



Hiilijalanjäljen laskentamenetelmät ja osaaminen

27.1.2023

Kirjoittajat:

Leevi Aihos, Salla Saukkoriipi ja Maija Mattinen-Yuryev

A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Hanke rahoitetaan REACT-EU -välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Tiivistelmä

Ilmastonmuutos on yksi aikamme suurimmista haasteista. Kiinteistö- ja rakennusalan aiheuttamat ilmastovaikutukset ovat merkittäviä, vaikka kaikkien sektoreiden ja toimijoiden ponnisteluja tarvitaan ilmastonmuutoksen torjunnassa ja siihen sopeutumisessa.

Eri teollisuuden aloilla pyritään löytämään ja hyödyntämään keinoja, kuinka oman toiminnan ympäristövaikutuksia voidaan mahdollisimman tehokkaasti minimoida. Rakennusalalla vähähiilisyiden tarkastelua edistetään elinkaariajattelulla ja muun muassa hiilijalanjälkilaskennalla, joiden avulla ympäristövaikutuksia ja niiden merkittävyyttä voidaan arvioida ja ohjata.

Tässä ohjeessa pureudutaan vähähiilisyys-teen hiilijalanjälkilaskennan kautta. Tavoitteena on esitellä hiilijalanjälkilaskentaan keskeisesti liittyviä toimenpiteitä, laskentamenetelmiä, tulosten vaikutuksia ja tosielä-

män esimerkkejä, jotta KIRA-alan toimijoilla olisi mahdollisimman hyvät edellytykset hyödyntää hiilijalanjälkilaskennan tuomat mahdollisuudet.

Tämä työkirja on laadittu osana Vaasan Seudun Kehitys Oy, VASEKin koordinoimaa EU-rahoitteista hanketta. Työkirjaa tukee VASEKin julkaisema ohjekortisto, jolla oman toiminnan kestävyyttä ja hiilijalanjälkeä ohjeistetaan.

Tämän Työkirjan laatimisen työryhmään kuuluivat A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy:n asiantuntijat Leevi Aihos, Salla Saukkoriipi ja Maija Mattinen-Yuryev.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Sanasto	5
1 Työkirjan tausta ja tarkoitus	7
1.1 Alan toimijoiden näkemyksiä hiilijalanjäljen laskennasta	8
2 Hiilijalanjälki	9
2.1 Hiilijalanjäljen määritelmä ja sen soveltaminen rakentamisessa	10
2.2 Hiilijalanjälki liiketoiminnan kannalta	12
3 Hiilijalanjäljen laskenta	13
3.1 Laskennan periaatteet	14
3.2 Laskentaan liittyvät toimijat	15
3.3 Laskentatyökalut ja ohjelmistot	16
3.4 Laskennan eteneminen käytännössä	16
3.5 Laskentatulosten tulkinta ja hyödyntäminen	20
4 Esimerkkejä	24
4.1 Vaasan yliopiston kampusalue	24
4.2 Uudiskerrostalo	26
4.3 Hyvät käytännöt hiilijalanjäljen pienentämiseksi	28
4.4 Eri rakennetyyppien hiilijalanjälkiominaisuuksia	29
5 Hyödyllistä kirjallisuutta	32
Liite 1: keskeinen hiilijalanjälkilaskentaan liittyvä aineisto	38

Sanasto

co2data.fi	Rakentamisen päästötietokanta on maksuton palvelu, johon on koottu Suomessa käytössä olevien rakennustuotteiden ja rakentamisen prosessien ja palveluiden keskimääräisiä päästötietoja.
Elinkaaren hiilijalanjälki	Elinkaaren hiilijalanjäljellä tarkoitetaan tuotteen tai hankkeen elinkaaren aikana syntyvien ilmastovaikutusten suuruutta. Rakennuksen osalta elinkaaren hiilijalanjälki kattaa ilmastopäästöt tuotteiden valmistuksesta, rakentamisesta, rakennuksen käytöstä ml. huollot ja energia sekä rakennuksen purusta elinkaaren lopussa. (FIGBC, 2020a)
Elinkaaren vaihe, moduuli	Kuvaa yksittäistä, päästöjä aiheuttavaa toimintaa rakennuksen tai sen osan elinkaaren aikana. Standardin 15643 mukainen rakennuksen elinkaaren vaihe
Elinkaariarviointi, LCA	Life Cycle Assessment (engl.). Tieteellinen menetelmä tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten analysointiin ja arviointiin.
Elinkaarikustannuslaskenta, LCC	Laskennan tavoitteena on kuvata sitä mitä kiinteistön omistaja maksaa koko rakennuksen elinkaaren aikana. Elinkaarikustannukset mittaavat rakennukset aiheuttamia kustannuksia tontin hankinnasta rakennuksen purkuun.
EU taksonomia	Euroopan unionin asetus pohjainen työkalu, jonka tavoitteena on tarjota rahoitusmarkkinoille läpinäkyvää ja yhdenmukaista tietoa toimintojen ympäristönäkökulmista tehostaen vihreän rahoituksen ohjautumista kestäviin investointikohteisiin. Rakennusalan toiminnot kuuluvat taksonomian piiriin.
Hiilidioksidiekvivalentti	Yhteismitallistettu suure CO ₂ e, joka kuvaa ilmastoa kuormittavien päästöjen lämmitysvaikutusta.
Hiilijalanjälki	Kuvaa tuotteen tai palvelun ilmastovaikutusta, joka ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina.
Hiilikädenjälki	Tuotteesta tai palvelusta syntyvien potentiaalisten ilmastohyötyjen summa muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Ilmastopäästö	Ilmastopäästöillä (yleiskielessä myös hiilipäästö) tarkoitetaan ilmastomuutosta aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä (kts. myös kasvihuonekaasu).

Ilmastaseloste	Standardoitu ja verifioitu tapa esittää tuotteen ilmastovaikutukset, eli hiilijalanjälki.
Ilmastaselvitys	Ympäristöministeriö valmistelee asetusta, jossa rakennuksen ilmastaselvityksen laatiminen ja elinkaaren vähähiilisyyden arviointimenetelmä linjataan. Ilmastaselvitys raportoisi rakennuksen hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen sovittujen periaatteiden mukaisesti.
Kasvihuonekaasu	kaasu, joka ilmakehässä absorboi auringon energiaa ja voimistaa ilmaston lämpenemistä. Kasvihuonekaasuja ovat mm. hiilidioksidi, metaani ja CFC-yhdisteet.
Kustannuslaskenta	Kustannuslaskennan avulla selvitetään ja kohdennetaan rakennushankkeen kustannukset. Kustannuslaskelma pitää sisällään valitun nimikkeistön mukaan tehdyn ja hinnoitellun määräluettelon.
Level(s)	Euroopan komission laatima menetelmä rakennusten kestävyden tarkasteluun. Lisätietoa: https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en
One Click LCA	elinkaariarviointiin tarkoitettu kaupallinen ohjelmisto.
Purettavaksi suunnittelu	Design for Deconstruction, lajittelevan purettavuuden suunnittelu.
Tuotevaihe	Rakennusmateriaalien raaka-aineiden hankinnasta, kuljetuksista ja lopullisen tuotteen valmistuksesta koostuva elinkaaren vaihe
Ympäristöministeriön vähähiilisyyden arviointimenetelmä	Ympäristöministeriön kehittämä arviointimenetelmä rakennusten vähähiilisyyden arviointiin. Menetelmän luonnosta (2021) käytetään rinnan rakennuksen ilmastaselvityksestä laaditun asetusluonnoksen ja sen perustelumuioston kanssa. Lopullinen arviointimenetelmän ohje julkaistaan, kun asetus tulee voimaan.
Ympäristötuoteseloste, EPD	Environmental Product Declaration. Standardoitu ja verifioitu tapa esittää tuotteen ympäristövaikutukset. Vaikutusarviointi perustuu elinkaariarviointiin.

1 Työkirjan tausta ja tarkoitus

Rakentaminen ja rakennusten ylläpitäminen tuottaa maailmanlaajuisesti jopa 40 % syntyvistä haitallisista päästöistä ilmakehään ja ympäristöön, ja kuluttaa karkeasti puolet kaikista neitseellisistä luonnonvaroista. Samaan aikaan kaupungistumisen voimistuessa sekä maailman väkiluvun kasvaessa rakentaminen lisääntyy. Kasvihuonekaasujen lisääntyminen voimistaa ilmastonmuutosta, jonka vaikutuksia on jo havaittavissa eri elämän osa-alueilla ympäri maailman. Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen vaativat kaikkien sektorien toimintaa ja toimeen on ryhdytty eri teollisuuden aloilla, joista rakennettua ympäristöä voidaan pitää hyvin merkityksellisenä. Asuminen ja sen turvaaminen on keskeistä ihmisten hyvinvoinnille, ja myös tätä kautta rakentamisella on suuri yhteiskunnallinen merkitys. Myös valtaosa maiden kansallisvarallisuudesta on sidottu rakennettuun ympäristöön, jolloin myös vaikutuspotentiaali on varsin korkea.

Tehokas keino rakennusalan ilmastovaikutusten minimoimiseksi on päästölähteiden kartoittaminen, niihin vaikuttaminen ja lopulta pienentäminen. Rakennuksille laadittava hiilijalanjälkilaskenta on tapa kartoittaa kaikki rakennuksen elinkaaren aikaiset ilmastovaiikutukset rakennusmateriaalien raaka-aineiden valmistuksesta rakentamiseen ja lopulta rakennuksen purkamiseen asti. Tämän työkirjan tarkoituksena on opastaa eri rakennusalan toimijoita hyödyntämään hiilijalanjälkilaskentaa osana omia hankkeita ja työtehtäviä, sekä tunnistamaan konkreettisia vaikutusmahdollisuuksia omien hankkeiden tueksi.

Hiilijalanjälkilaskennan hyödyntäminen rakennushankkeissa on merkittävää sekä yksittäisen hankkeen että rakennusalan kehittymisen näkökulmasta. Laskelmien yleistyminen luo tietoa, jota voidaan hyödyntää menetelmien ja käytäntöjen kehittämisessä. Osa rakennusalan toimijoista onkin sisäistänyt hiilijalanjäljen laskemisen osana oman organisaation toimintaa ja alan kehittämistä.

Tee ainakin nämä

- Hanki tarvittava osaaminen. Kasvata yrityksesi ja avainhenkilöittesi ymmärrystä ja tietämystä tulkita hiilijalanjälki ja -kädenjälkilaskelmia.
- Tuota hiilijalanjälkilaskelma omista kohteistasi ja pyydä laskijaa esittelemään tuloksia ja suosituksia päästövähennysten aikaansaamiseksi.
- Aseta hiilijalanjäljelle tavoite sekä selvitä millä toimenpiteillä ja rakenneratkaisuja muuttamalla voit pienentää hankkeiden hiilijalanjälkeä.

1.1 Alan toimijoiden näkemyksiä hiilijalanjäljen laskennasta

Hiilijalanjäljen huomioiminen rakennushankkeessa yleistyy kovaa vauhtia Suomessa. Monella agendana on olla hyvissä ajoin varautunut Suomen tuleviin linjauksiin koskien rakennusalan päästöjä mutta moni on todennut itse päästöohjauksen hyödylliseksi osaksi rakennuttamista. Tässä alalla toimivien näkemyksiä asiasta.

Arkta Rakennus Oy / Oskari Jokikokko ja Markus Karhu

”Rakennusala tuottaa merkittävän määrän kasvihuonekaasupäästöjä ja tästä syystä rakennusalalla on suuri potentiaali myös vähentää niitä. Hiilijalanjäljen vähentäminen vaatii tietoa nykyisen toiminnan aiheuttamasta hiilijalanjäljestä sekä siitä, mistä oman toiminnan hiilijalanjälki muodostuu.

Meillä on tarve saada mahdollisimman vähähiilisiä tuotteita myytäväksi, koska niiden kiinnostavuus on parempi verrattuna vanhaan asuntokantaan. Selvittämällä muutaman viimeisimmän rakennushankkeen hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen ja vertaamalla niitä keskimääräisiin vastaavien rakennusten tuloksiin, saa hyvän kuvan siitä, missä tällä hetkellä mennään omassa toiminnassa. Laskenta avaa silmiä sille, mikä rakennushankkeessa oikeasti on merkityksellistä sekä avaa keskustelun, kuinka omissa hankkeissa hiilijalanjälkeä voitaisiin vähentää ja hiilikädenjälkeä kasvattaa tulevaisuudessa. Laskennan tekijältä kannattaa pyytää perehdytystä ja esittelyä yleisesti aiheeseen sekä heidän tuottamiensa hiilijalanjälkiraporttien

tulkintaan. Raportteja kannattaa oikeasti käyttää hyödyksi ja ottaa mukaan omaan suunnittelunohjaukseen.”

