydy suoraa korvaajaa.

Tällöin asiakkaalle esitettävää kokonaisratkaisua verrattaisiin tilanteeseen, jossa tuotetta ei ole olemassa (Pajula ym. 2021: 21–22). Käytännössä lähtökoh- tana olisivat asiakkaan alkuperäiset suunnitelmat. Näin päädytään samaan pe- rusuraan kuin ylemmässä tapauksessa, jossa palvelu ei ole uniikki, mutta asia- kas tunnetaan. Tuotteen tai palvelun uniikkiuden arviointi on aina vähintään osin subjektiivista, etenkin kun arvioinnin tekee omien tuotteidensa ja palveluidensa kädenjälkeä laskeva toimija. Ilman tarkkoja linjauksia siitä, mitä uniikkisuus vaatii, ollaan määrittäksessä kaltevalla pinnalla. Näin ollen uniikkiuden määritelmää VTT:n ja LUTin menetelmässä olisi syytä tarkentaa edelleen. Silloin, kun las- kennassa linjataan, että tarkasteltavalle ratkaisulle ei ole suoraa kilpailijaa, on

tehty linjaus sekä palvelun uniikiksi tekevät tekijät kirjattava ylös selvästi ja kommunikoitava oletukseen johtaneet syyt avoimesti viestinnässä. Esimerkiksi seuraavat seikat voisivat toimia perusteluina tuotteen tai palvelun uniikkiuden puolesta:

- Kyseessä on selkeästi ja todennettavasti ns. first-of-a-kind-ratkaisu tarkasteltavalla markkinalla.
- Palvelu on markkinoilla täysin uusi: joko tietoa kilpailijoiden tarjoamista vastaavista palveluista ei ole tai tiedetään, että selkeä vähemmistö kilpailijoista on myös vasta lanseerannut tai lanseeraamassa vastaavantyyppisen palvelun, jonka tarkkaa sisältöä ja saatavuutta sekä siten vastaavuutta ei kuitenkaan vielä tunneta.
- Perusmuotoisena palvelulla on kilpailijoita tarkasteltavilla markkinoilla, mutta palveluun sisältyy sellaisia uniikkeja lisäelementtejä, joita muiden palvelutarjoamiin ei kuulu ja joilla on merkittävä vaikutus ratkaisun toimivuuteen sekä selvä syy-seurausyhteys asiakkaalle tuotettuihin päästöväheneisiin.

Mikäli toimija tekee kädenjälkilaskentaa esimerkiksi vuosittain, on ratkaisua palvelun uniikkiudesta tarkasteltava joka kerta kriittisesti uudelleen tuoreen markkinatarjonnan valossa.

Vertailuratkaisun toteutumisvarmuuteen ja -laajuuteen liittyvä pohdinta

Konsultoinnissa on perusuran lisäksi yhtenä aspektina mietittävä myös sitä, mikä määritetään lopulliseksi tutkittavan palvelun tuottamaksi vertailuratkaisuksi. Konsultti esittää asiakkaan tarpeisiin räätälöidyn kokonaisratkaisun tai joissain tapauksissa useita vaihtoehtoisia ratkaisuja. Asiakas päättää lopulta, toteutetaanko konsultin esittämä ratkaisu ja jos, niin mikä mahdollisista vaihtoehdoista ja missä laajuudessa. Yleensä jo ratkaisun esittelyvaiheessa on mahdollista saada indikaatio siitä, missä laajuudessa ratkaisu sopii asiakkaan tarpeisiin. Rakennushankkeissa lopulliseen toteutukseen vaikuttavat kuitenkin

rakennuttajan näkemykset lisäksi myös suunnittelutiimin näkemykset sekä urakoitsijan toteutus. On tyypillistä, että osa esitetystä ratkaisusta toteutuu, mutta osa suosituksista voidaan jättää toteuttamatta. Vaikka osassa hankkeita konsultti voi olla mukana rakennusvaiheeseen saakka, aikajana ratkaisuesityksen esittämisestä toteutumiseen on kuukausista vuosiin.

Tämä tarkasteltavan palvelun tuottaman ratkaisun synnyttämien hyötyjen *toteutumisepävarmuus* on todennäköisesti tyypillisempää konsultoinnin kaltaiselle palvelulle verrattuna esimerkiksi fyysisten tuotteiden synnyttämien hyötyjen realisoitumiseen. Hiilijalanjalkiohjauksessa vaihtoehdot toteutumisepävarmuuden käsittelyyn voivat olla esimerkiksi seuraavanlaisia.

- 1) Lasketaan kädenjälki toimijan hyödyksi siten, että perusuraan verrattavana laskentatapauksena käytetään asiakkaalle tuotettua ratkaisua koko laajuudessaan. Tällöin oletetaan, että ratkaisu toteutuu käytännössä vähintään pääosiltaan. Lisäksi voidaan ajatella, että vaikka jotkin ratkaisun osa-alueet eivät toteutuisikaan juuri kyseisessä kohteessa, rakennuttaja pystyy hyödyntämään tietoa myös muissa kohteissaan. Vaihtoehdon käyttö edellyttää asiakkaalta selkeää indikaatiota siitä, että tuotettu ratkaisu on esityshetkellä ollut asiakkaan tarpeisiin kokonaisuutena sopiva.
- 2) Mikäli ratkaisuesityksen tuottanut konsultti on hankkeessa mukana elinkaarikonsulttina rakennusvaiheeseen saakka, todennäköisesti konsultti laskee hankkeelle lopullisen hiilijalan – ja hiilikädenjäljen rakennusvaiheen toteuman perusteella. Yksi vaihtoehto on se, että hankkeissa, joissa päästöohjausta toteutetaan läpi koko hankkeen, Granlundin kädenjälkiosuus hankkeesta lasketaan vasta siinä vaiheessa, kun lopullinen rakennuksen toteumatietoon perustuva laskenta on valmistunut.
- 3) Teoreettisesti yksi vaihtoehto on se, että vertailutapauksen muodostamisessa huomioidaan ratkaisun toteutumisepävarmuus yleisellä tasolla siten, että käytetään jonkinlaista epävarmuuskerrointa (esimerkiksi vähennetään standardinomaisesti 10 % esitetyn ratkaisun päästöhyödyistä

toteutumisepävarmuuden takia). Tällaisen epävarmuuskertoimen suuruuden määrittäminen olisi kuitenkin keinotekoista.

Rakennuksen elinkaaren pituudesta johtuviin epävarmuuksiin liittyvä pohdinta

Päästöhyötyjen toteutumiseen tarkasteltavan ratkaisun osalta liittyy myös rakennusten pitkän elinkaaren synnyttämä epävarmuus; rakennuksilla on moniin muihin tuotteisiin verrattuna huomattavan pitkä elinkaari. Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaan laskennassa käytetään elinkaaren pituuden lähtökohtaisena oletuksena 50 vuotta (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 40), mutta todellisuudessa rakennusten tavoitteellinen tekninen käyttöikä on tätä pidempi (Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta 2021).

- 1) YM:n laskentamenetelmän mukaisen hiilijalanjälkilaskennan moduulit A1 - A3 sisältävät rakennuksen materiaalien synnyttämät päästöt ja moduulit A4 - A5 käsittävät kuljetuksen ja työmaan synnyttämät päästöt (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 16, 17–18, 23, 27). Näiden tietojen toteutuminen pystytään vahvistamaan rakennusvaiheen lopussa ja lopullisessa laskennassa pystytään huomioimaan tästä osin suhteessa alkutilanteeseen.
- 2) YM:n laskentamenetelmän moduulit B3 - B4 sisältävät rakennuksen ja rakennusmateriaalien vaatimat huollot ja osien korjaukset sen elinkaaren aikana (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 16, 19–20, 26). Moduulit B3 - B4 ovat laskennallinen arvio materiaalien vaihtotarpeesta perustuen niiden tekniseen käyttöikään. Todellinen huolto- ja vaihtotarve 50 vuoden laskenta-ajan puitteissa selviää luonnollisesti vasta käytön aikana.
- 3) Moduuli B6 sisältää rakennuksen käytönaikaisen energiankulutuksen lämmityksen, jäähdytyksen sekä sähkökulutuksen osalta. Sekä kansallisen verkkosähkön että kaukolämmön päästökertoimissa on ennakoitu

ominaispäästökertoimien lasku tulevan 50 vuoden aikana (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 16, 29). Todelliset käytönaikaisen energiankulutuksen synnyttämät CO₂e-päästöt 50 vuoden laskenta-ajan puitteissa pystytään varmentamaan 50 vuoden kuluttua rakennuksen käyttöönnotosta.

- 4) Moduulit C1 - C4 sisältävät rakennuksen purun synnyttämät päästöt rakennuksen elinkaaren lopussa (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 16, 21, 24, 28). Nämä päästöt pystytään varmentamaan, kun rakennus puretaan eli lähtökohtaisesti vähintään 50 vuoden kuluttua laskentahetkestä.
- 5) Moduuli D sisältää tiedon rakennuksen biogeenisestä hiilivarastosta, oman energiantuotannon verkkoon syötetystä ylituotannosta sekä materiaalien elinkaarensa lopussa synnyttämistä kierrätys- ja uusiokäyttöhyödyistä: kaikki edellä mainitut tekijät yhdessä synnyttävät YM:n menetelmän mukaisen rakennuksen hiilikädenjäljen (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 16, 30–32). Lopullinen tieto moduuli D:n suuruudesta pystytään laskemaan vasta, kun rakennus puretaan, eli vähintään 50 vuoden kuluttua laskentahetkestä.
- 6) Tiivistettynä siis moduulin B osalta lopputulema tiedetään 50 vuoden kuluttua laskentahetkestä ja moduulien C ja D osalta kokonaisuudessaan vasta sitten, kun rakennus puretaan. Moduuli A pystytään laskemaan todellisilla tiedoilla rakennusvaiheen lopussa.

VTT:n ja LUT:n kädenjälkioppaan vuoden 2021 päivitettyssä versiossa projektit on nostettu erikseen esiin ja niiden osalta oppaassa todetaan, että projektien kädenjälki voidaan arvioida joko ennen tai jälkeen projektin. Oppaassa todetaan, että joissain tapauksissa projektin tuottamat hyödyt voidaan arvioida vastan päättymisen jälkeen. Joka tapauksessa korostetaan projektin tulosten seurannan merkitystä tulosten verifiointissa sekä tavoitteiden saavuttamisen arvioinnissa. (Pajula ym. 2021: 18.) Rakennusprosessi voidaan selkeästi nimetä projektiksi, itse rakennuksessa kyse on tuotteesta tai palvelusta, riippuen

näkökulmasta. Kuitenkin rakennuksiin pätevät samat haasteet kuin mitä projektien osalta on nostettu oppaassa esiin: lopulliset hyödyt pystytään arvioimaan vasta elinkaaren lopussa, mutta hyötyjen ennakoarvioista on hyötyä esimerkiksi investointipäätöksissä.

Suosittelua tulosten seurantaan ja todentamista voidaan hyvin suositella toteutettavaksi rakennusprosessin ajan silloin, kun se on mahdollista: jo mahdollisuus seurata rakennushanketta rakennusprosessin ajan poistaa osan konsultin esittämien ratkaisujen toteutumisepävarmuudesta. Rakennusten seuranta niiden koko elinkaaren ajan pelkän kädenjälkilaskennan tulosten todentamiseksi on poissuljettu ajatus.

Hyvin pitkän elinkaaren omaavissa tuotteissa on todennäköisesti riittävän yksinkertaisuuden säilyttämiseksi hyväksyttävä pitkään käyttövaiheeseen liittyvä epävarmuus ja laskettava kädenjälki kokonaisuutena luottaen siihen, että Ympäristöministeriön menetelmän oletukset ovat riittävän konservatiivisia ja mahdollisimman oikeita.

Mikäli laskentaan halutaan suhtautua erittäin konservatiivisesti, voitaisiin konsultin kädenjälki laskea moduulien A1 - A5 osalta kokonaisuudessaan rakennuksen valmistuttua sekä, samoin kuin edellä esitetty, moduulien B - D osalta käyttää jonkinlaista epävarmuuskerrointa. Tällainen ratkaisu olisi kuitenkin monimutkainen. Huomioiden lisäksi, että tällainen epävarmuuskerroin olisi parhaassakin tapauksessa valistunut arvio, selkein vaihtoehto lienee esittää syntynyt kädenjälki kokonaisuudessaan ja liittää ainakin tarkkaan viestintään huomio pitkän elinkaaren synnyttämästä epävarmuudesta.

7.1.8 Toiminnallinen yksikkö

YM:n laskentamenetelmän mukaiset tulokset ilmoitetaan yksikössä $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{nm}^2/\text{vuosi}$ (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019: 34), joskin täydennetyin YM:n ohjeistuksen mukaan tulokset tulee ilmoittaa myös absoluuttisina päästöinä muodossa tCO_2e (Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä

rakentamisesta 2021). Mikäli kädenjäljen laskenta tehdään yhtenä kokonaisuutena koko rakennuksen elinkaaren osalta (moduulit A - C sekä kädenjälki D erikseen), YM:n vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukainen yksikkö ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{nm}^2/\text{vuosi}$) toimii luonnollisena toiminnallisena yksikkönä, vaihtoehtoisesti voidaan viestiä CO_2e -päästösäästöt myös absoluuttisina muodossa $\text{tCO}_2\text{e}/\text{a}$.

