

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2022

Samuli Helminen

# RAKENTAMISESTA JA ASUMISESTA SYNTYVÄ HIILIJALANJÄLKI

– As Oy Turun Skanssin Kurtiini, YH Kodit

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2022 | 36 sivua, 5 liitesivua

Samuli Helminen

# RAKENTAMISESTA JA ASUMISESTA SYNTYVÄ HIILIJALANJÄLKI

- As Oy Turun Skanssin Kurtiini, YH Kodit Oy

Opinnäytetyön aiheena on rakenteilla olevan teräsbetonirunkoisen kerrostalon, Turun Skanssin Kurtiin, hiilijalanjälki. Tarkoituksena on määrittää laskennallisesti kyseisen kerrostalon päästöt koko elinkaaren aikana aina rakentamisesta purkuvaiheeseen. Laskennassa hyödynnetään Bionovan One Click LCA -laskentaohjelman Levels -menetelmää ja standardia sekä kohteen määräluetteloa. Työn tilaajana toimii Länsi-Suomen Yleishyödyllinen Asuntosäätiö.

Tutkimuksen tavoitteena on saada suuntaa antava realistinen arvio kyseisen kohteen asumisen hiilijalanjäljestä, ja havainnollistaa, mitkä tekijät vaikuttavat hiilijalanjäljen suuruuteen. Työssä hyödynnetään lähdeaineistona erilaisia määräyksiä, ohjeita ja tutkimuksia, jotka tukevat kohteen hiilijalanjälkilaskentaa.

Elinkaarilaskennan avulla pyritään luomaan kehitysratkaisuja tulevaisuuden hankkeille, jotta voidaan jatkossa toteuttaa entistä tehokkaammin vähähiillistä rakentamista ja sitä kautta pienentää kiinteistöjen hiilijalanjälkeä. Vähähiillisellä rakentamisella pyritään vähentämään ilmakehään kulkeutuvien kasvihuonekaasujen määrää.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että asumisen aikainen energiankäyttö aiheuttaa suurimman osan kohteessa muodostuvasta hiilijalanjäljestä. Myöskin rakentamisvaiheessa betonirungon perustaminen ja materiaalien käyttö ovat merkittäviä päästöjen aiheuttajia. Loppuanalyyseissa esitetään, millä ratkaisulla ja muutoksilla voidaan vähentää muodostuvaa ilmastokuormaa rakennushankkeissa. Uusiutuvan energian käyttö, vähäpäästöisemmät rakennusmateriaalit ja ihmisten toimintatapojen parantaminen edistävät ilmastokuorman hillitsemistä.

ASIASANAT:

hiilijalanjälki, vähähiilisyys, elinkaari, ilmastonmuutos, energiatehokkuus, uusiutuva energia

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil engineering

2022 | 36 pages, 5 pages in appendices

Samuli Helminen

# CARBON FOOTPRINT CAUSED BY CONSTRUCTION AND HOUSING

- Apartment house company Turku Skanssi's Kurtiini, YH Kodit Ltd

The topic of the thesis is the carbon footprint of a reinforced concrete apartment building under construction, Turku Skanssi's Kurtiini. The purpose is to quantify by calculating the emissions of the apartment building in question throughout its life cycle, from construction to demolition. The calculation utilizes the Levels method and standard of Bionova Ltd's One Click LCA calculation program as well as the item quantity list of the project. The thesis is commissioned by Länsi-Suomen Yleishyödyllinen Asuntosäätiö.

The aim of the research was to obtain a directional realistic estimate of the carbon footprint of housing of the site in question, and to illustrate which factors influence the size of the carbon footprint. The work utilizes various regulations, instructions and studies as source material, which support the case's carbon footprint calculation.

The goal of the research results was to find development solutions for future projects in order to implement low-carbon construction more efficiently in the future and thereby reduce the carbon footprint of real estates'. Low-carbon construction aims to reduce the amount of greenhouse gases emitted into the atmosphere.

Based on the results, it can be stated that the use of energy during housing causes most of the carbon footprint of the building. The construction of the concrete frame and the use of materials are also significant emitters during the construction phase. The final analysis shows which solutions and changes can reduce the resulting climate load in construction projects. The use of renewable energy, lower-emission building materials and the improvement of the human practices help to reduce the burden on the climate.

## KEYWORDS:

carbon footprint, low-carbon, lifecycle, climate change, energy efficiency, renewable energy

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 HIILIJALANJÄLKI, SIIHEN VAIKUTTAMINEN JA ILMASTOSOPIMUS</b>	<b>9</b>
2.1 Lämmitystavan vaikutus päästöihin	9
2.2 Energiakorjaukset ja käyttötottumusten muutokset	10
2.3 Pariisin ilmastosopimus	11
<b>3 KESTÄVÄN RAKENTAMISEN STANDARDIT, ELINKAARIMALLI JA VÄHÄHIILISYYDEN TIEKARTTA</b>	<b>12</b>
3.1 Kestävän rakentamisen standardit	12
3.2 Rakennuksen elinkaari, elinkaariarviointi ja hiilijalanjälki	14
3.4 Hiilikädenjäljen laskennan sisällyttäminen osaksi rakennuksen elinkaaren vähähiilisyden arviointimenetelmää – ympäristöministeriön menetelmä	16
3.5 Resurssitehokkuus säästää kustannuksia ja luonnonvaroja	17
3.6 Energia- ja materiaalitehokkuus vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia	17
3.7 Rakennusteollisuuden tiekartta vähähiilisyteen	18
<b>4 KOHTEEN ESITTELY JA LÄHTÖTIEDOT LASKENNALLE</b>	<b>21</b>
4.1 Kohde-esittely	22
4.2 Lähtötiedot	25
4.3 Rakennuksen elinkaaren vaiheet ja sisältö	25
<b>5 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA</b>	<b>27</b>
5.1 Laskennan vaiheet	27
5.2 Laskennan rajaukset	29
5.3 Laskennan tulokset	29
5.4 Asumisen hiilijalanjälki	31
<b>6 ANALYYSIT JA RATKAISUJA TULEVAISUUDELLE</b>	<b>33</b>
6.1 Tulosten analyysi	33
6.2 Uudet ratkaisut tulevaisuuden projekteille	35
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>36</b>

**LIITTEET**

- Liite 1. As Oy Skanssin Kurtiini Energiatodistus  
Liite 2. OneClick LCA Tulosraportti – Skanssin Kurtiini

**KUVAT**

- Kuva 1. Kestävä rakentaminen ja asuminen ottaa huomioon taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristövaikutukset. 12  
Kuva 2. Rakentamisen eri vaiheiden merkitys elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin. 14  
Kuva 3. Elinkaariarvioinnin vaiheet ISO 14040:2006 mukaan. 15  
Kuva 4. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (Mt CO<sub>2</sub>), laskennan kokonaistulos. 19  
Kuva 5. Asemapiirustus-luonnos kohteesta. 21  
Kuva 6. Rakennuksen elinkaaren vaiheet moduleittain. 26  
Kuva 7. Elinkaariarviointiin sisältyvät rakennusosat. 29  
Kuva 8. Kohteen huoneistoluettelo. 31

**KUVIOT**

- Kuvio 1. Elinkaaren vaiheista aiheutuva ilmaston lämpeneminen 30  
Kuvio 2. Rakennuksen osien aiheuttama ilmaston lämpeneminen 32

**TAULUKOT**

- Taulukko 1. Taustatiedot ja toiminnalliset ratkaisut, As Oy Turun Skanssin Kurtiini 26  
Taulukko 2. Rakennuksen käyttöikä ja fysikaaliset ominaisuudet 27  
Taulukko 3. Rakennuksen laskettu energiankulutus 28  
Taulukko 4. Keskiarvoiset tyypilliset päästöt huomioituna 20%:n epävarmuuskerroin 32

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Elinkaari	Ajanjakso maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta ja raaka-aineiden hankinnasta rakentamiseen ja aina rakennuksen purkuun ja purkutuotteiden lajitteluun saakka. (Rakennusteollisuus ry 2021d)
Elinkaariarviointi	Tarkastellaan kaikkia rakennuksen elinkaareen liittyviä panoja ja tuotoksia, eli luonnonvarojen kulutus ja päästöt. Tulokset voidaan laskea tiettyjen mitattavien indikaattorien perusteella. Rakennusten elinkaariarvioinnissa käytetään useimmiten indikaattorina hiilijalanjälkeä. (Ympäristö 2020a)
EN 15978	Tämä eurooppalainen standardi täsmentää laskentamenetelmän, joka perustuu elinkaariarviointiin (LCA) ja muihin kvantifioituihin ympäristötietoihin rakennuksen ympäristötehokkuuden arvioimiseksi. (Ympäristöministeriö 2019a)
EN 15804	Standardi, jossa määritellään rakennustuotteiden ympäristövaikutukset. (Rakennusteollisuus ry 2021a)
Energiatehokkuus	Tavoitteena kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Turvataan energian saatavuus, vähennetään tuontienergiatarvetta, alennetaan energiakustannuksia ja lisätään resurssitehokkuutta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2020)
Hiilijalanjälki	Ihmisen toiminnan aiheuttamat ilmastopäästöt. Voidaan määrittää yritykselle, organisaatiolle, toiminnalle tai tuotteelle. (Sitra, tulevaisuussanasto)
Hiilikädenjälki	Tuotteen, prosessin tai palvelun ilmastohyödyt, eli päästövähennyspotentiaali käyttäjälle. Korostaa myönteisiä päästövaihtokutuksia tulevaisuudessa. (Sitra, tulevaisuussanasto)
Hiilinielu	Hiilivarasto, joka aktiivisesti sitoo hiiltä ilmakehästä. Metsät ovat yksi merkittävä hiilinielu. (Sitra, tulevaisuussanasto)
Hiilivarasto	Hiilen muoto, jossa se on sitoutuneena esimerkiksi puussa tai muussa biomassassa, eikä siis ole vapaana ilmakehässä. (Sitra, tulevaisuussanasto)
Ilmastonmuutos	Ilmaston lämpeneminen, joka johtuu ihmisen toiminnan aikaansaamasta kasvihuonekaasujen lisääntymisestä ilmakehässä. (Sitra, tulevaisuussanasto)

Level(s)	Euroopan komission laskentaohjeistus rakentamisen resurssitehokkuuden mittaamiseen. Level(s) pyrkii luomaan yhteisen perustan eri maissa käytettäville rakentamisen resurssitehokkuuden ja ekologisuuden mittareille. (Karhu, J. Ympäristöministeriö 2019)
One Click LCA	Bionova Ltd:n tuottama automatisoitu elinkaariarviointiohjelmo, jolla voidaan laskea kohteen ympäristövaikutukset. (Oneclicklca, Bionova Ltd)
Uusiutuva energia	Energiaa, jota saadaan uusiutuvista luonnonvaroista. Uusiutuvaa energiaa on esimerkiksi aurinko-, vesi-, tuuli- ja bioenergia. (Motiva. Uusiutuva energia 2021)
Vähähiilisyys	Periaate, johon pyritään arvioimalla rakentamisen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä ja tekemällä ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi tulevaisuudessa. Ympäristöministeriön suunnitelmissa on ohjata rakentamista koko elinkaaren hiilijalanjäljen arviointiin perustuvalla arviointimenetelmällä vuodesta 2025 alkaen. Vähähiilisyteen tähdättäessä huomioidaan muun muassa energiatehokkuus ja -ratkaisut. Vältetään turhaa purkamista ja hyödynnetään infrastruktuuria uusien rakennusten kohdalla. (Rakli. Ilmastonmuutoksen torjunta. 2021)
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidi
CO <sub>2</sub> e	Hiilidioksidiekvivalentti
kWh	Kilowattitunti

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön päätavoitteena on selvittää teräsbetonirunkoisen rakenteilla olevan asuinkerrostalon asumisen hiilijalanjälki käyttäen apuna kohteen projektipankkia ja määräluettelo. Työn teettäjänä toimii Länsi-Suomen Yleishyödyllinen Asuntosäätiö Oy. Hiilijalanjälki lasketaan EN 15978 standardisoidulla Bionova Ltd:n OneClick LCA Levels-menetelmällä, jolla saadaan yksityiskohtaisesti määriteltyä ilmastopäästöt tutkimuskohteen jokaiselta elinkaaren vaiheelta.

Työ havainnollistaa, mistä ihmisen toiminnoista ja ratkaisuista ilmakehään vapautuu kasvihuonekaasuja sekä miten niitä voidaan tulevaisuudessa vähentää rakentamisen alalla. Nykyään hiilijalanjälki on pinnalla oleva aihe, joka tulee kulkemaan käsi kädessä kaiken toiminnan kanssa ja jonka hillintään pyritään jatkuvasti kehittämään uusia ratkaisuja ja innovaatioita.

Suomi tavoittelee ilmastolain mukaan 80 prosentin päästövähennystä vuoteen 2050 mennessä vuoden 1990 vertailutasosta lukien. Tavoite tulee vaikuttamaan myös rakennusalaan. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointi ja rakennustyyppikohtaisten päästörajojen on suunniteltu tulevan osaksi Suomen rakennusmääräyksiä 2020-luvulla. Suomessa käytettävän hiilijalanjäljen arvioinnin menetelmän pohjana ovat eurooppalaiset kestävästä rakentamisesta koskevat standardit, muun muassa EN 15643 -sarja, EN 15978 ja EN 15804. Lisäksi tullaan julkaisemaan rakennusmateriaalien, rakennustöiden, kuljetusten ja jätteenkäsittelyn päästötiedot sekä näihin liittyvät laskentaodotukset. (Ympäristöministeriö 2017b.)

