

**KIERRÄTYSMATERIAALIEN KÄYTTÖ KERROSTALON
RAKENTAMISHANKKEESSA**



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakentamisen koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2022

Sanni Rantala

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö laadittiin Skanska Oy:lle.

Rakentaminen aiheuttaa suuren jäte- ja kasvihuonekaasupäästökuorman maapallolle. Tämän lisäksi rakentaminen aiheuttaa muutoksia maankäytölle ja täten vaikuttaa myös ympäristöön, luontoon ja ilmastoon.

Rakennuslalla suurena kasvihuonekaasupäästöaiheuttajana on myös mahdollisuus vaikuttaa isosti päästöjen vähentämiseen. Skanska Oy on laatinut hiilitiekartan ohjaamaan toimia kohti tavoitetta, joka on hiilineutraalius vuonna 2045. Suuri osa rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilineutraaliustyöstä tehdään jo suunnittelupöydällä. Jokaisen toiminnon vaikuttavuutta tulee silti tarkastella. Opinnäytetyö on tehty tuotannon työnjohtajan näkökulmasta.

Digitalisaatio on tuonut mukanaan työkaluja, joiden avulla rakentamiseen liittyviä ympäristövaikutuksia on helpompi arvioida. Tämä työ tutkii kolmea pienempää materiaalityhmää ja niiden tuotevalmistajien vähähiilisyystilannetta. Työssä tutkitaan myös kyseisten materiaalityhmien vaikutusta RTS-ympäristöluokitukseen sekä hiililaskenta-analyysiin.

Avainsanat Kiertotalous, vähähiilisyys, ympäristöluokitus, hiililaskenta

Sivut 83 sivua ja liitteitä 3 sivua

ABSTRACT

The thesis was made for Skanska Oy

Construction causes a large load of waste and greenhouse gas emissions on the planet. In addition to this, construction causes changes in land use and thus also affects the environment, nature and climate.

As a major contributor to greenhouse gas emissions in the construction sector, there is also the potential to make a major contribution to reducing emissions. Skanska Oy has prepared a carbon roadmap to guide action towards the goal of carbon neutrality in 2045. Most of the carbon neutrality work during the building's life cycle is already being done at the design table. The effectiveness of each function still needs to be considered. The thesis has been done from the point of view of the construction site supervisor.

Digitalisation has brought with it tools that make it easier to assess the environmental impact of construction. This work examines the three smaller groups of materials and the low-carbon work situation of their product manufacturers. The effect of these material groups on the RTS environmental classification and carbon calculation analysis is also investigated.

Keywords circular economy, low carbon, environmental classification, carbon accounting

Pages 83 pages and appendices 3 pages

Sisällys

1	JOHDANTO JA METODOLOGIA	1
1.1	Työn tausta.....	1
1.1.1	Skanska Oy	3
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset.....	5
1.3	Teoriatausta	6
1.4	Metodologiset perusvalinnat.....	6
1.5	Opinnäytetyön rakenne	7
2	HIILINEUTRAALIUS KERROSTALORAKENTAMISEN NÄKÖKULMASTA.....	8
2.1	Kerrostalorakentaminen betonielementeistä	8
2.1.1	Rakennushankkeen lähtökohdat.....	9
2.1.2	Määrälaskenta.....	10
2.1.3	Rakentamismateriaalien kelpoisuusvaatimukset	11
2.1.4	Asiakkuus.....	12
2.2	Digitalisaatio.....	13
2.2.1	One Click LCA.....	15
2.3	Ilmastonmuutos	16
2.3.1	Ilmastonmuutoksen historiaa	16
2.3.2	Ilmastonmuutoksen nykytilanne.....	18
2.3.3	Ilmastonmuutos ja -politiikka suomessa.....	20
2.3.4	Hiilitiekartta.....	20
2.3.5	Energia.....	21
2.3.6	Teollisuuden ja logistiikan päästöt.....	22
2.3.7	Rakentamisen päästöt.....	23
2.4	Kiertotalous.....	25
2.4.1	Ylikulutus	26
2.4.2	Kestävä kehitys.....	27
2.4.3	Kestävä rakennettu ympäristö	28
2.5	Hiilineutraalius rakentamisessa	29
2.5.1	Elinkaari	31
2.5.2	Kiertotalous rakentamisessa	32

2.5.3	Vähähiilinen rakentaminen	34
2.6	Hiilineutraaliustavoitteet	36
2.6.1	Euroopan parlamentin tavoitteet	37
2.6.2	Suomen kansalliset tavoitteet.....	38
2.6.3	Rakennusteollisuus RT tavoitteet	39
2.6.4	Tampereen tavoitteet	39
2.6.5	Skanskan tavoitteet.....	40
2.7	RTS-ympäristöluokitus	42
2.7.1	Prosessi.....	44
2.7.2	Talous	45
2.7.3	Ympäristö ja energia	46
2.7.4	Sisäilma ja terveellisyys.....	48
2.7.5	Innovaatiot	49
2.7.6	Materiaaliryhmien vaikutus RTS ympäristöluokitukseen	50
2.7.7	Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1	50
2.7.8	RTS EPD -ympäristöseloste.....	51
3	KERROSTALOTYÖMAALLA KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIRYHMÄT	51
3.1	Toimintatutkimuksen alue	52
3.2	Toimintatutkimuskohteen perustiedot.....	53
3.3	Toimintatutkimuksessa tarkasteltavien materiaalien rajaus.....	55
3.4	Toimintatutkimuskohteen määrät.....	56
3.4.1	Toimintatutkimuskohteessa käytettävät eristemäärät	57
3.4.2	Toimintatutkimuskohteessa käytettävät ikkunamäärät.....	58
3.4.3	Toimintatutkimuskohteessa käytettävät lattiatasoitemäärät	60
4	MATERIAALIRYHMIEN VAIKUTUS RTS-YMPÄRISTÖLUOKITUKSEEN.....	61
4.1.1	EPS-eristeiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen	62
4.1.2	Lattiatasoitteiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen.....	64
4.1.3	Ikkunoiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen	68
5	MATERIAALIRYHMIEN VAIKUTUS HIILILASKENTAAN	71
5.1	Materiaaliryhmien vaikutus hiililaskentaan.....	72
5.1.1	Vastuullinen materiaalihankinta	72

5.1.2	Materiaaliryhmien vaikutus toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkeen.....	74
5.1.3	EPS-eristeet	75
5.1.4	Ikkunat.....	77
5.1.5	Lattiatasoitteet.....	78
6	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	79
6.1	Jatkokehitysehdotukset	83
7	LÄHTEET.....	84
8	LIITTEET.....	88

Liitteet

- Liite 1 Vähähiiliset tuote- ja materiaaliratkaisut, kysymykset
- Liite 2 Vähähiilisyyskeskustelut toimittajien kanssa, kysymykset
- Liite 3 Lähtötasokysely: Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamishankkeessa, kysymykset

1 JOHDANTO JA METODOLOGIA

1.1 Työn tausta

Ilmastomuutos on tiedostettu uhka ja rakennettu ympäristö on valtaosan kasvihuonekaasupäästöjen takana. Yksittäisen kerrostalorakennuksen hiilijalanjälki koostuu sen elinkaaren aikaisista energia- ja rakennustarvikemateriaalimääristä ja tehokkaalla suunnittelulla, kaavoituksella sekä maan käytöllä päästään vaikuttamaan ilmastovaikutuksiin ja päästöihin. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan kolmen materiaalityypin näkökulmasta materiaalien vaikutusta kerrostalon hiilijalanjäljen pienentämiseen sekä ympäristöluokituksen tavoitteluun.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Skanska Oy on tunnistanut ympäristötyön ja ilmastomuutoksen hillitsemisen tärkeyden ja asettanut hiilineutraaliustavoitteen vuodelle 2045. Tämä opinnäytetyötutkimus on osana kehittämässä ympäristötehokkuuden saavuttamista materiaalivalinnoilla. Kuvassa 1 on esitetty tämän opinnäytetyötutkimuksen prosessikuvaaja. Skanska Oy suosii rakentamisessa kierrätettyjä- ja kierrätettäviä materiaaleja ja pyrkii toiminnoillaan vähentämään neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. Tämän opinnäytetyöprosessin ohessa etsitään vähähiilisiä tuoteratkaisuja työmaille.

Kuva 1. Opinnäytetyötutkimuksen prosessikuvaaja



Skanska Oy:n puolesta suurimpana apuna tämän työn valmistumiseen vaikutti opinnäytetyön työpaikkaohjaaja Meri Pajarinen, joka toimii Skanska Oy hankinnassa tuoteryhmäpäällikkönä. Muita prosessissa mukana olleita henkilöitä ovat Skanska Oy:n vanhempi ympäristöasiantuntija, Skanska Talonrakennus Oy:n projekti-insinööri, joka on myös Pirkanmaan OneClick LCA avainkäyttäjä sekä Skanska Talonrakennus Oy:n tuotantoinsinööri. Toimintatutkimuskohteen lähtötietojen hankinnassa ovat olleet mukana

Skanska Kotien ympäristöasiantuntija. Toimintatutkimuskohteen arkkitehtisuunnittelusta on vastannut BST-arkkitehdit Oy, rakennesuunnittelusta on vastannut Jorma Jääskeläinen Oy, LVIA-suunnittelusta on vastannut Insinööritoimisto Eero Leskinen Oy ja sähkösuunnittelusta on vastannut Sähköinsinööritoimisto Martti Mattila Oy.

Opinnäytetyöprosessin materiaaleihin liittyvään toimintatutkimusosioon on osallistunut useita yrityksiä. Yhteistyökumppanit osallistuivat aktiivisesti materiaaleihin liittyviin kyselyihin sähköpostitse tai pandemia-aikana yleistyneiden teams-palaverien muodossa. Lattiatasoitteiden osalta teams-palaverissa Saint-Gobain Finland Oy vähähiilisyystyöstä kertoi vastuullisuuspäällikkö. Fescon Oy vähähiilisyystilanteesta kertoi tuotepäällikkö. Finnsementti Oy:n materiaaleista ja vähähiilisyystilanteesta kertoi tuotekehityspäällikkö. Kiilto Oy toimista vähähiilisyystyöhön kertoi tuotekehitystuen päällikkö. Ikkunatoimittajista teams-palaveriin päädyttiin vain Pihla Group Oy Laatu ja ympäristövastaavan kanssa. EPS-eristykseen liittyvät teams-palaverit järjestettiin Finnfoam Oy kanssa, jossa vähähiilisyystyöstä kertoi tekninen asiakaspalvelupäällikkö. Bewi Oy vähähiilisyystyöstä kertoi myynti- ja markkinointijohtaja. Inora Oy vähähiilisyystilannetta esitteli Teknisen myynnin asiakaspäällikkö. Jackon Oy vähähiilisyystyöstä kertoi aluemyyntipäällikkö. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty Skanska Oy keräämät tiedot yhteistyökumppaneiden vähähiilisyystilanteesta.

Kirjallisuuskatsauksen, teams-palavereiden ja lähtötietojen koonnin jälkeen alkoi työn analysointivaihe. RTS-ympäristöluokitukselta arvioitiin kaikki kriteerit työhön valittujen tutkittavien materiaalien näkökulmasta. Materiaalien vaikutukset tutkittiin suorina tai epäsuorina vaikutuksina kriteeriin nähden. Materiaalivalmistajien tuotetietojen perusteella koottiin taulukko, jossa vertailtiin EPD-ympäristöselosteiden tietoja kansalliseen rakentamisen päästötietokanta CO₂Data.fi arvoihin. Hiililaskenta-analysointivaiheessa OneClick LCA ohjelmiston avulla tarkasteltiin toimintatutkimuskohteen hiililaskentaa ja materiaalityöryhmien tietojen vastaavuutta suunnitelmiin sekä työssä tutkittujen EPD-ympäristöselosteiden vaikutusta hiililaskenta-analyysin lopputulokseen. RTS-Ympäristöluokitus analyysia ja EPD-ympäristöselostetaulukkoa ei julkaista liitteenä, ne esitettiin vain työn teettäjälle tutkimustuloksena.

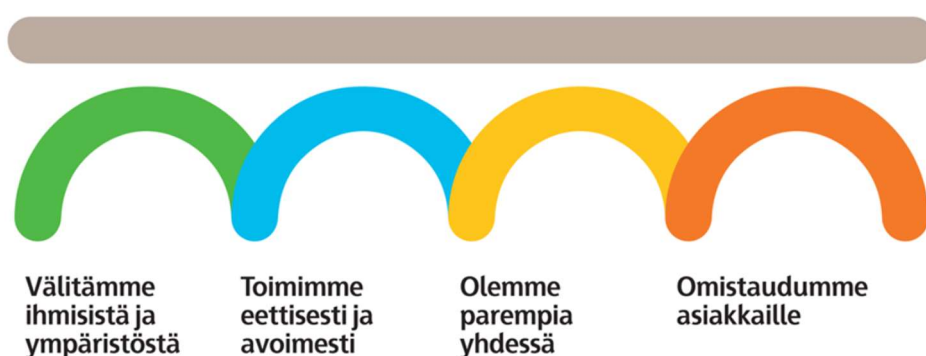
1.1.1 Skanska Oy

Opinnäytetyön taustalla on toimeksiantajana Skanska Oy. Skanskan juuret ulottuvat Etelä-Ruotsiin vuodelle 1887, jolloin Rudolf Fredrik Berg perusti betonituotteisiin keskittyneen Skånska Cementgjuterietin. Skanskan listaus Tukholman pörssiin tapahtui 1965 ja nimenvaihdos puhekielessä vakiintuneeksi Skanskaksi vuonna 1984. Skanskan historia Suomessa on alkanut vuonna 1917, jolloin Skanska rakensi Pohjoismaissa yhdyskuntatekniikkaa. Skanska Oy perustettiin Suomeen vuonna 1994 ja saavutti nopeasti paikkansa suurten projektikehitys- ja rakennuspalveluja tarjoavien yritysten joukossa. (Skanska Oy, n.d.)

Skanskan toiminnot suomessa liittyvät rakentamispalveluihin ja projektikehitykseen. Skanska-konsernissa suomessa toimii viisi erillistä liiketoimintayksikköä, jotka ovat Skanska Talonrakennus Oy, Skanska Rakennuskone Oy, Skanska Infra Oy, Skanska Industrial Solutions Oy sekä Skanska CDF Oy. Skanskan toiminta suomessa on myös alueellisesti laajaa. Skanska toimii Pääkaupunkiseudulla, Pirkanmaalla, Varsinais-Suomessa, Satakunnassa, Itä-Suomessa, Keski-Suomessa, Pohjanmaalla, Pohjois-Suomessa sekä Lapissa. (Skanska Oy, n.d.)

Skanska Suomen toimitusjohtajana on Tuomas Särkilahti ja Skanska AB-konsernin pääjohtajana on Anders Danielsson. Vuonna 2020 Skanska Suomessa työskenteli 2177 henkilöä. Skanska on arvoperustainen yritys. Arvot on esitetty kuvassa 2, ja ne määrittävät työntekijöiden valintojen perustaa, toimintatapaa ja toimivat tukena arjessa. (Skanska Oy, n.d.)

Kuva 2. Skanskan arvot (Skanska Oy, n.d.)



Skanskan työntekijät sekä Skanskan työmailla työskentelevät aliurakoitsijat toimivat eettisesti ja avoimesti. Työskentely ja liiketoiminta Skanskalla on rehellistä ja läpinäkyvää ja sitä ohjailee eettinen ohjeisto Code of Conduct, josta poikkeamista ei hyväksytä omien työntekijöiden tai aliurakoitsijoiden toimesta. Skanskalle on tärkeää, että työntekijät viihtyvät työssään ja että työilmapiiri on avoin ja vapaa mielipiteen ilmaisuun. (Skanska Oy, n.d.)

Skanskan työntekijät ovat parempia yhdessä. Skanska on tunnistanut olevansa oppiva organisaatio joka myös mielellään jakaa osaamistaan. Skanska on mukana vaikuttamassa yhteiskuntatyössä monessa projektissa, joista esimerkkinä Green Building Council Finland ja FIBS. Skanskalla ollaan muodostettu toisiaan täydentäviä One Skanska -tiimejä koottuna eri liiketoimintayksikköjen osajista toimimaan yhdessä asiakkaiden, kumppaneiden ja yhteisöjen kanssa. Skanska vaalii monimuotoisuutta, josta yhtenä esimerkkinä toimii hyväksyvä yrityskulttuuri, joka näkyy Skanskalaisten arjessa avoimuutena, reiluutena, luottamuksena sekä toistensa kunnioittamisena. (Skanska Oy, n.d.)

Skanskan työntekijät omistautuvat asiakkailleen. Skanskan tavoitteena on auttaa asiakkaitaan menestymään liiketoiminnassaan. Skanskalla tehdään töitä sen eteen, että jokainen tiimi ymmärtää asiakkaitensa sekä asiakkaansa asiakkaiden tarpeet. Ymmärryksen avulla pystytään toteuttamaan asiakkaiden visiot liiketoiminnalle. (Skanska Oy, n.d.)

Skanskan työntekijät välittävät sekä ihmisistä että ympäristöstä. Skanskan työmaaoloja ohjaa slogan: työskentelemme turvallisesti tai emme ollenkaan. Skanskan työmailla ei sivuuteta havaittuja turvallisuuspuutteita ja jokaisella työntekijällä on oikeus ja velvollisuus puuttua poikkeamiin. Skanskalla pyritään edistämään ympäristötehokkaita ratkaisuja ja henkilöstö sekä rakennustyömaat toimivat ympäristöarvoja kunnioittaen. Skanskan työntekijät ovat vastuussa tuleville sukupolville toimimalla ja rakentamalla kestävästi. (Skanska Oy, n.d.)

Skanskalla on tavoitteena olla hiilineutraali kaikissa projekteissa ja kaikilla liiketoiminta-alueilla vuonna 2045. Tavoitteen sisältyy omien suorien päästöjen lisäksi hankkeiden arvoketjussa syntyvät päästöt. Tavoitteeseen pääsyä ohjaa Skanskan ja GAIA Consulting Oy:n laatima hiilitiekartta. Hiilitiekartassa on neljä painopistealuetta, jotka ovat: Asiakslähtöiset

konseptit, innovatiivinen hankinta ja suunnittelun ohjaus, kulttuuri ja toimintatavat sekä uusiutuva energia. Tämän opinnäytetyön tutkimustulokset liittyvät painopistealueelle innovatiivinen hankinta ja suunnittelun ohjaus. (Skanska Oy, n.d.)

Rakennusala on aktivoitunut vähähiilisyystyössä viimeistään vuonna 2018, jolloin 19 kaupunkia sitoutui hiilineutraalin rakentamisen kehittämiseen allekirjoittamalla World Green Building Council:in Net Zero Carbon Buildings Declaration -asiakirjan. Skanska Oy:n tavoitteena on olla vähähiilisen rakentamisen edelläkävijä ja työ hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi on jo käynnissä. Esimerkkinä konkreettisista toimista Skanska Oy on lanseerannut oman verkkokoululustan, jossa jokaisen skanskalaisen ja aliurakoitsijan sekä yhteistyökumppanin on mahdollista suorittaa ympäristöaiheisia verkkokursseja. Skanska Oy on julkaissut Skanska-pakan, johon on koottuna toimintaohjeita työturvallisuuteen ja ympäristötehokkuuteen. Skanskan toimistoilla ja työmailla järjestetään vuosittain ympäristöviikko tempauksineen sekä paljon webinaareja, ympäristötietoiskuja ja -riihiä kasvattamaan työntekijöiden henkistä pääomaa. (Skanska Oy, n.d.)

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja löytää vaihtoehtoisia materiaaleja raaka-aineiltaan neitseellisten materiaalien korvaamiseksi kerrostalorakentamisessa. Kerrostalotyömaalla käytettäviä päämateriaaliryhmiä on paljon, joten työ rajataan kolmeen tutkittavaan materiaaliryhmään. Skanska Oy on jo mukana kasvihuonekaasupäästöiltään suurimpien materiaaliryhmien vähähiilisyystyön tutkimisessa, joten tämä tutkimustyö keskittyy pienempiin materiaaliryhmiin, joita ei ole aiemmin tutkittu. Opinnäytetyön sivututkimuksena selvitetään työmailla työskentelevien työnjohtajien lähtötasoa vähähiilisten materiaalien tunnistamiseen ja materiaalitoimittajien vähähiilisyystyön tilannetta.

Opinnäytetyön on tarkoitus vastata seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä kolme materiaaliryhmää ovat oleellisia hiilijalanjäljen kannalta kerrostalorakentamisessa, niiden valinnan perustelu ja selvitys näiden tuoteryhmien vaihtoehtoisista materiaaleista.

- Valittujen materiaaliryhmien vaikutus kerrostalotyömaalla käytettyyn RTS ympäristöluokitukseen
- Valittujen materiaaliryhmien vaikutus kerrostalotyömaan hiililaskentaan.

1.3 Teoriatausta

Rakentamisen hiilineutraaliustavoitteet ovat kunnianhimoisia ja kaipaavat konkreettisia toimia hiilineutraaliuden tavoitteluun. Tässä työssä tarkastellaan rakentamisen hiilineutraaliustavoitteita kansallisesti, alueellisesti sekä Rakennusteollisuuden näkökulmasta. Työssä syvennyttään ilmastonmuutokseen, hiilineutraaliin rakentamiseen, teräsbetonikerrostalotyömaan materiaaliryhmiin, RTS-Ympäristösertifikaattiin sekä rakennuksen hiilijalanjälkilaskentaan.

1.4 Metodologiset perusvalinnat

Tämä opinnäytetyötutkimus perustuu tieteenfilosofiselle pragmatismiselle olettamukselle, jonka mukaan subjektiivisesti arvot vaikuttavat opinnäytetyötutkimuksen lopputulokseen. Opinnäytetyön teettäjä Skanska Oy on arvoperustainen yritys. Toimintatutkimukseen osallistuvien arvoja käsitellään Skanskan arvojen näkökulmasta. Tämän tutkimuksen johtopäätökset tulevat olemaan interpretivismisiä eli tarkoituksena on luoda organisaatiolle uutta ymmärrystä kiertotalous- ja vähähiilisiin materiaaleihin liittyen ja auttaa tarkastelemaan kerrostalorakentamista uudesta näkökulmasta. (Anttila, 1998)

Tämän opinnäytetyön toimintatutkimuksen organisaation arvot ohjaavat jatkuvaan muutokseen. Työn teettäjän arvoperustasta johtuen on luonnollista, että myös opinnäytetyön tuottama tieto on arvojen määrittämää. Arvojen rooli on tutkimuksessa pragmaattinen, sillä lähtökohtana opinnäytetyöntekijä uskoo työnantajansa arvojen olevan oikeita ja siten ne saavat vaikuttaa työn lopputulokseen. Opinnäytetyötutkimus tehdään organisaatiolle, joten aineisto ja merkitykselliset lopputulokset ovat pragmaattisia ja kyseiseen organisaatioon sidottuja. (Anttila, 1998)

Opinnäytetyön tiedonintressi on praktinen. Tavoitteena on, että johtopäätökset lisäävät ymmärrystä koko organisaatiolle. Toimintatutkimus toteutetaan kartoittavana, jotta ymmärrys lisääntyy. Tutkimustyö sisältää detuktiivista päättelyä, sillä työn perustana toimii Skanskan tunnistama ympäristötyön tärkeys. Detuktiivisen päättelyn avulla päästään lopputuloksissa analysoimaan tutkimuksen teoriaa joko vahvistamalla sen toimiminen tai kumoamalla se. (Anttila, 1998)

Tutkimus on monimenetelmällinen tutkimus sillä se on pääasiassa laadullista tutkimusta, jossa kerätään sanallista tutkimusaineistoa. Hiilijalanjälkilaskesta sisältää kvantitatiivista tutkimusta, sillä analysoitava aineisto on numeerista. (Anttila, 1998)

Materiaalitoimittajiin liittyvän tutkimuksen haastattelut toteutettiin koronapandemia-aikana Microsoft Teams-viestintäalustan avulla. Haastatteluita ei äänitetty tai nauhoitettu ja haastattelun litterointi toteutettiin informaation sisäisellä julkaisutasolla. Skanska Oy on jo aiemmin kerännyt dataa yhteistyökumppaneiden vähähiilisyystilanteesta sekä materiaali-innovaatioista ja tutkimuksen haastatteluissa käytettiin hyödyksi Skanska Oy laatimia kysymyksiä yhteistyökumppanien vähähiilisistä tuote- ja materiaaliratkaisuista sekä vähähiilisyystilanteesta. Kysymykset on esitetty liitteissä 1 ja 2.

Lähtötietona tutkimuksessa tarkasteltiin Skanska Oy:n aiemmin keräämää dataa yhteistyökumppaneiden vähähiilisyystyöstä ja materiaaleista. Tämän jälkeen tutkimuksessa lähestyttiin Suomessa toimivia Skanska Oy yhteistyökumppaneita sekä potentiaalisia uusia materiaalitoimittajia. Materiaalitoimittajien aktiivisuus yhteistyöhön oli vaihtelevaa ja vastausprosentti kyselyihin oli 40%.

1.5 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön johdanto-osassa käsitellään työn lähtökohtia ja tavoitetta sekä esitetään tavoitteen perusteella määritetyt tutkimuskysymykset. Lisäksi johdanto-osassa esitellään työn toimeksiantajaa. Luvussa kaksi käsitellään kerrostalorakentamista, hiilineutraaliutta ja RTS-ympäristöluokitusta. Luvussa kolme tarkastellaan toimintatutkimuskohteen asuinkerrostalon materiaaliryhmiä. Luvussa neljä käsitellään materiaaliryhmiä RTS-

ympäristöluokituksen näkökulmasta. Luvussa viisi käsitellään valittujen materiaaliryhmien vaikutusta hiililaskenta-analyysin tulokseen. Kuudennessa luvussa käsitellään opinnäytetyön tuottamien tulosten pohdintaa ja johtopäätöksiä.

2 HIILINEUTRAALIUS KERROSTALORAKENTAMISEN NÄKÖKULMASTA

Luvussa kaksi syvennyttään tämän opinnäytetyön kirjallisuuskatsaukseen, jossa käsitellään muunmuassa kerrostalorakentamista, ilmastonmuutosta, kestäväää kehitystä sekä RTS-ympäristöluokitusta. Rakentaminen on monimuotoinen kokonaisuus, ja sen elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset jakautuvat monelle eri alueelle ja sektorille.

Kerrostalorakentaminen yksinkertaistettuna on kokonaisuus, joka lähtee kaavoitusvaiheesta ja päättyy loppukäyttäjän valmiin asunnon avainten luovutukseen ja käyttövaiheen alkamiseen. Kerrostalon saattaminen valmiiksi vaatii rakennustyömaalla näkyvän suorittavan työn lisäksi hankesuunnittelua, arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelutyötä, suunnittelun ohjausta, laskentaa, hankintaa, talouden osaamista, riskien ja aikataulun hallintaa ja näiden kaikkien osa-alueiden hallitseminen on erityisen kriittistä asuntorakentamisessa. Asuinrakentamisessa tärkeässä roolissa on myös kohteen suunnittelu ja palvelu sekä ennen kaikkea lopputuotteen suoriutuminen asunnonostajan eli loppukäyttäjän näkökulmasta.

Tässä opinnäytetyötutkimuksessa käsitellään kerrostalorakentamista työmaaorganisaation näkökulmasta, sillä tutkija työskentelee työmaaorganisaatiossa työnjohtotehtävissä. Osaamista tulee siirtää hankkeen suunnitteluvaiheesta työmaatasolle, jotta osaaminen, tavoitteet ja tieto koko organisaatiossa saadaan jaettua.

2.1 Kerrostalorakentaminen betonielementeistä

Suomessa yleisin tapa toteuttaa monikerroksinen asuinkerrostalon runko on betonielementtirakenne. Betonielementtirakentamista on kehitetty pitkäjänteisesti Suomessa tehokkaammaksi tuotannoksi vuosikymmenien ajan ja betonielementtitehtaita on logistisesti ympäri Suomea. Elementtirakentaminen lyhentää merkittävästi rakentamisen

läpimenoaikaa ja mahdollistaa tilaajalle tuotteen nopeamman käyttöönoton. (RT 82-10821/2004)

Betonielementtitehtaalla valmistus tapahtuu sääsuojassa sisätiloissa ja laadunvalvonta on kokoajan läsnä. Betonielementtitehtailla on oma betonitehdas, joka mahdollistaa laborantit läsnäoleviksi tuotanto-olosuhteissa ja tämän seurauksena parhaan laadun käytettäviin raaka-aineisiin. Betonielementit toimitetaan kuljettamalla elementtirekoilla tehtaalta työmaalle. Työmaaolosuhteissa on mahdollisuus varastoida elementtifakkiin siten, että elementtirekkojen kuormat ovat täydellä kapasiteetilla käytössä. (RT 82-10821/2004)

Työmaalla betonielementit asennetaan nostokaluston avulla, joka mitoitetaan hankkeen koon, tontin ja nostotarpeiden perusteella. Betonielementein voidaan toteuttaa rakennuksen rungon pysty- ja vaakarakenteet eli koko runkorakenne. Betonielementit ohjaavat suunnittelun optimoituihin vakioratkaisuihin, joka osaltaan vähentää suunnittelutyöhön kuluva aikaa. Suunnittelussa otetaan huomioon betonielementtien liitokset ja nostopisteet. Rakennuskankkeelle määritellään tavoitteellinen käyttöikä jossa tulee ottaa elinkaarisuunnittelu mukaan. Elinkaariajatuksessa suunnittelijan tulee huomioida elementtien purkamisen ja uudelleen käytettävyyden mahdollistaminen tarkan liitosdetaljisuunnittelun avulla. (RT 82-10821/2004)

2.1.1 Rakennushankkeen lähtökohdat

Suomessa rakentamista ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki.

