



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

OONA LEHTONEN

# **Liikerakennuksen hiilijalanjälki rakennuttamisen näkökulmasta**

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-  
OHJELMA  
2022

Tekijä(t) Lehtonen Oona	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä maaliskuu 2022
	Sivumäärä 22	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Liikerakennuksen hiilijalanjälki rakennuttamisen näkökulmasta</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma		
Tiivistelmä  Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Opinnäytetyö käsittelee rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa Ympäristöministeriön laatiman yksinkertaisen laskentamenetelmän pohjalta. Opinnäytetyön pohjana on käytetty kahta case-kohdetta, joiden rakennuttajakonsulttina toimi opinnäytetyön aikainen työpaikkani Vahanen Pori.  Opinnäytetyön kirjallisuusosuudessa perehdytään rakennuksen hiilijalanjälkeen käsitteenä sekä vähähiilisen rakentamisen ohjaamiseen. Työssä esitellään myös rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa pintapuolisesti. Opinnäytetyö on rajattu rakennustekniikkaan, eikä siinä käsitellä esimerkiksi taloteknisiä järjestelmiä. Työssä pohditaan myös sitä, miten tietoisuutta rakentamisen vähähiilisyydestä saataisiin kasvatettua.  Työn tarkoituksena oli perehtyä siihen, mitä tietoja rakennushankkeen eri osapuolilta vaaditaan hiilijalanjäljen laskentaan ja miten tietojenkeruuta voisi kehittää. Työssä mietitään, mitä rakennuttamisella tarkoitetaan rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa. Perehtymisen tuloksena syntyi taulukko, jota rakennuttaja voi käyttää apunaan rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan tietojenkeruussa. Taulukko on helppokäyttöinen ja muokattavissa tarpeen mukaan.		
<u>Asiasanat</u> Rakennuksen hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, vähähiilinen rakentaminen.		

Author(s) Lehtonen Oona	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2022
	Number of pages 22	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>the carbon footprint of a commercial building from a construction contracting perspective</b>		
Degree programme Construction and civil engineering		
Abstract  <p>Finland's goal is to be carbon neutral by 2035. The thesis deals with the calculation of the carbon footprint of a building based on a simplified calculation method developed by the Ministry of the Environment. Two case studies have been used as the basis of the thesis which were built by Vahanen Pori, my workplace during the thesis.</p> <p>The literature part of the thesis deals with the concept of the building's carbon footprint and the control of low-carbon construction. The calculation of the carbon footprint of a building is also presented superficially. The thesis is limited to construction technology and does not deal with, for example, building services systems. The work also considers how to raise awareness of the low carbon content of construction.</p> <p>The purpose of the work was to get acquainted with what information is required from different parties in a construction project to calculate the carbon footprint and how data collection could be developed. As a result of the familiarization, a table was created, which the builder can use to help with data collection. The table is easy to use and customizable as needed.</p>		
<u>Key words</u> carbon footprint, carbon handprint, low-carbon construction		

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLKI.....	6
2.1 Hiilikädenjälki.....	7
2.2 Rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat tekijät.....	7
2.3 Vähähiilisen rakentamisen ohjaus.....	9
3 RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA .....	11
3.1 Rakennuksen elinkaari .....	11
3.2 Rajaus.....	12
3.3 Tiedonkeruu .....	13
3.4 Laskelman tulokset.....	14
4 CASE-KOYTEIDEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA .....	16
4.1 Tilaajan edustajan haastattelu .....	16
4.2 Tietojenkeruulomake.....	18
5 YHTEENVETO .....	21
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan ja käsitellään rakennuttajan roolia rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa. Yli 30 prosenttia Suomen kasvihuonekaasupäästöistä muodostuu rakentamisesta, rakennusten lämmityksestä sekä sähkökäytöstä (Valtioneuvosto, 2021). On tärkeää kiinnittää huomiota rakentamisen aiheuttamiin kasvihuonekaasupäästöihin ja perehtyä paremmin vähähiiliseen rakentamiseen.

Opinnäytetyön tilaajana toimii opinnäytetyön aikainen työpaikkani Vahanen Pori, joka toimi rakennuttajakonsulttina kahdessa liikerakennuksessa. Näitä kahta vuosien 2021 ja 2022 aikana valmistunutta liikerakennusta käytetään opinnäytetyön case-pohjana. Liikerakennuksien hiilijalanjälkilaskelmat teetettiin vuoden 2021 aikana. Case-kohteiden rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa huomattiin, ettei laskentaa varten tarvittavia tietoja saatu toivotulla tavalla. Tietojen saantiin liittyvät ongelmat saivat miettimään, miten tietojen pyyntiä voisi kehittää siten, että tarvittavat tiedot saataisiin varmasti. Opinnäytetyö on rajattu koskemaan ainoastaan rakennustekniikkaa, eikä työssä perehdytä siihen, miten esimerkiksi talotekniset järjestelmät vaikuttavat rakennuksen vähähiilisyyteen.

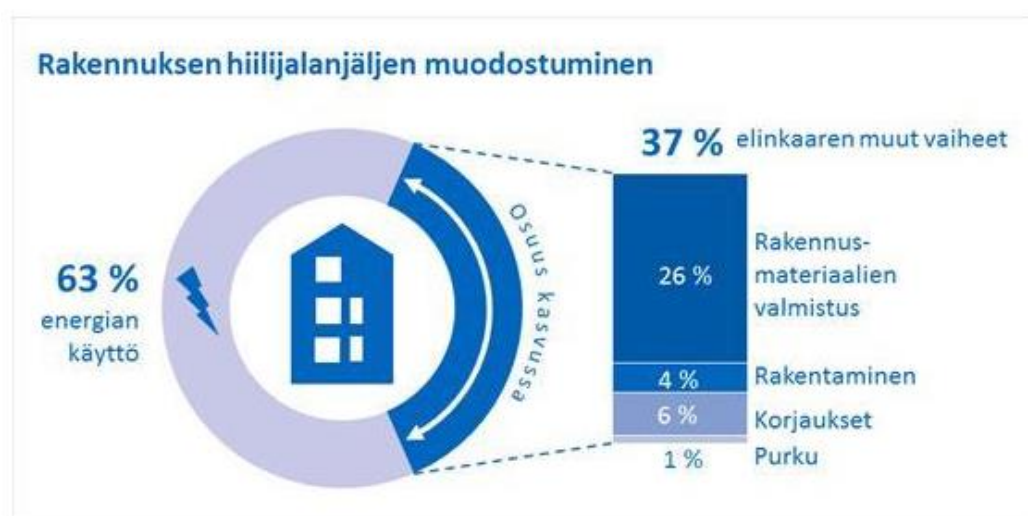
Opinnäytetyön aiheena on perehtyä siihen, mitä materiaalia hankkeen eri osapuolilta tarvitaan rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan, miten materiaalia kerätään, mitä ongelmia materiaalin saannissa on ollut ja miten ongelmat voitaisiin ratkaista.