Suomessa rakennettu ympäristö aiheuttaa yli puolet ilmastoa lämmittävistä kasvihuonekaasupäästöistä. Tärkeimpiä keinoja maapallon keskilämpötilan kohoamisen rajoittamiselle ovat siirtyminen fossiilisista energialähteistä uusiutuviin energiamuotoihin, energiatehokkuuden parantaminen sekä hiilinielujen lisääminen ja vahvistaminen. Suomen tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen pian tämän jälkeen. (RT 103170, 2020)

Asumisen hiilijalanjälki muodostuu asunnon valmistamisesta, ylläpidosta ja purkamisesta sekä käytön aikaisista lämmitys- ja sähköpäästöistä. Eniten hiilijalanjälkeen vaikuttavat energiatehokkuus, uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen, päärakenteiden hiilijalanjälki ja tilatehokkuus. (RT 103170, 2020)



## 2 HIILIJALANJÄLKI, SIIHEN VAIKUTTAMINEN JA ILMASTOSOPIMUS

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa. Se kertoo konkreettisesti, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy. Toisinaan hiilijalanjäljellä viitataan hiilidioksidipäästöihin.

Tällä hetkellä kulutamme liikaa luonnonvaroja. Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki on nykyisellä tasolla liian suuri varsinkin vauriassa maissa, kun peilataan päästöjä ilmastotavoitteisiin. Kestävälle tasolle pääsy edellyttää merkittäviä toimia teollisuuden saralla, kuten vähähiilisemmät ratkaisut asumisessa, liikkumisessa ja ruuan kulutuksessa. Lisäksi kaiken tuotannon ja infrastruktuurin täytyy muokkautua vähähiiliseksi. (Ilmasto-opas 2021)

Yksittäisten kuluttajien vaikutusta ilmastomuutoksen hillintään on usein aliarvioitu. Kotitalouksien osuus Suomen kulutusperäisistä päästöistä on 66 prosenttia, ja päästöjä syntyy niin liikkumisesta, asumisesta, ravitsemuksesta kuin tavaroista ja palveluista. Kotitalouksien on mahdollista vähentää päästöjään valitsemalla vähähiilisiä vaihtoehtoja. Suomalaisten kotitalouksien hiilijalanjäljen tulisi pienentyä 70 prosenttia, jotta kulutuksen taso saataisiin nykyisten ilmastotavoitteiden mukaisiksi. (Linnanen & Nyfors 2020)

Loput kulutusperäiset päästöt syntyvät julkisen sektorin hankinnoista ja investoinneista. Kotitalouksien päästöt jakautuvat neljään pääkategoriaan: liikkuminen muodostaa 30 prosenttia, asuminen 25 prosenttia, ravitsemus 20 prosenttia ja muut tavarat ja palvelut 25 prosenttia päästöistä. (Linnanen & Nyfors 2020)

Asumisessa suurimmat päästöt syntyvät lämmityksestä ja sähkön kulutuksesta, liikenteessä taas yksityisautoilusta ja lentämisestä. Ravitsemuksessa eniten päästöjä aiheuttaa runsaasti lihaa sisältävä ruokavalio. Tavaroista ja palveluista suurimmat päästöt syntyvät muun muassa sisustuksesta, huonekaluista ja kodinkoneista.

### 2.1 Lämmitystavan vaikutus päästöihin

Kaikesta Suomessa käytetystä energiasta kuluu noin 27 prosenttia pelkästään rakennusten lämmitykseen. Asuinrakennusten energiankulutuksen osuus on 20 prosenttia, josta 66 prosenttia kuluu tilojen lämmittämiseen. Käyttöveden lämmityksen osuus asunnoissa on 16 prosenttia ja saunan lämmitys 5 prosenttia.

Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat talon koko, asukkaiden tottumukset, rakennuspaikka, käyttäjien taloudellinen tilanne ja lämmitysmuodon ympäristövaikutukset. Selvimmät muutokset lämmitystapojen kehityksessä ovat öljylämmityksen nopea väheneminen ja maalämpöpumppujen suosion voimakas kasvu. Maalämpöpumppu on uusissa pientaloissa nykyään yleisin lämmitysjärjestelmä. Maalämpöpumpun tuottamasta lämmöstä 2/3 on maaperään sitoutunutta uusiutuvaa energiaa ja noin 1/3 on tuotettu sähköllä. (Ilmasto-opas 2018)

Selvästi suosituin lämmitysmuoto uudisrakennusten osalta on kaukolämpö. Sähkölämmityksen osuus on laskussa, mutta sähköllä lämpenee yhä merkittävä osuus koko rakennuskannasta. Sähkön tuotantotavalla on merkityksensä sähkölämmityksen päästöihin. Talvipakkasten kulutushuippuja voidaan vähentää täydentävillä lämmönlähteillä, esimerkiksi puulla. Puun poltosta syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen ja nokihiukkasien vuoksi on ilmastonäkökulmasta tärkeämpää pienentää rakennusten energiantarvetta kuin lisätä puupolttoaineiden käyttöä tulisijoissa. (Ilmasto-opas 2018)

## 2.2 Energiakorjaukset ja käyttötottumusten muutokset

Uudisrakentamisessa on Suomessa ja koko Euroopan unionissa siirrytty lähes nolla-energiarakennuksiin. Rakennuskanta uudistuu kuitenkin hitaasti, minkä vuoksi on olennaista parantaa olemassa olevien rakennusten energiatehokkuutta, jotta lämmityksestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää riittävän nopeasti.

Lämmitysenergiaa voidaan olemassa olevissa rakennuksissa säästää useilla eri toimenpiteillä. Esimerkiksi jopa 75 prosenttia Suomen asuinrakennuksista hyötyisi patteriverkoston perussäädöstä, jossa varmistetaan, että vesi kiertää tasaisesti jokaisen patterin kautta. Oikein tehdyillä perussäädöillä voidaan saavuttaa jopa 10-15 % energiasäästöä. (Ilmasto-opas 2018)

Energiakorjaustoimenpiteitä ovat muun muassa:

- ikkunoiden ja ovien tiivistys
- lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän säätö
- lämmön talteenotto
- kattorakenteen lisäeristys
- sähkölämmityksen vaihtaminen maalämpöön
- ilmalämpöpumpun asennus täydentämään sähkölämmitystä
- vedenkulutuksen vähentäminen

Jokainen voi tehdä omalla toiminnallaan taloudellisempia vedenkulutusratkaisuja; lyhentämällä suihkuaikaa, pesemällä täysiä koneellisia tiskejä taikka pyykkejä, pidentämällä pesuvälejä ja tuulettamalla vaatteita sekä korjaamalla mahdollisesti vuotavat hanat. (Ilmasto-opas 2018)

### 2.3 Pariisin ilmastopimus

YK:n ilmastopimuksen 21. osapuolikokouksessa Pariisissa sovittiin 12. joulukuuta 2015 uudesta, maailmanlaajuisesta ja oikeudellisesti sitovasta ilmastopimuksesta. Pariisin sopimuksen sitoumukset koskevat vuoden 2020 jälkeistä aikaa. Sopimus astui voimaan 14.12.2016. Ilmastopimuksen ovat allekirjoittaneet ja hyväksyneet EU:n kaikki jäsenmaat.

Sitoumuksen mukaisesti EU-maat sopivat, että EU:sta tulee ensimmäinen ilmastoneutraali talous ja yhteiskunta vuoteen 2050 mennessä. EU toimitti pitkän aikavälin päästövähennysstrategiansa ja päivitetty ilmastosuunnitelmansa ennen vuoden 2020 loppua. Strategiassa EU sitoutui vähentämään päästöjä vähintään 55 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. (Eurooppa-neuvosto 2022)

Pariisin ilmastopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen.

Sopimuksen tavoitteena on saavuttaa maailmanlaajuisen kasvihuonekaasupäästöjen huippu mahdollisimman pian. Tämän jälkeen ryhdytään ilmastotoimiin, joilla pyritään saamaan kasvihuonekaasujen päästöt laskuun ja tasapainoon hiilinielujen kanssa vuosisadan jälkipuoliskolla.

Viiden vuoden välein tapahtuvissa maailmanlaajuisissa kokonaistarkasteluissa tarkastellaan osapuolien yhteistä edistymistä suhteessa sopimuksen tavoitteisiin. Ensimmäinen kokonaistarkastelu tapahtuu vuonna 2023.

Sopimusten osapuolten tulee laatia viiden vuoden välein uusia päästövähennystavoitteita, joiden on oltava edistyneempiä aiempiin tavoitteisiin nähden. Tavoitteiden saavuttamiseksi kaikilta sopimuksen osapuolilta odotetaan kunnianhimoisia ja ajan myötä kiristyviä toimia päästöjen vähentämiseksi, ilmastomuutokseen sopeutumiseksi, ilmastorahoituksen lisäämiseksi, teknologian kehittämiseksi ja siirtämiseksi, toimintavalmiuksien vahvistamiseksi ja läpinäkyvyyden lisäämiseksi.

Pariisin sopimus ei sisällä määrällisiä osapuolikohtaisia päästövähennysvelvoitteita, vaan osapuolet sitoutuvat sopimuksessa valmistelemaan, tiedottamaan, ylläpitämään sekä saavuttamaan peräkkäiset kansalliset päästötavoitteensa. (Ympäristöministeriö. Pariisin ilmastopimus)

### 3 KESTÄVÄN RAKENTAMISEN STANDARDIT, ELINKAARIMALLI JA VÄHÄHIILISYYDEN TIEKARTTA

Kestävä rakentaminen ottaa huomioon rakentamisen ja rakennuksen ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset näkökohdat. Kestävä rakentaminen tuottaa mahdollisimman vähähiilisiä, pitkäaikaisia, materiaali- ja energiatehokkaita rakennuksia ja rakenteita. Ne ovat turvallisia, terveellisiä, viihtyisiä, muuntojoustavia, helppohoitoisia ja arvonsa säilyttäviä. (Rakennusteollisuus ry 2021b)

Olennaista on tarkastella eri ratkaisuja rakennuksen koko elinkaaren ja vastuullisuuden kaikkien osa-alueiden kannalta. Vaikka ilmastonmuutoksen torjunta on keskeinen päämäärä, vähäpäästöisyys tai energiatehokkuus eivät saa ohjata valintoja terveellisuuden tai turvallisuuden kustannuksella. (Kuva1.)



Pekka Vuorinen Rakennusteollisuus RT ry 13.5.2019

1

Kuva 1. Kestävä rakentaminen ja asuminen ottaa huomioon taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristövaikutukset (Vuorinen P. 13.5.2021. Rakennusteollisuus Ry).

#### 3.1 Kestävän rakentamisen standardit

Eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:n tekninen komitea TC 350 Sustainability of construction works on laatinut standardipaketin eurooppalaisten yhdenmukaistettujen pelisääntöjen perustaksi. Standardit on kehitetty rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaa sekä selosteita lähtötietoina käyttävää rakennusten ympäristövaikutusten arviointia varten. (Rakennusteollisuus ry 2021c)

Keskeisiä CEN/TC 350 työn lähtökohtia ja periaatteita:

- Luodaan rakennustason vaikutusarviointiin eurooppalainen harmonisoitu standardisarja, joka toimii perustana eurooppalaiselle järjestelmälle ja yhteisille pelisäännöille.
- Käsitellään kestävästä rakentamisesta kolmen pilarin kokonaisuus:
  - Ympäristösuorituskyky (EC DG/Ent Mandaatti M/350)
  - Sosiaalinen pilari
  - Taloudellinen pilari
- Tarkastelupohjana on koko elinkaari: indikaattorit ovat määrällisesti määritettävissä.
- Työssä otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon EU:n muut rakennustuotteita koskevat aloitteet (mm. Eco-design, Greening Public Procurement, Energy-label, Eco-label, LEad Market Initiative, European Platform on LCA, Single Markets for Green Products).
- Työllä pyritään estämään mahdolliset tekniset kaupan esteet niin EU:n sisämarkkinoilla kuin kansainvälisestikin. Tavoitteena on harmonisoitu, yhteisesti sovittu tapa tuottaa ympäristötietoa rakennustason ympäristövaikutusarviointiin.
- Otetaan huomioon kehityksenä myös ISO:n vastaava standardikehitys ISO/TC59/SC17 Building Construction – Sustainability in Building Construction.

Standardisointityön tavoitteina on ollut yhteisesti sovittujen, läpinäkyvien ja uskottavien pelisääntöjen luominen rakennusten elinkaari pohjaiseen ympäristövaikutusarviointiin, joka pohjautuu elinkaariarvioinnin ISO 14040-standardisarjaan. Tavoitteena on ollut myös yhteisten eurooppalaisten pelisääntöjen luominen rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaan. (Rakennusteollisuus ry 2021c)

Tavoitteena on Suomessa laadittujen ympäristöselosteiden käyttö ilman lisävaatimuksia muissa maissa ja päinvastoin. Tavoite on erittäin tärkeä, kun ottaa huomioon uuden rakennustuoteasetuksen mukanaan mahdollisesti tuoma vaatimus sisällyttää ympäristöseloste rakennustuotteen CE-merkintään.

Tällöin harmonisoidulla arviointimenetelmällä olisi erittäin suuri merkitys rakennustuotteiden vapaalle liikkuvuudelle, jolloin ei syntyisiä maakohtaisia lisävaatimuksista aiheutuvia kustannuksia.

Tavoite on merkittävä jo siitäkin syystä, että rakennuksen elinkaari on poikkeuksellisen pitkä ja huomioon otettavia tekijöitä on useita. (Rakennusteollisuus ry 2021c)

- Yhteisesti käytettävien indikaattorien määrittäminen sekä rakennustuote- että rakennustasolla
- Toiminnallisen vastaavuuden kriteerien määrittäminen, sillä ainoastaan toiminnallisesti vastaavia rakennuksia on mahdollista vertailla keskenään.
- Yleisesti LCA:han pohjautuva elinkaariarvioinnin uskottavuuden ja käytettävyyden parantaminen rakennusten ympäristövaikutusarvioinnissa.
- Ymmärryksen lisääminen elinkaariarvioinnin soveltamisesta rakennuksiin: ei yksittäisten rakennustuotteiden vertailua rakennustuotetasolla, vaan rakennustuotetason tiedon käyttäminen osana koko elinkaaren kattavaa rakennustason arviointia, kun rakennustuotteet toimivat osana rakennusta.