Tyvene Oy / Pekka Karsimus Rakennuttajapäällikkö

”Hiilijalanjäljen laskennalla edistämme päästöjen vähentämistä, haluamme tehdä osamme ilmastotyön eteen ja koemme että päästöjen minimointi on tärkeää juuri nyt. Olemme laatineet laatu- ja rakentamistapaohjeen, jossa ohjeistetaan myös vähäpäästöisiin suunnitteluratkaisuihin. Toteuttamamme muutaman kohteen hiilijalanjälkilaskennat ovat paljastaneet millä on merkitystä kohteiden hiilijalanjäljessä ja missä päästöjä on mahdollista vähentää. Asiassa pääsee alkuun parhaiten niin, että luo käsityksen ilmastoasioista ammattikirjallisuutta ja uutisia lukiemalla. Kun perustiedot ovat tiedossa, on aika tilata hiilijalanjälkilaskelma asiantuntijalta, jolloin päästöt ja niiden suuruusluokka konkretisoituu. Laskennan saatuasi peilaa tulosta omaan näkemykseen ja päästövähennystavoitteisiisi.”

Vaasan yliopisto / Tommi Lehtonen **Johtaja, vastuullisuus ja eettisyys**

”Hiilijalanjälkilaskenta on välttämätön oikean tilannekuvan saamiseksi. Oikeaa tilannekuvaa taas tarvitaan, jotta osattaisiin välttää ja vähentää päästöjä. Hiilijalanjälkilaskelma ei siis ole itsetarkoitus, vaan väline hiilijalan-

jäljen pienentämiseksi ja oikeiden askeleiden ottamiseksi. Yrityksen tai organisaation on hyödyllistä löytää itselleen sopiva sparraaja, eli yritys tai muu luotettu taho, joka auttaa hiilijalanjälkiasioissa. Ymmärrys päästöistä sekä niiden vähennyksiin johtavista toimenpiteistä lisääntyy parhaiten itse tekemällä, vaikka oppimisprosessissa konsulttiavusta voi toki olla myös hyötyä.”

2 Hiilijalanjälki

Pääkohdat

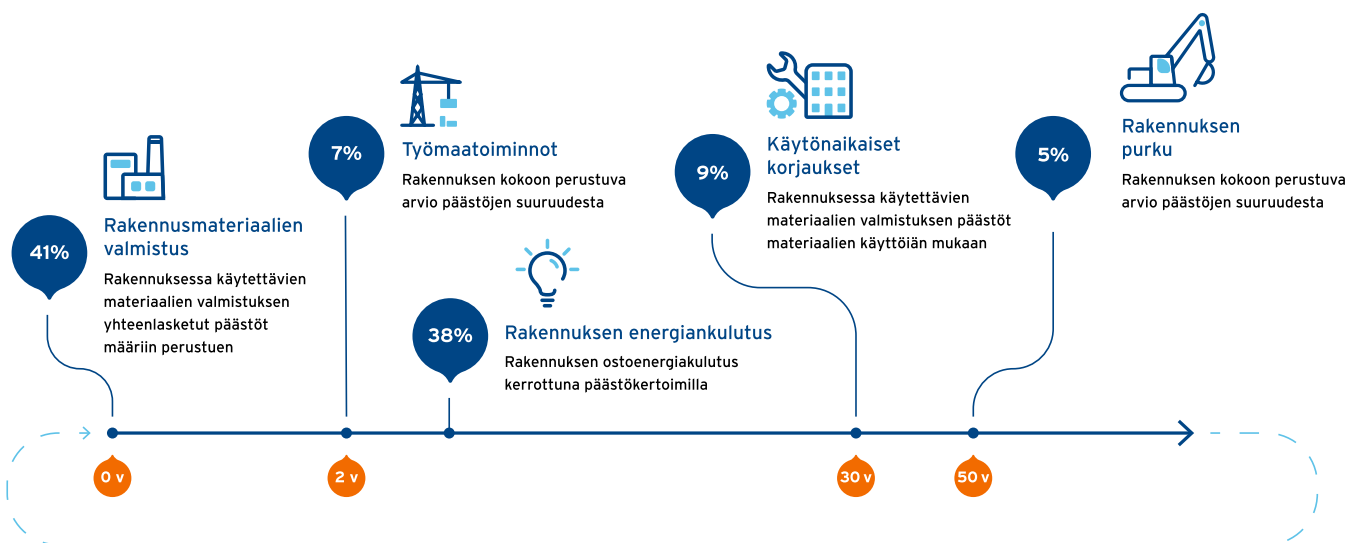
- Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki kattaa kaikki rakennuksen elinkaaren aikana syntyneet kasvihuonekaasupäästöt. Hiilijalanjälki esitetään hiilidioksidiekvivalenteina, joka ottaa huomioon eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävän vaikutuksen.
- Rakennuksen elinkaari kattaa tuotevaiheen, eli raaka-aineiden ja tuotteiden valmistuksen sekä kuljetukset, rakentamisen, käytön sekä elinkaaren lopussa tapahtuvat toiminnot, kuten purkamisen ja jätteiden käsittelyn.
- Suomessa rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan sovelletaan ympäristöministeriön vähähiilisyyden arviointimenetelmää, joka pohjautuu elinkaariarvioinnin standardeihin.
- Nyrkkisääntö on, että energian ja materiaalien säästäminen säästää myös ilmastoa ja kustannuksia.
- Ilmastoasioiden ottaminen huomioon omassa toiminnassa takaa liiketoiminnan kannattavuuden myös tulevaisuudessa, jolloin hiilijalanjäljen laskentaa edellyttää niin kansallinen kuin EU-tason lainsäädäntö ja rahoitusinstrumentit.

2.1 Hiilijalanjäljen määritelmä ja sen soveltaminen rakentamisessa

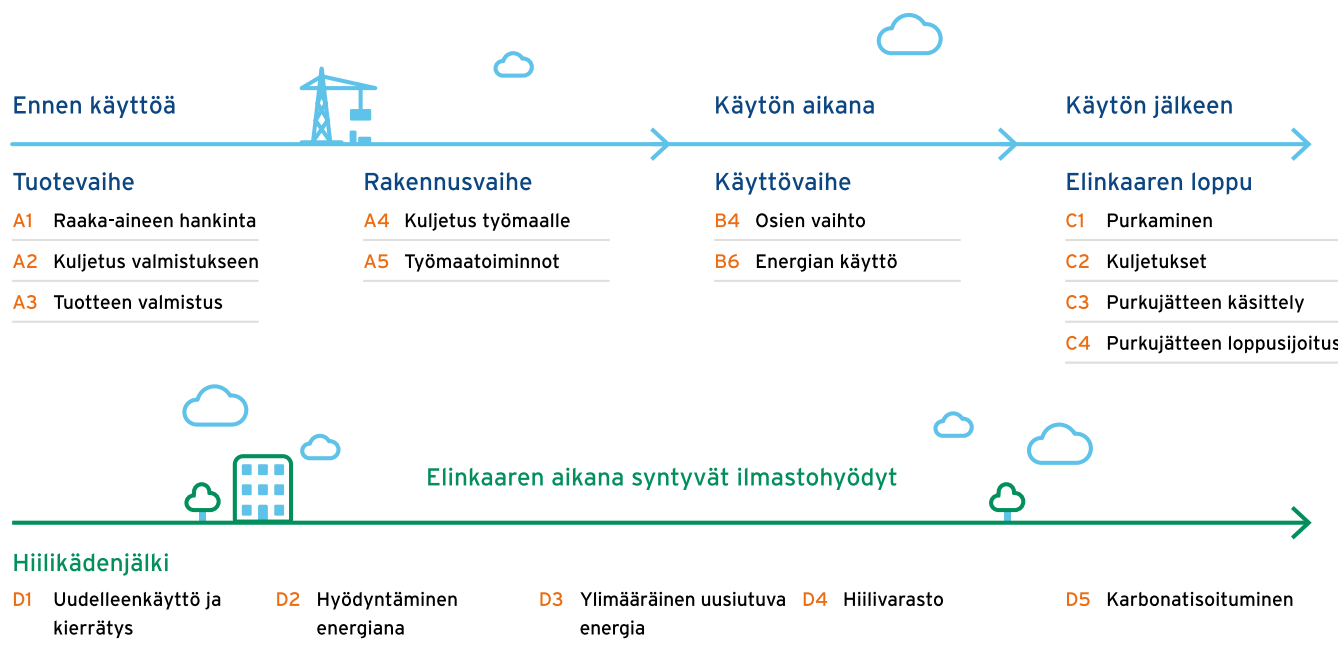
Rakennuksen hiilijalanjälkilaskennan tavoitteena on selvittää kaikki rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät kasvihuonekaasupäästöt, jotka yhteismitallistetaan ja lasketaan yhteen. Tämä yhteismitallistettu luku kuvaa ilmastoa lämmittävää vaikutusta, johon lyhyesti voidaan viitata myös ilmasto-vaikutuksina tai puhekielisesti hiilipäästöinä. Hiilijalanjäljen yksikkö on hiilidioksidiekvivalentti, jonka avulla eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus otetaan huomioon. Hiilidioksidin lisäksi muita ilmastovaikutuksiltaan merkittäviä kasvihuonekaasuja ovat metaani ja ilokaasu. Metaani on noin 28 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu. Elinkaaren hiilijalanjälki

kattaa päästöt kaikista elinkaaren aikaisista toiminnoista alkaen tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksista aina rakentamiseen, rakennuksen käyttöön ja lopulta käytöstä poistamiseen elinkaaren lopussa (Kuva 1).

Hiilijalanjäljen laskenta perustuu tieteelliseen elinkaariarvioinnin (Life Cycle Assessment, LCA) menetelmään, joka on kehitetty laajemmin ympäristövaikutusten systemaattiseen analysointiin. Rakennusten hiilijalanjäljen laskenta perustuu Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmään 2019 (2021), jonka taustalla on Euroopan komission laatima Level(s) -menetelmä. Menetelmän pohjana ovat eurooppalaiset kestävästä rakentamisesta koskevat standardit, muun muassa



Kuva 1. Hiilijalanjäljen arviointi, elinkaaren vaiheet ja tyypilliset elinkaarivaiheiden päästöosuudet. Arviointi alkaa vuodesta nolla ja arviointijakso on 50 vuotta.



Kuva 2. Rakennuksen elinkaarivaiheet ja hiilijalanjälkilaskennassa huomioon otettavat moduulit.

EN15643 -sarja, EN15978 ja EN15804, sekä aiheeseen liittyvä tieteellinen tutkimus. Menetelmässä tarkasteltava rakennuksen elinkaari jaetaan vaiheisiin (moduulit, kuva 2).

Kaikissa toiminnoissa, jossa hyödynnetään uusia materiaaleja tai fossiilisia polttoaineita, syntyy aina päästöjä. Tästä syystä hiilijalanjälkeä on hyödyllistä tarkastella niin uudisrakentamisen yhteydessä kuin peruskorjausten ja perusparannusten yhteydessä, jossa tiloja kunnostetaan vastaamaan nykyaikaisia vaatimuksia tai uuden tilakäyttäjän toiminnan edellytyksiä. Yksittäisten rakennusten ja korjaushankkeiden lisäksi hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella laajemminkin jopa aluetasoisesti esimerkiksi uuden kaava-alueen tai kaavamutoksen yhteydessä, jolloin otetaan huomioon rakentamisen vaikutusten lisäksi myös alueen asukkaiden ja työssäkäyvien liik-

kumisen hiilijalanjälki tai maaperän muutosten aiheuttamat päästövaikutukset.

Rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmän yhteydessä tarkastellaan myös hiilikädenjälkeä. Hiilikädenjälki kuvaa potentiaalisia ilmastohyötyjä, jotka syntyvät rakentamisen yhteydessä. Myönteisiä ilmastovaiikutuksia saadaan muun muassa uusiutuvan energian ratkaisulla, lisäämällä viheralueita (viherkatot ja -seinät), sekä hyödyntämällä hiiltä sitovia materiaaleja, kuten puupohjaisia tuotteita. Rakennetussa ympäristössä hiilikädenjälkeä voi kasvattaa myös kiertotalouden keinoin, kuten hyödyntämällä kierrätysmateriaaleja tai kierrätysmateriaaleja sisältäviä tuotteita. Vähähiilisyyttä arvioitaessa hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä tarkastellaan kuitenkin erikseen, eikä rakennuksen hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä summata yhteen.