”Maankäyttö- rakennuslain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävinä olevissa asioissa.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999)

Kerrostalohankkeiden rakennustyössä noudatetaan aina Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita, paikallisen rakennuslupaviranomaisen erityisohjeita, työselostuksia, suunnitelmapiirustuksia, yleisesti hyväksytyjä normeja ja materiaalivalmistajien ohjeita. Jokaisen kerrostalohankkeen tulee noudattaa lain vaatimuksia joista esimerkiksi Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, Työturvallisuuslaki 738/2002 sekä Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999 asettavat vaatimuksia rakennushankkeen toteutukselle. Lakien lisäksi rakentamista ohjaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ja ohjeet, paikallisen rakennuslupaviranomaisen erityisohjeet sekä rakennuttajan turvallisuusasiakirja ja rakennusselostus. Kerrostalorakentamiseen liittyvät Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, puhekielessä kutsuttuna RYL, ovat esimerkiksi MaaRYL 2010 Talonrakennuksen maatyöt, RunkoRYL 2010 Talonrakennuksen runkotyöt ja SisäRYL 2013 Talonrakennuksen sisätyöt.

Asuinkerrostalon käyttöikätaavoite on yleisesti 100 vuotta runkorakenteille ja 50 vuotta parveke- ja julkisivurakenteille. Ympäristöministeriön asetus 477/2014 kantavista rakenteista 8 § mukaan: ”Suunnittelijan on määritettävä rakenteen suunniteltu käyttöikä, joka on suunnittelussa oletettu ajanjakso, jolloin rakennetta tai sen osaa käytetään suunniteltuun tarkoitukseensa ennakoituihin kunnossapitotoimenpitein, ja ympäristöolosuhteita kuvaavat rasisusluokat. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenne suunnitellaan ja toteutetaan siten, että rakenne ja sen valmistamiseen käytetyt rakennusaineet säilyttävät suunnitelmissa edellytetyt ominaisuutensa koko suunnitellun käyttöiän ajan.” (Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 477/2014)

2.1.2 Määrälaskenta

Kerrostalorakentamisessa määrälaskennan yksikkönä käytetään yleisesti pinta-aloja. Pinta-alat määritetään pääsääntöisesti siten, että yli 100m² alakokoinaisuudet ilmoitetaan kokonaislukuina. Pienemmät alakokoinaisuudet ilmoitetaan 0,5 m² tarkkuudella. Kerrostalorakentamisessa asuntojen pinta-ala määritetään huoneistoalana. (RATU KI-6033/2018)

Rakentamisen määrälaskennan perusteella laaditaan kohdekohtainen kustannusarvio.

Materiaaleihin liittyy oleellisesti asennustyö. Työn osuutta kustannus- ja määrälaskennassa kuvataan termillä työmenekki, joka on aika, mitä työntekijän tarvitsee työsuoriteyksikön valmistukseen. Talonrakennusteollisuus Ry, Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy ovat julkaisseet Ratu-työsaavutukset oppaan, johon on esitetty laskennallisia työmenekki- ja työsaavutustietoja. (RATU KI-6033/2018)

Kerrostalorakentamisessa tulee ottaa huomioon suunnitelmien perusteella laskettuihin materiaalmääriin työvaiheeseen kuuluva materiaalihukka. Esimerkiksi työmaalla tapahtuvissa kevyissä väliseinätyössä käytettävät ranka- ja levy osat ovat vakimittaisia, mutta suunnitelmat sisältävät aukkoja ja vakimitasta eroavia tilan jakotarpeita. Tällaisesta työvaiheesta syntyy yleisesti hukkamateriaalin tarve. Tämän lisäksi materiaalihukkaa aiheuttaa laskentavirheet ja materiaaliapäselvyydet, huolimaton järjestys työmaalla, suunnittelematon tavaroiden varastointi ja logistiikka sekä poikkeukselliset sääolosuhteet. (RATU KI-6033/2018)

2.1.3 Rakentamismateriaalien kelpoisuusvaatimukset

Rakennustyömaalla käytettävissä tarvikkeissa, niiden pakkauksissa tai toimitusasiakirjoissa on oltava merkintä, jonka perusteella tarvikkeiden laatu ja alkuperä on todettavissa, tai ne tulee pystyä todentamaan muulla tavalla. Rakennustyömaalla käytettävien tarvikkeiden on täytettävä viranomaisten vaatimat tyyppihyväksynät tai standardinmukaisuusmerkinnät. (Skanska Oy, 2021)

CE-merkintä on pakollinen kaikille niille rakennustuotteille, jotka on tuotteistettu markkinoille ja joihin sovelletaan eurooppalaisia harmonisoituja tuotestandardeja. CE-merkinnällä valmistaja osoittaa, että rakennustuotteen keskeiset ominaisuudet on selvitetty tuotestandardin mukaisesti. Rakennustuotteiden käyttäjien tehtävänä on tarkistaa, että CE-merkintätiedot osoittavat tuotteen täyttävän viranomaisten asettamat vähimmäisvaatimustasot aiotussa käyttökohteessa. (Skanska Oy, 2021)

Rakennustarvikkeiden tulee lujuus- ja laatuvaatimustensa puolesta täyttää sekä mahdolliset viralliset että laatuluokkansa edellyttämät julkaistut tai muuten käytössä olevat normit. Rakennustarvikkeet ja osat, joita ei välittömästi asenneta lopulliseen sijaintiin, on varastoitava asianmukaisesti varastoinnille erikseen varattuun paikkaan. Hyvä rakennusmateriaalivarasto on oltava irti maasta ja suojattu siten, etteivät sade- ja pintavedet pääse kastelemaan rakennustarvikkeita. Keskenkäiset ja valmiit rakennusosat suojataan tai eristetään siten, etteivät ne vahingoitu kuljetuksen, varastoinnin tai työn aikana. (Skanska Oy, 2021)

2.1.4 Asiakkuus

Kerrostalo-työmaat toteutetaan asunto-osakeyhtiöinä ja rakennusvaiheessa asiakkuuksissa noudatetaan asuntokauppalakia ja kohteen valmistumisen jälkeen asunto-osakeyhtiötoimintaa ohjaa asunto-osakeyhtiölaki. Rakennustyön aikana myytäviä asuntoja kutsutaan RS-kohteiksi. Asuntokauppalain 2 luku antaa RS-kohteissa ostajien ja taloyhtiön turvaksi suojamääräyksiä. Suojamääräyksiä ovat esimerkiksi seuraavat: asuntokaupan on oltava kirjallinen, myyjän tulee luovuttaa turva-asiakirjat säilytettäväksi pankkiin tai aluehallintavirastoon, myyjän tulee antaa vakuudet kohteen valmistumiseksi ja osakkeen ostajille annetaan oikeus valita hankkeelle rakennustyöntarkkailija sekä tilintarkastaja. (Asuntokauppalaki 843/1994)

Skanskan rakennuttamat asunto-osakeyhtiöt ovat RS-kohteita ja näin mahdollistavat asukkaille asuntojen lisä- ja muutostyöt. Asunnon ostajat solmivat asuntokaupat asuntomyyjien kanssa, josta asiakkuuspolku jatkuu asiakasvastaavan kanssa valikoitaviin asunnon erityisvalintoihin. Asunnon valmistuessa asiakkaat tekevät asuntokauppalain mukaisen muuttotarkastuksen työmaaorganisaation kanssa ja muuton jälkeisistä korjauksista ja 1-vuotiskorjauksista huolehtii takuuosasto. Rakennuttajalla ei ole asuntokohtaisesti juurikaan mahdollisuuksia vaikuttaa yksittäisen asunnon hiilineutraaleihin tai kierrätysmateriaalivarusteluihin asuntokaupan jälkeen. Asiakasvastaavat ovat avainasemassa ohjaamassa asiakkaiden muutoksia kohti kestävämpiä materiaalivalintoja. (Skanska Kodit. n.d.)

Skanska on tehnyt strategisesti työtä kohti laadukkaampia lopputuotteita, sillä asiakkaat odottavat virheetöntä laatua. Muuttotarkastuksella asiakas tarkastelee osakkeessaan yleisesti pintamateriaalien laatuvirheitä ja olettaa uuden asunnon laadun olevan virheetöntä. Asiakkaan odottama laadun taso on yleistäen korkeampi, kuin RYL mukainen laatu.

Uusea asiakas päätyy ostamaan uuden kerrostalo-osakkeen, koska uudiskohteen hiilijalanjälki pystytään osoittamaan hiililaskenta-analyysin avulla ja runkorakenteet ovat energiatehokkaita. Uudisrakentamista voidaan ohjata erilaisilla ympäristöluokituksilla, jotka osoittavat rakennuttajan tekevän toimia hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Uudisrakentamisen asiakkuuteen liittyy kuitenkin usein paradoksi: edellä mainituista syistä uuteen asunto-osakkeeseen päätyneet asiakkaat saattavat odottaa virheetöntä laatua asunnon pintamateriaaleista, jotka on kuitenkin valmistettu ja asennettu käsityönä. Kerrostalohankkeessa merkittävä jäte-erä koostuu kolhiintuneista materiaaleista, jotka eivät ole asiakkaalle kelpoja lopputuotteeseen.

2.2 Digitalisaatio

Digitalisaatio eli digitaalinen teknologia kehittyy nopealla tahdilla ja muuttaa totuttuja toimintamalleja ja tuotantotapoja. Digitalisaation avulla voidaan siirtää vuorovaikutuskanavia läsnäolosta virtuaalisiin kanaviin sekä automatisoida asioita. Yhteiskunnassa algoritmit ovat korostuneet tiedonkerääjinä, joka hankaloittaa eettisestä näkökulmasta vastuukysymyksiä ja läpinäkyvää toimintatapaa. (Sitra. 2020)

Digitalisaation kehittyminen on nopeaa ja sen ennustaminen on hankalaa. Tietokoneiden rinnalle ovat tulleet älypuhelimet ja tabletit osaksi arkea. Rakennusalalla digitalisaatio on tuonut paljon apua tuotannon tehostumisen muodossa. Tabletilla ja älypuhelimella on mahdollisuus seurata tuotantosuunnitelmia työmestalla ja tehdä työhön liittyviä laatuhavaintoja työmaan dokumentointijärjestelmään. Ennen mobiililaitaikaan työntekijät lähtivät työmaalta työmaatoimistoon noutamaan suunnitelmia käyttöönsä. Asiakastyössä digitalisaatio mahdollistaa asuntokaupan ja sisustusvalintojen muutokset täysin etänä.

Digitalisaatio on lisännyt asuntorakentamisessa rakennusautomaation merkitystä. Asuntoihin varustellaan huoneistopaneeleja, joilla voi ohjata esimerkiksi asunnon reaaliaikaisia vedenkulutuslukemia, sähköpäätelaitteita, ilmanvaihtoa ja lämmitystä. Lisäksi huoneistopaneelilta saatava data on huoltoyhtiön saatavilla ja datan avulla pystytään tunnistamaan esimerkiksi vesivahinkoepäilyt.

Digitalisaatio mahdollistaa rakentavalle organisaatiolle dokumentoinnin vaivattomaksi. Työturvallisuuden dokumentointi mobiilisti tuo paljon enemmän dataa ja tietoa kuin paperiversiot. Esimerkiksi työmaan TR-mittauksella saadaan mobiilisovelluksen ansiosta kerättyä korjattavien kohteiden paikkatieto ja valokuva virhekirjauksen tueksi. Lisäksi virheet voidaan vastuuttaa korjaajille ja lähettää tarkastuksen valmistuessa reaaliajassa korjaajien työlisterille. Tämä parantaa työmaalla työturvallisuutta, sillä vaarapaikat saadaan nopeasti korjattua.

Digitalisaatio mahdollistaa kontaktittoman viestinnän erilaisten sovellusten avulla. Digitaalisen viestinnän hyötynä on se, että viestit jäävät dokumentteina järjestelmiin. Esimerkiksi asiakkaan muuton jälkeiset reklamaatiot ohjataan järjestelmään, jonka kautta viestintä dokumentoituu asunnon tietoihin. Tämän dokumentaation perusteella voidaan esimerkiksi 1-vuotistarkastuksessa tarkastella asunnon aiempaa reklamaatiohistoriaa.

Digitalisaatio ei ole pelkkä mahdollistaja. Nopea kehitys eriarvoistaa esimerkiksi mobiililaitetaidottomia yhteiskunnasta ja digitalisaation osaaminen saattaa vaikuttaa esimerkiksi yksilön palkkausperusteisiin. Lisäksi viestinnän rooli korostuu, sillä teksti ilman nonverbaalista viestintää saattaa tulla väärin ymmärretyksi. Digitalisaatiolla on omat energiatarpeensa ja digitalisaation kehittyessä kasvaa myös energiantarve, joka aiheuttaa ristiriitaa ilmastonmuutoksen torjunnan ja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa. (Sitra. 2020)

Digitalisaatio on helpottanut myös hiililaskentaa. Markkinoilla on saatavilla erilaisia laskentatyökaluja ja ohjelmistot ovat helposti saatavilla yksilö- ja ammattikäyttöön. Suomen ympäristökeskus SYKE tarjoaa verkkosivuillaan yli kymmen erilaista laskuria erilaisten ympäristövaikutuksien arviointiin ja seurantaan. (SYKE. n.d.)

2.2.1 One Click LCA

Skanska Oy käyttää hiililaskentaan One Click LCA ohjelmistoa, jolla on mahdollista luoda hankkeelle eri toteutusvaiheen hiililaskenta. Mahdollisuuksia on tehdä laskenta-analyysi esimerkiksi strategisen määrittelyn, tarveselvityksen, hankesuunnittelun, rakennussuunnittelun, rakentamisen, käyttöönoton, käytön ja yksittäisten materiaalien osalta. (Tikka, 2021)

One Click LCA ohjelmiston avulla hiilijalanjäkilaskenta voidaan tehdä ympäristöministeriön 30.8.2019 rakennuksen vähähiilisyyden arviointi kriteeristöön sekä kansainväliseen Level(s) - life-cycle carbon kriteeristöön perustuen. Ohjelmistossa on mahdollisuus tarkastella hankkeen osalta molempia kriteeristöjä tai tehdä rajausta vain haluttuun kriteeristöön. Ohjelmistossa on mahdollisuus valita, mitä rakennusosia hiililaskenta-analyysiin sisällytetään. Hiilitarkastelu voi ottaa huomioon kaikki tai yksittäisen seuraavista: perustukset, runko ja ulkovaippa, pintamateriaalit, ulkoalueet sekä talotekniikka. (Tikka, 2021)

One Click LCA ohjelmisto tarjoaa laskentaan oletusparametrejä materiaalien laskennan osalle, joita ovat esimerkiksi materiaalien käyttöiät, kuljetusetäisyydet ja päästöjen sovittaminen kansallisiin oletusarvoihin. Oletusparametrejä on mahdollista muokata todellisiin laskennan edetessä. (Tikka, 2021)

Materiaalikeskeinen hiilijalanjäkilaskenta on helppo toteuttaa One Click LCA ohjelmiston avulla, sillä ohjelmistoon on arkistoitu kattava määrä rakennusosia ja materiaalien EPD arvoja laskennan helpottamiseksi. Esimerkiksi materiaalille betoni löytyy yli 2000 tuotetulosta, kohdentamalla materiaalit suomen alueelle, löytyy betonituotteita yli 100 hakutulosta. Ohjelmistoa käytettäessä näkyy tuotteen nimen perässä tunnus, josta selviää mistä annettu data on peräisin. Esimerkiksi tunnus One Click LCA tarkoittaa materiaalille ohjelmiston perusteella annettua geneeristä dataa ja materiaalivalmistajan nimen perässä EPD Danmark kertoo minkä järjestelmän mukaisesti annettu data on verifioitu. (Tikka, 2021)

Hiililaskelman tulokseen vaikuttaa annetut määrät sekä arvioitu hukkaprosentti.

Hiililaskentaa tekevällä henkilöllä tulee olla saatavilla hankkeen määrälaskentatiedot, sekä

realistinen tieto kyseisen materiaalilajin hukka prosenteista. Hiililaskennan tulokseen vaikuttaa oleellisesti yksikkö, missä määrät syötetään. Käytettävät määräyksiköt ovat kilo, tonni, kuutio sekä neliö. Hiililaskija voi tehdä inhimillisen virheen ja valita väärän määräyksikön. Korjauksissa tulee aina muistaa syöttää uudelleen ensin määräyksikkö ja vasta sen jälkeen laskennallinen määrä. (Tikka, 2021)

Rakennusmateriaalien syötön lisäksi One Click LCA ohjelmistoon syötetään rakennuksen energiakulutustietojen laskennallisia arvioita, joita ovat esimerkiksi verkkosähkön kulutus, polttoaineiden kulutus, kaukolämmön ja -kylmän kulutus. Hankkeelle tehdään arvio käyttöiästä, joka on ympäristöministeriön menetelmällä on 50 vuotta. Hiililaskenta-analyysiohjelma ottaa huomioon myös rakennuksen muut päästöt, joista esimerkiksi sementtipohjaisilla materiaaleilla, kuten betonilla, esiintyy karbonisaatiota. Level(s) kriteeristö ottaa huomioon myös kompensatiot tuloksissa. (Tikka, 2021)

2.3 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos on tutkittu ja tunnustettu ilmiö, jonka pitkän tähtäimen vaikutuksia on havainnointu paljon. Rakentaminen ja rakennettu ympäristö aiheuttavat elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä, jotka vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen. Seuraavissa kappaleissa käydään lävitse ilmastonmuutoksen historiaa, nykytilannetta ja ilmastopolitiikkaa.

2.3.1 Ilmastonmuutoksen historiaa

Suomen osalta keskilämpötila on noussut yli kaksi celsius astetta 1800 luvun tasosta. Ilmastonmuutoksen edetessä lämpötila jatkaa nousuaan. Suomen olosuhteissa lämpötilan nousu vaikuttaa esimerkiksi lyhyempänä ja lauhempana talviolosuhteena, pidentyneenä sadekautena, kesän pidentyneinä helteisinä ajanjaksoina. Kyseiset lämpöolosuhdemuutokset vaikuttavat oleellisesti ilman kosteusprosenttiin, joka vaikuttaa rakentamiseen ja rakennettuun ympäristöön ja tämän kautta ihmisten terveyteen. Esimerkiksi lisääntyneet sademäärät altistavat rakenteita kosteusvaurioille ja hulevesijärjestelmien riittävän

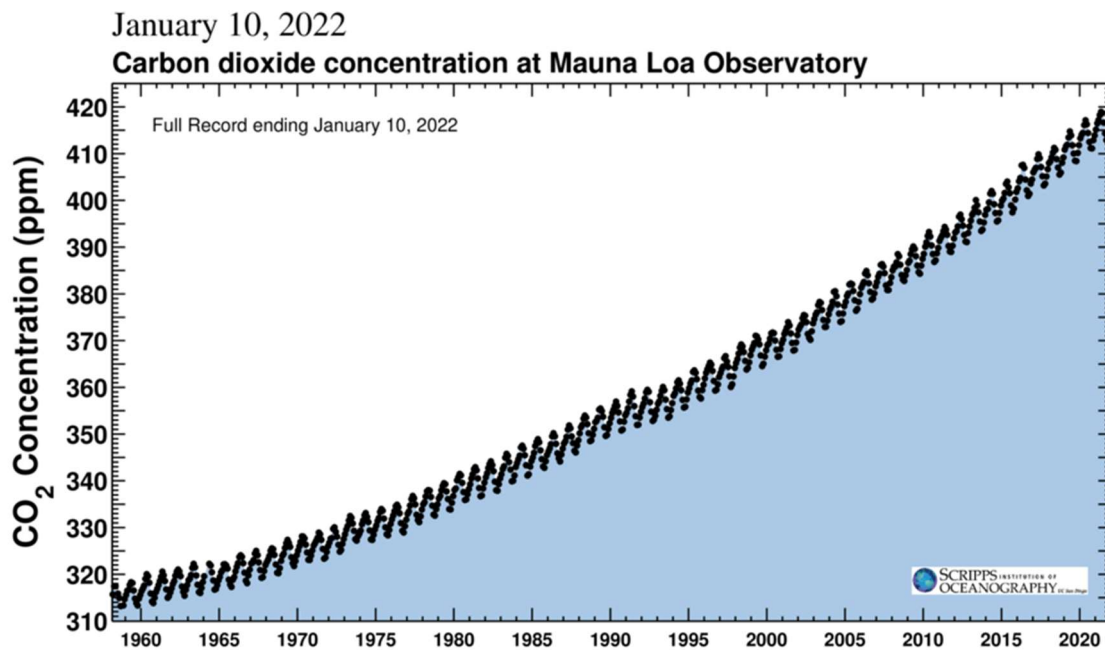
kapasiteetin merkitys lisääntyy. Ilmastonmuutoksen historiaa on syytä tuntea, jotta ilmiön vakavuus saa oikeat mittasuhteet. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2021)

Ilmastonmuutoksen ensimmäiset tunnistamiset on tehty jo 1800-luvulla. Tutkija John Tyndall osoitti tavan vuonna 1859 miten hiilidioksidi, vesihöyry ja ilmakehän kaasut pystyvät imemään lämpöä. Tyndall osoitti tutkimuksissaan, että muutokset ilmakehän koostumuksessa vaikuttavat ilmastoon. Tyndallia voidaan pitää ilmastotieteen edelläkävijänä ja kasvihuoneilmiön olemassaolon osoittajana. Tyndallin lisäksi tutkijana Eunice Foote oli kehittänyt saman teorian 1856, muttei pystynyt todistamaan teoriaa heikon mittalaitteiston vuoksi. Nobel-palkittu ruotsalainen Svante Arrhenius esitti 1896 teorian, jossa ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden vaihtelu aiheuttaa jääkausien ja lämpimien kausien vaihtelua. (Pantsar & Keronen, 2019 s.87-89)

Guy Stewart Callender päätteli vuonna 1938 koko planeetan lämmeneen ihmisten toiminnan aiheuttamasta hiilidioksidipitoisuuden noususta. Tuolla aikakaudella ilmastonmuutos lämpimämpään nähtiin positiivisena asiana. Fossiilisia polttoaineita käyttämällä tuotettiin sähköä ja lämpöä, sekä toivottiin vaikutusta ilmastonmuutokseen pidentämään pohjoisiin olosuhteisiin viljelyn kasvukautta. (Pantsar & Keronen, 2019 s.87-89)

1950 luvulla tunnistettiin ilmastonmuutos uhkana. Charles David Keeling aloitti mittaamaan ilmakehän hiilidioksidipitouksia vuonna 1958 Hawajilla Mauna Loa observatoriossa. Mittatulokset tunnetaan nimellä Keelingin käyrä, ja tuloksia kootaan edelleen. Keelingin käyrä Tammikuulta 2022 on esitetty kuvassa 3. 1970 luvulla luodattiin satelliitit mittaamaan ilmakehän lämpötilaa tutkimustulosten varmuuden lisäämiseksi. (Pantsar & Keronen, 2019 s.87-89)

Kuva 3 Keelingin käyrä, päivätty 10.1.2022 (Keeling Curve. n.d.)



2.3.2 Ilmastonmuutoksen nykytilanne

COP-ilmastoneuvotteluita on järjestetty vuosittain vuoden 1995 Berliinissä järjestetyn YK:n ilmastoneuvoston sihteeristön COP1 kansainvälisestä ilmastokokouksesta lähtien. Globaali ilmastopolitiikka koki läpimurron Pariisin COP21 neuvotteluiden kohdalla vuonna 2015. Pariisin sopimuksessa Syyriaa ja Nicaraguaa lukuunottamatta eri maat sitoutuivat pitämään lämpötilan nousun siedettävissä lukemissa, eli alle kahdessa celsius asteessa sekä pyrkivät toimillaan rajaamaan lämpenemisen alle 1,5 asteeseen, jota pidetään yleisesti vaarallisen lämpötilan nousun raja-arvona. Pariisin neuvotteluissa useat yritykset, sijoittajat sekä kaupungit julkaisivat omia ilmastotavoitteitaan ja tulevia investointilupauksia ilmastoitavoitteisiin pääsemiseksi. (Pantsar & Keronen, 2019 s.98-107)

Suomalainen Climate Leadership Coalition CLC toi pariisin ilmastoneuvotteluissa julki ajatuksen, jossa hiilidioksidipäästölle määritetään hinta. Hiilinielut tunnistettiin tärkeään arvoon tasapainottamalla syntyviä päästöjä. Pariisin sopimukseen päästiin kokouksen järjestäjämaan Ranskan ulkoministeri Laurent Fabiuksen taitavan neuvottelujohtamisen sekä

presidentti Barack Obaman osoittaman ilmastojahtajuuden ansiosta. Nicaragua ja Syyria liittyivät Pariisin sopimukseen myöhemmin. (Pantsar & Keronen, 2019 s.98-107)

The Intergovernmental Panel On Climate Change eli IPCC julkaisi 2018 raportin, jossa todettiin ilmaston lämmenneen jo asteen verran ja nykyisellä tahdilla lämpenemisen tason olevan 0,2 celsiusta vuosikymmentä kohden. Ilmaston lämpenemisellä puolestatoista asteesta kahteen asteeseen on merkittävät vaikutukset. Eliölajit kasveista, hyönteisistä ja selkärangkaisista menettäisivät elinalueitaan. Kahden asteen nousulla metsäpalojen määrät todennäköisesti lisääntyisivät ja elinalueita tuhoutuisi lisää. Puolentoista asteen nousu hidastaisi ikiroudan sulamista ja olisi suotuisampaa jäätikköjen sulamiseen, meren lämpötilaan, happamuuteen sekä hapen määrään. Lämpötila itsessään aiheuttaa ihmiskunnalle kuolemia, tautien suotuisaa leviämistä, juomaveden tarpeen lisääntymistä ja ilmastopakolaisuutta. (Pantsar & Keronen, 2019 s.98-107)

Ilmastonmuutoksen tutkittuja terveysvaikutuksia Suomen olosuhteissa on lukuisia. Luonnon monimuotoisuuteen liittyen ilmastonmuutoksen seurauksena siitepölyaltistuminen lisääntyy ja lämpenemisen seurauksena kehittyvät uudet kasvilajikkeet saattavat olla terveydelle haitallisia. Kesän helleaallot altistavat metsäpaloille, joiden savuista aiheutuu terveyshaittoja ihmisille ja eliöille. Lisääntyvät sään ääriolosuhteet, joista esimerkiksi myrskyt aiheuttavat onnettomuuksia, kuten puiden kaatumisia sekä energiatuotannon ja -jakelun ketkeutumista. Rakentamiseen ilmastonmuutos aiheuttaa kosteusvaurioriskejä, joista mahdollisesti aiheutuu sisäilmaongelmia. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2021)

Ilmastonmuutoskeskusteluissa nousee useasti esille yksilön tekojen ja valintojen merkitys. Ilmastonmuutos ei ratkea yksilön toimesta, mutta yksilö on osa organisaatiota, joka on roolissa kehittämässä hiilijalanjälkeään pienempään suuntaan. Median rooli ilmastonmuutosvaikuttajana on korostunut, sillä sosiaalinen media, blogit ja valeuutiset haastavat tutkitun tiedon löydettävyyttä. (Pantsar & Keronen, 2019 s.134-138)

2.3.3 Ilmastonmuutos ja -politiikka suomessa

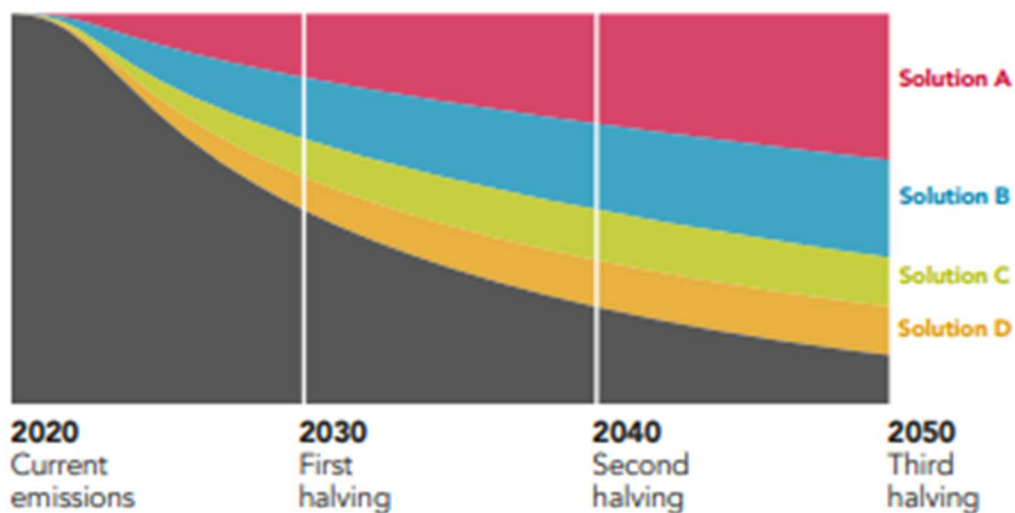
Suomessa ilmastonmuutoksesta aloitettiin puhua aktiivisesti 1980-luvulla. Suomessa toimi vuosina 1990-1995 ensimmäinen kansallinen suuri ilmastonmuutosta tutkiva SILMU-ohjelma professori Markku Kannisen vetämänä. SILMU-ohjelman keskeisenä tarkoituksena oli lisätä tietoisuutta ilmastonmuutoksesta, kannustaa tutkimaan ilmastonmuutosta lisää ja tutustuttaa tutkijoita kansainväliseen ilmastonmuutostyöhön. SILMU-ohjelma kattoi erilaisia tutkimuksia joiden parissa oli satoja tutkijoita. SILMU-ohjelman tutkimusmallinnuksissa tuotettiin tulos, jonka perusteella arvioitiin Suomen ilmaston lämpiäminen 1,5 kertaiseksi verrattuna globaaliin ilmaston lämpenemisen keskiarvoon. SILMU-ohjelma tunnisti potentiaalia vähentää Suomessa päästöjä lämmitykseen kuluvan energian vähentämisellä sekä teollisuuden päästöjen hillitsemisellä. (Pantsar & Keronen, 2019 s.95-96)

Suomessa neuvotteluita ilmastoasioista koordinoi ympäristöministeriö ja keskeisenä tekijänä Suomen ilmastopolitiikassa on kansallinen ilmastolaki, joka tuli voimaan vuonna 2015. Suomen on tämän lain mukaan vähennettävä 80 % kasvihuonekaasupäästöjä, verrattuna vuoden 1990 tasoon, vuoteen 2050 mennessä. Vuosittain ympäristöministeriö kuvaa ilmastovuosikertomuksessaan Suomen kehitystä ja toimenpiteiden toteutumista sekä niiden riittävyttä tavoitteisiin nähden. Tiedot kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisestä raportoidaan vuosittain eduskuntaan, YK:n ilmastopimuksen sihteeristölle ja Euroopan komissiolle. Suomessa Tilastokeskus vastaa kansallisesta päästöjen seurannasta ja kokoaa maaraportin, jossa on kuvattu Suomen ilmastopoliittiset toimet. (Ympäristöministeriö. n.d.)