Opinnäytetyön tuloksena tulee olemaan rakennuttajan ja tilaajan käyttöön tarkoitettu yksinkertainen taulukko siihen, mitä tietoa suunnittelijoilta ja rakennusurakoitsijalta tarvitaan, jotta rakennuksen hiilijalanjälki saataisiin laskettua. Taulukon tarkoituksena on helpottaa kaikkien osapuolten työtä. Selkeään taulukkoon merkataan hankkeen yleiset tiedot, toimitettava materiaali, vastuuhenkilöt sekä päivä, jolloin materiaali tulee olla toimitettuna. Taulukon avulla pystytään välttämään epäselvyydet tietojen ja toimittajien kanssa.

## 2 RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLKI

Rakennuksen hiilijalanjäljellä kuvataan koko rakennuksen elinkaaren aiheuttamia ekvivalenttisia hiilidioksidipäästöjä. Hiilidioksidiekvivalentilla ilmaistaan rakennuksen kaikkien kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävien päästöjen vaikutusta. Eli tiivistetysti, rakennuksen hiilijalanjäljellä tarkoitetaan rakennuksen elinkaaren aikaista vaikutusta ilmastoon. Hiilijalanjäljen yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttien painoa jaettuna lämmitetyllä nettopinta-alalla sekä arviointijakson pituudella. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 2019)

Valtion Teknologian tutkimuskeskuksen vuonna 2016 tekemän tutkimuksen mukaan 63 prosenttia rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisesta perustuu rakennuksen energiankäyttöön (kuva 1). Loput 37 prosenttia jakautuvat elinkaaren vaiheille seuraavasti: 26 prosenttia muodostuu rakennusmateriaalien valmistuksesta, 4 prosenttia rakentamisesta, 6 prosenttia korjauksista ja viimeinen yksi prosentti rakennuksen purusta. (VTT, 2016)



Laskelmat, keskimääräinen asuinkeuhasto: VTT / Tarja Häkkinen, Antti Ruuska

Kuva 1. Valtion Teknologian Tutkimuskeskuksen kaavio rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisesta (VTT, 2016)

## 2.1 Hiilikädenjälki

Rakennusten vähähiilisyydessä hiilijalanjäljen lisäksi merkittävä tekijä on myös hiilikädenjälki. Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tässä yhteydessä rakennuksen elinkaaren aikana syntyvien ilmastohyötyjen summaa, jota ei syntyisi ilman rakennushanketta. Hiilikädenjäljen laskentaan kuuluvat esimerkiksi uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit, joiden avulla pystytään välttämään saman tuotteen valmistus uuteen kohteeseen ja rakennuksessa tuotettu ylimääräinen energia, joka myydään sähköyhtiölle (Häkkinen & Kuittinen, 2020). Hiilikädenjälki ilmoitetaan negatiivisena kokonaislukuna, jonka yksikkö on sama kuin hiilijalanjäljellä eli hiilidioksidiekvivalenttien painona jaettuna lämmitetyllä nettopinta-alalla sekä arviointijakson pituudella ( $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ ). Hiilikädenjäljen tulos ilmoitetaan erillisenä, eikä sitä vähennetä suoraan hiilijalanjäljestä (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, 2019). Hiilikädenjäljen suuruutta voidaan siis kasvattaa esimerkiksi tuottamalla aurinkoenergiaa, jonka ylimääräinen osa myydään takaisin sähköyhtiölle.

## 2.2 Rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat tekijät

Hiilijalanjäljen kannalta oleellisia valintoja ovat muun muassa rakennuspaikan valinta, rakentamisen ja korjaamisen suunnittelu, materiaalien valinta, rakentamisen, ylläpidon ja huollon toteutus, rakennuksen käyttö sekä lopulta rakennusosien käyttöään päätyttyä niiden loppusijoitus tai kierrätys (Häkkinen & Vares, 2018).

Hankesuunnitteluvaiheessa olisi hyvä pohtia, tarvitaanko tilantarpeeseen uusi rakennus, vai voidaanko hyödyntää jotakin olemassa olevaa rakennusta tai sen osaa. Rakennuksen koolla on suora vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen, joten tilantarvetta on tärkeä arvioida suhteessa käyttäjien toiveisiin, tarpeisiin, viihtyvyyteen sekä rakennuksen tarjoamiin palveluihin.

Rakennuspaikan valinnalla on yllättäviä vaikutuksia hiilijalanjälkeen. Esimerkiksi maaperä vaikuttaa oleellisesti perustamistavan valintaan ja pitkät materiaalin kuljetusmatkat lisäävät kasvihuonekaasupäästöjä. On kuitenkin huomioitavaa, että kuntien alueella kaavoitus asettaa erilaisia vaatimuksia rakentamiselle, jolloin

rakennuspaikkaan ei voi vaikuttaa mielivaltaisesti. Hiilijalanjälkeä säädellään myös rakentamisen ja korjaamisen suunnittelussa.