2.2 Hiilijalanjälki liiketoiminnan kannalta

Suomen kansallisvarallisuudesta iso osa on sidottuna rakennettuun ympäristöön ja erityisesti olemassa oleviin kiinteistöihin. Rakennukset ovat pitkäikäisiä sijoituksia, jolloin niiden suunnitelmallinen kunnossapito on tärkeää arvon ylläpitämiseksi. Kiinteistöihin liittyvän liiketoiminnan tulee pystyä ylläpitämään ja luomaan arvoa yli ajan muuttuvassa markkinatilanteessa.

Kannattavan liiketoiminnan yksi edellytyksistä on markkinan tunteminen, sen muutoksiin varautuminen ja sopeutuminen. Nyky-yhteiskunnassa kuluttajat ovat entistä ympäristötietoisempia omissa valinnoissaan ja toimissaan. Kuluttajakäyttäytymisen muutoksen lisäksi ilmasto- ja ympäristöasioiden ohjaamiseen on luotu niin kansallisia kuin kansainvälisiä tavoitteita, vaatimuksia ja rahoitusinstrumentteja. Esimerkkinä voidaan mainita Pariisin ilmastopöytäkirjan myötä asetettu Suomen tavoite olla hiilineutraali 2035 mennessä. Muutokseen vastaamiseen ja vaaditun toiminnan toteuttamiseen tarvitaan uudenlaisia tuotannontekijöitä. Tarve synnyttää muutoksen markkinoilla, johon menestyvän liiketoiminnan tulee sopeutua.

Vähähiilisyyden tavoittelu ei tarkoita aina lisäkustannuksia hankkeelle. Hiilijalanjäljen pienentämisen yhtenä keinona on materiaalitehokkuus ja esimerkiksi hukan vähentäminen. Lisäksi käytönaikaiseen energiankulutukseen liittyy merkittäviä päästöjä sekä käyttökustannuksia, mikä tarkoittaa, että energiatehokkuutta parantamalla saavutetaan kustannus- ja päästösäästöjä. Nyrkisääntönä voidaankin pitää, että energian ja materiaalien säästäminen säästää myös

ilmastoa ja kustannuksia. Toisaalta optimoitujen ratkaisujen löytämiseen on syytä varata aikaa ja resursseja. Kuitenkin tilanteessa, jossa liiketoiminnan päätavoitteena on omistaa rakennuksia tai rakentaa itselleen omaan käyttöön, on energia- ja materiaalitehokkuuden näkökulma tärkeä ottaa huomioon uusien rakennusten rakentamisen tai hallinnassa olevien kiinteistöjen korjaamisen yhteydessä, jotta elinkaaren aikaiset kustannukset ja päästöt pysyvät hallinnassa.

Laajemmin katsottuna vastuullisuutta voidaan pitää yritysten eräänlaisena elinehtona. Tulevaisuudessa on odotettavissa, että ympäristöministeriön julkaisema laskentamenetelmä (joka on nyt luonnosvaiheessa) ja siihen liittyvä asetusluonnos tarkentuu ja tulee ohjaamaan rakennushankkeita. Tämä tarkoittaa myös, että rakennustyyppikohtaiset raja-arvot julkaistaan ja niiden täyttymistä vaaditaan osana rakennuslupaprosessia. Edelleen on odotettavissa, että hiilijalanjäljen laskentaa toteuttaville tahoille asetetaan joko suosituksia tai vaatimuksia, samaan tapaan kuin rakennuksen E-luvun laskennassa. Hanke, jonka ympäristövaikutuksia ei ole tarkasteltu, voi olla riski tulevaisuudessa, kun markkinat kehittyvät voimakkaasti vähähiilisyttä korostaviksi. Ympäristöasioiden huomiointi voidaankin nähdä eräänlaisena riskienhallinnan keinona. Elinkaariajattelu ja hiilijalanjälkitarkastelut ovat vakiintuneita menetelmiä, jotka auttavat yrityksiä ja toimijoita arvioimaan ja hallitsemaan omia ympäristö- ja ilmastovaikutuksia.

Uudisrakennusten hiilijalanjälkilaskenta on

myös keskeisessä osassa uutta EU-taksonomia-asetusta. EU-taksonomia on taloudellisen toiminnan kestävyysnäkökulmaa arvioiva järjestelmä, joka tulee koskemaan Euroopassa

rakentamisen eri toimintoja. Hiilijalanjälkilaskennan toteuttaminen erityisesti uusille rakennuksille auttaa varautumaan taksonomian asettamiin vaatimuksiin tulevaisuudessa.

3 Hiilijalanjäljen laskenta

Pääkohdat

- Suurin vaikutusmahdollisuus rakennuksen hiilijalanjälkeen on hankkeen alkuvaiheissa. Mitä varhaisemmassa vaiheessa tavoitteet kirjataan, sitä paremmin niiden toteutuminen voidaan ottaa huomioon niin kustannuksissa kuin suunnitelmissakin.
- Hiilijalanjälkilaskenta ja sen pienentäminen hankkeen edetessä edellyttää yhteistyötä ja tiedonvaihtoa suunnittelijoiden, urakoitsijan ja hiilijalanjälkilaskijan välillä. Hiilijalanjälkilaskennassa määrä- ja energiatiedot yhdistetään vastaavien materiaalien ja energiamuotojen päästötietoihin, joiden perusteella lasketaan päästöt elinkaaren jokaisessa vaiheessa. Ympäristöministeriön menetelmäluonnos tarjoaa taulukkoarvot talotekniikan, kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöjen arviointiin.
- Parhaan hyödyn hiilijalanjälkilaskennasta saa, kun laskentoja tehdään useita hankkeen edetessä: alustava hankesuunnitteluvaiheessa, vertailevat laskelmat ehdotussuunnitteluvaiheessa, päivitetty laskelmat yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa, valittujen suunnitteluratkaisujen mukainen laskelma rakennuslupavaiheessa ja todentava laskenta toteutuneilla määrä- ja materiaalitiedoilla.
- Hiilijalanjäljen laskentaan kannattaa käyttää siihen suunniteltua ohjelmistoa, päästötietojen tulee olla mahdollisimman laadukkaita ja perustua tuotteiden ympäristöselosteisiin tai kansallisen päästötietokannan tietoihin.
- Hiilijalanjälkilaskennan tulokset auttavat tunnistamaan keskeiset päästölähteet sekä potentiaaliset tavat vähentää päästöjä. Yksittäisen luvun sijaan tulee keskittyä ymmärtämään ja minimoimaan elinkaaren aikaisia vaikutuksia ja tunnistamaan suunnitteluratkaisuja ja tapoja toteuttaa tavoitellut päästövähennykset.
- Materiaalien ja energiankulutuksen päästöt muodostavat suurimman osan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä. Vähäpäästöisillä materiaalivalinnoilla ja energiatehokkuudella voidaan siis vähentää päästöjä merkittävästi.

3.1 Laskennan periaatteet

Koska suurin vaikutusmahdollisuus rakennuksen elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen on hankkeen alkuvaiheessa, on hankkeen tavoitteissa ja jo tarveselvityksessä hyvä määritellä ja kirjata hankkeen hiilijalanjälkitavoite. Hiilijalanjäljen ohjaaminen on hyvin samanlaista kuin hankkeen kustannusten ohjaaminen. Mitä aiemmin vähähiilisyystavoite asetetaan, sitä varmemmin hankkeeseen osallistuvat asiantuntijat ja rakennuttaja voivat suunnittelun edetessä ohjata hanketta kohti tavoitetta. Hiilijalanjälkilaskentaa suositellaankin tehtäväksi hankkeen alkuvaiheessa ja pitkin suunnittelua, jolloin saadaan lisätietoa päätöksentekoon, voidaan paremmin vertailla vaihtoehtoja ja tätä kautta vaikuttaa toteutuvan hiilijalanjäljen suuruuteen tehokkaimmin.

Hankkeen hiilijalanjäljen selvittämisen tueksi on suositeltavaa hyödyntää erilaisia hiilijalanjälkilaskentoja eri suunnitteluvaiheissa (kuva 3). Hanksuunnittelun yhteydessä esitettävien tilaratkaisujen pohjalta voidaan laatia alustavia hiilijalanjälkilaskelmia. Rinnakkain tehtävät laskelmat mahdollistavat esimerkiksi eri runkoratkaisujen, massoitteeluun ja rakennuksen kokoon liittyvien seikkojen sekä energiankulutuksen alustavan tason vertailemisen elinkaarikustannusten ja -päästöjen näkökulmasta. Vertailujen avulla voidaan tunnistaa hankkeen merkittävimmät päästölähteet ja vaikutusmahdollisuudet. Lisäksi laskelmien avulla voidaan jalostaa konseptiratkaisuja ottaen huomioon niin vähähiilisyystavoitteet kuin muut tekniset ja käyttäjälähtöiset tavoitteet.



Kuva 3. Hiilijalanjälkilaskentojen toteutus hankkeen edetessä

Suunnittelun edetessä ehdotussuunnittelun kautta yleissuunnitteluun, valitusta ratkaisusta on hyvä tehdä päivitetty hiilijalanjälkilaskelma: rakennuslupavaiheessa tullaan tulevaisuudessa vaatimaan ilmastaselvitys, jossa esitetään rakennuslupakuvien mukaisten ratkaisujen hiilijalan-

jälki ja -kädenjälki. Myöhemmin hankkeen loppupuolella, voidaan käyttöönottovaiheessa tehdä toteutuneisiin suunnitelmiin perustuva hiilijalanjälkilaskelma lopullisen hiilijalanjäljen todentamiseksi, jonka perusteella voidaan varmentua vähähiilisyystavoitteet toteutumisen.

3.2 Laskentaan liittyvät toimijat

Hankeessa hiilijalanjälkilaskenta teetetään elinkaari- tai hiilijalanjälkiasiantuntijalla, joka voi olla hankkeeseen nimetty elinkaarisuunnittelija tai suunnitteluryhmää täydentävä erityisasiantuntija. Hankkeisiin nimetty elinkaariasiantuntija opastaa ja ohjaa suunnittelutyötä asetettujen hiilijalanjälkitavoitteiden mukaisesti. Nimettynä suunnittelijana, elinkaariasiantuntija voi toistaa laskelmia tehtävälisäyksen mukaisesti, jolloin laskentatapa ja -tarkkuus ovat lähtökohtaisesti yhteneväisiä laskelmien välillä. Yhteneväisyys edistää tulosten luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta, mikä on tärkeää aidosti vähäpäästöisten ratkaisujen toteutumiseksi.

Laskennan luotettavuuden ja uskottavuuden varmistamiseksi laskenta kannattaa teettää rakentamiseen ja rakennusalan ympäristö- ja elinkaariosioihin perehtyneellä henkilöllä. Elinkaariarviointiin ja hiilijalanjäljen laskentaan perehtynyt asiantuntija osaa tunnistaa päästöihin vaikuttavat tekijät ja syy-seuraussuhteet suunnitteluratkaisujen päästöille ja voi asiantuntijuudellaan antaa suosituksia päästöjen vähentämiseksi laskelmien pohjalta. Suomessa rakentamisen lainsäädännössä on odotettavissa, että rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta vaaditaan rakennusluvan yhteydessä. Tästä todennäköisesti

seuraa myös se, että laskennan suorittavalle henkilön pätevyydelle asetettaneen tulevaisuudessa vaatimuksia, vaikka oppaan kirjoitushetkellä hiilijalanjälkilaskennan laatijalle ei ole asetettu pätevyysvaatimuksia.

Onnistunut hiilijalanjälkilaskenta edellyttää yhteistyötä ja vuorovaikutusta suunnittelijoiden ja laskijoiden kesken, sillä laskentaan tarvitaan määrä- ja energiatietojen lisäksi ymmärrystä materiaalien teknisistä ominaisuuksista, etenkin kun tehdään vertailevaa laskentaa ja optimoidaan kohteen toteutusta monitavoitteellisesti esimerkiksi kustannusten ja teknisten ominaisuuksien näkökulmasta.

Hiilijalanjälkilaskennassa hyödynnetään aina ajantasaisinta tietoa materiaaleista ja niiden päästöistä. Rakennusmateriaalien valmistajat ovat entistä sitoutuneempia omien tuotteiden vähähiilisyyden varmistamiseen. Tuotteiden vertailua helpottaa tuotteiden ympäristöselosteet, EPD (Environmental Product Declaration), joka tarjoaa standardoidusti ja luotettavasti tietoa tuotteen ympäristövaikutuksista. EPD sisältää monien muiden vaikutusten lisäksi tiedot tuotteen ilmastovaikutuksista, jolloin suunnittelijat, hiilijalanjäljen laskijat ja hankinnasta vastaavat toimijat voivat hyödyntää tietoa vertailussa, muiden valintaperusteiden rinnalla.