2.3.4 Hiilitiekartta

Ilmastonmuutoksen hidastaminen vaatii noin 90% päästövähennyksiä yhteiskunnassa kaikilla sektoreilla seuraavilla vuosikymmenillä. Ratkaisut vaativat määrätietoista johtamista ja nopeita toimia, mutta ennen kaikkea suunnitelmallisuutta. Kaliforniassa vuonna 2018 pidetyssä ilmastohuippukokouksessa esiteltiin eksponentiaalinen ilmastotoimien tiekartta, jossa havainnollistettiin pääsy hiilineutraaliuteen puolittamalla päästöt jokaisella vuosikymmenellä. Kuvassa 4 on esitetty ilmastotoimien tiekartasta löytyvä päästöjen

vähennemisen kuvaaja. Hiilitiekartat ovat yleistyneet tavaksi esittää yritysten ja organisaatioiden toimet kohti hiilineutraaliutta. (Pantsar & Keronen, 2019 s.158-160)



Kuva 4 Eksponentiaalinen ilmastotoimien tiekartta, päästöjen vähennemisen kuvaaja (FutureEarth & Sitra, 2018)

2.3.5 Energia

Energian käyttö aiheuttaa merkittävän osan kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentaminen ja rakennusten ylläpito, teollisuus sekä liikenne aiheuttavat yli puolet kansainvälisistä kasvihuonekaasupäästöistä. Fossiilisia polttoaineita voidaan korvata vähemmän päästävillä ja uusiutuvilla energian tuotantotavoilla. Uusiutuvan energian tuotanto kasvaa nopealla tahdilla, mutta energian kulutus on myös kasvavaa. Aurinkoenergian tuotantokustannukset ovat laskeneet ja mahdollistaneet uusia investointeja. Aurinkoenergian lisäksi uusiutuvan energian muotoja ovat tuuli-, vesivoima-, bio- ja geoenergia. Uusiutuva energia tarvitsee varastointia, sillä tuotto ei ole tasaista kulutuksen kanssa. (Pantsar & Keronen, 2019 s.161-165)

Energian tuotantotapojen muutoksen ohella tärkeää on energiatehokkuuden parantaminen. Rakentaminen ja rakennukset sekä teollisuus kehittää aktiivisesti uusia keinoja, jotta energian varastointi omaan käyttötarpeeseen olisi mahdollista silloinkin, kun ylimäärää tuotetaan. (Pantsar & Keronen, 2019 s.161-165)

Suomessa Työ- ja elinkeinoministeriö on kehittänyt kansallisen ilmasto- ja energiastrategia KIES, joka sisältää keinoja, joiden avulla saavutetaan EU:n ilmastotavoitteet ja hiilineutraalin Suomen tavoitteet. KIES sisältää selvityksen poliittisista linjauksista päästökaupan ja kasvihuonekaasupäästöjen taakanjaon suhteen. KIES rinnalla toimii keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma KAISU ympäristöministeriön johtamana sekä maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma MISU, jota johtaa maa- ja metsätalousministeriö. (Energiateollisuus n.d.)

2.3.6 Teollisuuden ja logistiikan päästöt

Suomessa teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen suunta on laskussa. Vuonna 2020 teollisuuden päästöt olivat 6% pienemmät kun vuonna 2019. Teollisuussektori onnistui vähentämään päästöjä 6% sekä päästökauppaa 6%. Suomessa suurimpia teollisuuden päästötuloksia on saavutettu typpihapon päästövähennysmenetelmillä sekä vähentämällä käytettävän kalkkikiven määrää savukaasujen rikinpoistoon. (Tilastokeskus, 2021)

Teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen osuus oli vuonna 2017 32% globaaleista päästöistä. Sementtikilon valmistus aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä 0,7kg, teräskilon valmistus 2kg ja muovikilon valmistus 4,6kg. Teollisuuden sähköistäminen ei tuo ratkaisua kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, sillä nykyisellään tuotetun sähkön määrä ei riitä teollisuuden tarpeisiin. Sementtituotanto aiheuttaa merkittävän osan globaaleista päästöistä, jopa enemmän kuin lentoliikenne. Sementtiä käytetään betonin raaka-aineena ja globaali sementin tarve on kiivas rakentamisen ja kaupungistumisen vuoksi. (Pantsar & Keronen, 2019 s.166-171)

Työtä teollisuuden päästövähennyksien eteen tehdään aktiivisesti. Fortumin Puro hiilidioksidin poiston markkina-alustalla Orbix sekä Carbon Cure Technologies Inc ovat kehittäneet teollisuuteen innovaation, jossa ilmasta otetaan hiilidioksidia ja sitä hyödynnetään sementin valmistukseen. Teräksen osuus teollisuuden aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä on Suomen tasolla samalla tasolla kuin liikenteen aiheuttamat päästöt. SSAB on kehittänyt innovaation tuotantoon, jossa uusiutuvalla sähköllä valmistetaan vetykaasua, jolla toteutetaan korkeita lämpötiloja tuotantoon. (Pantsar & Keronen, 2019 s.166-171)

Vuonna 2016 logistiikkasektori aiheutti 16% globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä, eli lähes saman verran kuin rakentaminen ja rakennukset. Logistiikan sisäisesti maantieliikenne aiheutti päästöistä 74%, lentoliikenne 12% ja vesiliikenne 11%. Suomessa kokonaisenergia kulutuksesta vuonna 2017 logistiikkasektori aiheutti 17% kulutusta. Maantieliikenne on murroksessa, sillä polttomoottorit ovat suuri öljyllä tuotetun energian käyttöryhmä. Tulevaisuuden logistiikan odotetaan olevan päästötöntä, automatisoitua ja tehokasta. Joukkoliikenteen asemaa yritetään vahvistaa yksityisautoilua houkuttelevammaksi ja sähköautoilusta haetaan haastajaa polttomoottoreille. (Pantsar & Keronen, 2019 s.174-180)

Sähköautoteollisuutta varten tulee lisätä totuttujen aineiden tuotantoa tai korvata ne toisilla materiaaleilla tai alkuaineilla. Sähköautoteollisuus tuo haastetta kiertotalouteen, sillä litiumioniakkujen käyttöikä on rajallista ja käyttöikänsä päässä akku määritellään useasti ongelmajätteeksi. Suomalainen Broadbit Batteries on kehittänyt perinteisen akun haastajaksi suola-akun, jonka raaka-aineet ovat helposti saatavilla ja jolle turvallinen kierrättäminen käyttöään päättyessä on mahdollista. (Pantsar & Keronen, 2019 s.174-180)

Työelämänmuutos ja kaupungillistuminen tuovat mahdollisuuksia logistiikkapäästöjen vähentämiseen. Lyhyet etäisyydet kannustavat liikkumaan siirtymiset joukkoliikenteen avulla, polkupyöräillen tai kävellen. Myös nopeasti kasvanut mobiiliaplikaatioiden avulla toimiva sähköpotkulauta on ottanut suurissa kaupungeissa tärkeän roolin kulkuvälineenä. (Pantsar & Keronen, 2019 s.174-180)

2.3.7 Rakentamisen päästöt

Uudisrakentaminen ja rakennettujen kiinteistöjen osuus globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä oli vuonna 2017 18%. Rakennusala on nopealla volyyymilla kasvava sektori, sillä esimerkiksi väkiluvun nousu johtaa uusien rakennusten tarpeeseen. Vanha rakennuskanta on energian kulutukseltaan suurta, sillä historiassa edullinen energian hinta ei kannustanut kiinnittämään huomiota rakennuksen käyttöaikaisiin kustannuksiin. (Pantsar & Keronen, 2019 s.171-173)

Rakennussektorilla merkittävänä päästöjä vähennyskeinona toimii energiatehokkuuden parantaminen. Kaupunkien päästölukemissa rakennukset saattavat aiheuttaa yli puolet kaupungin aiheuttamista päästöistä. Näyttävät lasiseinä rakenteiset korkeat kerrostalot, jotka ovat suurten kaupunkien maamerkkejä, pitävät talvella huonosti lämpöä, koska suuret lasipinta-alat eivät pidätä lämpöä ja lämpimänä kesä-aikana lämpöä on saatavilla liikaa. Olosuhteiden optimoimiseksi rakennusta joudutaan talvella lämmittämään ja kesällä viilentämään, joista aiheutuu suuri energian kulutusluku rakennukselle. Huonon lämmön eristävyyden lisäksi lasilla on korkea hiilijalanjälki tuotannossa. (Pantsar & Keronen, 2019 s.171-173)

Uudisrakentamisessa pystytään suunnitella rakennuksia kohti energiaomavaraisuutta. Myös vanhoja rakennuksia pystytään ilmastoviisailta valinnoilla saneeraamaan energiaomavaraisiksi. Rakennuksiin voidaan lisätä omia aurinkovoimaloita rakennuksen omaan sähköntuottoon, lämpöä voidaan tuottaa maasta tai ilmasta pumppujen avulla. Rakennusautomaation avulla voidaan säätää rakennuksen kulutus oikea-aikaiseksi esimerkiksi aktivoimalla lämmitys tai jäähdytys tai ilmanvaihdon tehostus päälle asetetun raja-arvon ylittyessä. Rakennus itsessään on iso kokonaisuus massoja, joka varastoi rakenteisiinsa lämpöä. Mikäli rakennuksessa itsessään on uusiutuvan energian omavaraisuutta, voidaan olosuhteen tuottaessa paljon energiaa esimerkiksi lämmittää rakennusta lisää varastoon ja lämmittää silloin vähemmän, kun olosuhde ei ole suotuisa omavaraisen energian tuotantoon. (Pantsar & Keronen, 2019 s.171-173)

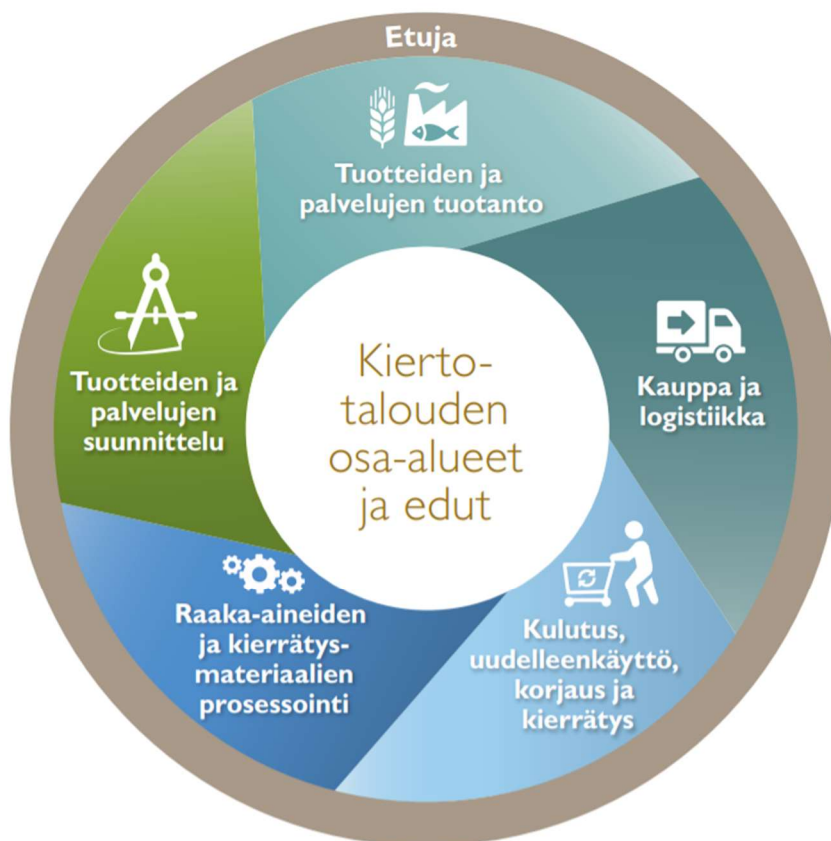
Rakentamisen muuttuminen hiilineutraaliksi hiilivarastoinniksi vaatii paljon toimia. Suuret teollisuuden päästöaiheuttajat kuten sementti ja teräs tulee saada ketjussa päästöttömiksi tai korvata toisilla materiaaleilla, kuten puulla tai biomateriaaleilla. Rakennusten hiilijalanjälkilaskenta-analyysin vaatiminen, seuranta ja päivittäminen ovat toimia kohti hiilineutraalia rakentamista. Vähähiilisyden huomioiminen tulee aloittaa jo kaavoitus- ja hankesuunnitteluvaiheessa. Tarkalla suunnittelulla mahdollistetaan kiertotalouden toteutuminen, asukkaiden tarpeet ja muuntojoustavuus. Toimitilarakennukselle voidaan suunnitella tilan hyötykäyttötuntien maksimointi. Asuinrakennukseen voidaan suunnitellaan monikäyttöisiä yhteiskäyttötiloja ja -palveluita. Taloyhtiöiden yhteiseen käyttöön soveltuvia palveluita ovat esimerkiksi korttelin yhteiset pihat, tilat sekä yhteiskäyttöautot. Hyvin

suunnitellulla alueella viihdytään ja pysytään terveenä sekä fyysisesti että henkisesti.
(Pantsar & Keronen, 2019 s.171-173)

Suomessa rakentamisen päästöjen arvioinnin avuksi on lanseerattu vuonna 2021 puolueeton rakentamisen päästötietokanta CO₂Data.fi. Palvelussa on esitetty keskimääräisiä materiaalien päästöarvoja, joten palvelu ei pidä sisällään tuotekohtaisia EPD-ympäristöselosteita. Rakentamisen tietokanta on osa toimia kohti tavoitetta sisällyttää rakennuksen elinkaaren aikainen hiililaskenta-analyysi osaksi rakentamisen lainsäädäntöä vuonna 2025. (Ympäristöministeriö, 2021)

2.4 Kiertotalous

Kuva 5 kiertotalouden osa-alueet ja edut (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2020)



Kiertotalous käsitteenä on toimintamalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää uudismateriaalia vaan olemassa olevat materiaalit jaetaan, vuokrataan ja kierrätetään. Kiertotalousmallissa

oleellista on se, että tuotteen saavuttua käyttöasteen päähän, se ei tuhoudu, vaan muovaantuu uuteen käyttötarkoitukseen. Kiertotalous mahdollistaa teollisuudesta syntyvien uudismateriaalien vähenemisellä valmistukseen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjä pienentämistä. Kiertotalouden ansiosta voidaan vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä raaka-aineteollisuudessa. Kuvassa 5 esitetään kiertotalouden osa-alueita ja etuja. (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2020)

Kiertotalousajattelussa otetaan huomioon myös biologinen kierto. Rakennetun ympäristön osalta tähän liittyy esimerkiksi rakennuksen kuluttama energia, ympäristön huomioiminen ja luonnon monimuotoisuus, hulevesien käyttö ja neitseellisen maan muokkaus. Rakentamisessa tavoitellaan laadukasta, terveellistä ja turvallista lopputulosta, joka on mahdollista toteuttaa vähemmällä materiaalin määrällä. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

2.4.1 Ylikulutus

Kulutusyhteiskunnassa vauraana aikana on vallinnut oletus, että valmistetaan tuote tarpeeseen, ja tarveajan päätyttyä tuote hylätään jätteeksi. Oletuksen taustalla on pidetty luonnonvaroja ehtymättöminä ja avoimina ylikulutukselle. Liiallisesta materiaalien käytöstä aiheutuvat haitat harvoin palaavat valmistajalle tai organisaation tietoisuuteen. Tämä on osaltaan ohjannut ylikulutukseen, sillä vastuu tuotteen hävittämisestä on muiden vastuulla. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

Ylikulutus on ohjannut tuotantolaitoksia vastaamaan materiaalitaipeisiin riittävällä nopeudella. Tuotannosta syntyy kuitenkin aina sivutuotteina ilmastonmuutosta kiihdyttäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi hiilinielujen ehtyminen, esimerkiksi tuotannon raaka-ainehakkuina tai metsäpaloina, kiihdyttää ilmaston lämpenemistä. Ylikulutuksen seurauksena ihmiskunta on muokannut globaalisti 75% maa-alueista ja yli 60% merialueista. Muokkauksella on hintansa, sillä luonnon monimuotoisuus kärsii. Suomessa luonnonvarojen ylikulutus näkyy esimerkiksi hiekkavarantojen ehtymisenä. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

2.4.2 Kestävä kehitys

Kestävää kehitystä voidaan kuvata kehityksenä, joka tyydyttää nykytarpeet mutta ei vie mahdollisuutta tulevilta sukupolvilta tyydyttää heidän tarpeitaan. Kestävän kehityksen teorian mukaan kaikilla on mahdollisuus tyydyttää tarpeensa, mutta lähtökohdissa on ristiriitaa, sillä osa valtioista on kehitysmaita ja osa hyvinvointivaltioita. Kiertotalous tarkastelee asioita talouden ja ekologisuuden näkökulmasta ja kestävä kehitys ottaa näiden näkökulmien lisäksi huomioon myös sosiaalisen ja kulttuurillisen näkökulman. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

YK julkisti jäsenmaidensa kanssa sovitut kestävän kehityksen tavoitteet vuonna 2015. Tavoitteiden avulla on määrä kääntää ihmiskunnan, ympäristön ja talouden suunta kestävän kehityksen mukaiseksi vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteita on yhteensä 17 kappaletta ja ne on esitetty kuvassa 6. Jokaiselle tavoitteelle on annettu omat alatavoitteet helpottamaan tavoitteen saavuttamista. Valtiot ovat vastuussa tavoitteiden saavuttamisesta ja valtioiden alla on maakunnat, kaupungit, organisaatiot, yritykset ja yksilöt. (YK n.d.)

Kuva 6 YK Kestävän kehityksen tavoitteet (YK n.d.)



Rakennusala pystyy vastaamaan moniin YK:n asettamiin kestävän kehityksen tavoitteisiin.

Kestävän kehityksen kohtuullisuus näkökulmaan rakennusala pystyy vastaamaan

pienentämällä kokonaiskulutusta. Konkreettisesti tämä tarkoittaa sitä, että pitäisi tarkastella mitä todella tarvitsee rakentaa ja miettiä olemassa oleville rakennuksille parempi käyttöaste. Asukasmukavuutta voidaan kohtuullistaa digitalisaation, teknologian ja automaation avulla. Kohtuullistaminen kuuluu ilmiön tarkasteluun sosiaalisesta ja kulttuurillisesta näkökulmasta ja on siten vaikeaa mittaroida ja määrittää arvoiksi. Kestävä rakentaminen ottaa huomioon ekologisen, resurssitehokkaan ja kiertotalousratkaisukeskeisen rakentamisen. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

2.4.3 Kestävä rakennettu ympäristö

Rakennettu ympäristö ja rakennukset tuottavat merkittävän osan globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentamisen sivutuotteena syntyy jätettä sekä uudisrakentamisessa että vanhan rakennuskannan purkamisessa. Kiertotalousajatus tuo mahdollisuuden jätemäärän pienentämisestä rakennusalalla. Rakennuksen suurimmat elinkaariaikaiset päästöt aiheutuvat sen käyttöaikana. Rakennusalan on hankalampi vaikuttaa materiaaliteollisuuden päästöihin suorasti, joten materiaaliteollisuus aiheuttaa rakennuksen elinkaaren alkupäähän isot päästölukemat. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

Green Building Council Finland FIGBC on tehnyt aktiivista työtä rakentamisen päästöjen hillitsemiseksi. FIGBC on julkaissut oppaan kunnille, joka opastaa ottamaan rakentamisen vähähiilisyden hankinnoissa huomioon. Kriteerit sopivat organisaatioiden kestävän rakentamisen arviointiin. Esimerkiksi rakennustyötä tarjoavan organisaation referenssit, henkilöstön osaaminen, kestävän kehityksen strategia, scope 1-3 kasvihuonekaasupäästöt ja kiertotalousyhteistyö tarkasteltuna tuovat ajantasaisen kuvan organisaation kestävän rakentamisen tilanteesta. (Green Building Council Finland,2022)

Pariisin sopimuksen 1,5 asteen lämpönousutavoiteen sallimat ylärajat saavutetaan pelkästään rakennussektorin osalta tarkastelemalla sementti, teräs ja muovituotannon päästöjä. Tämän materiaalivalmistuksesta aiheutuvan päästön jälkeen työmailla ei saisi enää tehdä päästöjä eli tehdä työtä. Kompensaatio suurista päästöistä on tehtävä muualla, jotta rakentamista pystytään jatkamaan. Ensisijaisen tärkeää on kuitenkin vähentää päästöjä toimitusketjun osassa missä ne syntyvät. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

Kestävä kehitys rakennetun ympäristön osalta ottaa huomioon sosiaalisen ja kulttuurisen puolen. On tärkeää suunnitella rakennuskanta sellaiseksi, että se säilyttää arvonsa mutta pysyy käyttökuntoisena mahdollisimman pitkään. Kaunis ja hyvinvoiva rakennuskanta pitää sisällään viihtyviä käyttäjiä ja tuottaa kulttuuriarvoa myös alueen ihailijoille. Hyvinvoiva rakennus mahdollistaa myös käyttäjälle terveelliset asuinolosuhteet. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

Rakennusala on muutoksessa, sillä luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen vaikuttaa rakennusmateriaalien saatavuuteen, paineita ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tulee laista, säännöksistä sekä sopimuksista ja ympäristövaikutuksia arvioidaan tiukemmin. Totutut liiketoimintamallit tulevat muuttumaan ja muutos vaatii koko alan sitoutumista. Suomessa on laadittu vuonna 2016 globaalisti ensimmäinen kiertotalouden tiekartta. Tiekartan keskeisenä sisältönä on kiertotalouden nostaminen talouden keskiöön. Lisäksi tuotetun energian tulee olla vähähiilistä, luonnon varat ovat ehtyneet ja niukat ja arkisien elintapojen pitää muuttua. Suomessa kansallinen tavoite olla hiilineutraali 2035, joka ohjaa osaltaan rakentamisen suuntaa kohti hiilineutraalius- ja kiertotaloustoimia. EU asetti tavoitteen, jossa rakennus- ja purkujätteistä hyödynnetään 70% materiaaleina vuonna 2020. Suomessa vuonna 2020 lukema jäi 54% tulokseen. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

Arkkitehtien kansainvälinen järjestö Architects' Council of Europe on esittänyt neljä tapaa lähestyä kiertotaloutta rakentamisessa. Ensimmäinen lähestyminen on kulttuurillinen eli ylläpidetään rakennuskantaa ja käytetään vanhoja rakennuksia uudelleen. Toinen lähestymistapa on toiminnallinen eli suunnitellaan rakennuksista muuntojoustavia ja sopeutuvia muutoksille. Kolmas lähestyminen on tekninen, eli suunnittelussa otetaan huomioon vaihdettavuus ja uudelleen käytön mahdollisuus. Neljäs tapa on materiaallinen eli vaikutetaan materiaalivalinnoilla ja suunnitellaan kierrätettävyyden mahdollistuminen. (Huttunen, 2021 s. 8-19)

2.5 Hiilineutraalius rakentamisessa

Hiilineutraaliuden käsitteen tulkintaan löytyy useita erilaisia tapoja. Useasti hiilineutraalius käsitteenä tulkitaan siten, että tuotteen, valtion, kunnan tai yrityksen hiilijalanjälki on nolla

koko sen elinkaaren ajalta. Tämä tarkoittaa sitä, että päästöt ja nielut eli hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ovat tasapainossa. Tasapaino konkreettisesti tarkoittaa sitä, että hiilidioksidipäästöjä tuotetaan vain sen verran kuin pystytään sitomaan. (Suomen ilmastopaneeli, 2018)

Rakentamisen ja maankäytön osalta ympäristöministeriön rakennetun ympäristön osasto varmistaa, että rakentaminen tapahtuu Suomessa laadukkaasti ja että kaupunki- ja aluesuunnittelu tukevat kestävästä kehitystä. Kuntien tulee kannustaa rakennuslupakäytännöillään suunnittelutyö ohjaamaan hanketta kestävästä kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa ja elinkaari hiililaskenta-analysointiin. Kuvassa 7 on esitetty rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen elinkaarinäkökulmasta. Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma tukee vuosina 2021–2023 suomalaisyrityksiä vähähiilisten ratkaisujen kehittämisessä yhteensä 40 miljoonalla eurolla. Sparrauksen tarkoituksena on nopeuttaa toimia, kohti rakennetun ympäristön vähähiilisyystyötä ja kasvattaa yritysten kestäviin ratkaisuihin perustuvaa kilpailukykyä. Ympäristöministeriön lisäksi ohjelmaa toteuttaa Business Finland. (Ympäristöministeriö, n.d.)

Hiilineutraaleihin tavoitteisiin pääseminen tarkoittaa materiaalien osalta vähähiilisten vaihtoehtojen suosimista. Rakennusalalla keskittyminen hiilineutraaliudessa on päärakennusmateriaaleissa, joita ovat muun muassa asfaltti, muovi, betoni ja teräs, jotka ovat myös päästöjen sitoutumisen kannalta keskeisimpiä tuotteita. Muita ratkaisuja haetaan esimerkiksi rakenteiden keventämisestä ja kiertotalousratkaisuista sekä kannustamalla materiaalitoimittajia tuotteiden pienempään hiilijalanjälkeen. (Skanska n.d.)

Kuva 7. Laskelmat keskimääräisen asuinkerrostalon hiilijalanjäljen muodostumisesta (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, 2016)



2.5.1 Elinkaari

Tuotteen elinkaari käsitteenä tarkoittaa tuotteen vaiheita valmistuksen raaka-ainetuotannosta käyttövaiheen kautta loppusijoitukseen. Rakentamisessa elinkaari voidaan tulkita alkavaksi maankäytön suunnittelusta ja päättyvän rakennuksen purkuun. Elinkaaren osa-alueisiin voidaan määrittää rakennusmateriaalien valmistus, rakentamiseen liittyvä suunnittelu, konkreettinen rakennustyö, rakennuksen käyttö, rakennuksen huolto- ja ylläpitotyöt, rakennuksen korjaus ja perusparantaminen sekä rakennuksen purkaminen. (Huttunen, 2021 s. 21-28)

Rakennuksen elinkaari on pitkä ja sen tulee osata sopivissa määrin ennustaa tulevaisuuteen tarpeineen. Rakennuksen elinkaari ominaisuuksineen on esitetty kuvassa 8.

Elinkaaritarkasteluun on kehitetty konsulttien lisäksi työkaluja ja laskentaohjelmistoja.

Kansainvälisesti on kehitetty elinkaariarvioinnin standardeja ja Suomessa on kehitteillä kansallinen rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä ja EU:ssa raportointityökalu Level(s). Näiden lisäksi on ympäristöluokituksia esimerkiksi kansainväliset LEED, BREEAM, CEEQUAL sekä suomalaiset Joutsenmerkki ja RTS-ympäristöluokitus. (Huttunen, 2021 s. 21-28)

Kiertotaloutta on mahdollista toteuttaa koko rakennuksen elinkaaren aikana.

Suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon rakennuksen tarkoitus, muuntojoustavuus toisiin käyttötarpeisiin sekä rakennuksen korjattavuus sekä purettavuus. Rakentamisen alkaessa voidaan rakennusmateriaaleiksi valita kiertotalousrakaisuja. Konkreettisen rakentamistyön aikana optimoidaan jätteen määrä minimiin ja syntyvä jäte lajitellaan sekä kierrätetään.