Suunnitteluvaiheen ratkaisuilla on suuri vaikutus rakennuksen vähähiilisyyteen. Huolellisella suunnittelulla voidaan vähentää rakennuksen korjaustarpeita sekä pidentää rakennuksen elinkaarta suunnittelemalla rakennus muunneltavaksi käyttötarkoituksen mukaan. Suunnitteluvaiheessa tulee kiinnittää huomiota valittaviin materiaaleihin sekä niiden tekniseen käyttöikään. Esimerkiksi eri lämmöneristeiden kasvihuonekaasupäästöt saattavat erota toisistaan merkittävästi, johtuen eri valmistusmateriaaleista tai valmistustavasta (Häkkinen & Vares, 2018). VTT:n mukaan 15 % talonrakennustyömailla kertyvästä jätteestä on peräisin uudisrakennuskohteista ja jopa 59 % on peräisin korjausrakentamiskohteista, loput 27% on peräisin kokonaisten rakennusten purkamisesta (VTT, 2016). Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota rakennusmateriaalin laatuun, hukan minimointiin sekä rakennusmateriaalin soveltuvuuteen. Materiaalien vertailussa suunnittelijoiden olisi hyvä tutustua eri rakennusmateriaalien tuote- ja tuottajakohtaisiin ympäristöselosteisiin (EPD, eli Environmental Product Declaration) ja vertailla materiaaleja niiden avulla selvittääkseen, mikä materiaali olisi paras vaihtoehto juuri kyseiseen kohteeseen. Suunnittelussa ja työmaatoiminnassa tulisi ottaa huomioon ylimääräisten rakennusmateriaalien kierrätys tai uudelleensijoitus. Rakennuksen hiilijalanjäljen yksi suuri tekijä on rakennuksen käytön aikaiset kasvihuonekaasupäästöt, jotka koostuvat pitkälti rakennuksen energiankäytöstä. Jo suunnitteluvaiheessa tulee huomioida myös käyttöään päätyttyä uudelleenkäytettävien materiaalien, kierrätettävien materiaalien sekä jätteen määrät. Esimerkiksi ainakin yksi suomalainen rakennusmateriaalivalmistaja on ilmoittanut ottavansa takaisin käytetyn ja/tai ylimääräisen materiaalin. Takaisin tehtaalte palautettua materiaalia käytetään toisen tuotteen valmistamiseen. Kierrätyksellä ja uudelleen käytettävillä materiaaleilla saadaan kasvatettua hiilikädenjälkeä, jolloin rakennuksen hiilijalanjäljen kokonaisarvo pienenee. Rakennusmateriaalien kierrätyksessä ja uudelleen käytössä tulee kuitenkin huomioida myös esimerkiksi materiaalin mahdolliset mikrobivauriot. Kierrätystuotteiden ongelmana uusiokäytössä on kierrätettyjen materiaalien epätasainen laatu.



### 2.3 Vähähiilisen rakentamisen ohjaus

Rakentamisen päästöjä ohjataan tällä hetkellä rakennusten ympäristöluokituksilla, joita ovat esimerkiksi Joutsenmerkki, Rakennustiedon ympäristöluokitus, kansainvälinen LEED ja englantilainen BREEAM sekä EU:n komission testikäytössä oleva Level(s)-ympäristöraportointijärjestelmä, jossa rakennuksen hiilijalanjälki toimii keskeisenä ympäristöindikaattorina. Ympäristöministeriön tavoitteena kuitenkin on, että rakennusten elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä voitaisiin ohjata rakennustyyppikohtaisilla raja-arvoilla lainsäädännöllä viimeistään vuonna 2025. Lainsäädäntö on osa vuonna 2017 julkaistua Ympäristöministeriön kolmivaiheista Vähähiilisen rakentamisen tiekarttaa. Ympäristöministeriö on luonut myös hiilijalanjäljen arviointityökalun, jonka avulla voidaan vertailla samankaltaisten rakennusten hiilijalanjälkeä. (Ympäristöministeriö, 2021)

Kansainväliset sopimukset sitovat Suomea hiilidioksidipäästöjen merkittävään vähentämiseen, joka vaikuttaa myös koko rakennusalaan. Rakennuksien hiilijalanjälkeä on alettu arvioimaan, jotta rakennuksen koko elinkaaren aikaisia kasvihuonepäästöjä pystyttäisiin pienentämään ennakkosuunnittelun avulla. Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen 2040-luvulla. (Valtioneuvosto, 2021)

Tällä hetkellä voimassa oleva maankäyttö- ja rakennuslaki on tullut voimaan vuoden 2000 alussa, jonka jälkeen lakiin on tehty useita muutoksia ja lisäyksiä. Sanna Marinin hallitusohjelman tavoitteita ovat muun muassa hiilineutraali yhteiskunta ja parempi rakentamisen laatu. Vuonna 2018 alettiin valmistelemaan maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistusta, jonka keskeinen tavoite on hillitä ilmastonmuutosta ja edistää kiertotaloutta. Uudistetun lain luonnosversio on julkaistu lausuntopyynnölle, joiden viimeinen palautuspäivä on ollut 7.12.2021 (Valtioneuvosto, 2021). Ehdotetun lain olisi tarkoitus astua voimaan 1.1.2024. Lakiesityksessä huomioidaan rakennuksen koko elinkaari ja luodaan suunnitteluun ja rakentamiseen edellytykset rakennuksien resurssitehokkaaseen ja elinkaariominaisuuksiltaan ekologisiksi sekä tekniseltä käyttöältään pitkäksi. Uudistettavan lain tavoitteena on lisätä tietoisuutta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arvioinnista, rakennus- ja korjaushankkeiden ilmastovaikutuksista sekä vähentää rakennuksien-, rakentamisen- ja rakennusmateriaalien

hiilijalanjälkeä asettamalla rakennuksen elinkaaren ajalle hiilijalanjäljen raja-arvot 2020-luvun puoliväliin mennessä. Raja-arvot asettamalla voidaan vähentää rakennuksen elinkaaren aikaista luonnonvarojen kulutusta sekä luoda nykyistä paremmat edellytykset rakennus- ja purkumateriaalin hyödyntämiselle vahvistaen kiertotaloutta. Raja-arvot tulisivat olemaan eri rakennustyypeille erisuuret, eli esimerkiksi kerrostaloille ja liikerakennuksille olisi eri raja-arvot. Uudistettavassa laissa esitetään, että rakennuslupavaiheessa vaadittaisiin rakennuksen ilmastaselvitystä, jossa raportoitaisiin rakennuksen hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki. Raportointia varten on kehitetty rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä ja kansallinen päästötietokanta. (Valtioneuvosto, 2021)