3.3 Laskentatyökalut ja ohjelmistot

Yleisesti rakennusten hiilijalanjälkilaskentaan käytetty kaupallinen työkalu on verkkopohjainen One Click LCA ohjelmisto, jonka taustalla on suomalaislähtöinen yritys. Työkalun etuna on helppo käyttöliittymä ja valmiit liitännät useisiin tietokantoihin (mm. co2data.fi ja keskeisimmät EPD tietokannat). Hiilijalanjäljen laskennan sekä ilmastoselosteiden vaatimusten selkiytyessä myös laskentaohjelmistot kehittyvät, ja ne palvelevat entistä paremmin eri hankevaiheissa tehtäviä analyyssejä.

Suomen ympäristökeskus SYKE ylläpitää ja kehittää ilmaista rakennusmateriaalien ja -prosessien päästötietokantaa, co2data.fi.

Sivusto sisältää sekä rakentamisen että infra-rakentamisen hiilijalanjälkilaskentaan soveltuvia keskimääräisiä päästötietoja, jotka täydentyvät ja tarkentuvat tulevaisuudessa. Lisäksi on odotettavissa, että useampien rakennustuotteiden ympäristöselosteita julkaistaan ja niiden merkitys ja käytettävyys kasvaa.

Helsingin asemakaavojen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (HAVA) mahdollistaa kaavatason hiilijalanjälkitarkastelun. Kaavatasolla voidaan arvioida erilaisten kaavamuu-
tosten synnyttämiä hiilijalanjälkivaikutuksia alueeseen, ja laskennan tulosta voidaan käyttää osana päätöksentekoprosesseja.

3.4 Laskennan eteneminen käytännössä

Hiilijalanjälkilaskenta etenee yksinkertaisesti niin, että määrä- energia- ja muut lähtötiedot kerätään ja yhdistetään vastaaviin päästökertoimiin (kuva 4). Laskennan aikana selvitetään myös rakennuksen lämmitetty nettopinta-ala, joka kuvaa ulkoseinien sisäpintojen sisäpuolista pinta-alaa, joka on jatkuvalämmitteistä. Tarkastelun aikajän-
teenä käytetään tyypillisesti 30 tai 50 vuotta. Ympäristöministeriön mukaisen ilmastaselvityksen mukainen arviointiajanjakso on aina 50 vuotta. Hiilijalanjälkilaskentaan voidaan käyttää kustannuslaskennan määrätietoja, sillä kustannuslaskennan prosessi on pitkälti vastaava kuin hiilijalanjälkilaskennan (Kuva 4). Esimerkiksi rakennusosa-arvion kustannustietojen pohjalta voidaan helposti huomi-

oida kaikki rakennuksen rakenteet vastaavassa määrätarkkuuksissa. Onkin suotavaa, että hankkeen elinkaarta tarkastelevat selvitykset kulkevat rinnan kustannuslaskennan kanssa.

Materiaalimäärät lasketaan ajantasaisista suunnitelmista. Ympäristöministeriön menetelmän mukaan taulukossa 1 esitetyt TALO2000-nimikkeistössä kuvatut rakenneosat. Huomattavaa on, ettei menetelmäluonnoksen mukainen laskenta kata uuden rakennuksen tieltä purettavien rakenteiden tai rakennusten hiilijalanjälkivaikutusta. Tyypillisesti hyvin alkuvaiheessa hanketta tarkkoja suunnitelmia ei ole saatavilla. Tällöin rakennuksen varhaisen vaiheen päästölaskenta tehdään rakennuksen geometrian pohjalta

Hiilijalanjäljenlaskenta



Lähtötietoihin tutustuminen > Määrä-laskenta > Määrien linkittäminen päästötietoihin > Energiakulutuksen päästöjen arviointi > Päästölaskennan tulos ja vertailu olemassa oleviin laskentoihin

Kustannuslaskenta

Lähtötietoihin tutustuminen > Määrä-laskenta > Määrien linkittäminen kustannustietoihin > Väilliset kustannukset ja kate > Kustannuslaskennan tulosten vertaaminen olemassa oleviin laskelmiin



Kuva 1. Hiilijalanjälki- ja kustannuslaskennan eteneminen.

arvioitujen määrien avulla. Esimerkiksi One Click LCA -ohjelmiston Carbon Designer tarjoaa rakennuksen laajuuteen, runkomateriaaliin, perustamistapaan, julkisivuun ja käyttötarkoitukseen perustuvan arvion rakennuksen elinkaaren päästöistä. Määrä-laskennan tuloksena lasketut materiaalit ja tuotteet yhdistetään vastaaviin päästötietoihin. Arvioinnin laadun ja tarkkuustason säilyttämiseksi materiaalien linkityksessä tulee hyödyntää mahdollisimman laadukasta päästötietoa (taulukko 2).

Ympäristöministeriön menetelmäluonnoksessa on esitetty taulukkoarvoja sellaisille osa-alueille, joiden tarkka arviointi on haastavaa. Talotekniikka on yksi tällainen osa-alue, jonka materiaali- ja komponenttimääriin vaikuttavat voimakkaasti rakennuksen käyttötarkoitus ja sille asetetut tavoitteet. Talotekniikan materiaali- ja komponenttimääriin vaikuttavat voimakkaasti rakennuksen käyttötarkoitus ja sille asetetut tavoitteet. Talotekniikan materiaali- ja komponenttimääriin vaikuttavat voimakkaasti rakennuksen käyttötarkoitus ja sille asetetut tavoitteet. Talotekniikan materiaali- ja komponenttimääriin vaikuttavat voimakkaasti rakennuksen käyttötarkoitus ja sille asetetut tavoitteet.

teella. Talotekniikan lisäksi rakennusmateriaalien kuljetuksista, työmaan toiminnoista, käytönaikaisten korjausten energiankulutuksesta sekä purkamisesta ja jätehuollosta syntyvät päästöt lasketaan tyypillisesti suunnitteluvaiheessa taulukkoarvon mukaisesti.

Vaikka edellä mainittuja päästölähteitä arvioidaan keskimääräisten taulukkoarvojen avulla, voidaan näihin liittyviin todellisiin päästöihin vaikuttaa. Urakoitsijan on mahdollista pienentää työmaalla tapahtuvia päästöjä merkittävästi omilla toimillaan, ja suunnitteluratkaisuiden avulla voidaan optimoida talotekniikan määrä ja lisäksi edistää materiaalien kierrätystä elinkaaren lopussa.

E-lukulaskennan tulosten pohjalta saadaan arvioitu rakennuksen käytönaikainen vuosittainen energiankulutus, joka yhdistetään energialähteiden päästökertoimiin (Taulukko 3). Energialähteiden päästöarvot huomioivat tuotantomuotojen päästökemityksen tulevaisuudessa. Käytännössä odotettavissa on, että sähkön ja kaukolämmön päästökerroin pienenee voimakkaasti, kun tuotannosta poistuvat fossiiliset polttoaineet.

Talo2000-nimikkeistö	Sisältyy arviointiin	Ei sisälly arviointiin
Alueosat	1.1.1 Maaosat 1.1.2 Tuennat 1.1.3 Päällysteet 1.1.5 Alueen rakenteet	<ul style="list-style-type: none"> Raivaukset, kaivannot ja ka-naalit Alueen varusteet Uuden rakennuksen tieltä purettavat rakenteet tai rakennukset Kasvillisuus, maaperä ja ve-sistö
Rakennusosat	1.2.1 Perustukset 1.2.2 Alapohja 1.2.3 Runko 1.2.4 Julkisivut, ovet ja ikkunat 1.2.5 Ulkotasot ja parvekkeet 1.2.6 Kattorakenteet	<ul style="list-style-type: none"> Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet Savunpoistorakenteet Tuotteiden pakkaukset
Tilaosat	1.3.1 Jako-osat (väliseinät, ovet, portaat) 1.3.2 Tilapinnat (lattiat, sisäkatot, seinät) pintakäsittelyineen 1.3.3 Tilavarusteet (kiintokalusteet, keittiö laitteet) 1.3.4.2 Hormit ja tulisijat 1.3.5 Tilaelementit (mm. kylpyhuonemoduulit)	<ul style="list-style-type: none"> Listat ja kulmavahvikkeet Kaiteet Tilaopasteet Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet Tuotteiden pakkaukset
Talotekniikka	<ul style="list-style-type: none"> Lämmitysjärjestelmän pääosat Vesi- ja viemärijärjestelmän pääosat Ilmastointijärjestelmän pääosat Jäähdytysjärjestelmän pääosat Sprinklerijärjestelmän pääosat Sähköjärjestelmän pääosat Hissit ja liukuportaat 	<ul style="list-style-type: none"> Tietotekniset järjestelmät Taloautomaation pääjärjestelmät Varavirtajärjestelmät Erilliset koneet ja laitteet Tuotteiden pakkaukset
<p>Arvioinnin ulkopuolelle voi jättää enintään yhden painoprosentin arviointiin sisältyvästä rakenneosasta.</p>		
<p>Kansallisessa päästötietokannassa olevia taulukkoarvoja voi hyödyntää helpottamaan rakennusosien arviointia.</p>		

Taulukko 1. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioitavat rakenneosat.

Rakennustuotteita koskevat tiedot	<p>Rakennuslupavaiheessa:</p> <p>Tuote- tai tuoteryhmäkohtainen, ympäristöselosteen tieto, jos ennakolta on tiedossa käytettävä materiaali ja tuotteella on voimassa oleva ympäristöselosta.</p> <p>Kansallisen päästötietokannan tiedot. Kaikki tarvittavat tiedot tulisi löytää kohtien 1. ja 2. mukaan. Jos arvioitavassa rakennuksessa on erittäin harvinaisia tuotteita, voidaan harkita kohtien 3. ja 4. mukaisten tietojen käyttöä.</p> <p>Muut yleisesti käytössä olevat päästötietokannat, jos tuotteelle ei ole ympäristöselostetta eikä vastaavan tuotteen päästötietoja löydy kansallisesta päästötietokannasta.</p> <p>Vertaisarvioidun tieteellisen tutkimuksen tiedot, jos ne ovat alle 10 vuotta vanhoja ja muuten sopivat Suomalaisiin olosuhteisiin.</p> <p>Rakennuksen käyttöönottovaiheessa:</p> <p>Rakennukselle käytetään rakennustuotteiden ympäristöselosteiden mukaisia tietoja, jos saatavilla. Muuten kohtien 2. ja 3. mukaan.</p>
Ostoenergian määrä	<p>Rakennuslupaa varten laadittu energiaselvitys tai sen päivitys.</p> <p>Jos rakennukselle ei ole laadittu energiaselvitystä, käytetään energiaselvityksen menetelmän mukaisesti laadittua tietoa ostoenergian määrän määrittämiseen.</p>
Energiamuotojen päästökertoimet	<p>Kansallisen päästötietokannan tiedot. Laskennassa voidaan käyttää alueellisia kaukolämmön tai kaukokylmän päästö-kertoimia kansallisten päästötietojen lisäksi. Alueellisilla päästökertoimilla ei voi kuitenkaan korvata kansallisen päästötietokannan tietoja.</p>
Kuljetusmatkat, työmaan energia	<p>Kansallisen päästötietokannan taulukkoarvot.</p> <p>Todelliset tiedot, jos haluaa laskea kuljetuksista syntyneet päästöt tarkasti.</p>

Taulukko 2. Päästötietojen laadukkuus.

Päästökerroin gCO ₂ e/kWh	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Sähkö						
(hyödynjakomenetelmä)	153	89	59	45	34	22
Kaukolämpö						
(hyödynjakomenetelmä)	147	114	82	54	29	21
Kaukojäähdytys	42	26	18	13	10	7
Fossiiliset						
polttoaineet	306	306	306	306	306	306
Biopolttoaineet	27	27	27	27	27	27

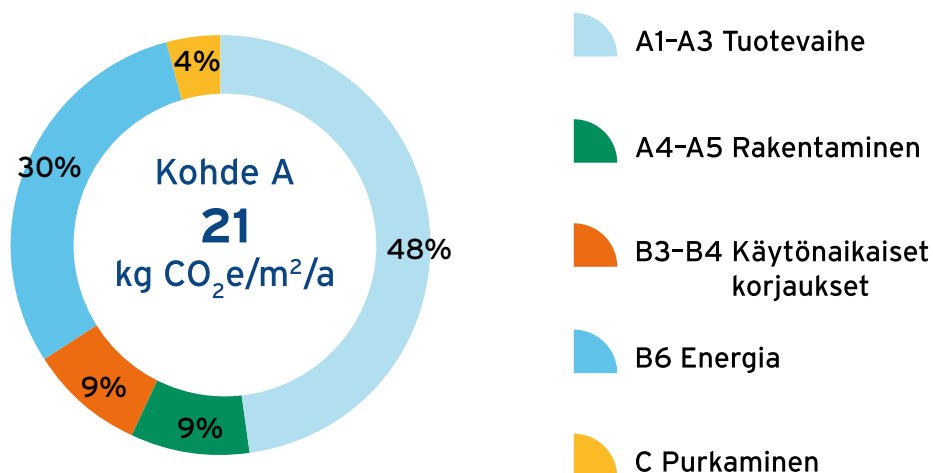
Taulukko 3. Kansalliset energian päästökertoimet (lähde: CO2data.fi).