Rakennuksen käyttöaikana huollot tapahtuvat oikein ja oikea-aikaisesti. Huonetiloille on mahdollisuus tehdä muutoksia käyttötarpeen vaatiessa ja vesi ja energia ovat kierrätettävissä. Rakennusta korjaamalla oikea-aikaisesti, voidaan välttää purkutoimia ja korjausmateriaaleina voidaan käyttää kiertotaloustuotteita. Rakennuksen ollessa purkuvaiheessa, toteutetaan purku siten, että materiaalit saadaan uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen. (Huttunen, 2021 s. 21-28)

Kuva 8. Rakentamishankkeen elinkaari (Rakennusteollisuus RT, 2020)



2.5.2 Kiertotalous rakentamisessa

Kiertotalous rakentamisessa ei ole uusi käsite. 1800-luvun kaupungistuminen tarkoitti vanhan puurekennuskannan purkamista, mutta rakennukset eivät päätyneet jätteeksi, vaan huutokaupattiin köyhälistön asuinpaikan rakennusmateriaaliksi. Turussa on nähtävillä 1900-luvulla siirrettyjä hirsitaloja, jotka siirrettiin ydinkeskustan kivitalojen tieltä syrjempään. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kokemus on opettanut kiertotalouden onnistuvia toimenpiteitä ja osoittanut vanhoissa rakennuksissa olevan potentiaalia pysyä oikea-aikaisella ylläpidolla käyttökelpoisina. Aikatarkasteltuna kiertotaloutta voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta, joista ensimmäisenä on perinteisen rakentamisen resurssien uudelleen käyttö. Toisena näkökulmana on arvottaa historiallisten rakennusten kulttuuriarvo ja kiertotalouspotentiaali. Kolmantena näkökulmana on pohtia rakentamisen tarpeellisuutta ja mahdollisuuksia toteuttaa tulevaisuudessa kiertotalousajatusta. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kiertotalouden toteutuminen on vilkkaampaa kasvukeskuksissa ja voimakkaan kaupungillistumisen alueilla. Näillä alueilla on myös enemmän veronmaksajia mahdollistamassa kunnallista ohjaustyötä. Tämä ei kuitenkaan vie pois tarvetta muuttaa

haja-asutusalueita vähähiiliseksi kohti kiertotalousyhteiskuntaa. Työelämän muutos sallien etätyöskentelyn, tuo osaltaan apua haja-asutusalueen kiertotalousyhteiskunnan toteutumiseen, sillä työmatkustamisen merkitys pienenee. Rakennettu ympäristö kuitenkin mahdollistaa myös muut perustoiminnot, kuten logistiikan, ruuantuotannon ja asumisen palveluineen ja kulttuuriarvoineen. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kiertotaloutta tulee tarkastella yksittäisen rakennuksen tasolta, mutta myös rakennetun ympäristön ja alueen näkökulmasta. Teollisuus, ruuantuotanto ja välimatkat tulee pitää optimaalisina, jotta kiertotalous onnistuu. Lisäksi alueellisesti voidaan miettiä rakennetun ympäristön mahdollisuuksia kiertotalouden edistämiseen. Esimerkiksi korttelille tai asuinalueelle voidaan tarjota palveluina vähäpäästöisiä yhteiskäyttöautoja ja ruuantuotantopalveluita, kuten viljelypalstoja. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Rakentamisen tulee ottaa huomioon luonnonvarojen ylikulutus ja pyrkiä toimillaan turvaamaan monimuotoinen rakennettu ympäristö. Uutta voidaan rakentaa tiivistäen vanhoja alueita, vaihtamalla rakennettavan alueen käyttötarkoitusta tai rakentamalla muokkaamattomille maaperille. Uuden rakentamisessa voidaan myös toteuttaa viherkattojen ja pihasuunnittelun avulla parempia viherkerroinlukemia tontille ja lisätä alueen hiilinielujen määrää. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kiertotaloutta voidaan edistää tarkan hankinnan avulla. Hankintavaiheessa tilaaja voi vaatia toteuttajalta rakentamiseen kiertotaloutta lisäävinä toimina esimerkiksi tietomallin käyttöä, jotta määrälaskenta olisi oikein ja hukkamateriaaleilta vältyttäisiin. Tilaaja voi vaatia toteuttajaa vähentämään sekajättemäärää haluttuun tavoiteprosenttiin. Tilaaja voi vaatia toteuttajalta pidempää takuuaikaa osoituksena kestävästä rakentamisesta. Tilaaja voi määrittää etäisyyden toteuttajan materiaalien hankintaan, jotta logistiikasta aiheutuvat päästöt vähenevät. Tilaajan rooli on keskeisessä asemassa ohjaamaan toteuttajia vähähiilisyystyöhön, sillä motivaatio vähähiilisyystyöhön on suurempi, kun sen tuloksia valvotaan ja mitataan. (Green Building Council Finland, 2022)

Kiertotalous kannustaa materiaalivalmistajia hyödyntämään reseptiikassaan purku- ja ylijäämämateriaaleja uudelleen. Purujätteen uudelleen käyttö on teoreettisesti

mahdollista, mutta käytännössä materiaalien kelpoisuus ja suoritustaso on hankalaa todentaa ilman CE-merkintöjä ja suoritustasodokumentteja. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Valmiiseen rakennukseen voidaan suunnitella energiaoptimointia esimerkiksi tarkan rakennesuunnittelun avulla. Taloteknisillä järjestelmillä on mahdollisuus esimerkiksi lämmöntalteenottoon ilmanvaihdon sekä jätevesijärjestelmien energiahäviöistä. Rakennuksiin on mahdollista suunnitella ja toteuttaa omia uusiutuvan energian sähkövoimaloita esimerkiksi aurinkopaneelien avulla. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

2.5.3 Vähähiilinen rakentaminen

Vähähiilinen rakennus käsitteenä on sen elinkaaren aikaiselta kasvihuonekaasupäästömäärältään mahdollisimman pieni. Suomessa on tehty ympäristöohjaustyötä rakennuskannan energiatehokkuuden eteen ja rakennuksen käytön aikaisten kasvihuonekaasupäästömäärien pienentämiseksi. Vuoden 2018 energiamääräykset ovat ohjanneet rakentamista nollaenergiarakentamiseen. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Uudiskohteessa perustusvaiheen hiilijalanjälkeen vaikuttaa oleellisesti, jos joudutaan tehdä paalutusta tai maaperän stabilointia. Louhinnan ja täyttömaamassan hiilijalanjälkeen voidaan vaikuttaa kiertotalouden avulla, mikäli ylimääräiset massat voidaan hyödyntää toisella työmaalla. Uudis- ja saneerauskohteessa rakennuksen sijainnilla on mahdollisuus vähentää loppukäyttäjien aiheuttamia liikennepäästöjä. Keskeinen sijainti vähentää myös rakennushenkilöstön työmatkasta aiheutuvia päästöjä, sekä kunnallistekniikan, energiatekniikan ja infran rakentamisesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. (Kuittinen & Häkkinen, 2020, s. 150-155)

Vähähiilisen rakentamisen ohjaukseen voidaan käyttää hierarkia-ajattelua. Hierarkia haastaa ajattelemaan hankkeeseen ryhtyvää yksinkertaisten periaatteiden kautta. Hierarkiaa voidaan yksinkertaisesti kuvata siten, että tärkeysjärjestys on seuraava: hyödynnä valmiita, kunnosta olemassa olevia tiloja, peruskorjaa vanha tila ja viimeisenä vaihtoehtona on uuden rakentaminen. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Hierarkian ensimmäisenä ja arvoltaan tärkeimpänä periaatteena kehoitetaan välttämään uuden rakentamista sekä hyödyntämään valmista rakennuskantaa ja pohtimaan riittäkö tarpeen tyydyttämiseen yhteiskäyttötila. Yhteiskäyttötilat ovat luonteeltaan sellaisia, että ne soveltuvat eri käyttötarkoituksiin ilman rakenteellisia tai taloteknisiä muutoksia. Esimerkiksi kokous- ja toimistotiloja voidaan käyttää teoreettisesti eri käyttäjien tarpeisiin. Asuntorakentamisessa muunneltavuus tarkoittaa esimerkiksi huonejaon muuttamista tai käyttötarkoituksen muuttamista. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Hierarkian seuraavana periaatteena kannustetaan löytämään sopiva tyhjä tila, jonka voi kunnostaa tarpeeseen soveltuvaksi. Tämä tarkoittaa käytännössä taloteknisten ja rakenteellisten muutosten tekemistä, jotta uusi käyttötarve saavutetaan. Tästä esimerkkinä vanha tehdasrakennus keskeisellä sijainnilla voidaan saneerata asuinkerrostaloksi tai toimitiloiksi ja saada se uudelleen hyötykäyttöön. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kolmantena periaatteena hierarkiassa tulee uuden rakentaminen, jossa tulisi ottaa kuitenkin huomioon rakennuspaikan hiilikierron parantaminen. Uudisrakentamisessa pääsee vaikuttamaan hankesuunnitteluvaiheessa koko rakennuksen elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen. Uudisrakentaminen antaa myös mahdollisuuksia muokata rakennettua ympäristöä hiilikiertoa parantavaksi. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Neljäntenä periaatteena hierarkia kehottaa toteuttamaan kohteen suunnittelun monimuotoiseksi mahdollistaen erilaiset käyttötarpeet sekä muunneltavuuden. Tämä periaate pätee sekä uudisrakentamiseen että saneerauskohteisiin. Tämä periaate nostaa myös kartoittamisen ja dokumentoinnin merkitystä. Saneerauskohteissa tulee olla tarkasti kartoitettuna, mitkä rakenteet on oleellista purkaa ja mitkä säilyttää. Uudiskohteen tarkka dokumentaatio antaa nämä tiedot valmiiksi tulevaisuuden muutostyön teettäjille. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Viidentenä hierarkian periaatteena kehoitetaan suunnittelemaan rakennus rakenteineen helppohoitoiseksi, eli ylläpidon, perusparannusten ja käyttöasteen päätyttyä purkutyön tulee olla vaivatonta. Toteutuminen vaatii elinkaariohjeen tai pitkän tähtäimen

ylläpitosuunnitelman rakennukselle. Tämä periaate vaatii myös rakentajien lisäksi isännöitsijöiden ja huoltoliikkeiden sitoutuneisuutta. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

Kuudentena periaatteena hierarkia kannustaa pyrkimään pieneen hiilijalanjälkeen ja suureen hiilikädenjälkeen. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan rakennuksen aiheuttamaa ilmastokuormaa ja hiilikädenjäljellä rakentamisen tuottamia positiivisia ilmastovaikutuksia, joita ei saavutettaisi ilman rakennushanketta. Rakennuksen hiilikädenjälkeen voidaan laskea esimerkiksi rakennuksen tuotteen uudelleen käytön johdosta säästettävät päästöt, mitä jätekierrätyksestä aiheutuisi. Hiilikädenjälkeä ei kuitenkaan vähennetä rakennuksen hiilijalanjäljestä. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

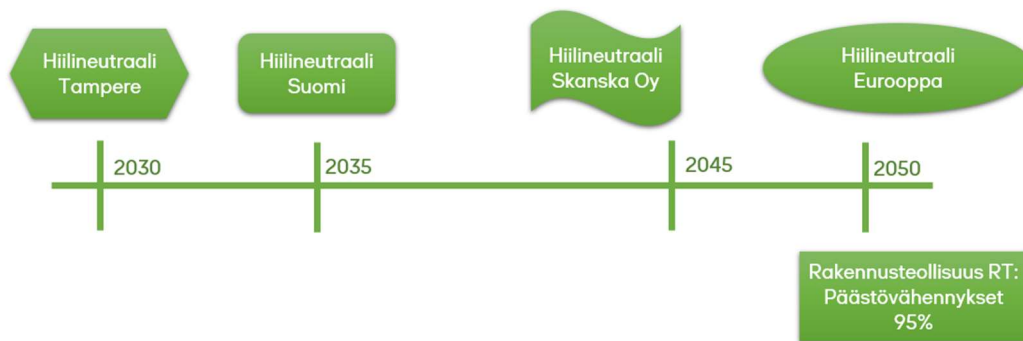
Hierarkiaa voidaan tarkastella myös joustavuuden näkökulmasta. Mikäli rakennusta ei voida muunnella uuteen käyttötarkoitukseensa soveltuvaksi, tulee se purkaa. Joustavuuden hierarkiassa ensimmäisenä periaatteena on monikäyttöisyys, jossa rakennus ei vaadi toimenpiteitä uuden käyttötarpeen tyydyttämiseen. Toisena hierarkian tasona tulee sisäinen muunneltavuus, jossa rakennuksen sisällä joudutaan rakenteita osittain muuttamaan ja purkamaan, jotta uusi täyttötarve tyydytetään. Kolmannella tasolla hierarkiassa on rakennuksen ulkoinen muunneltavuus, joka vaatii rakennuksen laajentamista tai supistamista, jotta uusi käyttötarve tyydytetään. Neljännellä hierarkia tasolla on siirrettävyys, joka mahdollistaa rakennuksen uudelleen käytön täysin tai osamoduuleina toisessa paikassa. (Huttunen, 2021 s. 62-71)

2.6 Hiilineutraaliustavoitteet

Ilmastonmuutoksen hillintä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vaatii konkreettisia toimia. Tieteen tutkimustulokset ovat todistaneet ilmiön olemassaolon ja hillitseminen vaatii tarkkaa suunnitelmallisuutta, jotta tavoitteet saavutetaan. Ilmastonmuutoksen hillitseminen vaatii näkökulman muutosta myös totutussa johtajuudessa. Tavoitteiden saavuttamiseksi ilmastonmuutosjohtajuutta voidaan toteuttaa perinteisin johtajuuden keinoin strategian, talouden, operatiivisen ja ihmisten johtamisen näkökulmasta. (Pantsar & Keronen, 2019 s.251-257)

Hiilineutraaliustavoitteet jalkautuvat eri tasoille. Globaalien ja kansallisten hiilineutraaliustavoitteiden lisäksi yritykset ja yhdistykset ovat asettaneet tavoitteita omille toimilleen. Toimintatutkimusalueen rakentamista ohjaavia hiilineutraaliustavoitteita on esitetty kuvassa 9.

Kuva 9. Toimintatutkimuskohteen rakentamista ohjaavia hiilineutraaliustavoitteita.



2.6.1 Euroopan parlamentin tavoitteet

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2021/1119 annettiin kesällä 2021, jossa lähtökohdiksi tunnustettiin ilmastonmuutoksen uhka ihmiskunnan olemassaololle. Asetuksessa Euroopan unioni on situotunut nopeuttamaan ilmastonmuutosta hidastavia toimia ja lisäämään toimia COP21 Pariisin sopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1119/2021)

Euroopan komission hiilineutraaliustavoite on olla hiilineutraali vuonna 2050. Tavoitteen saavuttamisen tueksi on asetettu mitattavana välitavoitteena vähentää 2030 kasvihuonekaasupäästöjä 55%. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1119/2021)

Euroopan komissio julkaisi vuonna 2019 Euroopan vihreän kehityksen ohjelman, joka ohjaa kehitystä vauraaseen, mutta oikeudenmukaiseen yhteiskuntaan. Ohjelmassa on tavoitteena saavuttaa kasvihuonekaasupäästöissä 0-taso vuonna 2050 sekä talouden kasvun kehitys resurssien käyttöä lisäämättä. Näiden lisäksi ohjelma haluaa kehittää luontoa suojelemalla,

hoitamalla ja lisäämällä sekä lisätä ihmisten hyvinvointia ja terveyttä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1119/2021)

2.6.2 Suomen kansalliset tavoitteet

Suomen tavoitteena on kunnianhimoinen hiilineutraalius vuonna 2035 ja tämän jälkeen tavoite jatkuu kohti hiilinegatiivisuutta. Lisäksi Suomea sitoo Euroopan komission päästövähennystavoite vuonna 2030 päästöt 55% pienemmiksi. Valtioneuvosto on laatinut hiilitiekartan ohjaamaan kohti hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Käytännössä Suomessa tavoitellaan 17-24Mt suuruisia päästövähennyksiä. (Valtioneuvosto, 2020)

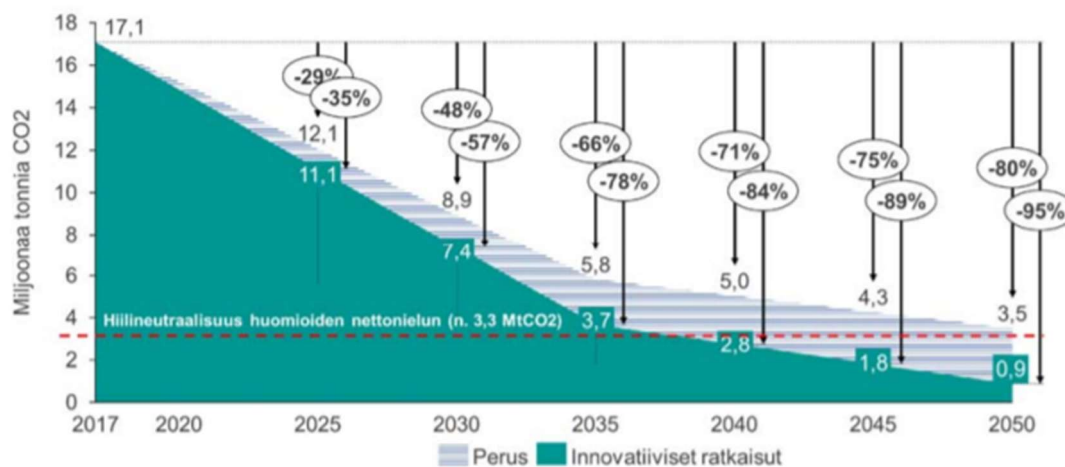
Pääministeri Sanna Marinin hallintokaudella ympäristöministeriö on asettanut tavoitteeksi on strategisen kokonaisuuden ”Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi”. Strategisen kokonaisuuden saavuttamiseksi on laadittu tavoitteita, joista tärkein on hiilineutraali Suomi vuonna 2035. Toisena tavoitteena Suomella on pyrkimys olla ensimmäinen fossiilivapaa yhteiskunta. Kolmantena tavoitteena on vahvistaa hiilinieluja ja neljäntenä tavoitteena pyritään pienentämään asumisen ja rakentamisen hiilijalanjälkeä. Viides tavoite pyrkii pysäyttämään luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen ja kuudentena tavoitteena Suomi haluaa olla kiertotalouden edelläkävijä. Seitsemäntenä tavoitteena on ruokatuotannon ilmastotyöt ja kahdeksantena tavoitteena parannetaan kaivosten ympäristön suojelua. Ohjelman viimeinen eli yhdeksäs tavoite on parantaa eläinten hyvinvointia. (Valtioneuvosto, n.d.)

Tämän opinnäytetyötutkimuksen kannalta merkittävin tavoite on neljäs eli asumiseen ja rakentamiseen liittyvä hiilijalanjäljen pienentämisen tavoite. Keinoiksi tavoitteeseen pääsyyn on tunnistettu parantaa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta sekä antaa valtiollista tukea siirtymään päästöttömään energiantuotantoon. Energiatehokkuuden parannushankkeissa kannustetaan ottamaan huomioon yksittäisten rakennusten sijasta kokonaisuuksia, kuten kortteleita, alueita tai kokonaisia kuntia ja kaupunkeja. Yhtenä tavoitteena on lisätä ja edistää puurakennuskantaa, sillä se toimii myös hiilivarastona. Infran osalta otetaan huomioon perusparannushankkeissa sähköautojen latauspisteiden lisäämisen mahdollistaminen. (Valtioneuvosto, n.d.)

2.6.3 Rakennusteollisuus RT tavoitteet

Rakennusteollisuus RT on laatinut hiilitiekartan yhdessä Gaia Consulting Oy:n kanssa vuonna 2020 ohjaamaan hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista rakentamisen toimialasektorilla. Rakennusteollisuuden hiilitiekartasta selviää, kuinka suuresti rakennusala linkittyy muihin toimialasektoreihin, kuten energiateollisuuteen, kiinteistöjen hallintaan, liikenteeseen, kauppaan, metsä- ja sahateollisuuteen sekä teknologiateollisuuteen.

Kuten kuvassa 10 havainnollistetaan, hiilitiekartan avulla nähdään potentiaali saavuttaa 95% päästövähennykset vuoteen 2050. Tämän välitavoitteina nähtiin mahdollisuus vähentää päästöjä 66% vuoteen 2035 mennessä. Suurin potentiaali päästövähennyksissä tunnistettiin rakennuksien koko elinkaaren energiankulutukseen liittyen. Potentiaalia päästövähennyksiin havaittiin myös teknologian kehittämisessä, materiaalivalmistuksen siirtyessä kohti kiertotalousratkaisuja sekä työmaatoimintojen ja liikenteen siirtymisestä kohti uusiutuvan energian käyttöä. (Rakennusteollisuus RT, 2020)



Kuva 10. Hiilijalanjäljen kehittyminen (Rakennusteollisuus RT, 2020)

2.6.4 Tampereen tavoitteet

Tampereen kaupunginhallitus hyväksyi vuonna 2016 ”Kestävä Tampere 2030- kohti hiilineutraalia kaupunkia” strategisen kokonaisuuden. Strategisena päätavoitteena Tampereella on olla hiilineutraali vuonna 2030. Konkreettisesti Tampere tavoittelee 80%

kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja 20% kompensointia tai hiilinielujen lisäämistä. (Tampere, 2020)

Tampereen kaupunki on laatinut hiilitiekartan, joka tukee matkaa kohti hiilineutraaliutta. Hiilitiekartassa on kuusi painopistealuetta, jotka ovat kaupunkisuunnittelu, liikenne, rakentaminen, energia, kulutus ja luonto. Jokaiseen painopistealueeseen on laadittu omia toimenpiteitä, miten hiilineutraaliustavoite saavutetaan. Hiilitiekartan ytimessä on yhteistyö yksilöiden, yhteisöjen ja yritysten kanssa kehittyen eteenpäin. (Tampere, 2020)

Rakentamisen osalta Tampereen hyötytavoitteena on uudiskohteiden nollaenergiarakentaminen ja asumisen hiilijalanjäljen pienentäminen. Mahdollisuuksia nähdään esimerkiksi puurakentamisen hiilivarastointikyvyssä ja materiaalien valmistuksen hiilijalanjäljen pienentämisessä. Infrarakentamisessa kiertotalous rakennuspaikalla on tunnistettu logistiikkapäästöjen vähentämiseen sekä vähentämään neitseellisten luonnonvarojen käyttöä. Tampereen kaupungilla on mitattava tavoite puurakenteisten kerrostalojen rakentamisosuuden lisäämiseksi. Tavoitteeksi on asetettu vuodelle 2030 20% alkavista kerrostalohankkeista toteutetaan puurunkoisina sekä -julkisivuisina. (Tampere, 2020)

Tampereen kaupunki on asettanut hiilineutraaliustavoitteita omaperustaiselle tuotannolleen. Muiden toimijoiden uudisrakentamista ohjataan hiilineutraaliin suuntaan muunmuassa ottamalla hiilijalanjäljen arvioinnin ja älykkään rakentamisen teemat osaksi tontin luovutusprosessia. Infran osalta Tampereen tavoitteissa on käyttää ensisijaisesti kierrätysmateriaaleja katurakenteissa ja tehostaa purkukohteissa betonin kierrätettävyyttä. (Tampere, 2020)

2.6.5 Skanskan tavoitteet

Skanska Oy:n tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2045. Tavoite koskee kaikkia projekteja sekä liiketoiminta-alueita. Hiilineutraaliustavoite sisältää Skanskan suorat päästöt sekä arvoketjussa syntyvät päästöt. Skanska on asettanut kaksiosaisen välitavoitteen kohti päätavoitetta. Vuonna 2030 kasvihuonekaasupäästöt tulisi olla vähennetty 50%

omaperustaisissa asunto- ja toimitilahankkeissa ja toisena osana Skanska Oy:n oman tuotannon aiheuttamat polttoaine ja ostoenergiasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 70%. Skanska Oy:n tavoite perustuu COP21 Pariisin sopimuksen linjan mukaisiin ilmaston lämpötilan nousua rajoittaviin tavoitteisiin ja Science Based Targets Initiative on validoinut Skanskan tavoitteen. (Skanska Oy n.d.)

Hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi jokaisen yksilön osallistaminen on tärkeää, sillä yksittäisilläkin toimilla on merkitys. Skanska Oy on laatinut keväällä 2020 yhdessä Gaia Consulting Oy:n kanssa hiilitiekartan, joka sisältää strategian kohti tavoitteen saavuttamista. Hiilitiekartan neljä painopistealuetta ovat asiakaslähtöiset konseptit, innovatiivinen hankinta ja suunnittelunohjaus, kulttuuri ja toimintatavat sekä uusiutuva energia. (Skanska Oy n.d.)

Skanska Oy on perustanut hiilityöryhmiä edistämään painopistealueille asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Hiilityöryhmät ovat mukana kehittämässä prosesseja kohti vähähiilisiä toimintatapoja. Hiilityöryhmien parissa työskentelee viikoittain kymmeniä Skanska Oy työntekijöitä. Hiilityöryhmät on esitetty kuvassa 11.

Kuva 11. Skanska Oy hiilityöryhmät, jotka ovat mukana kehittämässä hiiliviisaita toimintatapoja.



Skanska Oy:lle on tärkeää pystyä tarjoamaan entistä parempia vähähiilisiä ja hiilineutraaleja ratkaisuja, jotka huomioivat hankkeiden elinkaaren aikaiset päästöt. Energia- ja materiaalitehokkuus on ympäristötyön keskeisiä painopistealueita ja Skanska Oy haluaa tuoda hankkeisiin innovatiivisia energia- ja kiertotalousratkaisuja. Skanska Oy on tunnistanut digitalisaation hyödyt vähähiilisyystyössä ja niiden avulla voidaan nostaa palvelujen arvoa asiakkaille ja muille sidosryhmille. Skanska Oy on tunnistanut roolin olla rakentajana

mahdollistamassa sidosryhmien, kuten asukkaiden, hiilijalanjäljen pienentämisen. Skanska Oy haluaa hiilijalanjäljen pienentämisen lisäksi tutkia ja kehittää hankkeiden potentiaalia hiilikädenjäljen nostamiseen koko elinkaaren ajalta. (Skanska Oy n.d.)

Skanska Oy on tutkinut rakennusmateriaalien valmistuksen ja hankkeiden käytönaikaisen energiankulutuksen aiheuttavan suurimman osan hankkeilta syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä. Päästöjen pienennys tavoitteessa hyödynnetään Skanska Oy:n globaalia osaamista ja tehdään tiivistä yhteistyötä materiaalityöntekijä ja energiakumppaneiden kanssa. Skanska Oy on energiatehokkuuden ja paikallisen energiatuotannon lisäksi keskittynyt betonin, teräksen sekä infrahankkeissa asfaltin kasvihuonekaasupäästöjen tutkimiseen ja vähähiilisten innovaatioiden kehittämiseen, koska nämä ovat keskeisimmät tuotteet materiaaleihin sitoutuneiden päästöjen osalta. Skanska Oy:lle on tärkeää pyrkiä pienentämään hankkeiden hiilijalanjälkeä tinkimättä muista rakentamisen laatutavoitteista. (Skanska Oy n.d.)

Skanska Oy on tiedostanut, että hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen vaatii muutoksia koko organisaation tasolla toimintakulttuuriin ja -tapoihin. Skanska Oy jakaa tietoa henkilöstön ja yhteistyökumppaneiden kesken vähähiilisyteen liittyen ja on tunnistanut oppimisen ja kehittymisen olevan jatkuvaa. Tämän lisäksi Skanska Oy:n tavoitteena on kehittää hiilitietoutta tukemaan koko organisaation jokapäiväistä päätöksentekoa. Skanska Oy tiedostaa, että suurin osa hankkeiden lopullisesta hiilijalanjäljestä määritetään suunnittelupöydällä, mutta tämän lisäksi kiinnitetään huomiota työmaiden, toimistojen sekä työmatkojen kasvihuonekaasupäästöihin. Työmailla tämä tarkoittaa esimerkiksi materiaalien hukan minimointia, vähäpäästöisten työkalujen suosimista, uusiutuvia polttoaineita ja lämmitystapoja, sekä työmaalla syntyvän jätteen minimoimista, syntypaikkalajittelua ja kierrätysasteen nostamista. (Skanska Oy n.d.)

2.7 RTS-ympäristöluokitus

Skanska Talonrakennus Oy on ottanut käyttöönsä RTS ympäristöluokituksen omaperustaisessa asuntotuotannossa. Suomen ensimmäinen RTS-ympäristöluokiteltu kerrostalokohde on Skanska Talonrakennus Oy:n omaperustainen As. Oy Tampereen Ranta-

Tampellan Kaplan. Kohde saavutti kolme tähteä, eli hyvän ympäristölaadun tason. Kohde on toiminut Skanskan omaperustaisten kerrostalotyömaiden suunnan näyttäjänä ympäristöluokitusnähtävien tavoittelussa.

Kuva 12. RTS Ympäristöluokituksen tähtiluokituspisteitys (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Luokitustaso	Saavutettu pistetaso	Tason kuvaus
Ei luokitusta	< 25 p	
★	≥ 25 p	Tavanomainen ympäristölaadun taso
★★	≥ 40 p	Tavanomaista parempi ympäristölaadun taso
★★★	≥ 55 p	Hyvä ympäristölaadun taso
★★★★	≥ 70 p	Korkea ympäristölaadun taso
★★★★★	≥ 85 p	Erinomainen ympäristölaadun taso

RTS-Ympäristöluokituksen kriteeristö perustuu kestävän kehityksen kolmijakoon, eli taloudellisen kestävyden, ekologisen kestävyden sekä sosiaalisen kestävyden tarkastelulle. Pääryhmiä on viisi, jotka ovat prosessi, talous, ympäristö- ja energia, sisäilma ja terveellisyys sekä innovaatiot. Pääryhmien alle on jaettu omat ryhmät kriteereineen. Joka kriteeriin on ilmoitettu pisteitys, joka on mahdollista saavuttaa kriteerien täytyessä. Korkein mahdollinen saavutettava pistemäärä on 110 pistettä, joka koostuu 100 kokonaispisteestä sekä kymmenestä innovaatioiden kautta hankitusta lisäpisteestä. Saavutettujen pisteiden avulla hankkeen on mahdollista hankkia RTS ympäristöluokitustaso, eli tähtimerkintä, jonka pisterajat on esitetty kuvassa 12. RTS ympäristöluokituksen kriteerit arvioivat hanketta suunnitteluvaiheen, rakentamisvaiheen sekä käyttöönottovaiheen osilta. RTS-ympäristöluokitus ryhmät, kriteeristö ja pisteitys asuinrakentamisen arvioimiseen on esitetty kuvassa 13. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Kuva 13. RTS-ympäristöluokitus ryhmät, kriteeristö ja pisteitys asuinrakentamisen arvioimiseen. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmät	Ryhmät	Kriteerit			
Prosessi	23	Hankeohjaus	8	P1.1 Suunnitteluvaiheen arviointi	3
				P1.2 Talotekninen toiminnanvarmennus ja valvonta	3
				P1.3 Käytön opastus	2
		Kosteudenhallinta	10	P2.1 Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa	4
				P2.2 Työmaan kosteudenhallinta	6
		Työmaan ohjaus	5	P3.1 Työmaan ympäristövaikutukset	3
				P3.2 Työmaan puhtaudenhallinta	2
Talous	12	Elinkaarikustannus	3	T1.1 Elinkaarikustannukset	3
		Ylläpidettävyys	9	T2.1 Kulutuskestävyys	3
				T2.2 Ylläpidettävyys	4
				T2.3 Muuntojoustavuus	2
Ympäristö ja energia	35	Hiilijalanjälki	11	Y1.1 Elinkaaren hiilijalanjälki	7
				Y1.2 Materiaalitehokkuus	4
		Energia	16	Y2.1 Energiatehokkuus	8
				Y2.2 Kulutusmittaukset	3
		Y2.3 Tavoitekulutuksen laskenta	3		
		Y2.4 Järjestelmien tehokkuus	2		
		Vesi	3	Y3.1 Vedenkäytön tehokkuus	3
		Vaikutukset ympäristöön	5	Y4.1 Viherrakentaminen ja hulevesi	3
				Y4.2 Turvallisuus ja pyöräily	2
Sisäilma ja terveellisyys	30	Sisäilman laatu	18	S1.1 Lämpöolosuhteet	6
				S1.2 Sisäilman laatu	7
				S1.3 Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet	2
S1.4 Materiaalien emissiot	3				
		Visuaalinen viihtyvyys	6	S2.1 Luonnonvalon hyödyntäminen	4
				S2.2 Valaistuksen laatu	2
		Akustiikka	6	S3.1 Tila-akustiikka	3
				S3.2 Ääneneristävyys	3
Innovaatiot	10	Innovaatiot	10	I Innovaatiot	10

2.7.1 Prosessi

RTS Ympäristöluokituksen ensimmäinen pääryhmä on prosessi. Prosessin alaryhmiin kuuluvat hankeohjaus, kosteudenhallinta sekä työmaan ohjaus. Prosessin kriteerit täyttämällä on mahdollisuus ansaita 23 pistettä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Hankeohjaus on jaettu kolmeen kriteeriin ja kriteeristön arvioinnin tueksi on laadittu 8 syventävää kysymystä, joiden avulla on mahdollisuus ansaita 8 pistettä. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota esimerkiksi rakentamishankkeeseen nimitettyihin asiantuntijoihin, kuten suunnittelijoihin ja valvojiin, rakennushankkeeseen laadittuun toiminnanvarmistussuunnitteluun, mittaustulosten analysointiin sekä asukkaille ja ylläpitohenkilökunnalle laadittuihin käyttäjäohjeistuksiin asunnon ja kiinteistön järjestelmistä ja ominaisuuksista. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Prosessin toinen alaryhmä kriteereineen on kosteudenhallinta. Kosteudenhallintaan liittyy kriteerit, jotka tarkastelevat kosteusteknisten riskien hallintaa suunnittelussa ja työmaan kosteuden hallintaa. Arvioinnin tueksi on laadittu 14 syventävää kysymystä.