### 3.2 Rakennuksen elinkaari, elinkaariarviointi ja hiilijalanjälki

Elinkaarella tarkoitetaan koko jaksoa maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta ja raaka-aineiden hankinnasta rakentamiseen ja aina rakennuksen purkuun ja purkutuotteiden lajitteluun saakka.

Elinkaariarvioinnissa rakennuksen elinkaari käsittää seuraavat vaiheet:

- Raaka-aineiden oton
- Rakennustuotteiden valmistamisen raaka-aineista
- Kuljetukset
- Siirrot
- Itse rakentamistapahtuman
- Rakennuksen käytön sisältäen ylläpidon, huollon ja korjaukset
- Rakennuksen poiston käytöstä ja tästä purkamisen kautta syntyvien jätteiden uusiokäyttö, kierrätys tai loppusijoitus

Merkittävimmät päätökset rakennusten elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa ja rakentamisessa tehtyjä valintoja ei voi aina muuttaa käytön aikana tai muuttaminen on kallista.

Kustannuksia vertailtaessa ei voi tarkastella vain investointeja, vaan elinkaaren mittaan kertyvät kustannukset ovat oleellisia. Samoin rakennuksen energiankulutus ja ylläpito on huomioitava koko käyttöajalta, joka voi vaihdella 50:stä 150:een vuoteen.

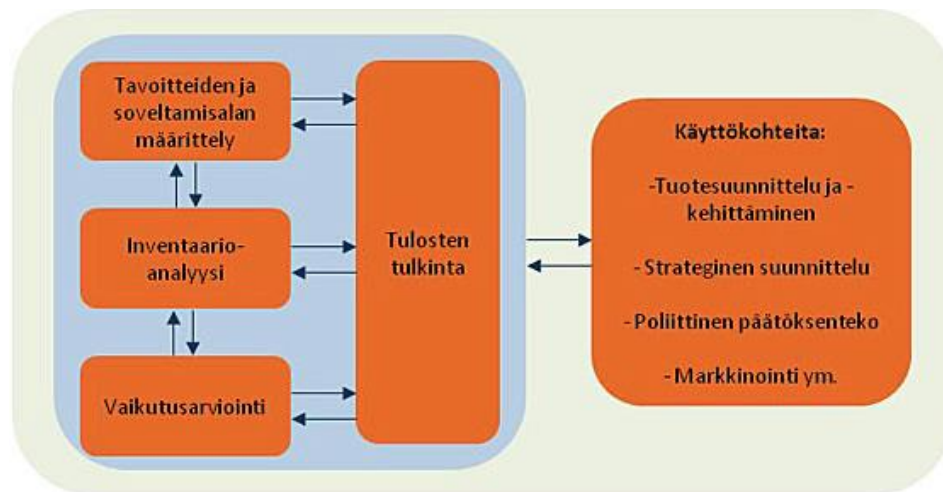


Kuva 2. Rakentamisen eri vaiheiden merkitys elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin (Rakennusteollisuus ry 2021d).

Elinkaariarviointi toimii perusmenetelmänä, kun halutaan selvittää tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset kehdosta hautaan. Sen periaatteita ja käytäntöjä on hyvä seurata myös, kun yleisemmin määritetään yhteiskunnan resurssitehokkuutta.

Standardin mukainen elinkaariarviointi on usein kallista ja aikaa vievää, eikä se aina tuo lisäarvoa verrattuna yksinkertaisempaan selvitykseen. Elinkaariarvioinnin rinnalla onkin esitetty esimerkiksi materiaali- ja energiavirtoihin liittyviä työvälineitä. Eri menetelmät saattavat kuitenkin tuottaa ristiriitaisia tuloksia, mikä voi johtaa väriin tulkintoihin. Usein on vaikea saada yksiselitteisiä tuloksia lähtötietojen saatavuuden ja vaikutusarviointiin liittyvien puutteiden vuoksi. Epäselvyyttä on myös siinä, kuinka laajaa systeemi-rajauksia ja mitä vertailukohtaa elinkaariarvioinnissa tulisi kulloinkin käyttää. (Antikainen, R. 2010)

Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) on menetelmä tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten analysointiin ja arviointiin. Elinkaariarvioinnin toteuttamisen helpottamiseksi on laadittu kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n 14040-sarjan standardit. Yksityiskohtaisten elinkaariarviointien sijaan voidaan tehdä myös yksinkertaistettuja elinkaariarviointeja, joissa tarkastelu kohdistetaan johonkin tiettyyn päästöön (esim. CO<sub>2</sub>-päästö) tai johonkin rajattuun tuotejärjestelmäosaan. (Kuva3.)



Kuva 3. Elinkaariarvioinnin vaiheet ISO 14040:2006 mukaan (Nissinen, A 2013. Ympäristö).

Hiilijalanjälki pohjautuu sekä elinkaariarviointiin että ekologiseen jalanjälkeen, mutta on silti erillinen indikaattori. Hiilijalanjäljellä on useita erilaisia määritelmiä ja rajoituksia. Eroja menetelmissä on lähinnä siinä, mitkä kasvihuonekaasut huomioidaan, mihin tarkastelu rajataan ja mitkä elinkaarivaiheet säilytetään. Hiilijalanjälki ilmaistaa usein hiilidioksidiekvivalenteina, joka kertoo tarkasteltavien kasvihuonekaasujen vaikutukset ilmastomuutokseen yhdellä luvulla. Hiilijalanjälkilaskureita on olemassa useita, jotka antavat erilaisia tuloksia. Tästä syystä Iso-Britannian standardiviranomainen (BSI) sekä Defran rahoittama Carbon Trust julkaisivat vuonna 2008 ja 2011 hiilijalanjäljen laskentaan ohjeistuksen (PAS 2050:2011), jonka tarkoituksena on kaventaa laskureiden suuria vaihteluita. (Nissinen, A. 2013)

### 3.4 Hiilikädenjäljen laskennan sisällyttäminen osaksi rakennuksen elinkaaren vähähiilisyden arviointimenetelmää – ympäristöministeriön menetelmä

Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa syntyviä ilmastonmuutosta hidastavia tekijöitä, joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Näihin sisältyy pääasiassa sellaisia rakennusmateriaaleihin liittyviä ilmastohyötyjä, joiden arvioinnille on olemassa laskentasäännöt EN-standardeissa: rakennustuotteiden uudelleenkäytön tai kierrätyksen nettohyödyt (EN 15804 mukaan), kestävästi hoidetusta metsästä peräisin olevien puutuotteiden pitkäikäiset eloperäiset hiilivarastot (EN 16485 mukaan), sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoituminen rakennuksen käytön ja purkamisvaiheen aikana (EN 16757 mukaan). Laskennallinen hiilikädenjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttien painona jaettuna rakennuksen pinta-alalla ja arviointiajan pituudella ( $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ ), kuten hiilijalanjälkikin. Määrittelemällä hiilikädenjälki ja sitomalla se esityksen mukaisella tavalla osaksi ilmastaselvitystä voidaan luoda yhteiset pelisäännöt, joiden avulla rakennusten kiertotaloudelle tai rakennuksiin varastoidulle ilmakehän hiilille voidaan luoda kannusteita ja vaikuttaa ilmastoystävällisen rakentamisen, suunnittelun, rakennustuotteiden valmistuksen, kiinteistösijoittamisen ja rahoittamisen markkinoiden kehittymiseen.

Ympäristöministeriö julkaisi vuonna 2019 ensimmäisen luonnoksen rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmästä. Menetelmä sisältää hiilikädenjäljen laskennan ja se on tarkoitettu käytettäväksi uudisrakennusten ja laajamittaisten korjausten hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen arviointiin. Menetelmä perustuu pääosin Euroopan komission Level(s)-menetelmään ja EN-standardeihin.

YM:n menetelmässä hiilikädenjäljeksi tulkitaan yksinkertaisesti sellaiset ilmastovaikutusten nettohyödyt, joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Hyödyiksi on menetelmässä listattu rakennuksen hiilivarastot (eloperäinen materiaali, kuten puu) ja hiilinielut (mm. sementin karbonatisoituminen), rakennuksen elinkaaren aikana tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia sekä rakennustuotteiden uudelleenkäytön tai kierrätyksen myötä syntyvät hyödyt.

YM:n menetelmä on suunniteltu nimenomaan rakennusten hiilikädenjäljen arviointiin, ja se antaa tarkempia ohjeita siitä, mitä asioita nimenomaan hiilikädenjälkilaskennassa voidaan huomioida. YM:n menetelmässä hiilikädenjälki määritetään laskemalla yhteen rakennuksen ilmastohyötyjen osatekijät. Hiilikädenjälki arvioidaan rakennuksen koko elinkaaren ajalle, mutta ohjeena on EN-standardien mukaisesti käyttää laskentahetkellä käytössä olevaa tavanomaista tuotanto-, kierrätys- tai energiateknologiaa. Näin ollen menetelmä ei mahdollista eikä toisaalta oleta sen huomioimista, että rakennuksen elinkaaren aikana esimerkiksi materiaalien kierrätysteknologia ja -aste sekä energiantuotannon päästökertoimet muuttuvat. (Laine ym. 2021)



### 3.5 Resurssitehokkuus säästää kustannuksia ja luonnonvaroja

Euroopan unioni on laatinut resurssitehokkuustiekartan, jonka mukaan resurssitehokkuuden lisääminen koskee laajasti koko yhteiskuntaa. Eri osa-alueita ovat:

- Tuotannossa käytettävän materiaalin määrän vähentäminen
- Jätteen määrän minimointi
- Luonnonvarakannan kestävä hallinta
- Kulutustottumusten muutokset
- Tuotantoprosessien optimointi
- Liiketoimintamallien kehittäminen
- Logistiikan parantaminen

Tehokkuuden parantaminen näillä osa-alueilla edistää rakennusalan kilpailukykyä, luonnonvarojen ympäristötehokasta ja kestävästä käyttöä sekä lopulta resurssitehokkaan rakennuskannan kehittymistä. Tällainen parantaminen ja muutos edellyttävät koko rakennusalan arvoketjun aktiivista mukanaoloa. (Rakennusteollisuus ry 2021e)

Euroopan komission resurssitehokkuutta edistävissä hankkeissa on esitetty seuraavat välitavoitteet:

- Vuoteen 2020 mennessä rakennusten ja infrastruktuurin kunnostaminen ja rakentaminen on muuttunut erittäin resurssitehokkaaksi.
- Elinkaariajattelu on laajalti käytössä: kaikki uudet rakennukset ovat lähes nollaenergiataloja, rakennusmateriaaleja on käytetty erittäin tehokkaasti ja olemassa olevan rakennuskannan kunnostusohjelmat on otettu käyttöön niin, että rakennuskannan kunnostusvauhti on 2 % vuodessa.
- Tavanomaisesti rakennus- ja purkujätteestä kierrätetään 70 %.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi ja jätedirektiivi kansallisesti implementoituina edistävät kestävästä rakentamisesta ja Euroopan komission resurssitehokkuustavoitteiden saavuttamista Suomessa. (Rakennusteollisuus ry 2021e)

### 3.6 Energia- ja materiaalitehokkuus vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia

Valtaosa rakennetun ympäristön päästöistä syntyy kiinteistöjen käytön aikaisesta energiankulutuksesta. Yksittäisten rakennusten lisäksi suuri merkitys on yhdyskuntarakenteella, liikennematkoilla ja käytetyillä energiamuodoilla.

Uudisrakentamista ohjataan säädöksin kohti nollaenergiatasoa ja myös korjausrakentamiseen on nykyisin omat energiamääräykset. Uudet rakennukset tulee suunnitella energiatehokkaiksi, kestäviksi ja vähän huoltoa tarvitseviksi. (Rakennusteollisuus ry 2021f)

Euroopan unionin asettamat vaatimukset ja rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) asettavat kansalliset energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset sekä uudis-että korjausrakentamiselle. Energiamääräykset perustuvat rakennusten kokonaisenergiankulutukseen. Sitä laskettaessa otetaan huomioon lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, lämpimään käyttöveteen, valaistukseen ja eri laitteisiin käytettävä energia.

Viimeistään vuoden 2020 lopusta alkaen uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja eli käytännössä ne tuottavat saman verran energiaa kuin kuluttavat. Lisäksi energiasta entistä isompi määrä on uusiutuvaa, kuten maalämpöä tai aurinkoenergiaa.