7.1.9 Rajaus

Lähtökohtaisesti päästöohjauksella pystytään vaikuttamaan mihin tahansa rakennuksen elinkaaren vaiheeseen (Nykter 2021). Näin ollen koko rakennuksen koko elinkaari sisällytetään mukaan laskentaan, mikäli erityistä syytä sulkea jokin osaa pois ei ole.

7.1.10 Lähtötiedot

Rakentamisen päästöohjauspalveluiden (joko MOBO-optimoinnin kanssa tai ilman) synnyttämän hiilikädenjäljen laskennassa tarvitaan lähtötiedoksi laatutarkastettu, asiakkaalle toimitettu konsultointiraportti tuloksineen. Päästöohjauksessa konsultointiraportti sisältää sekä asiakkaan lähtötilanteen mukaisen lähtötason (eli perusuran) tulostiedot sekä vertailuratkaisun (tai useiden vertailuratkaisujen) tulokset. Raportti sisältää valmiiksi myös tiedot laskennan oletuksista. (Nykter 2021.). Tarvittaessa tähän tietoon voidaan yhdistää tarkasteltavan ratkaisun toteutumisen osalta todellista toteumatietoa siltä osin, kun sitä on kertynyt.

Lähtöleveysuudessa myös joko julkista tai talon sisäistä toteumatietoa YM:n menetelmän mukaisesti laskettujen suomalaisten rakennushankkeiden hiilijalan- ja hiilikädenjäljistä rakennustyyppikohtaisesti voidaan harkita käytettäväksi perusuratieona, mikäli se on asiakkaan lähtötasoa kunnianhimoisempaa.

Lähtökohtaisesti hiilikädenjälkilaskennan lähtötietojen tuottaminen olisi palveluista vastaavien henkilöiden vastuulla. Samat vastuuhenkilöt antaisivat lisätietoa, mikäli sitä tarvitaan joko laskentaan tai viestintään.

7.1.11 Jalanjälki

Jalanjälkien laskenta esitetyissä tapauksissa kattaa saman laskentatyön, joka tehdään osana normaaleja konsultointitoimeksiantoja. Päästöohjauksessa lasketaan asiakkaan lähtösuunnitelmien mukainen perusura sekä erillinen vertailuskenaario, johon on sisällytetty esitetyt päästövähennysratkaisut. Laskennat toteutetaan työn tekohetkellä vuonna 2021 tyypillisimmin YM:n vähähiilisuuden arviointimenetelmän mukaisesti (Haastattelu, Nykter 2021). Siten ne ovat lähtökohtaisesti linjassa Euroopan komission Level(s)-menetelmän sekä rakentamisen kestävyyttä käsittelevien EN-standardien (EN 15643-sarja, EN 15978 sekä EN 15804) kanssa (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019: 11).

Granlundin laadunvarmistusmenettelyihin kuuluu sisäinen laadunvarmistus, jossa hiilijalanjälkilaskentaa tunteva henkilö, joka ei ole osallistunut laskentaan, tekee laskennalle laadunvarmistuksen (Granlundin laatupolitiikka 2021).

7.1.12 Kädenjälki

VTT:n ja LUTin menetelmän mukaisen kädenjäljen laskenta suoritetaan rakennuksen hiilijalanjäljen osalta vähentämällä perusratkaisun tulos tarkasteltavan ratkaisun tuloksesta sekä rakennuksen hiilikädenjäljen osalta vähentämällä tarkasteltavan ratkaisun hiilikädenjäljestä perusratkaisun hiilikädenjälki. Erotukset lasketaan tämän jälkeen yhteen.

7.1.13 Viestinnällinen yksikkö

Osana Granlundin koko kädenjälkiviestintää, tuloksia on järkevää tarkastella muodossa tCO_2e/a . Mikäli rakentamisen päästöohjauksen kädenjäljestä halutaan viestiä erikseen, voidaan käyttää YM:n menetelmän yksikköä $kgCO_2e/nm^2/a$ ja tarkastella tuloksia kokonaisuutena tai jakaa syntynyt kädenjälki edelleen osiin (moduulit A - D), jolloin pystytään viestimään tarkemmin siitä,

missä elinkaaren vaiheissa ratkaisuesitys synnyttää kädenjäljen suhteessa perusuraan.

7.1.14 Kriittinen arviointi

Molemmat hiilijalanjälkilaskennat (perusura ja tarkasteltava ratkaisu) tarkastetaan Granlundin laadunvarmistusohjeiden mukaan sisäisesti erikseen nimetyin laadunvarmistajan toimesta. Mikäli hiilijalanjälkilaskentaa tehdään esimerkiksi osaksi kilpailutusmateriaalia, kilpailevat ratkaisut voidaan verifioida tällaisissa tapauksissa ulkopuolisen laskijan taholta (Nykter 2021).

7.1.15 Viestintä

VTT:n ja LUTin kädenjäljen laskentamenetelmän mukaisesti innovaatiollaan asiakkaan hiilijalanjälkeä pienentävä toimija voi laskea menetelmän mukaan lasketun kädenjäljen kokonaan omaksi hyödykseen (Grönman ym. 2019: 1061–1069; Guillaume ym. 2020: 9–10). Kuitenkin, vaikka toimija raportoisikin koko kädenjäljen omaksi hyödykseen, voisi olla syytä nostaa esille, että lukuisat muut toimijat ovat vaikuttaneet kädenjäljen syntyyn. Rakennushankkeessa muun muassa seuraavat tahot ovat osaltaan vaikuttamassa ratkaisun toteutumiseen ja siten kädenjäljen syntyyn: käytetyn laskentasoftwaren kehittäjä ja päästötietokantojen tuottajat, konsultti, rakennuttaja, rahoittaja, valittujen vähähiilisten rakennustuotteiden valmistajat, erilaiset kierrätystoimijat sekä jätehuolto-yhtiö, suunnittelu-tiimi, urakoitsija sekä rakennuksen käyttäjä. Näin ollen raportoinnissa on perusteltua viitata siihen, että todellisuudessa kädenjäljen takana on laaja joukko toimijoita.

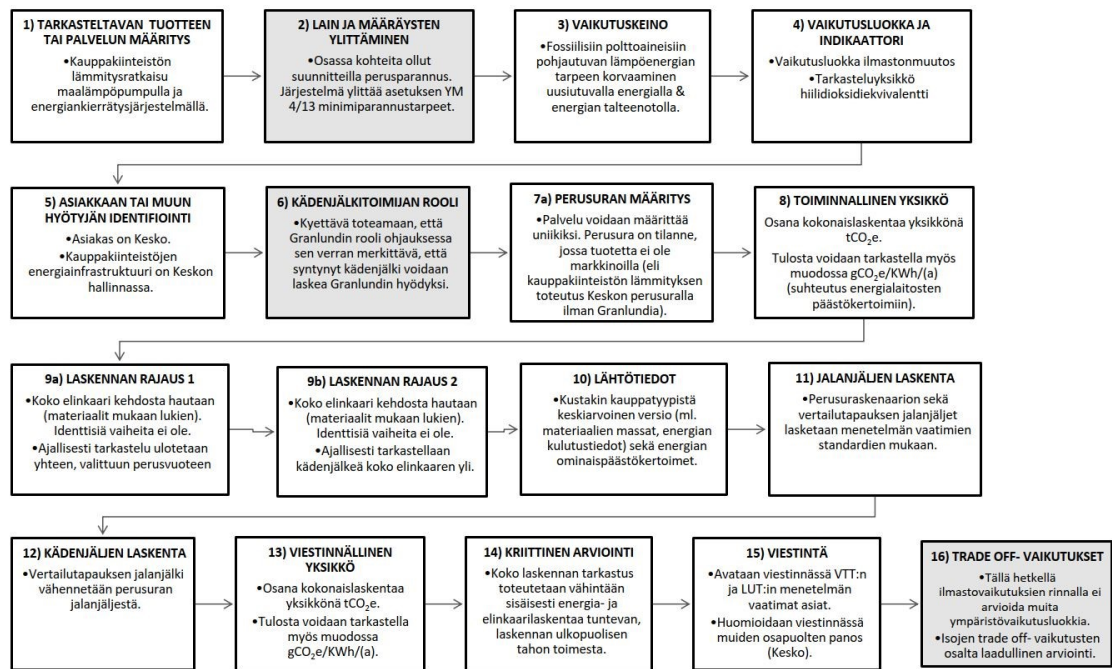
7.1.16 Trade off -vaikutukset

Jos hiilijalanjälkilaskennan rinnalla tehtäisiin laajempi elinkaarilaskenta, pystyttäisiin tarkastelemaan ristivaikutuksia ympäristövaikutusluokkien välillä. Niin haettaessa muiden ympäristövaikutusluokkien tarkastelu ilmastovaikutusten rinnalla olisi mahdollista. Joissakin selvissä tapauksissa trade off -vaikutuksia

voidaan arvioida laadullisestikin ilman varsinaista laskentaa: rakentamisen osalta esimerkki tällaisesta tapauksesta voisi olla tilanne, jossa rakennus on kaavoitettu paikkaan, jossa tontti on sijoitettu niin, että sen infra-, maanrakennus- ja rakennustyöt tai myöhemmin asumisen aiheuttama toiminta syrjäyttävät luonteeltaan ainutlaatuista ja esimerkiksi kansallisessa mittakaavassa korvaamatonta kasvillisuutta, eläimistöä tai luontotyyppiä.

7.2 Energiakierrätysjärjestelmän luominen ruokakauppaketjun käyttöön

Toinen tarkasteltava case-laskentaesimerkki on Keskon liikekiinteistöjen tarpeisiin luotu energiankierrätysjärjestelmä, joka on Granlundin ja Keskon yhteistyön tulosta. Alla kuvassa 6 on esitetty tiiviisti energiankierrätysjärjestelmäkoneptin sovitus tarkasteltavaan laskentamenetelmään.

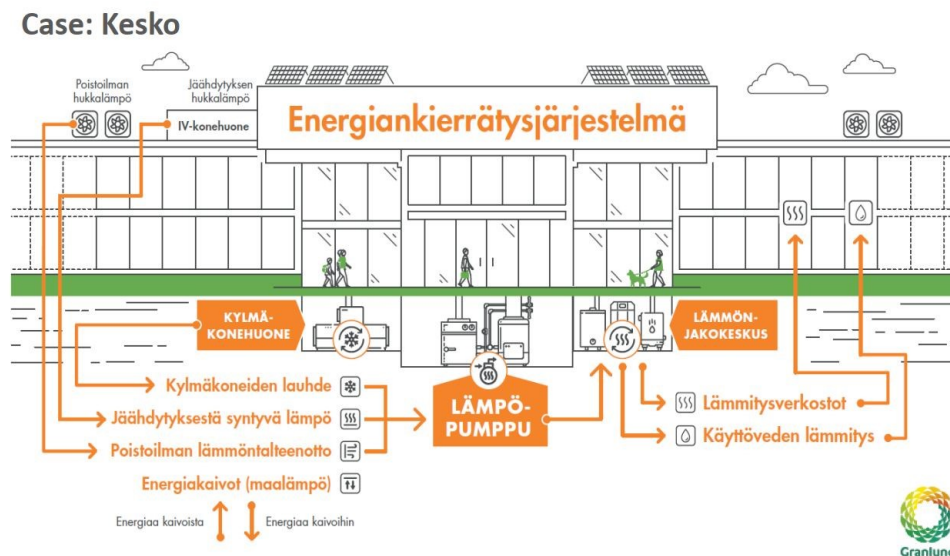


Kuva 6 Keskon energiankierrätysjärjestelmäkonepti sovitettuna tarkasteltavaan laskentamenetelmään

Alla on kuvattu vaiheittain palvelun sovitus menetelmään ja tässä työssä esille nousseet laskentametodologiset kysymykset.

7.2.1 Tarkasteltavan tuotteen tai palvelun määrittely

Granlundin ja Keskon yhteistyössä luoma energiakierrätysjärjestelmä ja sen pääasiallinen toimintaperiaate on kuvattu alla kuvassa 7.



Kuva 7 Keskon energiakierrätysjärjestelmäkonsepti. (Niemelä 2020)

Järjestelmä yhdistää kaupan kylmäjärjestelmän, lämpöpumpun sekä energiakierrätykseen tarvittavat talteenottojärjestelmät. Järjestelmä mahdollistaa sen, että kiinteistön hukkalämpö pystytään hyödyntämään tehokkaasti. Sen avulla kaupan kylmäjärjestelmien lauhdelämpö, jäähdytyksestä syntyvä lämpö sekä poistoilman lämpö voidaan hyödyntää kiinteistön lämmityksessä. (Niemelä 2020.). Kylmäaineena kaupan kylmäjärjestelmässä käytetään R744:a eli hiilidioksidia (Niemelä 2021). Hiilidioksidi korvaa samalla uusissa järjestelmissä aiemmin käytetyn kylmäaineen R404A, sillä F-kaasujen, joiden GWP-arvo ylittää 2500, käyttö on kielletty 1.1.2020 alkaen yli 40 tCO₂e kylmälaitteiden huollossa; näin ollen uusien R404A-laitosten käyttö on kielletty 1.1.2020 alkaen (Kylmäainetilanne kuumentaa markkinoita 2017). Kokonaisuutena energiakierrätysjärjestelmä mahdollistaa jopa 85–95 % vähennyksen rakennuksen tarvitseman ostoenergian määrässä (K-ryhmän uusi energiakierrätysjärjestelmä mahdollistaa ruokakauppojen energiatalouden 2019). Konseptissa on myös mahdollista

tuottaa verkkoon syötettävää ylijäämälämpöä silloin, kun paikallinen energialaitos on tähän valmis. Innovaatio on saanut muun muassa Motivalta Vuoden Energianerokas- tunnustuksen vuonna 2019 sekä European Heat Pump Association- palkinnon vuonna 2020. (Niemelä 2021.).