Kosteudenhallinnan avulla on mahdollisuus ansaita 10 pistettä. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sekä suunnittelu- että rakentamisvaiheessa hankkeelle nimitettyjen kosteushallintakoordinaattoreiden pätevyyteen, kosteusteknisten riskien tunnistamiseen ja hallintaan sekä kuivumisaikojen esittämiseen aikatauluissa. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Prosessin kolmas alaryhmä on työmaan ohjaus, joka on jaettu kahteen kriteeriin, jotka ovat työmaan ympäristövaikutukset sekä työmaan puhtaudenhallinta. Kriteerien arvioinnin avuksi on laadittu 14 syventävää kysymystä, ja osiosta on mahdollisuus ansaita 5 pistettä. Ensimmäinen kriteeri arvioi energiatehokkaan työmaan käytäntöjä, joita ovat esimerkiksi työmaan jätteiden lajittelu vähintään seitsemään eri jätelajikeeseen. Lisäksi arvioidaan työmaan turvallisuutta, hallittavuutta sekä tiedotusta ja raportointia energiakulutuksen, vedenkulutuksen ja jätemäärien osalta. Toinen kriteeri on P1-puhtaushallintaluokan mukainen työmaa, joka on suunniteltu ja mitattu P1-puhtaudenhallintaluokituksen mukaisesti. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.2 Talous

RTS ympäristöluokituksen toinen pääryhmä on talous, joka jakautuu alaryhmiin elinkaarikustannus ja ylläpidettävyyden ja neljään kriteerikokonaisuuteen, joiden arviointiin on laadittu 19 syventävää kysymystä. Talouden arvioinnista on mahdollisuus ansaita kokonaisuudessa 12 pistettä. Talouden huomiointi elinkaarinäkökulmasta hankkeen suunnitteluvaiheessa säästää rakennuksen käytön- ja ylläpidettävyyden kustannuksia. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

RTS ympäristöluokitus käyttää elinkaarikustannusten laskentaohjeen standardina Green Building Council Finlandin rakennusten elinkaarimittareista löytyvää elinkaarikustannusten laskentaohjetta. Arvioinnissa tarkastellaan esimerkiksi hankkeelle suoritettua

elinkaarikustannuslaskentaa ja pitkän tähtäimen suunnitelma PTS sisällön laajuutta. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Toinen kriteeri ylläpidettävyys tarkastelee rakennukseen suunniteltujen yhteistilojen kestävyyttä henkilö ja tavaraliikenteen tarpeisiin. Arvioinnissa tarkastellaan esimerkiksi rakennuksen pääväylien kestävyyttä henkilökulkuun, ajoneuvoliikenteeseen, lumen auraukseen sekä läjitykseen liittyen. Ylläpidettävyden osalta tarkastellaan suunniteltuja huolto- ja haalausreittejä sekä huollon riskikohteita. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Kolmas kriteeri rakennuksen muuntojoustavuus arvioi rakennuksen vaihtoehtoisen käytön mahdollisuutta. Pisteytyksessä arvioidaan rakennukselle laadittua vaihtoehtoista käyttötarkoitusta. Lisäksi arvioidaan asuntojen tilajärjestelmien muuntojoustavuutta, huoneiston kiintokalustuksen toteuttamistapoja, seinien ja kattopintojen käsittelyn yhteneväisyyttä sekä lattiamateriaalin yhteneväisyyttä kiintokalusteiden alla huoneen muuhun lattiamateriaaliin sekä tilan muihin pintoihin. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.3 Ympäristö ja energia

RTS ympäristöluokituksen kolmas pääryhmä on ympäristö ja energia, joka jakautuu neljään alaryhmään ja yhdeksään kriteerikokonaisuuteen, joita arvioidaan 32 syventävän kysymyksen avulla. Ympäristön ja energian arvioinnista on mahdollisuus ansaita kokonaisuudessa 35 pistettä. Tämä on pääryhmä, josta on mahdollisuus saada eniten pisteitä tähtiluokituksen saavuttamiseksi. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Ensimmäinen alaryhmä on hiilijalanjälki. Arvioinnissa tarkastellaan rakennukselle tehtyä Green Building Council Finlandin rakennusten elinkaarimittareihin perustuvaa elinkaari hiilijalanjälkilaskentaa. Tämän lisäksi arvioidaan elinkaaren hiilijalanjäljen tuloksien verrannollisuutta osissa, kuten esimerkiksi rakennusmateriaalit, rakennustyö, käyttövaihe, energiankulutus, ylläpito ja purkutyöt. Kriteerin arvioinnissa tarkastellaan myös rakennushankkeelle laadittua materiaalien hankintasuunnitelmaa sekä hankinta-aineistoihin kirjattuja tarkennuksia materiaalitehokkuuden saavuttamiseksi. . RTS-Ympäristöluokitus määrittää materiaalin tehokkaaksi, kun materiaali sisältää esimerkiksi 10% uudelleen

käytettyjä rakennusosia, materiaalin EPD arvosta löytyy 25% kierrätysmateriaaleja, tuotteessa on käytetty 50% teollisuuden sivutuotteita, tuotteesta 50% on tuotettu uusiutuvista materiaaleista ja 80% rakennusosista on säilytetty saneerauksessa. Arvioinnissa huomioon otavat nimikkeet ovat Talo2000 nimikkeistön perusteella kymmenen merkittävintä nimikettä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä ympäristön ja energian toinen alaryhmä on energia. Energia on jaettu neljään kriteeriin. Ensimmäinen kriteeri on energiatehokkuus, jonka arvioinnissa kiinnitetään huomiota energiaa käyttävien järjestelmien energiatehokkaaseen toteutukseen ja ympäristövaikutusten arviointiin. Arvioinnissa otetaan huomioon esimerkiksi rakennushankkeen E-lukulaskentaa, E-luvun tehokkuutta sekä energialaskelmien dokumentointia. E-luvun tulee olla laskettu pätevän laskijan toimesta. Tämän lisäksi arvioidaan rakennukseen suunniteltua energiankäytön mittarointintia, rakennusautomaation hyödynnettävyyttä tulosten esittämiseen sekä jatkuvaa tehokkuusseuranta. Hankkeelle tulee laskea tavoitekulutus, josta ilmenee kulutustavoitteet vuosi, kuukausi ja viikkotasolla. Hankkeelle tulee tämän lisäksi laskea myös päiväkohtainen lämmönkulutus suhteessa ulkolämpötilaan. Energiakokonaisuuden arvioinnissa otetaan huomioon myös pohjatehotavoitteet sekä tavoitekulutuksen osoittavat oletukset. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä ympäristön ja energian alaryhmä veteen liittyy vain yksi kriteeri, joka on vedenkäytön tehokkuus. Kriteeri arvioi huoneistokohtaisesti toteutettuja vesimittauksia kylmälle ja lämpimälle käyttövedelle, ja tapaa miten asukkaat saavat kulutustiedot käyttöönsä. Toisena osana arvioidaan hankkeeseen suunniteltua vesikalustusta ja niiden virtaamaa. Suunnitteluvaiheessa arvioidaan kalusteluettelo ja rakentamisvaiheessa arvioidaan kalustevirtaamien mittapöytäkirja. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmän ympäristö ja energia neljäntenä alaryhmänä on vaikutukset ympäristöön. Alaryhmä on jaettu kahteen kriteeriin. Kriteereistä ensimmäinen on viherrakentaminen ja hulevedet. Arviossa tarkastetaan tontin viherkerrointavoitteen ylityksiä pihasuunnitelmista sekä viherkerroinlaskelmista. Lisäksi arvioidaan tontille tehtyä selvitystä olevasta kasvillisuudesta sekä arvokkaista kohteista. Arvionti ottaa huomioon säilytettävälle

luonnonvaroilte toteutettavat suojaukset rakennustyön ajaksi. Ympäristövaikutuksista arvioidaan myös hulevesikuormituksen pienentämistä. Pisteytyksessä arvioidaan viherkerroinlaskelmien iWater laskentaa. Tontille satavasta vedestä saa jäädää korkeintaan 25% hulevesiä viivyttämättä. Toinen kriteeri on pyöräilyn ja kävelyn suosiminen, jossa tarkastellaan tontin liikkumisturvallisuutta, kuten ulkovalaistusta, risteysalueita, nopeusrajoituksia sekä mahdollisia liikkumisturvallisuutta heikentäviä näköesteitä. Polkupyörien säilytys- ja huoltotilojen ratkaisuilla on mahdollisuus ansaita pisteitä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.4 Sisäilma ja terveellisyys

RTS ympäristöluokituksen neljäs pääryhmä on sisäilma ja terveellisyys, joka jakautuu kolmeen alaryhmään ja kahdeksaan kriteerikokonaisuuteen, joiden arvioinnin avuksi on laadittu 24 syventävää kysymystä. Sisäilman ja terveellisyyden arvioinnista on mahdollisuus ansaita kokonaisuudessa 30 pistettä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä sisäilma ja terveellisyyden alaryhmä sisäilmanlaatu on jaettu neljään arvioitavaan kriteeriin. Ensimmäinen kriteeri on lämpöolosuhteet, jotka vaikuttavat käyttäjän jaksamiseen ja työtehoon. Kriteerin tarkastelu tehdään sisäilmaluokka S2 tai S3 näkökulmasta.

Ensimmäisenä osana arvioidaan passiivisten jäähdytysratkaisujen hyödyntämismahdollisuuksia olosuhdesimuloinnin avulla. Toisena osana arvioidaan asunnon lämpötilan saavuttavan sisäilmaluokan mukaiset arvot 80% käyttäjasta. Toinen arvioitava kriteeri on sisäilman laatu. Arviointi tarkastelee hyvää sisäilmaa jonka määritteenä ilmanvaihtosuunnitelmiin on huomioitu makuuhuoneiden osalta esilämmitettyä tuloilmaa vähintään 8dm³/s/hlö ja vähintään yksi makuuhuone on mitoitettu kahdelle käyttäjälle. Tämän lisäksi asunnon muut tilat määritetään ilmamäärän vaihtuvuudelle 0,6-0,7krt/h. asuntojen tilojen ilmamäärien vaihtuvuudelle vähimmäismääräksi 0,7krt/h. Lisäksi arvioidaan liesituulettimen ilmamäärää tehostustilanteessa, jotta riittävä rasvanpoisto (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä sisäilma ja terveellisyyden alaryhmä sisäilmanlaadun kolmas arvioitava kriteeri on käyttäjän vaikutusmahdollisuudet. Pisteytyksessä arvioidaan mahdollisuuksia vaikuttaa

henkilökohtaisiin mieltymystasoihin lämpö- ja valaistusolosuhteiden osalta. Suurin painoarvotettu osa arvioi valaistuksen säädettävyyttä. Tämän lisäksi arvioidaan säädettäviä kesä- ja talvikauden lämpöolosuhteita esimerkiksi huoneisiin suunniteltujen ikkunoiden tuuletusmahdollisuuksien avulla. Neljäs kriteeri arvioi materiaalien emissioita ja haitallisten aineiden määrien vähentämistä sisätiloissa. RTS Ympäristöluokitus hyväksyy päästösertifiointiin noudatettavaksi rakennusmateriaalien päästöluokka M1, GEV Emicode EC1 ja EC1Plus, Blue Angel ja GUT. Arviointi tarkastelee höyrynsulkurakenteen sisäpuolisten materiaalien, kuten esimerkiksi maalit ja lattiapinnoitteet, suorittavan materiaaleille asetetut päästörajat. Tämän lisäksi tarkastellaan kiintokalusteiden ja niiden valmistuksen vähäpäästöisyyttä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä sisäilma ja terveellisyys toinen alaryhmä on visuaalinen viihtyvyys, jota arvioidaan kahden kriteerin avulla. Ensimmäisessä kriteerissä arvioidaan, miten huoneet tarjoavat luonnonvaloa. Suunnitteluvaiheessa arvioidaan suunnitelmakuvia, josta selviää huoneen pinta-alat ja ikkunapinta-alat, joiden tulee olla vähintään 15% huoneen lattiapinta-aloista. Toinen kriteeri on valaistuksen laatu, jossa arvioidaan kiinteitä valaisimia, joiden valaistuksen avulla taataan turvallinen toiminta asunnossa. Tämän lisäksi arvioidaan yleisten- ja ulkotilojen valaistusta. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Pääryhmä sisäilma ja terveellisyys kolmas alaryhmä on akustiikka, jota arvioidaan kahden kriteerin avulla. Akustiikan osalta arvioidaan käytävien jälkikaiunta-aikaa, jonka tulee olla alle yksi sekunti. Tämän lisäksi arvioidaan taloteknisistä järjestelmistä aiheutuvaa taustaääntä, joka saa olla enintään 24dB huonetiloissa. Akustiikan arviointiin liittyy myös on äänen eristävyys, jolla pyritään vähentämään käyttäjän kokemaa meluhäiriötä. Väliseinä- ja välipohjarakenteille osoitettu $R'w$ ilmaääneneristävyysluku dB tulee määrittää vähintään 58dB tasolle ja rakenteiden $L'_{n,w}$ askeläänitason tulee täyttää SFS5907 B-luokan vaatimukset. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.5 Innovaatiot

Innovaatioiden avulla on mahdollisuus saada pisteytystä luokitustason ulkopuolisten vaatimusten ylityksen avulla. Maksimissaan innovaatioiden avulla voi saavuttaa 10pistettä.

Innovaatiopisteytystä on mahdollisuus saada hyväksytystä innovaatiohakemuksesta sekä toteutuksesta. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.6 Materiaaliryhmien vaikutus RTS ympäristöluokitukseen

Tähtiluokitustasot 1 ja 2 ovat tasoltaan tavanomaista ja tavanomaista parempaa ympäristölaatu tasoa ja vaativat nimenmukaisesti yksittäisiltä materiaaliryhmiltä tavanomaisia ominaisuuksia. Tähtiluokitustaso 3, eli hyvä ympäristölaadun taso vaatii vähimmäissuorituksia, jotka liittyvät materiaaleihin. Esimerkiksi vasta tähtiluokitustasolla kolme vaaditaan rakennusmateriaaleilta rakennusmateriaalien päästöluokitus M1 sertifikaatteja sekä EPD ympäristöselosteita. Isossa mittakuvassa voidaan yleistää yksittäisten rakennusmateriaalien olevan pienessä roolissa RTS ympäristöluokituksen saavuttamisessa, mutta tuloksia on myöskin vaikea saavuttaa, mikäli kehitys ei lähde systemaattisesti ruohonjuuritasolta etenemään. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

Muita EPD tietokantoja ovat international EPD system, Norwegian EPD system, Danish EPD system, The Eco Platform ja Okobaudat. Eri tietokannoista löytyvät EPD dokumenttien arviointi perustuu samoihin standardeihin. Arviointi prosessit ja hinnat ovat poikkeavia, joten tästä syystä materiaalivalmistajat käyttävät eri EPD tietokantoja. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.7 Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1

Rakennusmateriaalin päästöluokitus M1 merkintä kertoo käyttäjälle, että käytetty materiaali täyttää annetut raja-arvot orgaanisten haihtuvien aineosien kuten formaldehydin ja ammoniakkin päästöille. M1 luokiteltu tuote voidaan yleistää hajuttomaksi ja päästävän vähän haitallisia aineyhdisteitä sisäilmaan. Luokitus on materiaalivalmistajille vapaaehtoinen ja sitä operoi Rakennustietosäätiö RTS. M1 luokitus kuuluu osaksi suurempaa Sisäilmayhdistys ry:n luokitusta, jonka juuret löytyvät 1995 ensikertaa julkaistussa Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus teoksessa ja viimeisin päivitys on tehty vuonna 2018. M1 luokiteltuja tuotetietoja julkaistaan kootusti Rakennustiedon RT-tuotetietopalvelussa. (Rakennustietosäätiö RTS sr, n.d.)

RTS Ympäristöluokituksen mukaan rakennusmateriaalien vähäpäästöisyys voidaan osoittaa myös todentamalla vastaavuus rakennusmateriaalien päästöluokan M1 vaatimukseen hyväksyttävällä testausmenetelmällä, joka määräytyy standardien EN 16516:2017, EN ISO 16000-9:2006 ja ISO 16000-28:2012 ohjeiden mukaisesti. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2020)

2.7.8 RTS EPD -ympäristöseloste

RTS EPD -ympäristöselosteen avulla esitetään yksittäisen tuotteen ympäristövaikutukset tuotteen koko elinkaaren ajalta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen ympäristövaikutuksia tarkastellaan tuotteen raaka-ainehankinnasta lähtien ja päättyen loppusijoitusvaiheeseen. EPD auttaa rakennuttajia, suunnittelijoita sekä rakentajia ymmärtämään rakentamiseen valittavien materiaalien ympäristövaikutuksia. RTS EPD -ympäristöseloste on materiaalivalmistajalle vapaaehtoinen ja puolueeton. Tietojen esitykseen käytetään standardia EN15804. RTS EPD ympäristöselosteet verifioidaan aina kolmannen osapuolen, eli hyväksytyyn verifioijan toimesta. (Rakennustietosäätiö RTS sr, n.d.)

3 KERROSTALOTYÖMAALLA KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIRYHMÄT

Laadukas ja tarkka hankkeen suunnittelu antaa lähtökohdat hankkeen laadukkaalle toteutukselle. Hankkeen määrälaskelmien perusteella voidaan laskea toteutukselle kustannusarvio. Kustannusarviota ohjaa monet tavoitteet kuten asiakkaan tarpeet, käytettävät resurssit, laatutavoitteet, aikataulu, työturvallisuus ja ympäristötyö. Onnistuneesti saavutetut tavoitteet tuovat loppukäyttäjälle lisäarvoa. Tavoitteiden onnistumista voidaan mitata muun muassa asiakkaiden tyytyväisyysmittauksilla, hankkeen kateprosenttien vertailulla, tuottavuuden parantamisella, loppukäyttäjien havaitsemien virheiden määrän avulla, työtapaturmien määrän seurannalla ja pienentyneellä hiilijalanjäljellä ja suurentuneella hiilikädenjäljellä. Kustannuksia on erittäin tärkeää seurata, jotta tuotteen hinta on oikea kaikille osapuolille. Tässä työssä pääpainoalue on vähähiilisydessä.

3.1 Toimintatutkimuksen alue

Tämän opinnäytetyön toimintatutkimuksen kohde on Skanskan omaperustaisen tuotannon kerrostalokohde, joka sijaitsee Tampereen Härmälänrannan alueella. Skanskan omaperustaista tuotantoa markkinoidaan brändinimellä Skanska Kodit ja Skanska Kotien tuotteiden tavoitteina on olla sisustusmateriaaleiltaan sekä palvelukokemuksiltaan yhteneväisiä ympäri suomen. Skanska kotien toiminta Suomessa ulottuu Helsingin ja Oulun välisille alueille.

Tampereen Härmälänrannan alue on historialtaan merkittävä alue. Härmälänranta on toiminut 1700-luvulla peltoviljelyalueena ja kuulunut osaksi Hatanpään kartanoa. Tampereen kaupunki osti 1913 Hatanpään kartanon maa-alueet. Härmälänranta rajautuu Pyhäjärveen, jonka ranta-alueet olivat jo 1800-luvulla suosittuja rakennuspaikkoja huviloille. Härmälänranta sai uuden merkityksen alueensa merkittävänä työllistäjänä, kun vuonna 1931 päätettiin Härmälänrantaan rakentaa uusi lentokonetehdas, joka vihittiin käyttöön 1937 keväällä. Tehdasalue oli moderni ja sisälsi kaikki tarvittavat vaiheet lentokoneiden valmistukseen. Sotien jälkeen tuotannossa koettiin muutos, sillä lentokoneet vaihdettiin erilaisiin kiskotuotteisiin muun muassa vetureihin ja ratikoihin. (Pirkanmaan maakuntamuseo, 2012)

Härmälänrannan tehdasalue sisälsi arkkitehtuurisesti mielenkiintoisia ja kauniita rakennuksia, sekä edustaviksi käyntikorteiksi suunniteltuja viherpihoja ja puistoja. Osa tehdasaikaisesta rakennuskannasta on pystytty säilyttämään saneerauksien ja perusparannuksien avulla. Tampereen kaupunki on myös kunnostanut vanhan tehtaan edustuspuiston Härmäläntalon puiston alueen asukkaiden käyttöön. (Pirkanmaan maakuntamuseo, 2012)

Skanskan omaperustaisen tuotannon kerrostalot ovat nimetty alueen tehdastoiminnan tuotteita kunnioittavasti, esimerkiksi alueella valmistettujen lentokoneiden ja muiden tuotteiden nimien mukaisesti. Tampereen kaupunki on nimennyt Härmälänrannan alueen kadut alueen historiaa kunnioittavasti. Alueelle on myös jätetty muistomerkkejä alueen

historiasta, kuten kunnostettu alueella valmistettu lentokone ja vanha tiilinen piippu.

(Skanska Kodit n.d.)

Härmälänranta alueena on kiertotalouden näkökulmasta esimerkillinen, sillä vanhan tehdasalueen maaperä on puhdistettu ja kunnostettu tehdasaikaisista haitta-aineista ja uusi alue on rakennettu uudelleen vanhaa kunnioittaen täyttämään Tampereen alueen nykyisiä asuntotuotannon tarpeita. Härmälänranta alueena tarjoaa käyttäjilleen myös kiertotaloutta tukevia palveluita, kuten yhteiskäyttöauton, hyvän logistisen sijainnin ja korttelikohtaisesti taloyhtiöiden yhteisiä palveluita, kuten kuntosaleja, saunoja ja vierashuoneita.

3.2 Toimintatutkimuskohteen perustiedot

Tutkittava kohde on uudisrakennus kerrostalo, johon kuuluu kellari ja kahdeksan kerrosta. Kerrostalo rakennetaan Tampereen 301 Härmälän kaupunginosaan. Tontin pinta-ala on suuruudeltaan 1504m². Kerrostalo on pistetalo, eli sisältää yhden porrashuoneen. Kohteessa on asuntoja 45 kappaletta ja asuntojen lisäksi kohteeseen kuuluu väestönsuoja, joka toimii rauhan aikana asukkaiden irtaimistovarastotiloina, muita irtaimistovarastoja, ulkoiluvälinevarastoja, teknisiä tiloja, erillisiä varasto-osakkeita sekä korttelin yhteiskäyttötilan. Autojen paikoituspalveluja tarjoaa korttelipihan kannen alapuolella hallissa ja ulkona LPA-alueella toimiva erillinen parkkiyhtiö. Parkkihalliyhtiö rajautuu toimintatutkimuksen ulkopuolelle.

Kerrostalon alapohjarakenteena on paikallavalettu teräsbetoni-laatta. Julkisivut ovat paikalla muurattua tiilipintaa ja seinien sisäkuori betonielementti polyuretaanieristeellä. Parvekkeet ovat lasitettuja asunnon kohdalla julkisivun seinärakenne on maalattu sandwichelementti. Parvekkeet toteutetaan betonielementeistä tukemalla ne välipohjarakenteeseen. Parvekkeiden asuntojen väliset seinät toteutetaan PVP-elementteinä. Huoneistot erotetaan betonielementtiväliseinin, jotka ovat paksuudeltaan 200mm. Kerrosten välipohjat toteutetaan paikallavalettuina teräsbetoni-laattoina, joiden päälle tulee vesikiertoinen lattialämmitysrakenne. Porrashuoneen rappuset ovat porrasedimentit ja kerrostasot massiivilaattaelementtejä. Yläpohja toteutetaan teräsbetoni-laattana, jonka päälle

toteutetaan pulpettimallinen puupukkikatto puhallusvillaeristyksellä. Katemateriaali on kumibitumi.

Asuntojen sisällä väliseinät toteutetaan puu- ja teräsrankaisina kipsilevyseininä. Asuntojen lattioiden pintamateriaalina on parketti kuivissa tiloissa ja märkätiloissa keraaminen laatta. Seinäpinnat tasoitetaan ja maalataan kuivissa tiloissa ja märkätiloissa vedeneristetään ja laatoitetaan keraamisilla laatoilla. Kattomateriaalina märkätiloissa on paneeli, kuivissa tiloissa kattomateriaaleina betonipintojen ruiskutasoitus ja tasoitetut sekä maalatut alaslasketut kipsialakatot. Saunojen seinät ja katto paneloidaan ja lattiat laatoitetaan.

Asuntojen ovet ovat yksilehtisiä puuovia. Käytävien palo-ovet ja ulkovaipan ovet ovat metalliovia. Ikkunat ja parvekeovet ovat puu-alumiinirakenteisia. Ikkunat ovat pääosin sisäänpäin aukeavia kolmilasipintaisia ja vähemmin osin kiinteitä lasiseiniä. Kiintokalusteet ovat pääosin MDF, puu, alumiini ja kivimateriaaleista valmistettuja.

Ilmanvaihto toteutetaan huoneistokohtaisesti ja se on varustettu lämmön talteenotolla. Ilmanvaihtokoneet liitetään taloyhtiön sähköön. Lämmitysmuotona on kaukolämpö ja asuntoihin lämmitys tuotetaan vesikiertoisen lattialämmityksen avulla. Tämän lisäksi märkätiloissa on sähkökäyttöinen mukavuuslattialämmitys. Rakennuksen katolle sijoitetaan oma aurinkopaneelisähköjärjestelmä, joka tuottaa taloyhtiölle energiaa. Vesikalusteet on varusteltu hidastimin ja rajoittimin, jotta ylimääräiseltä vedenkulutukselta vältytään.

Asunnot varustetaan valokuituyhteyksin, joka mahdollistaa nopean internetin tarpeen tyydyttämisen. Asunnot varustetaan rakennusautomaation huoneistopaneelein ja mittanturein. Huoneistopaneeleista voidaan ohjata huoneiston sähkö- lämpötila- ja ilmanvaihtotoimintoja. Automaatio mahdollistaa myös esimerkiksi vesimittaritietojen ja lämpötilojen etätarkastelun ja säädön asuntokohtaisesti.

Kohteen yhteistilojen palveluiksi tulee postin Smartpost pakettiautomaatti, korttelin yhteinen kuntosali, polkupyörän huoltopiste, kuraeteinen, ulkoiluvälinevarasto ja väestönsuoja. Piha-alue on korttelin yhteinen ja korttelin muiden valmiiden rakennusten yhteiskäyttöpalvelut ovat myös toimintatutkimuskohteen asukkaiden käytettävissä.

Korttelilla on yhteinen pihastutus- ja pihavarustussuunnitelma. Tämä toimintatutkimus ei ota huomioon korttelin piha-alueita.

3.3 Toimintatutkimuksessa tarkasteltavien materiaalien raja

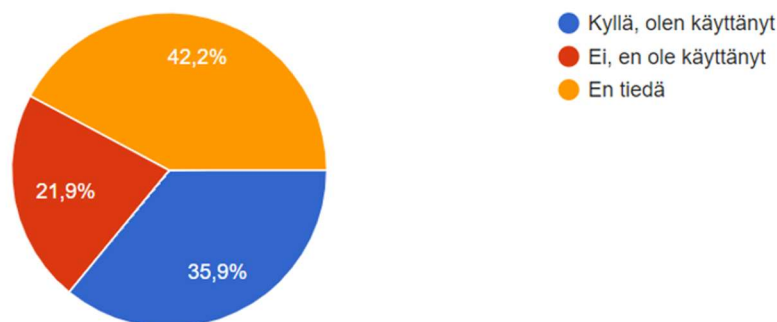
Kerrostalarakentamisessa käytettäviä materiaalityyppejä on lukuisia. Tämän opinnäytetyötutkimuksen resurssit eivät riitä kaikkien materiaalityyppien tutkimiseen. Teräsbetonikerrostalarakentamisen materiaalityyppeistä tunnistetaan betoni ja teräs isoiksi kasvihuonekaasupäästölähteiksi. Skanska on aktiivisesti mukana näiden materiaalityyppien päästövähennystutkimuksissa. Usein pienemmät materiaalityypit jäävät huomiotta isojen päästöaiheuttajien jaloissa, jonka vuoksi tämä opinnäytetyö päätettiin kohdistaa juuri näihin pienempiin tuoteryhmiin.

