



Janette Meriläinen

Vähähiilisyys rakennusalan hankinnoissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

10.02.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Janette Meriläinen
Otsikko:	Vähähiilisyys rakennusalan hankinnoissa
Sivumäärä:	23 sivua
Aika:	10.02.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Rakennetekniikka
Ohjaajat:	Rakennustekniikan lehtori Jenni Pellinen Hankinnan kehitysjohtaja/ Vanhempi Hankinta-asiantuntija Nina Kaukoranta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia hankinnan mahdollisuuksia vaikuttaa rakennushankkeen vähähiilisyyteen ja hankintaprosessin aikana tehtyjen päätösten vaikuttavuutta koko rakennushankkeen mittakaavassa. Opinnäyte tehtiin hankinnan asiantuntijapalveluita tarjoavan Kospro Oy:n toimeksiannosta.

Tutkimuksen aikana laadittiin Excel-pohjainen työkalu, jonka avulla voidaan laskea rakennuksen elinkaaripäästöt Ympäristöministeriön menetelmällä. Excel-työkalu tehtiin, jotta hankintaorganisaatiolle saataisiin ajankohtaista tietoa mahdollisista hiilijalanjälkilaskentaan liittyvistä haasteista ja vähähiilisten materiaalivaihtoehtojen, sekä päästötietojen saatavuudesta tällä hetkellä.

Tutkimusta vähähiilisten rakennusmateriaalien aiheuttamista kustannusvaikutuksista tehdään, koska kasvihuonepäästöjen vähentäminen rakennusalalla on tärkeässä roolissa ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Opinnäytetyössä perehdyttiin vähähiilisyyteen tieteellisten artikkelien, tutkimuksien, kansainvälisen ja EU-lainsäädännön ja asiantuntijoiden haastattelujen avulla.

Avainsanat: rakennusala, vähähiilisyys, hankinta

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Janette Meriläinen
Title: Low-Carbon Procurement in Construction
Number of Pages: 23 pages
Date: 10 February 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Structural Engineering
Supervisors: Senior Lecturer Jenni Pellinen
Director of Procurement Development/
Senior Procurement Specialist Nina Kaukoranta

The purpose of this engineering thesis was to examine the opportunities how procurement influence the low-carbon levels of a construction project, and the impact of the decisions made during the procurement process on the overall scale of the project. The thesis was commissioned by Kospro Oy, a company providing procurement expert services.

During the study, an Excel-based tool was developed to calculate the lifecycle emissions of a building using the Ministry of the Environment's method. The Excel tool was created to provide the procurement organization with up-to-date information on potential challenges related to carbon footprint calculation and the availability of low-carbon material options and emission data currently.

Research on the cost impacts caused by low-carbon construction materials is being conducted because reducing greenhouse gas emissions in the construction sector is crucial for mitigating climate change.

The thesis explores low-carbon construction through scientific articles, studies, international and EU legislation, and expert interviews.

Keywords: construction, low-carbon, procurement

The originality of this thesis has been checked using Turnit Originality Check service.

Sisällys

Käsitteet ja lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ilmastonmuutoksen vaikutus rakennusteollisuuteen	2
2.1	Ilmastonmuutos	2
2.2	Hiilidioksidipäästöt rakennusalalla	2
2.3	Kansallinen ja EU-lainsäädäntö	3
2.3.1	Tavoitteet ja aikataulu	3
2.3.2	Raja-arvot ja sertifikaatit	4
3	Hiilidioksidipäästöjen arviointi rakennushankkeessa	6
3.1	Vähähiilisyden arviointi ympäristöministeriön menetelmällä	7
3.1.1	Materiaalien hiilijalanjälki	8
3.1.2	Kuljetusten hiilijalanjälki	9
3.1.3	Työmaan hiilijalanjälki	10
3.1.4	Energian hiilijalanjälki	10
3.1.5	Purun ja kierrätyksen aiheuttama hiilijalanjälki	10
3.1.6	Hiilikädenjälki	11
3.2	Tietolähteet	11
3.3	Raportointi	12
4	Päästöihin vaikuttaminen hankintavaiheessa	14
4.1	Vaikuttavuus valinnoilla hankintavaiheessa	15
4.2	Vähähiiliset tuotevaihtoehdot	15
4.3	Energiatehokkaat tuotteet	16
4.4	Logistiikka	16
5	Materiaalivalintojen aiheuttamat päästöt	17
5.1	Puu	17
5.2	Betoni	18
5.3	Teräs	21
6	Hankinnan ja suunnittelun yhteistyö	21
7	Johtopäätökset ja yhteenveto	22

Käsitteet ja lyhenteet

BREEAM-luokitus	Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Yksi maailman johtavista ympäristöluokitusjärjestelmistä, joka arvioi rakennusten ympäristövaikutuksia.
CO2-päästöt	Ihmisen toiminnan aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ilmaan
Elinkaaripäästöt	Rakennuksen elinkaaren moduuleiden A-C aikana syntyneiden kasvihuonepäästöjen summa.
EPD	engl. Environmental Product Declaration, suomeksi ympäristöseloste. Esittää luotettavasti rakennustuotteiden ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta.
FIGBC	Green Building Council Finland. Voittoa tavoittelematon järjestö, joka osallistuu kiinteistö- ja rakennusalan kestävyys siirtymän johtamiseen.
GWP-arvo	engl. Global Warming Potential, suomeksi lämmityspotentiaali. Indeksiksi, joka kertoo aineen lämmityspotentiaalinsa hiilidioksidin verrattuna.
Joutsenmerkki	Pohjoismainen ympäristömerkki, joka myönnetään tuotteille ja palveluille, jotka täyttävät kunnianhimoiset ympäristövaatimukset
LEED-luokitus	Leadership in Energy and Environmental Design. Luokitus on käytetyin maailmanlaajuinen ympäristöluokitusjärjestelmä rakennuksille.

YL-luokitus

ent. RT-luokitus. Rakennustiedon ympäristöluokitus toimii työkaluna rakennusten ympäristövastuullisuuden toteuttamisessa koko elinkaaren ajan.

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Kospro Oy:n toimeksiannosta. Kospro Oy tarjoaa rakennusalalla hankinnan asiantuntijapalveluita ja on kiinnostunut vastuullisuudesta hankinnoissa. Hankinnat ovat rakennushankkeen onnistumisen kannalta merkittävässä roolissa, sekä rakennuksen laatua, että kustannuksia ajatellen. Kustannussäästöt ovat olleet pitkään hankintaprosessin keskiössä, mutta ilmastonmuutoksen kiihtyessä ja tiedon levitessä, kustannusten rinnalle on noussut kriteeriksi ympäristöystävällisyys ja rakennushankkeen päästöt.

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa hankinnan mahdollisuuksia vaikuttaa asuinrakennushankkeen hiilidioksidipäästöihin. Työssä tarkastellaan toimittajien tarjoamia vähähiilisiä materiaalivaihtoehtoja ja arvioidaan niiden vaikuttavuutta koko rakennushankkeen hiilidioksidipäästöihin ja kustannuksiin.

Tutkimusta vähähiilisten rakennusmateriaalien aiheuttamista kustannusvaikutuksista tehdään, koska kasvihuonepäästöjen vähentäminen rakennusalalla on tärkeässä ilmastomuutoksen hillitsemiseksi.