Innovaatiosta tekevät uniikin sen modulaarisuus sekä skaalautuvuus eri kokoisten kiinteistöjen ja kauppojen tarpeisiin: konseptia voidaan hyödyntää K-ryhmän kaikissa kiinteistöissä sekä K-ryhmän alaisissa kaupoissa supermarketeista Jumbon kaltaisiin isoihin kauppakeskuksiin (Huuskonen 2021.; Sivula 2021). Vaikka järjestelmän sisältö elää aina hieman tapauskohtaisesti, pääpiirteittäin se on sisältöineen vakioitu. Tätä kautta energiankierrätysjärjestelmä on modulaariseen tehdasvalmistukseen soveltuva tuote. (Sivula 2021.) Skaalattavuuden ansiosta konseptilla on vähintään kansallisesti ja mahdollisesti jopa kansainvälisesti merkittävä energiatehokkuus- ja päästövähennyspotentiaali (K-ryhmän uusi energiankierrätysjärjestelmä mullistaa ruokakauppojen energiatalouden 2019), jonka potentiaalinen sovellusalue ulottuu laajasti Keskon ulkopuolelle (Sivula 2021).

Analysointipalvelut sekä etävalvonta ovat olennainen osa energiankierrätysjärjestelmän kokonaisratkaisua. Jokainen kohde kytketään valmistuksen yhteydessä DKP-palveluun, mistä alkaa järjestelmän jatkuva seuranta sekä virittäminen. Analysointipalvelu mahdollistaa tarpeenmukaisen huollon, jolloin välttyään turhilta aikatauluperusteisilta huolloilta. Ennen kaikkea analysointipalveluilla varmistetaan järjestelmän optimaalinen toiminta ja virittäminen. Etävalvonnan avulla pystytään puolestaan reagoimaan nopeasti vikaantumiseen ja hälytyksiin sekä optimoimaan järjestelmää analysoimalla kertyvää tietoa. (Sivula 2021.)

Suunnitteilla on energiakierrätysjärjestelmän asentaminen yli 700 Keskon omistamaan kiinteistöön: K-Citymarketteihin, K-Supermarketteihin, K-Marketteihin sekä noutotukkuihin. Ratkaisu on tietyin variaatioin skaalattavissa kaikenkokoisiin liikekiinteistöihin. Heinäkuussa 2021 järjestelmä oli varsinaisesti asennettu hieman yli 20 kiinteistöön. (Niemelä 2021.) Koronavirusepidemia on jonkin

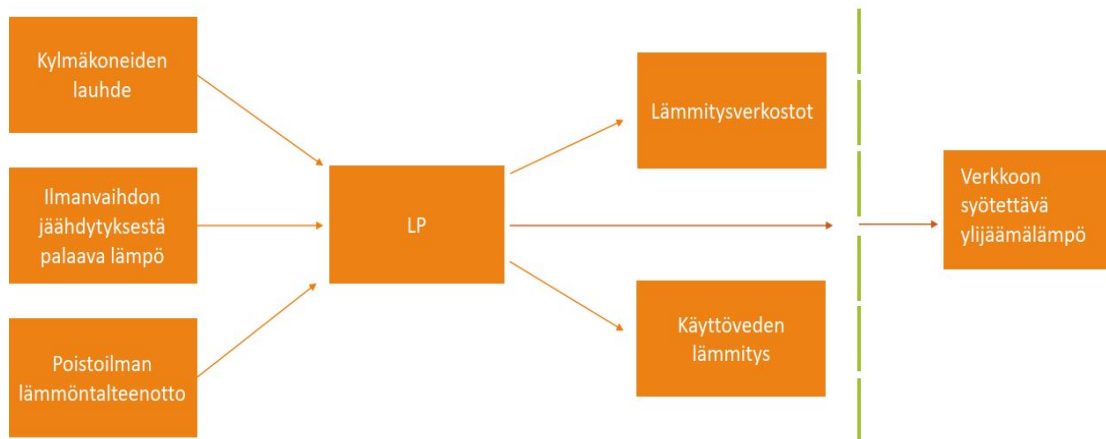
verran viivästyttänyt energian kierrätysjärjestelmien asennusta suunniteltuihin kohteisiin (Huuskonen 2021).

7.2.2 Lain vaatimusten ylittäminen

Useiden kohteiden pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelmissa (PTS) on jo ennen kierrätysjärjestelmän käyttöönottoa ennakoitu, että peruskorjaus- tai perusparannus tehdään aina energiankierrätysjärjestelmän asennuksen yhteydessä (Huuskonen 2021.). Maankäyttö- ja rakennuslain 117§:n nojalla laaditussa Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 (*"Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen korjaus- ja muutostöissä"*) säädetään minimiparannuksista, jotka rakentamisen korjaus- ja muutoshankkeissa on vähintään tehtävä (YM 4/13). Asetuksen vaatima minimikorjaustaso ei kuitenkaan edellytä energiankierrätysjärjestelmän asentamista, joten tarkasteltavan, kokonaisvaltaisen energiankierrätysjärjestelmäkonseptin synnyttämät energiankulutuksen ja siten hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen vähenemät ovat kuitenkin mittakaavassa täysin eri tasolla ja merkittävästi suuremmat kuin lain mukainen minimiparannusvaatimus (Nykter 2021). Näin ollen energiankierrätysjärjestelmän asentaminen myös korjausten yhteydessä ylittää selvästi Maanrakennuslain ja siihen perustuvan YM:n asetuksen 4/2013 asettaman minimitason energiatehokkuuden parantamiselle.

7.2.3 Vaikutuskeino

Hiilikädenjälki eli asiakkaan päästöjen pieneneminen syntyy tarkasteltavassa tapauksessa vaikuttamalla energiankäyttöön ja tarkemmin energiatehokkuuteen alla olevan kuvan 8 mukaisesti.



Kuva 8 Energiankierrätysjärjestelmän toimintaperiaate. (Muokattu lähteestä Niemelä 2020)

Kylmäkoneiden synnyttämä lauhdelämpö, jäähdytyksestä syntyvä lämpö sekä poistoilman lämpö pystytään hyödyntämään. Näin saadaan laskettua lämmityksen kulutusta sekä lämmitysverkostoissa että joissain kohteissa myös lämpimän käyttöveden lämmityksessä. (Niemelä 2020.). Järjestelmä mahdollistaa teoriassa myös ylijäämälämmön syöttämisen verkkoon (Niemelä 2021).

Lisäksi energiankierrätysjärjestelmä ja siihen kuuluva lämpöpumppu moninkertaistavat lauhde-energian hyödynnettävyyden verrattuna tilanteeseen, jossa kaupan kylmäkoneissa käytetään jäähdytysaineena hiilidioksidia, mutta energiankierrätysjärjestelmää ei ole asennettu. Ilman energiankierrätysjärjestelmää ja lämpöpumppua kylmäkoneiden lauhteen paluulämpötila ei ole yhtä viileä kuin kohteissa, joissa hyödynnetään lämpöpumppua. Lämpöpumppu mahdollistaa kaupan kylmäkoneiden ajamisen hyötysuhdemaksimilla lähes koko vuoden, mikä johtaa alhaisempaan energiankulutukseen verrattuna tilanteeseen, jossa lämpöpumppua ei käytetä. Näin ollen energiankierrätysjärjestelmän asentaminen vähentää myös kaupan kylmäkoneiden sähkönkulutusta kohteissa suhteessa tilanteeseen, jossa sitä ei ole asennettu. (Sivula 2021.).

7.2.4 Syntyvien ympäristövaikutusten tyyppien tunnistaminen ja indikaattorien valinta

Koska tässä työssä tarkastellaan nimenomaan hiilikädenjälkeä, vaikutusluokka on oletuksena ilmastonmuutos ja tarkasteluyksikkö hiilidioksidiekvivalentti.

7.2.5 Asiakkaan tai muun hyötyjän tunnistaminen

Energiankierrätysjärjestelmäkonseptin asiakas on Kesko. K-ryhmän toimintamallissa kauppakiinteistöjen energiainfrastruktuuri on kiinteistön omistajan ja kaupan kalusteet (mukaan lukien kylmälaitteet) kauppiaan vastuulla. Vastuunjako Keskon ja kiinteistönomistajan välillä määräytyy omistajuuden ja vuokrasopimusten mukaan. (Huuskonen 2021.)

7.2.6 Kädenjälkitoimijan rooli

Käsiteltävässä tapauksessa voidaan perustellusti todeta, että Granlundilla on ollut merkittävä rooli energiakierrätysjärjestelmäratkaisun kehittämisessä, ja että ratkaisua ei olisi ainakaan samassa muodossa ja skaalattavuudessa syntynyt ilman Granlundin panosta. Tätä tulkintaa voidaan perustella muun muassa yllä esitellyillä, järjestelmäratkaisun saamista tunnustuksilla.

7.2.7 Toiminnallinen yksikkö

Laskennassa luonteva toiminnallinen yksikkö voisi olla joko kokonaispäästövähennysten osalta tCO_{2e} tai vuositasolle jyvitettyjen päästövähennysten osalta tCO_{2e}/vuosi. Yksi mahdollisuus on myös mitata järjestelmän päästöintensiteettiä kilowattituntia kohti vuositasolla käyttäen yksikkönä gCO_{2e}/KWh/a.

7.2.8 Rajaus

Tarkasteltavalle laskennalle voidaan esittää useita erilaisia rajoituksia. Koska erilaiset rajoitukset vaikuttavat eri tavoin sekä perusurasta että tarkasteltavan

ratkaisun mallintamiseen, laskennan rajaus on tässä tapauksessa käsitelty ennen perusuraa.

Fyysinen rajaus

Ensimmäinen, VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmän mukainen rajaus on tarkastella sekä perusuraa että tarkasteltavaa ratkaisua kokonaisuutena järjestelmän koko elinkaaren osalta (Pajula ym. 2021: 25): elinkaaren vaiheet eivät ole molemmissa ratkaisuissa sisällöltään identtisiä käyttövaiheen ulkopuolella, jolloin VTT:n ja LUTin menetelmästä johdettavia, hyväksyttäviä perustetta sulkea muita elinkaaren vaiheita ulos ei periaatteessa ole.

Tarkastelu voidaan rajata kohteiden lämmitysverkostojen sekä lämpimän käyttöveden lämmityksen vaatimaan energian kulutukseen, mahdolliseen kaukolämpöverkkoon toimitettavaan ylijäämälämpöön ja lämpöpumppujärjestelmän vaatimaan sähkönkulutukseen. Tällöin laskentaan on otettava mukaan järjestelmän synnyttämien energiasäästöjen lisäksi lämpöpumppulaitteiston valmistuksen, kuljetuksen, asennuksen, huollon sekä purun synnyttämät päästöt. Lisäksi energiankierrätysjärjestelmän asentaminen vaikuttaa myös kaupan kylmäkoneiden sähkönkulutukseen vähentävästi. Näin ollen myös kaupan kylmän vaatima sähkönkulutus otetaan mukaan laskentarajaukseen. Varsinaiset fyysiset kaupan kylmäjärjestelmät ovat sekä perusuratapauksessa että tarkasteltavassa vertailutapauksessa identtisiä. Tarkasteluajanjaksoksi tulisi valita järjestelmän elinkaari, jotta järjestelmän elinkaaripäästöt voidaan edelleen jyvittää vuositasolle.

Toinen vaihtoehto on rajata laskenta niin, että se laskenta kattaa vain varsinaisen operatiivisen toiminnan vaiheen, jolloin laskenta kohdistuu puhtaasti energiatehokkuuteen. Tällöin laskennasta jätetään ulos lämpöpumppulaitteiston elinkaarensa aikana synnyttämät päästöt. Tämä rajaus ei ole VTT:n ja LUTin menetelmän periaatteiden eikä standardien SFS-EN ISO 14044:2006+A1:2018 sekä SFS-EN ISO 14067:2018 vaatimusten mukainen vertailulaskenta, sillä tarkasteltavan ratkaisun ja perusuran erot syntyvät myös muualla kuin

käyttövaiheessa, eikä vaihtoehtojen välinen vertailu ole tällöin koko elinkaaren osalta tasapuolinen (Pajula ym. 2021; SFS-EN ISO 14044; SFS-EN ISO 14067).