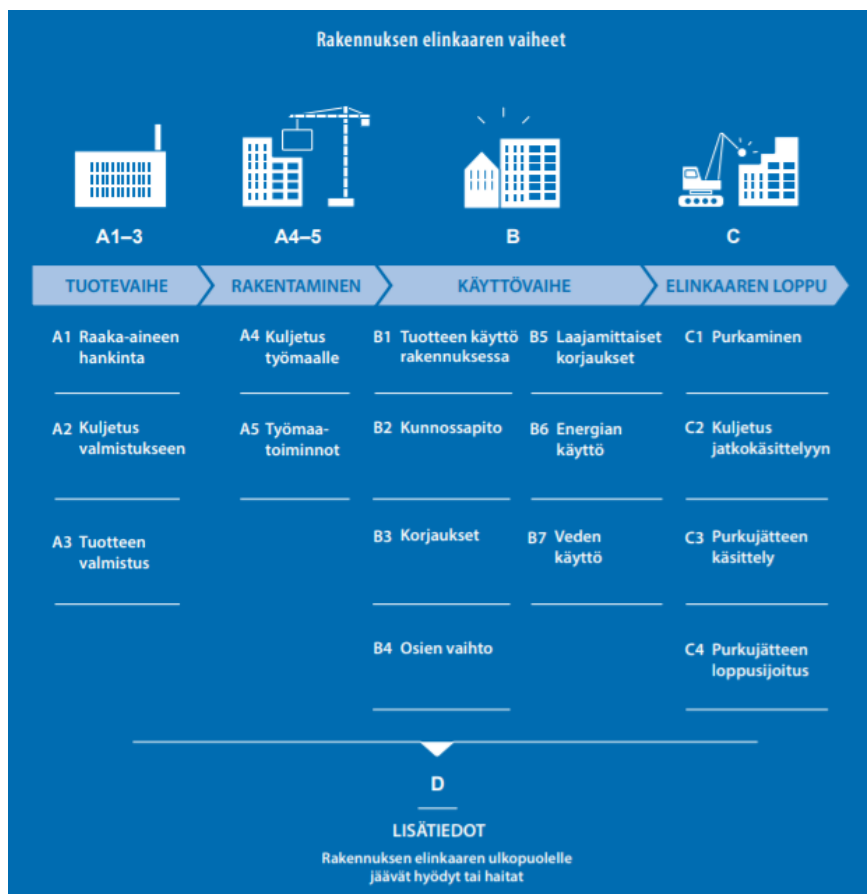
### 3 RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

Opinnäytetyössä käsitellään hiilijalanjäljen laskennan teoriaa Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden yksinkertaistetun arviointimenetelmän pohjalta. Yksinkertaistettua arviointimenetelmää käytettiin myös opinnäytetyön case-kohteiden hiilijalanjäljen selvitykseen. Jotta rakennuksen hiilijalanjälki saadaan laskettua, tarvitaan hankkeen eri osapuolilta paljon tietoa. Laskennan lähtötietoina käytetään yleensä joko kohteen tietomallia tai massaluetteloja, jonka pohjalta lasketaan, miten monta kilogrammaa kutakin materiaalia rakentamisessa kuluu. Ympäristöministeriön laskentaohjelmaan vaadittua painoa varten tarvittava materiaalin tiheysarvo saadaan [co2.data.fi](https://co2.data.fi) -sivustolta. Yksinkertaistetussa laskennassa Ympäristöministeriön laskentaohjelma asettaa oletusarvot hankkeen laajuuden perusteella hankkeen rakentamisvaiheelle sekä elinkaaren loppuvaiheelle. Tässä suppeammassa laskelmassa, joka liikerakennuksiin on toteutettu, ei siis ole erikseen laskettu esimerkiksi materiaalin kuljetuksen tai talotekniikan tuottamia päästöjä, vaan niin on käytetty laskentaohjelman antamia oletusarvoja.

Rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan vaiheita ovat rajausta, tiedonkeruu, laskenta sekä laskennan tuloksien raportointi. Kappaleessa 3.1. käsitellään rakennuksen elinkaarta hiilijalanjäljen laskennan näkökulmasta, jonka jälkeen seuraavissa kappaleissa on avattu laskennan vaiheita yksityiskohtaisemmin.

#### 3.1 Rakennuksen elinkaari

Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmässä rakennuksen tekniseksi käyttöiäksi on määritetty 50 vuotta. Arviointimenetelmä jakaa rakennuksen elinkaaren neljään eri osaan, jotka ovat havainnollistettu kuvassa 2. Ensimmäinen moduuli on tuotevaihe (vaiheet A1-3), toinen moduuli on rakentaminen (vaiheet A4-5), kolmas moduuli on käyttövaihe (vaiheet B1-7), viimeinen elinkaaren vaihe on elinkaaren loppu (vaiheet C1-4). Lisäksi huomioon otetaan viimeinen laskentamoduuli lisätiedot (D), johon merkitään rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset.



Kuva 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 2019)

Hiilijalanjälkeä arvioidaan rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Hiilijalanjälkeä arvioidessa tulee ottaa huomioon kaikki rakentamiseen tarvittavat rakennusmateriaalit. Huomioon otetaan myös ne materiaalit, joiden käyttöikä on alhaisempi kuin 50 vuotta, sillä ainakin nämä materiaalit tulee vaihtaa rakennuksen laskennallisen elinkaaren aikana. Pidemmän elinkaaren materiaaleille arvioidaan uudelleenkäytön mahdollisuus. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 2019)

### 3.2 Rajaus

Rakennuksen hiilijalanjäljen arviointi alkaa arvioinnin rajauksella. Rajaus tehdään määrittämällä, sisällytetäänkö laskelmaan kaikki tontin rakennukset vai esimerkiksi pelkkä päärakennus ja käytetäänkö hiilijalanjäljen määrittämiseen hankekohtaisia tietoja vai taulukkoarvoja. Taulukkoarvoja on mahdollista käyttää taloteknisissä järjestelmissä, materiaalin kuljetuksissa työmaalle ja ennen käyttöä rakentamisessa, käytön

aikaisissa korjauksissa ja vaihdoissa, käytön jälkeen purkutöissä, kuljetusten käsittelyssä, jätteenkäsittelyssä sekä loppusijoituksessa. Rajauksessa voidaan myös päättää, tehdäänkö laskelma suunnitelmien perusteella, vaikka valmiissa kohteessa olisikin joi-takin muutoksia (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä, 2019) . Rakennuksen hiilijalanjäljen arvioinnin yksinkertaistussa menetelmässä hyödynnetään edellä mainittuja taulukkoarvoja.

### 3.3 Tiedonkeruu

Rajauksen jälkeen siirrytään tiedonkeruvaiheeseen, jossa rakennusmateriaalien määrä arvioidaan eri osapuolilta saatavien dokumenttien, kuten tarjousasiakirjojen, työselostusten, massaluetteloiden, tietomallien ja piirustusten perusteella. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan kohteen materiaaliluettelo.