Vuonna 2013 Rakennusteollisuus RT käynnisti yhdessä ympäristöministeriön ja LVI-talotekniikkateollisuuden kanssa FlnZEB-hankkeen (Finnish nearly zero energy buildings). Hankkeen tavoitteena oli muodostaa kansallinen näkemys siitä, mitä Suomessa tarkoitetaan lähes nollaenergiarakentamisella ja mille tasolle kansalliset energiatehokkuusvaatimukset tulisi asettaa eri rakennustyypeille. (Rakennusteollisuus ry 2021f)

Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan luonnonvarojen säästeliästä käyttöä, tehokasta sivuvirtojen hallintaa, jätteiden määrän vähentämistä ja materiaalin kierrätystä elinkaaren eri vaiheissa. Toimimalla materiaalitehokkaasti ehkäistään materiaalihävikkiä, toimitaan kustannustehokkaasti ja vähennetään syntyvän jätteen määrää, joka kuormittaa ympäristöä. (Rakennusteollisuus ry 2021g)

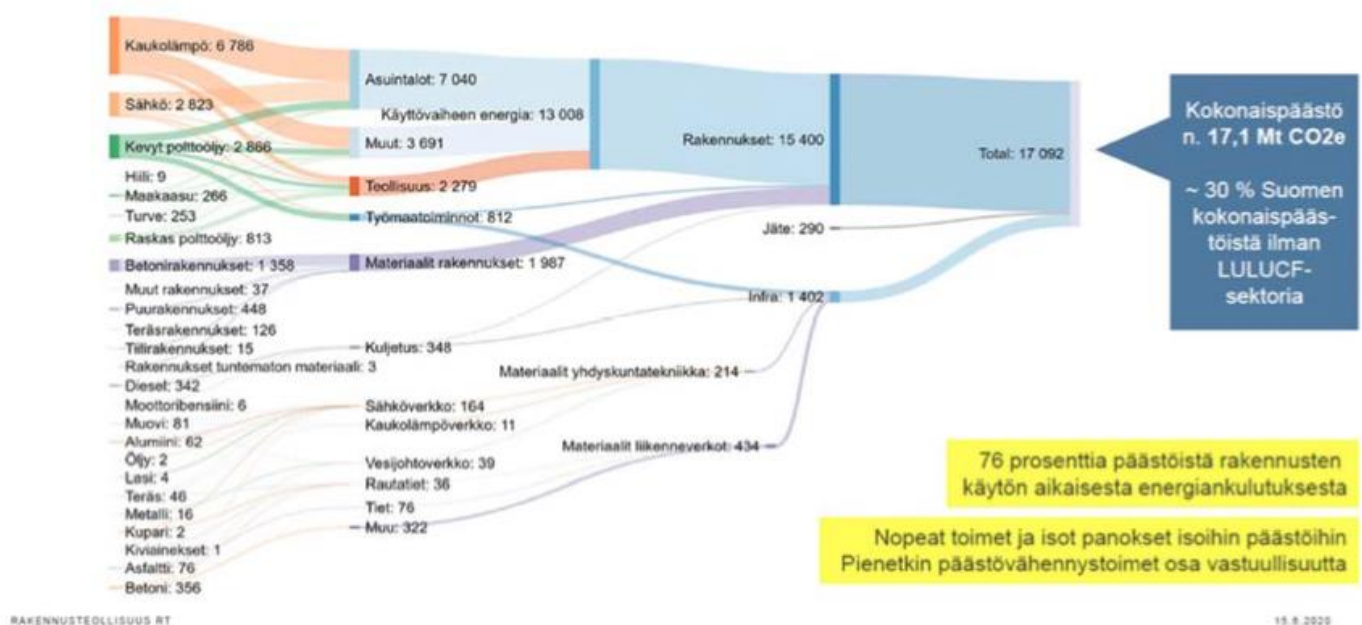
### 3.7 Rakennusteollisuuden tiekartta vähähiilisyteen

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuonna 2035 ja hiilinegatiivisuutta nopeasti sen jälkeen. Rakennusteollisuus RT laati yhdessä sidosryhmiensä kanssa tiekartan kohti vähähiilistä rakennettua ympäristöä osana hallitusohjelman mukaisia tiekarttoja. Rakennetulla ympäristöllä on hyvin laaja yhteiskunnallinen ja taloudellinen merkitys. Kiinteästä pääomakannasta 83 % muodostuu rakennuksista ja infrastruktuurista. Kiinteistö- ja rakennusala vastaa 15 % bruttokansantuotteesta ja työllistää yli 500 000 ihmistä.

Merkittäviä ovat myös rakennetun ympäristön ja rakentamisen energiankäyttö ja ilmastovaikutukset. Rakennettu ympäristö vie suomalaisten kuluttamasta energiasta yli kolmanneksen ja vastaa noin kolmanneksesta Suomen kulutuksen ilmastopäästöistä. Tällä hetkellä suurin osa sektorin päästöistä syntyy käytönaikaisesta energiankulutuksesta. Rakennettu ympäristö on teollisuuden ohella yksi merkittävimpiä CO<sub>2</sub>-päästöjen tuottajia ja sen merkitys ilmastomuutoksen hillitsemisessä on kiistaton. (Rakennusteollisuus ry 2020h)

Rakennusteollisuuden tiekarttatyössä on ensimmäistä kertaa selvitetty Suomen tasolla rakentamisen ja rakennetun ympäristön vuosittainen hiilijalanjälki, päästövähennyskeinot ja niiden edellytykset ja luotu skenaariot tulevaisuuteen vuoteen 2050 saakka. Tavoitteena on ollut tunnistaa suurimmat päästövähennysten osa-alueet, vähähiilisyden mahdollistavat toimenpiteet ja keskeiset epävarmuudet. Selvityksessä on arvioitu lisäksi sitä, kuinka vuonna 2021-2022 voimaan astuvaksi suunniteltu maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus sekä siihen liittyvä rakentamisen elinkaarinäkökulma ja vähähiilisyden arviointi voisivat kytkeytyä laajempaan tulevaisuuden tiekarttatyöhön.

Nopeiden päästövähennysten aikaan saamiseksi tärkeintä on leikata nykyisen rakennuskannan energiankulutusta eri energiatehokkuutta parantavin keinoin sekä kehittää sen energiamuotoja vähähiilisemmäksi. (Rakennusteollisuus ry 2020h)



Kuva 4. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (Mt CO<sub>2</sub>), laskennan kokonaistulos (Rakennusteollisuus ry. 15.6.2020).

Rakennetussa ympäristössä ja rakentamisessa ollaan vähentämässä päästöjä 66 prosentilla vuoteen 2035 mennessä. Tunnistettujen teknologiaharppausten avulla voidaan tuolloin päästä jopa 80 prosentin vähennykseen. Vuoteen 2050 on mahdollisuus saavuttaa lähes hiilineutraalius ja vähentää päästöjä 95 prosentilla. (Rakennusteollisuus ry 2020h)

Rakennetussa ympäristössä peräti 76 prosenttia päästöistä syntyy rakennusten käytön aikaisesta energiankulutuksesta. Olemassa olevien rakennusten energiankulutuksen vähentämisessä muun muassa uusilla lämmitysratkaisuilla onkin isoin päästövähennyspotentialiaali.

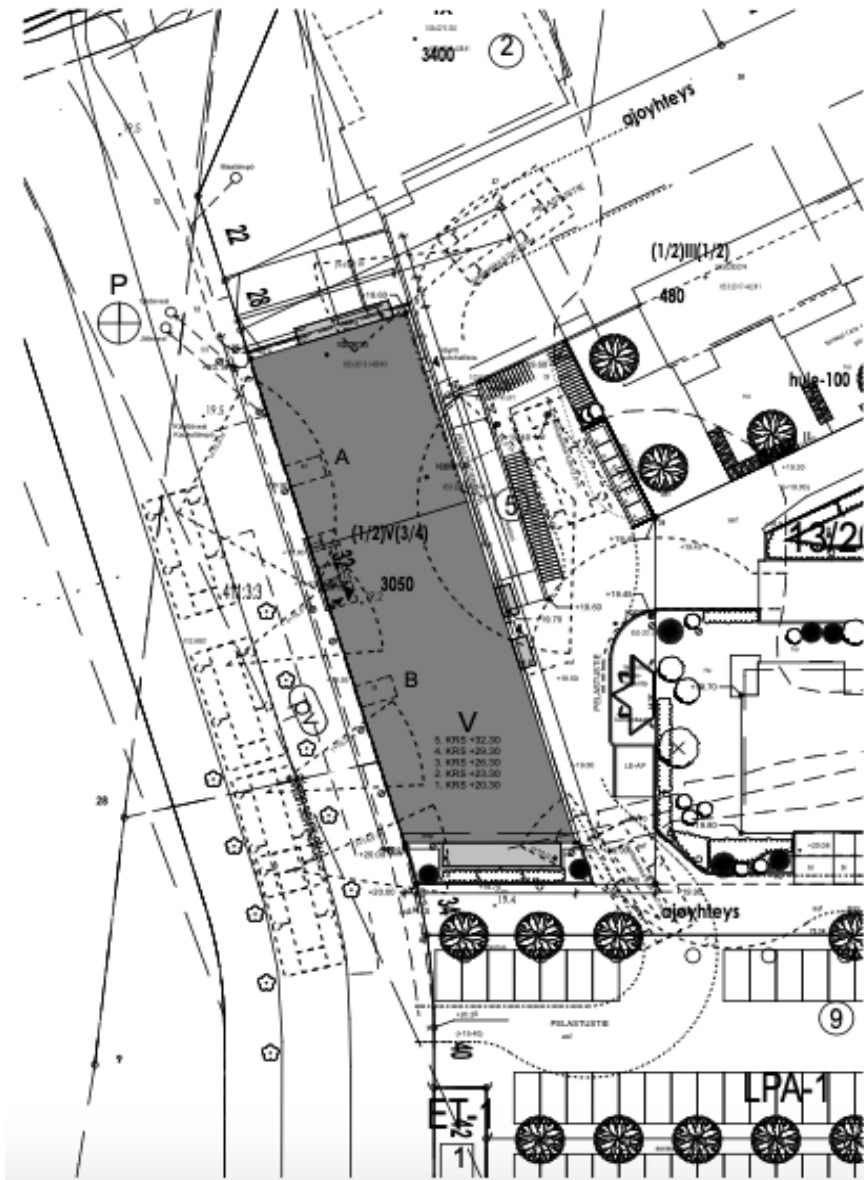
Työmaatoimintojen päästöjen vähentämisessä sähköistämällä ja biopoltoaineisiin siirtymisellä on tärkeä rooli. Rakentamisvaiheen osalta rakennusmateriaalien, kuten sementin ja teräksen valmistuksen teknologiakehityksellä on suuri merkitys. Eri materiaalien väliset erot päästöissä ovat promilleluokkaa rakennustasolla arvioituna.

Suurimpien päästövähennysten aikaansaaminen edellyttää määrätietoista toimia kaikilta osapuolilta, myös julkiselta sektorilta. Valtion tulee uudistaa alan vähähiilisyys-sääntelyä johdonmukaisesti ja siten, että vaatimukset ovat toteutettavissa. Kuntien tulee ottaa huomioon maankäyttöratkaisuissaan paitsi rakennusten ja rakenteiden sijoittelusta syntyvät liikenteen päästövaikutukset myös rakennettavuuteen liittyvät rakentamisen lisäpäästövaikutukset. Julkisten toimijoiden tulee hankinnoissaan painottaa vähähiilisyttä materiaali- ja teknologianeutraalisti sekä mahdollisimman ennustettavasti. (Rakennusteollisuus ry 2020h)

Tiekarttatyön toisena vaiheena toteutetaan kiinteistö- ja rakennussektorin eri sidosryhmien välinen hiilineutraaliusdialogi. Sen tavoitteena on jalkauttaa tiekarttatyön tulosten pohjalta tehdyt toimenpide-ehdotukset tulevien vuosien käytännön toimiksi. Dialogityön neljä aihealuetta ovat kaavoitus ja kaupunkikehitys, kiinteistöjen omistaminen ja käyttö, infrastruktuuri sekä materiaalit, niiden käyttö ja työmaat. (Rakennusteollisuus ry 2020h)

## 4 KOHTEEN ESITTELY JA LÄHTÖTIEDOT LASKENNALLE

Pohjola-Rakennus Oy rakentaa KVR-urakkana Turun Skanssin alueelle 5-kerroksisen, 2-portaisen kerrostalon hyvien kulkuyhteyksien ja palveluiden varrelle. Viereiselle tontille on entuudestaan rakennettu parkkihalli aikaisempien kohteiden yhteydessä. Tontin piha-alueesta tulee vihreä kaikkinen istutuksineen ja rakennuksien väliin jäävä sisäpiha luovat yhteisöllisyyden ja viihtyvyyden tunnetta, kuten voidaan havaita kuvan 5 asemapiirustuksesta.



Kuva 5. Asemapiirustus-luonnos kohteesta (Pohjola Rakennus Oy 2020. Sokopro-projektipankki, luonnos 20.3.2020)

#### 4.1 Kohde-esittely

As Oy Turun Skanssin Kurtiini rakennetaan tontille 853-37-23-5 osoitteeseen Skanssin-  
katu 32, 20730 Turku. Rakennettava kohde käsittää 2-portaisen, 5-kerroksisen kerros-  
talon, jossa on yhteensä 60 asuntoa. Tontille rakennettavalle rakennukselle tulevat au-  
topaikat on toteutettu erillisurakkana.

Tontti rajoittuu pohjoisesta korttelin sisäisen autoliikenteen kulkuväylään, idästä parkki-  
hallirakennukseen, etelästä pysäköintialueeseen sekä lännestä Skanssinkatuun.

Rakennus perustetaan geosuunnitelmien edellyttämällä tavalla kantavaan moreenipoh-  
jaan teräsbetonipaaluilla. Asuntojen kohdalle alapohjaan asennetaan Radon-putkitus ja  
tuuletusputki johdetaan vesikatolle. Rakennuksen kantavat ulkoseinät ovat teräsbeto-  
nielementtirakenteisia. Alapohja tehdään kantavana maanvastaisena laattana. Välipoh-  
jat sekä yläpohja ovat ontelolaattarakenteisia. Kattomuotona on harjakatto ja vesikat-  
teena toimii bitumikermikate. Julkisivut ovat etelä- ja länsijulkisivulla paikallamuurattua  
tiiltä, itä- ja pohjoisjulkisivulla eristerappausta ja tiililaattaa. Huoneistojen väliset seinät  
ovat teräsbetoniseiniä. Kevyet väliseinät ovat pääosin kipsilevyypintaisia teräsrunkaisia  
seiniä. Pesuhuoneiden kevyet väliseinät ovat kylpyhuone-elementin peltikasettiseiniä,  
huonetilan puolelta kipsilevytetyjä. Parvekelaatat ovat teräsbetonirakenteisia, parvek-  
keiden mahdolliset pieliementit tai pilarit harmaaksi maalattua betonia.