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden merkitys ilmastomuutoksen torjunnassa ja rakentamisen ympäristövaikutusten vähentämisessä on kasvanut. Energiatehokkuuden lisääntyessä uusissa ja korjausrakennuskohteissa rakennusten käytön aikainen hiilijalanjälki pienenee, mikä nostaa materiaalien ympäristövaikutukset entistä tärkeämpään asemaan. (Hakaste. 2013.)

Työn rajataan käsittelemään hankinnan mahdollisuuksia vaikuttaa rakennushankkeen vähähiilisyyteen hankintaprosessin aikana. Tutkimuksesta rajataan ulos hankkeen suunnitteluvaiheessa tehtävät päätökset, kuten erilaiset runkoratkaisut, vaihtoehtoiset lämmitysmuodot ja muut uutta rakennesuunnittelua vaativat vaihtoehdot.

Opinnäytetyössä perehdytään vähähiilisyteen tieteellisten artikkelien, tutkimuksien, kansainvälisen ja EU-lainsäädännön ja asiantuntijoiden haastattelujen avulla.

2 Ilmastonmuutoksen vaikutus rakennusteollisuuteen

2.1 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan ihmisen toiminnasta johtuvaa maailmanlaajuisia ilmaston lämpenemistä, jolla on monia vakavia seurauksia. Ilmastonmuutos johtuu pääasiassa kasvihuonekaasujen, erityisesti hiilidioksidin, määrän lisääntymisestä ilmakehässä. Ilmastonmuutoksen yhteydessä käsitellään sekä sen hillitsemistä että siihen sopeutumista. Suomi on sitoutunut kansainvälisiin sopimuksiin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Kansainvälistä ilmastopolitiikkaa ohjaavat muun muassa YK:n ilmastosopimus, Kioton pöytäkirja ja joulukuussa 2015 solmittu Pariisin sopimus, joissa on asetettu tavoitteet hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. (Uusi-Seppä. 2017.)

Ilmastonmuutoksen hillitsemisessä pyritään erityisesti vähentämään hiilidioksidipäästöjä parantamalla rakennusten energiatehokkuutta ja tiivistämällä yhdyskuntarakennetta. Sopeutumisen tavoitteena on puolestaan vähentää yhteisöjen haavoittuvuutta ennakoimalla tulevia muutoksia ja varautumalla niihin. Suomessa tämä tarkoittaa muun muassa valmistautumista lisääntyviin sateisiin ja tulvariskeihin. (Uusi-Seppä. 2017.)

2.2 Hiilidioksidipäästöt rakennusalalla

Rakentaminen aiheuttaa edelleen merkittäviä hiilidioksidipäästöjä. Rakentaminen ja rakennusten lämmitys sekä sähkön käyttö tuottavat yli 30 prosenttia Suomen kasvihuonekaasupäästöistä, ja rakennuksien käytössä kuluu lähes 40 prosenttia kokonaisenergian kulutuksesta. (Ikonen, 2023.)

Rakennusten elinkaaripäästöt koostuvat rakennusmateriaalien valmistuksesta ja materiaalien kuljetuksista, työmaan aikaisista toiminnoista, kunnossapidosta ja korjauksista, rakennusmateriaalien uusimisesta, energian ja veden kulutuksesta, sekä rakennusten purusta ja materiaalien loppusijoituksesta. Suurimmat vaikutukset hiilijalanjälkeen tulevat fossiilisten polttoaineiden käytöstä rakennusten energiahuollossa ja tuotevalmistuksessa. (Bionova Oy. 2017.)

2.3 Kansallinen ja EU-lainsäädäntö

Vuonna 2019 Euroopan komissio julkaisi ohjelman nimeltä Green Deal, eli Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Tämän ohjelman tavoitteena on tehdä EU:sta nykyaikainen, resurssitehokas ja kilpailukykyinen talous, joka saavuttaa kasvihuonekaasupäästöjen nettonollatason vuoteen 2050 mennessä.

Suomessa vuoden 2025 alussa voimaan tullut uusi rakentamislaki ohjaa rakentamista kohti vähähiilisyystavoitteita. Rakentamislain myötä uudisrakennusten hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta tulee pakolliseksi. Päästölaskennan lisäksi hankkeelle tulee laatia koneluettava rakennustuoteluettelo, jonka myötä käytettävistä tuotteista on tiedettävä niiden materiaalitiedot, materiaalien alkuperätiedot sekä hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkitiedot. Lopputuloksena rakennushankkeen valmistuttua syntyy ilmastoseloste, josta ilmenee esimerkiksi, kuinka monta kiloa rakennuksessa on puuta, metallia tai muovia. Materiaalien alkuperien osalta seloste sisältää tiedon siitä, kuinka monta kiloa rakennuksen rakennusosista on peräisin uusiutuvista, uusiutumattomista, kierrätetyistä tai uudelleenkäytetyistä lähteistä. (Rakennustieto. 2023.)

2.3.1 Tavoitteet ja aikataulu

Euroopan vihreän kehityksen ohjelman ensisijainen tarkoitus on tehdä EU:sta ensimmäinen ilmastoneutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä. Välitavoitteeksi, kohti ilmastoneutraalia tulevaisuutta on asetettu 55 % päästövähennykset vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasoon verrattuna.

Jotta ilmastotavoitteisiin päästäisiin, on päästövähennystavoitteita asetettu monille eri aloille. Merkittävimmät muutokset rakennusalan kannalta ovat energiajärjestelmiin ja rakennusten kunnostamiseen liittyvät tavoitteet.

EU sopi maaliskuussa 2023 tiukemmasta lainsäädännöstä, jolla sen uusiutuvan energian kapasiteettia korotetaan siten, että vuodelle 2030 asetettuna sitovana vähimmäistavoitteena on nykyisen 32 %:n sijasta 42,5 % ja kunnianhimoisena pyrkimyksenä jopa 45 %. Tämä lähes kaksinkertaistaisi uusiutuvan energian nykyisen osuuden EU:ssa. (Euroopan komissio. 2024) Energiatohokkuuden osalta sitova EU:n tason tavoite on parantaa energiatohokkuutta 11,7 % vuoteen 2030 mennessä.

Rakennusten kunnostaminen on tärkeässä roolissa matkalla kohti vihreämpää tulevaisuutta. Euroopan komissio pyrkii vähintään kaksinkertaistamaan perusparannusten määrän seuraavien kymmenen vuoden aikana ja varmistamaan, että perusparannukset johtavat parempaan energia- ja resurssitohokkuuteen. Näin parannetaan rakennusten asukkaiden ja käyttäjien elämänlaatua, vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä, edistetään digitalisaatiota sekä tehostetaan materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. (Euroopan komissio. 2024.)

Rakennusten energiatohokkuuden parantamiseen ei tarvita aina kokonaisvaltaista saneerausta. Energiatohokkuusvaatimukseen voidaan päästä yksittäisillä toimilla, kuten rakennuksen lisäeristämällä, ikkunoiden päivittämällä energiatohokkaampiin malleihin, tai esimerkiksi aurinkopaneeleja asentamalla.