Ajallinen rajaus

Ajallisesti laskenta voidaan tehdä tulevaisuuteen suuntautuen kattamaan laitteistojen koko odotettu elinkaari tai arvioida syntyvää kädenjälkeä nykyhetkessä vuositasolla. Ajallisen rajauksen valinta riippuu tarkastelutarpeesta: esimerkiksi osana Granlundin koko toiminnan vuosittaista kädenjälkeä on järkevää mitata syntyviä päästövähennyksiä vuositasolla. Laskettaessa vuositason päästöjä, laitteistojen elinkaari päästöt jaetaan laitteiden elinkaaren pituudella. Sen sijaan esimerkiksi energiakierrätysjärjestelmän konseptin esittelyä tai esimerkiksi asiakkaan tarpeita tehtävää laskentaa varten laskenta voidaan suunnata tulevaisuuteen ja ulottaa kattamaan laitteiston koko elinkaari. Ajallisen rajauksen merkitystä käytettäviin ominaispäästökertoimiin käsitellään seuraavissa kappaleissa.

Mikäli halutaan tarkastella vain operatiivisen toiminnan vaihetta, ratkaisujen käyttövaiheen energiankulutuksen eroja voidaan tarkastella vuositasolla. Kuten todettu yllä, tämä rajaus ei ole VTT:n ja LUTin menetelmän ydinperiaatteiden tai standardien SFS-EN ISO 14044:2006+A1:2018 sekä SFS-EN ISO 14067:2018 mukainen.

Esimerkkejä rajauksista lähdekirjallisuudesta

Työtä varten tarkastellussa lähdekirjallisuudessa on joitakin tähän case-tapaukseen rinnastettavia case-esimerkkejä koskien energiantuotantojärjestelmiä. Kasurinen ym. (2019) ovat case-tutkimuksessaan tarkastelleet tukiasemaa, jossa on nestekiertoinen jäähdytys hukkalämmön talteenotolla ja verranneet tätä vaihtoehtoa kolmeen erilaiseen perusuraskenaarioon eri asiakassegmenttien pohjalta. Ensimmäinen perusuraskenaario on tukiasema ilmakiertoisella jäähdytyksellä ilman hukkalämmön talteenottoa, toinen perusuraskenaario on tukiasema

ilmakiertoisella jäähdytyksellä ilman hukkalämmön talteenottoa yhdistettynä kaukolämpöön ja kolmas perusuraskenaario on tukiasema ilmakiertoisella jäähdytyksellä ilman hukkalämmön talteenottoa yhdistettynä verkkosähkön käyttöön. (Kasurinen ym. 2019: 3, 7.)

Tarkastelu on rajattu siten, että tukiasemien osalta sekä vertailu- että perusurarakaisuisissa on huomioitu tukiasemien koko elinkaari raaka-aineiden valmistuksesta järjestelmien purkuun ja käytöstä poistoon, mutta perusuraskenaarioissa tukiasemien lisänä käytettyjen kaukolämmön ja kansallisen verkkosähkön osalta on huomioitu vain energian tuotantovaiheen päästöt. Ajallisesti laskennassa on huomioitu tarkasteltavan laitteiston koko elinkaari ja syntyvät päästöt on jyvitetty elinkaaren pituuden pohjalta vuositasolle. Tarkastelussa verrataan järjestelmän toiminnan CO₂e-päästöjä Suomessa vain yhtenä oletusvuotena 2017, jolloin kaukolämmön ja kansallisen verkkosähkön kulutus on laskettu vain yhden vuoden osalta käyttäen Motivan kolmen ja viiden vuoden liukuvaan keskiarvoon perustuvia, kansallisia päästökertoimia sekä verkkosähkölle että kaukolämmölle. (Kasurinen ym. 2019: 3, 8–10.)

Jenu ym. (2020) ovat verranneet litiumioniakkujen käyttöä sähköntuotantoon yhdessä aurinkopaneelien kanssa verraten tätä kansallisen verkkosähkön käyttöön kuudessa eri maassa. Tutkimuksessa on tarkasteltu litiumioniakkujen ja aurinkopaneelien muodostaman sähköntuotantoyhdistelmän synnyttämää kumulatiivista kädenjälkeä sen elinkaaren (7,7 vuotta) ajalta. Tarkasteltavaan ratkaisuun on sisällytetty mukaan akkujen ja aurinkopaneelien tuotanto, käyttö sekä poisto eli yhdistelmän materiaalien koko elinkaari kehdestä hautaan. Perusurana toimii kunkin maan kansallinen verkkosähkö, jonka osalta päästökertoimessa on huomioitu tuotantovaiheen päästöjen lisäksi myös sähkön tuotannon vaatimien fyysisten hyödykkeiden synnyttämät materiaalipäästöt lukuun ottamatta sähköntuotanto- ja jakeluinfrastruktuurin elinkaaren loppua. Tarkastelussa huomioitiin uusiutuvien sähköntuotantoteknologioiden oletettu kasvu kunkin maan kansallisessa kokonaissähköntuotannossa ja siten sähkön ominaispäästökertoimen dynaaminen muutos tarkasteluajanjaksolla. (Jenu ym. 2020: 1–15.)

7.2.9 Perusuran ja tarkasteltavan vertailuratkaisun määrittäminen

Konseptin uutuuden tarkastelu perusuran luomista varten

Perusuran määrittämisessä tulee ensin määrittää, onko tuote tai palvelu uusi markkinoilla. Silloin kun tuote on markkinoilla uusi, voidaan käyttää perusurana tilannetta, jotta tuotetta ei ole olemassa. (Pajula ym. 2021: 21.) Energia- ja energiatehokkuuskonsultointi, lämpöpumppujärjestelmät tai energiankierrätys eivät ole yksistään uusia palveluita. Keskon kanssa luotuun kokonaisvaltaiseen energiatehokkuusratkaisuun sisältyy kuitenkin edellä listattujen, jo olemassa olevien peruspalvelujen rinnalla lisäelementtejä, joilla on selkeä yhteys ratkaisun tuottamien päästövähennysten syntyyn, ja jotka nostavat ratkaisun ainakin Suomen markkinoilla uudeksi palveluksi. Energiankierrätysjärjestelmäkonseptin osalta voidaan perustellusti argumentoida, että ratkaisu edustaa first-of-a-kind-tyyppistä ratkaisua markkinoilla ja on siten uusi palvelu. Uniikin ratkaisusta tekee erityisesti sen modulaarisuus ja laaja skaalattavuus. Ratkaisun saamat tunnukset osoittavat, että kyseessä ei ole helposti saatavilla oleva standardiratkaisu, vaan kokonaisuutena uusi innovaatio. European Heat Pump Association-palkinnon perusteluissa vuonna 2020 ratkaisua kuvattiin ensimmäiseksi monistettavaksi lämpöpumppuratkaisuksi Euroopassa (Niemelä 2021.).

Laskennan jäsentäminen

Perusurana voidaan siis käyttää tilannetta, jossa ratkaisua ei ole olemassa. Tällöin lähdetään liikkeelle asiakkaan tilanteesta ennen ratkaisun esittämistä ja siitä, mitä ratkaisua asiakas on hyödyntänyt lämmityksessä ennen energiankierrätysjärjestelmää.

Laskennan jäsentäminen riippuu siitä, miltä ajanjaksolta kädenjälkeä ollaan laskemassa. Mikäli tällä hetkellä halutaan laskea lähimenneisyyteen suuntautuen energiankierrätysjärjestelmäkonseptin kautta syntynyttä kädenjälkihyötyä

yhden, valitun perusvuoden osalta, kohteita on toistaiseksi asennettu sen verran rajatusti, että laskenta voidaan niin haluttaessa toteuttaa tarkoin, kohdekohtaisin tiedoin.

Sen sijaan, mikäli halutaan laskea etukäteen koskea elinkaaren aikana syntyvää kumulatiivista kädenjälkeä tai mikäli ajatellaan laskentatilannetta muutaman vuoden kuluttua, kun kohteita on toiminnassa huomattavasti enemmän, on laskenta jäsennettävä eri tavalla.

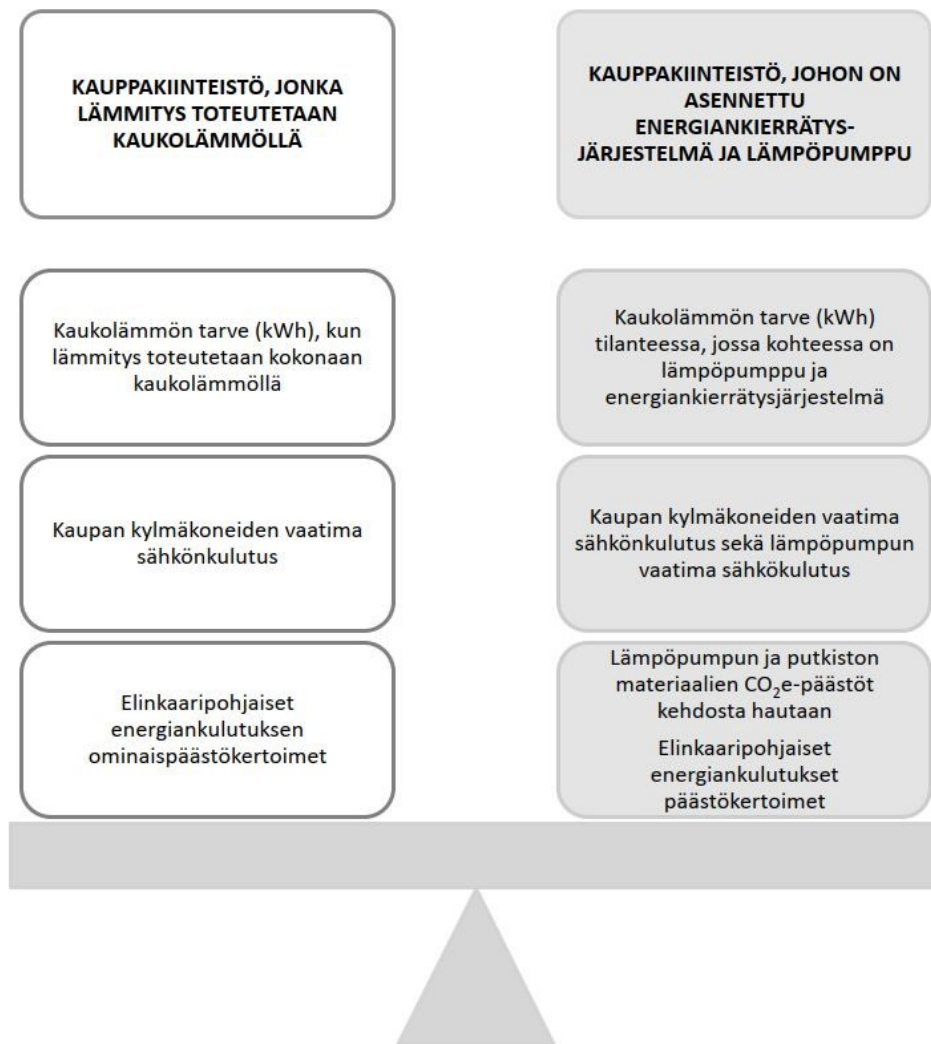
Kauppoja ja muita tiloja, joihin ratkaisua ollaan soveltamassa, on satoja. Siksi on syytä miettiä, miten laskenta jäsennetään edustavasti, mutta niin, ettei työ määrä kasva hallitsemattomaksi. Yli 700 kohteen laskeminen täsmällisin, kohdekohtaisin tiedoin ole todennäköisesti tarkoituksenmukaista. Kyseessä on skaalattava tuote, jota pystytään hyödyntämään monen kokoisissa kohteissa tietyin variaatioin (Niemelä 2021). Sekä perusratkaisun että varsinaisen toteutusratkaisun alla voitaisiin luoda tyyppimallit eri kokoluokan järjestelmille ryhmiteltynä esimerkiksi siten, että K-Citymarkettien, K-Supermarkettien, K-Marketien sekä noutotukkujen osalta luodaan kullekin kauppatyypille keskimääräinen kyseistä kauppatyyppiä edustava mallinnus olemassa olevan kohdetiedon pohjalta. Tarvittaessa ryhmittelyä voidaan edelleen jakaa pienempiin osiin tai käyttää kauppatyyppien sijaan ryhmittelyn perusteena jotain toista määrettä, kuten liikkeen pinta-alaa. Eri kokoluokan kauppakiinteistöille tehtävien tyyppimallien tulisi edustaa keskiarvoisesti kunkin kauppakiinteistötyypin tietoja niin laitteistojen vaatiman materiaalin tarpeen kuin energiankulutuksen osalta. Tällöin karkea kokonaiskädenjälki saadaan kertomalla tyyppikohtaiset laskentatulokset kohteiden määrällä.

Perusuran ja tarkasteltavan vertailuratkaisun määrittäminen

Yllä esitetään, että kustakin kauppakiinteistötyypistä luotaisiin tyyppimalli, joka ominaisuuksiltaan edustaa mahdollisimman hyvin kaikkien kyseisen tyyppin alle kuuluvien kiinteistöjen keskiarvoista tietoa. Näin ollen jokaiselle kiinteistötyypille luotaisiin oma perusura sekä oma tarkasteltava vertailuratkaisu. Alla kuvassa 9

on esitetty ne tiedot, jotka tarvitaan perusuran ja tarkasteltavan vertailuratkaisun luomiseen kauppatyypikohtaisesti.