Asukkaiden yhteisessä käytössä ovat saunaosasto, kuivaushuone sekä ulkoiluväli-  
nevarasto. Taloon ei toteuteta väestönsuojatiloja. Väestönsuojatilat sijoitetaan osin ton-  
tille 3, ja loppuosa väestönsuojatiloista sijoitetaan myöhemmin rakennettavalle tontille.

Talosauna, palveluteinen, kuivaushuone sekä varasto- ja tekniset tilat sijaitsevat ra-  
kennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Viidennessä kerroksessa sijaitsee iv-kone-  
huone.

Tuloilman esilämmitykseen hyödynnetään tontilla 2 sijaitsevaa maalämpökaivoa. Ra-  
kennukseen suunnitellaan varaus aurinkopaneelien käytölle.

Rakennuksen paloluokka on P1.

Taulukko 1. Taustatiedot ja toiminnalliset ratkaisut, As Oy Turun Skanssin Kurtiini

<b>Taustatiedot ja toiminnalliset ratkaisut As Oy Turun Skanssin Kurtiini</b>	
Osoite	Skanssinkatu 32, 20730 Turku
Projektityyppi	Uudisrakennus
Rakentamivuosi	2021
Käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo
Markkinasegmentti	Vuokratalo
Talojen lukumäärä	1
Kerros määrä	5
Portaita yhteensä	2
Bruttoala	3 935 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala	3 479 m <sup>2</sup>
Huoneistoala	2 633 m <sup>2</sup>
Tilavuus	12 501 m <sup>3</sup>
Pysäköintiratkaisu	Pihakannen alainen autohalli; 31 auto-paikkaa + 1 invapaikka omalla tontillaan.

Taulukko 2. Rakennuksen käyttöikä ja fysikaaliset ominaisuudet

<b>Rakennuksen käyttöikä ja fysikaaliset ominaisuudet</b>	
Tarkastelujakso	50v
Vaadittu käyttöikä	Ei erillistä vaatimusta, ks. Tekninen käyttöikä
Tekninen käyttöikä	Suunniteltu käyttöikä 50v, kantavat rakenteet 100v
Energia, lämmitys	Kaukolämpö, Turun kaupungin verkosto
Energia, jäähdytys	Ei jäähdytystä
Energia käyttövesi	Kaukolämpö, Turun kaupungin verkosto
Sähkön pientuotanto	Varaus aurinkopaneeleille
Ilmanvaihto	Keskitetty lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Perustus	Paaluperustus teräsbetonipaaluin
Rakenteet	Perustetaan kantavaan maapohjaan TB-paaluilla, maanvastainen laatta. Kantavat ulkoseinät teräsbetonirakenteisia. Ala- ja välipohjat paikallavalettuja teräsbetonilaattoja tai ontelolaattaratkaisu. Yläpohja paikallavalettu teräsbetoni tai ontelolaattarakenteinen. Ulkoseinät elementtirakenteisia tiiliverhoiltuja tai rapattuja. Huoneistojen väliset seinät teräsbetoniseiniä ja kevyet väliseinät kipsilevy pintaisia, teräsrankaisia seiniä. Parvekelaatat teräsbetonirakenteisia.
Julkisivu ja verhoilu	Elementtirakenteisia tiiliverhoiltuja tai rapattuja. Julkisivutehosteena mm. parvekkeiden taustaseinissä on rakennuslevy esim. Cembrit Patina. Betonipinnat käsitellään sokkelista ylöspäin.



Taulukko 3. Rakennuksen laskettu energiankulutus

<b>Rakennuksen laskettu energiankulutus</b>	
E <sub>2018</sub> -luku [kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)]	87
Vakiolla käytöllä laskettu ostoenergia, Sähkö [kWh/vuosi]	137 882
Vakiolla käytöllä laskettu ostoenergia, kaukolämpö [kWh/vuosi]	270 534,4

Tämän rakennuksen E-luokka on B (87) (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Energiatodistusrekisteri 2020).

#### 4.2 Lähtötiedot

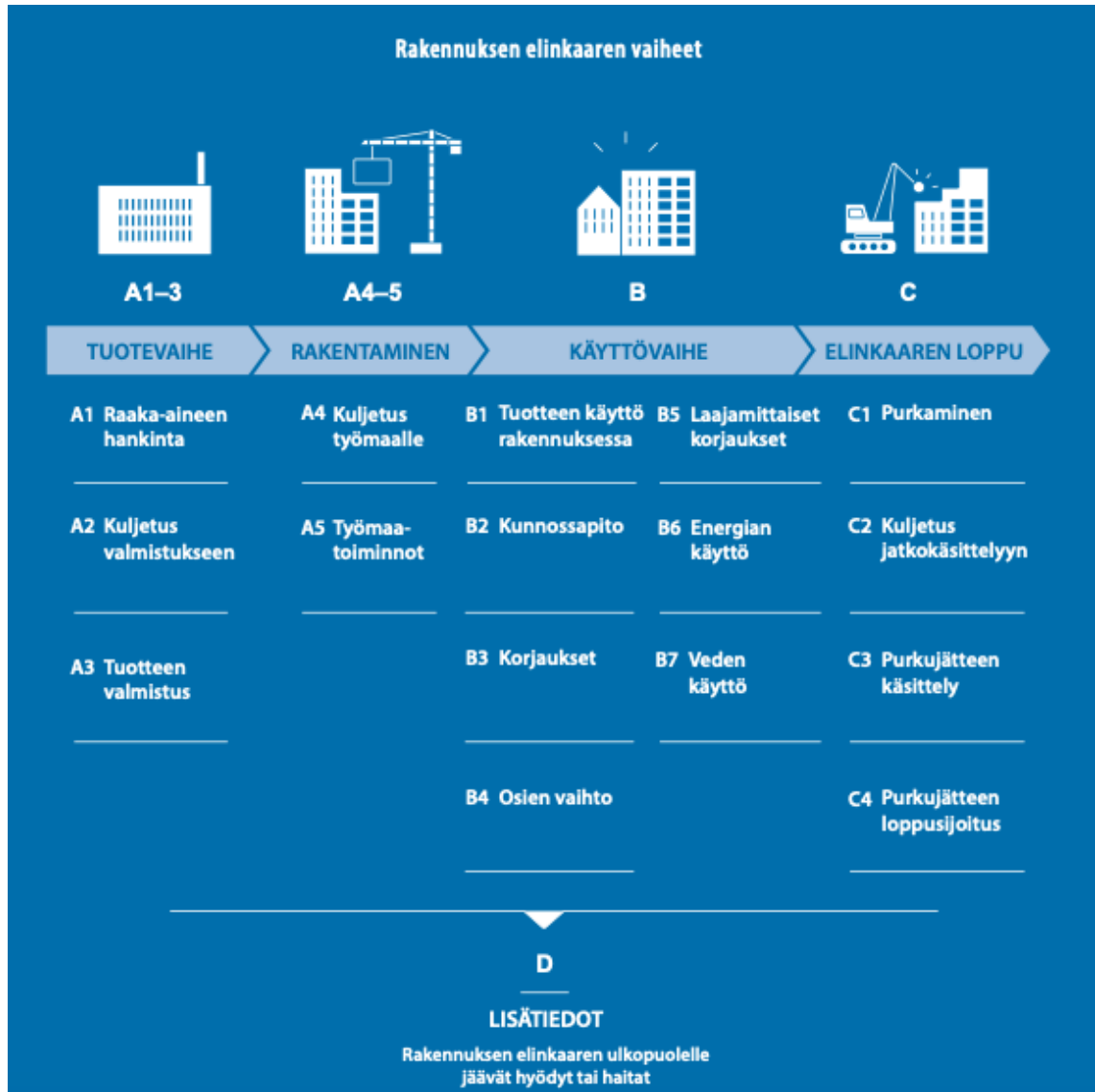
Kohteen laskennan lähtötietoina käytetään YH Kodit Oy:n luovuttamaa aineistoa, joita tässä tapauksessa ovat hankkeen projektipankki ja määräluettelo. Tiedot ovat ainoastaan tutkimuskäyttöä varten.

Kohteen elinkaariarviointi suoritetaan käyttämällä Bionova Ltd:n OneClick LCA laskentaohjelman Level(s) menetelmää, joka on standardisoitu yleisesti kaikkien ISO-standardoitujen tuotteiden sekä myöskin eurooppalaisissa EN-standardeissa rakennustuotteiden osalta. Level(s) menetelmän pohjana ovat eurooppalaiset kestävästä rakentamisesta koskevat standardit (mm. EN 15643 -sarja, EN 15978 ja EN 15804). (Kuittinen, M. 2019:22)

Arvioinnissa huomioidaan koko rakennus, tontin rakenteet sekä keskeinen osa taloteknisistä järjestelmistä. Arviointiin ei sisälly tontilla oleva kasvillisuus, maaperä tai rakentamisen väliaikaiset telineet ja suojaukset. Elinkaareen sisältyvät rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset ja työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys. (Kuittinen, M. 2019:22)

#### 4.3 Rakennuksen elinkaaren vaiheet ja sisältö

Rakennuksen elinkaaren vaiheet jaetaan eri osatekijöistä koostuviin moduleihin, jotka yhdessä muodostavat koko rakennuksen hiilijalanjäljen suuruuden tarkastelujakson aikana.



Kuva 6. Rakennuksen elinkaaren vaiheet moduleittain (Kuittinen, M. 2019:22, 14)

Elinkaaren arviointiin sisältyy tuotevaihe (moduuli A1-3), rakentaminen (moduuli A4-5), käyttövaihe (moduuli B), elinkaaren loppu (moduuli C) ja lisätiedot (moduuli D). Lisätiedoissa voidaan mainita mm. hankkeen tuottaman hiilikädenjäljen, eli ilmastohyötyjen suuruus, taikka muita huomion arvoisia laskentaan vaikuttavia tekijöitä.

Kohteen hiilijalanjäljen arvioinnin lopullinen arvo saadaan laskemalla jokaisen modulin tuottamat päästöt yhteensä, lukuunottamatta projektin aikaansaamaa ilmastohyötyä, eli hiilikädenjälkeä. Se ilmoitetaan erikseen negatiivisena lukuna. Hiilijalanjälki tulkitaan aina positiivisena kokonaislukuna ja ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentin painona jaetuna rakennuksen brutto sisäpinta-alalla ja arviointijakson pituudella ( $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ ). Tämä hiilijalanjäljen tulkintatapa on selkeä ja luo eri kohteiden laskennoille mahdollisimman realistisia ja vertailtavissa olevia arvoja.

## 5 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

### 5.1 Laskennan vaiheet

Elinkaariarvioinnin arviointijaksona käytetään rakennuksen suunniteltua käyttöikä, joka on lähtökohtaisesti joko 50 tai 100 vuotta. Tavanomaiset rakennukset suunnitellaan rakenteellisen käyttöikänsä mukaan vähintään 50-vuotisiksi, kun taas merkittävät arvorakennukset vähintään 100-vuotisiksi. Tässä kohteessa suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta.

Aloitetaan laskenta moduulin A1-5 mukaisesti. Lasketaan kohteen tontin, kantavien rakenteiden, vaipan, kevyiden rakenteiden ja talotekniikan päästöt. Tässä toimii apuvälineenä kohteen määräluettelo sekä materiaalipankki, joissa on kuvattuna yksityiskohtaisesti kunkin rakenteen materiaalit ja määrät.

A1 - A3 -vaiheessa syötetään laskennan rajauksien puitteissa kaikki työmaahan sisältyvät materiaalit ja määrät yksiköineen laskentaohjelmaan. Ohjelmaan on syötetty valmiiksi standardien mukaisesti jokaisen tuotteen taikka rakenteen aiheuttama päästokuorma tiettyä yksikköä kohden, joten ohjelmaan syötetään vain määrätiedot jokaiselle materiaalille. Tällöin voidaan tarkastella sekä rakennusvaihekohtaisesti että materiaali- tai tuotekohtaisesti syntyvää ilmastokuormaa.

A4 -vaiheessa syötetään jokaiselle toimitettavalle tuotekuormalle kuljetusetäisyys ja kuljetuskalusto. Tässä tapauksessa syötetään taulukoitu ohjearvo keskimääräisestä kuljetusetäisyydestä Suomessa, sillä kaikkia kohteen materiaalitoimittajia taikka kuljetusetäisyyksiä ei ollut tiedossa taikka dokumentoitu laskentavaiheessa. Ympäristöministeriön julkaisun mukaan taulukoituna keskiarvoisena kuljetusetäisyytenä käytetään arvoa 10,2 km.

Taulukko 4. Keskiarvoiset tyypilliset päästöt huomioituna 20 %:n epävarmuuskerroin (Kuittinen, M. 2019:22, 45)

Tyypilliset päästöt (kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> )		
A1–3 Valmistus		<i>(lasketaan aina hankekohtaisin tiedoin)</i>
A4 Kuljetus työmaalle	10,20	Keskimääräinen kuljetusetäisyys Suomessa
A5 Uudisrakennustyömaan toiminnot	27,30	Työmaan energian ja polttonesteiden kulutus
B3–4 Korjausten energiankulutus <sup>12</sup>	2,16	Materiaalien valmistus arvioitava erikseen
B6 Energian käyttö		<i>(lasketaan aina hankekohtaisin tiedoin)</i>
C1 Purkutyömaan toiminnot	7,80	Työmaan energian ja polttonesteiden kulutus
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn	10,20	Keskimääräinen kuljetusetäisyys Suomessa
C3–4 Jätteenkäsittely ja loppusijoitus	15,60	
<b>Yhteensä</b>	<b>73,26</b>	<b>kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup></b>

A5 -vaiheessa lasketaan hiilijalanjälki rakennustyömaalla kuluvan ostoenergian polttoaineiden kulutuksen pohjalta. Sähkön ja lämmityksen ostoenergiamäärät saadaan kohdekohtaisesti energiatodistuksesta. Mikäli polttoaineiden, vedenkulutuksen ja jätteiden syntymisen määrästä aiheutuvaa energiankulutusta ei ole tiedossa, käytetään ohjeistettuja taulukkoarvoja, joissa on huomioitu päästökertoimet.