2.3.2 Raja-arvot ja sertifikaatit

Rakennuksille on olemassa monia erilaisia ympäristösertifiointijärjestelmiä, sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla. Nämä järjestelmät on luotu työkaluiksi, joiden avulla voidaan mitata, todentaa ja vertailla kiinteistöjen ympäristötohokkuutta. Sertifiointien avulla voidaan tunnistaa ympäristöystävälliset rakennukset, sekä vertailla niitä keskenään. Rakennuksen saavuttama sertifikaatti kertoo aina vahvasti omistajan sitoutumisesta ympäristöystävällisyyteen. Yritykset ja

organisaatiot ympäri maailman käyttävät näitä sertifiointeja parantaakseen rakennuksien tehokkuutta, säästääkseen kustannuksissa ja suojellakseen maapallon rajallisia resursseja. (FIGBC. 2024.)

BREEAM-luokitus on Euroopassa johtava rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä. Se pohjautuu yhteiseen eurooppalaiseen normistoon. Lisäksi luokituksen mittareita voidaan soveltaa kansallisesti, mikä tekee siitä mukautuvan maiden erityispiirteisiin. BREEAM-järjestelmässä paikallinen arvioitsija tarkistaa vaatimusten täyttymisen hankkeessa. Sertifioitavat rakennukset luokitellaan täytettyjen kriteerien perusteella viiteen eri luokkaan: Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding. (FIGBC. 2024.)

LEED-luokitus on maailman suosituin rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmä, jonka etuna on yhtenäinen kriteeristö ja vertailtavuus globaalisti. Tätä järjestelmää käytetään yli 130 maassa. LEED-sertifiointihakemuksen käsittelee ja myöntää USGBC:n (U.S. Green Building Council) alainen GBCI (Green Building Certification Inc.). Sertifioitavat rakennukset luokitellaan neljään eri luokkaan täytettyjen kriteerien perusteella: Certified, Silver, Gold ja Platinum. (FIGBC. 2024.)

YL-luokitus (aiemmin tunnettu nimellä RTS-ympäristöluokitus) on suunnattu rakennusprojektien tilaajille, jotka haluavat rakentaa ympäristöystävällisesti. Tämä ympäristöluokitus on suunniteltu Suomen oloihin ja ottaa huomioon suomalaiset olosuhteet, lainsäädännön sekä kiinteistökannan monimuotoisuuden. YL-luokitus perustuu eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350 -standardit) ja nojaa pääosin alan yleisiin kansallisiin käytäntöihin, kuten Sisäilmastoluokitus, M1-emissioluokitus, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10-malli ja Viherkerroin-menetelmä. (FIGBC. 2024.)

Joutsenmerkki on Pohjoismaiden käyttämä ja pohjoismaisiin olosuhteisiin kehitetty ympäristömerkki. Joutsenmerkillä halutaan varmistaa ympäristöystävällisyys koko rakennuksen elinkaaren ajalta. Myös terveellinen ja turvallinen käyttö ovat osana Joutsenmerkin tavoitteita. Kriteerien painopisteet ovat

energiatehokkuus, materiaalivalinnat, kemikaalit, kierrätys ja kierrätettävyys. Joutsenmerkittyjen tuotteiden käytöstä saa arvioinnissa lisäpisteitä. (FIGBC. 2024.)

3 Hiilidioksidipäästöjen arviointi rakennushankkeessa

Rakennushankkeiden vähähiilisyden arviointia tehdään, koska rakennussektorilla on merkittävä rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa. Rakennusprosessit, materiaalien valmistus ja rakennusten käytönaikaiset päästöt vaikuttavat suurilta osin kasvihuonepäästöihin. Vähähiilisyden arviointi auttaa tunnistamaan keinoja, joilla voidaan vähentää rakennusprojektin hiilijalanjälkeä ja edistää kestävä kehitystä, kun rakennushankkeen päästötiedot saadaan kartoitettua koko rakennuksen elinkaaren ajalta

Tavoitteena on optimoida rakennusmateriaalien ja -rakenteiden valintaa, suunnitteluprosesseja ja energiatehokkuutta niin, että rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt pysyvät mahdollisimman alhaisina. Arviointi tukee myös ympäristön kannalta kestävämpien rakennusratkaisujen valintaa, jotka voivat vähentää ympäristövaikutuksia ja edistää hiilineutraaliuden tavoitetta.

Tämän Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia hankinnan mahdollisuuksia vaikuttaa rakennushankkeen vähähiilisyyteen ja hankintaprosessin aikana tehtyjen päätösten vaikuttavuutta koko rakennushankkeen mittakaavassa. Tutkimuksen aikana laadittiin Excel-pohjainen työkalu, joka laskee rakennuksen elinkaari-päästöt ympäristöministeriön menetelmällä. Excel-työkalua tehtiin, jotta hankintaorganisaatiolle saataisiin ajankohtaista tietoa mahdollisista hiilijalanjälkilaskentaan liittyvistä haasteista ja vähähiilisten materiaalivaihtoehtojen, sekä päästötietojen saatavuudesta tällä hetkellä.

Tutkimuksen lähtökohtana oli, ettei yrityksellä ole käytössä lisenssiä hiilijalanjälkilaskentaa tarjoaviin palveluihin. Tämän vuoksi selvitettiin yrityksen mahdollisuuksia ja kannattavuutta luoda oma laskentatyökalu hiilijalanjäljen laskentaa

varten ja hankintapäätösten tueksi, kun arvioidaan päästöjen ja kustannuksien yhteyttä.

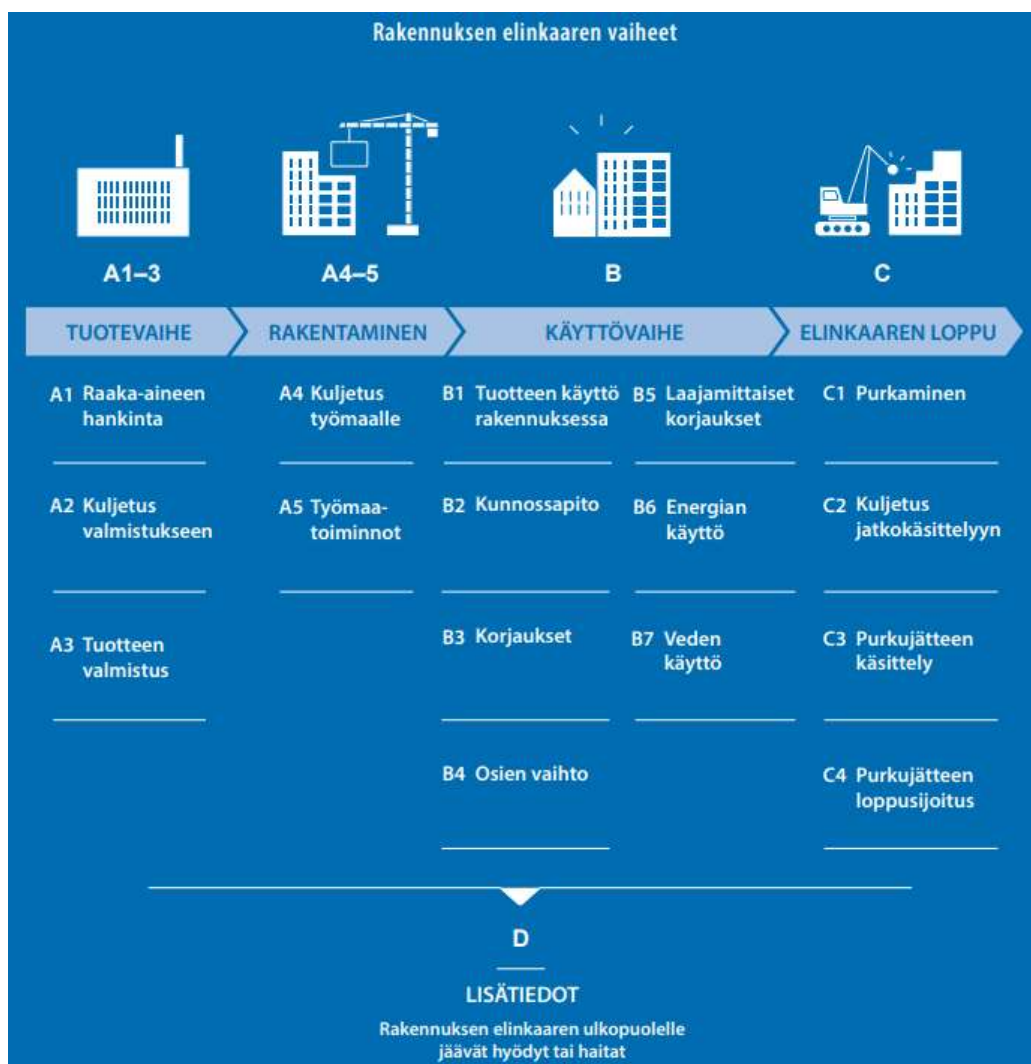
3.1 Vähähiilisyden arviointi ympäristöministeriön menetelmällä