Jos laskenta toteutettaisiin tällä hetkellä toiminnassa olevien kohteiden ja niiden toteuman osalta, voitaisiin harkita jokaisen kohteen laskemista erikseen auki tarkkojen, kohdekohtaisten tietojen pohjalta.



Kuva 9 Perusura ja tarkasteltava vertailutapaus Keskon energiankierrätysjärjestelmän kädenjäljen laskennassa

Laskenta on rajattu kattamaan kiinteistön lämmityksen vaadittava ostoenergia, valitun energian tuotantomuodon synnyttämät elinkaaripäästöt sekä kaupan kylmäkoneiden ja lämpöpumppujen vaatima sähkönkulutus. Perusurassa

oletetaan, että lämmitys toteutetaan kaukolämmöllä ja perusuraa varten tarvitaan tieto kaukolämmön kulutuksesta vuositasolla tässä skenaariossa. Sähkönkulutus tässä skenaariossa kattaa kylmäkoneiden vaatiman sähkönkulutuksen. Kaukolämmön ja kansallisen verkkosähkön osalta tulisi käyttää elinpohjaista kerrointa, joka kattaa kaukolämmön tuotantovaiheen lisäksi myös kaukolämmön tuotannon koko elinkaaren aikaiset päästöt. Tarkasteltavassa vertailutapauksessa käsitellään kauppakiinteistöä, johon on asennettu energiankierrätysjärjestelmä ja lämpöpumppu. Energian osalta tähän skenaarioon tarvitaan tieto kaukolämmön kulutuksesta energiankierrätysjärjestelmän ja lämpöpumpun kanssa sekä tieto kaupan kylmäkoneiden ja lämpöpumpun vaatimasta sähkönkulutuksesta. Kuten perusurassa, myös vertailuskenaariossa tulisi näiden osalta käyttää elinkaaripohjaisia ominaispäästökertoimia. Lisäksi vertailuskenaarioon tulisi lisätä mukaan materiaalien, eli tässä tapauksessa lämpöpumpun ja putkistojen materiaalien päästöt kehdosta hautaan. Lämpökaivojen ja hukkalämmön talteenottoon tarvittavan laitteiston oletetaan olevan jo saatavilla. Kaupan kylmäkoneiden oletetaan fyysisten järjestelmien osalta olevan molemmissa tapauksissa identtisiä, jolloin materiaalien elinkaaripäästöt voidaan tältä osin jättää pois molemmista laskennoista.

Mikäli syntyneitä päästöhyötyjä halutaan tarkastella vain käyttövaiheen osalta, vertailutapauksissa lasketaan pelkästään kohteiden kaukolämmön ja sähkön kulutuksesta syntyvät päästöt tarkastellulta ajanjaksolta.

Energian ominaispäästökertoimien käyttöön liittyviä huomioita

Energian ominaispäästökertoimien käyttöön laskennassa liittyy useita huomioitavia näkökohtia. Ensinnäkin, kuten yllä on todettu, tulisi energian ominaispäästöjen osalta käyttää elinkaaripohjaisia ominaispäästökertoimia. Tämä on tärkeää siksi, että tarkasteluratkaisussa lasketaan mukaan kohteisiin asennettavien laitteistojen, eli lämpöpumppujen ja putkistojen elinkaaripäästöt. Mikäli perusurassa ei vastaavasti kaukolämmön päästökertoimissa huomioida koko elinkaaren aikana syntyviä päästöjä, laskennassa syntyy merkittävä epäsymmetria vertailtavien skenaarioiden välille. Mikäli täsmällistä elinkaaripohjaista

ominaispäästökeroindataa ei ole saatavilla, olisi energiantuotannon tuotantovaiheen ulkopuoliset elinkaarivaikutukset syytä huomioida jonkinlaisella valistuneella arviolla.

Toiseksi energian ominaispäästökertoimien osalta on tehtävä päätös siitä, käytetäänkö paikallisten energiayhtiöiden kertoimia vai kansallisen tason kerrointa. Mikäli lasketaan tällä hetkellä toiminnassa olevien, parikymmenen kohteen kädensijojen toteumaa esimerkiksi edelliseltä vuodelta, kohteita on sen verran rajoitettava, että paikallisten päästökertoimien käyttö voi olla perusteltua. Kun niiden kiinteistöjen määrä, joihin laitteisto asennetaan, kasvaa lähivuosina merkittävästi, ja ne sijoittuvat ympäri Suomea, voidaan jatkossa perustellusti katsoa, että liikekiinteistöjen määrän ja maantieteellisen kattavuuden vuoksi kansallista kaukolämmön päästökeroindainta voidaan pitää edustavana.

Yllä keskusteltiin lisäksi kahdesta erilaisesta ajallisesta rajauksesta: laskennan kohdentamisesta vain yhdelle perusvuodelle (lähimenneisyyteen), jolloin laskenta suoritetaan toteumatiedon perusteella tai vaihtoehtoisesti järjestelmän kumulatiivisen kädensijojen laskemisesta koko laitteiston elinkaaren yli. Laskettaessa vuositasoisen kädensijojen käyttäen esimerkiksi edellisen tai sitä edellisen vuoden toteumaa, vahvistettu tieto toteutuneesta päästökertoimesta on helppoa saada. Sen sijaan, mikäli lasketaan kokonaiskädensijojen potentiaalia tulevaisuuden suuntautuen, on tulevien ominaispäästökertoimien ennakoiminen vaikeampaa. Koska sekä kansallisen verkkosähkön että kaukolämmön ominaispäästökertoimien odotetaan putoavan merkittävästi tulevien vuosien ja vuosikymmenien aikana, olisi tämä oletettava lasku syytä huomioida laskennassa. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi Ympäristöministeriön rakentamisen vähähiilisyysarviointimenetelmään luotuja kansallisen verkkosähkön ja kaukolämmön päästökertoimia, jotka ennakoivat kertoimien tulevan laskun ja perustuvat Suomen kansallista energia- ja ilmastopolitiikkaa ohjaavaan energia- ja ilmastotiekarttaan 2050. Myös Energiategollisuus on julkaissut tiekarttaan pohjautuen oman vähähiilisyystiekarttansa, jossa se on ennakoinut kansallisen verkkosähkön ja kaukolämmön päästökertoimien laskua tulevaisuudessa.

Ominaispäästökertoimien muutosvauhti voidaan niin halutessa interpoloida myös tästä lähteestä.

Karkean mallinnuksen tekeminen ennen laskentaa

Laskenta ja sen suunnittelu olisi järkevintä aloittaa siten, että tehdään ensin hyvin yksinkertaiset, karkean tason mallinnukset ja laskentaesimerkit tarvittaville laskentatapauksille kohdennettuna esimerkiksi yhden vuoden ajalle.

Karkeat testiesimerkit voivat olla kohdespesifejä. Tällöin laskennassa käytetään kohteiden todellisia tietoja, mukaan lukien kohteiden todellista, tarkasteltavan perusvuoden kaukolämmön ja sähkön kulutusta. Tarkasteltavat vertailuratkaisut voivat tällöin samoin edustaa joko todellista ja tarkkaa, kohdekohtaista toteumaa tai mikäli toteumaa ei vielä ole, arvioitua potentiaalia samoissa kohteissa kuin mihin perusurat on luotu. Karkeiden esimerkkien kautta saadaan alustava ymmärrys kädenjälkipotentiaalista ja sen mittakaavasta.

7.2.10 Lähtötiedot

Lähtökohtaisesti, samoin kuin edellisessä case-esimerkissä on esitetty, sekä perusuran että vertailutapauksen vaatimien referenssitapausten tuottaminen olisi palveluista vastaavien henkilöiden vastuulla. Samat vastuuhenkilöt antaisivat lisätietoa, mikäli sitä tarvitaan joko laskentaan tai viestintään.

Toisin kuin hiilijalanjälkiohjauksessa, perusuran ja referenssitapausten laskenta täytyy kuitenkin toteuttaa erikseen. Laskentatapauksen (tarkasteltavat ratkaisut ja perusurat) luomiseen tarvitaan:

- tieto siitä, kuinka monessa kohteessa on ollut jo ennen energiankierrätysjärjestelmän käyttöönottoa käytössä maalämpöpumppu, ja mikä on ollut maalämpöjärjestelmän kapasiteetti ja maalämmön prosentuaalinen peitto koko kohteen lämmönkulutuksesta.

- tieto siitä, mikä olisi tarkasteltavien kohteiden kaukolämmön kulutus vuositasolla valittuna perusvuotena ilman energiankierrätysjärjestelmää.
- tieto siitä, mikä on tarkasteltavien kohteiden kaukolämmön kulutus valittuna perusvuotena energiankierrätysjärjestelmän kanssa sekä kansallisen verkkosähkön kulutus lämpöpumpun vaatiman sähkön osalta.
- tieto siitä, mikä on tarkasteltavien kohteiden kaupan kylmäkoneiden sähkönkulutus sekä perusuratapauksessa ilman energiankierrätysjärjestelmää että tarkasteltavassa vertailutapauksessa energiankierrätysjärjestelmän kanssa.
- massa- ja laatu tiedot järjestelmien fyysistä ominaisuuksista niiden synnyttämien elinkaaripäästöjen laskentaan.
- kansallisen verkkosähkön sekä kansallisen kaukolämmön viimeisimmät vahvistetut ominaispäästökertoimet: ensisijaisesti siten, että päästökertoimissa on huomioitu elinkaaripäästöt. Mikäli laskenta tehdään paikkakuntakohtaisilla kaukolämmön ominaispäästökertoimilla, tarvitaan niiden osalta vahvistetut tiedot.
- tieto kansallisen verkkosähkön sekä kaukolämmön elinkaaripohjaisten ominaispäästökertoimen oletetusta muutostahdistista tarkasteltavan ajanjakson aikana silloin, kun lasketaan järjestelmän koko elinkaaren aikana synnyttämiä päästövähennyksiä suhteessa perusuraan. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi Ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen menetelmää varten luotuja päästökerroinskenaarioita.

7.2.11 Jalanjälki

Perusuratausten jalanjälki sekä vertailutapauksen hiilijalanjälki lasketaan valitun tarkastelunäkökulman mukaisesti. Laitteistojen päästötietojen osalta

voidaan laskennassa käyttää apuna OneClickLCA-hiilijalanjälkilaskentaohjelman eri toiminnallisuuksia.

7.2.12 Kädenjälki

Kädenjäljen laskenta suoritetaan vähentämällä perusratkaisun tai -ratkaisujen tulos vertailuratkaisun tuloksesta.

7.2.13 Viestinnällinen yksikkö

Viestinnällisen yksikön valinta riippuu siitä, mikä on koko laskennan tavoite. Jos lasketaan energiankierrätysjärjestelmän tuomaa CO₂e-kädenjälkeä koko laitteen elinkaaren ajalle, luonnollinen viestintäyksikkö on tCO₂e. Mikäli lasketaan vuositasolle jyvitettyä kädenjälkeä, viestintäyksiköksi sopii tCO₂e/a. Mikäli energiankierrätysjärjestelmän osalta halutaan viestiä nimenomaan päästöintensiteetistä suhteessa kulutukseen, viestinnällinen yksikkö voi olla myös kgCO₂e/MWh tai gCO₂e/KWh. Näin energiakierrätysjärjestelmän avulla tuetun lämmityksen tuotannon päästöintensiteettiä voidaan verrata esimerkiksi energiantuotantolaitosten vastaaviin ominaispäästökertoimiin vuositasolla.

7.2.14 Kriittinen arviointi

Laskentojen tarkastelussa tulisi noudattaa Granlundin sisäisiä laadunvarmistuskäytäntöjä siten, että laskennat tarkastaa asiantunteva henkilö, joka ei ole ollut mukana varsinaisen laskennan suorittamisessa. Koska laskennassa joudutaan yhdistämään materiaalien hiilijalanjälki- sekä energialaskentaa, on tärkeää, että laadunvarmistaja osaa arvioida molempien osa-alueiden laskennan oikeellisuuden.

7.2.15 Viestintä

Viitaten edelliseen case-esimerkkiin, myös tässä tapauksessa, vaikka toimija raportoisikin koko kädenjäljen omaksi hyödykseen, raportoinnin yhteydessä on

syytä nostaa esille, että myös muut toimijat ovat panoksellaan vaikuttaneet kädenjäljen syntyyn. Keskon energiankierrätysjärjestelmien tapauksessa muun muassa Keskolla itsellään on kädenjäljen mahdollistamisessa luonnollisesti avainrooli.

7.2.16 Trade off -vaikutukset

Mikäli energiankierrätysjärjestelmän osalta tehtäisiin hiilijalan- ja hiilikädenjälkilaskennan rinnalla laajempi elinkaarilaskenta, pystyttäisiin tarkastelemaan mahdollisia ristivaikutuksia eri ympäristövaikutusluokkien välillä. Mikäli tällaista laskentaa ei katso aiheelliseksi suorittaa hiilikädenjälkiprosessin yhteydessä, voidaan mahdollisista negatiivisista trade off -vaikutuksista tehdä laadullinen arvio siltä osin, kun ilmeisiä trade off -vaikutuksia nousee esille.