Jokaiselle rakennusosalle laaditaan omat materiaaliluettelot. Materiaaliluettelon laatiminen on helpointa kirjaamalla materiaalmäärät Ympäristöministeriön valmiiseen Excel-pohjaiseen ohjelmistoon. Excelissä lasketaan materiaalien paino hyödyntämällä materiaalin tiheys ja tilavuustietoja. Ovista ja ikkunoista merkitään Exceliin painon sijasta pinta-alat. Vaikka tässä työssä käsitellään Ympäristöministeriön laskentaohjelmaa, laskenta on mahdollista tehdä esimerkiksi myös kaupallisella One Click LCA -ohjelmistolla. Materiaaliluetteloon sisällytetään myös rakennusmateriaalin mahdollinen hukka tai ylijäämä. Lisäksi arvioidaan rakennuksen elinkaaren aikana vaihdettavien materiaalien määrä sekä elinkaaren lopussa mahdolliset uudelleenkäytettävien, kierrätettävien tai loppusijoitukseen päätyvien materiaalien määrät. Materiaaliluetteloissa ei huomioida kasvillisuutta, rakentamisen väliaikaisia telineitä, suojauksia tai työmaatiloja eikä tontin maaperän kunnostustöitä tai purettavia rakennuksia. Nämä jätetään huomiotta siksi, että vertailussa muuten samankaltaiset rakennukset saattavat tarvita aivan eri määrän esimerkiksi perustamispaaluja tai rakennustelineitä, jolloin hiilijalanjälki ei olisi enää suoraan verrannollinen rakennuksen kokoon ja käyttötarkoitukseen. Materiaaliluetteloissa tontista huomioidaan maatyöt, tuennat, vahvistukset, päällysteet sekä aluerakenteet, huomiotta jätetään alueen kasvillisuus, maaperä ja vesistöt sekä varusteet. Kantavista rakenteista huomioidaan perustukset, runko,

alapohja, julkisivut, ovet ja ikkunat, ulkotasot sekä vesikatot, ainoastaan erillisiä kiinnikkeitä ei huomioida. Täydentävistä rakenteista huomioidaan väliseinät ja -ovet, portaat, pintarakenteet, kiintokalusteet, hormit ja tulisijat sekä tilaelementit. Listoja, pintamateriaaleja tai -käsittelyjä tai erillisiä kiinnikkeitä ei huomioida. Talotekniikasta huomioidaan energiajärjestelmät, vesi- ja viemärijärjestelmät, ilmastointijärjestelmät, sähkön jakelu- ja käyttöjärjestelmät, aurinkopaneelit ja -keräimet sekä hissit. Arvioinnissa ei huomioida liukuportaita, tietoteknisiä järjestelmiä, varavirtaa tai erillisiä kooneita ja laitteita. Työmaan aikaisessa arvioinnissa otetaan huomioon vain työmaalla kulutettu energia. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, 2019)

Lupavaiheessa taloteknisten järjestelmien suunnittelu saattaa olla vielä kesken, jolloin määräluettelo niiden osalta voi olla puutteellinen. Tällaisessa tilanteessa laskennassa voidaan käyttää Ympäristöministeriön arvioimia taulukkoarvoja, joita voi halutessaan myöhemmin oikaista, kun suunnitelmat ovat valmiit. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, 2019)

Rakennuksen hiilijalanjälkeä arvioidessa otetaan oleellisena osana huomioon myös rakennuksen energiankäyttö. Rakennus- ja käyttövaiheiden hiilijalanjälkeen lasketaan mukaan työmaan- ja käytön aikainen ostoenergian kulutus. Yksinkertaistetussa menetelmässä energiakulutuksen hiilijalanjälki saadaan energiatodistuksen ja energiaselvityksen tietojen kautta. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, 2019)

Elinkaaren loppuvaiheen jätteenkäsittelyn ja loppusijoituksen hiilijalanjäljen arviointiin käytetään Ympäristöministeriön asettamia taulukkoarvoja. Taulukkoarvoja käytetään myös materiaalin kuljetuksesta johtuvan hiilijalanjäljen laskennassa. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, 2019)

### 3.4 Laskelman tulokset

Kokonaisuudessaan rakennuksen hiilijalanjäljen tulos saadaan laskemalla yhteen rakennuksen elinkaaren eri vaiheiden hiilijalanjäljet. Hiilijalanjäljen tulos ilmoitetaan

positiivisena kokonaislukuna, jonka yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttien painona jaettuna lämmitetyllä nettopinta-alalla sekä arviointijakson pituudella ( $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ ). Laskennan lopussa määritetään myös, miten laadukkaita ja luotettavia käytettävät tiedot ovat olleet. Tietojen laadukkuus arvioidaan kuvassa 4 esitetyllä asteikolla 0–3. (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä, 2019)

#### Laskennassa käytettyjen tietojen luokitus

	0	1	2	3
<b>Teknologinen edustavuus</b>	Ei arvioitu	Tieto ei vastaa tyydyttävästi tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Tieto vastaa osittain tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Käytetty tieto vastaa hyvin tuotteen teknisiä ominaisuuksia.
<b>Maantieteellinen edustavuus</b>	Ei arvioitu	Tieto viittaa täysin erilaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Italia Suomen sijaan).	Tieto viittaa samankaltaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Norja Suomen sijaan).	Käytetty tieto viittaa tiettyyn maantieteelliseen kontekstiin.
<b>Ajallinen edustavuus</b>	Ei arvioitu	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on yli 6 vuotta.	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on 2–4 vuotta.	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on alle 2 vuotta.
<b>Epävarmuus</b>	Ei arvioitu	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa. Paikkansapitävyys ja täsmällisyys on arvioitu laadullisesti (esim. toimittajan ja prosessin operaattorin asiantuntija-arvio).	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa, joka on arvioitu tyydyttävän paikkansapitäväksi ja täsmälliseksi, ja sitä tukee määrällinen epävarmuusarvio.	Käytetään hankekohtaista ja validoitua tietoa, jota voidaan pitää tyydyttävän paikkansapitävänä ja täsmällisenä (esim. tehty ja vahvistettu ympäristöseloste).

Kuva 4. Laskennassa käytettyjen tietojen luokitus (Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä, 2019)

## 4 CASE-KOHTEIDEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

Opinnäytetyön case-kohteina käytettiin kahta vuosien 2021–2022 välisenä aikana Satakuntaan valmistumassa olevaa liikerakennusta. Opinnäytetyön aikainen työpaikkani Vahanen Pori toimi rakennuttajakonsulttina molemmissa kohteissa. Kohteista on sovittu, ettei rakennuksia yksilöidä tarkemmin.

### 4.1 Tilaajan edustajan haastattelu

Case-kohteiden tilaajan edustajaa haastateltiin keväällä 2022 opinnäytetyötä varten. Henkilölle esitettiin neljä kysymystä, joihin hän vastasi sähköpostitse aikatauluteknisistä syistä johtuen. Haastattelussa esitetyt kysymykset ovat opinnäytetyön liitteenä (LIITE 1). Vastauksia ja kysymyksiä on muokattu niin, ettei tilaajaa tai tilaajan edustajaa tunnisteta.

Haastattelun ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, millaisia tavoitteita tai toiveita tilaajalla on rakennuksen hiilijalanjäljelle.

Vastauksessa kerrottiin, että tilaajan tavoitteena on minimoida rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki. Tilaaja haluaa olla osana isoa muutosta kohti vähähiilisempää rakentamista ja vastuullisena toimijana olla etunenässä tukemassa myös kumppaneidensa oppimista rakennusvaiheessa.

Haastattelun toisessa kysymyksessä kysyttiin, miten case-kohteiden rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta on vaikuttanut tilaajaan ja miten he ovat pystyneet hyödyntämään saatua tietoa.

Vastauksessa kerrotaan, että case-kohteiden osalta rakennuksen hiilijalanjäljen laskelman tulosta ei ole vielä pystytty hyödyntämään, mutta pitkässä juoksussa rakennuksen hiilijalanjäljen laskelmista saatava tieto auttaa rakennushankkeiden toteutusten valinnassa, sillä rakennuksen hiilijalanjälkeen liittyviä asioita tulee ottaa huomioon myös jo suunnitteluvaiheessa.

Kolmannessa kysymyksessä tiedusteltiin, miten tilaaja omalla toiminnallaan pystyy vaikuttamaan rakennuksen koko elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen.



Vastauksessa kerrotaan, että kaikki ostettu sähkö on päästötöntä ja uusituvista lähteistä. Lisäksi rakennusten katoille asennetaan aurinkosähköjärjestelmät mahdollisuuksien mukaan. Lämmitysmuotoa valitessa yksiköissä pyritään hakemaan päästötön tai ainakin vähäpäästöisin vaihtoehto. Kylmälaitteiden kylmäaineet ovat pienipäästöisiä ja kylmälaitteissa syntyvä lauhdelämpö käytetään todella tehokkaasti hyödyksi rakennuksen lämmityksessä. Valaistusratkaisu toteutetaan aina led-valaisimilla, jonka avulla myös saadaan kulutusta pienennettyä.

Lopuksi tilaajan edustajalta kysyttiin vielä, ovatko he kohdanneet joitain haasteita liittyen rakennuksen vähähiilisyyteen.

Vastauksessa tilaajan edustaja kertoi, että hänestä rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa rakentamisvaiheessa ei oikein pystytä ottamaan kantaa rakennuksessa olevaan toimintaan riittävällä tarkkuudella. Hän nosti esille myös sen, että suunnittelijoiden osaaminen materiaalivalinnoissa saattaa olla vielä hyvin vähäinen.

Haastattelun kolmen ensimmäisen kysymyksen ja vastauksen perusteella tilaajalla on ajan tasaista tietoa rakennuksen hiilijalanjäljestä ja siitä, mitkä asiat hiilijalanjälkeen vaikuttavat ja mitä he voivat tehdä minimoidakseen rakennuksen hiilijalanjälkeä. Tilaaja on kiinnittänyt paljon huomiota rakennuksien käytönaikaisen hiilijalanjäljen pienentämiseen. Käytönaikainen energiankulutus muodostaa yleensä yli 60 % rakennuksen hiilijalanjäljestä. Case-kohteissa käytönaikaisen energiankäytön hiilijalanjälki jää kuitenkin huomattavasti pienemmäksi, sillä esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmällä tuotettu ylijäämä sähkö voidaan syöttää takaisin verkkoon. Tilaaja on tehnyt ympäristötietoisia valintoja myös päätyessään pienipäästöisiin kylmäaineisiin ja etsiessään vähäpäästöisen lämmitysvaihtoehdon. Kylmälaitteiden lauhdelämmön käyttäminen rakennuksen lämmityksen hyväksi on nerokas idea minimoimaan rakennuksen lämmitykseen kuluva ostoenergian tarve.

Neljännessä kysymyksessä käytiin läpi rakennuksen vähähiilisyyteen liittyviä haasteita. Esiin nousi suunnittelijoiden osaamisen puute liittyen vähähiilisiin materiaalivalintoihin. Yksi ratkaisu ongelmaan olisi, että kannustettaisiin suunnittelijoita tutkimaan rakennusmateriaalien tuotekohtaisia ympäristöselosteista (eli EDP), jotka kertovat kyseisen valmistajan tietyn materiaalin hiilijalanjäljen rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa. Tilaajalla on myös mahdollisuus antaa rakennuksen hiilijalanjäljelle raja-

arvotavoitteet, jotka ohjaavat suunnittelijoita vähähiiliseen ajattelutapaan. Tässä vastaan tulee valitettavan usein käytettävissä oleva budjetti, sillä rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttaa myös paljon käytettävissä oleva raha. Verrattaessa esimerkiksi normaalia ja vähähiilistä betonia, vähähiilisempi materiaali on hinnaltaan merkittävästi kalliimpi. Onkin syytä pohtia, miten paljon tilaaja on valmis maksamaan pienemmästä hiilijalanjäljestä. Tulevaisuudessa, jos uusi maankäyttö- ja rakennuslain ehdotus astuu voimaan, rakennuksille määritetään hiilijalanjäljen raja-arvot joka tapauksessa. Suunnitteluvaiheen tärkeyttä on käsitelty lisää kappaleessa 2.3. Rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat tekijät.

Rakennuksen hiilijalanjälki, niin terminä kuin käytännössäkin, on vielä yleisesti varsin tuntematon alan keskuudessa ainakin Satakunnan alueella. Rakennuksen hiilijalanjäljestä ja rakentamisen vähähiilisyydestä on alettu puhumaan vasta viime vuosina, eikä rakennuksen hiilijalanjälkilaskelmia ole juurikaan tehty Satakunnan alueella. Tietoisuus kuitenkin on koko ajan kasvussa ja kuten case-kohteiden tilaajan edustajakin mainitsi ensimmäisen kysymyksen vastauksessaan ”vastuullisena toimijana he haluavat olla etunenässä tukemassa myös kumppaneidensa oppimista rakennusvaiheessa” on tärkeää, että alan toimijat auttavat tässä asiassa toinen toisiaan. Myös rakennusmateriaalien edustajilla on suuri rooli rakentamisen vähähiilisyydessä, sillä he levittävät tietoa rakennusmateriaaliensa hiilijalanjäljestä alan toimijoille.

#### 4.2 Tietojenkeruulomake

Rakennuksen hiilijalanjäljen laskemiseen vaaditaan paljon tietoa hankkeen eri osapuolilta. Opinnäytetyössä on perehdytty materiaalin mahdollisimman mutkattomaan keräämiseen. Tässä kappaleessa käsitellään rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa rakennuttajan näkökulmasta, myöhemmin tässä kappaleessa on myös luetteloitu rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan materiaaliarpeet erikseen rakennuttamisen ja suunnittelun osalta. Luetteloiduilla materiaaleilla saadaan laskettua rakennuksen hiilijalanjälki Ympäristöministeriön yksinkertaistetulla laskentamenetelmällä.

Vähähiilisessä rakennuttamisessa hankkeelle asetetaan sopivat hiilijalanjälkitavoitteet ja ohjataan suunnittelua ja toteutusta kohti tavoitteita. Opinnäytetyön tuloksena syntyi

taulukko, jota rakennuttaja voi käyttää tietojenkeruun apuna rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa (LIITE 2). Vähähiilisen rakennuttamiseen liittyen hankkeen alussa olisi hyvä pitää kokous hankkeen osapuolten kesken, jossa käsitellään rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa. Kokouksessa käsitellään rakennuksen hiilijalanjäljelle asetettut tavoitteet niin, että jokainen hankkeen osapuoli ymmärtää ne. Kokouksessa rakennuttajan on helppo käydä läpi taulukon avulla, mitä materiaalia kultakin osapuolelta tarvitaan rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa varten. Kokouksessa taulukon yläosaan merkitään päivämäärä, jolloin materiaalien tulee olla toimitettuna sekä hiilijalanjäljen laskijan yhteystiedot, jolle tarvittavat materiaalit toimitetaan (kuva 5). Taulukkoon merkitään myös materiaalin toimittajan yritys sekä yhteyshenkilön tieto. Taulukkoon on valmiiksi kirjattu tarvittavat materiaalit, mutta tarvittaessa sitä pystyy myös täydentämään, jos halutaan lisätä yksityiskohtaista tietoa hankkeesta (kuva 6). Taulukko on saatavana myös Excel-tiedostona, jolloin rakennuttajakonsultin on helppo pysyä ajan tasalla siitä, kuka on jo toimittanut materiaalin.

Rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta			
Hankkeen tiedot	Kohde	Tilaaaja/rakennuttaja	Urakoitsija
<b>Hiilijalanjäljen laskijan yhteystiedot</b>			
Nimi ja yritys			
Sähköpostiosoite			
Puhelinnumero			
Materiaalit toimitettava laskijalle viimeistään __. __. 202__			

Kuva 5. Yleistiedot rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan tietojenkeruulomakkeessa.

<b>Tarvittava tieto</b>
<b>Tilaaaja/Rakennuttaja</b>
Rakennuttamisasiakirjat
Rakennuttajan hankintojen materiaaliuutelo
<b>Arkkitehti</b>
Pääpiirustukset
Huoneselosteet
Ikkuna- ja ovikaaviot
Kiintokaluste- ja varusteluettelot
Määräluettelot
Rakennusmateriaalien ympäristöselosteet (EPD)
<b>Rakennesuunnittelija</b>
Kantavien rakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot
Täydentävien rakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot
Perustusten- ja alapohjarakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot
Raudoiteluettelot
Paalupiirustukset ja paalumääräluettelot
Tontin maanosien, tuentojen, vahvistuksien, päällysteiden ja alueiden rakenteiden suunnitelmat ja määräluettelot
Työselosteet

Kuva 6. Osa rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan tietojenkeruulomakkeen materiaalistasta.

## Rakennuttaminen

Tilaaajalta/rakennuttajalta vaadittavat tiedot:

- Rakennuttamisasiakirjat
- Rakennuttajan omat hankinnat

## Suunnittelu

Arkkitehdiltä vaadittavat tiedot:

- Pääpiirustukset
- Huoneselosteet
- Ikkuna- ja ovikaaviot
- Kiintokaluste- ja varusteluettelot
- Määräluettelot, jotta saadaan tiedot kaikista käytettävistä rakennusmateriaaleista
- Rakennustuotteiden ympäristöselosteet eli EPD:t, jos laskennassa halutaan käyttää yksittäisiä tuotekohtaisia päästöarvoja

Rakennesuunnittelijalta vaadittavat tiedot:

- Kantavien ja täydentävien rakenteiden rakennesuunnitelmat
- Perustusten- ja alapohjarakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot sekä raudoiteluettelo
- Paalupiirustukset ja paalumääräluettelot
- Suunnitelmat ja määräluettelot, jotka sisältävät tiedon tontin maanosista, tuennoista ja vahvistuksista, päällysteistä sekä alueen rakenteista
- Työselosteet

Talotekniseltä suunnittelijalta vaadittavat tiedot:

- Energiatodistus
- Energiaselvitys tarvittaessa
- Muilta osin yksinkertaistetussa menetelmässä käytetään talotekniikan osalta taulukkoarvoja

## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli perehtyä rakennuttamisen näkökulmasta siihen, mitä tietoja rakennushankkeen eri osapuolilta vaaditaan hiilijalanjäljen laskentaan ja miten tietojenkeruuta voisi kehittää. Työssä käsiteltiin haastattelun avulla myös tilaajan näkökulmaa vähähiiliseen rakentamiseen. Työssä perehdyttiin Ympäristöministeriön laatimaan rakennuksen hiilijalanjäljen yksinkertaistettuun arviointimenetelmään ja uuteen maankäyttö- ja rakennuslain esitykseen.

Rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan tarvitaan laajalti tietoa hankkeen eri osapuolilta. Laskennan lähtötietoina käytetään yleensä joko kohteen tietomallia tai massaluetteloa, jonka pohjalta lasketaan, miten monta kilogrammaa kutakin materiaalia rakentamisessa kuluu. Yksi haaste laskemisessa on se, että työmailla käytetään edelleen pitkälti Talo80-nimikkeistöä, vaikka Ympäristöministeriön laskentaohjelma perustuu Talo2000-nimikkeistön käyttöön. Tämä pitkittää hiilijalanjäljen laskentaa, sillä nimikkeistöissä käytetään eri numerokoodeja. Toinen haaste on tietomallinnusten tarkkuus. On käynyt niin, ettei tietomallit olekaan riittävän tarkkoja, jolloin tietomallia ei ole voinut käyttää laskennan pohjana, sillä se johtaisi vääristyneisiin tuloksiin. Haasteena on myös se, ettei tarvittavia massaluetteloita, tietomalleja tai energialaskennan tulosta saada suunnittelijoilta tai rakennusurakoitsijalta ajallaan.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi taulukko, jota rakennuttaja voi käyttää tietojenkeruun apuna (LIITE 2). Taulukon toimivuutta ei ole vielä kokeiltu käytännössä, mutta tulevaisuudessa Vahasen rakennuttajakonsultit tulevat käyttämään rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan tietojenkeruulomaketta työkalunaan. Lomaketaulukon avulla tietojenkeruu helpottuu, kun kohdekohtaisessa rakennuksen hiilijalanjälkeä käsittelevässä kokouksessa päätetään, kuka toimittaa minkäkin tarvittavan tiedon. Lomakkeessa lukee tarvittava tieto ja siihen on helppo täydentää kohteen tiedot, laskijan yhteystiedot, materiaalin toimittajan yhteystiedot ja yritys sekä päivämäärä, jolloin materiaalit tulee olla toimitettuna.

Hiilijalanjälki terminä, rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta ja yleisesti vähähiilinen rakentaminen on kasvava trendi yhteiskunnassamme. Vaikka tietoisuus rakentamisen

vähähiilisydestä on lisääntymässä alan toimijoiden kesken, aiheesta on toistaiseksi vielä aika suppeasti varsinkin suomenkielistä tietoa saatavilla. Opinnäytetyön ongelmaksi muodostui lähteiden sisältö. Suurimassa osassa lähteitä tieto oli sisällöllisesti samaa, mutta se oli vain kirjoitettu eri muotoon. Jos uusi maankäyttö- ja rakennuslain ehdotus astuu voimaan, se tuo paljon lisää tietoisuutta alan toimijoille liittyen vähähiiliseen rakentamiseen. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus työntäisi kehitystä myös vähähiilisemmän ajattelun suuntaan, jolloin yhteiskunnassa alettaisiin kiinnittämään enemmän huomiota uusiin tapoihin, jolla rakentamisen hiilijalanjälki saataisiin minimoitua ja hiilikädenjälkeä kasvatettua.

## LÄHTEET

Hallituksen esitys eduskunnalle kaavoitus- ja rakentamislaki. Viitattu 26.1.2022.  
HE Kaavoitus- ja rakentamislaki

Häkkinen, Kuittinen. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Rakennustieto Oy.

Häkkinen, Vares. 2018. Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi.  
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Kohisten-hankkeen www-sivut. Viitattu 26.10.2021. [www.kohisten.samk.fi](http://www.kohisten.samk.fi)

Nimetön henkilölähde. Sähköposti. 14.3.2022.

Rakli vähähiilinen rakennuttaminen www-sivut. Viitattu 15.3.2022. [www.rakli.fi/klinitkat/vahahiilinen-rakennuttaminen/](http://www.rakli.fi/klinitkat/vahahiilinen-rakennuttaminen/)

Ympäristö.fi www-sivut. 2016. Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla. Viitattu 10.11.2021. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kultus\\_ja\\_tuotanto/Tiekartta\\_rakennusmateriaalien\\_hiilijala\(40813\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kultus_ja_tuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala(40813))

Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Rakennuksen Vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Viitattu 8.11.2021.

Ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen www-sivut. Viitattu 26.10.2021.  
<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen/>

Case-kohteiden tilaajan edustajalle sähköpostitse 10.3.2022 esitetyt kysymykset.

1. Millaisia tavoitteita tai toiveita teillä tilaajana on rakennuksen hiilijalanjäljelle?
2. Miten case-kohteiden rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta on vaikuttanut teihin ja miten pystytte hyödyntämään saatua tietoa? (Esimerkiksi vaikuttiko ensimmäisenä valmistuneen case-kohteen rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan tulos myöhemmin valmistuneen case-kohteen suunnitteluun ja/tai toteutukseen tms.?)
3. Miten omalla toiminnallanne pystytte vaikuttamaan rakennuksen koko elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen? (Esim. Aurinkosähköjärjestelmät)
4. Oletteko kohdanneet joitain haasteita liittyen rakennuksen vähähiilisyyteen?



**Rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta**

Hankkeen tiedot	Kohde	Tilaaja/rakennuttaja	Urakoitsija

**Hiilijalanjäljen laskijan yhteystiedot**

Nimi ja yritys	
Sähköpostiosoite	
Puhelinnumero	

**Materiaalit toimitettava laskijalle viimeistään** \_\_. \_\_. 202\_\_

Tarvittava tieto	Yritys	Vastuhenkilö	Toimitettu
<b>Tilaaja/Rakennuttaja</b>			
Rakennuttamisasiakirjat			
Rakennuttajan hankintojen materiaaliluettelo			

**Arkkitehti**

Pääpiirustukset			
Huoneselosteet			
Ikkuna- ja ovikaaviot			
Kiintokaluste- ja varusteluettelot			
Määräluettelot			
Rakennusmateriaalien ympäristöselosteet (EPD)			

**Rakennesuunnittelija**

Kantavien rakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot			
Täydentävien rakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot			
Perustusten- ja alapohjarakenteiden rakennesuunnitelmat ja määräluettelot			
Raudoiteluettelot			
Paalupiirustukset ja paalumääräluettelot			
Tontin maanosien, tuentojen, vahvistuksien, päällysteiden ja alueiden rakenteiden suunnitelmat ja määräluettelot			
Työselosteet			

*Huomioitavaa: Erillisiä tuotteisiin kuulumattomia nauloja, ruuveja, liimoja, tiivisteitä tai saumauksia ei tarvitse ilmoittaa.*

**Talotekninen suunnittelija**

Energiatodistus			
Energiaselvitys (tarvittaessa)			

**Työmaa**

Massaluettelo			
---------------	--	--	--