Hiilidioksidipäästöjen laskentaa tehdään rakennuksen koko elinkaaren ajalle. Elinkaareen sisältyvät rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset ja työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Hiilikädenjäljen arviointi sisältää rakennushankkeen tuottamat ilmastohyödyt, joita ei syntyisi ilman hanketta. Näitä hyötyjä ovat esimerkiksi rakennuksen hiilinielut, rakennusmateriaaleihin varastoitunut hiili, rakennuksen elinkaaren aikana tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia sekä rakennustuotteiden uudelleenkäytön tai kierrätyksen avulla saavutetut hyödyt. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Ympäristöministeriön arviointimenetelmä pohjautuu Euroopan komission kehittämään Level(s)-menetelmään, joka perustuu kestävästä rakentamisesta koskeviin eurooppalaisiin standardeihin ja aihepiiriin liittyvään tieteelliseen tutkimukseen.

Vähähiilisyden arviointi voidaan suorittaa kaikille rakennuksille ja se soveltuu sekä uudisrakennuksiin, että korjaushankkeisiin käytettäväksi. Arviointi on tarkoitettu toteuttamaan yhdessä rakennuksen energiatehokkuuden arvioinnin kanssa, ja se kattaa rakennuksen koko elinkaaren. Elinkaareen sisältyvät rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset, työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys. (Ympäristöministeriö. 2019.)



Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren vaiheet moduuleina. (Ympäristöministeriö. 2019.)

3.1.1 Materiaalien hiilijalanjälki

Rakennusmateriaalien aiheuttama hiilijalanjälki kattaa merkittävän osan rakennuksen elinkaaripäästöistä. Tämän vuoksi on tärkeää valita oikeat materiaalit päästöjen minimoimiseksi.

Käyttämällä uusiutuvia materiaaleja, kuten puuta ja kierrätettyjä materiaaleja, kuten kierrätettyä terästä, betonia, lasia, bitumia tai uusiomaamateriaaleja, voidaan vähentää ympäristöä rasittavien raaka-aineiden käyttöä ja edistää rakennusalan

siirtymistä kiertotaloutta kohti. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää varmistaa, että uusiutuvien ja kierrätettyjen materiaalien käyttö on kustannustehokasta ja että se täyttää toiminnalliset ja tekniset vaatimukset. (Ympäristöministeriö. 2017.)

Materiaalien elinkaaripäästöihin vaikuttavat olennaisesti materiaalivalintojen lisäksi tuotteiden elinkaaren pituus, eli kuinka usein materiaalit tulee vaihtaa uusiin. Rakennuksen elinkaarilaskenta tehdään 50 vuoden käyttöiälle, mutta osa materiaaleista täytyy vaihtaa jo ennen tämän päättymistä. Materiaalivalinnoissa on tärkeää suosia kestäviä ja vähähiilisiä vaihtoehtoja, jotka säilyvät pitkään.

Elinkaaren lopussa, osa materiaaleista voidaan uudelleen käyttää tai kierrättää hävittämisen sijaan. Kierrättäminen laskee rakennuksen elinkaaripäästöjä.

3.1.2 Kuljetusten hiilijalanjälki

Rakennushankkeen elinkaaren aikana kuljetuksia tapahtuu rakentamisvaiheessa rakennusmateriaalien toimituksissa, käytönaikaisiin korjauksiin liittyvissä kuljetuksissa, sekä elinkaaren lopussa tapahtuvina kuljetuksina, kun purettavat materiaalit kierrätetään, tai viedään jätteeksi. Kuljetuksien päästöt aiheutuvat kuljetusajoneuvojen käyttämisestä fossiilisista polttoaineista. Päästöjen suuruus riippuu useista tekijöistä, kuten kuljetusmatkasta, käytetystä kuljetusmuodosta ja kuljetettavien materiaalien määrästä ja tyypistä.

Rakentamisvaiheen kuljetuksen hiilijalanjäljen arviointi sisältää kaikkien rakennustuotteiden ja -materiaalien, sekä maamassojen kuljetukset rakennustyömaalle. Arviointiin lasketaan mukaan mahdolliset välivarastointi- tai esivalmistuspaikat. Kuljetukset sisältävät myös rakennustyömaalla syntyvien rakennusjätteiden kuljetukset jätteenkäsittelyyn tai välivarastoihin. (Ympäristöministeriö. 2019.)

3.1.3 Työmaan hiilijalanjälki

Rakennustyömaan aikainen hiilijalanjälki sisältää rakennusaikana käytetyn energian, polttoaineet ja veden, sekä työmaalla syntyvän jätteen. Työmaiden sähkönkulutukseen vaikuttaa muun muassa rakentamisen ajankohta ja sääolosuhteet. (Ahola, Liljeström. 2018.)

Koko rakennushankkeen elinkaari päästöjen mittakaavassa työmaatoiminnasta aiheutuvat päästöt ovat pienessä roolissa.

3.1.4 Energian hiilijalanjälki

Rakennuksen käyttövaiheen energiankulutus on keskeinen tekijä sen elinkaariarvioinnissa. Arviolta noin 65 % rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä muodostuu sen energiankulutuksesta. Vaikuttavuudeltaan merkittäviä mahdollisuuksia hiilijalanjäljen pienentämiseksi löytyy energiatehokkuuden parantamisesta. Vaikka uudisrakennusten energiatehokkuus on parantunut merkittävästi viimeisten 15 vuoden aikana sekä säästöjen tiukentumisen että kiinteistönomistajien toimenpiteiden ansiosta, potentiaalia parannuksille on edelleen. (Ahola, Liljeström. 2018.)

3.1.5 Purun ja kierrätyksen aiheuttama hiilijalanjälki

Purkutöiden hiilijalanjälki muodostuu työmaalla käytettävästä energiasta, koneiden polttoaineen kulutuksesta, rakennusmateriaalien kuljetuksista sekä jätteiden käsittelystä, kierrätyksestä ja loppusijoituksesta. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidaan kaikki suorat ja epäsuorat tuotannosta, käytöstä, hävittämisestä tai kierrätyksestä aiheutuvat vaikutukset hiilijalanjälkeen.