7.3 Pohdintaa case-esimerkeistä

VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljen laskentamenetelmän soveltuvuuden alustava tarkastelu kahden eri case-esimerkin, rakentamisen CO₂e-päästöohjauksen sekä Keskolle luodun energiankierrätyskonseptin kautta nosti esille seuraavat huomiot:

VTT:n ja LUTin hiilikädenjäljenlaskentamenetelmä sekä ISO-standardit, joihin menetelmä nojaa, antavat hiilikädenjälkipotentiaalin tarkastelulle ja laskennalle selkeät etenemisaskeleet. Menetelmässä esitettyjä askeleita seuraamalla on varsin helppoa hahmottaa, miten laskenta etenee ja mitä tietoja laskennan muodostaminen vaatii. VTT:n ja LUTin laskentamenetelmän ydinmääritelmät siitä, että kädenjälki syntyy nimenomaan toimijan asiakkaalle synnyttämästä päästövähennyksestä, on selkeä. Se, että menetelmä nojaa olemassa oleviin elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskentaa koskeviin standardeihin, antaa menetelmälle uskottavuutta ja luo eri laskentojen välille vertailtavuutta.

Case-esimerkkien sovittaminen menetelmän raameihin kuitenkin osoittaa, että menetelmä jättää nykylaajuudessaan useita laskentaan liittyviä

linjauskysymyksiä laskijan määritettäväksi ja tulkittavaksi. Ohjeistuksen taso ei ole niin yksityiskohtainen, etteikö samasta laskentatapauksesta voisi perustellusti luoda useita erilaisia variaatioita. Tämä on ymmärrettävää, kun huomioidaan menetelmän tuoreus ja kädenjäljen käsitteen kompleksisuus.

Yllä kuvattu, laskijalle toistaiseksi jäävä tulkinnanvaraisuus korostaa viestinnän merkitystä. On kriittisen tärkeää, että viestinnässä avataan syyt laskentarajauksiin sekä tehtyihin oletuksiin. Vain avoimella ja läpinäkyvällä tiedonjaolla kädenjäljen laskentaa on mahdollista kehittää yhdessä ja havaita siten kohtia, joihin tarvitaan tarkkoja linjauksia. Hyvin avatut case-esimerkit, joko tieteellisesti vertaisarvioidut tai yritysten itsensä julkaisemat, silloin kun laskenta on avattu läpinäkyvästi, ovat arvokkaita. Mikäli hiilikädenjäljestä halutaan luoda yhtä vakiintunut käsite kuin hiilijalanjäljestä, hiilikädenjäljen laskentaan liittyvien ongelmakohtien ja epävarmuuksien esille nostaminen julkisesti on välttämätöntä.

On selvää, että hiilikädenjäljen laskenta on työvoimaintensiivinen prosessi jo yhden tuotteen tai palvelun kohdalla. Työläys korostuu, mikäli laskenta toteutetaan koko yrityksen tuote- ja palveluvalikoiman tasolla. Näin ollen menetelmäoppaassa esitetty suositus sisäisen asiantuntijapaneelin koostamisesta sekä kärkeiden ennakkomallinnusten tekemisestä (ks. Pajula ym. 2021: 20) on eittämättä soveltamisen arvoinen. Lisäksi on tärkeää kartoittaa keinoja, joiden avulla laskennan integriteetti pystytään säilyttämään, mutta laskentaa voidaan samalla helpottaa. Mikäli palvelutarjoamasta löytyy riittävän samantyyppisiä pieniä kokonaisuuksia, niiden nivomista yhden laskennan alle tulisi tarkastella. Kun laskennan sisäisessä kehittämisessä on päästy alkuun, osa tehdystä metodologisesta työstä pystytään todennäköisesti monistamaan muihin samantyyppisiin palveluihin. Tapauskohtaiset seikat on silti aina huomioitava erikseen jokaisen tuotteen, palvelun ja asiakkaan kohdalla.

Hiilikädenjälki mittaa tulevaisuuden potentiaalia, kun taas hiilijalanjälki suuntaa menneeseen. Case-esimerkkien tarkastelussa ratkaisujen toteutumisen epävarmuus nousi esille monin tavoin. Konsultoinnissa asiakkaalle tuotettuun ratkaisuun liittyy usein yleinen toteutumisepävarmuus, jolloin ratkaisua tuotettaessa ei

vielä tiedetä, tullaanko se toteuttamaan ja missä laajuudessa. Toisenlaista epävarmuutta syntyy silloin, kun tarkastellaan tuotteita tai palveluita, joiden elinkaaren aikajänne ulottuu kymmenien vuosien yli. Tällöin muun muassa energiantuotannon ominaispäästökertoimien muutos ja se, miten kyseinen muutos huomioidaan tai jätetään huomiotta, voi vaikuttaa merkittävästi laskentatulokseen. Epävarmuus on kädenjäljen osalta teema, jota työn lähdeaineistossa oli käsitelty hyvin vähän tai ei juuri ollenkaan. Epävarmuus nostaa esille myös yleisempiä laskentafilosofisia kysymyksiä: mitä jos kehitetyllä ratkaisulla ei ole vielä asiakasta tai suoraa hyötyjä? Voidaanko uniikista, innovatiivisesta ratkaisusta, kuten ylätasen asiantuntijaselvityksen tuloksista tai tutkimuksesta, palkita niiden tuottajia kädenjäljellä, jos toteutuksesta, toteuttajasta tai edes tarkasta hyötyjästä tai hyötyjen toteutumisen ajankohdasta ei vielä ole tietoa?

Kädenjälki on selkeästi tulevaisuussuuntautunut käsite. Kädenjälkeen ja sen potentiaalinomaiseen luonteeseen luontaisesti liittyvä epävarmuus korostaa sitä, että hiilineutraaliutta ei voi saavuttaa vähentämällä kädenjälkeä jalanjäljestä näiden kahden käsitteen erityyppisten luonteiden ja erilaisten aikajännteiden takia. Hiilijalanjälki kuvaa ilmastolle jo tapahtuneita, absoluuttisesti laskettuja haitallisia vaikutuksia. Hiilikädenjälki sen sijaan kuvaa joko lähimenneisyydessä tapahtuneita tai tulevaisuudessa potentiaalisesti tapahtuvia positiivisia ilmastovaikutuksia. VTT:n ja LUTin menetelmän mukainen hiilikädenjälki on lisäksi vertailtava, ei absoluuttinen. Näin ollen on tärkeää, kuten VTT:n ja LUTin vuonna 2021 päivitettyssä kädenjälkioppaassa kuvataan (ks. Pajula ym. 2021: 11–12), että hiilijalan- ja hiilikädenjälkeä tarkastellaan erillisinä mittareina ja niille asetetaan erilliset tavoitteet. Koska hiilijalanjälki kuvaa jo tapahtuneita, haitallisia ilmastovaikutuksia, nämä vaikutukset voidaan kompensoida vain jo varmasti tapahtuneiksi todennetuilla positiivisilla ilmastovaikutuksilla (ns. päästökompensaatiot). Jo syntyneiden vahinkojen korvaamiseen ei voida käyttää toteutumisepävarmuuksia sisältävää, vielä realisoitumatonta päästövähennyspotentiaalia.

Yllä todettu ei millään tavoin poista hiilikädenjäljen konseptin merkitystä: yrityksen tulee pyrkiä sekä minimoimaan oma hiilijalanjälkensä että suuntaamaan

oma ydintoimintansa siten, että se pystyy tuottamaan asiakkaille ja yhteiskunnalle kannattavasti mahdollisimman paljon ilmastollisia hyötyjä eli hiilikädenjälkeä. Mikäli hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen välistä suhdetta halutaan nostaa esille, se kannattaa tehdä nettoposiitivisuuden käsitteen alla.

8 Tiekartta hiilikädenjälkilaskentaan

Alla esitetään työn pohjalta suositukset jatkoaskeleiksi laskennan toteuttamiseksi. Laskennan eteneminen on jäsennetty alla olevaan kuvaan 10. Nuolissa esitetyt toimet on avattu auki alla olevassa kappaleessa.



Kuva 10 Suositukset laskennan edistämiseen

Nuolissa esitetyt toimet on avattu auki alla olevassa kappaleessa.

8.1 Laskennan laajuuden määrittäminen pitkällä tähtäimellä

Ennen laskennan aloittamista on syytä määritellä erikseen tavoite, johon hiilikädenjälkilaskennalla halutaan vastata. Laskennan tavoite ja tarkoitus määrittävät myös laskennan laajuuden. Tavoitteen ja laajuuden määrittämisessä on hyvä erottaa se, minkälaiseen laajuuteen hiilijalanjälkilaskennalla pyritään pitkällä ja lyhyellä tähtäimellä. Pitkä ja lyhyt tähtäin on hyvä erottaa, koska tavoitteet saatavat pitkällä tähtäimellä olla niin kunnianhimoiset, että lyhyellä tähtäimellä, kuten esimerkiksi vuoden sisällä, niihin ei ole mahdollista päästä. Alla on esitetty vaihtoehtoisia tavoitteista ja laskentalajuuksia, joihin voi tähdätä pitkällä tähtäimellä.

Yksi vaihtoehto on tarkastella kokonaisuutena kaikkia niitä tuotteita ja palveluita, jotka synnyttävät positiivista hiilikädenjälkeä suhteessa perusuraan. Tuloksena

saadaan tällöin Granlundin positiivista kädenjälkihyötyä tuottavien palveluiden kädenjälkien kokonaissumma. Laskennan tuloksia voidaan hyödyntää ulkoisesti viestittäessä Granlundin palveluratkaisujen innovatiivisuudesta ja ilmastokilpailukyvyistä suhteessa muiden alan toimijoiden tarjontaan tai sisäisesti palvelutarjoaman strategisessa kehittämisessä. Tuote- tai palvelukohtaista tietoa voidaan hyödyntää myös asiakkuustasolla kommunikoitaessa tehdyn yhteistyön tuloksista.

Toinen vaihtoehto on tarkastella kädenjälkeä jonkin tietyn asiakkuuden tasolla kattaen kaikki asiakkaalle tietyllä aikavälillä tarjotut tuotteet ja palvelut. Tarkastelun tuloksena on arvio siitä, miten Granlund on onnistunut yhteistyössä tietyn asiakkuuden suhteen. Tuloksia olisi tällöin mahdollista hyödyntää olemassa olevien asiakkuuksien asiakasviestinnässä sekä asiakkuuksien ylläpitämisessä ja kehittämisessä, mahdollisesti asiakkaan ja Granlundin välisenä yhteistyön tulosindikaattorina tai tulevan yhteistyön suunnittelun välineenä sekä viestittäessä toistaiseksi potentiaalisille asiakkaille Granlundin palvelukokonaisuuksien synnyttämistä päästöhyödyistä asiakkaalle.

Kolmas vaihtoehto on tarkastella kaikkia yhtiön tuotteiden ja palveluiden kädenjälkien summaa riippumatta siitä, ovatko tarkasteluun valittujen tuotteiden ja palveluiden synnyttämät kädenjäljet positiivisia vai negatiivisia. Tarkastelun tuloksena saadaan kokonaisvaltainen arvio siitä, miten kilpailukykyinen yrityksen koko palvelutarjonta on ilmastomielessä suhteessa alan perusuriin. Tällöin on myös mahdollista, että osa tarkastelluista tuotteista tai palveluista jää tarkastelussa perusuran alle, jolloin ne eivät synnytä kädenjälkeä. Tällainen kattava laskenta voisi toimia yrityksen sisäisessä käytössä palvelukehitystä ohjaavana työkaluna ja ulkoisessa viestinnässä ilmastokestävyteen liittyvän edelläkävijyyden kommunikoinnin välineenä. Sen avulla olisi mahdollista seurata ja viestiä kokonaisvaltaisesti siitä, miten kilpailukykyinen yrityksen koko palvelutarjoama on ilmastomielessä suhteessa sekä asiakkaiden omien tuotteiden että muun toimialan suoritustasoon sekä tunnistaa niitä tuotteita tai palveluita, joiden hiilikädenjälkeä haluttaisiin liiketoiminnallisista syistä edelleen kasvattaa.

8.2 Laskennan laajuuden määrittäminen lyhyellä tähtäimellä

Jos pitkällä tähtäimellä tavoitellaan hiilikädenjälkilaskennalla laajaa, mahdollisesti kaikki tuotteet ja palvelut kattavaa laskentaa, on todennäköistä, että lyhyellä tähtäimellä ei tähän laajuuteen vielä päästä. Siksi on järkevää määrittää, minkälaista hiilikädenjäljen laskentalaajuutta tavoitellaan lyhyellä tähtäimellä, eli noin vuoden aikajaksolla. Koska kyse on uudesta asiasta, on syytä keskittyä rajaamaan, mikä osuus tavoiteltavasta kokonaislaajuudesta pystytään esimerkiksi vuoden sisällä laskemaan hyvin ja perusteellisesti. Laskentaa voidaan harkita rajattavaksi aluksi esimerkiksi tiettyihin palvelukokonaisuuksiin tai tiettyjen osastojen tai liiketoiminta-alueiden työhön. Lyhyen tähtäimen toteutuslaajuutta voidaan vielä tarkentaa varsinaisen laskennan käynnistyessä.