3.5 Laskentatulosten tulkinta ja hyödyntäminen

Rakennuksen hiilijalanjälki ja -kädenjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttikilogrammalla lämmitettyä nettoalaa kohti vuodessa (kg CO₂-ekv/m²/v, ks. kuva 5). Toistaiseksi jalanjäljelle tai kädenjäljelle ei ole annettu tavoitetasoja tai raja-arvoja. Oleellista tulosten tarkastelussa on tunnistaa merkittävimmät elinkaarivaiheet ja suuripäästöisimmät rakenteet ja materiaalit. Materiaalit erittelevä hiilijalanjälkitulos auttaa tunnistamaan keskeisimmät päästöt tuottavat materiaalit, jolloin voidaan tutkia vaihtoehtoisia, vähähiili-

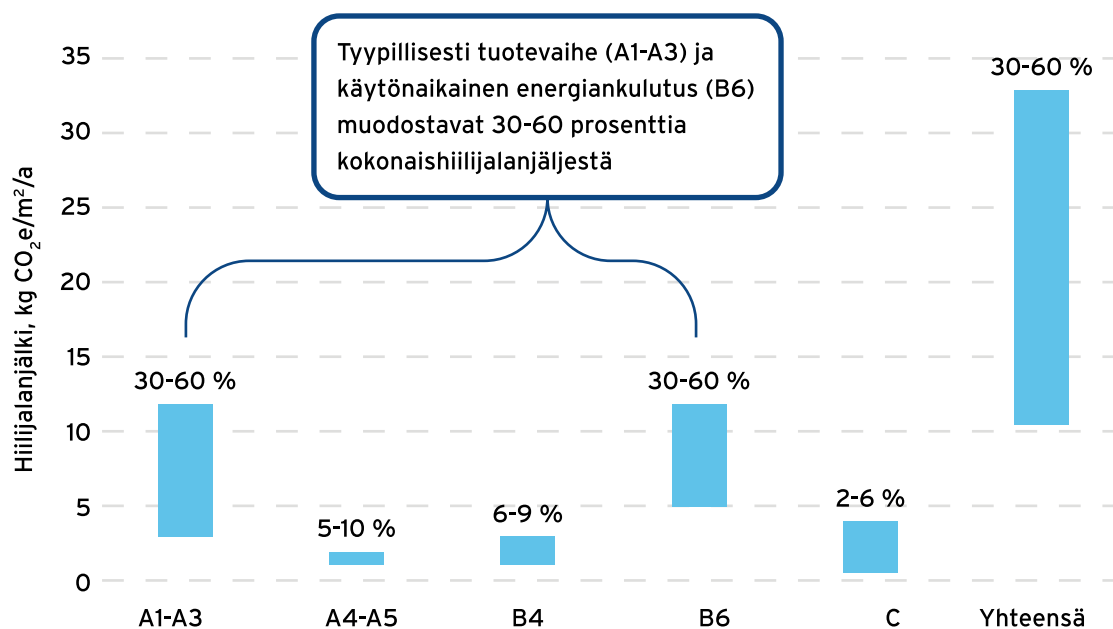
lisempiä materiaaleja markkinoilta. Materiaalivalinnat vaikuttavat myös mm. lämmöneristävyyteen, jolloin suunnittelussa on tärkeää huomioida kokonaisuus, jolla saavutetaan mahdollisimman vähähiilinen tulos elinkaaren aikana.

Tyypillisesti materiaaleihin sekä energiaan liittyvät päästöt ovat merkityksellisimmät rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljessä (kuva 6). Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen ajallinen kumuloituminen on esitetty kuvassa 7. Rakennusvaiheessa syntyy merkit-



Kuva 5. Esimerkki rakennuksen hiilijalanjälkituloksesta elinkaarivaiheittain.

Rakennuksen hiilijalanjäljen kg CO₂e/m²/a, tyypillinen arvo*



Kuva 6. Uudis- ja korjausrakentamisen kohteiden hiilijalanjäljen tyypillinen arvo elinkaarivaiheittain. Esitetyt prosenttiosuuksien vaihteluvälit kuvaavat moduulin merkitystä hankkeen kokonaishiilijalanjäljestä.

*Tyypillinen arvo kuvaa vuoden 2022 tasoa. Tyypilliset arvot saattavat muuttua menetelmien ja päästökertoimien päivittyessä.

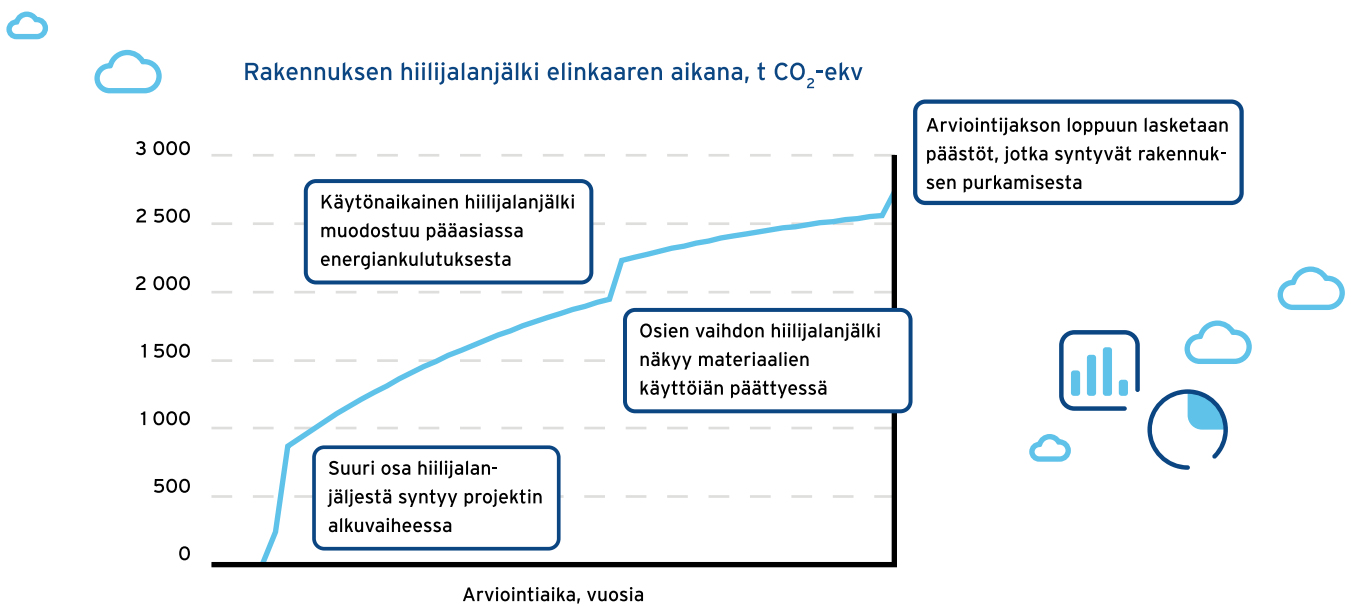
täviä päästöjä. Rakennuksen käytön aikana päästöt liittyvät energiankulutukseen, kun taas osien vaihdon ja korjausten hiilijalanjälki näkyy pienenä piikkinä. Elinkaaren lopussa näkyvät purkamisen, jätteiden käsittelyn ja kuljetusten päästöt.

Hiilijalanjälkilaskentaa voidaan käyttää apuna arvioitaessa, onko kohteen purkaminen vai korjaaminen kannattavampaa. Tyypillisesti hiilijalanjäljen näkökulmasta rakennuksen korjaaminen voi olla tehokkaampaa, sillä neitseellisten resurssien tarve on tavallisesti pienempi. Korjaus- ja uudisrakennushankkeissa elinkaaren päästöt jakautuvat tyypillisesti kuvan 8 mukaisesti.

Hiilijalanjälkilaskenta sisältää käytännössä aina oletuksia ja epävarmuuksia. Epävarmuustekijöitä ovat mm. lähtötietojen laatu,

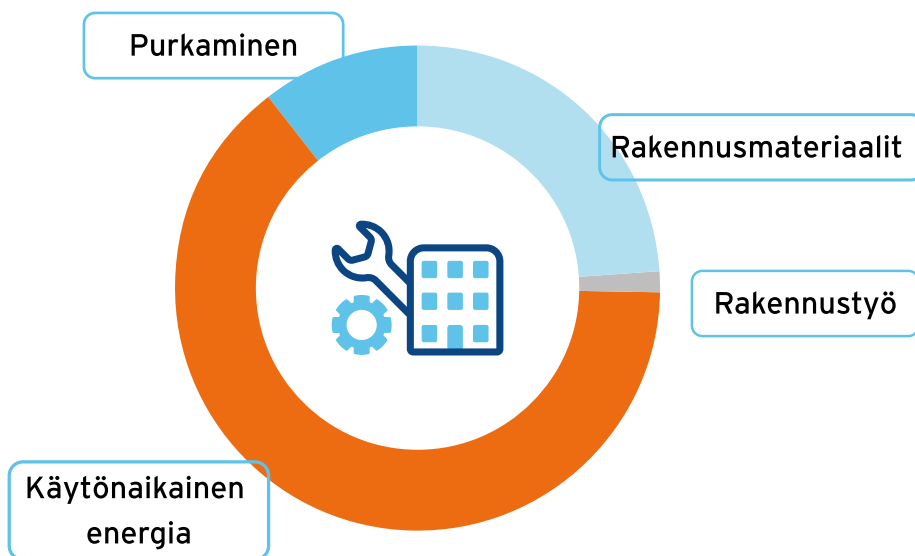
laskennan toteuttajan asiantuntevuus sekä materiaalien päästötietojen saatavuus. Hiilijalanjälkilaskennan yhteydessä puhutaan siis aina arviosta. Laskennan tulokset tarjoavat lisätietoa vaihtoehtojen tarkasteluun sekä suunnittelun tueksi. Erityisesti vertailulaskeumat, jossa tutkitaan rinnakkain useampia vaihtoehtoisia ratkaisuja ovat hyödyllisimmillään silloin kun niitä käytetään

(elinkaari-)kustannustarkastelujen rinnalla. Laskentaan liittyviä epävarmuuksia voidaan tarkastella herkkyyksianalyysin avulla, jolloin saadaan käsitys tulosten todennäköisestä vaihteluvälisestä, tai merkittävimpien oletusten vaikutuksesta hiilijalanjälkeen. Laskentojen yhä yleistyessä myös julkaistua tutkimustietoa on entistä paremmin saatavilla, ja tyypilliset hiilijalanjäljen arvot alkavat vakiintua.

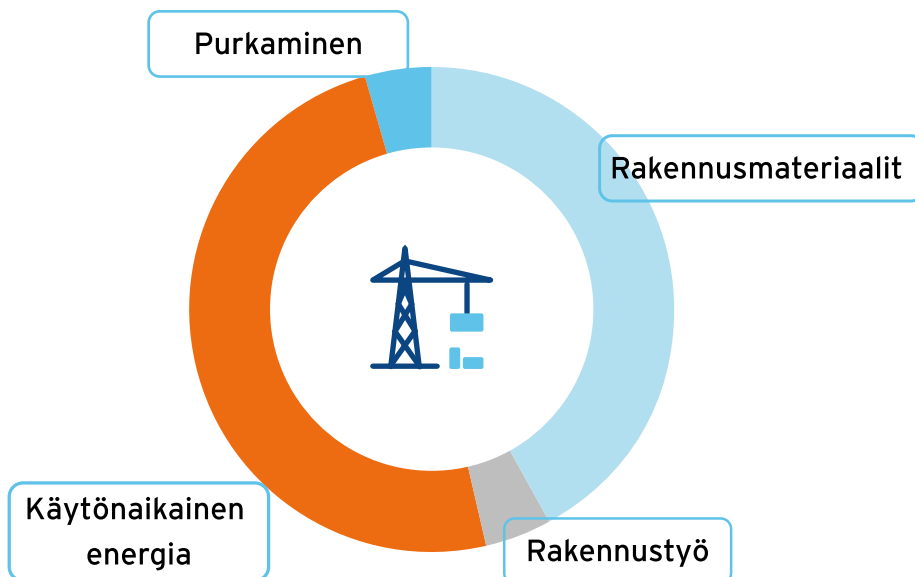


Kuva 7. Esimerkki rakennuksen kumulatiivisen hiilijalanjäljen kertymisestä ajan kuluessa.