B1 - B7 -vaiheeseen sisältyy kokonaisuudessaan kohteen käyttö, eli arviojakson 50v aikana tuotteiden käyttö rakennuksessa, korjaukset, kunnossapito, osien vaihto, laajamittaiset korjaukset sekä energian ja veden käyttö. Tässä huomioidaan korjaamisen ja uusimisen aiheuttamat päästöt jotka laskentaohjelma laskee syötettyjen materiaalitietojen perusteella. Energiankäytössä huomioidaan rakennuksen kuluttaman energian päästöt. Energiankäyttö lasketaan energiatodistuksessa annetun ostoenergiamäärän perusteella. Vedenkäytön laskuri laskee taulukkoarvojen mukaan.

C -vaihe on lähtökohtaisesti rakennuksen elinkaaren loppu, joka käsittää rakennuksen purkamisen, jatkokäsittelyyn kuljettamiset, purkujätteen käsittelyn ja loppusijoitukset. Näistä saadaan hyvin useasti myös tietoja D-vaiheeseen, eli lisätietoihin. C -vaiheessa määritellään purkamisesta aiheutuvat päästöt, jotka laskuri saa taulukkoarvojen perusteella. Purkamisen jälkeen pyritään käyttämään kaikki käyttökelpoinen materiaali uudelleen jatkokäsittelyillä, jotta lopullista keltotonta jätettä ja ilmastokuormaa syntyisi mahdollisimman vähän. Nämä tiedot voidaan listata D -vaiheessa, kun rakennus on purettu. Lisäksi D -vaiheessa voidaan ilmaista muita hyötyjä tai haittoja, jotka kuuluvat rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle, esimerkiksi hiilikädenjälki.

## 5.2 Laskennan rajaukset

Jotta voitaisiin ylläpitää vertailukelpoisuutta erilaisten kohteiden hiilijalanjälkilaskelmissa, on luotu selvät rajaukset sille, mitä huomioidaan laskennassa ja mitkä rajataan laskennan ulkopuolelle.

	Sisältyy arviointiin	Ei sisälly arviointiin
<b>Tontti</b>	+ Maaosat + Tuennat ja vahvistukset + Päällysteet + Alueen rakenteet	- Alueen varusteet - Kasvillisuus - Kasvillisuuden, maaperän tai vesistöjen muutoksista aiheutuvat ilmastovaikutukset
<b>Kantavat rakenteet</b>	+ Perustukset + Alapohjat + Runko + Julkisivut, ovet ja ikkunat + Ulkotasot + Kattorakenteet	- Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet
<b>Täydentävät rakenteet</b>	+ Väliseinät ja ovet + Portaat + Pintarakenteet + Tyypilliset kiintokalusteet + Hormit ja tulisijat + Tilaelementit	- Pintamateriaalit ja listat - Pintakäsittelyt ja maalaukset - Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet
<b>Talotekniikka</b>	+ Lämmitysjärjestelmät + Vesi- ja viemärijärjestelmät + Ilmastointijärjestelmät + Jäähdytysjärjestelmät + Sprinklerit + Sähköjärjestelmät + Hissit	- Tietotekniset järjestelmät - Taloautomaatio - Varavirtajärjestelmät - Liukuportaat - Erilliset koneet ja laitteet
<b>Työmaa</b>	+ Työmaalla kulutettu energia	- Telineet, suojaukset - Väliaikaiset rakenteet, muotit ja tekniset laitteet - Työmaatilosten elinkaari - Työmaan henkilöliikenne

Kuva 7. Elinkaariarviointiin sisältyvät rakennusosat (Kuittinen M. 2019:22, 18)

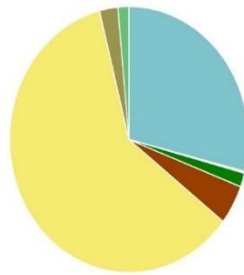
## 5.3 Laskennan tulokset

As Oy Turun Skanssin Kurtiin elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on 3 300 tn CO<sub>2</sub>e. Vuotuiset päästöt ovat 16,77 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/vuosi. Rakentamisvaiheen (A1-A5) aiheuttamat päästöt ovat noin 31 % koko elinkaaren aikaisista päästöistä, kun taas käyttövaiheen (B1-B7) aikaiset päästöt ovat noin 68 %. Ulkoisten vaikutusten ja purkuvaiheen päästöt ovat noin 1%. Käytön aikaisten päästöjen suurimmat vaikuttavat tekijät ovat

sähkö- ja kaukolämpöjärjestelmä. Piirakkakuviassa 1 on esitetty elinkaaren vaiheista aiheutuva ilmaston lämpeneminen.

Kuvio 1. Elinkaaren vaiheista aiheutuva ilmaston lämpeneminen.

Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e - Elinkaaren vaiheet



Tuloksia tulkitsemalla voidaan erotella kokonaiskulutuksesta rakennuksen käytöstä, eli asumisesta, energiasta ja kunnossapidosta koostuva kulutus. Käytön aikainen hiilijalanjälki koko elinkaaren ajalta on 68 % kokonaiskulutuksesta, noin 2 234 tn CO<sub>2</sub>e. Tämä voidaan jakaa vuotuisen kulutukseen, joka on tällöin noin 45 tn CO<sub>2</sub>e/a.

Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki on 10 500 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/a, josta asumisen osuus on 25 prosenttia, eli noin 2,5 tn CO<sub>2</sub>e/hlö/a. (Ilmasto-opas 2021)

Kohteessa asuntopinta-ala on 2 633 m<sup>2</sup> ja huoneistojakaumaa tarkasteltaessa kohteen a sekä b rapussa, voidaan todeta asukkaita asuvan 90-100. Tästä keskiarvona saadaan 95 asukasta ja sen perusteella voidaan lähteä arvioimaan kohteessa yhden henkilön aiheuttamaa ilmastokuormaa vuodessa.

## HUONEISTOLUETTELO

HUONEISTOTYYPPI	HUONEISTOALA	KPL	YHTEENSÄ
Porras A			
1h+kt	26,5	1	26,5
1h+kt	27,0	5	135,0
1h+kt	29,0	4	116,0
2h+kt	33,0	4	132,0
2h+kt	33,5	4	134,0
2h+kt	37,0	3	111,0
2h+kt	45,0	3	135,0
2h+kt	47,5	3	142,5
Porras B			
1h+kt	26,0	1	26,0
1h+kt	29,0	5	145,0
2h+kt	33,0	4	132,0
2h+kt	39,5	4	158,0
2h+kt	47,5	5	237,5
3h+kt+s	66,0	5	330,0
3h+kt+s	70,0	4	280,0
4h+kt+s	78,0	5	390,0

Kuva 8. Kohteen huoneistoluettelo (Projektipankki. Pohjola Rakennus Oy 2020)

## 5.4 Asumisen hiilijalanjälki

Yhden asukkaan vuotuinen kulutus saadaan laskemalla käytön (B1-B7 modulit) aikana syntyneiden päästöjen määrä vuodessa jaettuna asukasmäärällä, jonka määräksi arvioidaan tässä 95 asukasta. Tällöin saadaan asukkaan asumisesta syntyvä vuotuinen asumisen hiilijalanjälki, johon kuuluu kaikki asunnon, käyttöveden, sähkön, lämmityksen ja jätteiden syntymisestä aiheutuvat päästöt.

Määritettäessä asumisen hiilijalanjälkeä, tulee koko rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä vähentää sähkön ja veden kulutuksen osuus, eli noin 2 079 tn CO<sub>2</sub>e. Tällöin yhden asukkaan vuotuinen osuus hiilijalanjäljestä on noin 438 kg CO<sub>2</sub>e.

As Oy Turun Skanssin Kurtiinissa vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia sähkön osalta on 137 882 kWh/vuosi. Kertomalla tulos vuoden 2020 sähköntuotannon päästökertoimella 121 g CO<sub>2</sub>/kWh, saadaan rakennuksen ylläpitoon käytettävän sähkön aiheuttamat päästöt, joka on noin 16 680 kg CO<sub>2</sub>e/vuosi. Osuus asukasta kohti on tällöin 175 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/vuosi.

Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergian määrä kaukolämmön suhteen on kohteessa 270 534,4 kWh/vuosi. Kertomalla tulos vuoden 2020 kaukolämmön tuotannon päästökertoimella 130 g CO<sub>2</sub>/kWh, saadaan rakennuksen käytön aikaisen lämmityksen aiheuttama ilmastokuorma, joka on 35 169 kg CO<sub>2</sub>e/vuosi. Asukasta kohden osuus on 370 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/vuosi.

Veden ja jäteveden käytön sekä käsittelyn osuus elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä on 2,5 % eli noin 82 500 kg CO<sub>2</sub>e. Yhden asukkaan vuotuinen osuus on tällöin noin 17,4 kg CO<sub>2</sub>e.

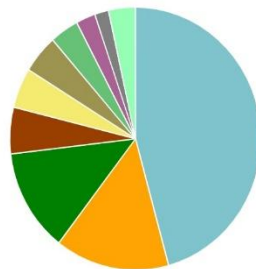
Lisäksi asumisen hiilijalanjälkeen asukkaan osalta vaikuttaa elämäntavat ja kierrättämisaktiivisuus. Vantaan energia on tehnyt tutkimuksen yhteistyössä VTT:n työryhmän kanssa koskien ihmisten kierrätys- ja lajitteluaktiivisuutta. Tutkimustulokset osoittivat, että ahkeran jätteidenlajittelijan hiilijalanjälki on 288 kg CO<sub>2</sub>e/vuosi, joka on alle puolet peruslajittelijan hiilijalanjäljestä. Jätteiden lajittelu ja kierrättäminen ei vaadi ihmisiltä merkittäviä elämäntapamuutoksia, joten mukavuuksista ei tarvitse tinkiä ollakseen ekologinen lajittelija. (Vantaan Energia 2019)

Suomalaisen jätteiden lajittelun numeerista keskiarvoista hiilijalanjälkeä ei ollut saatavilla, joten voidaan ajatella sen olevan asukasta kohden maksimissaan Vantaan Energian ilmoittama ahkeran lajittelijan hiilijalanjälki, joka on alle puolet keskimääräisestä jätteiden lajittelun hiilijalanjäljestä. Skaala olisi siis 288 – n. 600 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/a. Ihmiset ovat tottuneet erilaisiin elämäntapoihin, joten rakennuksessa saattaa asua ahkeria kierrättäjiä ja vähemmän ahkeria kierrättäjiä. Tästä voidaan marginaaliseksi keskimääräiseksi hiilijalanjälkiarvoksi kierrättämisen osalta arvioida 450 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/a.

Nämä kaikki tekijät yhteenlaskettuna muodostavat yhden asukkaan aiheuttaman vuotuisen hiilijalanjäljen, joka näiden laskujen perusteella on As Oy Turun Skanssin Kurtiinissa on noin 1500 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/a. Tulos on 40 % pienempi, kuin Ilmasto-oppaan arvioima keskimääräinen suomalaisen asumisesta aiheutuva hiilijalanjälki 2 500 kg CO<sub>2</sub>e/hlö/a.

## Kuvio 2. Rakennuksen osien aiheuttama ilmaston lämpeneminen.

Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e - Rakennuksen osat



Tässä kuviossa on jaoteltuna rakennuksen osista syntyvät päästöt elinkaaren ajanjaksoilta. Oleellista on, että käyttövaiheeseen (B1-B7) sisältyvät energia- ja lämmityskulutukset, eli sähkön ja kaukolämmön käyttö, vievät suurimmat palat tästä piirakasta, noin 63 %. Rakentamisvaiheeseen (A1-A5) kuuluvat runkotuotteet ja talotekniikan tuotteet kuluttavat 33,5 % ja loput ovat luokittelemattomia.



## 6 ANALYYSIT JA RATKAISUJA TULEVAISUUDELLE

### 6.1 Tulosten analyysi

As Oy Turun Skanssin Kurtiinin elinkaariarvioinnin laskennan tulokseksi saatiin 50-vuoden arviointijaksolla 3300 tn CO<sub>2</sub>e ja vuotuiset päästöt neliötä kohden ovat luokkaa 16,77 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a.