8.3 Laskentamenetelmän lukitseminen

Ennen laskennan aloittamista on määritettävä käytettävä laskentamenetelmä tai -menetelmät. Tämän työn yhtenä johtopäätöksenä esitetään, että Granlundin tuote- ja palvelutarjoaman kädenjälkeä laskettaessa laskenta suoritettaisiin ensisijaisesti vertailevalla laskentamenetelmällä siten, että laskennassa hyödynnetään VTT:n ja LUTin esittämää menetelmäkehikkoa. Edellä esitetyt case-esimerkit kuitenkin osoittavat, että menetelmän käyttö ei ole yksiselitteistä, vaan vaatii sekä tapauskohtaisia ratkaisuja että yleisten laskentakäytäntöjen linjaamista yhtiön tasolla, jotta sitä voidaan soveltaa palvelu- ja konsultointiliiketoimintaan. On mahdollista, että joidenkin palvelukokonaisuuksien osalta jokin toinen menetelmä tai laskentatapa palvelee laskennan tarkoitusta VTT:n ja LUTin menetelmää paremmin. Tällöin olisi hyvä linjata myös se, voidaanko tarvittaessa joissakin osakokonaisuuksissa käyttää myös muita menetelmiä. Laskentatuloksia esitettäessä on aina tuotava esille, mitä menetelmää on käytetty ja mistä syystä valinta on tehty.

8.4 Laskennan resursointi

Tässä työssä on tunnistettu, että hiilikädenjäljen laskenta hyvin toteutettuna voi olla työläs prosessi jo yhden, saati useamman, tuotteen tai palvelun kohdalla. Sen takia on tärkeää määrittää työlle riittävät resurssit.

VTT:n ja LUTin oppaassa suositellaan yhtenä keinona laskennan helpottamiseen yrityksen sisäisen asiantuntijapaneelin luomista, jotta potentiaaliset laskentakohteet pystytään yleisellä tasolla identifioimaan (Pajula ym. 2021: 20). Jonkinlaisen asiantuntijapaneelin tai ohjausryhmän koostamista esitetään tämän työn pohjalta myös Granlundille. Ohjausryhmällä voi olla vastuu laskennan kokonaisseurannasta.

Tässä työssä havaittiin, että osa tarvittavasta laskentatiedosta saattaa olla olemassa yrityksen sisällä jo melko valmiissa muodossa, kun taas osa laskennan vaatimista lähtötiedoista vaatii koostamista alusta alkaen. Kun ne palvelukokonaisuudet, jotka sisällytetään laskentaan, on tunnistettu, lähtökohtana olisi, että palveluvastaavat tuottaisivat ohjeistuksen ja lähtötietopyyntöjen pohjalta tarvittavat tiedot laskentaa varten. Lisäksi laskentaan tarvitaan joitakin henkilöitä tukemaan palveluvastaavia lähtötietojen koonnissa sekä toteuttamaan varsinaista laskentaa lähtötietojen pohjalta.

8.4.1 Laskennan toteutus

Varsinainen laskentaprosessi on järkevää aloittaa sisäisellä lähtökartoituksella, jonka tarkoituksena on määrittää laskentametodologisessa mielessä selkeimmät palvelut, ne palvelut, joiden laskenta on helposti skaalattavissa sekä ne kohteet, jotka ehdottomasti halutaan joka tapauksessa sisällyttää mukaan laskentaan. Tällainen kartoitus voidaan toteuttaa lyhyellä palveluvastaaville suunnatulla kartoituskyselyllä, jonka tulosten pohjalta nostetaan laskentaan ensin helpot ja helposti niputettavat laskentakohteet. Kun mallintamis- ja laskentakemusta sekä linjauksia on kehitetty selkeiden laskentatapausten osalta,

eteneminen monimutkaisempien ja epävarmempien laskentatapausten pariin helpottuu.

Varsinainen laskenta oletetaan lähtökohtaisesti toteutettavaksi edellä esitetyn, sovelletun VTT:n ja LUTin menetelmän mukaisesti. VTT:n ja LUTin hiilijalanjälkioppaassa esitetään, että koska hiilikädenjäljen laskenta voi olla monimutkainen prosessi, ennen varsinaista laskentaa voi olla järkevää toteuttaa karkea mallinnus tai esiselvitys (Pajula ym. 2021: 20). Joissakin tapauksissa jo hyvin yksinkertaisen ja karkean mallinnuksen tekeminen saattaa esimerkiksi osoittaa, että tuotteella tai palvelulla ei ole kädenjälkipotentiaalia. Karkea mallinnus auttaa myös hahmottamaan laskennassa huomioon otettavia seikkoja.

On oletettavaa, että eri tuotteiden ja palveluiden laskennassa tarvittavat lähtötiedot ja taustaoletukset ovat osin samoja. On tärkeää, että kaikkiin yhtiön sisällä toteutettuihin laskentoihin käytetyt lähtötiedot ja -oletukset ovat saatavilla tietyssä paikassa, jotta samaa taustatyötä ei tarvitse tehdä kahdesti ja laskentadata on kautta yhtiön tasalaatuista. Lisäksi laskennan edetessä joudutaan tekemään oletuksia ja linjauksia laskentamenetelmän soveltamiseen liittyen. Jotta tuloksista tulee yhtenäisiä ja laskenta helpottuu ja nopeutuu jatkossa, tällaiset linjaukset on syytä koota yhteen paikkaan.

VTT:n ja LUTin menetelmässä, linjassa ISO 14040-44 sekä ISO 14026 -standardien kanssa, suositellaan vahvasti kriittisen tarkastelun toteuttamista. Resurssien saatavuudesta riippuen Granlund voisi harkita sitä, että laskennassa käytettäisiin talon sisäistä todentajaa, joka on kuitenkin laskennasta sekä esitetyistä ratkaisusta ulkopuolinen.

8.5 Tulosten käsittely

Työtä varten käsitellyssä lähdekirjallisuudessa viitataan laajasti siihen, että kädenjälki voi toimia paitsi viestinnällisenä, myös ohjaavana työkaluna. Tarve ja kiinnostus hiilikädenjälkilaskennan kehittämiseksi on Granlundilla nousutkin vahvasti nimenomaan johdon suunnasta. On tärkeää, että laskennan tulokset ja

niiden merkitys käsitellään sisäisesti johtoryhmän tasolla. Kun laskennasta on saatu ensimmäinen kokemus, voidaan miettiä, halutaanko hiilikädenjälki nostaa mahdollisesti yhdeksi strategiseksi toimintaa ohjaavaksi työkaluksi, kuten joissakin suomalaisyrityksissä on jo tehty. Tuloksia ja niiden merkitystä on tärkeää miettiä myös palveluiden ja asiakkuuksien tasolla sen määrittämiseksi, mitä laskennan tulokset merkitsevät tuote- ja palvelukehitykselle.

8.6 Tulosten viestintä

Kun huomioidaan, että hiilikädenjäljen laskentaan ei ole olemassa samanlaisia vakiintuneita menettelyitä sekä standardistoa ja ohjeistoa kuin hiilijalanjälkilaskentaan, pelkän luvun viestiminen kädenjälkiviestinnän yhteydessä ei tuo mitään lisäarvoa. Vakiintuneen taustakehikon puuttuessa pelkkä luku ilman laskennan taustaoletusten avaamista voi sisältää mitä tahansa laskentaoletuksia, jolloin ulkopuoliset eivät mitenkään pysty osaltaan arvioimaan laskentatuloksen uskottavuutta ja vertailtavuutta. Laskennasta viestittäessä on avattava laskennan taustaoletukset niin pitkälle kuin se on liiketoimintasalaisuuksia rikkomatta mahdollista.

9 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa yhteenveto (hiili)kädenjälkeä koskevan ajattelun nykytilasta, kartoittaa saatavilla olevia hiilikädenjäljen laskentamenetelmiä sekä määrittää sopiva laskentamenetelmä Granlundin hiilikädenjäljen laskentaa varten. Lisäksi työn tavoitteena oli sovittaa valittua laskentamenetelmää kahteen Granlundin palvelukokonaisuuteen.

Kirjallisuuskatsauksen tuloksena havaittiin, että kädenjälkiajattelun kaltaiselle työkalulle nähdään laajasti tarvetta toiminnan negatiivisiin vaikutuksiin keskittyvän jalanjälkiajattelun rinnalle. Kädenjälkiajattelun avulla yritykset pystyvät mittaamaan ja skaalaamaan toimintansa positiivisia vaikutuksia sekä ohjaamaan toimintaansa strategisesti kohti isojen, globaalien ongelmien ratkaisua. Kädenjälkiajattelun laaja käyttöönotto yritys kentällä vaatii kuitenkin sitä, että

kädenjalkiajattelua koskevia määritelmiä, käsitteistöä sekä laskentamenetelmiä yhdenmukaistetaan ja kehitetään eteenpäin. Kädenjalkiajattelulla on merkittävää potentiaalia toimia strategisena mittarina sekä lisäarvon luonnin välineenä asiakassuhteissa.

Määritettäessä Granlundille sopivaa hiilikädenjäljen laskentamenetelmää havaittiin, että tutkituista laskentamenetelmistä VTT:n ja LUTin elinkaaripohjainen hiilikädenjäljen laskentamenetelmä antaa laskentatyölle selkeät raamit ja etenemisaskleet. VTT:n ja LUTin menetelmän osalta tuotepuolelta on jo olemassa laskentaoletusten sekä perusuran ja vertailuratkaisun osalta selkeästi avattuja, tieteellisesti vertaisarvioituja case-esimerkkejä. Osa näistä esimerkeistä on hyödyllisiä myös Granlundin kontekstissa.

Kun VTT:n ja LUT:in hiilikädenjäljen laskentamenetelmää sovitettiin kahteen Granlundin palvelukokonaisuuteen, havaittiin kuitenkin, että menetelmä jättää nykymuodossaan laskijalle tulkinnanvaraa esimerkiksi laskennassa käytettävien oletusten ja rajausten suhteen. Esimerkiksi konsultoinnissa on palveluna omat erityispiirteensä, joita ei ole tähän mennessä julkisesti tuotetuissa, tieteellisesti referoiduissa tapaustutkimuksissa näissä käsitelty. Tarvittaisiin lisää keskustelua sekä läpinäkyvästi avattuja laskentaesimerkkejä erityyppisten, haastavien ja kenties kiistanalaistenkin laskentaesimerkkien laskennan toteutuksesta. Tämä havainto korostaa läpinäkyvyyden merkitystä hiilikädenjälkeä koskevassa tulosviestinnässä.

Lisäksi työssä havaittiin erilaisia kehityskohteista, jotka liittyvät laajasti kädenjalkiajattelun kehittämiseen sekä tarkentamiseen. Tässä työssä käsitellyssä kirjallisessa aineistossa kädenjäljen tulevaisuuteen suuntatuvan, potentiaalinomaisen luonteen synnyttämistä epävarmuuksista ei juuri ollut keskusteltu. Tarvittaisiin lisää pohdintaa siitä, miten kädenjäljen potentiaalinen luonne tulisi huomioida. Epävarmuudet voivat olla merkittäviä, jos tuotteiden tai palveluiden elinkaaret ovat kymmenistä vuosista jopa sataan. Olisi hyvä hakea konsensusta siitä, miten erilaisiin epävarmuuksiin ja hyvin pitkän elinkaaren omaaviin tuotteisiin suhtaudutaan ja miten epävarmuutta käsitellään (esimerkiksi päästökertoimet energiantuotannossa, materiaalien erilaiset elinkaaren loppupään

skenaariot). Lisäksi epävarmuuksia on tyypeiltään lukuisia erilaisia: näiden epävarmuuksien luokittelu edistäisi keskustelua aiheesta.

Myös trade off -vaikutusten tarkastelua on tärkeä kehittää. Tällä hetkellä vahva kiinnostus kohdistuu erityisesti ilmastonmuutokseen, hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen. Vaikka usein ilmastonmuutosta hillitsevät toimet korreloivat positiivisesti muiden ympäristövaikutusluokkien kanssa, aina näin ei kuitenkaan ole. Eri ympäristövaikutusluokkien osalta trade off -vaikutusten tarkastelu on jo monelta osin helppoa, mikäli sitä halutaan tehdä. Voisi olla syytä harkita, halutaanko tarkastella hiilijalanjäljen rinnalla myös muita ympäristövaikutusluokkia. Konkreettisten trade off -vaikutuksia kuvaavien esimerkkien esille tuominen olisi tärkeää.

Pitkällä tähtäimellä olisi tärkeää miettiä, miten pystytään tarkastelemaan tasapuolisesti ja mahdollisimman yhtäaikaisesti kaikkia kestävä kehityksen ulottuvuuksia (vrt. SDG:iden alla tehtävä työ sen linkittäminen elinkaarilaskentaan sekä esimerkiksi Saksan Wuppertal Insitituten kokonaisvaltainen kädenjälkialoite).