Korjausrakentaminen



Uudisrakentaminen



Kuva 8. Tyypillisten korjaus- ja uudisrakennushankkeiden päästöjen jakautuminen elinkaarivaiheittain.

4 Esimerkkejä

Pääkohdat

- Hiilijalanjätkilaskentaa hyödynnetään yrityksissä nykytilanteen määrittämiseen, vaihtoehtojen ja toimenpiteiden vaikutusarviointiin sekä suunnittelun ohjaamiseen.
- Hankkeissa kannattaa pyrkiä ensisijaisesti materiaalitehokkuuteen, vähähiilisiin materiaaleihin ja energiatehokkuuteen. Päästövähennysten aikaansaamiseksi on olemassa laaja kirjo toimenpiteitä, mutta niiden soveltuminen tulee tutkia hankekohtaisesti parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

4.1 Vaasan yliopiston kampusalue

Vaasan yliopistossa on käynnissä kampuskehityshanke, jossa tavoitellaan kustannussäästöjen lisäksi tilankäytön tehostamista. Kiinteistöjen osuus yliopiston kokonaishiilijalanjätkijestä oli noin kuudennes vuonna 2019. Kampuskehityshanke valmistuu arvion mukaan 2024.

Konsulttityössä vertailtiin yliopiston kuuden kiinteistön käytönaikaisia päästöjä nykytilanteessa saneerauksen jälkeiseen tilanteeseen, jossa energia- ja tilatehokkuus on kasvanut ja yhden kiinteistön käytöstä on luovuttu. Työssä tarkasteltiin myös uusiutuvan energian hyödyntämisen vaikutuksia hiilijalanjälkeen. Laskelmassa vertailtiin eri lämmitysmuotoja sekä aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottoa ja siirtymistä uusiutuvan sähkön käyttöön.

Saneeraukseen liittyvien muutostöiden, uusimisten yms. käytettävien materiaalien

määrät arvioitiin piirustusten perusteella sekä asiantuntija-arvioon perustuen. Energiatiedot perustuivat toteutuneisiin tietoihin sekä muutos- ja aurinkosähkön osalta tehtyihin energiaselvityksiin. Laskennassa hyödynnettiin One Click LCA -ohjelmistoa ja ympäristöministeriön vähähiilisuuden arviointimenetelmän luonnosta.

Selvityksessä muodostettiin skenaarioita mahdollisista energianratkaisuista, joiden tulosten pohjalta eri vaihtoehtoja voidaan vertailla (kuvat 9 ja 10). Laskelman perusteella voitiin todeta, että kampusrakennusten saneerausten, tilatehokkuuden parantamisen ja yhden rakennuksen käytöstä poistamisen myötä hiilijalanjäljen nähtiin yli puolittuvan seuraavan 30 vuoden tarkastelujaksolla, huolimatta siitä, että saneerausten yhteydessä syntyy materiaalipäästöjä.

Työssä selvitettiin myös käytön ajan hiili-

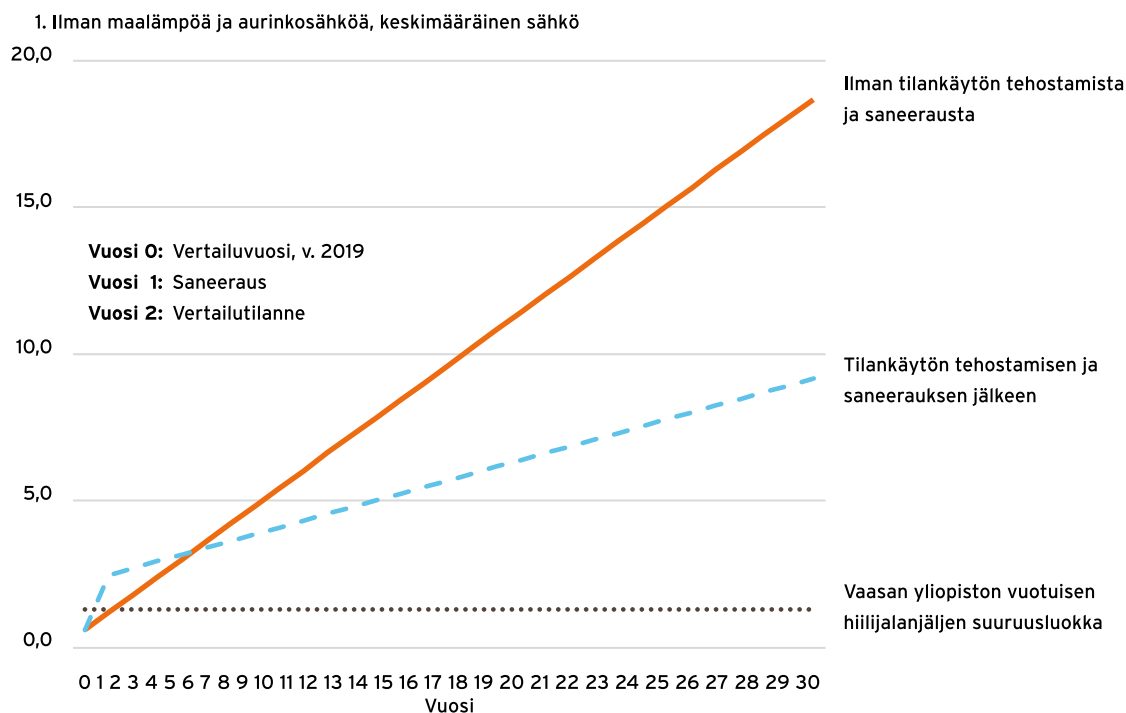
jalanjälkeä tilanteissa, joissa hyödynnetään erilaisia tontilla tuotettavia tai uusiutuvia energiamuotoja olemassa olevien kaukolämpö- ja sähköratkaisuiden sijasta. Vuoden 2019 lähtötilanteeseen verrattuna, tilatehokkuuden parantamisella (saneeraus), maalämpöjärjestelmällä, aurinkosähkölaitteistelmällä ja uusiutuvan sähköenergian avulla käytönaikaiset energiapäästöt on mahdollista minimoida lähes olemattomiksi.

Kampusalueen hiilipäästöjen kokonaiskuvan lisäksi selvityksessä tarkasteltiin rakennuskohtaisesti saneerauksen ja ener-

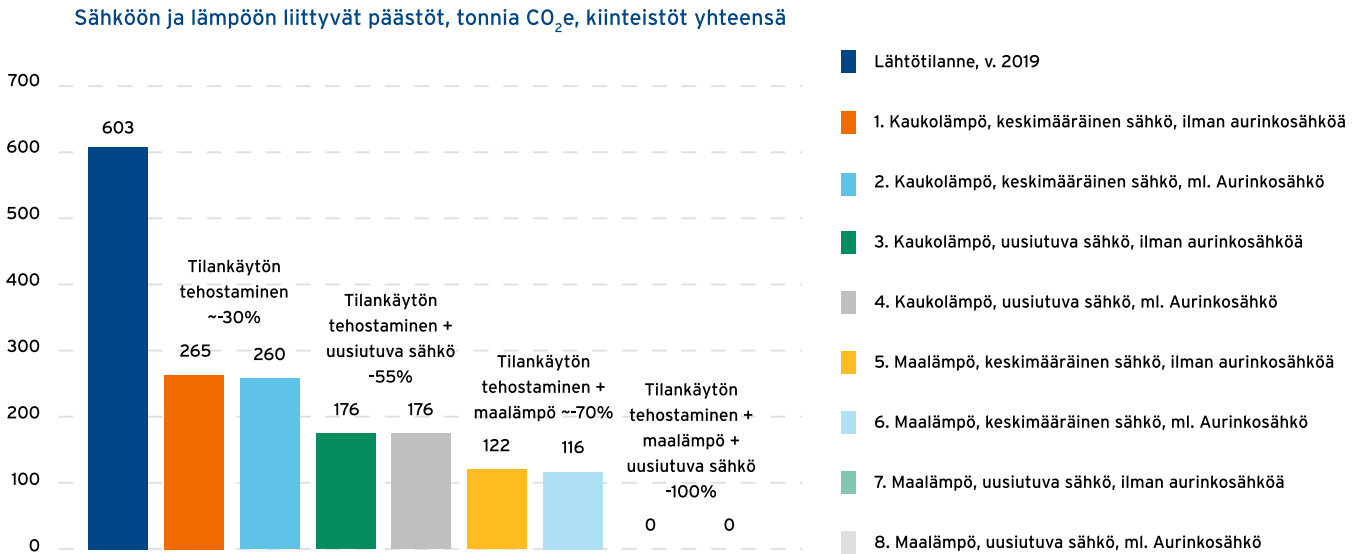
giakorjausten vaikutuksia hiilijalanjäljen kehittymiseen nykytilanteeseen verrattuna. Tulosten pohjalta kampuskehitystiimi pystyy arvioimaan, minkä rakennuksen osalta hiilijalanjäljen parantamiseen on suurimmat edellytykset sopivimmilla ratkaisuilla ja mikä rakennus toimii suhteellisen tehokkaasti jo nykymuotoisilla järjestelmillä. Selvityksessä todettiin myös, että aktiivinen kampuksen päästöseuranta voi hyödyttää yliopistoa ja hankekehitysallianssia niin kustannusten näkökulmasta kuin imagomielessä.



Kumulatiiviset päästöt, 1000 t CO₂e, vakiopäästökerroin



Kuva 9. Vaasan yliopiston kampushankkeen käytönaikaiset kumulatiiviset päästöt eri tilanteissa.



Kuva 10. Sähkön ja lämpöön liittyvät päästöt eri skenaarioissa.

4.2 Uudiskerrostalo

NAL Asunnot Oy:n kolmelle ARA-rahoitteiselle uudiskerrostalolle laadittiin rakennuslupavaiheen hiili-jalanjälkilaskenta, jossa laskelmat perustuivat rakennusluvan energiaselvitykseen ja rakennuslupa-kuviin (Taulukko 4). Laskelmien avulla rakennuttaja halusi selvittää oman organisaation yleisesti käytössä olevien suunnitteluohjeiden ja -vaatimusten vähähiilisyiden ohjausvaikutusta ja jatkokehittää ohjeistusta. Nykytilanteessakin rakennuttaja asettaa A-energiatehokkuusluokan kaikkien hankkeiden tavoitteeksi ja tutkii kaikissa kohteissa sekä maalämpöjärjestelmän että aurinkopaneelien asentamisen mahdollisuutta.

Hiilijalanjälkilaskelmista havaittiin, että uusiutuvien ja tontilla tuotettujen energiamuotojen avulla käytönaikaisen energiankulutuksen osuus rakennusten koko-

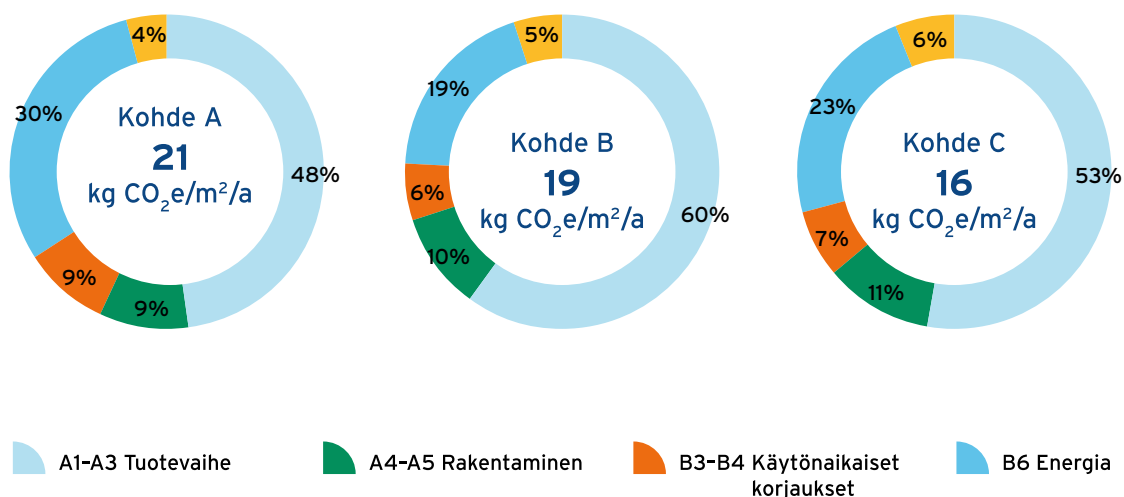
naishiilijalanjäljestä oli matalampi verrattuna kaukolämpökohteisiin: kohteilla A-C noin 20-30 %, kaukolämpökohteissa jopa puolet. Energia-tehokkaiden rakennusten osalta vähähiilisyiden tavoittelu painottuikin materiaalitehokkuuteen ja vähähiilisiin materiaalivehtoihin. Rakenteiden optimointi massaltaan mahdollisimman kevyiksi (mutta rakenteellisesti toimiviksi) nähtiin tehokkaimpana keinona vähentää materiaalien kulutusta ja hiilijalanjälkeä.