Hiilijalanjälkilaskentaan tarvitaan toimintatietoja ja päästökertoimia. Toimintatiedot käsittävät tuotteen elinkaareen liittyvät materiaalisyötteet, tuotokset ja energia. Päästökertoimien avulla nämä tiedot muunnetaan hiiliidoksidipäästöiksi.

3.1.6 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjäljen arviointiin sisällytetään kaikki sellaiset ilmastohyödyt, joita rakennushanke tuottaa. Näitä ovat esimerkiksi rakennuksen hiilivarastot ja -nielut, elinkaaren aikana tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia sekä rakennustuotteiden uudelleenkäyttö tai kierrätys. (Ympäristöministeriö. 2019.)

3.2 Tietolähteet

Vähähiilisuuden arviointiin tarvitaan tietoa rakennustuotteiden ja -prosessien päästöistä. Tarkinta tietoa tietyn valmistajan tuotteen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä on saatavilla tuotteen EPD:stä, eli ympäristöselosteesta. Ympäristöselosteessa kerrotaan tuotteen valmistaja, tuotteen nimi, sekä tuotteen käyttötarkoitus ja materiaalit, joista tuote koostuu. Hiilijalanjälki- ja elinkaarilaskentaa varten olennainen sisältö ympäristöselosteessa on siitä löytyvät tuotteen GWP-arvot, jotka on ryhmitelty tuotteen elinkaaren vaiheiden mukaan. Ympäristöselosteita on löydettävissä materiaalitoimittajien omilta nettisivuilta, sekä EPD-pankeista.

Haasteena ympäristöselosteiden käytössä hiilijalanjälkilaskennassa on niiden tämänhetkinen saatavuus. Useimmat materiaalitoimittajat eivät vielä tarjoa tuotteistaan ympäristöselosteita ja ne, jotka tarjoavat, eivät ole laatineet selosteita kaikille tuotteilleen.

Toinen tietolähde materiaalien hiilidioksidipäästöille on CO2data-palvelu. CO2data on kaikille avoin ja maksuton rakentamisen päästötietokanta, joka tarjoaa tietoa Suomessa käytössä olevien rakennustuotteiden sekä rakennusprosessien ja -töiden päästötietoja. Palvelun tarjoamat päästötiedot ovat tuoteryhmien keskiarvotietoja, toisin kuin tuotekohtaiset ympäristöselosteet.

3.3 Raportointi

Rakennuksen elinkaaren kokonaishiilijalanjälki saadaan laskemalla kaikkien elinkaaren eri vaiheiden kasvihuonekaasupäästöt yhteen. Nämä ilmastoa kuormittavat vaikutukset esitetään kokonaissummana, joka sisältää fossiiliset päästöt. Eloperäiset päästöt jätetään laskelmista pois, jos tuotteiden raaka-aineet ovat peräisin kestävästi hoidetuista lähteistä. Laskennan tulokset raportoidaan hiilidioksidiekvivalentteina, jotka jaetaan rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla, sekä arviointijakson pituudella ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$). Hiilijalanjälki esitetään positiivisena kokonaislukuna. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Rakennuksen hiilikädenjälki koko elinkaaren ajalle lasketaan lisäämällä yhteen elinkaaren eloperäiset hiilivarastot, hiilinielut ja elinkaaren ulkopuolella tapahtuvan materiaalien uudelleenkäytön, kierrätyksen tai energiahyödyntämisen avulla vältettävät päästöt. Hiilikädenjälki esitetään omana tietonaan, eikä sitä vähennetä rakennuksen hiilijalanjäljestä. Hiilikädenjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentin painona jaettuna rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla ja arviointijakson pituudella ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$). Hiilikädenjälki esitetään negatiivisena kokonaislukuna. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Uudisrakennuksen vähähiilisyden raportoinnin vähimmäissisältöön kuuluu rakennuskohteen tiedot, kuten rakennustunnus, osoite, rakennuksen tyyppi ja rakennusvuosi. Teknisistä tiedoista tarpeen on kirjata kerrosala ja kerrosten lukumäärä, kellarikerrosten lukumäärä, pääasiallinen runkomateriaali, energialuokka ja laskennallinen ostoenergian kulutus. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Elinkaariarvioinnin tulokset jaotellaan erikseen eri moduuleille. Päästötiedot jaetaan moduuleille A1-5 (päästövaikutukset ennen käyttöä), B3-4 ja B6 (päästövaikutukset käytön aikana), C (päästövaikutukset käytön jälkeen) ja D (elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset). Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki eritellään tuloksiin. (Ympäristöministeriö. 2019.)

Vähähiilisyysarvioinnin tietojen laatu arvioidaan asteikolla 0–3 Euroopan komission Level(s)-järjestelmän mukaisesti. Arvioinnin tulokset voidaan todeta

luotettaviksi, kun laskenta tehdään Ympäristöministeriön arviointimenetelmän ohjeen mukaisesti, kun laskennallisen ostoenergian määrä on laskettu uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun asetuksen mukaan ja kun muilta osin laskentaan on käytetty ympäristöministeriön arviointimenetelmän liitteiden taulukkoarvoja sekä elinkaariarviointimenetelmää varten laadittua kansallista päästötietokantaa.

Elinkaaren vaiheet	Teknologinen edustavuus	Maantieteellinen	Ajallinen edustavuus	Epävarmuus	Yhteensä	Vähimmäisvaatimukset
A1–3 Tuotteiden valmistus						Tiedot vähintään tasoa 2.
A4 Kuljetus työmaalle						Maantieteellinen edustavuus oltava tasoa 3.
A5 Rakennustyömaa						Maantieteellinen edustavuus vähintään tasoa 2.
B3–4 Korjaukset ja vaihdot						Maantieteellinen edustavuus vähintään tasoa 2.
B6 Energian kulutus						Tiedot vähintään tasoa 2.
C1 Purkutyöt						Ei vähimmäisvaatimuksia.
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn						Ei vähimmäisvaatimuksia.
C3 Jätteenkäsittely						Ei vähimmäisvaatimuksia.
C4 Loppusijoitus						Ei vähimmäisvaatimuksia.
D Elinkaaren ulkopuoliset / hiilikädenjälki						Hiilivarastoja sisältävien tai hiiltä sitovien tuotteiden tiedot vähintään tasoa 2. Muuten ei vähimmäisvaatimuksia.
Yhteensä						

Kuva 2. Vähähiilisyyssarvioinnin tietojen laadun raportointilomake. (Ympäristöministeriö. 2019)

4 Päästöihin vaikuttaminen hankintavaiheessa

Kospro on kiinnostunut mahdollisuuksistaan hankinnan asiantuntijaorganisaationa päästä vaikuttamaan rakennushankkeen vähähiilisyyteen. Tavoitteena on myös ymmärtää toimittajien tarjoamien vähähiilisten tuote- ja materiaalivaihtojen aiheuttamat kustannukset verrattuna tavanomaisiin rakennustuotteisiin. Opinäytetyön yhteydessä luodun Excel-työkalun oli tarkoitus vastata näihin tavoitteisiin ja lisätä ymmärrystä hankintavaiheessa tehtävien päätöksien vaikuttavuudesta koko rakennushankkeen mittakaavassa.

Laskentatyökalua lähdettiin työstämään Talo 2000 -nimikkeistöön pohjautuvalla jaottelulla. Laskentaa varten valittiin esimerkkiprojekti, jonka määräluettelo ajettiin luotuun Excel-pohjaan. Määräluettelo jaettiin osioihin 1-9, Talo 2000-nimikkeistön mukaisesti.

Määräluettelo käytiin järjestelmällisesti läpi riveittäin, poissulkien hiilijalanjälkilaskennassa arvioimatta jätettävät rakennusosat, työt ja materiaalit. Päästötiedot laskentaan haettiin ensisijaisesti materiaalityöntekijien tarjoamista tuotekohtaisista EPD-ympäristöselosteista, jotka tarjoavat tarkkaa päästötietoa tuotteen elinkaaren vaiheille. Ympäristöselosteiden saatavuus aiheutti haasteita päästötietojen kartoituksessa. Selosteita on saatavilla vaihtelevasti, riippuen tuotteista ja toimittajista. Osalle tuotteista ei ollut olemassa ympäristöselostetta yhdeltäkään toimijalta.

Vertaillessa tiettyjen tuotteiden kasvihuonekaasupäästöjä ympäristöselosteiden saatavuus on ratkaiseva tekijä. Esimerkiksi betonielementtituotteiden päästöt voivat vaihdella huomattavasti eri toimittajien ja tuotteiden välillä. Tämän vuoksi on tärkeää hyödyntää juuri kyseisen tuotteen ympäristöselostetta, jotta laskenta voidaan suorittaa mahdollisimman tarkasti.

Ympäristöselosteiden puuttuessa, laskennassa hyödynnettiin rakennustuotteiden keskimääräisiä päästötietoja, jotka haettiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä CO2data-palvelusta. Keskimääräisiä päästötietoja käytettäessä

haasteeksi nousi tietojen tarkkuuden puute. Palvelussa ei ole tarjolla päästötietoja kaikille yksittäisille tuoteryhmille, vaan yleisimmille rakenneosille ja tuotteille.

Laskentatyökalun avulla haluttiin vertailla vähähiilisten materiaali- ja tuotevaihtoehtojen päästö- ja kustannusvaikutuksia tavanomaisiin tuotteisiin. Vähähiilisiä vaihtoehtoja kartoitettiin materiaalitoimittajien kotisivuilta.

4.1 Vaikuttavuus valinnoilla hankintavaiheessa

On yleisesti tiedossa, että merkittävimmät päätökset hiilijalanjäljen pienentämiseksi tehdään rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa tehdään esimerkiksi päätökset rakennuksen runkomateriaaleista, sekä lämmitysmuodosta, jotka aiheuttavat merkittävän osan rakennuksen päästöistä. Ympäristön näkökulmasta on tärkeää suunnitella materiaaleilla, jotka ovat hiilivarastoja tai hiilinieluja. Myös kierrätettäväksi ja uudelleen käytettäväksi suunnittelu vähentää rakennuksen hiilijalanjälkeä.

Hankintavaiheessa mahdollisuudet vaikuttaa rakennushankkeen vähähiilisyyteen rajoittuvat vähähiilisten tuotevaihtoehtojen tai energiatehokkaampien tuotteiden valintoihin, sekä logistiikan optimointiin.

4.2 Vähähiiliset tuotevaihtoehdot

Hiilijalanjäljeltään pienempien materiaali- ja tuotevaihtoehtojen käyttäminen luo hankinnalle yhden väylän vaikuttaa rakennushankkeen elinkaaripäästöihin. Vähähiiliset tuotteet erottuvat tavanomaisista rakennustuotteista niiden matalamman hiilijalanjäljen avulla. Tuotteen hiilijalanjälkeä on voitu hillitä esimerkiksi laskemalla tuotteen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä, vaihtamalla tuotteen valmistuksessa käytettäviä raaka-aineita, tai hankkimalla raaka-aineet tuotteen valmistusta varten lähempää, mikä vähentää kuljetuksien aiheuttamia päästöjä.

Opinnäytetyön tutkimusta suunniteltaessa oletuksena oli, että vähähiilisiä tuotevaihtoehtoja olisi tarjolla runsaasti eri rakennusosille. Laskentatyökalua

tehdessä kuitenkin selvisi, että vähähiiliset vaihtoehdot rajoittuvat pieneen osaan rakennusosista. Vähähiilisiä vaihtoehtoja löytyi muun muassa betonille, teräkselle, bitumille, julkisivutiilille, sekä yksittäisille ikkunatyypeille.

4.3 Energiatehokkaat tuotteet

Energiatehokkaiden tuotteiden hankinta laskee rakennuksen käytönaikaisia päästöjä. Energiatehokkaat tuotteet, kuten korkealaatuiset ikkunat ja eristysmateriaalit, parantavat rakennuksen lämmöneristyskykyä, mikä vähentää lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien energiankulutusta. Tämä johtaa suoraan pienempiin hiilidioksidipäästöihin rakennuksen elinkaaren aikana. Lisäksi energiatehokkuuden parantaminen voi vähentää rakennuksen käyttökustannuksia, koska alhaisempi energiankulutus tarkoittaa pienempiä energialaskuja.

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisella on selkeä vaikutus ilmastonmuutoksen torjunnassa. Tämä aihe herättää paljon kiinnostusta erityisesti uusien rakennusten suunnittelussa. Myös olemassa olevien rakennusten, kuten asuin-kerrostalojen, energiatehokkuuden parantamista tutkitaan laajasti. (Uusi-Seppä, 2017.)

4.4 Logistiikka

Kuljetuksien optimointi, kuten materiaalien hankinta lähellä rakennuspaikkaa ja energiatehokkaiden kuljetusratkaisujen valinta, kuten biopolttoaineet tai sähkökäyttöiset kuljetusvälineet voivat vähentää kuljetusten aiheuttamia päästöjä verrattuna perinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin.

Logistiikan optimoinnin aiheuttamat päästövähennykset ovat kuitenkin marginaaliset koko rakennushankkeen elinkaari-päästöihin nähden.

5 Materiaalivalintojen aiheuttamat päästöt

Rakennusmateriaalien raaka-aineiden hankinnassa ja materiaalien valmistuksessa syntyy hiilidioksidia, joka liittyy raaka-aineista peräisin oleviin hiiliyhdisteisiin. Lisäksi valmistusprosessit ja energian käyttö tuottavat kasvihuonepäästöjä. Esimerkiksi puuhun on sitoutunut hiilidioksidia, joka ei reagoi valmistusvaiheessa, vaan jää rakenteeseen koko sen elinkaaren ajaksi. Puu säilyttää tämän hiilen, kunnes se käytetään uudelleen tai hävitetään. Tällöin tietyt rakennusmateriaalit voivat vaikuttaa positiivisesti ilmastoon, sillä rakennusmateriaalivalinnat voivat vähentää rakennushankkeen kokonaiskasvihuonepäästöjä. Yksittäisen tuotteen hiilikädenjälki voi olla positiivinen, jos käytetään materiaaleja, jotka sitovat hiiltä pitkällä aikavälillä.

5.1 Puu

Rakennuksen materiaalivalinnoilla on merkittävin vaikutus sen hiilijalanjälkeen erityisesti elinkaaren alku- ja loppuvaiheessa. Puu erottuu muista rakennusmateriaaleista, sillä se on ainoa, joka uusiutuu luonnollisesti ja jonka hiilikädenjälki ylittää tuotannon aikana syntyvät päästöt. Muiden rakennusmateriaalien osalta pääsääntöisesti vain syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Tämä vuoksi puu on erinomainen rakennusmateriaali, kun tavoitteena on päästöjen vähentäminen.

Rakentamisen mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä ovat merkittävät. Kun uudisrakentamisessa siirrytään kohti yhä paranevaa käytön aikaista energiatehokkuutta, nousevat rakennusmateriaaleihin sitoutunut energia ja niiden valmistuksessa syntyvät kasvihuonekaasu-päästöt tärkeäksi tekijäksi. Puupohjaisten rakennustuotteiden käytöllä on tutkimuksen mukaan merkittävät suorat ja välilliset vaikutukset päästöjen vähentämiseen. (Puuinfo. 2020.)

Puu toimii rakennusmateriaalina hiilivarastona, sitoessaan hiiltä itseensä pitkäksi aikaa. Mitä enemmän rakennuksessa käytetään puuta, sitä enemmän hiiltä sinne varastoituu. (Puuinfo. 2020.)

Suomessa on perinteisesti käytetty paljon puuta rakennusmateriaalina ja vanhat hirsirakennukset toimivat hiilivarastoina. Jos rakennukset lahoavat tai niiden puutavara käytetään polttopuuna, vapautuu hiili ilmakehään. Tämän vuoksi kaikki hirsirakennuksia säilyttävään korjaamiseen liittyvä tutkimustyö on olennaista myös ilmastonmuutoksen kannalta. (Uusi-Seppä. 2017.)

5.2 Betoni

Betoni on yksi maailman eniten käytetyistä rakennusmateriaaleista, mutta sen valmistus aiheuttaa merkittäviä hiilidioksidipäästöjä.

Betonin pääraaka-aineen, sementin tuottaminen on ihmisen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä yksi merkittävimmistä. Sementin tuotannosta aiheutuu jopa viidestä kymmeneen prosenttia kaikista hiilidioksidipäästöistä. (Illikainen. 2019.)

Sementin valmistuksessa kalkkikivestä erotetaan kalsiumkarbonaatti (CaCO_3), joka hajoaa kuumennettaessa ja vapauttaa hiilidioksidia (CO_2). Tämä prosessi, joka tunnetaan nimellä "kalsinointi", tuottaa noin 60–70 % sementin valmistuksesta aiheutuvista päästöistä. Loppuosa päästöistä syntyy itse sementin valmistusprosessista, jossa käytettävien fossiilisten polttoaineiden polttaminen tuottaa lisää hiilidioksidia.

Valmisbetonista ja betonielementeistä on tarjolla päästöiltään useita eri tasoisia vaihtoehtoja. Suomen Betoniyhdistys ry on kehittänyt BY-Vähähiilisyysluokituksen. BY-Vähähiilisyysluokitus on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus ja se on perustettu betonin CO_2 -päästöjen vähentämiseksi. Luokituksen tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisiä betonilaatua. BY-Vähähiilisyysluokitus on toistaiseksi käytettävissä vain Suomessa valmistetuille betoneille ja betonielementeille, sillä luotettavat ominaisarvot ovat tiedossa vain suomalaisille raaka-aineille, energialle sekä alan keskimääräiselle hukalle.

Kuvassa 3 on esitetty osa BY-Vähähiilisyysluokituksen valmisbetonilaaduista, sekä vähähiilisyysluokkien raja-arvot. Valmisbetoni voidaan kategorioida viiteen

vähähiilisyysluokkaan, riippuen sen GWP-arvosta. GWP-REF-luokka kuvaa ”ta-
vanomaista” betonia, jonka hiilidioksidipäästöjä ei ole pyritty hillitsemään.

Betoni	GWP.REF	GWP.85	GWP.70	GWP.55	GWP.40
C20/25 – Ei huokostettu	210	180	145	115	85
C25/30 – Ei huokostettu	230	195	160	125	90
C30/37 – Ei huokostettu	255	215	180	140	100
C35/45 – Ei huokostettu	285	240	200	155	115
C40/50 – Ei huokostettu	305	260	215	170	120
C45/55 – Ei huokostettu	320	270	225	175	130
C50/60 – Ei huokostettu	340	290	240	185	135

Kuva 3. BY-Vähähiilisyysluokituksen valmisbetonilaadut sekä vähähiilisyysluok-
kien raja-arvot. Arvot ovat GWPtotal-arvoja sisältäen moduulit A1...A3. Arvojen
yksikkönä on kg CO₂ e/betoni-m³. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2024.)

Kuvassa 4 esitetään vähähiilisyysluokiteltujen valmisbetonien arvioitua saata-
vuutta marraskuussa 2024. Kuvassa on esillä saatavuustiedot ainoastaan
osalle betonin lujuusluokista. Vähähiilisyysluokiteltujen betonien saatavuus
vaihtelee huomattavasti, riippuen luokituksesta. Matalimman, GWP.40-päästö-
luokan valmisbetonia ei todennäköisesti ole saatavilla yhdeltäkään toimijalta
marraskuun 2024 saatavuustiedon mukaan. Myös toiseksi matalimmassa,
GWP.55-päästöluokassa saatavuus on mahdollista joiltain valmistajilta, mutta ei
kaikilta.

Betoni	Laadunarvosteluikä	GWP.REF	GWP.85	GWP.70	GWP.55	GWP.40
C20/25 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Green	Light Green	Red
C25/30 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Green	Light Green	Red
C30/37 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Green	Light Green	Red
C35/45 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Green	Light Green	Red
C40/50 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Green	Light Green	Red
C45/55 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C50/60 – Ei huokostettu	28 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
	91 vrk	Green	Green	Light Green	Yellow	Red

Kuva 4. Vähähiilisyysluokiteltujen valmisbetonien arvioitu saatavuus marras-kuussa 2024. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2024.)

	Todennäköisesti yleisesti saatavilla
	Todennäköisesti saatavissa useilta valmistajilta ¹
	Todennäköisesti saatavissa joiltakin valmistajilta ¹
	Todennäköisesti ei saatavissa tai vain projektikohtaisena erikoistuotteena ¹

¹ Saatavuus varmistettava etukäteen

Kuva 5. Värikoodit vähähiilisyysluokiteltujen valmisbetonien saatavuustaulukossa. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2024.)

5.3 Teräs

Rauta- ja terästeollisuus aiheuttaa noin yksitoista prosenttia maailman hiilidioksidipäästöistä. Jos terästeollisuus olisi valtio, sen päästöt olisivat kolmanneksi suurimmat Kiinan ja Yhdysvaltojen jälkeen. Tämä johtuu suuresta hiilen käytöstä: terässektori on maailman suurin teollinen hiilen kuluttaja, ja noin 75 % sen käytämästä energiasta tuotetaan tällä hetkellä hiilellä. (Hiilivapaa Suomi.)

Teräs on todella merkittävä saastuttaja myös Suomen mittakaavassa. Pelkästään SSAB:n Raahen terästehdas tuottaa noin kahdeksan prosenttia Suomen hiilidioksidipäästöistä. Tämä tekee tehtaasta maan suurimman yksittäisen hiilidioksidipäästöjen lähteen. (Hiilivapaa Suomi.)

6 Hankinnan ja suunnittelun yhteistyö

Suunnittelun, laskennan ja hankinnan osaamisen yhdistämisellä on suuret mahdollisuudet. Hankinnan ottaminen mukaan jo suunnitteluvaiheessa auttaa minimoimaan toteutusvaiheen virheet, löytämään kustannustehokkaampia ratkaisuja niin aikataulullisesti, taloudellisesti, turvallisuuden kannalta kuin laadun ja vähähiilisyysdenkin kannalta. (Kospro. 2023.)

Hankinnan näkökulmasta rakennushankkeen elinkaaripäästöjen vähentämisen tavoitteisiin pääseminen edellyttää materiaalitoimittajiin vaikuttamista ja esimerkiksi runkorakenteiden hankintojen tekemistä jo suunnitteluvaiheessa. Rakennuttajan, materiaalitoimittajan, suunnittelijan ja hankkijan yhteistyöllä voidaan löytää optimaalinen ratkaisu, joka huomioi sekä vähähiilisyystavoitteet, että kustannustehokkuuden.

Hankinta voi tarjota suunnittelijoille ajantasaista tietoa saatavilla olevista vähäpäästöisistä tuotteista ja niiden kustannuksista. Näin suunnittelijat voivat tehdä valintoja, jotka vähentävät hankkeen hiilijalanjälkeä ilman, että kustannukset kasvavat kohtuuttomasti.

7 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että rakennusmateriaalien osalta rakennushankkeen hiilidioksidipäästöjä voidaan hillitä tehokkaimmin suunnitteluvaiheessa tehtävillä päätöksillä. Tällaisia valintoja ovat muun muassa runkorakenteiden materiaalivalinnat, sekä ympäristöystävällisten ja uusiutuvien materiaalien käyttö. Myös energiatehokkaampien materiaalien valinta vaikuttaa merkittävästi päästöihin rakennuksen käyttövaiheessa. Päästötavoitteiden saavuttaminen edellyttää tiivistä yhteistyötä suunnittelijoiden ja hankinnan välillä.

Hankinnan mahdollisuudet vaikuttaa rakennushankkeen päästöihin rajoittuvat lähinnä materiaalivalintoihin ja logistiikan optimointiin. Lähtökohdat hankintapäätösten vaikuttavuuden arviointiin ovat tällä hetkellä tarjolla olevien ympäristöselosteiden ja päästötietojen avulla heikohkot. Ympäristöselosteita tulisi olla laajemmin saatavilla tuotteista eri toimijoilta, jotta hankinnassa tehtävien materiaali- ja tuotevalintojen vaikutusta rakennushankkeen päästöihin voitaisiin arvioida tarkemmin.

Opinnäytetyössä selvitettiin, onko toimeksiantajayrityksen kannattavaa luoda oma laskentatyökalu rakennushankkeen päästö- ja kustannuslaskentaa varten. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta manuaalisesti täytettävän laskentatyökalun laatimisen ja käyttämisen olevan työlästä ja aikaa vievää.

Yrityksen on järkevää jatkaa tutkimusta aiheesta ja selvittää, mitä muita keinoja hankintapäätösten vaikuttavuuden arviointiin on. Yksi vaihtoehto on hyödyntää eri yritysten tarjoamia hiilijalanjäljenlaskentaan tarkoitettuja ohjelmistoja, joissa materiaalien päästötiedot päivittyvät ajantasaisesti. Laskentaohjelmistoja hyödyntämällä voitaisiin vertailla eri valintojen päästövaikutuksia koko rakennushankkeen mittakaavassa. Yritykselle hyödyllistä voisi olla hankintavaiheen päätösten arviointi markkinoilla olevien laskentaohjelmistojen avulla pilottihankkeen muodossa.

Vähähiilisten tuotevaihtoehtojen lisääntyessä markkinoille, päästään arvioimaan paremmin myös niiden kustannusvaikutuksia. Jos vähäpäästöisempien

rakennusmateriaalien kustannukset osoittautuvat huomattavasti suuremmiksi tavallisiin tuotevaihtoehtoihin nähden, täytyy selvittää, kenelle kasvavat kustannukset päätyvät. Siirtyvätkö kustannukset lopulta verottamaan kuluttajan lompakkoa rakennusten kustannusten nousun takia? Oleellista on esittää kysymys siitä, että ovatko kuluttajat vielä valmiita maksamaan enemmän ympäristöystävällisesti tuotetuista rakennuksista.

Todettava kuitenkin on, että ilmaston lämpenemisen jarruttamiseksi on rakennusteollisuuden jatkettava kehitystä ympäristöystävällisempään suuntaan. Rakennusalan päästöjen vähentäminen on välttämätöntä, jotta voimme ratkaista yhden aikamme vakavimmista globaaleista ongelmista.

Lähteet

Bionova Oy. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomiointiseksi rakentamisen ohjauksessa. Viitattu 17.12.2024.

Euroopan komissio. 2019. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Viitattu 18.11.2024.

Euroopan komissio. 2024. Euroopan vihreän kehityksen ohjelman toteuttaminen. Viitattu 17.11.2024.

Green Building Council Finland. 2024. Ympäristöluokitukset. Viitattu 24.11.2024.

Hakaste, Harri. 2013. Ohjausryhmän puheenjohtaja Ympäristöministeriössä. Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, esipuhe. Viitattu 24.11.2024.

Hiilivapaa Suomi. Ympäristöjärjestö. 8 faktaa teräksestä. Viitattu 02.02.2025.

Ikonen, Anna. 2023. Suojeluasiantuntija Suomen Luonnonsuojeluliitossa. Rakennusten ja rakentamisen ilmastovaikutusten vähentäminen. Viitattu 15.11.2024

Illikainen, Mirja. 2019. Teknillisen tiedekunnan dekaani ja kiertotalouden materiaalteknikan professori. Viitattu 01.02.2025.

Kinnunen, Elli. 2023. Kestävän kehityksen teknologiavastaava ja projektipäällikkö, A-Insinöörit Suunnittelu. Vähähiilinen rakentaminen. Viitattu 15.01.2025.

Kospro Oy. 2023. Rakennesuunnittelun ja hankinnan yhteistyö. 30.3.2023. Koulutusmateriaali. Viitattu 24.11.2024.

Puuinfo Oy. 2022. Puun käytön ympäristövaikutukset. Viitattu 02.02.2025.

Rakennustieto Oy. 2023. Uusi rakentamislaki tulee voimaan 2025. Viitattu 24.11.2024.

Rakennustieto Oy. 2024. Ympäristöselosteet.

SFS-EN ISO 14067. 2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet. Viitattu 15.11.2024.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2024. BY-vähähiilisyysluokitus. Viitattu 10.02.2025.

Uusi-Seppä, Niina. 2017. Kulttuuriympäristötutkimuksen seura ry. Kulttuuriympäristön hoito ja ilmastonmuutoksen hillintä. Selvitys tutkimustilanteesta. Viitattu 03.02.2025.

Ympäristöministeriö.2024. Rakentamisen päästötietokanta. CO2data.fi-palvelu

Ympäristöministeriö. 2017. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Viitattu 24.11.2024.

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Viitattu 15.11.2024.