Lähteet

Addressing the Avoided Emissions Challenge. Guidelines from the chemical industry for accounting for and reporting GHG emissions avoided along the value chain based on comparative studies, October 2013. 2013. Verkkoaineisto. International Council for Chemical Associations (ICCA) sekä World Council for Sustainable Development Chemical (WBCSD). <<https://www.wbcd.org/content-wbc/download/1888/24018/1>>.

Alvarenga, R.A.A.F; Huysveld, S.; Taelman, S.E.; Sfez, S; Preat, N; Cooreman-Algoed, M.; Sanjuan-Delmas, D.; Dewulf, J. et al. 2020. Verkkoaineisto. A framework for using the handprint concept in attributional life cycle (sustainability) assessment. *Journal of Cleaner Production*. Volume 265, 20 August 2020, 121743. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121743>>.

Beckmann, Jan-Peter; Eberle, Ulrike; Eisenhauer, Patrick; Hahn, Rudiger; Hermann, Christopher; Kühnen, Michael; Schaltegger, Stefan; Schmid, Marianne; Silva, Samanthi. 2017. Verkkoaineisto. *Der Handabdruck: Ein Ansatz zur Messung positiver Nachhaltigkeitswirkungen von Produkten*. Stand und Ausblick. January 2017. <10.13140/RG.2.2.32778.47044>.

Biemer, Jon. 2009. Verkkoaineisto. Environmental handprints for a sustainable, green world. *Ode Magazine.Com Blog/Exchange*, April 9, 2009. <<http://nl.ode-magazine.com/exchange/print/9874>>.

Biemer, Jon; Dixon, Willow; Blackburn, Natalia. 2013. Verkkoaineisto. Our Environmental Handprint. *The Good We Do*. 2013 1st IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech). 1–2 Aug. 2013. IEEE. <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6617312>>.

Dylllick, Thomas; Rost, Zoe. 2017. Verkkoaineisto. Review: Towards true product sustainability. 2017. *Journal of Cleaner Production*. Volume 162 (20 September 2017), s. 346–360. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.189>>.

Fincke, Rami. 2021. *Energia-asiantuntija*. Granlund Oy. Helsinki. Teamshaastattelu. 8.6.2021.

Granlund Oy. 2021. Verkkoaineisto. *Finder Oy*. <<https://www.finder.fi/fin%20toimisto+suunnittelutoimisto/Granlund+Oy/Helsinki/yhteystiedot/140025>>. Päiväämätön teksti. Viitattu 27.4.2021.

Granlund vuosikertomus 2020. Verkkoaineisto. Granlund. 2021. <<https://issuu.com/granlundoy/docs/granlund-vuosikertomus-2020-sivut>>.

Granlundin laatupolitiikka. 2021. Yhtiön sisäinen aineisto. Granlund.

Granlund: Meistä. 2021. Verkkoaineisto. Granlund. <<https://www.granlund.fi/meista/>>. Päivämätön teksti. Viitattu 21.4.2021.

Granlund: Vastuullisuus. 2021. Verkkoaineisto. Granlund. <<https://www.granlund.fi/vastuullisuus/>>. Päivämätön teksti. Viitattu 21.4.2021.

Granlund: YM:n hiilikädenjäljen laskentamenetelmän kuvaus. 2021. Yhtiön sisäinen aineisto. Granlund. Viitattu 21.4.2021.

Grönman, Kaisa; Pajula, Tiina; Sillman, Jani; Leino, Mija; Vatanen, Saija; Kasurinen, Heli; Soininen, Asta; Soukka, Risto. 2019. Verkkoaineisto. Carbon handprint - An approach to assess the positive climate impacts of products demonstrated via renewable diesel case. *Journal of Cleaner Production*. 206 (2019) 1059–1072. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.233>>.

Guillaume, Joseph; Sojamo, Suvi; Porkka, Minna; Gerten, Dieter; Jalava, Mika; Lankoski, Leena; Lehikoinen, Elina; Lettenmeier, Michael; Pfister, Stephan; Usva, Kirsi; Wada, Yoshihide; Kummus, Matti. 2020. Verkkoaineisto. Giving Legs to Handprint Thinking: Foundations for Evaluating the Good We Do. *Earth's Future*. Volume 8, Issue 6. <<https://doi.org/10.1029/2019EF001422>>.

Huuskonen, Susanna. 2021. Asiakkuuspäällikkö. Granlund Oy. Helsinki. Puhe-
linhaastattelu 15.5.2021.

Häkkinen, Tarja; Nibel, Sylviane; Birgitsdottir, Harpa. 2021. Verkkoaineisto. Definition and methods for the carbon handprint of buildings. Danish Housing and Planning Authority and Ministry of the Environment of Finland. 8.2.2021. <<https://ym.fi/documents/1410903/40549091/Raportti+-+Definition+and+methods+for+the+carbon+handprint+of+buildings.pdf/ed3c5535-c1b8-3beb-7765-ec0ee1f61443/Raportti+-+Definition+and+methods+for+the+carbon+handprint+of+buildings.pdf?t=1617775615867>>.

Jenu, Samppa; Deviatkin, Ivan; Hentunen, Ari; Myllysilta, Marja; Viik, Saara; Pihlatie, Mikko. 2020. Verkkoaineisto. Reducing the climate change impacts of lithium-ion batteries by their cautious management through integration of stress factors and life cycle assessment. *Journal of Energy Storage*. 27(2020) 101023. <<https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101023>>.

Kasurinen, Heli; Vatanen, Saija; Grönman, Kaisa; Pajula, Tiina; Lakanen, Laura; Salmela, Olli; Soukka, Risto. 2019. Verkkoaineisto. Carbon Handprint: Potential Climate Benefits of a Novel Liquid-Cooled Base Station with Waste Heat Reuse. *Energies*. 2019, 12, 4452. <<https://doi.org/10.3390/en12234452>>.

Konsernin rakenne ja palvelut organisaatiomuutoksen jälkeen. 2020. Yhtiön sisäinen aineisto. Granlund. Viitattu 21.4.2021.

Kuittinen, Matti; Häkkinen, Tarja. 2020. Verkkoaineisto. Synthesis. Reduced carbon footprints of buildings: new Finnish standards and assessments. *Buildings&Cities* 1(1), pp. 182–197. <<https://doi.org/10.5334/bc.30>>.

Kvaranja, Zdravko; Cucek, Lidija. 2012. Verkkoaineisto. Multi-objective optimization for generating sustainable solutions considering total effects on the environments. *Applied Energy* 101 (2013) 67–80. <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.04.025>>.

Kylmäainetilanne kuumentaa markkinoita. 2017. Suomen kylmäyhdistyksen lehdistötiedote 12.12.2017. Verkkoaineisto. Suomen kylmäyhdistys. <https://www.skll.fi/ajankohtaista/uutiset/skll_n_lehdistotiedote_12.12.2017_kylmaainetilanne_kuumentaa_markkinoita.607.news>.

Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta. 2021. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/kysymyksiä-ja-vastauksia-vähähiilisestä-rakentamisesta>>. Päiväämätön teksti. Viitattu 21.5.2021

K-ryhmän uusi energiankierrätysjärjestelmä mullistaa ruokakauppojen energiatalouden. 10.12.2019. Verkkoaineisto. Kesko. <<https://www.kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2019/k-ryhman-uusi-energiankierratysjarjestelma-mullistaa-ruokakauppojen-energiatalouden/>>.

Living product challenge. 1.1 Guide: Handprinting. 2017. Verkkoaineisto. International Living Future Insititute (ILFI). <<https://living-future.org/wp-content/uploads/2017/10/Handprinting-Guide-Sept-2017.pdf>>.

Niemelä, Tuomo. 2020. Energiankierrätys mullistaa ruokakauppojen energiatalouden. Esitys Energiamurros- sanoista tekoihin- webinaarissa 6.5.2020. Granlund Consulting Oy.

Niemelä, Tuomo. 2021. Osastopäällikkö. Granlund Oy. Helsinki. Puhelinhaastattelu 2.7.2021.

Norris, Gregory. 2011. Verkkoaineisto. Doing more good than harm: Footprints, handprints and beneficence. <https://shine.mit.edu/sites/default/files/Norris%202013%20An%20Introduction%20to%20Handprints%20and%20Handprinting_2.pdf>.

Norris, Gregory. 2013. Verkkoaineisto. An Introduction to Handprints and Handprinting. <https://shine.mit.edu/sites/default/files/Norris%202013%20An%20Introduction%20to%20Handprints%20and%20Handprinting_2.pdf>.

Nykter, Ulla. 2021. Ryhmäpäällikkö. Granlund Oy. Helsinki. Teams- haastattelu 1.7.2021.

Norris, Gregory; Phansey, Asheen. 2015. Verkkoaineisto. Handprints in Product Innovation: A Case Study of Computer-aided Design in the Automotive Sector. November 2015. <https://shine.mit.edu/sites/default/files/Norris%202015%20Handprints%20of%20Product%20Innovation%20A%20Case%20Study%20of%20Computer-aided%20Design%20in%20the%20Automotive%20Sector_2.pdf>.

Pajula, Tiina; Vatanen, Saija; Behm; Pihkola, Hanna; Grönman, Kaisa; Kasurinen, Heli; Soukka, Risto. 2018. Verkkoaineisto. Carbon Handprint Guide. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VTT) sekä LUT yliopisto (LUT). <https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/22508565/Carbon_Handprint_Guide.pdf>.

Pajula, Tiina; Vatanen, Saija; Behm, Katri; Grönman, Kaisa; Lakanen, Laura; Kasurinen, Heli; Soukka, Risto. 2021. Verkkoaineisto. Carbon handprint guide. V2.0 Applicable for environmental handprint. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VTT) sekä LUT yliopisto (LUT). <<https://cris.vtt.fi/en/publications/carbon-handprint-guide-v-20-applicable-for-environmental-handprin>>.

Patala, Samuli; Jalkala, Anne; Keränen, Joonas; Väisänen, Sanni; Tuominen, Valtteri, Soukka, Risto. 2016. Verkkoaineisto. Sustainable value proposition: Framework and Implications for technology suppliers. Industrial Marketing Management. Volume 59. November 2016, 144–156. <<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.03.001>>.

Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. 2011. Verkkoaineisto. World Council for Sustainable Business Development (WBCSD) & World Resources Institute (WRI). <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf>.

Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä. 2019. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vaha-hiilisyysarviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Seppälä, Jyri; Alestalo, Mikko; Ekholm, Tommi; Kulmala, Markku; Soimakallio, Sampo. 2018. Verkkoaineisto. Hiilineutraalisuuden tavoittelu – mitä sen on missäkin yhteydessä. Ilmastopaneeli. 10/2018. <<https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuuden-tavoittelu-mita-se-on-missakin-yhteydessa.pdf>>.

SFS-EN ISO 14026:2018. Ympäristömerkit ja selosteet. Jalanjälkiviestinnän periaatteet, vaatimukset ja ohjeet.

SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.

SFS-EN ISO 14044:2006+A1:2018. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.

SFS-EN ISO 14067:2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet.

Sivula, Timo-Mikael. 2021. Hankekehityspäällikkö. Granlund Oy. Haastattelu 19.10.2021.

The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting Standard. Revised Edition. 2004. Verkkoaineisto. World Council for Sustainable Business Development (WBCSD) & World Resources Institute (WRI). <<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>>.

Tietoa tilastoista: Käsitteet. 2021. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<https://www.stat.fi/meta/kas/ekvivalenttinen.html>>. Päiväämätön teksti. Viitattu 24.9.2021.

Tynkkynen, Oras; Berninger, Kati. 2017. Verkkoaineisto. Nettoposiitivisuus. Adlibris. Viitattu 21.4.2021.

Vatanen, Saija; Grönman, Kaisa; Pajula, Tiina; Pihkola, Hanna; Soukka, Risto; Kasurinen, Heli; Behm, Katri; Hohenthal, Catharina; Sillman, Jani; Leino, Maija. 2018. Verkkoaineisto. The Carbon Handprint approach to assessing and communicating the positive climate impact of products. VTT 346, 2018. <[10.1016/j.jclepro.2018.09.233](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.233)>.

Vastuullisuus ja asiantuntemus ovat tutkitusti Granlundin valtteja. 23.3.2021. 2021. Verkkoaineisto. Granlund. <<https://www.granlund.fi/uutiset/vastuullisuus-ja-asiantuntemus-ovat-tutkitusti-granlundin-valtteja/>>. Viitattu 21.4.2021.

YK:n Agenda 2030 ja suomalaiset yritykset. 2021. Verkkoaineisto. Global Compact Network Finland. <<https://www.globalcompact.fi/tapahtumat/ykn-agenda-2030-ja-suomalaiset-yritykset>>. Päiväämätön teksti. Viitattu 21.5.2021.

YK-teemat. Kestävä kehitys. Toimeenpanon seuranta. 2021. Verkkoaineisto. YK-liitto. <<https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestava-kehitys/toimeenpanon-seuranta>>. Päiväämätön teksti. Viitattu 21.5.2021.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/13). 2013. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM__asetus_lopullinen_FIN-\(2\)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM__asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-)>

25_2_2013YM__asetus_lopullinen_FIN-(2)-
924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-
31396.pdf?t=1603260194911>.