Osana opinnäytetyötutkimusta teetettiin lähtötasokysely Skanskan työmaatoimihenkilöille. Kyselyn aiheena oli kierrätysmateriaalien käyttö rakentamishankkeissa. Kysely toteutettiin joulukuussa vuonna 2021 ja kyselyyn vastasi 64 työmaatoimihenkilöä. Lähtötasokyselyn yksi tuloksista on esitetty kuvassa 14, ja siitä selvisi, että pieni osa kyselyyn vastanneista on käyttänyt työssään kierrätys- tai vähähiilisiä materiaaleja. Vastaajista suuri osa ei ollut käyttänyt vähähiilisiä tai kiertotalousmateriaaleja tai eivät tunteneet käytettävien materiaalin alkuperää. Lähtötasokyselyn kysymykset on esitetty liitteessä 3.

Kuva 14. Alkukartoituskyselyn tulos, josta selviää lähtötaso vähähiilisten materiaalien käyttöön.

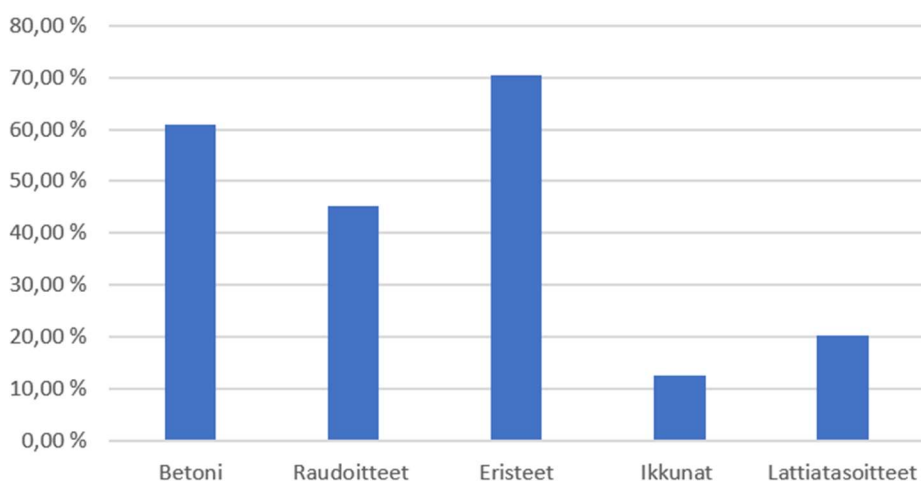
Oletko käyttänyt kierrätysmateriaaleja tai vähähiilisiä materiaaleja työssäsi?

64 vastausta



Alkukartoituskyselyn vastausten analysoinnin perusteella tämän opinnäytetyön tutkittaviksi materiaaliryhmiksi rajattiin ikkunat, lattiatasoitteet sekä eristeet. Valinta tehtiin opinnäytetyötutkijan sekä Skanska Oy työpaikkaopinnäytetyöohjaajan yhteisellä valinnalla. Perusteina valinnoille toimi alkukartoituskyselyn tulos, jossa Skanskan työmaatoimihenkilöt näkivät potentiaalia käyttää vähähiilisiä- tai kiertotalousmateriaaleja korvaamaan perinteiset materiaalit. Kyselyssä esille tulleet potentiaaliprosentit jakaantuivat kyseisille materiaaliryhmille seuraavasti: eristeet 70,3%, lattiatasoitteet 20,3% ja ikkunat 12,5%. Potentiaaliprosentit valituille materiaaliryhmille sekä betonille ja teräkselle on esitetty kuvassa 15.

Kuva 15. Skanska Oy lähtötasokyselyn tulos: potentiaaliprosentit opinnäytetyötutkimukseen valituille materiaaleille.



3.4 Toimintatutkimuskohteen määrät

Määrälaskennan prosessi vaatii kohteen perusteellista tuntemista. Ensimmäisenä askeleena kohti määrälaskentaa tulee tutustua kohteen ominaisuuksiin, eli esimerkiksi saatavilla oleviin perustamistapalausuntoihin, suunnitelmiin, havainnekuviin, rakennustapaselostuksiin. Näistä kootaan lähtötiedot määrälaskentaan, jonka perusteella suoritetaan laskenta. Määrälaskennan onnistuminen koostuu monesta asiasta, joten määrälaskelmien laadun oikeellisuus tulee varmistaa ennen tietojen toimitusta projektin seuraavaan vaiheeseen.

Tämän opinnäytetyön toimintatutkimuskohteen määrälaskelmat on tehty digitalisaatiota hyödyntäen. Määrälaskelmat on tehty tasopiirustuksista ja tulosten laatu on varmennettu hyödyntäen Building Information Model eli BIM eli kolmiulotteisesti tarkasteltavaa tietomallia.

3.4.1 Toimintatutkimuskohteessa käytettävät eristemäärät

Toimintatutkimuskohteessa määrälaskentatietojen perusteella eristeitä tarvitaan betonielementeissä, vesikaton puhallusvilloissa, väestönsuojarakenteiden päällä kevytsora eristyksenä, kerrosten välipohjissa ja perustusvaiheen eristämässä. Opinnäytetyötutkimus rajataan perustusvaiheen EPS-eristeisiin, jotka ovat skanskan hankinnan ja asennuksen alaisia tuotteita.

Perustusvaiheen EPS-eristeet ovat pääsääntöisesti rakennustyömaa-arjessa tunnettu puhekielessä nimellä styrox. Toimintatutkimuskohteessa EPS-eristettä käytetään anturoiden pysty- ja vaakaeristykseen, roudan eristykseen, lämmöneristeinä sekä perustusvaiheen vedeneristyksen suojana. Rakennesuunnittelija on määrittää soveltuvat materiaalit eri tarpeisiin. Kohteessa käytetään EPS eristystä yhteensä 1342m². Rakennesuunnittelijan määritysten mukaan laadut jakaantuvat EPS 100 Lattia 70+70mm yhteensä 541m², EPS 120 Routa 50mm 737m² ja EPS 120 Routa 100mm 64m².

Oikealta termiltä EPS on expanded polystyrene eli se on umpisoluista paisutettua polystyreenia. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kestopuovi polystyreeni paisutetaan vesihöyryllä ja ponneaineena käytetään pentaania, jotta tuotteelle ominainen solurakenne saavutetaan. Muovin osuus raaka-aineena lopullisesta EPS-eristeestä on 2-5 tilavuusprosenttia. (RT 36-11113, 2013)

Tyypillinen koko EPS-eristeelle on 1mx1,2m kokoinen levy, joka on 50-70mm paksu. Tavallisesti EPS-levyt ovat väriltään valkoisia, mutta paremman eristävyden omaavat IR-EPS-levyt ovat väriltään harmaita. EPS-eristeet on nimetty niiden käyttötarkoitusten mukaan ja ne on jaoteltu niiden puristuslujuuden mukaan. Esimerkiksi EPS 120 Routa nimessä luku 120 tarkoittaa, että tuote on lujuusominaisuuksiltaan saavuttanut lyhytaikaisesta

puristuslujuudesta 120kPa tuloksen SFS-EN 826⁵ testausstandardin mukaan. (RT 36-11113, 2013)

Biologisilta ominaisuuksiltaan EPS-eristeet ovat lahoamattomia. Raaka-aineena käytetään muovin tuotantoon öljyä, joka on uusiutumaton luonnonvaraa. Ehjänä käytöstä poistettavat eristeet voidaan uusiokäyttää seuraaviin kohteisiin. EPS-eristeen reseptiikassa voidaan osa raaka-aineista korvata kiertotaloustuotteilla, kuten esimerkiksi murskaamalla käytöstä poistettua tai ylijäämä eristettä rouheeksi. EPS-eristeillä on SFS-EN ISO 14025¹ mukainen ympäristöseloste. (RT 36-11113, 2013)

3.4.2 Toimintatutkimuskohteessa käytettävät ikkunamäärät

Toimintatutkimuskohteen ikkunat ovat tyypiltään kiinteitä lasiseiniä tai avautuvia ikkunoita. Parvekeovet luetaan kuuluviksi ikkunoihin. Lisäksi kohteen porrashuoneessa on 3-8 kerrosten osalla puualumiini-ikkuna, josta ylimmän tason ikkunaelementti on varustettu alasaranoitulla savunpoistoluukulla. Erityyppisiä ikkunoita kohteessa on yhteensä 208kpl, joka vastaa neliömäärältään 793m².

Kohteen ikkunat suunnitellaan yhteistyössä arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kanssa. Ikkunat vaikuttavat rakenteisiin, mutta myös asunnon ominaisuuksiin ja viihtyvyyteen. Ikkunat ovat tyypiltään MEK ja MSE A.

Ikkunoille on määritetty erilaisia toiminnallisia vaatimuksia, jotka rakenteiden tulee täyttää. Avattavien ikkunoiden ääneneristävyyden tulee olla minimissään 42dB ja parvekeovien ääneneristävyyden tulee olla minimissään 35dB. Asunnoissa avattavat ikkunat, kuten tuuletusikkunat, tulee varustaa rajoittimin, jotka sallivat 100mm helppokäyttöisen avautumisen, jotta lemmikit ja lapset eivät putoa ikkunasta. Lasiseinäikkunat ja ikkunat joiden penkki on alle 700mm korkeudella, valmistetaan laminoitusta tai karkaistusta turvalasista. Ikkunoihin ja parvekeoviin kuuluu vakiovarusteena sälekaihtimet ja vesipellit. Parvekeovet varustetaan tuulisalvalla ja sisäpuolisella lukitsimella.

Parvekeovia toimintatutkimuskohteeseen tulee yhteensä 48kpl. Asuntoja on yhteensä 45kpl, joista ylimmissä kerroksissa on 2kpl kahdella parvekeovella toteutettuja. Lisäksi yhteiskäyttökuntosalilla on oma parveke. MEK ikkunoita on toimintatutkimuskohteessa yhteensä 52kpl ja MSE A ikkunoita 107 kpl. Näiden lisäksi porrashuoneessa on yksi savunpoistoikkuna.

MEK ikkunat ovat kiinteitä kaksi- tai kolmilasisia eristettyjä ikkunota. MEK ikkunoiden tyypillinen U-arvo on 0,7-2,0. Toimintatutkimuskohteessa kiinteät lasiseinäikkunat sekä porrashuoneen ikkunat ovat tyypiltään MEK ikkunoita. (RT 103241, 2020)

MSE A ikkunat ovat tyypiltään sisäänpäin avautuvia kaksipuitteisia ja kolmilasisia ikkunoita. MSE A ikkunoiden tyypillinen U-arvo on 0,8-2,0. MSE tunnuksen perässä oleva kirjain A kertoo ikkunan olevan materiaaleiltaan puualumiini rakenteinen. (RT 103241, 2020)

Suomen rakentamismääräyskokoelma antaa asuinrakennukselle raja-arvoja, jotka ikkunoiden tulee täyttää. Tämä tulee ottaa huomioon kohteen suunnittelussa. Ääneneristävyyden tulee olla ulkovaipalle vähintään 30dB. Ulkovaipan lämmönhäviön vertailuarvo on laskettava käyttämällä ikkunoille ja parvekeoville $1,0W/(m^2 \times K)$. Ikkunapinta-alan määrä tulee olla vähintään 15% kerrostasojen pinta-alojen yhteismäärästä mutta enintään 50% julkisivun pinta-alasta jonka lisäksi asuinhuoneiston valoaukkojen on oltava vähintään kymmenesosa huoneen pinta-alasta. Ikkunoiden ja parvekeovien palonkestävyyden tulee olla vähintään puolet ympäröivälle osastoidulle rakenteelle osoitetusta palonkestävyydsajasta. Asumisen käyttöturvallisuuden takia lasirakenteen rikkoutuminen ei saa aiheuttaa käyttäjälle putoamisvaaraa ja lasiseinät tulee merkitä siten, että ne ovat havaittavissa helposti. (RT 103241, 2020)

Ikkunoiden energialuokitus on vapaaehtoista. Energialuokituksessa otetaan huomioon ikkunan lämpöhäviö, ilmavuodot sekä lasin läpi tuleva auringon lämpösäteily. Mikäli lasilla on suuri arvo auringon lämpösäteilyn osalta, tietää se lisäkustannuksia kesäajan viilennykseen. Energialuokituksen hyötynä on vertailukelpoisuus tuotteiden ominaisuuksien välillä. Energiategohokkaiden MSE ikkunoiden eräs ominaisuus on kondenssiveden muodostuminen. MSE ulompien ikkunalasien pintalämpötila voi jäähtyä ulkoilmaa

kylmemmäksi ja muodostaa ikkunaan kondenssivettä ja suomen olosuhteissa pakkasella jäätä. (RT 103241, 2020)

Ikkunavalmistajien tulee hakea tuotteillaan CE-merkintä osoitukseksi, että tuote täyttää direktiivit sekä suoritustaso on osoitettu asianmukaisesti. Ikkunoiden CE-merkintää ohjaa tuotestandardi SFS-EN 14351-1 sekä kansallinen SFS 7031. Ikkunoiden osalta CE-merkinnässä on pakollisena ominaisuutena kertoa tuotteen lämmönläpäisykerroin. CE-merkinnän lisäksi tuotteen suoritustaso DoP kertoo tuotteen ominaisuuksista. (RT 103241, 2020)

3.4.3 Toimintatutkimuskohteessa käytettävät lattiatasoitemäärät

Toimintatutkimuskohteen välipohjarakenteena on paikallavalettu teräsbetoni-laatta, kuivissa huonetiloissa eristys 30mm, vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä sekä 40mm pintalattiavalu ja märkätiloissa paikalliskaadot on toteutettu n. 80mm kaatolattiavaluilla. Kellaritilojen lattiaa ei lähtökohtaisesti tasoiteta, sillä ne on määritetty arkkitehdin toimesta laatoituspinnoille tai maalipinnoille. Pintalattiavalu heikentää sekä laatoituksen, että maalin tartuntapintaa.

Pintalattiavalut sekä märkätiloihin että kuiviin huonetiloihin tehdään kerroksittain huoneistoihin. Toimintatutkimuskohde on 8 kerroksinen pistetalo ja kerrosten välillä huoneistopohjissa on hyvin vähän eroa. Kerroskohtaisesti pintalattiavalujen tarve on $294\text{m}^2 \times 0,4\text{m} = 117,6\text{m}^3$ ja märkätilojen kaatolattioiden osalta $17\text{m}^2 \times 0,8\text{m} = 13,5\text{m}^3$. Koko talon osalta määrät ovat pintalattiavalujen osalta 2352m^2 eli $940,8\text{m}^3$ ja märkätilojen kaatolattiavalujen osalta 135m^2 eli 108m^3 .

Pintalattiatyö kulkee yhteydessä lattialämmityspotkityön kanssa. Aloitusedellyksenä kummallekin työvaiheelle on, että välipohjan teräsbetoni-laatta on kuivunut alle 90 RH% ja työmaalla on saavutettu lämpöolosuhteet 10-25 celsiusastetta. Paikalla valetusta teräsbetoni-laatasta tulee hioa sementtiliima pois, sekä pahimmat pinnan tasaisuuspoikkeamat ennen työvaiheiden aloitusta. Todennetun kuivumistuloksen jälkeen päästään asentamaan irrotuskaistat, askeläänieristeet ja tämän päälle lattialämmityspotket. Ennen pintalattiavalua vaaitaan valettava alue ja merkitään se korkolapuun, jotta valulla

saavutetaan oikea pintakorkeus. Pintakorkeus vaikuttaa oleellisesti huoneiston lopullisiin korkoihin ja esimerkiksi siihen, täyttykö asunnolle annetut esteettömyysvaatimukset. (Ratu 0405, 2012)

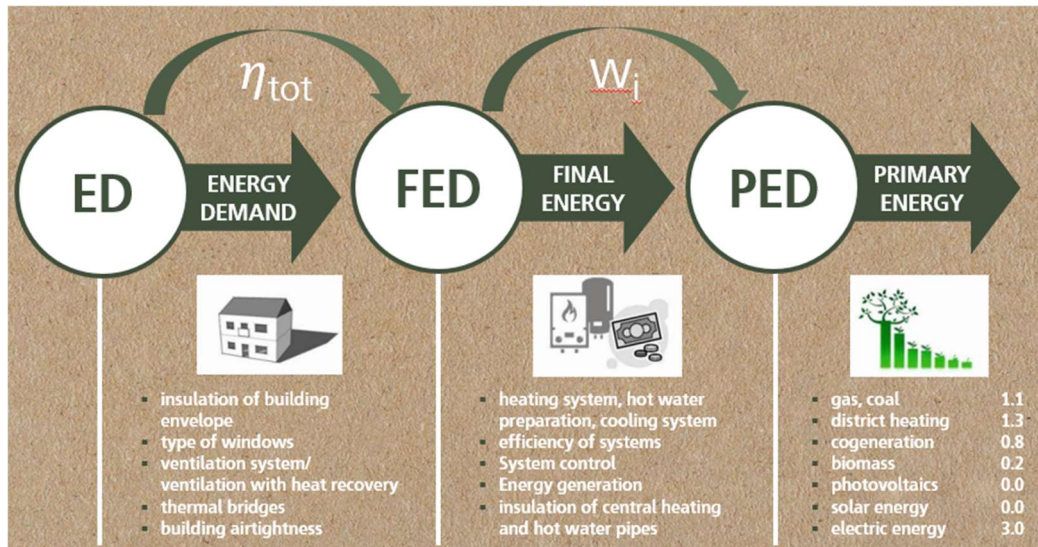
Toimintatutkimuskohteessa pinalattiavalut toteutetaan paikanpäällä pumppaamalla sekä kuiviin- että märkätiloihin. Pumppaus tapahtuu työmaalla pumppuautosta, jossa sekoitetaan massa kuiva-aineesta, vedestä ja mahdollisista sideaineista. Pumppuauton mukana tulee työmaalle kuiva-ainemassat ja työmaan tulee vain mahdollistaa vesi massan valmistukseen. Pumpusekoituksessa työmaalla on isona etuna se, että hukan määrä jää minimiin, sillä massaa ei tarvitse valmistaa todellista tarvetta enempää. Tämän lisäksi materiaalitoimittajat pystyvät hyödyntämään työmaaloissa ylijäävän kuiva-aineen sekä sideaineen seuraavalla pumpattavalla työmaalla. (Ratu 0405, 2012)

Valmis pinalattiavalu kuivissa tiloissa toimii asennusalustana huoneiston pinta-materiaalille ja märkätiloissa vedeneristeelle ja laatoitukselle. Toimintatutkimuskohteen vakiomateriaalina kuiviin huonetiloihin toimii parketti. Pinalattian valmiin pinnan laatuvaatimus on parketin asennuksen aloitusedellytys, eli pinalattian mittapoikkeus saa olla enintään kaksi millimetriä kahden metrin matkalla. Märkätilojen osalta kaatolattian tulee täyttää sille suunnitellut kallistukset sekä vedeneristejärjestelmän asettamat pinnan tasaisuusvaatimukset pinnan karheuden ja halkeamien osalta. (Ratu 0405, 2012)

4 MATERIAALIRYHMIEN VAIKUTUS RTS-YMPÄRISTÖLUOKITUKSEEN

RTS-Ympäristöluokituksen kriteerit ja syventävät kysymykset arvioivat rakennushanketta kokonaisuutena. RTS-ympäristöluokituksen teoriaa on tarkemmin käsitelty luvussa 2.6. Kysymyksiä on yhteensä 113 kappaletta, ja ne tarkastelevat hanketta joko suunnittelu-, rakentamis- ja käyttöönottovaiheen näkökulmasta tai kaikista kyseisistä näkökulmista. Materiaaliryhmien RTS-ympäristöluokitusanalyysissä arvioitiin jokainen materiaaliryhmä erillisenä. Analyysissä huomioitiin materiaaleihin liittyvät suorat sekä epäsuorat vaikutukset annettuihin kysymyksiin. Kuva 16 havainnollistaa rakennuksen energian kulutusta ja tämän perusteella voidaan todeta että tutkittavista materiaalityhmistä ikkunoilla ja eristyksellä on suoria vaikutuksia rakennuksen lopulliseen energian kulutukseen.

Kuva 16. Rakennuksen energian kulutukseen vaikuttavia tekijöitä (Skanska Oy n.d.)



4.1.1 EPS-eristeiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen

EPS-eristeiden RTS-ympäristöluokitusanalyysissä löydettiin suora vaikutus 17/113 kysymykseen ja epäsuora vaikutus 9/113 kysymykseen.

Työmaan kosteudenhallintaan liittyvät kriteerit ovat ensimmäiset arviot, mihin myös EPS eristeet vaikuttavat osaltaan. Mikäli esimerkiksi EPS-eristeet puuttuvat perustuvaiheen vedeneristyksen suojauksesta, näkyisi se kosteusteknisten riskien hallinnan suunnittelun arviointituloksissa.

Seuraava kohta, jossa EPS-eristeet ovat sertifiointille hyödyksi, liittyy työmaan ympäristövaikutuksiin. Rakennusaikaista lämmönkulutusta voidaan vähentää eristämällä työaikaista kulkureittejä ja vaipan aukkoja EPS-eristeiden avulla.

EPS-eristeiden materiaalivalmistajista Finnfoam Oy tarjoaa FF kierrätyspöytä palvelua, jossa hukka- ja ylijäämätuotteet voidaan palauttaa takaisin materiaalivalmistajalle, josta ne saadaan hyötykäyttöön murskaamalla tuotannon raaka-aineeksi. Tämän tyyppisellä palvelulla työmaalla ei synny jätteenkäsittelylaitosta rasittavaa jättemateriaalia. Lisäksi RTS

ympäristöluokitus arvioi työmaalla toteutettavaa syntypaikkalajittelua, joten eristeiden erilliskeräys luo lisää lajiteltavia jätejakeita.

EPS-eristys osaltaan liittyy rakennuksen pitkän tähtäimen suunnitelmaan PTS, sillä rakenteille tavoitellaan 100vuoden teknistä käyttöikä. PTS voidaan todeta, että lämmöneristeille ei ole korjaus- ja vaihtotarpeita rakennuksen elinkaaren aikana. EPS-eristeet ovat lahoamattomia, joten niiden purku voidaan myös teoreettisesti suunnitella, siten että tuote saataisiin rakennuksen elinkaaren päätepisteen jälkeen uusiokäyttöön.

Eristeet osaltaan liittyvät oleellisesti rakennuksen lämmöneristävyteen ja hyvä lämmön varastointikyky vaikuttaa rakennuksen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin.

Toimintatutkimuksessa käytettävillä EPS-eristeillä vaikutetaan erityisesti rakennuksen perustusten lämmöneristävyteen. Kuvassa 16 esitetty rakennuksen energian kulutukseen vaikuttavia tekijöitä.

EPS-eristeillä voidaan osaltaan ansaita ympäristöluokitukseen materiaalitehokkuuspisteitä, sillä EPS-eristystä käytetään Talo2000 rakennusnimikkeistön 10 merkittävimmän joukosta 112 ja 121 tuennat ja perustukset vaiheessa. Materiaalitehokkuuspisteet asettavat vaatimuksia joista EPS-eristeet täyttävät seuraavat: ovat uudelleen käytettäviä tai 25% raaka-aineista kierrätysmateriaalia tai 80% rakennusosasta säilytetty peruskorjauksissa.

EPS-eristeistä löytyy innovaatio Finnfoam Oy:lta, jonka avulla voidaan vähentää tarvittavan betonin määrää. Tuote on FF-floor, jossa eristelevyyn on tehty 3D tekniikkaa hyödyntäen uritus, jonka ansiosta raudoiteverkoille ei tarvitse asentaa erillisiä korokkeita. Uritus mahdollistaa jopa 30% pienemmän betonitarpeen alapohjassa.

Rakennustiedon arkistosta löytyy tieto, että Jackon Finland Oy on hakenut rakennusmateriaalien päästöluokitus M1 luokitukset brändinimen Thermisol EPS-eristeille. Brändin alta löytyy 13 tuotetta, joille löytyy oma luokitus. RTS EPD ympäristöseloste löytyy rakennustiedon arkiston mukaan ainoastaan kolmelle tuotteelle, jotka ovat Finnfoam Oy tai sen tytäryhtiön valmistamia. (Rakennustietosäätiö RTS sr, n.d.)

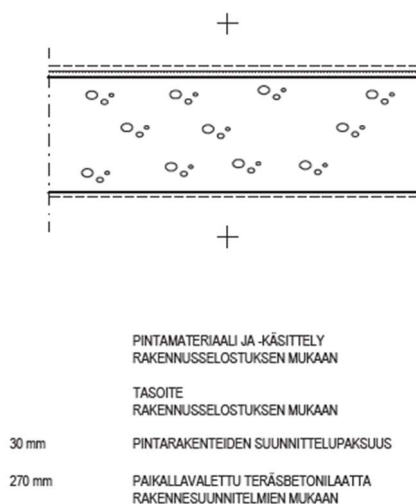
4.1.2 Lattiatasoitteiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen

Lattiatasoitteiden osalta RTS-ympäristöluokitusanalyysissä löydettiin suora vaikutus 27/113 kysymykseen ja epäsuora vaikutus 20/113 kysymykseen

Pääryhmä prosessin alaryhmästä hankkeenohjaus oli ensimmäinen alue, jonka syventäviin kysymyksiin lattiatasoitteet liittyivät. LVI-suunnittelija on ratkaisevassa roolissa rakennuksen lämmitysjärjestelmään liittyvissä suunnitteluissa, jotka ovat ratkaisevassa roolissa lattiatasoitteen kerrospaksuudelle.

Lämmitysmuotona radiaattorit:

Kuva 17. Välipohjarakenne ilman vesikiertoista lattialämmitystä.



Kun kohteen asuntoihin on suunniteltu lämmitysjärjestelmä toteutettavaksi radiaattorien avulla, lattiatasoittekerroksen keskeinen tehtävä suoristaa betonipintojen sallimat toleranssit ja epätasaisuudet pintalattian pinnoitepohjaksi. Laskennallinen tarve pintalattiatasoitteelle on kuvassa 17 esitetyn rakennesuunnittelun perusteella 13mm, sillä pintarakenteiden kerrospaksuudesta 30mm vähennetään parketin paksuus 14mm ja parketin alle tuleva höyrynsulku- ja äänieristekerros 3mm. Opinnäytetyötutkijan aiemmalta Skanska Oy kerrostalotyömaalta ottama kuva 18 osoittaa, että vaaittu pinnoitetarve on ollut kerrostalotyömaalla 12 ja 14mm. Mitä tasaisempi betonivalupinta tai ontelolaattakenttä on kyseessä, sitä vähemmän on tarvetta pintalattiatasoitteelle.

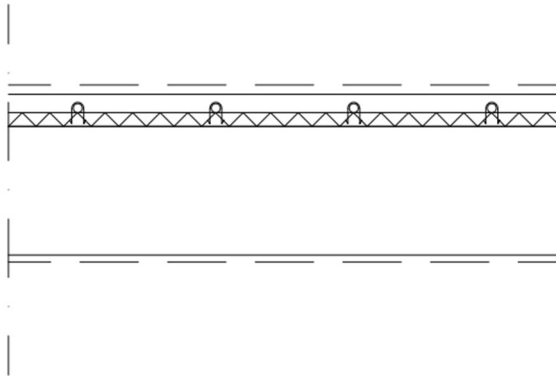
Kuva 18. Paikalla valettu betonilaatta korkomerkeillä varustettuna ennen pintalattiavalua.



Lämmitysmuotona vesikiertoinen lattialämmitys:

Kuva 19. Toimintatutkimuskohteen rakennesuunnittelu Jorma Jääskeläinen Oy:

Väliohjarakenne, vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä



PINTAMATERIAALI RAKENNUSELITYKSEN MUKAAN

TASOITE, ALUSTAN KÄSITTELY JA KERROSPAKSUUDET VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN

40 mm KUITUBETONIVALU, lattialämmityspotket. Laatta erotetaan kaikista pystyrakenteista lattialämmitysjärjestelmän toimittajan ohjeen mukaisella irroituskaisialla. Pintalaattaan tehdään liikuntasaumot lämmityskentittäin. Lattialämmityspotket kiinnitetään eristeeseen takkeri-kiinnikkeillä

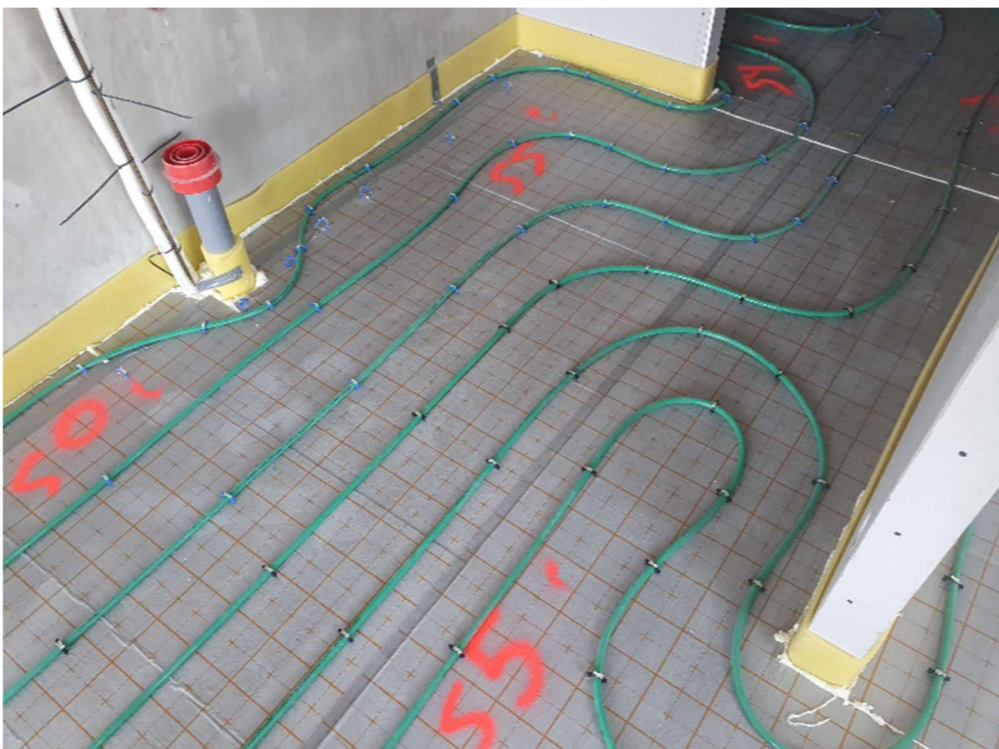
30 mm THERMISOL STEP FLOOT HEATING TAI VASTAAVA

260 mm TERÄSBETONI RAKENNEPIIRUSTUSTEN MUKAAN

PINTAMATERIAALI RAKENNUSELITYKSEN MUKAAN

Kun kohteen asuntoihin on suunniteltu lämmitysjärjestelmä toteutettavaksi vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän avulla, lattiatasoitekerroksen paksuus kasvaa merkittävästi. Välipohjan rakenne esitetty kuvassa 19. Valetun betonilaatan tai ontelokentän päälle asennetaan askeläänieristeet, jonka päälle lattialämmitysputket asennetaan. Lattialämmitysputket jäävät pintalattiavaluun ja keskimääräinen kerrospaksuus lattiatasoitteelle on noin 40mm ja opinnäytetyötutkijan aiemmalta Skanska Oy kerrostalotyömaalta ottama kuva 20 osoittaa, että vaaittu pinnoitetarve on ollut yli 50mm.