Tulokset on laskettu Bionovan OneClick LCA -laskentamenetelmällä käyttäen yksinkertaistettua laskentatapaa, jossa tuotteiden ja rakennusmateriaalien kierrätettävyyden ja uusiokäytön osalta käytetään ohjelman valmiita arvoja. Kuljetusetäisyyksissä on käytetty ympäristöministeriön laatimaa keskimääräistä arvoa kuljetuetäisyyksistä Suomessa, joka on 10,2 kilometriä. (Kuittinen, M. 2019:22)

Bionova Ltd on laatinut tutkimuksen koskien referenssirakennuksien hiilijalanjälkien raja-arvoja. Tutkimukseen kerättiin tilastotietoja sadoista rakennushankkeiden materiaalien hiilijalanjäljistä ja energiatodistuksien kulutustiedoista. Hiilijalanjäljen tulokseksi saatiin referenssirakennukselle 12,3-14 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. Keskimääräisten arvojen tuloksia on täydennetty herkkyyksianalyysillä, jotka voivat kasvattaa hiilijalanjälkeä 6:sta 22:een prosenttiin rakennustyyppistä riippuen. Esimerkkiskenaarioita ovat muun muassa kaavamääräykset, tiilijulkisivu, paikallavalettu betonirunko ja parvekkeet. Tämän referenssirakennuksen hiilijalanjälki ei ota huomioon perustuksia eikä pysäköintiratkaisuja. Rakennuksille arvioitiin tutkimuksissa päästövähennyskeinoja, kuten vähähiilisen betonin käyttöä, puurankarunkoa, A-energialuokkaa ja maalämpöpumppua. Näitä keinoja käytettäessä arvioitiin suurimpien päästövähennysten olevan 28-43 % rakennustyyppistä riippuen. (Bionova Ltd 2021)

Näitä herkkyystekijöitä ja skenaarioita voidaan peilata tapauskohtaisesti myös tähän opinnäytetyön kohteen, As Oy Turun Skanssin Kurtiinin, hiilijalanjälkeen. Skanssin Kurtiinin vuotuiset päästöt 16,77 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a ylittää noin 20 % tutkimuksessa asetetun referenssirakennuksen keskivertopäästöjen rajan. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa perustamistapa, sillä rakennus perustetaan teräspaalujen varaan kantavaan moreenikerrokseen. Paalutustyö ja paalujen suuri määrä rakennuksen pohjan pinta-alaan nähden vaikuttaa merkittävästi päästöjen syntymiseen. Lisäksi betonirunkoisissa rakennuksissa betonilaadun valinnalla on suuri päästövähennyspotentialiaali. Vähähiilisen betonin käyttö paikallavaluissa sekä elementeissä laskee tyyppikohtaisesti betonista syntyviä päästöjä 20-60% joka on hyvin merkittävä määrä, kun betonia käytetään kohteessa paljon. Mikäli kaikki kohteessa käytetty betoni olisi vähähiilistä, laskisi kohteen vuotuiset päästöt neliötä kohden välille 15,2-16,2 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. Siitä huolimatta tämä tulos ylittää vielä referenssikohteen asetetun raja-arvon.

Toinen merkittävä päästövähennyspotentiaali on alumiinissa ja alumiiniprofiileissa. Tarkasteltavassa kohteessa alumiiniprofiilien vaikutus hiilijalanjälkeen on 19,4 % elinkaaren ajalla. Alumiiniprofiilien vaikutus vuotuisen päästöarvoon on tässä hankkeessa noin 1,0 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. Käyttämällä ilmastoystävällisempää alumiinia ja minimoimalla alumiinin määrää saadaan vuotuisia päästöjä laskettua. On syytä harkita, voidaanko alumiini korvata jollain muulla materiaalilla, joka täyttää samanlaiset laadulliset vaatimukset.

Kohde liitetään Turun kaukolämpöjärjestelmään ja tämä on selvästi suurin päästöihin vaikuttava tekijä, sillä energiankulutus on kaukolämpöjärjestelmissä suurta. Kaukolämpöratkaisu ei ole ekologisin valinta, sillä siinä hyödynnetään verkoston lämmityksessä kivihiiltä. Lisäksi kaukolämpöjärjestelmän kokonaishyötysuhde ei ole markkinoiden parhaimmista, vaikka sitä on vuosien aikana kehitelty sen osalta. Kaikki energia ei mene hyötykäyttöön, vaan osa on niin sanottua hukkaenergiaa. Hankkeelle oli kaavailtu suunnitteluselostuksessa maalämpöjärjestelmää sekä aurinkopaneelien varausta, mutta niistä ei ollut enempää mainintaa suunnitelmissa. Mikäli paneelit toteutuvat, tällöin rakennus saa varastoitua energiaa toimintaansa luonnollisesti auringonvalosta, eli nostattaa kohteen hiilikädenjälkeä. Vuotuiset päästöt saataisiin näillä kaikilla päästövähennyskenaarioilla referenssirakennuksen raja-arvoihin.

Rakennuksen maantieteellisellä suuntaamisella on tässä myös suuri vaikutus energiasäästöihin, sillä julkisivuun toteutettavat alumiini-ikkunaseinäjärjestelmät ja valokuilut varastoivat lämpöenergiaa rakennukseen ja päästävät lävitseen valoa. Paras hyötysuhde saadaan seinien suuntaamisella auringonvalon puoleen. Tästä tapauksesta suurin hyöty sijoittuu kesäajalle, kun päivät ovat pitkiä. Samaan kategoriaan sijoittuu aurinkopaneelien varaukset. Mikäli ne toteutetaan, tulee paneelit asentaa sille puolelle harjakattoa, johon auringonvalo paistaa suurimman osan päivästä.

Lisäksi energiatehokkuuteen vaikuttaa huomattavasti rakenteiden, varsinkin rakennuksen vaipan lämmönjohtavuus. Materiaalien oikeaoppinen eristäminen, tiivistäminen ja ikkunapinnan suhteutus seinäpintaan ovat merkityksellisiä tekijöitä pitkällä tähtäimellä rakennuksen elinkaaren aikaisessa päästölaskennassa. Suuressa roolissa ovat ikkunaseinäratkaisun ja ikkunoiden U-arvot. Energiatehokkailla ratkaisuilla minimoidaan mahdolliset lämpövuodot ja energiahävikit sekä saadaan ylläpidettyä rakennuksessa korkeaa hyötysuhdetta.

## 6.2 Uudet ratkaisut tulevaisuuden projekteille

Jotta kyseisen kohteen hiilidioksidipäästöjä voitaisiin pienentää, tulisi ottaa huomioon rakennusmateriaalien valinnassa ekologisesti tuotetut ja prosessoidut materiaalit. Nykypäivänä käytetään vielä erittäin paljon tuotteiden valmistuksessa hiilipohjaisia polttoaineita, jotka ovat haitaksi maapallon pitkäikäiselle ylläpitämiselle. Jatkossa tulisi käyttää enemmän resursseja uusiutuvan energian ja biopolttoaineiden tuottamiseen fossiilisten polttoaineiden sijaan.

Rakentamisen aikana työssä käytetään hyvin paljon erilaisia massiivisia työkoneita, jotka käyttävät polttoaineenaan pääsääntöisesti dieseliä, joka aiheuttaa huomattavasti hiilidioksidipäästöjä. Tämä on suuri tekijä laajemmassa mittakaavassa tarkasteltuna ja tähänkin tulisi tehdä uusia ratkaisuja mahdollisimman nopeasti. Biodiesel on otettu osittain käyttöön liikenteen energianlähteeksi, mutta sitä tulisi käyttää laajemmin jo lähitulevaisuudessa, mikäli halutaan päästä ilmastotavoitteisiin sovitusti. Biopolttoaineiden tuottamista eli jalostusta tulee tehostaa.

Hankkeita suunniteltaessa tulisi pitää mielessä nykypäivän ilmastoystävällisemmät tuotteet, kuten vähähiilinen betoni. Vähähiilisen betonin päästöt ovat pienempiä normaaliin vastaavaan betonilaatuun verrattuna. Betonin käyttäminen rakennusten runkomateriaalina on ollut menneisyydessä kovassa suosiossa ja niin on tulevaisuudessakin. Betoni ja sen työstäminen on suuri ilmastokuormaa aiheuttava tekijä ja siksi huomion kiinnittäminen betonilaadun valintaan olisi hyvin merkittävä ilmastoteko ilmastosiivouksen tavoitteisiin tähtäämisen kannalta.

Suosituin rakennusten energiamuotoratkaisu on vielä tähän päivään mennessä kaukolämpö, varsinkin tiiviisti asutuissa kerrostaloalueilla, joissa saadaan suhteellisesti pienelle pinta-alalle paljon asukkaita. Tätä ratkaisua käytetään sen helppouden ja saatavuuden vuoksi kaupungeissa ja taajama-alueilla. Kuitenkaan kaukolämpö ei ole lämmitystavoista ekologisista vaihtoehto, vaikka se mielletään hyväksi valinnaksi sen turvallisuuden ja asumismukavuuden kannalta. Hiilijalanjäljen pienentämiseksi rakennusallalla tulisi tulevaisuudessa ottaa laajempaan käyttöön kustannus- ja energiatehokkaat maalämpöratkaisut. Se on luonnollisesti auringon tuottamaa energiaa, joka on varastoitunut maaperäämme ja sen kapasiteettia olisi ekologista alkaa hyödyntämään laajemmin. Kun vähennetään sähkö- ja kaukolämpöratkaisuja, säästetään sekä kustannuksia, että ilmastoa.

Tavoitteenamme on taata terveelliset ja turvalliset elinolosuhteet tulevaisuuden sukupolville, jotta nämä kykenevät vuorostansa tulevaisuudessa rakentamaan terveellistä ja toimivaa yhteiskuntaa globaalisti. Merkittäviin ja näkyviin tuloksiin pääsy vaatii kaikilta muutoksia jokapäiväisessä elämässä ja toiminnassa. Ilmastonmuutos on vakava ja globaali ongelma, johon vaaditaan toimia kaikilta teollisuuden aloilta kansainvälisesti.

## 7 YHTEENVETO

Elämme aikaa, jolloin teknologia kehittyy jatkuvasti, väkiluku kasvaa kiivaasti ja erilaiset teolliset toiminnot lisääntyvät. Ihmisten käyttäytymis- ja toimintatavat sekä ratkaisut erilaisissa olosuhteissa aiheuttavat alitajuntaisesti ilmakehään kasvihuonekaasupäästöjä, jotka kuormittavat maapalloamme. Tässä työssä kartoitetaan, miten päästöjä syntyy, miksi niitä syntyy ja mitä ratkaisuja voidaan kansainvälisesti tehdä terveellisen elämän turvaamisen varmistamiselle.

Suomi on osana Pariisin ilmastositoumuksessa, jossa tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu alle 1,5 asteeseen esiteolliseen aikaan suhteutettuna, ja tämän ohella ryhtyä toimiin tavoitteen toteutumiseksi. Osapuolten edistymistä seurataan viiden vuoden välein toteutettavissa kokonaistarkasteluissa, joista ensimmäinen tapahtuu vuonna 2023. Saavutettua tulosta suhteutetaan sopimuksen tavoitetulokseen ja seurataan sen edistymistä tältä ajanjaksolta.

Hiilidioksidipäästöjen havainnollistamiseksi tässä opinnäytetyössä lasketaan 5-kerroksisen betonielementtirunkoisen kerrostalokohteen elinkaaren hiilijalanjälki. Tulosten perusteella saadaan yksityiskohtainen kuva siitä, mitkä tekijät vaikuttavat päästöjen suuruuteen, mitkä elinkaaren vaiheet sitä eniten tuottavat, miten asukkaat voivat omalla panoksellaan vaikuttaa hiilijalanjäljen suuruuteen ja millaisia ratkaisuja tulee tulevaisuudessa tehdä vähähiilisuuden toimintatavan edistämiseksi.

Tulevaisuudessa rakentamisessa täytyy huomioida hiilijalanjälki jo suunnitteluvaiheessa. On asetettava konkreettisia tavoitteita kaikille projektissa toimijoille, jotta yhteisiin tavoitteisiin päästään hankekohtaisesti. On hyödynnettävä teknologian myötä tulleita uusia innovaatioita, kustannus- ja energiatehokkaita ratkaisuja sekä käytettävä uusiutuvaa energiaa ja polttoaineita.

Yksi tärkeimmistä tukipilareista tulevaisuuden päästövähennysten saavuttamisessa on ympäristöministeriön laatima vähähiilisuuden tiekartta. Siinä kuvataan johdonmukaisesti, miten huomioidaan rakennusmateriaalit osana rakennuksen käytön aikaista energiankulutusta ja hiilijalanjälkeä. Tiekartan vaihteellisuuden, pitkäjänteisyyden ja laajan osallistamisen avulla pyritään varmistamaan ohjauksen ennustettavuus, toteutettavuus ja käytettävyys. Tämä luo teollisuudelle mahdollisuuksia ennakoita toimintaympäristöä ja valmistella sekä toteuttaa suuria, pitkäjänteisiä investointeja. Tiekartan johdosta pystytään valmistautumaan tuleviin säädöksiin kehittämällä uusia menetelmiä ja ratkaisuja, joilla tavoitteisiin päästään.

Hyvinkin tärkeänä teemana hiilijalanjälkiasioissa toimivat yhdessä rakentaminen, kommunikaatio, tiedottaminen ja yhteisymmärrys. Näiden lisäksi teollisuudessa hankkeiden osallisten tulee olla myös motivoituneita ja tietoisia siitä, millaiset päästötavoitteet rakennushankkeella tai projektilla on. Se vaatii kaikilta isoa panostusta laajassa mittakaavassa. Yhdessä tekemällä luodaan tulevaisuudesta terveellisempi ja viihtyisämpi.

## LÄHTEET

Antikainen, R. 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2010. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39822/SYKEra\\_7\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39822/SYKEra_7_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bionova Ltd 2021. Carbon footprint limits for common building types. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa: [https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/Bionova\\_MinEnv\\_Finland\\_embodied\\_carbon\\_limit\\_values\\_report\\_FINAL\\_19JAN2021\\_ed.pdf](https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/Bionova_MinEnv_Finland_embodied_carbon_limit_values_report_FINAL_19JAN2021_ed.pdf)

Eurooppa-neuvosto 2022. Pariisin ilmastopöytäkirja. Viitattu 12.2.2022. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/paris-agreement/>

Ilmasto-opas. Kestävät kuluttajavalinnat. 2021. Viitattu 12.2.2022. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/28259fe8-7b5e-4806-8ab6-7c06739ef5cc/kotitalouksien-kulutuksella-on-merkittava-ilmastovaikutus.html>

Ilmasto-opas 2021. Päästöjen vähentäminen Suomessa. Materiaalitehokkuus. Kestävät kuluttajavalinnat. Viitattu 19.2.2022. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/28259fe8-7b5e-4806-8ab6-7c06739ef5cc/kotitalouksien-kulutuksella-on-merkittava-ilmastovaikutus.html>

Ilmasto-opas 2018. Rakennusten lämmityksen ilmastovaikutukset. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/73fa2827-42d1-4fd7-a757-175aca58b441/rakennusten-lammitys-kuluttaa-runsaasti-energiaa.html>

Karhu, J. 2019. Level(s) -järjestelmän pilotoijat Suomessa. Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari. Ympäristöministeriö. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7b13A41B6C-AB57-4769-9316-59E374A9F67E%7d/145014>

Kuittinen, M. Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Viitattu 10.10.2021. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM\\_2019\\_22\\_Rakennuksen\\_vahahiilisyys\\_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyys_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Laine ym. 2021. Vähähiilisten rakennusmateriaalien hiilikädenjälki osana sääntelyä – haasteet ja mahdollisuudet. Gaia Consulting Oy. Loppuraportti. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: <https://docplayer.fi/209823107-Vahahiilisten-rakennusmateriaalien-hiilikadenjalkei-osana-saantelya-haasteet-ja-mahdollisuudet.html>

Linnanen & Nyfors 2020. Suomalaisten kotitalouksien hiilijalanjäljen pienennyttävä 70 prosenttia. Ilmastopaneeli. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.ilmastopaneeli.fi/tiedotteet/suomalaisten-kotitalouksien-hiilijalanjaljen-pienennyttava/>

Motiva. Uusiutuva energia 2021. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia)

Nissinen, A. 2013. Tuotesuunnittelu ja tuotteet. Elinkaariarviointi. Ympäristö. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet/elinkaariarviointi\\_jalanjaljet\\_ja\\_panostuotusmalli](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotusmalli)

Oneclicklca. Bionova Ltd. Saatavissa: <https://www.oneclicklca.com/fi/>

Pohjola Rakennus Oy. Sokopro-projektipankki.

Rakennusteollisuus ry 2021a. CEN/TC 350 Kestävä rakentaminen. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/CENCT-350-Kestava-rakentaminen/>

Rakennusteollisuus ry 2021b. Kestävä rakentaminen. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/>

Rakennusteollisuus ry 2021c. Ympäristövaikutusten arviointi. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/>

Rakennusteollisuus ry 2021d. Kestävä rakentaminen. Rakennuksen elinkaari. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakennusteollisuus ry 2021e. Resurssitehokkuus. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Yhteistyotahot-ja-ohjelmat/>

Rakennusteollisuus ry 2021f. Ympäristö ja energia. Energiatehokkuus. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto-ja-energiapolitiikka/>

Rakennusteollisuus ry 2021g. Ympäristö ja energia. Materiaalitehokkuus. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/>

Rakennusteollisuus ry 2020h. Rakennusteollisuuden tiekartta vähähiilisyteen 2020. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys\\_uudet/rt-vahahiilinen-rakennusteollisuus-tiivistelma-2020-08-20.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt-vahahiilinen-rakennusteollisuus-tiivistelma-2020-08-20.pdf)

Rakli. Ilmastonmuutoksen torjunta. Vähähiilisyys. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: <https://www.rakli.fi/ilmastonmuutoksen-torjunta/vahahiilisyys/>

RT 103170. 2020. Ilmastonmuutos. Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 20.5.2021.

Sitra. Tulevaisuussanasto. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiatehokkuus 2020. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: <https://tem.fi/energiatehokkuus>

Vantaan Energia 2019. Roskien lajittelu kannattaa! Todistimme sen tieteellisesti. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa: <https://www.vantaanenergia.fi/ykv/ykv-2019/hiilikadenjalki/>

Ympäristö 2020a. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panostuotosmalli. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet/elinkaariarviointi\\_jalanjaljet\\_ja\\_panostuotosmalli](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli)

Ympäristö 2020b. Resurssitehokkuus. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/Resurssitehokkuus](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/Resurssitehokkuus)

Ympäristöministeriö. Pariisin ilmastopöytäkirja. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa: <https://ym.fi/pariisin-ilmastopoytakirja/>

Ympäristöministeriö 2019a. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. Viitattu 12.2.2022. Saatavissa: [https://elinkaarielinkaari.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus\\_rakennusten\\_elinkaariarviointiin.pdf](https://elinkaarielinkaari.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf)

Ympäristöministeriö 2017b. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030. Ympäristöministeriön raportteja 2017:21. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMra\\_21\\_2017.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMra_21_2017.pdf?sequence=1)

# As Oy Skanssin Kurtiini Energiatodistus

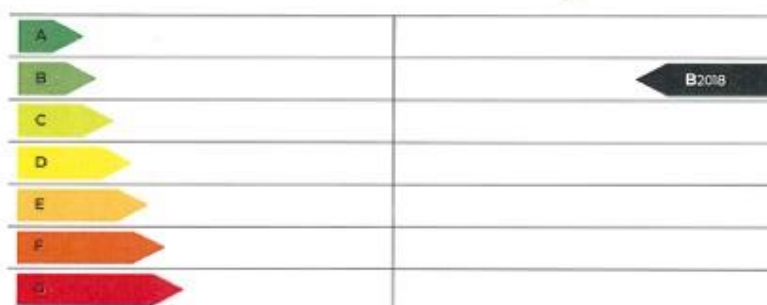
23.8.2021

Energiatodistusrekisteri - Energiatodistus

## ENERGIATODISTUS 2018 - KOOSTE

Todistustunnus:	180064
Rakennuksen nimi ja osoite:	Asunto Oy Skanssin Kurtiini, Skanssinkatu 32, 20730 TURKU
Rakennuksen käyttötarkoituksluokka:	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2020
Laatimisvaihe:	Rakennuslupa

### Energiatodistuksen luokitus



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus eli E-luku:	87 kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimustaso:	≤ 90 kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
Todistuksen laatija:	Vainio, Minja-Maria
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä: 27.4.2020

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jotta eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vakioidusta käytöstä johtuen E-luku ei sovellu yksittäisen rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen vertailuun. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

**YHTEEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAEHOVUUDESTA****LASKETTU KOKONAISENERGIANKULUTUS JA OSTOENERGIANKULUTUS**

Lämmitetty nettoala:	3 478,6 m <sup>2</sup>
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	LL, kaukolämpö
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen tulo- ja poisto, Passiivinen maalämpö/kylmä

Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	137 882	40	1,2	48
Kaukolämpö	270 534,4	78	0,5	39
<b>Energiehokkuuden vertailuluku (E-luku)</b>				<b>87</b>

**RAKENNUKSEN ENERGIAEHOVUUSLUOKKA**

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko:  
2. Asuinkerrostalot

Luokkien rajat asteikolla

**A** (0-75) **B** (76-100) **C** (101-130) **D** (131-160) **E** (161-190) **F** (191-240) **G** (241-)

Tämän rakennuksen E-luokka **B (87)**



# OneClick LCA – Tulosraportti Skanssin Kurtiini

Carbon footprint of Skanssi Kurtiini - Elinkaariarviointi, EN-15978 Hankkeen perustiedot

Kaupallinen käyttö on kielletty One Click LCA Student (International) Business license + Carbon Designer, OPETUS, Samuli Helminen 19.02.2022 18:22

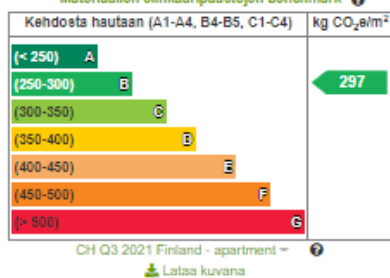
3 300 Tonnia CO<sub>2</sub>e <sup>?</sup>

16,77 kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup> / vuosi <sup>?</sup>

165 013 € Hiilen sosiaaliset kustannukset <sup>?</sup>

## Carbon Heroes Benchmark
























### Materiaalien elinkaari päästöjen benchmark <sup>?</sup>



## Tulokset

### Life-cycle assessment results Lataa tulosten yhteenveto

Tuolokategoria		Ilmaston lämpeneminen kg CO <sub>2</sub> e <sup>?</sup>	Happamoituminen kg SO <sub>2</sub> e <sup>?</sup>	Rehevöityminen kg PO <sub>4</sub> e <sup>?</sup>	Otaonkato kg CFC11e <sup>?</sup>	Alailmakehän otsoni kg Ethenee <sup>?</sup>	Total use of primary energy ex. raw materials MJ <sup>?</sup>	Hillivaraisto, biogeeninen kg CO <sub>2</sub> e bio <sup>?</sup>	
A1-A3 <sup>?</sup>	Tuotevaihe	9,53E5	5,73E3	8,62E2	2,77E-1	3,5E2	1,24E7	1,69E5	Yksityiskohdat
A4 <sup>?</sup>	Kuljetus rakennuspaikalle	6,4E3	2,29E1	4,96E0	1,2E-3	5,6E-1	1,56E5		Yksityiskohdat
A5 <sup>?</sup>	Rakentamisaikavaihe	5,66E4	9,6E1	2,23E1	9,39E-3	8,77E0	1,42E6		Yksityiskohdat
B1-B5 <sup>?</sup>	Kunnossapito ja osien vaihto	1,58E5	1,16E4	2,51E2	2,32E-1	2,92E2	2,58E6		Yksityiskohdat
B6 <sup>?</sup>	Energian käyttö	1,99E6	1,59E4	3,52E3	1,19E-1	6,23E2	7,24E7		Yksityiskohdat
B7 <sup>?</sup>	Veden käyttö	8,25E4	4,47E2	2,28E2	9,01E-3	2,01E1	1,74E6		Yksityiskohdat
C1-C4 <sup>?</sup>	Ulkoiset vaikutukset	4,89E4	1,44E2	3,34E1	3,4E-3	1,02E1	6,61E5		Yksityiskohdat
D <sup>?</sup>	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (ei mukana summariivissä)	-2,96E5	-7,37E2	-1,24E2	-2,81E-3	-5,23E1	-3,84E6		Yksityiskohdat
	<b>Yhteensä</b>	<b>3,3E6</b>	<b>3,4E4</b>	<b>4,92E3</b>	<b>6,51E-1</b>	<b>1,31E3</b>	<b>9,14E7</b>	<b>1,69E5</b>	
	<b>Tulot jakajaa kohti</b>								
	Gross Internal Floor Area (IPMS/RICS) 3934,8 m <sup>2</sup>	8,39E2	8,65E0	1,25E0	1,65E-4	3,32E-1	2,32E4	4,3E1	

▼ Eniten vaikuttavat materiaalit (Ilmaston lämpeneminen)				Vertaile lista	
No.	Ressurssi	Vaikutukset kehoasta portille (A1-A3)	Kehoasta portille (A1-A3)	Käytävät vaihtoehdot	
1.	Aluminium profiles, painted, from primary aluminium  ?	185 tonnia CO <sub>2</sub> e	19.4 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
2.	Precast concrete solid wall element  ?	132 tonnia CO <sub>2</sub> e	13.8 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
3.	Ontelolaatta, yleinen  ?	82 tonnia CO <sub>2</sub> e	8.6 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
4.	Teräsbetonipaalu 300x300 mm  ?	81 tonnia CO <sub>2</sub> e	8.5 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
5.	Ontelolaatta, yleinen  ?	52 tonnia CO <sub>2</sub> e	5.5 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
6.	Betoni C30/37  ?	44 tonnia CO <sub>2</sub> e	4.6 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
7.	ParmaRappaus elementti 0,17 U-arvon eristeellä  ?	31 tonnia CO <sub>2</sub> e	3.3 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
8.	Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehys, U-arvo 1  ?	32 tonnia CO <sub>2</sub> e	3.3 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
9.	Punainen savi tiilet  ?	28 tonnia CO <sub>2</sub> e	3.0 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
10.	Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen  ?	27 tonnia CO <sub>2</sub> e	2.9 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
11.	Betoni C25/30  ?	24 tonnia CO <sub>2</sub> e	2.6 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
12.	Betonirauditus, yleinen  ?	20 tonnia CO <sub>2</sub> e	2.1 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
13.	DPL laminate flooring  ?	20 tonnia CO <sub>2</sub> e	2.1 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
14.	Lattiasaite  ?	20 tonnia CO <sub>2</sub> e	2.1 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
15.	Hissi, kapasiteetti 630 kg, 5 kerrosta  ?	17 tonnia CO <sub>2</sub> e	1.8 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
16.	Betonielementteinä (eristämälön), yleinen  ?	14 tonnia CO <sub>2</sub> e	1.5 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
17.	Betoni C35/45  ?	13 tonnia CO <sub>2</sub> e	1.4 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
18.	Glass façade curtain wall system  ?	11 tonnia CO <sub>2</sub> e	1.1 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
19.	Eriste, kivillä/mineraalivilla, puhallettava  ?	11 tonnia CO <sub>2</sub> e	1.1 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
20.	Eriste, EPS 100  ?	8,8 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.9 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
21.	Kivilläeristelevy, yhteiset  ?	8,8 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.9 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
22.	Sähkökaapeloinnit, huoneala m <sup>2</sup> ?	8,3 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.9 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
23.	Metal door from stainless steel ?	7,5 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.8 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
24.	Kevyet savitiilet  ?	6,8 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.7 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi
25.	Kipsilevy, tavallinen, yleinen  ?	6,3 tonnia CO <sub>2</sub> e	0.7 %	Näytä ympäristötehokkaita vaihtoehtoja	Lisää vertailtavaksi

### Elinkaarinäkymä Ilmaston lämpeneminen