Tehdyt laskennat antoivat NAL Asunnot Oy:lle erinomaista tietoa siitä, millaiset seikat ylipäättään vaikuttavat rakentamisessa syntyviin päästöihin ja millaisilla valinnoilla niitä voi pienentää. Kerrostalokohteissa materiaalit valikoituvat sen perusteella mitä paalua esim. maahan on mahdollista lyödä tai millainen runko- tai perustustapa

on kustannustehokkain. Tässä esitetyissä kohteissa teräspaalu ja betonirunko olivat ainoita mahdollisia vaihtoehtoja. Tehdyt laskennat antoivat myös tiedon siitä, millä tasolla kiinteistöjen hiilijalanjälki on tulevissa kohteissa, jolloin NAL Asuntojen suunnittelema kiinteistöjä voidaan mahdollisuuksien mukaan kehittää jatkossa vähähiilisemmiksi.

Hiilijalanjälkilaskenta konkretisoi lisäksi, että hankkeiden perustustavalla ja perusta-

misolosuhteilla on suuri merkitys hankkeiden kokonaishiilijalanjäljen näkökulmasta. Teräspalkkipaalutus on perustusta-voista kaikkein kallein ja suuripäästöisin. Lisäksi uusiutuvan energian hyödyntämiseen liittyy monia näkökulmia. Aurinkosähköjärjestelmien kohdalla pohdittiin ja joudutaan ottamaan huomioon mahdolliset alue- tai kaupunkikohtaisesti asetetut määräykset rakennusten julkisivuille ja kattopinnoille.



Asuinkerrostalo, uudisrakennus	Kohde A	Kohde B	Kohde C
Laajuus	4 700 brm ² (8 krs.)	3 200 brm ² (6 krs.)	5 200 brm ² (11 krs. + kellari)
Uusiutuvan energian käyttö	Aurinkovoimala	Maalämpöjärjestelmä	Maalämpöjärjestelmä
E-luku	74 kWh/m ² /a (A)	75 kWh/m ² /a (A)	-
Runkomateriaali	Betoni (tiilijulkisivu)	Betoni (tiilijulkisivu)	Betoni (tiilijulkisivu)

Taulukko 4. Kerrostalokohteiden tiedot ja hiilijalanjälki elinkaarivaiheittain.

4.3 Hyvät käytännöt hiilijalanjäljen pienentämiseksi

Rakennusalalla on kiinnostusta ja tarvetta vähähiilisen rakentamisen tason määrittelylle. Nykytilanteessa edelläkävijät asettavat tavoitteen itse, sillä kansallista raja-arvoja rakennuksen vähähiilisuudelle voidaan odottaa aikaisintaan vuodelle 2025. Mikäli organisaatiossa asetetaan rakentamisen vähähiilisuudelle raja-arvo, on otettava huomioon tulevaisuuden kehitys niin lainsäädännössä kuin energiantuotannossa ja tuotepuolella. Tie päästövähennyksiin rakentamisessa on kuitenkin lähtökohtaisesti sama riippumatta ajankohdasta: päästöjen ja vähennystoimenpiteiden tunnistaminen, päästövähennyksiin tähtävien ratkaisujen toteutus, oppiminen ja oman toiminnan kehitys.

Päästövähennysten aikaansaamiseksi on olemassa laaja kirjo toimenpiteitä. Keskeisimpien päästölähteiden pienentämisellä saadaan luonnollisesti suurin vaikuttavuus, mutta ilmastonmuutoksen torjunnassa jokaisella vähennetyllä päästökilolla on myönteinen vaikutus. Monella rintamalla tapahtuu kehitystä, joka auttaa ilmastoasioiden edistämässä. Tietopohjassa, laskentamenetelmissä kuin materiaalien, työmaatoimintojen ja energian päästöintensiteetissä on odotettavissa parannusta lähitulevaisuudessa.

Esimerkiksi energiatehokkuuden huomiointi ja parantaminen ei aina ole kaikissa kohteissa täysin hallinnassa. Laskelmien tilaajat voivat usein olettaa, että tietyillä pakettiratkaisuilla (rakenneratkaisuilla) kaikki rakennukset voidaan yhdenmukaisesti nostaa tavoiteltuun energiatehokkuusluokkaan. Kuitenkin samankaltaisilla toimenpiteillä, kuten vaiparakenteiden U-arvojen parantamisella, tehokkailla ikkunoilla ja tiiviillä rakenteilla

voidaan lähtökohtaisesti parantaa kaikkien hankkeiden energiaominaisuuksia, mutta ne eivät automaattisesti takaa haluttua tulosta. Vastaavasti hiilijalanjäljen näkökulmasta herkästi oletetaan, että kaikissa kohteissa hiilijalanjälkeä voidaan minimoida identtisillä keinoilla. Pyrkinessään vähähiiliseen rakentamiseen, tulee toimijoiden huomioida, että kaikilla kohteilla on omat erityispiirteensä, ja siten kohteissa on aina omat merkittävimmät päästölähteensä. Prosessina hiilijalanjäljen pienentäminen on monien mahdollisten toimien summa, joista kohteeseen tulee valita sopivimmat niin kustannusten kuin toteutuksen näkökulmasta. Yritysten ja myös yleisesti alalla onkin suotavaa tutkia ja pyrkiä löytämään joukko jonkinlaisia vakioratkaisuja, jotka edistävät yhdessä vähähiilisuuden tavoitteiden saavuttamista.

Elinkaariajattelua kannattaa pitää rakentamisen keskeisenä periaatteena, ja sen soveltaminen on koko hankkeen ja rakennuksen elinkaaren läpi tapahtuvaa toimintaa. Mahdollisesti rakennusvaiheen aikana panostukset elinkaaritehokkaisuun ratkaisuihin johtavat korkeampiin investointikustannuksiin, jotka kuitenkin voivat maksaa itsensä takaisin rakennuksen käytönaikaisina säästöinä elinkaaren aikana.

Hankkeessa kannattaa pyrkiä ensisijaisesti materiaalitehokkuuteen ja vähähiilisiin materiaaleihin. Myös energiaratkaisuihin on syytä panostaa, vaikka myös sähkön- ja kaukolämpötuottajat tähtäävät omassa toiminnassa hiilineutraaliuteen keskipitkällä aikavälillä. Taulukkoon 5 on koottu esimerkkejä toimenpiteistä vähäpäästöisyyden saavuttamiseksi.

Uudisrakennettavissa rakennuksissa, varsinkin

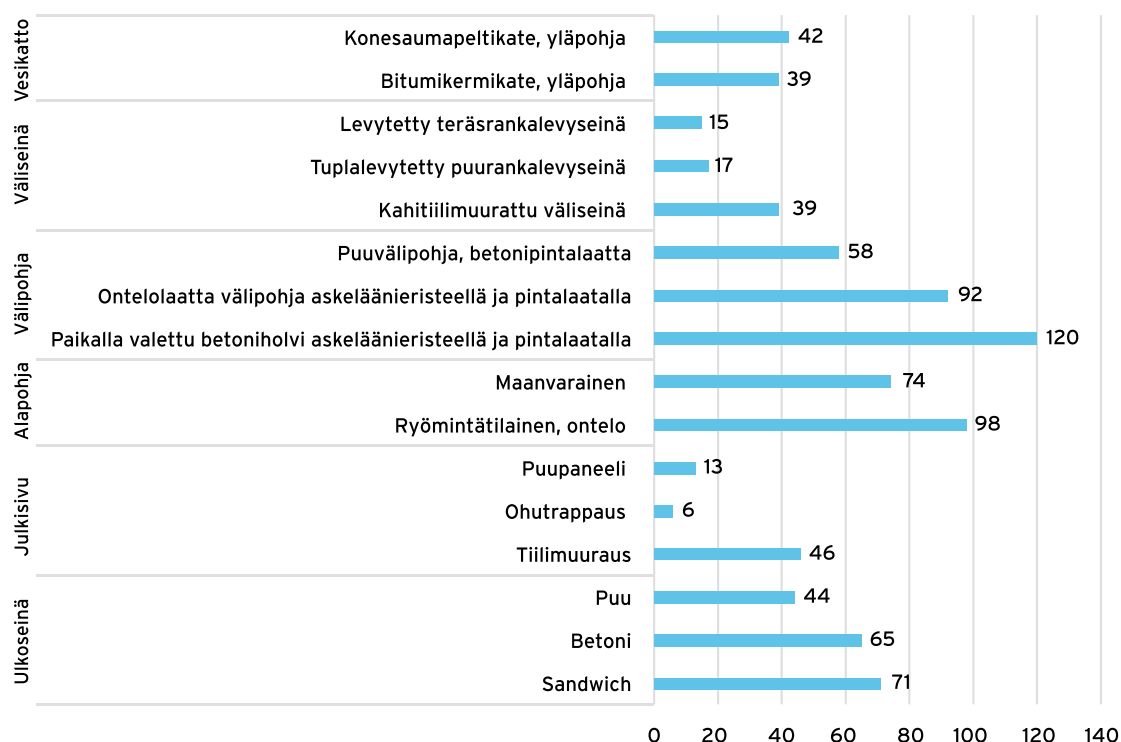
kin julkisissa rakennuksissa kuten kouluissa, yhteiskäyttöisyyteen on hyvä pyrkiä ja ottaa tämä huomioon suunnittelussa. Mahdollistamalla tilojen vuokraaminen ulkoisille toimijoille tavanomaisen käyttäjän ulkopuolella voidaan rakennuksen käyttöastetta nostaa

ja näin edistää resurssitehokkuutta ja vähähiilisyttä. Vaikka käyttöasteen nostaminen lisää energiankulutusta, on tehokkaampaa hyödyntää olemassa olevaa rakennuskantaa tilatarpeiden tyydyttämiseen kuin rakentamalla kokonaan uusia tiloja.

4.4 Eri rakennetyyppien hiilijalanjälkiominaisuuksia

Kuvassa 11 on esitetty tyypillisten rakennetyyppien keskimääräisiä hiilijalanjälkiä rakennekohtaisesti. Kuvasta voidaan selkeästi havaita, kuinka betoni- ja teräspohjaisia materiaaleja sisältävät rakennetyypit erottuvat merkittävämmällä hiilijalanjäljellä

rakenneliötä kohti. Vaikeasti arvioitavana kokonaisuutena perustuksia ei esitetä kuvassa, mutta nyrkkisääntönä voidaan sanoa paaluperustuksen olevan eri perustustavoista runsaspäästöisin.



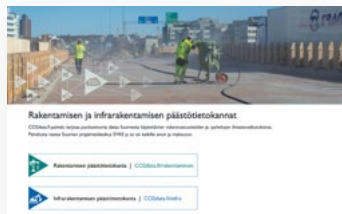
Kuva 11. Rakennetyyppien keskimääräisiä hiilijalanjälkiä. Laskenta perustuu co2data.fi tietokannan konservatiivisiin päästötietoihin.

Energia	<ul style="list-style-type: none">• Tarkastellaan maalämmön ja aurinkopaneelien asentamisen mahdollisuuksia systemaattisesti joka hankkeessa. Huomioidaan kuitenkin aurinkopaneelien hiilitakaisinmaksuaika (aurinkopaneelit sisältävät mineraaleja, joiden hankinta aiheuttaa merkittäviä päästöjä) ja investointikustannukset osana elinkaarikustannuslaskentaa.• Kiinteistö- ja käyttäjäsjähkön valinnassa suosittava fossiilittomasti tuotettuja sähkövaihtoehtoja aina kun mahdollista.• Paljon viilennettäviä tiloja sisältävät rakennukset varustetaan aina lämmöntalteenottojärjestelmällä.• Täydennysrakentamisessa tutkittava alueen muiden rakennusten hukkaenergioiden hyödyntämismahdollisuuksia.• Energiatohokkuuden tarkastelu elinkaarinäkökulma huomioiden: on otettava huomioon, että liiallinen laitemäärä voi kasvattaa elinkaaren alun päästöjä, jolloin alkuvaiheen hiilipiikki voi kasvaa hyötyä suuremmaksi.
Suunnittelu ja materiaalit	<ul style="list-style-type: none">• Hankekehittäjien rakennuspaikka/tonttivertailu perustusolosuhteiden näkökulmasta (paalutus on runsaspäästöisin perustustapa)• Vaihtoehtovertailujen toteutus rakennuksen massaan tai runkoon liittyen joka hankkeessa. Pienissä kohteissa suositaan ensisijaisesti puurakenteisia ratkaisuja (puujulkisivu/puurunko)• Rakennesuunnittelun yhteydessä optimoidaan rakenteet mahdollisimman kevyiksi, eli minimoidaan päästöintensiiviset materiaalit (esim. betoni) ottaen kokonaisuus huomioon (esim. tekniset- ja toiminnalliset vaatimukset)• Muuntojoustavuuden lisääminen rakennukseen. Esimerkiksi tilojen jakaminen siirtoseinillä, rakenteiden purettavaksi suunnitteleminen, rakenteiden ja rakennusosien huollettavuuden mahdollistaminen tai huoltovapaaksi rakentaminen. Yhteiskäyttötilat ja tilojen ulosvuokraus rakennuksen käyttöasteen kasvattamiseksi ovat elinkaaritohokkaita ratkaisuja.• EPD-pohjainen vertailu osaksi kaikkien hankkeiden merkittävimpiä hankintoja.• Kiertotalouden periaatteiden ottaminen huomioon: purkavaksi suunnittelu, rakenteiden suunnittelu saavutettavaksi korjaus- ja huoltotöille elinkaarenaikana.

Rakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Hiiliyhteistyöhankkeet, esim. kierrätysmateriaalit, kiviainekset ja massatasapaino • Urakoitsijan vähähiilisyys, kannustaminen/vaatiminen vähäpäästöisten työkoneiden ja kuljetuskaluston käyttöön sekä uusiutuvien polttoaineiden hyödyntäminen. Valvonnasta huolehtiminen sekä hankkeeseen keskeisesti liittyvien toimijoiden sitouttaminen vähähiilisyystavoitteeseen, ja onnistumisesta palkitseminen. • Hukan minimointi, uusien innovaatioiden hyödyntäminen, esim. ylijäämämateriaalien inventaariot työmaiden välillä, olemassa olevien rakennusten tyhjien tilojen hyödyntäminen työmaatoimistoina. • Jätehuollon tehokas järjestely, kierrättäminen ja sen toteutumisen valvonta. • Työmaan logistiikan optimointi, täydet kuormat ja yhteishankinnat eri urakoitsijoiden kanssa.
Korjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Energiatehokkuutta parantavat korjaukset osana laajamittaisia peruskorjauksia, mm. <ul style="list-style-type: none"> • energiatuotantojärjestelmiin liittyvien laitteiden asennus • energiankulutuksen seurantaan ja mittaamiseen liittyvien laitteiden asennus (myös vedenkulutus) • rakenteelliset parannukset ja tiivistykset (vaihdot ikkunat, ovet, vaipan lisäeristykset) • Väliilliset energiakulutusta parantavat järjestelmät: sähköajoneuvojen lataukseen liittyvän laitteiston asennukset
Purkuvaihe	<ul style="list-style-type: none"> • Urakoitsijan vähähiilisyys, kannustaminen/vaatiminen vähäpäästöisten työkoneiden ja kuljetuskaluston käyttöön sekä uusiutuvien polttoaineiden hyödyntäminen, kuljetusten optimointi. Valvonnasta huolehtiminen. • Purkukartoitus ja uusiokäytettävien materiaalien tunnistaminen ja saattaminen kiertoon. • Peruskorjauskohteissa olemassa olevien hyväkuntoisten rakenteiden mahdollisimman tehokas käyttö.

Taulukko 5. Toimenpiteitä rakennushankkeen päästövähennysten aikaansaamiseksi.

5 Hyödyllistä kirjallisuutta



Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat: [co2data.fi](https://www.co2data.fi)

Maksuton web-pohjainen päästötietokanta, johon on koottu Suomessa käytössä olevien rakennustuotteiden, rakentamisen ja infrarakentamisen prosessien ja palveluiden keskimääräisiä päästötietoja. Tietokantojen ylläpidosta vastaa Suomen ympäristökeskus.

Tietokannat ovat vapaasti saatavilla ja sen käyttöä edellytetään ympäristöministeriön vähähiilisen arviointimenetelmän yhteydessä.

<https://www.co2data.fi/>

SAATAVILLA:



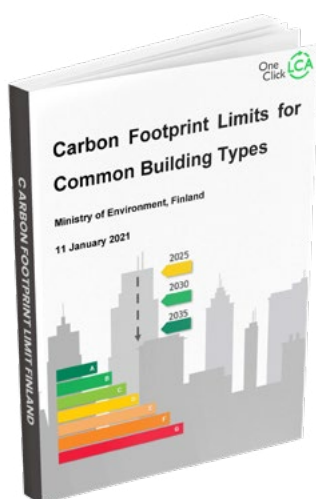
Ympäristöministeriön vähähiilisuuden arviointimenetelmä (luonnos 2021)

Ympäristöministeriön kehittämä arviointimenetelmä rakennusten vähähiilisuuden arviointiin. menetelmän luonnosta käytetään rinnan rakennuksen ilmastaselvityksestä laaditun asetusluonnoksen ja sen perustelumui- stion kanssa. Lopullinen arviointimenetelmän ohje julkaistaan, kun asetus tulee voimaan.

<https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

SAATAVILLA:





Tutkimus: tyypillisten rakennusten hiilijalan-jäljen raja-arvot

Hiilijalanjäljen raja-arvojen laatimista varten tehty tutkimus, jossa tutkittu lähes 500 suomalaisen rakennushankkeen materiaalien hiilijalanjäljet.

Raportin taulukoista saa käsityksen eri rakennustyyppien hiilijalanjäljestä ja vaihteluvälistä Suomessa.

https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/Bionova_MinEnv_Finland_embodied_carbon_limit_values_report_FINAL_19JAN2021_ed.pdf

SAATAVILLA:



Pikaoppaat vähähiiliseen rakentamiseen kiinteistö- ja rakennusalan ammattilaisille

Rakennuttajan, arkkitehdin ja pääsuunnittelijan, rakennesuunnittelijan, taloteknisen suunnittelijan, urakoitsijan, infrahankkeen rakennuttajan ja rakennustuotevalmistajille tarkoitetut tiiviit oppaat kattavat hankkeen eri vaiheet. Hiilijalanjäljen lisäksi pureudutaan myös hiilikädenjälkeen.

<https://www.ains.fi/oppaat/buildinglife-pikaoppaat-vahahiliseen-rakentamiseen>

SAATAVILLA:





Hiilineutraali rakennus, ohje oman toiminnan arviointiin ja hiilineutraalisuutensa tekemiseen

SAATAVILLA:



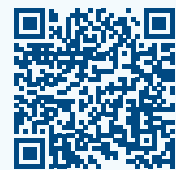
Julkaisu auttaa luotettavan hiilineutraalisuutensa tekemiseen. Ohje opastaa ja suosittaa kuinka hiilineutraaliutta voidaan arvioida, mitä näkökulmia tulee huomioida ja miten hiilineutraaliudesta viestitään avoimesti sekä läpinäkyvästi. Määritelmä on valmisteltu Finnish Green Building Councilin Rakentaminen-toimikunnassa.

<https://fgbc.fi/julkaisu/ohje-luotettavan-hiilineutraalisuutensa-tekemiseen-hiilineutraalin-rakennuksen-ohje/>



RTS-EPD järjestelmä: rakennustuotteiden ympäristöselosteet Suomessa

SAATAVILLA:



Suomalaisen EPD-järjestelmän kotisivu, jossa voi hakea ja tutustua Suomessa rekisteröityjä rakennustuotteiden ympäristöselosteita.

<https://cer.rts.fi/epd-ymparistoseloste/selaa-epd-ymparistoselosteita/>



LCA -työkalu: OneClick LCA

Verkkopohjainen maksullinen elinkaarivaihtoehtoihin ja hiilijalanjälkilaskentaan tarkoitettu ohjelmisto

www.oneclicklca.com

One Click LCA Planetary on ilmainen ohjelmisto rakennuksen tuotevaiheen (A1-A3) ilmastovaikutusten arviointiin.

<https://www.oneclicklca.com/planetary/>

SAATAVILLA:



SAATAVILLA:



Ilmastonmuutos - Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä (RT 103170)

RT-ohjekortissa tarkastellaan ilmastonmuutosta sekä keinoja sen hillintään ja siihen sopeutumiseen rakennetussa ympäristössä. Ohjekortti sisältää hyvää perustietoa ilmastomuutoksen syistä, seurauksista sekä avaa hillinnän sekä sopeutumisen tapoja mm. rakennussuunnittelussa.



Ilmastonmuutokseen sopeutuminen rakentamisen suunnittelussa - opas rakennuttajille ja kiinteistönomistajille

SAATAVILLA:



Opas auttaa huomioimaan järjestelmällisesti ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennushankkeissa ja varautumaan niihin osana rakennushankkeiden johtamista ja rakennuttamista.

<https://www.ains.fi/oppaat/ilmastonmuutokseen-sopeutuminen-rakentamisen-suunnittelussa>



Helsingin asemakaavojen vähähiilisyysarviointimenetelmä (HAVA)

SAATAVILLA:



Raportti kuvaa asemakaavojen elinkaarinen hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen arviointimenetelmän, jolla Helsingin kaupunki arvioi kaavaratkaisuja asemakaavatyön yhteydessä.

Raportti kuvaa laskentaan tarvittavat lähtötiedot, menetelmän seuraavilta osa-alueilta: esirakentaminen, Infra ja yleiset alueet: rakentaminen ja ylläpito, Rakennukset ja tontit: rakentaminen ja ylläpito, Energiankulutus: rakennukset ja katuvalaistus, Liikenne ja Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot.

https://api.watch.kausal.tech/documents/107/Asemakaavojen_v%C3%A4h%C3%A4hiilisyysarviointi_raportti.pdf

Liite 1: keskeinen hiilijalanjälki-laskentaan liittyvä aineisto

Taulukkoon L1. on koottu keskeiset rakennusten hiilijalanjälkeen liittyvät standardit, ohjeet, työkalut ja muu hyödyllinen aineisto.

Standardit	
Elinkaariarviointi	EN ISO 14040, 14044
Hiilijalanjälki, yleiset	EN 15643 ja EN ISO 14067
Rakennusten hiilijalanjälki	EN 15978
Rakennustuotteiden hiilijalanjälki	EN 15804
Menetelmät, ohjeet	
Rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmä	Ympäristöministeriön luonnos 2021, tulossa lopullinen arviointimenetelmä
Elinkaariasiantuntijan tehtäväluettelo ELINK18	RT 10-11291
Hiilineutraali rakennus	Ohje oman toiminnan arviointiin ja hiilineutraaliväittämän tekemiseen
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen rakentamisen suunnittelussa	Opas rakennuttajille ja kiinteistönomistajille
Työkalut	
Rakennusten hiilijalanjälkilaskenta	One Click LCA, Carbon Designer (maksullinen) One Click LCA Planetary, ilmainen ohjelmisto tuotevaiheen arviointiin
Tietokannat	
Rakentamisen päästötiedot (rakentaminen ja infrarakentaminen)	www.co2data.fi
Suomessa julkaistut tuotteiden ympäristöselosteet, RTS-EPD	https://cer.rts.fi/epd-ymparistoseloste/selaa-epd-ymparistoselosteita/
Kansainvälisen EPD portaalin ympäristötuoteselosteiden kirjasto	https://environdec.com/library
Norjalaisen EPD portaalin ympäristötuoteselosteiden kirjasto	https://www.epd-norge.no/epder/
Globaali elinkaaritietokanta, yleinen	Ecoinvent, https://ecoinvent.org/

Taulukko L1. Keskeiset hiilijalanjäljen arviointiin ja ohjaamiseen liittyvät standardit, ohjeet, työkalut ja muu aineisto.

VASEK

VAASANSEUDUN KEHITYS OY
VASAREGIONENS UTVECKLING AB
VAASA REGION DEVELOPMENT COMPANY