Kuva 20. Vesikiertoinen lattialämmitysputkisto asennettu, vaaitus ja korkomerkinnyt tehty.



Kuvassa 20 on näkyvä, että pintalattiatasoitusalueeseen liittyy viemäriputkilinjat. Lattiatasoitetyöhön liittyy aina riski, että juokseva tasoite päättyy virheellisesti viemäriinjastoon. Epäsuorilta vaikutuksilta lattiatasoite voidaan todeta riskiksi viemäriin toiminnalle. RTS-ympäristöluokitukseen kuuluu taloteknisten toimintojen laadunvarmistuksen ennakkosuunnittelu ja toteutus, jossa esimerkiksi taloteknisen toiminnan varmistukseen voidaan suunnitella viemäriinjaston todentaminen virheettömäksi viemärikuvauksen keinoin.

Pintalattiavalut kerrostaloissa tehdään yleisesti pumppuautolla. Autosta pumppaaminen mahdollistaa nopean tuotantotavan verrattuna tasoitteen käsisekoitukseen ja ämpärivaluun. Autosta pumppaaminen ei kuluta työmaan energiaa ja valmistajista esimerkiksi Kiilto Oy käyttää sähköenergialla toimivia pumppuautoja.

Tuottavuus lisääntyy myös työn tehostuessa nopeammaksi läpimenoajaltaan. RTS ympäristöluokitus ei suoranaisesti tarkastele tai arvioi työntekijöiden työkyvyn säilymistä, mutta sen sijaan se tarkastelee työmaan puhtaudenhallintaa. Pumppuautosekoitus ei aiheuta pölyaltistusta työmaalla työskenteleville, joten se on suotuisa työmenetelmä myös työmaan käytännön järjestämiseen kohti P1 puhtaudenhallintaluokituksen asettamia vaatimuksia. Pumppuautosekoituksen muina etuina on tärinä- ja meluhaittojen väheneminen työmaaolosuhteissa.

Lattiatasoituksen toteuttaminen pumppuautomenetelmällä tuo isona hyötynä materiaalimenekin optimointimahdollisuuden. Pumppuautossa on mukana kuiva-aineet ja mahdolliset tarvittavat sideaineet ja seos valmistetaan paikan päällä. Tässä menetelmässä suurena etuna on se, että työmaan ei tarvitse tilata kuiva-aineita työmaalle ja laskea hukkamateriaalia. Tasoitetyön edetessä lattian valuhenkilöt ilmoittavat auton sekoitushenkilölle, kun riittävä valumassatarve saavutetaan. Valutyön valmistuttua, autoon jäänyt kuiva-aine kuljetetaan auton mukana pois ja hyötykäytetään seuraavalla työmaalla. Työmaalle ei jää ylijäämämateriaalia. Lisäksi pakkauksista aiheutuva jätemäärä jää pois työmaalta raportoitavista määristä.

Lattiatasoitus on kosteusteknisesti kriittinen työvaihe, sillä lattiatasoituksen aloitusedellytyksenä on porareikämittauksella todennettu kosteusmittaustulos RH <90% paikalla valetusta betonilaatasta tai ontelolaattakentästä. Lattiatasoitekerroksen tulee saavuttaa RH <85%, jotta lattia on riittävän kuiva pintalattian asentamiseen. Asiantunteva kosteushallintakoordinaattori ja puolueeton sertifioitu kosteusmittaaja ovat keskeisessä roolissa rakennuksen kuivumissuunnittelun ohjaamisessa.

RTS-ympäristöluokituksessa arvioidaan kuivumisaikojen huomioimista yleisaikataulussa. Eli pintalattiatasoitteiden osalta tämä tarkoittaa sitä, että yleisaikataulusta pitää pystyä

perustella holvivalun ja pintalattiavalun välinen kuivumisaika. Sama pätee myös pintalattiavalun ja pintalattian asennuksen väliselle aikataululle.

Onnistunut pintalattiavalu on rakennuksen elinkaariaikaisesti merkittävä. Kuivissa huonetiloissa pintalattiavalu toimii asennuspohjana lattiamateriaaleille kuten laminaatille ja parketille. Rakennuksen elinkaaren aikana pintalattiavalua ei tarvitse lähtökohtaisesti suunnitella uusittavaksi, sillä materiaalivalmistajat ilmoittavat tuotteen käyttöiäksi 60 vuotta. Rakennuksen huoltokirjaan liitettävässä pitkän tähtäimen suunnitelmassa voidaan huomioida lattiatasoitevalut huoltovapaina. Märkätiloissa onnistuneella ja tasaisella pintalattiavalulla voidaan vähentää merkittävästi nestemäisen vedeneristeen tarvetta. Rakennuksen elinkaaren aikana märkätilojen kallistusvaluja joudutaan todennäköisemmin korjailla, sillä usein vedeneriste vahingoittuu kun märkätilan pintamateriaali irroitetaan. Tämän lisäksi märkätilojen suhteen lattian kallistukseen ja vedeneristämiseen liittyvät standardit todennäköisesti päivittyvät seuraavan viidenkymmenen vuoden ajalla.

Pintalattiatasoiteilla on rakennusmateriaalien päästöluokitus M1, eli pintalattiatasoitteet osaltaan auttavat rakennuksen sisäilman laatuun suotuisasti ja ovat vähentämässä materiaaleista aiheutuvia emissioita. Pintalattiatasoiteille löytyy Rakennustiedon tietokannasta 15 rakennusmateriaalien päästöluokitus M1 sertifioitua tuotetta. M1 tuotteita löytyy Saint-Gobain Finland Oy tuotteista 5kpl, Kiilto Oy tuotteista 3kpl, Fescon Oy ja Knauf Oy tuotteista 2kpl sekä yhdet tuotteet Ardex Oy, Pukkila Oy Ab ja Kuivabetoni Jurvanen ja Havo Oy valikoimista. RTS EPD -ympäristöseloste löytyy ainoastaan Kiilto Oy:lta ja se käsittelee kuutta eri lattiatasoitetuotetta. (Rakennustietosäätiö RTS sr, n.d.)

4.1.3 Ikkunoiden vaikutus RTS ympäristöluokitukseen

Ikkunoiden osalta RTS-ympäristöluokitusanalyysissä löydettiin suora vaikutus 39/113 kysymykseen ja epäsuora vaikutus 4/113 kysymykseen

Suunnitteluvaiheessa ikkunoilla on iso vaikutus RTS ympäristöluokitukseen. Suunnitellun ikkunapinta-alan tulee olla yli 15% huoneen lattiapinta-alasta, mutta esimerkiksi yli 30% ikkunapinta-alaa tuo kohteelle erityisen suuren lämpökuorman, ja vaatii suunnitteluratkaisuja jäähdytyksen toteuttamiseen. Ikkunoiden suunnittelulla voidaan vaikuttaa myös rakentamisen passiiviseen jäähdyttämiseen esimerkiksi suunnittelemalla lasipintoja varjosiin paikkoihin, lisäämällä tuuletusikkunoita, lisäämällä lasipinnoitteisiin aurinkokalvoja sekä varustamalla lasit sälekaihtimin. Vastaavasti talvikaudella suuret lasipinnat aiheuttavat lämpöhäviötä.

Energiatehokas rakentaminen on tuonut myös negatiivisia vaikutuksia rakenteisiin. Ikkunoiden osalta luvussa 3.4.2. on mainittu energiatehokkaan ikkunan lasipintoihin muodostuva kondenssivesi. Kuvassa 21 havainnollistettu opinnäytetyötutkijan aiemmalta Skanska Oy työmaalta, jossa ilmanvaihto suunniteltu tasapainoon, kondenssiveden kertymistä avattavan ikkunan ulkolasin sisäpinnalle. Yksi tapa vaikuttaa ikkunoiden huurtumattomuuteen on IV-suunnittelu. Energiatehokkuus on tuonut suunnittelijoille pyrkimyksen suunnitella ilmanvaihto tasapainoiseksi. Ilmanvaihdon toteutuksen ja suunnitelmien välille on määritetty omat toleranssit, joiden perusteella suunniteltu tasapaino voidaan hyväksyä toteutuksessa lievästi yli- tai alipaineen puolelle. Ylipainetilassa huoneilma pyrkii mahdollisista reiteistä ulos, kuten avattavien ikkunoiden puitteiden välistä. Alipaine on tunnistettavissa käyttäjälle esimerkiksi raskaasti avautuvasta ovesta. Tämä ilmiö on vielä tuore, ja vaatii lisätutkimuksia, jotta riski saadaan hallittua. (Vallox, 2021)

Kuva 21. Kondenssivesi avattavan ikkunan ulkolasin sisäpinnalla.



Onnistunut ikkunasuunnittelu mahdollistaa rakennuksen elinkaarikustannuksiin merkittäviä säästöjä minimoimalla talvikauden lämpöhäviöstä ja kesäkauden jäähdytystarpeesta aiheutuvat energiakustannukset. Onnistunut ikkunasuunnittelu mahdollistaa myös ikkunoille pitkän tähtäimen suunnitelman mukaisesti 50vuoden ajanjakson ilman tuotevaihtoja. Huoltokirja-aineistoon ja pitkän tähtäimen suunnitelmaan tulee kuitenkin huomioida tuotevalmistajan ohjeistus. Esimerkiksi PihlaPro ohjeistaa MSE puualumiini-ikkunalleen käyttöäksi 60vuotta edellyttäen huoltomaalukset 15 vuoden välein, tiivistevaihdot 10 vuoden välein ja lasitusten pesut tarvittaessa.

Suunnitteluvaiheessa pystytään vaikuttamaan ikkunan turvalliseen huollettavuuteen. Esimerkiksi kerrostaloon suunnitellut avautumattomat lasipinnat muualla kuin parvekkeen kohdalla ovat mahdottomia huoltaa ja pestä ilman nostokonetta. Tämä lisää merkittävästi pesuun ja huoltoihin kohdistuvia kustannuksia ja alentaa käyttömukavuutta. Lisäksi ikkunoiden sijoittelu on tärkeässä roolissa rakennuksen muuntojoustavuuteen liittyen. Ikkunasijoittelun tulee toimia myös huonetilojen uudelleen jakautumisen kanssa.

Ikkunat toimitetaan työmaalle teräsbetonelementtitalojen runkovaiheen rakentamisen aikana kerroskohtaisesti. Kuljetuksista tulevia päästöjä sekä rahtikustannuksia kertyy työmaalle yhtä paljon, kuin on rakentuvia kerroksia. Ikkunat nostetaan torninosturin avulla valetulle holville ennen seuraavan holvimuotin asennustyön aloittamista. Tällä tavalla saadaan ikkunat nostettua mahdollisimman lähelle asennussijaintia ja asennushenkilöihin kohdistuva rasitus mahdollisimman pieneksi. Ikkunat painavat todella paljon, joten vähäinenkin liikuttelu tuo asentajalle kohtuutonta fyysistä kuormaa.

Ikkunatoimitukset pakataan kuljetuskalustoon kuormalavoille ja samalla kuormalavalla ikkunat nostetaan torninosturilla holville. Kuormalavat ovat kierrätettäviä uusiokäyttöön ja täten eivät aiheuta jätejakeita. Ikkunoiden lasitukset suojataan muovein, jotta lasipinnat säilyisivät mahdollisimman ehjinä. Betonijäämät lasipinnoissa aiheuttavat valumia, joiden poisto vaatii happopesun työmaan loppusiivousvaiheessa. Kirkas suojamuovi tulee syntypaikkalajitella työmaalla, ja tämä kannustaa lisäämään erillisjakeiden määrää työmaan jätehuoltoon suunniteltaessa.

Ikkunat kuuluvat osaksi julkisivurakennetta, mutta ovat myös osana sisäpintamateriaaleja. Ikkunoille ei löydy Rakennustiedon arkistosta M1 päästöluokiteltuja tuotteita.

Maalivalmistajat ovat kuitenkin M1 luokitelleet puuikkunapintoihin soveltuvia tuotteita. RTS EPD Ympäristöselosteita ikkunoihin liittyen löytyy kolme kappaletta, jotka ovat Pihla Group Oy teettämiä. Erona EPD dokumenteissa on erilaiset brändinimet sekä tehtaiden sijainnit. (Rakennustietosäätiö RTS sr, n.d.)

5 MATERIAALIRYHMIEN VAIKUTUS HIILILASKENTAAN

Skanska Oy käyttää rakennushankkeen hiililaskentaan One Click LCA ohjelmistoa. Tämän avulla on vaivatonta todentaa hankkeen elinkaaren aikaisia päästöjä ja kustannuksia sekä ympäristövaikutuksia. Skanskan hiilitiekartan mukaisissa toimissa kohti hiilineutraalius 2045 tavoitetta, on määritetty hiililaskenta osaksi jokaista hanketta vuodesta 2022 alkaen. Hiililaskennassa otetaan huomioon rakentamisen lisäksi materiaalisidonnaiset päästöt sekä hankkeen käytön aikainen energiakulutus. Lakisääteisesti hiililaskentaa vaaditaan osana rakennuslupaa vuoteen 2025 mennessä, ja Skanska Oy:n tavoitteena on tuottaa hiililaskennasta osa prosessia ennen lainsäädännön vaatimusta.

Vuodesta 2022 alkaen Skanska Oy hiililaskenta tehdään kaksiosaisena. Ensimmäinen hiililaskenta tehdään suunnittelua ohjaavana laskentana, eli sen avulla tunnistetaan hankkeen merkittävimmät kasvihuonekaasupäästölähteet hiilijalanjälkianalyysistä. Tämän perusteella tehdään analysointia vaihtoehtoisista menetelmistä hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi tilatehokkuuden parantaminen, rakenteiden kevennys, uusiutuvan energian hyödyntäminen sekä materiaalitehokkuus. Vaihtoehtoisten menetelmien analysoinnissa otetaan huomioon niiden vaikutukset tuotteen laatuun, kustannuksiin sekä aikatauluun.

Toinen hiililaskenta, eli todentava hiililaskenta, tehdään yleissuunnitteluvaiheessa, ja tämän laskennan perusteella ei tehdä merkittäviä suunnitelmamuutoksia. Todentavalla laskennalla saadaan tieto hankkeiden hiilijalanjälkitasosta. Lisäksi todentava laskenta on lähtötietona kun lainsäädännön vaatimukset julkistetaan.

Skanskalla on koottuna sisäinen hiililaskentaverkosto, joka koostuu neljästä pääkäyttäjistä sekä yhdestätoista avainkäyttäjistä, jotka edustavan Skanskan sisäisesti eri liiketoimintayksiköitä sekä maantieteellisesti eri alueita. Oman hiililaskentaverkoston lisäksi hankkeissa on mahdollisuus käyttää konsulttiapua hiililaskentaan.

5.1 Materiaaliryhmien vaikutus hiililaskentaan

Asuinkerrostalon valmistaminen vaatii paljon suunnittelutyötä, rakennustyötä sekä materiaaleja. Kuten kuva 22 havainnollistaa, on materiaalien osuus rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisesta yli 20%. Materiaaleista syntyvää hiilijalanjälkeä pystytään pienentämään ohjaamalla suunnittelua ja hankintaa valitsemaan kiertotalous- ja vähähiilisiä materiaaleja. Rakennusliikkeen liikevaihdon enemmistö osa muodostuu yrityksen ulkopuolisista hankinnoista. On tärkeää että yhteistyökumppanit sitoutuvat hiilineutraaliustavoitteeseen.

5.1.1 Vastuullinen materiaalihankinta

Rakennushanke on yhtä vastuullinen, kun siellä työskentelevät henkilöt sekä työstettävät materiaalit ovat. Skanskalla päätoteuttajana on päävastuu, mutta hankinnan avulla voidaan vaikuttaa vastuiden jalkautumiseen ja toteutumiseen. Yleisesti vastuita voidaan tarkastella ympäristövastuun, sosiaalisen vastuun sekä taloudellisen vastuun näkökulmista. Skanska on laatinut Supplier Code of Conductin yhteistyökumppaneille määrittämään vastuullisuuden rajat. Jokaisen valitun yhteistyökumppanin pitää sitoutua ohjeistukseen.

Taloudellinen vastuu on yrityksen kannattavuudesta huolehtimista. Vastuullisissa hankinnoissa tämä näkyy yhteistyökumppaneiden taloudellisen vakauden tarkastamisena sekä keskitetyn hankinnan hyödyntämisenä. Sosiaalinen vastuu vaatii yhteistyökumppaneita sitoutumaan tarjoamaan oikeudenmukaiset työolot työntekijöilleen työturvallisuuden, työläinsäädännön, työehtosopimuksen mukaisen palkkauksen sekä tilaajavastuulain noudattamisen muodossa.

Materiaalien ollessa suuri päästöaiheuttaja rakentamisvaiheen hiilijalanjäljessä, on materiaalihankinnalla myös potentiaalia päästövähennyksien muodostumisessa. Skanskalla on laadittu vähähiilisten tuotteiden kartoitusprosessi, joka on tämän opinnäytetyötutkimuksen taustalla. Skanskan pääpainopistealueet prosessin materiaali innovaatioissa ovat betoni, teräs ja asfaltti sekä kategoria muut tuoteryhmät. Prosessin mukaisesti tiedonkeräämiseen vähähiilisistä materiaaleista osallistetaan hankinta ja projektin henkilöstö. Skanskalla on olemassa oma arkisto, johon materiaalityöntekijät voivat laatia vastauksen sähköisesti Forms kyselyyn vastaamalla. Kysely on kaksivaiheinen, jonka ensimmäinen osa kartoittaa vähähiilisiä materiaaleja ja toinen osa kartoittaa yritysten vähähiilisyys strategioita ja toimia.

Vähähiilisyysstrategioissa ja toimissa yhteistyökumppaneilta kysytään heidän raportoimistaan päästöistä. Standardeja päästöjen raportointiin on useita, mutta käytetyin on Green House Gas Protocol eli kasvihuonekaasuprotokolla, joka ottaa huomioon ympäristön lisäksi yhteiskunnallisen näkökulman. Kasvihuonekaasuprotokolla jaottelee päästöt kolmeen luokkaan. (Green Carbon Finland, n.d.)

Ensimmäinen kasvihuonekaasuprotokollan mukainen luokka on Scope 1, joka sisältää kasvihuonekaasupäästöt, joihin yritys voi vaikuttaa ja kontrolloida niitä suoraan. Näitä ovat esimerkiksi yrityksen omat energian kulutukset. Scope 2 luokassa tarkastellaan tuotannon epäsuoria päästöjä, kuten esimerkiksi ostetun energian päästöjä. Scope 3 luokka tarkastelee kaikkia epäsuoria päästöjä joita ovat esimerkiksi tuotteen loppukäytöstä aiheutuvat päästöt ja materiaalin hankinnasta ja loppusijoituksesta aiheutuvat päästöt. Yrityksen on helppo laskea luokista Scope 1 ja 2 aiheutuvat päästöt, mutta merkittävin päästö saattaa kuitenkin syntyä Scope 3 luokasta. (Green Carbon Finland, n.d.)

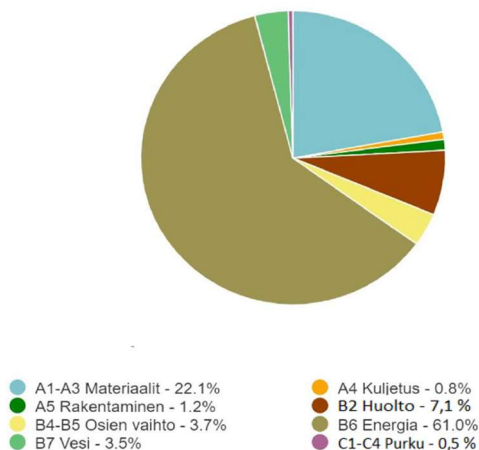
Skanskan vähähiilistä materiaalihankintaa yhteistyökumppaneiden kanssa kehitetään neljällä hiilitiekartassa tunnistetulla toimella. Ensimmäinen toimi on suosia EPD ympäristöselostein todennettuja materiaaliveitohjeita. EPD sisältää tuotteen elinkaarianalyysin, auttaa toimittajaa pohtimaan ja kehittämään toimintatapoja ympäristöystävällisyyden näkökulmasta sekä ostajaa hahmottamaan yhteistyökumppanin ympäristötyön tilanteen. Toinen toimi on edistää kiertotaloutta suosimalla kierrätysraaka-aineita sisältäviä

materiaaleja ja mahdollisuuksien mukaan uudelleen käytettäviä tuotteita. Lisäksi kiertotalouteen liittyy myös materiaalille suunniteltu uusiokäyttömahdollisuus elinkaaren päätepisteessä. Kolmantena toimena on materiaalitehokkuus, jonka tavoitteena on saada hankittavat määrät optimoiduiksi ja hukka minimiin. Neljäntenä toimena raportointia kehitetään.

5.1.2 Materiaaliryhmien vaikutus toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkeen

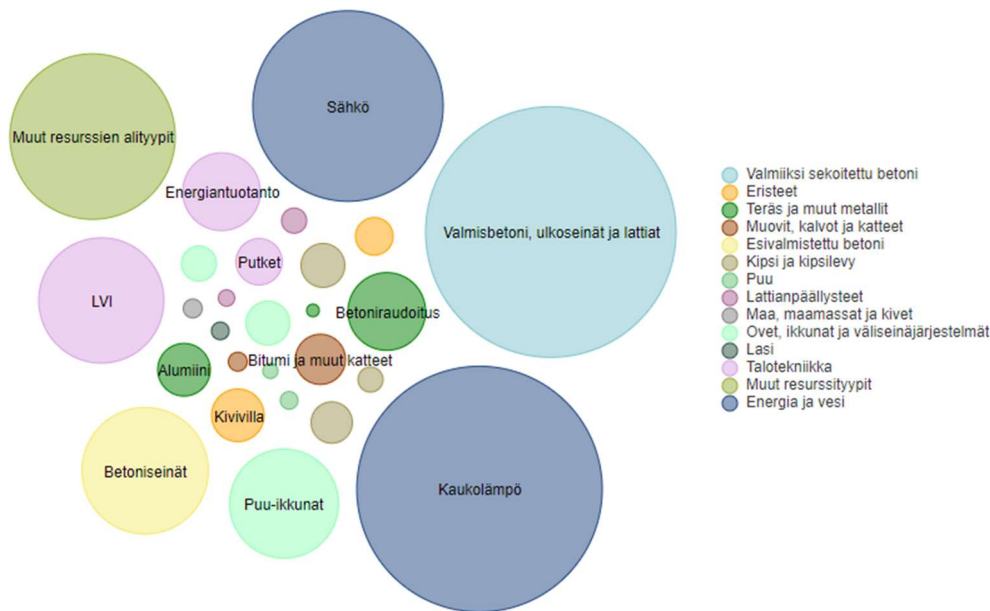
Toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkilaskenta-analyysi on toteutettu suunnitteluvaiheessa ja hiililaskenta-analyysi on toimitettu osaksi rakennuslupaa. Hiililaskenta-analyysi on toteutettu ympäristöministeriön 30.8.2019 rakennuksen vähähiilisyyden arviointi kriteeristöön perustuen. Hiilijalanjälkeen liittyvistä lähtötiedoista oleellisia ovat bruttoala 3603m² sekä lämmitettävä nettoala 3254,5m². Toimintatutkimuskohteelle on laskettu energialuokka A2018 ja ostoenergian kulutus vuositasolle 304738kWh. Lähtötietojen sekä syötettyjen materiaalitietojen perusteella toimintatutkimuskohteen hiilijalanjäljeksi muodostuu vuositasolla lämmitettyä nettoalaa kohden 31,01kg CO₂e/m²/a ja elinkaaren kokonaispäästöiksi 5047t CO₂e 50 vuoden ajanjaksolla tarkasteltuna. Kuvassa 22 on havainnollistettu hiilijalanjäljen jakautumista prosentuaalisesti eri päästölähteisiin. Toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkeä on verrattu Green Building Council Finlandin hiilijalanjäljen vertailulaskuriin, jolla todettiin toimintatutkimuskohteen hiilijalanjäljen olevan 27,4% pienempi vertailutasoa.

Kuva 21. Toimintatutkimuskohteen hiilijalanjäljen muodostuminen



Rakennusmateriaalien osalta syötetyt päästötiedot on otettu lähtökohtaisesti suomalaisista EPD-ympäristöselosteista. Mikäli sellaista ei ole ollut laskentaan saatavilla, on käytetty vastaavan tuotteen pohjoismaista selostetta ja tämän jälkeen eurooppalaista. Jos ympäristöselostetta ei ole käytettävissä, on käytetty One Click LCA ohjelmasta löytyvää geneeristä dataa. Kuvassa 23 on havainnollistettu kuplakaavion muodossa eri materiaalien vaikuttavuutta hiilijalanjälkilaskenta-analyysissa. Opinnäytetyötutkimuksessa tarkasteltavista materiaalityypistä ikkunat ovat kasvihuonekaasupäästömääriltään toimintatutkimuskohteessa merkittävimpien materiaalityyppien joukossa. EPS- eristeet ja lattiatasotteet eivät listaudu merkittävimpiin päästöjä aiheuttaviin materiaaleihin.

Kuva 23. Toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkeen vaikuttavat materiaalit kuplakaaviossa



5.1.3 EPS-eristeet

Toimintatutkimuksessa lähestyttiin Suomessa toimivia EPS-eristevalmistajia sähköpostitse, ja tämän jälkeen osan toimijoista kanssa pidettiin tarkentava Teams-palaveri aiheeseen liittyen. Kuvassa 24 on esitetty kaavio, josta selviää materiaalityypittävät, joita kontaktoitiin toimintatutkimusvaiheessa. EPS-eristeiden osalta kyselyyn vastasi yhteensä neljä Suomessa toimivaa materiaalityypittävää. Materiaalityypittävistä Inora Oy:llä oli toimintatutkimusaikaan EPD laskentavaiheessa, jonka verifioiduttomien tulosten perusteella

CO₂ vähennystä olisi odotettavissa jopa 80%. Materiaalivalmistajista Jackon Oy turvautui EPD arvona käyttämään EUMEPS European Manufactures of Expanded Polystyrenen laatimaa yleistä EPD arviointia EPS-eristeille.

Kuva 24. Materiaalivalmistajat, joita lähestyttiin toimintatutkimusvaiheessa.

	Yritys	Ei vastausta	Vastaus	Palaveri
Lattiatasotteet	Kiilto Oy		x	x
	Ardex	x		
	Saint-Gobain Finland Oy		x	x
	Sika Finland Oy (Casco / Schönox)	x		
	Lakka Rakennustuotteet Oy	x		
	Mapei Oy	x		
	H+H Finland (Siporex)	x		
	Knauf Oy	x		
	Finnsementti Oy		x	x
	Insto Sulin Oy		x	
	Sto Finexter Oy	x		
	Fescon Oy		x	x
	Bostik Oy		x	
	Ikkunat	Pihla Group Oy		x
Kaskipuu Oy		x		
Piklas Oy		x		
HIT-NORDIC Hämeenkyrön ikkunatehdas Oy		x		
Karelia-ikkuna Oy		x		
Lasivuorimaa Oy		x		
Lammin ikkuna Oy		x		
Fenestra Oy		x		
Alavus Ikkunat Oy		x		
Skaala IFN Oy		x		
Ritalasi Oy		x		
Aki-Lasi Oy		x		
EPS-Eristeet	Finnfoam Oy		x	x
	Bewi Oy		x	x
	Styroplast Oy		x	
	Jackon Oy		x	
	Inora Oy		x	
	Prosentit:	60 %	40 %	23,30 %

Tuotevalmistajista Finnfoam Oy ja BEWI Oy olivat laskeneet tuotteilleen EPD ympäristöselosteet. BEWI Oy EPD on verifioinut The International EPD System ja Finnfoam Oy EPD on verifioinut RTS EPD-ympäristöseloste. Toimintatutkimuksessa päädyttiin käyttämään Finnfoam tuotetta vertailuun, sillä EPD ja tehtaiden sijainti sopivat opinnäytetyön raja-alueisiin paremmin.

EPS-eristeiden osalta toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkilaskennassa käytettiin materiaalmääränä 1345m². Ensimmäisenä materiaalivalmistajaa muuttaessa huomattiin, että alkuperäisessä hiililaskelmassa oli käytetty suunnitelmista poikkeavia paksuuksia EPS-eristyksen osalta. Muutettaessa materiaali Finnfoamin tuotteeseen ja suunnitelmien mukaisille paksuuksille, nousi hiililaskennan tulos hieman.

Finfoam tarjoaa asiakkailleen FF-kierrätysräkki palvelua. FF-kierrätysräkkiin kierrätetään työmaalla syntyneet ylijäämä tuotteet ja täydet säkit palautetaan Finfoamille, jossa ylijäämätuotteet voidaan jalostaa osaksi materiaalin raaka-aineita. Eli Finfoamin FF-kierrätysräkki palvelu osaltaan mahdollistaa aidosti kiertotalouden syntymisen tuotteissaan. Tämän lisäksi hyödyt työmaalle ovat huomattavat. Eristyksestä ei synny raportoitavaa jätehukkaa. Hiililaskennassa oli arvioitu EPS-eristeiden hukan määräksi 4%. FF-kierrätysräkkipalveluun perustuen hukka muutettiin 0% . Kun eristepaksuus muutettiin vastaamaan suunnitelmia, laskentaan syötetty tuote korvattiin Finfoam tuotteella ja hukkamäärä vaihdettiin 0% , muuttui hiililaskennan tulosta -0,064% pienemmäksi.

5.1.4 Ikkunat

Toimintatutkimusvaiheessa lähestyttiin sähköpostilla 12 eri suomessa toimivaa ikkuna tai lasitoimittajaa. Kontaktoidut yritykset on esitetty kuvassa 24. Vastauksia tuli vain yhdeltä yritykseltä, joka on Pihla Group Oy. Pihla Group Oy:n kanssa ympäristötyötilannetta tarkennettiin Teams-palaverin avulla. Pihla Group on tehnyt ensimmäisen EPD ympäristöselosteen vuonna 2013 toimiessaan Eskopuu nimellä. Viimeisin päivitys EPD sertifikaattiin on tehty 2019 ja se on verifioitu RTS EPD -ympäristöseloste.

Ikkunoiden osalta toimintatutkimuskohteen hiilijalanjälkilaskennassa käytettiin materiaalmääränä 793m². Materiaalin tietoja tarkastettaessa huomattiin, että järjestelmään syötetty EPD arvo oli vanhentunut ja päästöarvo oli peräisin vuoden 2013 Eskopuu laskelmasta. Tuote muutettiin Pihla Group 2019 Eskolan tehtaan EPD laskelmaan, ja hiililaskennan tulos muuttui +1,56% suuremmaksi.

Materiaalitoimittajien vastaamattomuus sähköpostikyselyyn oli hälyttävää. Tästä heräsi huoli ikkunatoimittajien ympäristötyön tilanteesta, sillä suomalaisista toimijoista ainoastaan Pihla Groupilta löytyi RTS EPD-ympäristöseloste. Toimintatutkimuksen aikana mediassa rakennusalan Projektiutiset -lehdessä uutisoitiin Original Sokos Hotelli Ilveksen remontissa vanhojen ikkunoiden päätyneen Revisol Oy:lle kierrätykseen, jossa lasitus murskattiin ja toimitettiin Saint-Gobainille uusioraaka-aineeksi. Voitaisiinko vanhat ikkunat pyrkiä

purkamaan eyinä ja käyttämään lasitus uudelleen materiaaliraaka-aineena uusille ikkunoille?
(Projektiutiset, n.d.)

5.1.5 Lattiatasoitteet

Toimintatutkimuksessa lähestyttiin suomessa toimivia lattiatasoitevalmistajia sähköpostitse, ja tämän jälkeen osan toimijoista kanssa pidettiin tarkentava Teams-palaveri aiheeseen liittyen. Kyselyyn vastasi yhteensä seitsemän suomessa toimivaa materiaalivalmistajaa. Toimintatutkimuksessa kontaktoidut yritykset on osoitettu kuvan 24 taulukossa. Lattiatasoitteiden materiaalivalmistajat olivat selvästi eniten aktivoituneet ympäristötyön kehittämiseen. Pumppuautotasoitukseen soveltuvia tuoteratkaisuja tarvoavilta materiaalivalmistajilta EPD-ympäristöseloste oli laskettu Kiilto Oy ja Saint-Gobain Finland Oy toimesta. Fescon Oy:llä oli laskenta käynnissä ja muilla haastateltavilla materiaalivalmistajilla tuoteperhe erikoistui käsisekoitus -tuotantoon.

Lattiatasoitteiden osalta toimintatutkimuskohteen hiilijalanjätkilaskennassa käytettiin materiaalmääränä kuivissa huonetiloissa 2352m². Hiilijalanjätkilaskennan kanssa törmättiin samaan epäkohtaan kuin eristyksen kanssa. Lattiatasoitepaksuus oli alkuperäisessä hiilijalanjätkilaskennassa eroava suunnitelmien mukaiseen tasoitepaksuuteen. Toinen ongelma liittyi materiaalien saatavilla oleviin EPD arvoihin. EPD ympäristöselosteita oli hankala löytää toimintatutkimuskohteeseen suunnitellulle kipsipohjaiselle lattiatasoitemateriaalille.

Materiaalina laskennassa käytettiin Weber Vetonit 110 Fine Plaano Plus tuotetta. Lattiatasoitekerroksen paksuus muutettiin vastaamaan suunniteltua ja tämän perusteella hiilijalanjälki nousi +0,13%. Lattiatasoitteet toimitetaan pumppaamalla, joten työmaaolosuhteissa ei synny hukkaa materiaalista. Hiililaskennassa hukan määrä oli arvioitu 12%. Hiililaskennassa hukan määrä muutettiin vastaamaan työmaaolosuhteiden todellisuutta, eli 0%, jolla saavutettiin -0,044% pienempi hiililaskennan tulos.

Kiertotalous osaltaan lattiatasoitemateriaalien osalta toteutui pumppuautoissa, sillä pumppuauton mukana työmaalle saapuvat kuiva-aineet menivät hyötykäyttöön seuraavalla

työmaalla. Reseptiikka on kemiallisesti monimutkaista, joten vielä ei ole tarjolla markkinoilla esimerkiksi ylijäämä kuiva-aineista kehitettyä uutta seosta. Työmaaolosuhteiden käsitasoitustarpeisiin tasoiteaineita toimitetaan yleisesti suursäkeissä, piensäkeissä sekä valmiina sekoituksina ämpäreissä. Lattiatasoitteiden osalta ei ole materiaalivalmistajat vielä lanseeranneet vastaavia palveluita, kuten Finnfoamin FF-kierrätysäkki. Eli työmaalle hankitut ylimääräiset kuiva-ainesäkit päätyvät jätejakeeksi työmaan päätyttyä, sillä tuotteen parasta ennen -päiväys tulee todennäköisesti vastaan, ennen kuin seuraava työmaa alkaa.

6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyötutkimus projekti on antanut täysin uuden näkökulman tarkastella omaa työtehtävää aiempaa vastuullisemmasta näkökulmasta. Tutkimuksen edetessä tuli selväksi, että jokaisella yksilöllä, teolla ja materiaalilla on mahdollisuus vaikuttaa osaltaan ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja hiilineutraaliuden saavuttamiseen.

Ympäristövastuullisuuden ympärille on kehitetty paljon digitalisaation avulla työkaluja, jotka helpottavat tavallisia ihmisiä tunnistamaan materiaaleihin liittyvät vaikutukset. Vaikka työkaluja ja tutkittua tietoa on paljon, yksilötasolla tietoa saattaa olla hyvin vaihtelevia määriä. Hiiliviisaus on henkinen pääoma, jota tulee organisaatiossa kasvattaa jokaiselle jäsenelle.

Ensimmäinen opinnäytetyön tutkimuskysymyksistä oli: mitkä kolme materiaaliryhmää ovat oleellisia hiilijalanjäljen kannalta kerrostalorakentamisessa, valinnan perustelu ja selvitys tuoteryhmien vaihtoehtoisista materiaaleista. Materiaalivalintojen ulkopuolelle jätettiin Skanska Oy toimesta paljon tutkitut teräs, betoni ja asfaltti. Kuva 23 osoitti, että näiden jälkeen merkittävin materiaaliryhmittymä liittyy talotekniikan toteutukseen.

Opinnäytetyötutkijan sisävaiheen työnjohtokokemuksen perusteella materiaaliryhmiksi valittiin ikkunat, lattiatasoitteet ja EPS-eristeet. Selvitys vaihtoehtoisista materiaaleista jäi osaltaan lyhyeksi, sillä esimerkiksi ikkunatoimittajat eivät vastanneet kyselyyn ja heiltä ei löytynyt EPD-ympäristöselosteita. Kaikkia haastateltuja tuoteryhmiä ja toimijoita yhdisti ajatus siitä, että markkinoille ei lanseerata vähähiilistä brändiä vaan yrityksen kokonaispäästöt pyritään vähentämään.

Toinen opinnäytetyön tutkimuskysymyksistä oli: Valittujen materiaaliryhmien vaikutus kerrostalotyömaalla käytettyyn RTS-ympäristöluokitukseen. Tämä osio oli opinnäytetyötutkimuksen opettavaisin ja selkein toteuttaa. Analyysia varten valmistin taulukon, joka sisälsi RTS-ympäristöluokituskriteeristön syventävine kysymyksineen. Analysoinnissa otettiin huomioon materiaalien suorat ja epäsuorat vaikutukset kysymyksiin vastauksiin.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli selvittää valittujen materiaaliryhmien vaikutus kerrostalotyömaan hiililaskentaan. Hiililaskenta-analyseista selvisi, että esimerkiksi lattiatasoitepaksuus ja EPS-eristepaksuus oli merkitty väärin ja ikkunoillekin on saatavilla vain yhden kokoiselle karmisyvyydelle ja ikkuna-aukolle laskettu EPD-ympäristöseloste. Tämän lisäksi inhimillinen virhe syötettäessä yksikköä, vaikuttaa oleellisesti laskennan loppuprosentteihin. Laskelmissa oli arvioitu materiaalihukkaa, joita oli mahdollista vähentää esimerkiksi pumppuautotasoituksen ja Finnfoam Oy FF säkin avulla. Vähentämällä hukkaa, saatiin hiilijalanjälki pienemmäksi.

Toimintatutkimus jatkuu opinnäytetyötutkijan osalta, siten että yhteydenpito materiaalivalmistajiin jatkuu ja kun EPD-ympäristöselosteita julkaistaan lisää, kootaan niiden keskeisestä sisällöstä tieto työmaille. On tärkeää tuoda materiaalitiedot esille niille, jotka päivittäin materiaalia tilaavat ja työstävät. Tähän koontiin sisällytetään myös hintavertailu eri tuotteiden välillä, jotta nähdään vähähiilisyden kustannusvaikutuksia. Opinnäytetyön sisällöstä on tarkoitus laatia ympäristöriihimateriaali, jonka avulla tietoa voidaan jalkauttaa koko työmaaorganisaatiolle.

Tämä opinnäytetyötutkimus avasi ymmärrystä siitä, että hiililaskennan tulos on vielä pitkälti teoreettisella tasolla, mutta tarvitsee jatkotoimiksi tiivistä suunnittelun ja hankinnan ohjausta, jotta työmaa toteutetaan hiililaskennassa käytetyillä materiaaleilla. Yksittäisen rakennuksen elinkaaren aikainen energiankäyttö on sen merkittävin kasvihuonekaasupäästölähde. Teräsbetonikerrostalossa merkittävä osa materiaalien kasvihuonekaasupäästölähteistä ovat betoni, teräs ja talotekniikan toteuttaminen. Opinnäytetyötutkimukseen valittujen materiaaliryhmien vaikuttavuus hiililaskenta-analyysin kokonaistulokseen on lähes mitätön. Merkittävin hiililaskenta-analyysin tuloksiin vaikuttanut

asia oli hukan minimointi. Työmaaolosuhteissa tulee suosia yhteistyökumppaneita, jotka toimittavat määrät vain tarpeeseen ja hyödyntävät hukkamateriaalit toisilla työmailla tai raaka-ainemateriaalina.

Ilmastonmuutos on kaikille rakennukseen elinkaareen liittyville tekijöille yhteinen uhka tai mahdollisuus. Hiilijalanjäljen pienentämisen saavuttaminen vaatii yhteistyötä. Yhteistyöhön tulee osallistua yritysten, raaka-ainetoimittajien, logistiikan, valtioiden, kaupunkien ja kuntien, suunnittelijoiden, toteuttajien, käyttäjien ja huoltajien jotta tuloksia saavutetaan aidosti. Yhteiskunta on kehittämässä hiilineutraaliustyötä, mutta osa toimista jakaa toimijoita erilleen yhteistyön lisäämisen sijasta.

Kiertotalous on rakennusalalla monimutkaista toteuttaa. Käytännössä toimet ovat tällä hetkellä ylijäämätuotteiden hyödyntämistä työmaalla, missä kyseistä osaa tarvitaan tai jätejakeen kierrättämistä uusiokäyttöön materiaaliraaka-aineeksi. Yksityisillä rakentajilla kiertotalous ylijäämämaterialin osalta toimii helposti ja digitalisaatio on tuonut paljon alustoja, joissa tarjota materiaaleja eteenpäin. Organisaatioissa on pelko korruptioepäilyistä ja etiikan vastaisesta toiminnasta, mikäli materiaalin kierto henkilöityy jonkun eduksi. Markkinoilla on yrityksiä, jotka noutavat ylijäämämaterialit ja myyvät niitä eteenpäin käyttöön. Tämä toimintamalli olisi hyvä saada myös organisaation sisäiseksi, sillä käyttökelpoisen ylijäämätuotteen hyötykäytöstä on myös taloudellista etua yrityksen sisällä.

Rakennusalaan kohdistuu hiilineutraaliustavoitteiden myötä paljon yhteiskunnallista painetta vähähiilisyys toimille. Vähähiilisyystyön tulee olla avointa ja läpinäkyvää, jotta sen uskottavuus säilyy. Ympäristösertifikaatit, EPD-selosteet sekä M1 luokitukset ovat hyviä keinoja saavuttaa heelineutraaliustavoitetta, mutta niiden käytölle tulee löytää yhteinen suunta.

Työn edetessä selvisi, että ajantasainen EPD-ympäristöseloste on haastava löytää. Helpoin tapa löytää EPD-ympäristöseloste, oli vieraila yrityksen omilla verkkosivuilla. Jokainen EPD-ympäristöselosteen myöntäjä arkistoi vain myöntämiään sertifikaatteja, joten esimerkiksi Rakennustietosäätiö RTS sr. hakutoiminnot eivät vastaa kokonaiskuvaa saatavilla olevasta määrästä. Tästä heräsi ajatus, että rakentajat tarvitsevat kansallisesti kootun arkiston EPD-

ympäristöselosteille, johon olisi tervetulleita kaikki verifioidut tulokset. EPD-ympäristöselosteissa oli paljon eroavaisuuksia ja tuotteiden vertailu oli esimerkiksi koko ja yksikkö poikkeamista johtuen hankalaa tai mahdotonta. Laskennan lopputulos on virheellinen, jos syötetty arvo ei vastaa tuotetta, määrälaskentaa tai rakennesuunnittelua.

Rakennussalaan liittyy ammattirakentajien lisäksi amatöörirakentajat, jotka remontoivat kotejansa. Pitkällä aikakehityksellä M1 ja EPD-ympäristöselosteissa on potentiaalia myös amatöörirakentajien materiaalivalinnoille, sillä asiakas ymmärtää näiden perusteella valintansa ympäristövaikutukset. Tätä varten tulee tehdä selkokielisiä tulkintaohjeita sertifikaattien lukemiseen. Tässä on mahdollisuus myös rakennusliikkeen asiakkaiden henkilökohtaisien valintojen ympäristöohjaamiseen kohti hiilineutraaliustavoitteita.

Ilmastonmuutos tuo mukanaan olosuhteisiin liittyviä riskejä, joista Suomen olosuhteissa yksi merkittävistä on sadekauden pidentyminen. Lisääntyvät sademäärät tuovat riskiä kosteudenhallintaan ja etenkin homehtumisen riski rakenteissa muuttuu merkittäväksi. Ikkunoihin liittyy jo nyt erinäisistä syistä kondenssivesien kerääntymistä, mutta ulkoilman kosteusprosentin noustessa tulee ongelmasta vielä vaativampi hallita.

Elinkaarianalyysi on rakennuksille mielenkiintoinen käsitteenä. Rakennuksille lasketaan elinkaarianalyysi ja pitkän tähtäimen suunnitelma PTS 50 vuoden käyttöajalle, mutta teknisestä käyttöajasta tavoitellaan huomattavasti pidempää. Lattiatasoitteiden EPD-ympäristöselosteen osalta käyttöiäksi arvioitiin 60 vuotta, mutta hyvällä koko kiinteistöön liittyvällä ylläpidolla tekninen käyttöikä pitenee huomattavasti. Käyttäjiä tulee opastaa pitämään parempaa huolta omaisuudestaan. Asunnon kierrättäminen sukupolvelta toiselle voidaan tulkita myös kiertotalouden ilmentymäksi.

Vähähiilisyystyö on yrityksille kallista. Verifioidut sertifikaatit maksavat lukuisia työtunteja sekä erilaisia järjestelmän toimista aiheutuvia kustannuksia ennen valmistumistaan. Kasvihuonekaasupäästöille on määritetty hinta kompensatiokauppaan. Investointikustannukset vähähiilisyystyölle saattavat olla moninkertaisia verraten kompensatiokauppahinnalle. Tämä saattaa olla haasteena yrityksiensä pohtiessa vähähiilisyystyön kannattavuutta.

Alkukartoituskyselyssä potentiaalia kierrätysmateriaaleille nähtiin Skanskan toimihenkilöiden vastaustuloksissa seuraavanlaisesti: eristeet 70,3%, lattiatasoiitteet 20,3% ja ikkunat 12,5%. Opinnäytetyötutkimus osoitti, että painopisteet potentiaalilla menevät samassa järjestyksessä. Eristetoimittajat ovat pisimmällä kiertotalousajatuksessa ja toimissa ja ovat kehittäneet konkreettisia ratkaisuja kuten Finnfoam Oy FF Floor. Lattiatasoiitteoimittajilla työ on aktiivisesti käynnissä EPD-ympäristöselosteiden laskemisessa ja kiertotalousinnovaatioiden luomisessa. Ikkunateollisuus tarvitsee aktivoida mukaan hiilineutraaliustyöhön.

6.1 Jatkokehitysehdotukset

Yksi merkittävimmistä jatkotutkimuskysymyksistä on miten saada hiililaskenta-analyysi ohjaamaan materiaalin käyttöä? Tällä hetkellä hiililaskenta-analyysiin syötetyillä materiaaleilla ja työmaatoteutuksessa käytettävillä materiaaleilla on syvä kuilu välissä.

Mikäli saneerauskohteella suunnittelua ohjaa museovirasto, kiertotalous toteutuu aidosti, sillä esimerkiksi ikkunoiden osalta vanhat elementit voidaan määrittää kunnostettaviksi. Jatkotutkimuskohteena ikkunattoimittajille olisi selvittää, miten muualta purettuja lasielementtejä voitaisiin hyödyntää uudiskohteilla. Tällä hetkellä ikkunasta päästöiltään merkittävin raaka-aine on lasi, joka hyödynnetään purkutoimien jälkeen lähinnä murskauksen kautta raaka-ainemateriaalina.

Digitalisaatio on nopeasti vallannut yhteiskunnasta sijansa. Rakentamisessa digitalisaatio näkyy etenkin rakennusautomaation hyödyntämisellä. Jatkotutkimuksena tähän opinnäytetyöhön, jossa rakennusautomaation avulla nähdään positiivisia vaikutuksia moniin ilmiöihin, olisi hyvä tutkia rakennusautomaation elinkaarta ja teknologiasta ja datan säilytyksestä aiheutuvaa hiilijalanjälkeä.

Työmaalla rakentamista toteutetaan työntekijöiden avulla, jotka käyttävät koneita ja välineitä keventääkseen työstä aiheutuvaa kuormitusta. Työn henkisen ja fyysisen kuormituksen optimoinnissa voisi olla mahdollisuuksia pidentää yksilön työelinkaarta.

7 LÄHTEET

Anttila, P. (1998). Tutkimisen taito ja tiedon hankinta.

<https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/>

Asuntokauppalaki 843/1994

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940843#L1P5>

Energiateollisuus, (n.d.), Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia, Haettu 28.2.2022

https://energia.fi/energiapolitiikka/kansallinen_ilmasto- ja_energiapolitiikka

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1119/2021

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN>

Euroopan unionin ilmastopolitiikka. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.

<https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>

FutureEarth & Sitra. 2018. EXPONENTIAL CLIMATE ACTION ROADMAP

<https://media.sitra.fi/2018/09/11132452/exponential-climate-action-roadmap.pdf>

Green Building Council Finland, (10.2.2022) Kiertotalouden edistäminen kuntien

hankinnoissa <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/02/Kiertotalouden-edistaminen-kuntien-hankinnoissa-FIGBC-2022.pdf>

Green Carbon Finland,(n.d.) Mikä ihmeen Scope 1,2,3? Haettu 10.2.2022

<https://greencarbon.fi/mika-ihmeen-scope-1-2-3/>

Huttunen, E. (2021). Kiertotalous rakennetussa ympäristössä, Rakennustieto Oy

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. (2020). Kohti vähähiilistä rakentamista –opas arviointiin ja

suunnitteluun, Rakennustieto Oy

Kansainväliset ilmastoneuvottelut. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.

<https://ym.fi/kansainvaliset-ilmastoneuvottelut>

Keeling curve, (n.d.). Haettu 10.1.2022

<https://keelingcurve.ucsd.edu/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Pantsar, M & Keronen, J. (2019). Tienhaarassa, johtajuus ilmastonmuutoksen aikakaudella, Docendo

Pariisin ilmastopimus. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/pariisin-ilmastopimus>

Pirkanmaan maakuntamuseo, (2012), Kantatehtaan ympäristön rakennusinvestointi selvitys
https://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8388/selvitykset/liite_16_rakennusinvestointi_2012.pdf

Projektiutiset (n.d.) Hotelli Ilveksen ikkunat hyötykäyttöön. Haettu 10.2.2022
<https://www.projektiutiset.fi/hotelli-ilveksen-ikkunat-hyotykayttoon/>

Rakennusteollisuus RT, (2020), Hiilitiekartta
https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyyden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf

Rakennustietosäätiö RTS sr, (2020), RTS ympäristöluokitus v1.11
https://cer.rts.fi/wp-content/uploads/rts-ymparistoluokitus-v1-11-asuinkiinteist_080920_voimassa-oleva-1.pdf

Rakennustietosäätiö RTS sr, (n.d.), Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1
<https://cer.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1/>

Rakennustietosäätiö RTS sr, (n.d.), RTS EPD -ympäristöseloste
<https://cer.rts.fi/epd-ymparistoseloste/>

Rakentaminen ja maankäyttö. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.
<https://ym.fi/rakentaminen-ja-maankaytto>

RATU KI-6033. (2018). Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy

Ratu 0405, (2012), Lattiatasoitetyö, Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy

RT 103241, (2020) Puu- ja alumiini-ikkunat. Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito , Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy

RT 36-11113 (2013) EPS-eristeet, Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy

RT 82-10821. (2004). Betonielementtirunkorakenteet. Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy

Sitra. 2020. Megatrendit 2020

<https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf>

Skanska Kodit, Härmälänranta

<https://kodit.skanska.fi/taloyhtiot/tampere/harmalanranta/>

Skanska Oy (n.d.). Haettu 20.11.2021

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

Skanska Oy, (n.d.). Hiilineutraaliustavoite. Haettu 28.1.2022

<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/vastuullisuus/ymparisto/hiilineutraaliustavoite/>

Skanska Oy, (2021), Skanskan työturvallisuus-,ympäristö-, tuote- ja logistiikkavaatimukset aliurakassa. <https://www.skanska.fi/4951aa/siteassets/tietoa-skanskasta/yhteistyokumppaneille/sopimusasiakirjat-ja-ohjeistukset/hankinta-asiakirjat-2021/skanskan-tyoturvallisuus-ymparisto-tuote-ja-logistiikkavaatimukset-aliurakassa.pdf>

Suomen ilmastopaneeli, (2018), Hiilineutraalisuuden tavoittelu – Mitä se on missäkin yhteydessä.

<https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuuden-tavoittelu-mita-se-on-missakin-yhteydessa.pdf>

Suomen ympäristökeskus SYKE (2020).Kiertotalouden osa-alueet ja edut

[https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_ kehittaminen/Kiertotalous/Kuvat_ ja_ infograafit/Kiertotalouden_osaalueet_ ja_ edut\(59110\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kiertotalous/Kuvat_ ja_infograafit/Kiertotalouden_osaalueet_ ja_ edut(59110))

Suomen ympäristökeskus SYKE. n.d. Laskureita ympäristövaikutusten arviointiin ja seurantaan. Haettu 16.12.2021

<https://www.syke.fi/co2laskurit>

Tampere, (2020), Hiilineutraali Tampere 2030 tiekartta

https://www.tampere.fi/tiedostot/h/k63zEwnY3/Hiilineutraali_Tampere_2030_tiekartta.pdf

Terveysten ja hyvinvoinnin laitos, (2021), Ilmastonmuutos, Haettu 28.2.2022

<https://thl.fi/fi/web/ymparistoverveys/ilmasto-ja-saa/ilmastonmuutos>

Tikka, S. (2021), Vähähiilisen rakentamisen lyhyt oppimäärä: työkalut, laskenta & miten päästä alkuun -Webinaari, One Click LCA

Tilastokeskus, (21.5.2021), Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2020
https://www.stat.fi/til/khki/2020/khki_2020_2021-05-21_kat_001_fi.html

Vallox, (26.1.2021) Onko alipaine rakentamisen suurin mörkö?
https://www.vallox.com/blogi/onko_alipaine_rakentamisen_suurin_morko.2748.blog

Valtioneuvosto, (n.d.) Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi
<https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi>

Valtioneuvosto, (2020), Reilulla siirtymällä kohti hiilineutraalia Suomea- tiekartta hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi 3.2.2020
<https://valtioneuvosto.fi/documents/10616/20764082/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf/1f1dfbea-f623-9197-5352-23a7f1b83703/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf>

YK (n.d.) Kestävän kehityksen tavoitteet. Haettu 13.11.2021
<https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, (1.3.2021), Rakentamisen päästöjä voidaan nyt vertailla – uusi päästötietokanta luo perustan vähähiilisen rakentamisen säädösohjaukselle
[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakentamisen_paastoja_voidaan_nyt_vertai\(60051\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakentamisen_paastoja_voidaan_nyt_vertai(60051))

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, (2016), Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla.
[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala\(40813\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala(40813))

Ympäristöministeriö 2019. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin.
https://elinkaarilaskenta.fi/wpcontent/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf

Ympäristöministeriö. (n.d.) Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. Haettu 24.11.2021.
<https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>

Ympäristöministeriö, (n.d.) Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma. Verkkoaineisto. <https://ym.fi/vahahiilinen-rakennettu-ymparisto>

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 477/2014
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477>

Ympäristöministeriö, vähähiilinen rakentaminen
<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

8 LIITTEET

Liite 1: Vähähiiliset tuote- ja materiaaliratkaisut, kysymykset

Toimittajan nimi:

Toimittajan yhteyshenkilö:

Tuoteryhmä:

Kuvaus tuotteesta:

Hiilijalanjälki (kg CO₂e), A1-A4:

Vertailuarvo (%), päästötietokannan tyypilliseen arvoon (<https://co2data.fi/>):

Miten pienempi hiilijalanjälki on saavutettu? (reseptiikka, valmistusprosessin muutos, kompensatio...):

Onko tuotteessa käytetty kierrätysraaka-aineita? Jos kyllä, kuinka suuri on näiden osuus?

Hintaero normaaliin tuotteeseen verrattuna (%) Mistä mahdollinen ero johtuu?

Onko tuote käytettävissä täysin korvaavana tuotteena?

Kyllä/ Ei

Mikäli tuote ei ole täysin korvaava vaihtoehto: Mitkä ovat toimittajan suosittelemat käyttökohteet tuotteelle?

Asiat, jotka tulee huomioida, mikäli tuote otetaan käyttöön (esim. aikataulus, suunnitteluratkaisut...)

Onko lanseeraus tehty?

Kyllä/Ei

Löytyykö tuotteelle EPD (Environmental Product Declaration)?

Kyllä/Ei

Mikäli EPD-dokumentti löytyy nettisivuilta, linkitä se alle. Muussa tapauksessa voit lähettää sen osoitteeseen: toimittajat@skanska.fi

Liite 2: Vähähiilisyyskeskustelut toimittajien kanssa, kysymykset

Toimittajan nimi:

Toimittajan yhteyshenkilö:

Tuoteryhmä:

Millaisena näette yrityksenne roolin ilmastonmuutoksen hillitsemisessä?

Onko yrityksellänne olemassa olevaa strategiaa materiaalien hiilijalanjäljen pienentämiseksi?

Jos kyllä, kuvaile, minkälainen hiilijalanjäljen pienentämiseen pyrkivä strategianne on:

Onko yrityksellänne olemassa olevaa strategiaa kiertotalouden edistämiseksi?

Jos kyllä, kuvaile, minkälainen kiertotalouden edistämiseen pyrkivä strategianne on:

Onko tuotteillenne tarjolla ympäristöselosteita (EPD) sisältäen mm. hiilijalanjälkitiedon ja kierrätysmateriaalien osuuden? Jos kyllä, mille tuotteille/tuoteryhmille?

Onko yrityksellänne suunnitteilla lanseerata vähähiilisiä tuotteita lähitulevaisuudessa?

Jos kyllä, minkä tyyppisistä tuotteista on kyse?

Liite 3: Lähtötasokysely: Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamishankkeessa, kysymykset

Tiedän mistä löydän koonnin Skanskalla jo kerätyistä toimittajien vähähiilisistä tuotteista/ratkaisuista

Oletko käyttänyt kierrätysmateriaaleja tai vähähiilisiä materiaaleja työssäsi?

Mikä on estänyt vähähiilisten- ja kierrätysmateriaalien käyttöä työmaalla?

Mitkä ovat materiaaliryhmät, joissa näet mahdollisuuksia käyttää vähähiilisiä- tai kierrätysmateriaaleja?

Mikä / mitkä ovat työmaalla syntyvät jätejakeet, jotka voitaisiin hyötykäyttää kierrätysmateriaaleina toisilla työmailla?

Miten jatkojalostaisit työmaalla syntyvän jätejakeen uudeksi kierrätysmateriaaliksi seuraavalle rakennushankkeelle hyötykäyttöön?

Vapaa sana aiheesta kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa: