



Alexi Vanhala

Vähähiilisyys talotekniikkasuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

28.08.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Aleksi Vanhala
Otsikko: Vähähiilisyys talotekniikkasuunnittelussa
Sivumäärä: 63 sivua
Aika: 28.08.2022

Tutkinto: Insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Ohjaajat: Diplomi-insinööri Tapani Idman
Yliopettaja Aki Valkeapää

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mitä vähähiilinen talotekniikkasuunnittelu on, mikä on sen nykytilanne, ja mitä tavoitteita sille on asetettu. Työssä selvitetään talotekniikan rooli rakennusalan ilmastonmuutoksen torjumisessa sekä tutkitaan keinoja vähentää rakennuksen elinkaaren aikaisia päästöjä talotekniikan näkökulmasta.

Talotekniikalla on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sillä on merkittävä vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen sekä rakennusmateriaalien päästöihin. Talotekniikan päästöjä on tutkittu tähän mennessä vähän. Vähähiilisyys on alalla vielä uusi käsite, ja opinnäytetöitä sekä tutkimuksia löytyy aiheeseen liittyen vain muutamia.

Talotekniikan tuote- ja laitevalmistajilla on erilaiset valmiudet huomioida vähähiilisyystavoitteita toiminnassaan. Osa yrityksistä on tutkinut tuotteiden päästöjä tarkemmin, kun osa taas on enemmän lähtötekijöissä. Vähähiilisyys aiheena kiinnostaa monia yrityksiä ja se aiheuttaa paljon keskustelua.

Talotekniikan järjestelmiä, tuotteita ja materiaaleja olisi hyvä alkaa tutkimaan vähähiilisuuden näkökulmasta enemmän. Olisi hyvä tutkia tarkemmin, miten erilaiset suunnitteluratkaisut vaikuttavat rakennuksen elinkaaren päästöihin sekä miten ne vaikuttavat rakennuksen investointikustannuksiin. Ympäristöselosteet ovat oleellisia talotekniikan vähähiilisuuden kannalta ja niitä tarvitaan talotekniikan tuotteille lisää. Talotekniikan osalta voitaisiin löytää vaihtoehtoisia materiaaleja sekä innovatiivisia ratkaisuja.

Vähähiilisyys näkyy talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimiston monissa asiakirjoissa ja työtehtävissä. Vähähiilisyys on huomioitava myös tietomallin tietosisällössä ja suunnitteluohjelmissa. Aihe tulee tuottamaan talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimistoille paljon työtä.

Avainsanat: vähähiilisyys, talotekniikka, hiilijalanjälki, päästöt, LVI-suunnittelu

Abstract

Author: Aleksi Vanhala
Title: Low-carbon Design in HVAC
Number of Pages: 63 pages
Date: 28 August 2022

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Supervisors: Tapani Idman, M.Sc.
Aki Valkeapää, Principal Lecturer

The target of the thesis was to study what low-carbon building services engineering is, what its current state is and what its future looks like. The thesis explored the role of building services engineering in fighting the climate change and examined ways to reduce the life-cycle emissions of buildings from a building services engineering perspective.

The thesis looked into the key role of building services engineering in climate change mitigation. It was established that low-carbon is a new concept in the field with only a few theses and studies on the subject. Furthermore, it was seen that HVAC product manufacturers have different levels of preparedness for low-carbon although companies are interested in low-carbon solutions and the topic is discussed a lot.

The thesis established a need for more research into HVAC from a low-carbon perspective. Environmental Product Declarations were found to be essential for low-carbon building technology. Thus, more of them, as well as alternative materials and innovative solutions are needed.

As low-carbon is reflected in many documents and tasks of an HVAC design firm, it must be taken into account in the content of information models and in design software, causing a lot of work for HVAC design firms.

Keywords: low-carbon, building services engineering, carbon footprint, CO₂ emissions, HVAC design

Sisällys

Määritelmät

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne	3
2	Kirjallisuustutkimus	4
2.1	Rakennetun ympäristön päästöt	4
2.1.1	Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus	6
2.1.2	Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä	10
2.1.3	Vähähiilisyyden arviointimenetelmän pilotointi	15
2.2	Markkinakehitys ja vähähiilisyyteen liittyvät tavoitteet	17
2.2.1	EU-Taksonomia	17
2.2.2	Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma	18
2.2.3	Kunnat ja kaupungit	21
2.3	Talotekniikan hiilijalanjälki	22
2.3.1	Talotekniikan päästöt	22
2.3.2	Vähähiilisyys talotekniikkasuunnittelussa	25
2.3.3	Talotekniikan hiilikädenjälki	30
2.4	Tutkimustulokset ja pohdinta	31
3	Laite- ja tuotevalmistajien valmius vähähiilisyyteen liittyen	34
3.1	Haastattelututkimus	34
3.2	Haastatteluiden tulokset ja johtopäätökset	35
3.2.1	Perehtyminen vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen	35
3.2.2	Tuotteiden vähähiilisyyteen liittyvät kyselyt asiakkaiden, suunnittelijoiden tai muiden tahojen toimesta	37
3.2.3	Tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksiin liittyvät tavoitteet	38
3.2.4	Ympäristöselosteiden laatiminen tai valmius niiden laatimiselle	39
3.2.5	Tuotteen vaikutus rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen vähentämisessä	40
3.2.6	Yritysten ympäristöohjelmat ja hiilineutraaliustavoitteet	42

3.3	Pohdinta	43
4	Vähähiilisyiden huomioiminen talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimiston työssä	44
4.1	Asiakirjat ja ohjelmistot	44
4.1.1	Asiakirjat	44
4.1.2	Ohjelmistot	49
4.2	Yrityksen palvelut ja markkinapotentiaali	50
4.2.1	Talotekniikan suunnittelun uudet tehtävät	50
4.2.2	Kehitettävät asiat vähähiilisyteen liittyen	53
5	Yhteenveto	57
	Lähteet	60

Määritelmät

Hiilijalanjälki	Palvelun tai tuotteen elinkaaren aikana aiheutuvat ilmastohaitat (RT 103170)
Hiilikädenjälki	Palvelun tai tuotteen elinkaaren aikana syntyvien ilmastohyötyjen summa (RT 103170)
Rakennuksen elinkaari	Jakso maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta ja rakennusmateriaalien hankinnasta aina rakentamiseen ja purkamiseen asti (Rakennusteollisuus RT ry n.d.)
Päästöt	Opinnäytetyössä päästöillä tarkoitetaan kasvihuonepäästöjä
Tekninen käyttöikä	Rakennuksen käyttöönoton jälkeinen aika. Tällä ajalla tulee täytyä rakennusosan, rakenteen, laitteen tai järjestelmän tekniset toimivuusvaatimukset (RT 18-10922)

1 Johdanto

1.1 Tausta

Ilmastonmuutoksen hillitsemisellä on kiire. Kansainvälisen ilmastopaneelin uusimman raportin mukaan maailman kasvihuonepäästöjen pitää kääntyä laskuun viimeistään vuonna 2025, jos ilmaston lämpeneminen halutaan rajoittaa noin 1,5 celsiusasteeseen. (Climate Change 2022, Mitigation of Climate Change 2022). Ilmastonmuutosta voidaan hillitä rakennusallalla vähähiilisellä rakentamisella. Vähähiilisen rakentamisen olennainen osa on vähähiilinen suunnittelu. Vähähiiliselä suunnittelulla pyritään pienentämään rakennuksen koko elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ja kasvattamaan hiilikädenjälkeä. (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Rakennusten elinkaaren aikaisten päästölaskelmien noustessa laki- sekä asetustasolle, tulevat ne jokaisen talotekniikkasuunnittelijan arkipäiväiseen suunnittelutyöhön. Suunnittelijoiden tulee ymmärtää monet vähähiilisyyteen vaikuttavat tekijät ja niiden vuorovaikutus. Ilmastovaikutus on hyvä tuoda keskeisenä näkökulmana suunnittelun jokaiseen vaiheeseen. Koska talotekniikan osuus rakennuksen elinkaarenaikaisista päästöistä on suuri, on talotekniikan järjestelmille ja materiaaleille tehtävä tarkempia vertailuja, jotta osataan keskittyä hiilijalanjäljen pienentämisessä oleellisiin asioihin.

Monet yritykset ovat kiinnostuneita rakennusalan ympäristöasioista ja ovat jo nyt alkaneet asettaa tavoitteita vähähiiliselle rakentamiselle. Lisäksi kunnilla on herännyt mielenkiinto rakentamisen päästöihin. Vähähiilisyyteen liittyvä lainsäädäntö on tulossa kovaa vauhtia, mutta alalla ollaan selvästi kiinnostuneita vaikuttamaan ympäristöasioihin jo ennen uuden lainsäädännön tuleamista. Rakennuksille tehtävät hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennat ovat lujassa kasvussa.

Monellakaan talotekniikan suunnittelijalla eivät ole näkyneet arkipäiväisessä työssään rakentamisen päästöt. Rakennusalan vähähiilisyyteen liittyvää opetusta on kouluissa vähäisesti, eikä vähähiilisen suunnittelun ja rakentamisen periaatteista löydy paljoakaan tietoa. (Häkkinen & Kuittinen 2020) Edellä mainituista

asioista voidaan päätellä, että vähähiilisen suunnittelun osaaminen on tällä hetkellä vielä melko vähäistä.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tämä opinnäytetyön tilaajana toimii Granlund Oy. Granlund on Suomen suurin talotekninen suunnittelu- ja konsultointitoimisto. Vähähiilinen suunnittelu ja sen kehittäminen ovat osa Granlundin Plan G -strategiaa. Plan G -strategian missio on luoda hyvinvointia ihmisille, rakennuksille ja ympäristölle.

Työn tavoite oli selvittää, mitä vähähiilinen talotekniikkasuunnittelu on, mikä on sen nykytilanne, ja mitä tavoitteita sille on asetettu. Työssä selvitetään talotekniikan rooli rakennusalan ilmastonmuutoksen torjumisessa sekä tutkitaan keinoja vähentää rakennuksen elinkaaren aikaisia päästöjä talotekniikan näkökulmasta. Tavoitteena oli selvittää myös suunnittelijoiden vaikutusmahdollisuuksia vähähiilisyyteen liittyen ja miten näitä vaikutusmahdollisuuksia voitaisiin lisätä ja parantaa. Työssä tutkitaan talotekniikan tuote- ja laitevalmistajien suhtautumista ja valmiutta vähähiiliseen rakentamiseen. Työn on myös tarkoitus toimia talotekniikan suunnittelijoille apuna vähähiilisessä suunnittelussa. Opinnäytetyön aiheesta on rajattu talotekniikan osalta sähkön ja automaation osuus pois. Muuten opinnäytetyö paisuisi liian laajaksi kokonaisuudeksi.

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys rakentuu vähähiilisen rakentamisen sekä talotekniikan hiilijalanjäljen ympärille. Sen pohjalta asetettiin tutkimuskysymykset:

1. Mikä on talotekniikan rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä?
2. Kuinka paljon talotekniikan kasvihuonepäästöjä on tutkittu?
3. Mikä on talotekniikan tuote- ja laitevalmistajien valmius vähähiiliseen rakentamiseen?

4. Mitä uusia haasteita rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen huomiointi tuo suunnitteluun ja miten ne huomioidaan asiakirjoissa sekä suunnitteluohjelmissa?
5. Miten talotekniikan suunnittelijoiden osaamista pitää pystyä kehittämään vähähiilisuuden näkökulmasta?

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä toimivat kirjallisuustutkimus sekä haastattelututkimus. Työn toinen luku kattaa kirjallisuustutkimuksen. Tutkimuksessa selvitettiin rakennusalan, erityisesti talotekniikan ympäristöpäästöt sekä niiden vähentämiseen liittyvät tavoitteet ja vaatimukset. Luvussa 2 avataan vähähiilisyyteen liittyviä käsitteitä. Lisäksi kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin tuleva maankäyttö- ja rakennuslain uudistus sekä siihen liittyvä ympäristöministeriön julkaisema rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä.

Kirjallisuustutkimuksen tulosten pohjalta oli tarkoitus tehdä haastattelututkimus talotekniikka-alan tuote- sekä laitevalmistajille. Haastattelututkimus toteutettiin kvalitatiivisena, eli laadullisena tutkimuksena. Haastattelut toteutettiin Suomessa toimiville talotekniikan alan vaikuttavimmille ja suurimmille yrityksille, jotka valmistavat taloteknisiä laitteita ja tuotteita. Luvussa 3 on esitetty haastattelututkimuksen kysymykset ja tulokset sekä analysoitu niitä.

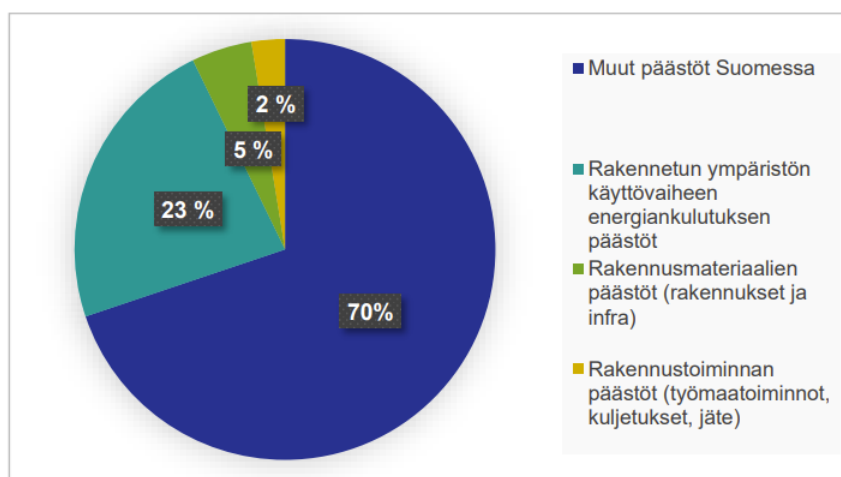
Neljännessä luvussa pohditaan kirjallisuus- sekä haastattelututkimuksen tulosten perusteella vähähiilisyyden vaikutusta talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimistoon. Luvussa käsitellään talotekniikkasuunnitteluun liittyvät asiakirjat ja ohjelmistot sekä yritykseen vähähiilisyyden myötä syntyvät palvelut ja markkinapotentiaali. Lisäksi pohditaan, mitä suunnittelutyössä on kehitettävä vähähiilisyyteen liittyen ja mitä uusia tehtäviä se tuo talotekniikan suunnittelijalle. Luvussa on käytetty apuna Granlundin sisäisiä työpajoja, joissa on ollut mukana rakennusalan ympäristöasioihin perehtyneitä asiantuntijoita.

Viimeisessä luvussa kootaan johtopäätökset tutkimukselle ja vastataan työn alussa annettuihin tutkimuskysymyksiin. Luvussa pohditaan vähähiiliseen talotekniikkasuunnitteluun liittyviä jatkotutkimuksia.

2 Kirjallisuustutkimus

2.1 Rakennetun ympäristön päästöt

Lähes 40 % Suomessa kulutettavasta energiasta käytetään rakennuksissa. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki kattaa noin 30 % Suomen kokonaispäästöistä. Käyttövaiheen energiankulutus on tästä noin 23 %, rakennusmateriaalien päästöt 5 % ja rakennustoiminnan 2 %. Rakennettu ympäristö kattaa sekä talonrakentamisen että infrarakentamisen. (Gaia Consulting Oy 2020) Päästöjen osuudet esitetty kuvassa 1.



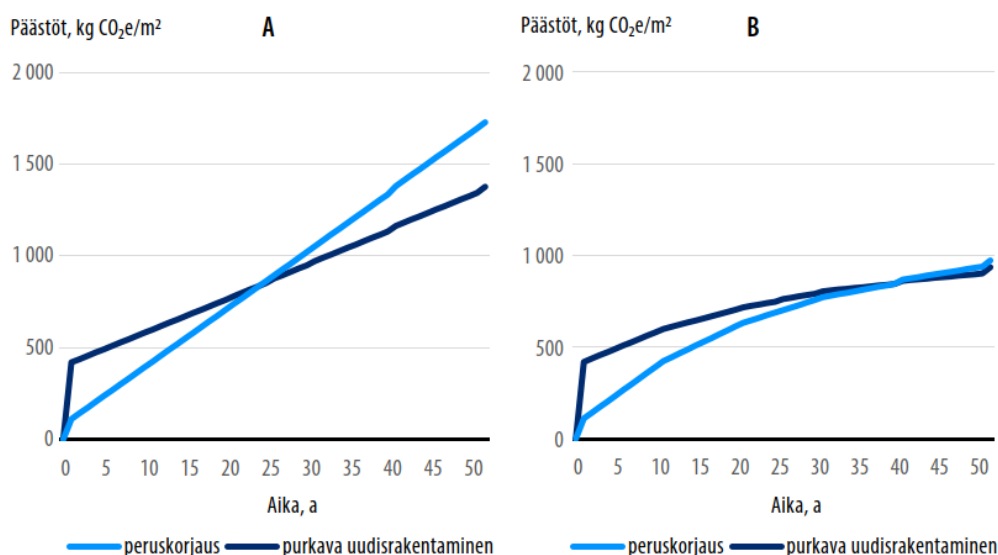
Kuva 1. Käyttövaiheen energiankulutus, rakennusmateriaalien sekä rakennustoiminnan hiilijalanjälkien osuus Suomen päästöistä (Gaia Consulting Oy 2020)

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki muodostuu rakennusmateriaalien valmistuksesta, kuljetuksista, työmaatoiminnoista, korjauksesta ja kunnossapidosta, materiaalien vaihdosta, veden ja energian käytöstä sekä rakennuksen purkamisesta ja materiaalien loppukäsittelystä. (Bionova 2017) Rakennuksen käyttövaiheessa syntyy 46–69 % elinkaaren hiilijalanjäljestä. Tästä osuudesta enintään 10

% johtuu korjauksista ja vaihdoista johtuvista kuluista. Rakennustuotteiden valmistus kattaa 26–42 % elinkaaren hiilijalanjäljestä. Kuljetus kattaa 3–8 % ja elinkaaren lopun osuus on 1–4 %. Elinkaaren hiilijalanjäljen jakaumasta voidaan havaita, että merkittävintä hiilijalanjäljen pienentämistä olisi vähentää rakennuksen käytön sekä rakennustuotteiden valmistuksen päästöjä. (Kuittinen 2021)

Rakennusalan on arvioitu olevan yksi kustannustehokkaimmista osa-alueista vähentää maapallon päästöjä merkittävästi. Rakentamisessa käytetään määrällisesti eniten hiili-intensiivisiä tuotteita. Arvioiden mukaan alumiinin kulutus 3,4-kertaistuu, muovin kulutus 4,2-kertaistuu ja teräksen kulutus 1,7-kertaistuu vuosisadan loppuun mennessä. Tästä johtuen rakentamisen kiertotalouden merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa. (Häkkinen & Kuittinen 2020) Kaikkien rakennusmateriaalien elinkaarien pituudet ovat lyhyempiä kuin niistä syntyvien hiilidioksidipäästöjen elinaika ilmakehässä. Tänä päivänä syntyvä hiilidioksidikilo säilyy ilmakehässä jopa tuhat vuotta. Tästä syystä on tärkeää valita tuotteita, jotka käyttävät vastuullisesti rakennuksen hiilibudjettia. (Kuittinen 2021)

Päästöjen vertailu peruskorjaamisen ja purkavan uudisrakentamisen välillä ei ole yksiselitteistä. Purkava uudisrakentaminen on ympäristövaikutuksiltaan potentiaalinen vaihtoehto kohteissa, joissa uudisrakennus tehdään peruskorjattua rakennusta merkittävästi energiatehokkaammaksi. Tämä vaihtelee kuitenkin kohteittain. Lisäksi on huomioitava tulevaisuudessa tapahtuvien energiantuotantojen päästöjen väheneminen (kuva 2 s.6). Ympäristöministeriön tutkimuksessa 60 prosenttia vertailtavista rakennuksista korjaaminen oli purkavaa uudisrakentamista vähähiilisempi vaihtoehto. Korjausrakentaminen on tarkastelujakson alkupuolella aina uudisrakentamista vähähiilisempi. Tämä johtuu uudisrakentamisen alkupään tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikistä. Toisaalta näitä kahta verrattaessa, päästöjen ajoittuminen rakennuksen elinkaareen on ratkaisevaa. Ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta päästöjen välitön vähentäminen on tehokkaampaa korjausrakentamisen näkökulmasta, jossa alkupään päästöjä on huomattavasti purkavaa uudisrakentamista vähemmän. Lisäksi energiantuotannon päästöjen vähentyessä tulevaisuudessa, tulevat uudisrakentamisen rakennusmateriaaleista johtuvat päästöt korostumaan ennestään. (Huuhka ym. 2021)



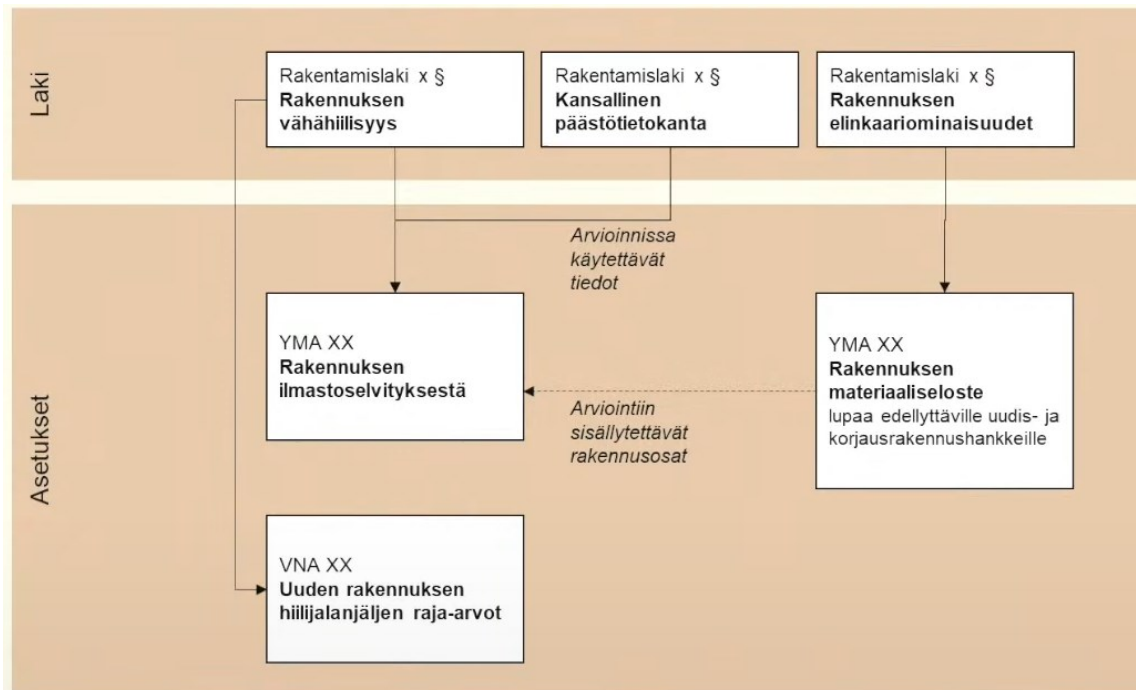
Kuva 2. Rakennuksen elinkaarenaikaiset päästöt. A-tapaus, kun ei huomioida energiantuotannon päästöjen vähenevän. B-tapaus, kun huomioidaan energiantuotannon päästöjen vähenevän (Huuhka ym. 2021)

Ympäristöministeriön tutkimuksesta täytyy huomioida, että se on tehty olemassa olevan rakennuskannan pohjalta. Nykyiset peruskorjattavat rakennukset ovat huomattavasti heikompia energiatehokkuudeltaan, kuin mitä peruskorjattavat rakennukset tulevat olemaan esimerkiksi 20 vuoden päästä. Tällöin peruskorjattavat rakennukset voivat olla energiatehokkuudeltaan enemmän samankaltaisia purkavan uudisrakentamisen välillä.

2.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus

Alun perin uudistuksen myötä maankäyttö- ja rakennuslakia (MRL) olisi kutsuttu uudella nimellä kaavoitus- ja rakentamislaki. Kuitenkin annetun lausuntokierroksen perusteella, oltaisiin uudistus näillä näkymin jakamassa kahtia ja edettäisiin alkuun pelkällä rakentamislalla. (Rakennusteollisuuden ympäristöwebinaari 2022) Esityksessä ehdotetaan voimassa olevan lain korvaamista kokonaan uudella lailla. Pää tavoitteet uudistetussa laissa on parantaa sääntelyn vaikuttavuutta erityisesti ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Lisäksi sääntelyn vaikuttavuutta parannettaisiin alueidenkäytön ja rakentamisen päätösten sekä tietosisällön valtakunnallisen digitaalisuuden mahdollistamiseksi. (Kaavoitus- ja rakentamislaki, luonnos 2021)

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä uudistus on vielä luonnostasolla. Rakennuslain muutoksen olisi tarkoitus tulla voimaan vuoden 2024 alussa. Alkuun olisi tarkoitus asettaa uudet olennaiset tekniset vaatimuksen rakennuksen elinkaaresta sekä vähähiilisydestä. Ilmastaselvitys, materiaaliseloste ja hiilijalanjäljen raja-arvot tulisivat myöhemmin asetustasolla voimaan, arviolta vuonna 2025. Tulevat asetukset ja lait on esitetty kuvassa 3. Asetukset tulisivat osaksi Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. (Ympäristöministeriö 2022)



Kuva 3. Rakennusteollisuuden tulevat asetukset ja lait (Rakennusteollisuuden ympäristöwebinaari 2022)

Rakentamislain on tarkoitus vauhdittaa rakentamisen digitalisaatiota ja vähähiilisyttä. Digitalisaation osalta yksi isoista uudistuksista olisi valtakunnallisen rakennetun ympäristön digitaalinen tietojärjestelmä. Tietojärjestelmä toimisi esimerkiksi lupaprosessin hakemisessa ja sinne voitaisiin lisätä tietomallipohjainen tai muutoin koneluettavassa muodossa oleva suunnitelma. Lisäksi tietojärjestelmää voitaisiin hyödyntää rakennuksen muutos- ja korjaustöissä. (Kaavoitus- ja rakentamislaki, luonnos 2021)

Rakennuslakiin lisättäisiin uusi vaatimus rakennuksen vähähiilisyyteen liittyen. Rakennushankkeeseen ryhtyvän olisi huolehdittava siitä, että rakennus rakennetaan ja suunnitellaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla vähähiiliseksi. Hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki olisi raportoitava uudelle rakennukselle taikka laajamittaisesti korjattavalle rakennukselle rakentamislupaa varten tehtävässä ilmastaselvityksessä. Lähtökohtaisesti jokaiselle rakennukselle, jolle vaaditaan energiaselvitys, vaadittaisiin myös ilmastaselvitys. (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Hiilijalanjäljen raja-arvovaatimukset tulisivat alkuun voimaan vain uusille rakennuksille. Vaatimus ei koskisi uudisrakennuksia, joita ei olisi suunniteltava ja rakennettava lakipykälän mukaan lähes nollaenergiarakennukseksi. Raja-arvot kattaisivat käyttötarkoituskategoriat 1d – 8. Valtioneuvoston asetuksella voitaisiin tarkentaa säännöksiä hiilijalanjäljen raja-arvoista. Ilmastaselvitys- sekä päästöjen raja-arvovaatimus ovat esitettyinä kuvan 4 taulukossa. (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Ilmastaselvitys ja raja-arvo	Ilmastaselvitys, ei raja-arvoa	Ei ilmastaselvitystä eikä raja-arvoa
<ul style="list-style-type: none"> - Rivitalot - Kerrostalot - Liikerakennukset - Toimistorakennukset - Hoitoalan rakennukset - Kokoontumisrakennukset (pl. jäähallit, uimahallit, uskonnolliset) - Opetusrakennukset 	<ul style="list-style-type: none"> - Pientalot - Paritalot - Ympärivuotiset vapaa-ajan rakennukset - Liikenteen rakennukset - Jää- ja uimahallit - Lämmitetyt varastorakennukset - Pelastustoimien rakennukset - Laajamittaisesti korjattavat, joiden energiatehokkuutta parannettava 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle 50 m² rakennukset - Väliaikaiset rakennukset - Erilliset rakenteet - Suojellut rakennukset - Osavuotiset vapaa-ajanrakennukset - Ammatillisen kaluston huoltorakennukset - Kulkuneuvojen katokset - Uskonnolliset rakennukset - Tieto- ja viestintätekniikan rakennukset - Lämmittämättömät varastot - Väestönsuojat - Maatalousrakennukset - Muut rakennukset

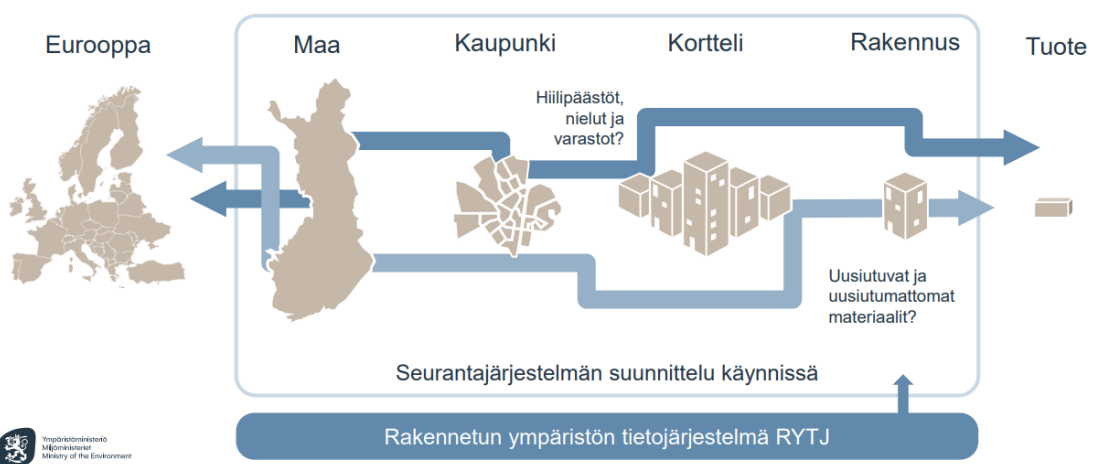
Kuva 4. Ympäristöwebinaarissa annetut alustavat ilmastaselvityksen soveltamisalat (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Rakentamislain mukana tuleva rakennuksen materiaaliseloste olisi tarkoitus laatia uudiskohteelle sekä laajamittaisesti korjattavalle rakennukselle. Selosteessa

esitettäisiin käytettävät tuotteet ja materiaalit koneluettavassa muodossa. Materiaaliseloste ei koskisi rakennuksia, joita ei ole lakipykälän mukaan suunniteltava ja rakennettava nollaenergiarakennukseksi. Seloste ei koskisi myöskään korjattavia erillispientaloja taikka laajamittaisesti korjattavia rakennuksia, joita ei ole lakipykälän mukaan suunniteltava ja rakennettava nollaenergiarakennukseksi. Materiaaliselosteessa esitettäisiin rakennusosat, niihin käytettävät materiaalit sekä materiaalien alkuperä. Materiaalien alkuperässä voitaisiin mainita, onko materiaali esimerkiksi kierrätetty tai uusiutumaton. Materiaaliselosteen on tarkoitus muotoutua osana ilmastaselvityksen laatimisprosessia. (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

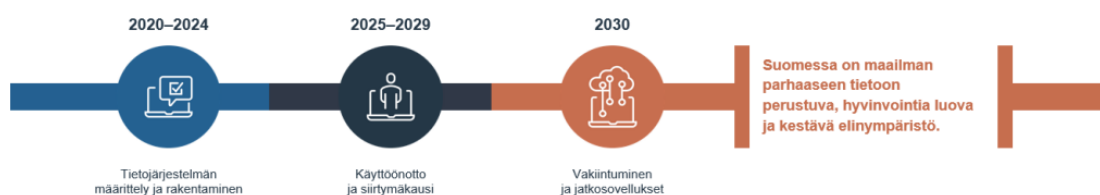
Hiili- ja materiaalivirtoja on tarkoitus seurata tulevaisuudessa. Ympäristöministeriöllä on opinnäyteyön kirjoitushetkellä suunnitteilla virtojen seurantajärjestelmä, joka tulisi olemaan osa suunnitteilla olevaa rakennetun ympäristön tietojärjestelmää (kuva 5). Sen avulla voitaisiin hahmottaa, mistä hiilivarastot ja hiilipäästöt muodostuvat. Lisäksi voitaisiin tutkia, miten uusiutumattomat ja uusiutuvat materiaalivirrat kulkisivat. Seurantajärjestelmän on tarkoitus toimia tukena rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen vähentämisessä ja olla osa rakennetun ympäristön tietojärjestelmää (RYTJ). (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Kohti hiili- ja materiaalivirtojen seurantaan rakennetussa ympäristössä



Kuva 5. Materiaalivirtojen seurantajärjestelmä (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Ympäristöministeriön hanke rakennetun ympäristön tietojärjestelmän luomiseksi on nimeltään Ryhti. Tarkoitus on saada kasattua rakennetun ympäristön tieto yhteen paikkaan, ettei tieto ole hajallaan. Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä (RYTJ) tulee sitä koskevien lakien kanssa voimaan vuonna 2024. Tarkoitus on lisätä uutta sisältöä vuosina 2025–2029 ja ottaa järjestelmää laajemmin käyttöön. Tavoite on vakiinnuttaa tiedon digimuutos ja synnyttää jatkosovelluksia vuoteen 2030 mennessä. (Rakennetun ympäristön tietojärjestelmän tiekartta 2022) Rakennetun ympäristön tietojärjestelmän tiekartta on esitettyinä kuvassa 6.



Kuva 6. Tiekartta, jossa kuvataan vaiheita rakennetun ympäristön digimuutokseen (Rakennetun ympäristön tietojärjestelmän tiekartta 2022)

2.1.2 Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä

Ympäristöministeriö julkaisi päivitetyn version vähähiilisyden arviointimenetelmästä kesäkuussa 2021 lausuntokierrosta varten. Tätä ennen arviointimenetelmästä oli julkaistu vuonna 2019 ensimmäinen versio. Uusi vuoden 2021 versio on syntynyt vuosina 2019–2020 tehtyjen testauksien pohjalta. Vähähiilisyden arviointimenetelmä sekä ilmastaselvitys ovat merkittävä osa rakennusalan tulevaisuuden hiilidioksidipäästöjen ohjaamista. Arviointimenetelmällä on tarkoitus helpottaa rakentamisen ilmastovaikutusten laskemista. Suomen oloihin soveltuva vähähiilisyden arviointimenetelmä sekä kansallinen päästötietokartta on kehitetty osana vähähiilisen rakentamisen tiekarttaa. Menetelmä soveltuu sekä uudis- että korjausrakentamiseen. (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Arviointimenetelmä pohjautuu Euroopan komission laatimaan Level(s)-menetelmään sekä standardeihin, jotka koskevat eurooppalaista kestävästä rakentamisesta

(esimerkiksi EN 15978, EN 15804, EN 15643 ja EN ISO 14067) (kuva 7). Level(s) on kehitetty EU:n jäsenmaiden sekä rakentamisen ammattilaisten yhteistyönä. Level(s) on kehitetty, jotta eri maissa käytettäisiin yhteisiä rakentamisen resurssitehokkuuden ja ekologisuuden mittareita. Menetelmää käytetään jollakin tapaa useissa kaupallisissa ympäristösertifikaateissa. Arviointimenetelmässä laskeaan rakennuksen sekä rakennuspaikan hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki. Rakennuksen ja rakennuspaikan hiilijalanjäljissä on eri yksiköt (kgCO₂e/hum²/a ja kgCO₂e/rp-m²/a). Hiilikädenjälki ja hiilijalanjälki eivät vaikuta toisiinsa positiivisilla tai negatiivisilla tavoilla, vaan ne käsitellään erikseen omina osa-alueinaan. Täten hiilikädenjälkeä ei voida vähentää hiilijalanjäljestä. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Hiilijalanjälki	
Arvioinnin yleiset reunaehdot	EN 15643, ISO 14067
Rakennuksen hiilijalanjälki	EN 15978
Rakennustuotteiden hiilijalanjälki	EN 15804
Hiilikädenjälki	
Uudelleenkäyttö, kierrätys ja energiahyödyntäminen	EN 15804, EN 15978 ja EN 15643
Ylimääräinen uusiutuva energia	EN 15978 ja EN 15643
Hiilivarastot	ISO 14067 ja EN 16449
Karbonatisoituminen	EN 16767

Kuva 7. Hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen laskentaan liittyvät standardit (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022)

Ilmastoselvityksen laatimiseen tarvitaan rakennushankkeessa käytetyt resurssit, jotka saadaan rakennustuotteiden määräluettelosta ja energiaselvityksestä. Lisäksi tarvitaan tiedot työmaan ja kuljetusten käytetystä energiasta. Rakennustuotteiden päästötietoja on tutkittava vielä muita enemmän, sillä muiden osa-alueiden päästöistä on jo hyvin tietoa. (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari

2022) Vähähiilisyden arviointimenetelmässä on esitetty arviointiin sisältyvät osat, jotka tulee huomioida päästölaskennassa (kuva 8) (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021).

Taulukko 1. Arviointiin sisältyvät osat.
Numerot viittaavat Talo 2000 –luokitukseen. Tarkempi rajausta kansallisessa päästötietokannassa.

	Sisältyy arviointiin	Ei sisälly arviointiin
Alueosat	1.1.1 Maaosat 1.1.2 Tuennat 1.1.3 Päällysteet 1.1.5 Alueen rakenteet	- Raivaukset, kaivannot ja kanaalit (1.1.1.1 – 1.1.1.3) - Alueen varusteet (1.1.4) - Tuotteiden pakkaukset - Uuden rakennuksen tieltä purettavat rakenteet tai rakennukset - Kasvillisuus, maaperä ja vesistö
Rakennusosat	1.2.1 Perustukset 1.2.2 Alapohja 1.2.3 Runko 1.2.4 Julkisivut, ovet ja ikkunat 1.2.5 Ulkotasot ja parvekkeet 1.2.6 Kattorakenteet	- Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet - Savunpoistorakenteet - Tuotteiden pakkaukset
Tilaosat	1.3.1 Jako-osat (väliseinät, ovet, portaat) 1.3.2 Tilapinnat (lattiat, sisäkatot, seinät) pintakäsittelyineen 1.3.3 Tilavarusteet (kiintokalusteet, keittiölaitteet) 1.3.4.2 Hormit ja tulisijat 1.3.5 Tilaelementit (mm. kylpyhuonemuodulit)	- Listat ja kulmavahvikkeet - Kaiteet (1.3.1.4) - Tilaopasteet (1.3.3.5) - Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet - Tuotteiden pakkaukset
Talotekniikka	- Lämmitysjärjestelmän pääosat - Vesi- ja viemärijärjestelmän pääosat - Ilmastointijärjestelmän pääosat - Jäähdytysjärjestelmän pääosat - Sprinklerijärjestelmän pääosat - Sähköjärjestelmän pääosat - Hissit ja liukuportaat	- Tietotekniset järjestelmät - Taloautomaation järjestelmät - Varavirtajärjestelmät - Erilliset koneet ja laitteet - Tuotteiden pakkaukset
Arvioinnin tarkkuus	Voit jättää arvioinnin ulkopuolelle enintään yhden painoprosentin arviointiin sisältyvistä rakennusosista.	
Taulukkoarvojen käyttö	Voit käyttää kansallisessa päästötietokannassa olevia taulukkoarvoja helpottamaan rakennusosien arviointia.	

Kuva 8. Vähähiilisyden arviointiin sisältyvät osat (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Vähähiilisyden arvioijalle ei ole esitetty pätevyysvaatimusta ensimmäisessä rakentamis- ja kaavoituslain luonnoksessa, mutta lausuntokierroksen palautteen perusteella se todennäköisesti tulee käytäntöön. (Rakennusteollisuuden ympäristöwebinaari 2022)

Arviointimenetelmässä huomioidaan ilmastovaikutukset, jotka syntyvät ennen rakennuksen käyttöä, käyttövaiheessa sekä käyttövaiheen jälkeen (kuva 9 s.13).

Vähähiilisyden arviointimenetelmä on vakioitu 50 vuoden pituiseksi. Ennen käyttöä arvioitavia vaiheita ovat rakennustuotteiden valmistus (A1-3), kuljetukset työmaalle (A4) ja työmaatoiminnot (A5). (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Rakennuksen käytön aikana arvioidaan rakennustuotteiden vaihdot (B4) sekä energian käyttö (B6). Rakennustuotteiden vaihto liittyy niiden tekniseen käyttöikään. Rakennustuotteet kuluvat ajan saatossa, ja ne on tarkoitus vaihtaa tietyn ajan kuluttua. Vaihtojen sisällyttäminen arviointiin edesauttaa, että järjestelmää ei hyväksikäytettäisi valitsemalla lyhytikäisiä, mutta vähähiilisiä rakennustuotteita. Tämä nostaa myös rakennustuotteiden teknisen käyttöiän merkittävyyttä tulevaisuudessa. Rakennuksen elinkaaren lopun vaiheet arvioidaan kaikki osana vähähiilisyden arviointimenetelmää. Tähän kuuluvat purkutyöt (C1), kuljetukset käsittelyyn (C2), jätteenkäsittely (C3) sekä loppusijoitus (C4). (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)



Kuva 9. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Rakennuksen elinkaaren käytön ajan (B) vaiheita: tuotteen käyttö rakennuksessa (B1), kunnossapito (B2), korjaukset (B3), laajamittaiset korjaukset (B5), veden käyttö (B7) ja käyttäjien toimet (B8), ei arvioida vähähiilisyiden arviointimenetelmässä. Vaiheissa oletetaan päästöjen olevan vähäisiä tai niiden arvioimisen olevan hankalaa, joten ne on jätetty arviointimenetelmän ulkopuolelle. Rakennuksen laajamittaiset korjaukset (B5) koskevat korjaushankkeita, joihin tehdään erillinen vähähiilisyiden arviointi. (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Rakennusmateriaalien päästöt voidaan selvittää päästöjen tietokannasta tai tuotevalmistajien ympäristöselosteista. Ympäristöselosteita kutsutaan myös nimellä EPD (Environmental Product Declaration). Tuotevalmistajien ympäristöselosteet ovat oikein laadittuina näistä kahdesta vaihtoehdosta tarkempi. Ympäristöseloste on luotettava ja standardoitu tapa näyttää tuotteen tai tuoteryhmän ympäristövaikutukset. Euroopassa käytetään yleisesti ympäristöselosteiden pohjana standardia EN15804. Selostetta julkaistaessa vaaditaan kolmannen osapuolen tarkastus. (Bruce-Hyrkäs 2021) Standardista on tullut uusi versio EN15804+A2 kesällä 2022. Jatkossa ympäristöselosteet luodaan uuden version mukaan. Uudessa versiossa on kuitenkin vielä jonkin verran ristiriitoja ISO 21930:2017-standardin kanssa. (Getting ready for EN 15804+A2 2022)

Rakentamisen päästötietokanta SYKE on maksuton, kaikille avoin palvelu, joka kerää keskimääräisiä päästötietoja rakennustuotteista sekä rakentamisen prosesseista ja palveluista (Rakentamisen päästötietokanta 2022). Tietokanta on julkaistu 1.3.2021 (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022). Päästötietoja voidaan laatia ja käyttää eri tasoilla. Tasot tarkimmasta epätarkimpaan ovat: valmistajan tietty tuote, valmistajan tietty tuoteryhmä, koko alan tai valmistajajoukon tuoteryhmä ja ylempään tason tuoteryhmä. (Bionova oy 2017) Rakentamisen päästötietokannan osoite on co2data.fi (Rakentamisen päästötietokanta 2022).

Hiilijalanjälki muodostuu eloperäisten, fossiilisten ja maankäytön muutoksista johtuvista päästöistä. Hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki esitetään hiilidioksidiekvivalentin painona (kgCO_{2e}). Päästöistä puhuttaessa käytetään GWP-arvoja (Global

Warming Potential). GWP-arvo on yhtenäisellä yleisesti hyväksytyllä menetelmällä laskettu kasvihuonepäästö. Kuvassa 10 on esitetty hiilijalanjäljen arvioinnissa käytettävä kaava 1. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Kaava 1. Hiilijalanjäljen arviointi

$$\text{Hiilijalanjälki} = \text{GWP}_{\text{valmistus}} + \text{GWP}_{\text{vaihdot}} + \text{GWP}_{\text{jätteenkäsittely}} + \text{GWP}_{\text{loppusijoitus}} + \text{GWP}_{\text{kuljetukset}} + \text{GWP}_{\text{työmaa}} + \text{GWP}_{\text{käyttöenergia}}$$

Kuva 10. Hiilijalanjäljen arvioinnissa huomioitavat päästöt (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

Hiilikädenjälkeen voidaan lukea viisi eri kohtaa: rakennusosien materiaalien kierrätyksen tai uudelleenkäytön kautta vältetyt päästöt (D1), materiaalien hyödyntäminen energiana tai kierrätyspolttoaineena (D2), rakennuksessa tai tontilla tuotettu ylimääräiseksi jäänyt uusiutuva energia (D3), pitkän käyttöiän omaavien rakennustuotteiden sisältämä tekninen tai eloperäinen hiili (D4), sementtipohjaisiin rakennustuotteisiin sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi (D5). Lopullisen laskennan tuloksissa esitetään rakennuspaikan sekä rakennuksen päästöt jaoteltuina elinkaaren eri vaiheisiin. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä, luonnos 2021)

2.1.3 Vähähiilisuuden arviointimenetelmän pilotointi

Vähähiilisuuden arviointimenetelmää käytetään jo tällä hetkellä määrittäessä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä. Menetelmää on testattu myös useissa yrityksissä, esimerkiksi Granlund Oy:ssä. Testauksessa nousi esille kehityskohtia arviointimenetelmälle. Yleisesti rakennusta, rakennusosia ja rakennuspaikan määrittämisestä ja rajauksista on tarkennettava. SYKE-tietokantaan on lisättävä vielä nykyistä enemmän päästötietoja rakennusosille ja talotekniikalle sekä tarkennettava, mitä kyseiset päästöt sisältävät. Talotekniikan osat ovat vielä tarkentamatta. Miten esimerkiksi huomioidaan hulevesijärjestelmät, kaukolämpöputket ja muut rakennuksen ulkopuoliset talotekniikat? (Viitala ym. Gralund Oy 2021)

Testissä nousi esille myös tietomallin tärkeys. Elinkaariarvioinnin tekemisen sujuvoittamiseksi olisi hyvä edistää MRL:n uudistuksen tietomallien laadun kehitystä ja huomioida hiilijalanjälkilaskennan tietotarpeet tietomallien ohjauksessa. Testissä painotettiin yhteistyötä ja avoimuutta määrätietojen luovuttamisen suhteen rakentajien, määrälaskijoiden ja elinkaariasiantuntijoiden välillä. Laskennassa tarvittavien ympäristöselosteiden saatavuudessa ja käytettävyydessä todettiin puutteita. Rakennuksen sekä rakennuspaikan erittely aiheutti laskennassa hankaluuksia. Niillä on eri yksiköt, eivätkä ne ole yhdenmukaiset. Lisäksi rakennuspaikan erittely antaa mahdollisuuksia sivuuttaa päästöjä tekemällä maanalaisia tiloja. (Viitala ym. Granlund Oy 2021)

Ympäristöselosteiden käyttämisessä laskennassa on vielä epäselviä asioita, esimerkiksi kuinka tarkka ympäristöselosteiden on oltava ja millä tasolla niitä voidaan käyttää. Ainoastaan EN15804+A2-standardin mukaisten ympäristöselosteiden hyväksyminen nähtiin hankalana, sillä esimerkiksi vuonna 2021 julkaistut EN15804+A1-standardin pohjalta tehdyt ympäristöselosteet ovat voimassa vielä vuonna 2026. Lisäksi jäi epäselväksi, voiko ympäristöselosteita enää käyttää, kun niiden voimassaolo päättyy. (Viitala ym. Granlund Oy 2021)

Keskimäärin ympäristöministeriön määrittelemän ilmastaselvityksen mukaiseen vähähiilisuuden arviointiin ja raportointiin käytetty aika oli kerrostalokohteiden osalta noin 3–5 työpäivää ja pientalon osalta noin 2–4 työpäivää. Aikaan ei sisällytetty tulosten analysointia. Testausprojektissa todettiin laskennan olevan laadullisesti ja tulosten oikeellisuus huomioiden haastavaa sellaiselle laskijalle, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta hiilijalanjälkilaskennasta. Lisäksi suoraan asetusluonnostekstin perusteella ilman laskentatyökalua tehtävä laskenta todettiin mahdolliseksi vain hyvin syvällisesti standardien metodologiaan perehtyneelle henkilölle. Tyypilliset virhemahdollisuudet olivat laskennan aikana esimerkiksi rakennusosien, rakennuksen ja rakennuspaikan rajausta ja oikean laajuuden huomioiminen, materiaalitiedon hallinta, eri laatuisten EPD-tietojen käyttäminen, rakennusosien yhdistäminen oikeaan päästötietoon sekä energiatodustustietojen ja menetelmän mukaisen energiamuodon päästöprofiilin hyödyntäminen. (Viitala ym. Granlund Oy 2021)

Arvioinnin tarkkuustason huomattiin vaihtelevan eri kohteiden välillä. Tarkkuuteen vaikuttavat suunnitelma-aineiston tarkkuustason vaihtelu. Joissakin kohteissa oli ollut käytettävissä yksityiskohtaisempia suunnitelma-aineistoja ja määrätietoja, kun taas joissakin kohteissa oli hyödynnetty enemmän keskiarvoja ja yleisiä referenssitietoja. Lisäksi arviointiin vaikuttaa päästölaskijan kokemus. (Viitala ym. Granlund Oy 2021)

Talotekniikan päästölaskenta on huomattavasti raskaampaa kuin ARK- tai RAK-osien päästölaskenta. Tämä johtuu talotekniikkaosien suuresta komponenttimäärästä ja siitä, että päästötiedot tulee kerätä useasta eri lähteestä. (Laasonen ym. Sweco Talotekniikka Oy 2021) Granlundin testauksessa havaittiin, että laskijan työmäärään vaikuttaa suuresti, kuinka paljon materiaalien määrälaskentaa, rakennusosien rakenteiden avaamista sekä lähtötietojen käsittelyä ja tulkintaa laskijan tarvitsee tehdä hiilijalanjälkilaskentaa varten. (Viitala ym. Gralund Oy 2021)

2.2 Markkinakehitys ja vähähiilisyteen liittyvät tavoitteet

2.2.1 EU-Taksonomia

Vähähiilisyys vaikuttaa isosti rakennusalaan jo ennen uusien lainsäädäntöjen astumista voimaan. Se näkyy esimerkiksi vähähiilisyteen liittyvien palveluiden kysynnässä, alan keskustelussa ja tilaajien vaatimuksissa. Vastuullisuuteen ja vähähiilisyteen liittyy myös erittäin vahvasti Euroopan komission tekemä kestävä kasvun rahoitusta koskeva toimintasuunnitelma. Sen pääkohta on perustaa kestävien toimintojen yhtenäinen luokitusjärjestelmä eli taksonomia. EU määrittää jatkossa minkälainen rakennushanke tai kiinteistö on vastuullinen. Taksonomian tavoite on luoda kriteerit sille, minkälainen sijoituskohde on kestävä ympäristön kannalta ja sitoa siihen rahan saatavuus ja hinta. Tämä tulee tulevaisuudessa siirtämään sijoittajien rahavirtaa vastuullisten kohteiden suuntaan. Tulevaisuudessa jos kohde ei ole vastuullinen, se voidaan nähdä jopa riskinä sijoituskohteena. Sijoittajien rahan siirtyessä vastuullisempiin ja täten vähähiilisempiin rakennuskohteisiin, tulee ala kehittymään nopeasti ja luo ison muutoksen rakennusalan toimialoille. Vastuullisuus ja kestävä kehitys rakennusosalalla saattavat olla

tulevaisuudessa jopa liiketoiminnan edellytyksiä. Tämän vuoksi monet markkina-toimijat asettavat tavoitteita jo nyt esimerkiksi hiilineutraaliuteen liittyen. (Ilmasto & kunnat: vähähiilinen rakentaminen 2022)

EU-taksonomiassa esitetään kuusi ympäristötavoitetta ja niiden arviointikriteerit. Ympäristötavoitteet ovat: 1. ilmastonmuutoksen hillintä, 2. ilmastonmuutokseen sopeutuminen, 3. veden ja merten kestävä käyttö, 4. kiertotalouteen siirtyminen 5. ympäristön pilaantumisen ehkäisy sekä 6. biodiversiteettien ja ekosysteemin suojeleminen. Yritys ei saa aiheuttaa haittaa yhdellekään kuudesta ympäristötavoitteesta ja sen täytyy hyödyntää ainakin yhtä niistä. Tämän lisäksi jokaisen taksonomian mukaisen toimen on täytettävä määritetyt vähimmäissuojatoimet. (Sustainable Finance and EU Taxonomy: Commission takes further steps to channel money towards sustainable activities 2021)

Euroopan komissio on tehnyt rakennustuoteasetuksesta muutosehdotuksen. Uudistamisen on tarkoitus vahvistaa vuodesta 2011 voimassa ollutta sääntelyä. Tarkoitus on luoda yhdenmukainen tapa huomioida ja arvioida rakennustuotteiden ympäristö- ja ilmastovaikutukset. Tällä varmistetaan, että rakennustuotteiden valmistus ja suunnittelu toteuttaa vaatimusta kierrätettävistä, kestävämmistä ja korjattavista rakennustuotteista. Uudistuksen myötä tulisivat käyttöön myös digitaaliset työkalut; rakennustuotteiden passi ja tietokanta. (EU:n kiertotalouspaketti: pitkäikäisempiä tuotteita, parempaa tuotesuunnittelua, pie-nempää ympäristökuormaa ja kestäviä tekstiilejä 2022)

2.2.2 Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma

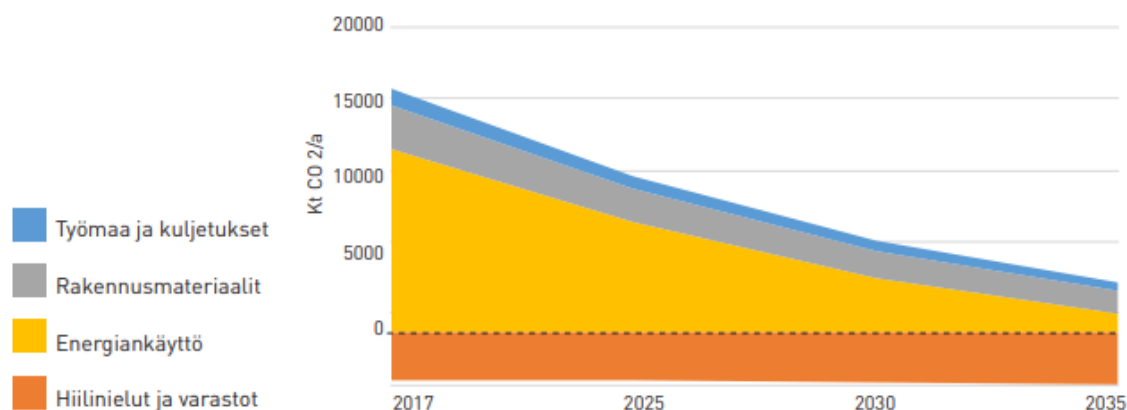
Vähähiilisyyteen liittyviin tavoitteisiin on luotu rakennusalalle Green Building Councilin #BuildingLife -hanke. Hanke on kymmenen eurooppalaisen Green Building Councilin yhteishanke. Ideana on ollut laatia toimintaohjelma, jossa esitetään prosessit ja suunta, joiden avulla yritykset vähentävät oman toimintansa ja arvoketjunsä päästöjä. Hankkeeseen osallistuvat yritykset sitoutuvat tukemaan toimintaohjelman toimenpiteiden ja tavoitteiden toteuttamista siten että Suomessa saavutetaan hiilineutraali tila kiinteistö- ja rakennusalan päästöissä vuo-

teen 2035 mennessä. Toimintaohjelman rakenne koostuu neljästä osasta. Ensimmäisessä osassa esitetään koko rakennetun alan tavoite. Toisessa osassa ovat alan päästöihin vaikuttavat ulkopuolelta tulevat muutokset. Kolmannessa osassa esitetään toimijakohtaiset toimenpiteet. Kahdeksassa toimijassa ovat esimerkiksi erikseen suunnittelijat ja muut asiantuntijat sekä rakennustuoteteollisuus. Neljännessä osassa avataan Green Building Councilin oma toimintaohjelma. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

EU on osana vihreän kehityksen ohjelmaa asettanut ilmastolain myötä itselleen sitovan tavoitteen olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. EU on sitoutunut vähentämään myös päästöjään vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä. Vertailutasona päästöissä käytetään vuotta 1990. Suomen tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

Nykytilassa rakennuksen energian käytön osuus Suomen päästöistä on 23 % ja materiaalien sekä rakentamisen osuus 7 %. Jotta hiilineutraalius halutaan saavuttaa, täytyy energiankäytön päästöjä vähentää 90 % sekä rakennusmateriaalien, työmaiden ja kuljetusten päästöjä 50 % vuoteen 2035 mennessä. Kuljetuksien kehitys kulkee samaa tahtia uusiutuvien polttoaineiden sekä sähköistymisen kanssa. Energiateollisuus on arvioinut kaukolämmön päästöjen alenevan 80–90 % vuoteen 2035 mennessä, ja alan asiantuntijoiden näkemysten mukaan rakennusmateriaalien päästöt pystytään puolittamaan. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

Hiilineutraaliuden tavoittelemiseen ei riitä pelkästään päästöjen vähentäminen, lisäksi täytyy tehdä positiivisia ilmastovaikutuksia. Toimintaohjelman hiilikädenjälki vaatii vielä tarkempaa selvitystyötä. Nykyisellään positiiviset vaikutukset edustavat noin 20 % nykyisistä rakennetun ympäristön ilmastopäästöistä. Kuvan 11 kuvaajassa (s.20) on esitetty tavoite päästöjen vähentämisestä sekä positiivisten vaikutusten kasvattamisesta rakennetussa ympäristössä. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)



Kuva 11. Päästöjen vähentyminen ja positiivisten vaikutusten kasvaminen rakennuksessa ympäristössä (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

Hankkeessa painotetaan rakennustuoteteollisuuden merkitystä vähähiilisessä rakentamisessa. Vähähiilisiä rakennuksia ei voida rakentaa ilman vähähiilisiä tuotteita. Viime vuosina on havaittu alalla muutosta, jossa tuotetoimittajat ovat tuoneet alalle entistä enemmän innovatiivisia tuotteita. Tuotteissa on huomioitu materiaalien alkuperä ja kierrätettävyys sekä energiankulutus tulevaisuudessa. Materiaalitoimittajien on puolitettava päästöt teknisistä ominaisuuksista tinkimättä. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

Rakennusliikkeiden osuus päästöistä muodostuu kuljetuksista ja työmaatoiminnoista. Työmaiden sähköistäminen vaatii uusia innovaatioita sekä pitkäjänteistä työtä. Tämän lisäksi rakennusliikkeillä on vaikutusvaltaa rakentamiinsa tuotteisiin. Rakennusliike voi toimia asiantuntijana tilaajan suuntaan materiaalivalintojen ja rakentamisen vaikutuksesta ilmastonmuutokseen. Rakennuttajat pystyvät vaikuttamaan rakennushankkeen jokaiseen osaalueeseen. Heidän tavoitteensa on varmistaa, että vähähiilisyystavoitteet toteutuvat koko hankkeen ajan.

Suunnittelijoiden ja muiden asiantuntijoiden tavoitteet ovat auttaa alaa ja vähähiilisyttä eteenpäin tarjoamalla asiantuntijapalveluita ja kehittämällä innovatiivisia ratkaisuja alaa jarruttaviin haasteisiin. Kunnat, kaupungit ja muut julkisyhteisöt vaikuttavat kaikkiin kiinteistöihin ja rakennushankkeisiin. Ohjausvaikutus näkyy kaavoituksessa, sääntelyssä ja rakennusvalvonnassa. Julkisten toimijoiden tehtäviä ovat muun muassa päästötietokannan ylläpitäminen sekä lainsäädännön

kehittäminen vähähiilisempään suuntaan. Lainsäädännön kehittämiseen liittyy esimerkiksi hankekohtaiset hiilijalanjälkilaskennan raja-arvot. (Tähkänen & Tähtinen, Green Building Council 2022)

Green Building Council on julkaissut vuonna 2022 pilottikäyttöön *Hiilineutraalin rakennuksen toimintaohjeen*. Kymmenen eri rakennuskohteen pilotoinnin tavoite on testata ohjetta sekä varmistaa ohjeen soveltuvuus. Tavoite vuoden 2022 loppuun mennessä on julkaista kaikille yleiseen käyttöön ohje siitä, minkälainen on hiilineutraali rakennus, miten se arvioidaan ja miten siitä kommunikoidaan erilaisissa hankkeissa. Pohjana ohjeessa on EN 15978-standardi sekä ympäristöministeriön vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Toimintaohjeessa on tavoite ottaa huomioon myös rakennuksen todelliset olosuhteet. Tällaisia ovat muun muassa paikallisen kaukolämpöverkoston huomioiminen, tavoite-energiankulutukseen perustuva energiantarve ja tontin ulkopuolisen oman tuotannon huomioiminen. Ilmastohyödyiksi luetaan työssä ulos myyty uusiutuva energia, ulkopuoliset kompensatiot sekä tekniset hiilivarastot. Hiilineutraali rakennus saavutetaan tasapainottamalla rakennuksen koko elinkaaren ilmastopäästöt, potentiaaliset ilmastohyödyt ja kompensatiot. (Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022) Tähän päästään arvioimalla rakennuksen koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki ja vähentämällä sitä mahdollisimman paljon. Lisäksi arvioidaan hankkeen tuottamat mahdolliset ilmastohyödyt ja kasvatetaan niitä mahdollisimman paljon. Lopuksi hyvitetään jäljelle jäävät päästöt ulkoisilla kompensatioilla. (Hiilineutraali rakennus ohje 2022)

2.2.3 Kunnat ja kaupungit

Kunnilla on suuri vaikutus vähähiilisyyteen. Kunnissa vaikutetaan esimerkiksi kaavoitukseen, tontin luovutukseen sekä kunnan kiinteistöihin. Hyvin vaativaa vähähiilisyyteen liittyvää ohjausta tehdään jo nyt monien kuntien osalta. (Ilmasto & kunnat: vähähiilinen rakentaminen 2022) Monilla kunnilla on Suomen kansallista tavoitetta tiukemmat ilmastotavoitteet ja useat kunnat ovatkin kirjanneet rakentamisen vähähiilisyyden osaksi kuntastrategiaa. (Kunnat vähähiilisen rakentamisen vetureiksi – Vähähiilisestä rakentamisesta kuntien ilmastopolitiikan työkalu 2022) Kuntien hallitsema rakennuskanta on valtava ja kunta päättää miten ylläpitää sitä.

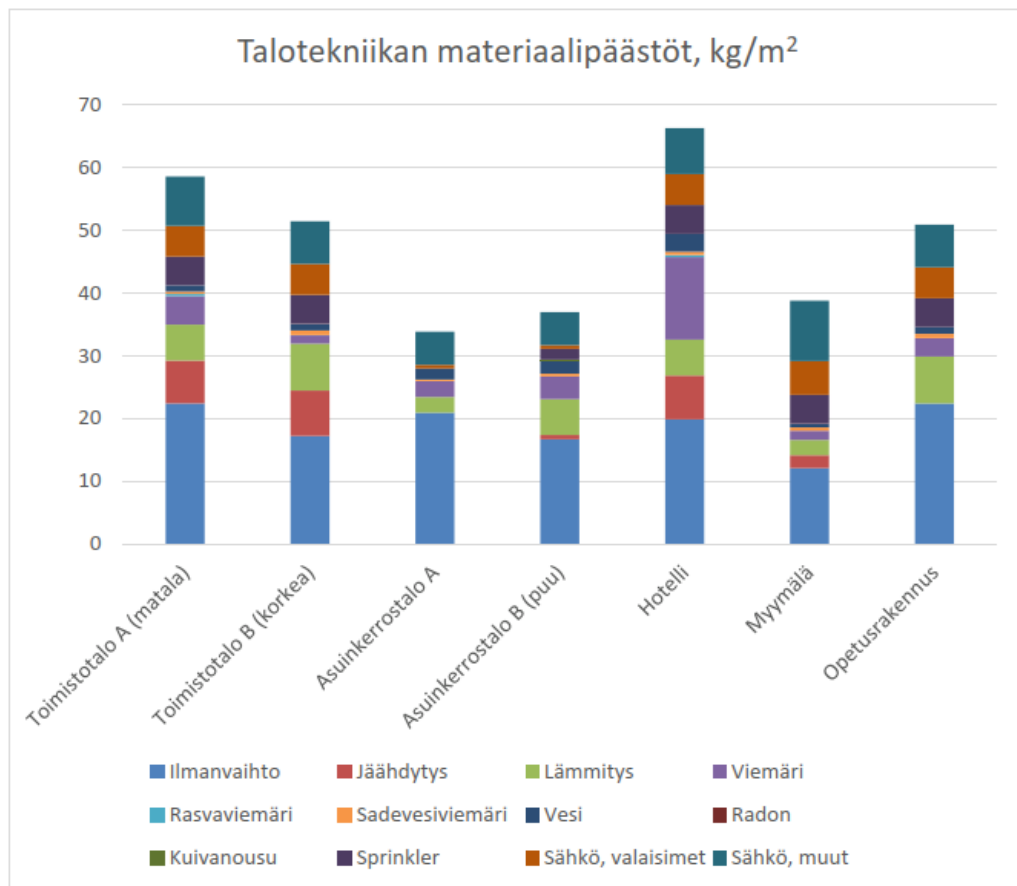
Lisäksi kunta pystyy vaikuttamaan maankäytön ja kaavoituksen kautta, josta voidaan asettaa esimerkiksi tontin luovutukselle vaatimus vähähiilisuudelle ja käyttää sitä kilpailukriteerinä eri toimijoille. Tällä olisi suora vaikutus yksityiseen sektoriin. Kunnilla on mahdollisuus edetä vähähiilisuuden osalta valtiota nopeammin ja asettaa tarvittaessa tiukempia tavoitteita sen suhteen. Kunnan rooli vaikuttaa vähähiilisyyteen näkyy myös julkisissa hankinnoissa, joissa hankintakriteereillä voidaan ohjata hankintoja vähähiilisempiin ratkaisuihin. Pääasia olisi, että markkina voisi luoda innovaatioita ja kilpailla vähähiilisistä ratkaisuista. (Ilmasto & kunnat: vähähiilinen rakentaminen 2022)

Danske Bankin tutkimuksen mukaan noin 70 prosenttia asunnon ostajista uskoo ympäristöasioiden vaikuttavan asunnon tai kiinteistön hintaan, jonka he ovat valmiita maksamaan. Tutkimukseen osallistuvat uskoivat vähähiilisemmällä rakennuksella olevan parempi arvonkehitys tulevaisuudessa. (Närhi 2021) Tutkimus on vuoden 2021 keväältä, jolloin rakennusmateriaalien kustannukset olivat alempana kuin opinnäytetyön kirjoitushetkellä. Tästä voidaan päätellä, että tutkimuksen tulos on todennäköisesti vanhentunut, eikä enemmistö asunnon ostajista ole välttämättä valmis maksamaan ylimääräistä ympäristöystävällisemmästä asunnosta.

2.3 Talotekniikan hiilijalanjälki

2.3.1 Talotekniikan päästöt

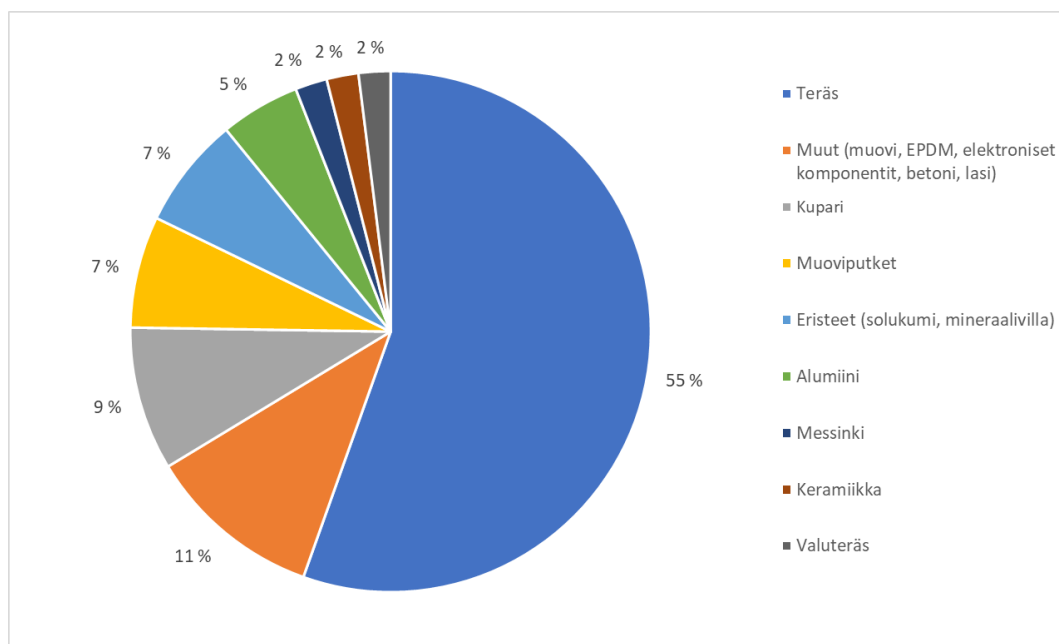
Suurimmat materiaalipäästöt ovat niillä talotekniikan tuotteilla, jotka kattavat suurimman osan talotekniikan rakennusmateriaalien massamäärästä. Swecon päästöjen selvityshankkeessa selvitettiin talotekniikan päästöjä toteutuneissa rakennuskohteissa. Talotekniikan massatiedot vaihtelivat rakennustyypeittäin (kuva 12 s.23). Suurimmat massamäärät olivat oletetusti niissä rakennustyypeissä, joissa esiintyi eniten talotekniikkaa neliometriä kohti sekä joissa tavoiteltiin korkeampia sisäolosuhteiden laatutasoja. Tällaisia kohteita olivat muun muassa hotelli-, toimisto- ja opetuskohteet. (Laasonen ym. Sweco Talotekniikka Oy 2021)



Kuva 12. Päästöselvityksen eri kohderakennuksien talotekniikan materiaali­päästöt (Laasonen ym. Sweco Talotekniikka Oy 2021)

Huomattavasti suurin osa talotekniikan materiaalien päästöistä syntyi ilmanvaihtojärjestelmän osista. Swecon raportissa esimerkiksi asuinkerrostalon ilmanvaihto käsitti yli 60 prosenttia talotekniikan kokonaismassasta. Asuinkerrostalo­kohteessa keskitetyn ilmanvaihdon huomattiin aiheuttavan hajautettua ilmanvaihtoratkaisua pienemmät päästöt. Esimerkkikohteessa hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä vastasi noin 65 prosenttia talotekniikkaosien kokonaismassasta, kun taas keskitetty noin 45 prosenttia. Ilmanvaihdon jälkeen seuraavaksi suurimman yksittäisen talotekniikkajärjestelmän massamäärät vaihtelevat rakennustyyppin mukaan. Kohteesta riippuen lämmitys-, jäähdytys-, viemäri- tai sähköjärjestelmä vastaa yksittäin noin 10–15 prosenttia talotekniikan kokonaismassasta. Esimerkiksi asuinkerrostaloissa ei yleensä ole sprinkler- tai jäähdytysjärjestelmiä; täten niissä on pienemmät massamäärät verrattuna muihin rakennustyyppeihin. (Laasonen ym. Sweco Talotekniikka Oy 2021)

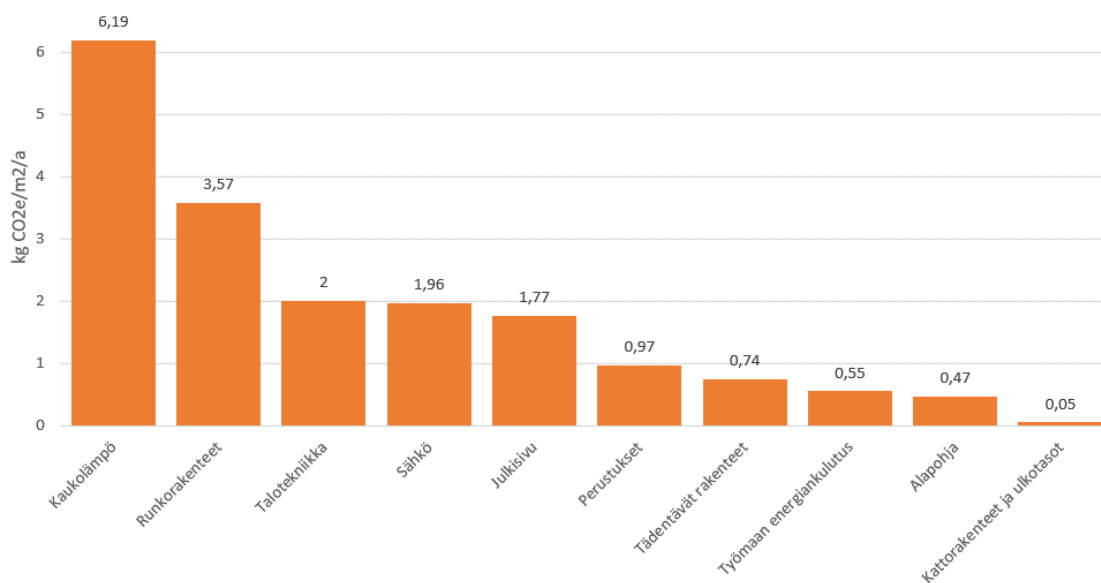
Henna Näsänen diplomityössä *Taloteknisten järjestelmien linkkaaren ilmastovai-
kutukset* (Näsänen 2021) tutkittiin talotekniikan materiaaleja. Talotekniikan järjes-
telmissä käytetyistä materiaaleista suurin osa tulee teräksestä. Toimistoraken-
nuksen talotekniikkajärjestelmistä teräksen osuus on Hennan diplomityössä kä-
siteltävässä kohderakennuksessa noin 56 %. Muiden osuudet ovat seuraavat:
kuparin 9 %, alumiinin 5 %, valuteräksen ja messingin osuus 2 %, muoviputkien
7 %, eristeiden 7 %, keramiikan 2 % ja loppujen 11 % (kuva 13). (Näsänen 2021)



Kuva 13. Talotekniikkajärjestelmien osuus diplomityön toimistorakennuksessa (Näsänen 2021 S. 27, muokannut tekijä)

Talotekniikan päästöjä asuinkerrostalokohteessa on tutkittu Janika Torkin diplo-
mityössä *Vähähiilisen asuinrakennuksen LVI-suunnittelu* (Torkki 2021). Diplomi-
työn referenssikohteen talotekniikan osuudeksi tuli koko rakennuksen hiilijalan-
jäljestä noin 28,1 prosenttia. Tästä osuudesta tuotteiden osuus oli 6,6 prosenttia
ja energian 21,5 prosenttia. Referenssikohteessa oli käytössä maalämmitys sekä
5 kWp aurinkosähköpaneeleita. Yksittäisen suurimman talotekniikan osa-alueen
päästöt olivat putkien, kanavien ja ilmanvaihtokoneiden osalla. Ilmanvaihtojärjes-
telmä kattoi lähes puolet koko rakennuksen talotekniikan materiaalipäästöistä.
(Torkki 2021)

Valle Raatikaisen tutki diplomityössään *Asiakkaan päästöjen vähentäminen talotekniikkasuunnittelussa* (Raatikainen 2021) Suomeen rakennettavan päiväkodin hiilijalanjälkeä sekä hiilikädenjälkeä. Diplomityössä kohderakennuksena toimivassa päiväkodissa talotekniikan osuus rakennuksen materiaalien hiilijalanjäljestä oli noin 18–19 prosenttia ja käytönaikaisen hiilijalanjäljen osuus noin 23–42 prosenttia koko rakennuksen hiilijalanjäljestä riippuen energiantuottojärjestelmästä. Ilmanvaihtojärjestelmä kattoi puolet talotekniikan materiaalipäästöistä. Toiseksi eniten päästöjä koitui lämmitysjärjestelmästä ja kolmanneksi eniten sähköjärjestelmästä. Vallen diplomityön kohderakennuksessa tarkastellessa kaukolämpö ja vedenjäähdytin järjestelmää, oli päiväkodin talotekniikan osuus koko rakennuksen hiilijalanjäljestä noin 11,1 prosenttia ja energiankäytön kokonaispäästöt noin 19,1 prosenttia. Kuvassa 14 on esitetty päästöjen jakautuminen pääryhmittäin. (Raatikainen 2021)



Kuva 14. Hiilijalanjäljen tulokset diplomityön kohderakennuksessa pääryhmittäin kaukolämpö ja vedenjäähdytin tapauksessa (kg CO₂e/n-m²/a) (Raatikainen 2021 s. 38, muokannut tekijä)

2.3.2 Vähähiilisyys talotekniikkasuunnittelussa

Rakennusten hiilijalanjäljen pilotoinneissa on huomattu taloteknisen tietomallinnuksen painottuvan urakkavaiheen laskentaan. Tämä tarkoittaa tarkan mallin

puuttumista rakentamisen alkuvaiheessa. Näin ollen käytettävissä ei ole tarkkoja taloteknisten laitteistojen sekä järjestelmien määrätietoja. (Laasonen ym. Sweco Talotekniikka Oy 2021) Edellä olevista asioista johtuen, hiilijalanjälkilaskenta poikkeaa tarkkuudeltaan talotekniikan osalta rakennushankkeen lupavaiheessa ja käyttöönottovaiheessa.

Nykyaikana lähtökohtaisesti rakennushankkeen alussa rakennussuunnittelun perusratkaisut on jo tehty ennen kuin talotekniikkasuunnittelijat aloittavat oman tietomallipohjaisen suunnittelunsa. Vähähiilistä suunnittelua voitaisiin toteuttaa kääntämällä tilanne toisinpäin. Usein erityissuunnittelijoiden on liian myöhäistä vaikuttaa projektiin siinä vaiheessa, kun rakennussuunnittelun perusratkaisut on jo tehty. (Kaavoitus- ja rakentamislaki, luonnos 2021) Ottamalla vähähiilisyyssi-antuntija mukaan heti projektin alkuvaiheessa, voitaisiin luoda reunaehdot ja lähtökohdat myös arkkitehtisuunnittelulle. (Vihma & Loikkanen 2020a).

Rakennusten energiatehokkuus näkyy merkittävänä osana talotekniikan vähähiilisydessä. Investointeja energiatehokkuuden osalta nähdään menevän lähivuosina lämpöpumppuihin, aurinkosähköön sekä hiilineutraaliutta ja kysyntäjoustoa edistäviin ratkaisuihin. Uusiutuvan energian tuotanto, varastointi ja hukkaenergioiden hyödyntäminen kasvaa. Rakennukset kasvattavat rooliaan osana energiajärjestelmää siirtämällä hukkaenergiaa toimijalta toiselle. Kysynnän nähdään nousevan toimivalle kiertotaloudelle. Kiertotaloutta ovat esimerkiksi rakennusten ja rakennusmateriaalien elinkaaren jatkaminen sekä purkujätteen tehokkaampi hyödyntäminen. (Rakennusteollisuuden ympäristöwebinaari 2022)

KIRA-foorumi laati vähähiilisyteen liittyen *Kiinteistö- ja rakentamisalan kasvuohjelman* (Kiinteistö- ja rakentamisalan kasvuohjelma 2022). Tärkeimpinä asioina kasvupotentiaalissa nähtiin muuntojoustavuus sekä kestävät rakennukset, energiatehokkaat järjestelmät ja energiakäytön optimointi, vähähiiliset rakennusmateriaalit sekä toimiva kiertotalous. Erityisen tärkeää olisi suunnitella rakennus niin, että mukauduttaisi erilaisiin käyttäjätarpeisiin kohderyhmäkohtaisen rakentamisen sijasta. Kilpailua tarvitaan rakennusmateriaalien välille, jotta saadaan luotua uusia, innovatiivisia materiaaleja kehittyvän kiertotalouden ja materiaaliteknologian pohjalta. (Kiinteistö- ja rakentamisalan kasvuohjelma 2022) Vähähiilisen

suunnittelun osalta on erityisen tärkeää tietää heti rakennushankkeen alkuvaiheessa, miten rakennusta halutaan käyttää. Käyttöön ei ole olemassa vain yhtä ratkaisua (Vihma & Loikkanen 2020b)

Pelkkä rakennuksen energiatehokkuus ei yksin riitä. Se pysyy tulevaisuudessa-kin tärkeänä keinona vähähiilisessä rakentamisessa, mutta huomio tulee jatkossa kiinnittää koko rakennuksen elinkaareen. (Häkkinen & Kuittinen 2020) Talotekniikan tuotteiden ja materiaalien päästöt tulevat korostumaan tulevaisuudessa, kun rakennuksiin tuotettu energia muuttuu huomattavasti vähempipäästöiseksi. Materiaalitehokkuutta tuotetasolla voidaan parantaa pidentämällä tuotteen elinkaarta, vähentämällä resurssivirtoja tai kierrättämällä resurssit. Kaikista tehokkain vaihtoehto saataisiin yhdistämällä nämä kaikki kolme kohtaa. (Kuittinen 2021)

Samat osatekijät vaikuttavat valitusta peruskonseptista ja rakennuksen koosta riippumatta rakennusten vähähiilisyteen. Erilaisissa hankkeissa vähähiilisyteen vaikuttavia osatekijöitä voidaan tunnistaa. Vähähiilisen rakentamisen osatekijät ovat energia, materiaalit, rakennuspaikka sekä toimivuus. Pohja vähähiilisyydelle muodostetaan rakennuksen pitkän elinkaaren kautta. Pitkän elinkaaren tavoittelussa keskeisiä ominaisuuksia ovat muuntojoustavuus, purettavuus, kierrätettävyys sekä käyttöikäsuunnittelu. (Häkkinen & Kuittinen 2020)

Rakennuksen energiatehokkuuden sekä talotekniikan materiaali-päästöjen välillä on huomattu yhteys. Energiatehokkuuden noustessa, nousevat myös materiaali-päästöt. Energiatehokkaassa rakennuksessa on hyvin toimivat ja yleensä hieman monimutkaisemmat talotekniset laitteet sekä hyvä eristys. Energiatehokkaassa rakennuksessa taloteknisiä laitteita voidaan joutua vaihtamaan useamman kerran rakennuksen elinkaaren aikana; tämä lisää niiden osuutta rakennuksen elinkaaren aikaisissa päästöissä. (Embodied GHG Emissions of Buildings – The Hidden Challenge for Effective Climate Change Mitigation 2020)

Janika Torkin diplomitöissä tutkittiin lämmitysjärjestelmän vaikutusta kohderakennusten päästöihin. Laskelmien perusteella kaukolämmön hiilijalanjälki oli noin

2,7-kertainen verrattuna maalämpöön. Kaukolämmön käyttövaiheen päästöt olivat melkein kaksinkertaiset maalämpöön verrattuna. (Torkki 2021) Valle Raatikaisen päiväkodin päästöjä tutkivassa diplomityössä kohderakennuksessa käytettiin kaukolämpöä ja vedenjäähdytintä. Maalämpöjärjestelmällä, maaviileä huomioiden, oli rakennuksen hiilijalanjälki melkein 25 prosenttia lähtötasoa pienempi. (Raatikainen 2021) Henna Näsänen toimistorakennuksen päästöjä tutkivassa diplomityössä maalämpöjärjestelmän ilmastovaikutus oli vain 6 prosenttia kaukolämmitystä ja vedenjäähdytyskoneratkaisua pienempi. (Näsänen 2021)

Henna Näsänen diplomityössä tutkittiin myös muuntojoustavan ilmanvaihdon vaikutusta toimistorakennuksen talotekniikan päästöihin. Tutkimuksen mukaan muuntojoustava ilmanvaihtojärjestelmä ei kasvattaisi rakennuksen elinkaaren päästöjä, vaikka kanavakokoja jouduttaisiinkin suunnittelemaan hieman väljemmiksi. Muuntojoustavalla ilmanvaihtojärjestelmällä olisi mahdollista vähentää rakennuksen elinkaaren päästöjä 1–2 prosenttia. Muuntojoustavassa järjestelmässä kanavat mitoitetaan hieman normaalia suuremmiksi tulevaisuuden huoneilojen mahdollisia muutoksia varten. Vertailukohteena järjestelmälle oli pienemmällä kanavakoilla mitoitettu kanavisto, joka uusittaisiin kokonaisuudessaan kerran 50 vuoden tarkastusjaksolla. Muuntojoustavalla järjestelmällä saataisiin myös puhaltimien sähkönkäyttöä pienemmäksi. Hennan diplomityössä selvitettiin myös toimistorakennuksen lattialämmitysverkoston elinkaaren aikaisten päästöjen olevan patteri- sekä säteilypaneelilämmitystä pienemmät. Tuotesidonnaiset päästöt lattialämmityksessä olivat noin 30 prosenttia säteilypaneelilämmitystä ja noin kuusi prosenttia patteriverkostoa pienemmät. (Näsänen 2021)

Vahanan on tehnyt esiselvityksen passiivisten talotekniikkakomponenttien uudelleenkäyttöpotentiaalista. Selvityksessä oli tarkastelussa ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmän passiivisten tuoteryhmien potentiaali on esitetty kuvan 15 taulukossa (s.29). Ilmanvaihtoa tarkasteltiin sen kattaessa talotekniikan materiaalipäästöistä suurimman osan. Selvityksessä arvioitiin ilmanvaihtojärjestelmiä koskevien muutos- ja korjaustöiden kasvavan tulevaisuudessa. Uudisrakentamista suurempi uudelleenkäytön potentiaali havaitaan korjausrakentamisessa. Arvioiden mukaan syntyvästä korjaus- ja purkujättemassasta noin 10 prosenttia

voisi olla potentiaalisesti uudelleenkäytettävissä. Selkeimmäksi uudelleenkäyttö-potentiaaliltaan olivat tulo- sekä poistoilman päätelaitteet. Savu- ja palonhallintalaitteita ei voida käyttää uudelleen niiden tarkkojen vaatimusten ja CE-merkintöjen vuoksi. Talotekniikkatuotteen uudelleenkäytettävyyteen vaikuttaa eniten tuotteen ikä. Komponentilta pitää löytyä tekniset tuotetiedot, jotta sitä voidaan käyttää suunnittelussa ja erityisesti mittaus- ja säätötoissa luotettavasti. Ilmanvaihdon komponenttien kehityskaari huomioiden, potentiaaliset uudelleen käytettävät ilmanvaihdon komponentit olisivat 2000-luvulta eteenpäin. (Toorikka ym. 2022)

Ilmanvaihtojärjestelmän tuoteryhmä	Uudelleen käytettävyyden potentiaali
Ilmanvaihtokanavat	Rajoitettu potentiaali
Kanavaosat	Rajoitettu potentiaali
Säätö- ja sulkupellit	Rajoitettu potentiaali
Äänenvaimentimet	Rajoitettu potentiaali
Tuloilmalaitteet	Potentiaallinen
Poistoilmalaitteet	Potentiaallinen
Savu- ja palonhallintalaitteet	Ei potentiaallinen
Ulkojärjestelmät	Rajoitettu potentiaali

Kuva 15. Ilmanvaihdon uudelleenkäytettävyyden potentiaalisimmat passiiviset tuoteryhmät (Toorikka ym. 2022)

Ilmanvaihdon kanavaosien uudelleenkäytölle ei arvioitu olevan suurta potentiaalia. Ilmanvaihtokanavien kiinnitys tapahtuu niitein tai ruuvein, joten niiden reiät pitäisi paikata uudelleen käyttöä varten. Ilman paikkausta eivät kanavat olisi enää tiiviitä. Suuremmilla kanavakoilla voisi olla potentiaalia käyttää uudelleen, sillä niiden hankintakustannukset ovat pienempiä kanavia huomattavasti suurempia. Säätö- ja sulkupelleissä suurin potentiaali on vakiovirtaussäätimillä ja säleillä toteutetuissa säätö- ja sulkupelleillä. Uudelleenkäytettävät äänenvaimentimet täytyvät olla avattavia ja mineraalivillattomia, jotta niitä voidaan potentiaalisesti käyttää uudelleen. (Toorikka ym. 2022)

Valle Raatikainen vertaili diplomityössään ympäristöselosteilla ja SYKE-tietokannan päästötiedoilla laadittuja materiaalipäästöjä. Muun muassa ilmanvaihtokanavien päästöissä havaittiin merkittävä eroavaisuus. Ympäristöselosteiden mukaisten tietojen perusteella Vallen kohderakennuksella olisi 45 prosenttia suu-

remmat ilmanvaihtokanavista aiheutuvat materiaalipäästöt kuin SYKE-tietokannan perusteella. Työssä todetaan talotekniikan laitteiden ja materiaalien välisen vertailun sekä käytön elinkaaren päästöissä epävarmuutta. Epävarmuus johtuu talotekniikkalaitteiden ja -materiaalien EN 15804-standardin mukaisten päästötietojen ollessa rajallisia. Kaikista materiaaleista ja laitteista ei löydy ympäristöselosteita taikka Suomen ympäristökeskuksen keskimääräisiä päästötietoja. (Raatikainen 2021)

Myös Janika Torkin diplomityössä saadaan samankaltaisia johtopäätöksiä. Tällä hetkellä talotekniikan suunnittelijan keinoja edistää vähähiilisyttä ovat haastavat. Haasteita talotekniikan vähähiilisyyden suunnitteluun tekevät erityisesti järjestelmien ja tuotteiden päästötietojen vähäinen tutkiminen. Lisäksi työssä todetaan, että laskennassa joudutaan tekemään paljon oletuksia, kun kaikkien tuoteryhmien tarkkoja päästötietoja ei ole saatavilla. (Torkki 2021)

2.3.3 Talotekniikan hiilikädenjälki

Rakennuksen hiilikädenjälkeä ei saa sekoittaa yrityksen hiilikädenjälkeen. Yrityksen hiilikädenjälki kuvaa, miten yrityksen tarjoamat ratkaisut pienentävät esimerkiksi asiakkaan hiilijalanjälkeä. (Siitonen 2020) Kun taas rakennuksen hiilikädenjäljellä tarkoitetaan myönteisiä ilmastovaikutuksia, joita ei tulisi ilman rakennushanketta (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021).

Hiilikädenjälki kuvaa ilmastohyötyjä. Talotekniikan osalta tämä tarkoittaa ylimääräistä uusiutuvaa energiaa ja talotekniikkatuotteiden materiaalien uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä energiana. Uusiutuvaa energiaa voidaan käyttää myös työmaalla ja se huomioidaan vähähiilisyyden arviointimenetelmässä osaksi rakennuksen hiilikädenjälkeä. (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021)

Rakennuksen tuottaessa verkkoon ylimääräistä lämpöä, kylmää tai sähköä, laskeaan ne osaksi hiilikädenjälkeä. Ylimääräistä uusiutuvaa energiaa tuottavan laitteiston aiheuttamat päästöt on huomioitava myös. Vähähiilisyyden arviointimenetelmässä uudelleenkäytettävillä talotekniikan rakennusosilla tai kierrätettävillä

materiaaleilla on oltava vähähiilisyteen vaikuttavia nettohyötyjä. Laskija arvioi kierrätettävien ja uudelleenkäytettävien materiaalien määrän, joihin sisältyvät myös talotekniikan tuotteiden materiaalit. (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2021)

2.4 Tutkimustulokset ja pohdinta

Talotekniikalla on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sillä on merkittävä vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen ja rakennusmateriaalien päästöihin. Talotekniikan rooli korostuu käytön aikaisissa materiaalipäästöissä, sillä usein talotekniikan tuotteiden laskennallinen käyttöikä on muuta rakennuksen tekniikkaa lyhempi. Rakennusten kehittyessä energiatehokkaammiksi, monimutkaistuvat talotekniikan laitteet ja siitä johtuen materiaalipäästöt korostuvat. Talotekniikan tuotteiden ja materiaalien päästöt tulevat korostumaan tulevaisuudessa, kun rakennuksiin tuotettu energia muuttuu huomattavasti vähempipäästöiseksi.

Talotekniikan rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä löytyy erittäin vähän kirjallisuutta. Opinnäytetöitä talotekniikan päästöistä löytyy vain kourallinen ja ne kaikki on kirjoitettu vuonna 2021 tai aiemmin, joten voidaan olettaa, että aihe on vielä uusi. Opinnäytetöitä aiheeseen liittyen on todennäköisesti tälläkin hetkellä tekeillä. Lisäksi tutkimuksia talotekniikan päästöistä löytyy vielä melko vähäisesti.

Vähähiilisyden arviointimenetelmässä on talotekniikan näkökulmasta vielä asioita, joita täytyy kehittää. Arviointimenetelmän käyttöä saadaan vahvistettua rakennusalalla, jos sitä on helppo ja selkeä käyttää. Tämän lisäksi käyttöä kasvat-taisi todennäköisesti myös päästölaskelmien uskottavuus ja vertailukelpoisuus. Päästölaskennassa on erittäin hankalaa ja työlästä pohtia jonkin tietyn talotekni-sen ratkaisun vaikutusta rakennuksen päästöihin. Se johtuu talotekniikan eri jär-jestelmien ja materiaalien neliöpohjaisten arvojen puuttumisesta. Jos päästölaskija laskee esimerkiksi asuinkerrostalon talotekniikan päästöjä käyttäen asuinker-rostalon talotekniikan keskiarvoa ja haluaa tutkia lämmitysjärjestelmän putkima-teriaalien vaikutusta, joutuu laskija etsimään jokaiselle järjestelmälle neliöpohjai-sen arvon.

Materiaalien ja laitteiden päästötietoja on tutkittava enemmän, jotta voidaan vertailla taloteknisiä järjestelmiä ja toteutuksia tarkemmin. Lukuisista raporteista ja tutkimuksista voidaan päätellä, että talotekniikan vähähiilistä suunnittelua hidastaa tällä hetkellä vähäinen tieto talotekniikan eri materiaalien ja järjestelmien aiheuttamista päästöistä. Talotekniikan erilaisia järjestelmiä ja materiaaleja on hankala vertailla, jos talotekniikan tuotteilta puuttuvat standardin mukaiset ympäristöselosteet.

Talotekniikan eri osa-alueiden materiaaleja ja tuotteita on hyvin paljon erilaisia. Lisäksi erilaisia järjestelmävalintoja on monia. Edellä mainittuja asioita tulisi vertailla keskenään erilaisissa rakennustyypeissä ja laatutasoissa. Granlundin sisäisessä työpajassa pohdittiin erilaisia talotekniikan toteutusvaihtoehtoja, joita voitaisiin vertailla talotekniikan päästöjen näkökulmasta. Vertailtaessa erilaisia vaihtoehtoja, voitaisiin ottaa huomioon myös rakenteisiin liittyvät vaikutukset eri järjestelmissä. Työpajassa huomattiin kuitenkin, että kaiken huomioon ottaminen tuottaa todella suuren työmäärän laskijalle.

Lämmityksen osalta toimistorakennuksissa voitaisiin vertailla keskenään paneeli-, patteri- ja lattialämmitystä. Paneelilämmityksessä täytyy huomioida, että sitä voidaan käyttää sekä lämmitykseen että jäähdytykseen. Lisäksi paneeliverkostossa on matalat lämpötilatasot. Lämmityksen verkostomateriaalien osalta voitaisiin tutkia erilaiset putkimateriaalit, kuten komposiitti, sähkösinkitty teräs, musta teräs, kupari tai pex. Eristemateriaalien osalta voitaisiin vertailla kivivillaa, solukumia sekä mineraalivillaa. Myös päällysteiden ja pinnoitteiden päästöjä voitaisiin tutkia.

Jäähdytyksen osalta toimistorakennuksissa voitaisiin vertailla keskenään paneelijäähdytystä, jäähdytyspalkkeja, ilmastointomoduuleita, lattiaviilennystä ja puhallinkonvektorijäähdytystä. Jäähdytyksen verkostomateriaalien osalta voitaisiin tutkia ruostumatonta terästä, haponkestävää terästä, komposiittia, kuparia, ruosteenestomaalattua teräsputkea ja pex putkea (lattiaviilennys). Eristemateriaaleissa voitaisiin tutkia solukumia sekä villaa ja höyrysulkua. Myös jäähdytyksen kokonaan pois jättämistä voisi tutkia. Tässä tapauksessa jäähdytys toteutettaisiin ilmajäähdytyksellä sekä passiivisin keinoin.

Veden ja viemärin osalta toimistorakennuksissa ei ole kovin paljoa erilaisia vertailtavia vaihtoehtoja. Käyttövedessä verkostomateriaaleissa voitaisiin vertailla putkissa kuparia, komposiittia, PE-putkia ja ruostumatonta terästä. Eristeissä käyttövesiputkien osalta voitaisiin vertailla solukumia, kivivillaa, mineraalivillaa ja PE-vaahtomuovieristettä. Viemäreiden materiaaleista voitaisiin vertailla PP-, PVC-, PEH-putkia, ruostumatonta tai haponkestävää putkea sekä desibeliviemäreitä. Viemäreiden äänieristyksen vertailussa olisivat normaaliviemärin äänieristys sekä desibeliviemärit.

Ilmanvaihdon osalta toimistorakennuksissa voitaisiin vertailla keskitettyä ja hajautettua ilmanvaihtoa. Keskitetyssä ilmanvaihdossa toimistorakennuksessa esimerkiksi vesikatolle sijoitettaisiin yksi suuri ilmanvaihtokone ja hajautetussa järjestelmässä jokaiseen kerrokseen sijoitettaisiin oma ilmanvaihtokone. Ilmanvaihdon osalta olisi hyvä selvittää enemmän myös muuntojoustavan järjestelmän, ilmanvaihtokoneiden väljyyteen sekä lämmöntalteenottoihin liittyvää vaikutusta erityisesti rakennuksen käytön aikaisiin päästöihin liittyen. Ilmanvaihdossa ilmanjako voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Päätelaitteita pystytään suunnittelemaan eri määriä ja eri paikoista puhaltavina. Vertailuun voitaisiin ottaa myös ilmanjakotyypit: mäntävirtaus, syrjäyttävä, vyöhyke ja sekoittava ilmanvaihto. Ilmanvaihdon kanavamateriaalien osalta ei voida suorittaa kovin kattavaa vertailua, koska lähes kaikki kanavat valmistetaan sinkitystä teräksestä. Eristeiden osalta voitaisiin vertailla solukumia, kivivillaa ja mineraalivillaa. Lisäksi voitaisiin tutkia, onko välttämätöntä eristää esimerkiksi tuloilmakanavat jäähdytystarkoituksessa aivan päätelaitteille asti.

Jokaisen talotekniikan osa-alueen osalta toimistorakennuksissa voitaisiin tutkia, miten erilaisissa järjestelmissä eroavat purettavuus, vaihdettavuus ja uudelleen käyttö. Etenkin peruskorjauskohteissa, joissa näitä tehdään enemmän. Erilaisia järjestelmiä voidaan myös ohjata hyvin monilla eri tasoilla. Lisäksi kaikkiin talotekniikan osa-alueisiin liittyvät muuntojouston vaikutus, fiksumpi järjestelmäsuunnittelu sekä tilavaraukset. Erilaiset järjestelmät vaikuttavat hyvin eri tavoin esimerkiksi hormoneihin, alakattotiloihin ja teknisiin tiloihin. Osa taloteknisistä järjestelmistä saattaa vaatia myös erilaisia rakenteita. Ympäristöselosteiden mahdolli-

sesti yleistyessä, kaikilta talotekniikan osa-alueilta voitaisiin tutkia tarkemmin tuotevalintoja. Olisiko eri tuotevalmistajien tuotteilla eroavaisuuksia päästöissä ja kuinka paljon. Opinnäytetyön kirjoitushetkellä tämä kuitenkin on melko haastavaa monien ympäristöselosteiden puuttuessa.

3 Laite- ja tuotevalmistajien valmius vähähiilisyteen liittyen

3.1 Haastattelututkimus

Haastattelututkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena ja haastateltavia oli yhteensä 11. Laadulliseen haastattelututkimukseen päädyttiin, koska asia on uusi eikä välttämättä niin yksiselitteinen ja se aiheuttaa paljon keskustelua. Haastateltavat edustivat talotekniikka-alan suurimpia ja vaikuttavimpia LVI-tekniikan laite- ja tuotevalmistajina toimivia yrityksiä Suomessa. Haastateltavia yrityksiä oli talotekniikan jokaisesta osa-alueesta; lämmityksestä, ilmanvaihdosta sekä käyttövedestä ja viemäristä. Haastatteluun pyrittiin valitsemaan yrityksessä eniten ympäristöasioista tietävä henkilö.

Haastattelut toteutettiin videohaastatteluna internetin välityksellä puolistrukturoituna yksilöhaastatteluna. Ennen haastattelua painotettiin haastateltavan anonyymiuutta tasapuolisuuden vuoksi siksi, että vältettäisiin haastattelun mahdollinen positiivinen vaikutus yrityksen imagoon toisia enemmän. Opinnäytetyössä ei mainita haastateltuja yrityksiä, eikä niitä ole mahdollista tunnistaa vastauksista.

Haastattelututkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten vähähiilisyys näkyy laite- ja tuotevalmistajien työssä, mitkä ovat valmiudet vähähiilisyydelle, ja mikä on ympäristöselosteiden tilanne tuotteiden tai laitteiden osalta. Tutkimuksessa kysymyksiä oli kuusi kappaletta ja ne lähetettiin sähköpostilla haastateltaville etukäteen ennen varsinaista haastattelua:

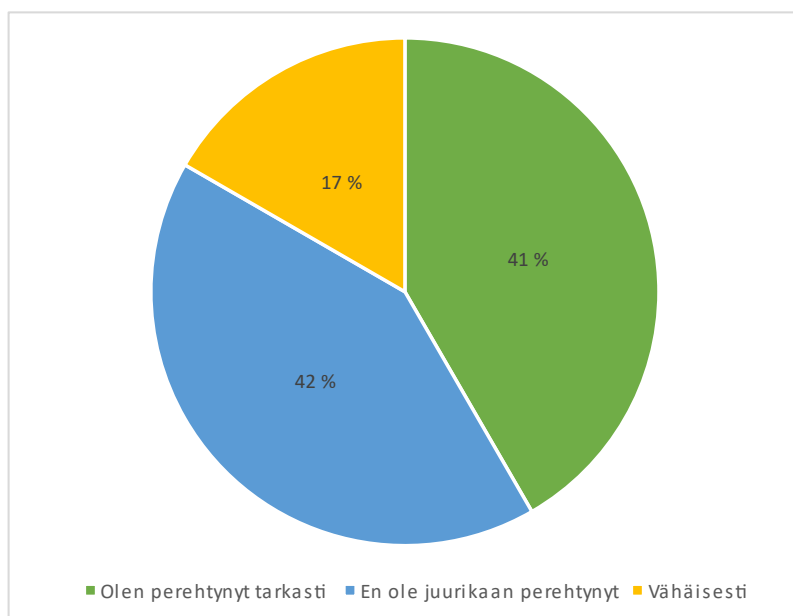
- Kuinka tarkasti olette perehtynyt vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen? Mitä arvelette sen merkitsevän tuotteenne näkökulmasta?

- Onko ympäristöön liittyviä asioita jo kyselyt asiakkaiden, suunnittelijoiden tai muiden tahojen toimesta?
- Oletteko asettaneet tavoitteita tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksiin liittyen?
- Oletteko laatineet tai oletteko suunnitelleet laativanne ympäristöselosteita (EPD)?
- Oletteko kartoittaneet valmiuksia ympäristöselosteiden (EPD) laatimiselle?
- Onko tiedossa, kuinka tuotteenne voivat auttaa vähentämään rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä? Oletteko tehneet tuotekehitystä tai suunnitelleet uusia ratkaisuja vähähiilisyystavoitteiden ratkaisemiseksi?

3.2 Haastatteluiden tulokset ja johtopäätökset

3.2.1 Perehtyminen vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen

Yhdestätoista haastateltavasta viisi oli tutustunut tarkemmin vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen. Kaksi yritystä oli perehtynyt aiheeseen vähäisesti ja viisi yritystä ei ollut perehtynyt juuri ollenkaan (kuva 16 s.36). Osa yrityksistä oli antanut kommentteja ilmastaselvitykseen tai muihin vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin liittyen. Joillekin yrityksistä olivat ympäristöasiat tulleet tietoisuuteen enemmän asiakkaiden suunnalta. Suoraan vähähiilisyteen liittyvät asiat ja erityisesti talotekniikan materiaalipäästöt olivat vähemmällä tietämyksellä.



Kuva 16. Haastateltavien vastaukset kysymykseen: Kuinka tarkasti olet perehtynyt vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen?

Kolme haastateltavaa ilmoitti vähähiilisuuden kiinnostavan enemmän siinä vaiheessa, kun se koskee suoraan heidän tuotteitaan. Osa haastateltavista oli vähähiilisuuden osalta enemmän tarkkailijan roolissa, ja he seurasivat, miten muut yritykset reagoivat vähähiilisyyteen.

Vähähiilisuuden merkityksen nähtiin kasvavan tulevaisuudessa ja talotekniikan osuuden olevan tärkeä rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen vähentämisessä. Useat painottivat haastatteluissa, että jotakin on alettava tekemään tuotteille vähähiilisyyteen liittyen. Moni oli myös sitä mieltä, että tulevaisuudessa täytyy olla valmis informaatiokyselyn kasvamiseen vähähiilisyyteen liittyen. Osa yrityksistä pohti tuotteidensa osalta, mihin suuntaan rakennusliikkeet tulevat muuttamaan järjestelmävalintoja.

”Yritystasolla seurataan näitä, ollaan tietoisia esimerkiksi siitä, että näihin on tulossa muutoksia ja pyritään olemaan ajan tasalla, milloin niitä tulee voimaan ja mitä ne meidän tuotteiden osalta tarkoittaa.”

”Kiinnostaa mihin suuntaan rakennusliike haluaa jatkossa viedä järjestelmävalintaa.”

”En ole erityisen tarkasti perehtynyt, mitkä ovat isossa kuvassa rakentamisen tavoitteet, enkä kovin detaljitarkasti ympäristöministeriön ilmastaselvitystä.”

3.2.2 Tuotteiden vähähiilisyteen liittyvät kyselyt asiakkaiden, suunnittelijoiden tai muiden tahojen toimesta

Laitevalmistajilta oli kysytty aiemmin tuotteiden vähähiilisydestä vaihtelevasti. Lähes jokaiselta yritykseltä oli kysytty vähähiilisyteen liittyviä asioita edes jonkin verran. Monelle tulleita kyselyitä oli kuitenkin melko vähän, mutta kyselyt olivat selvästi moninkertaistuneet viimeisen kahden vuoden aikana. Kaksi yritystä ei ollut saanut suoraan vähähiilisyteen liittyviä kysymyksiä juuri ollenkaan.

Suurin osa kyselyistä vastattiin tulleen Pohjoismaista, Ruotsista ja Norjasta. Näistä maista oli kysely suoraan myös tuotteiden ympäristöselosteita. Ympäristöselosteita ja päästölaskelmia oli kysely jonkin verran myös ympäristösertifikaattihankkeiden osalta.

”Erityisesti Ruotsissa ja Norjassa on sekä yhdyskuntatekniikan että rakentamisen asiakkailta tullut jo paljon kyselyitä useamman vuoden ajan, Suomi tulee hitusen perässä.”

”Minulle asti vähähiilisyteen liittyviä kysymyksiä on tullut kaks tai kolme.”

”Hiilineutraalisuus tai hiilijalanjäljen pienentäminen on korkealla tasolla tällä hetkellä urakoitsijoilla, pääosin isot rakennusliikkeet.”

Kyselyitä oli tullut jonkin verran myös suunnittelutoimistoilta, jotka tarjosivat apua vähähiilisyteen liittyen, esimerkiksi ympäristöselosteiden laatimisessa tai hiilijalanjälki- sekä hiilikädenjälkilaskelmissa. Lisäksi kysymyksiä oli tullut opinnäytetöiden osalta muutamille yrityksille. Osa yrityksistä oli saanut kysymyksiä vähähiilisyteen liittyen, mutta eivät olleet osanneet vastata kysymyksiin vähähiilisyden tietämyksen ollessa vähäistä tai ympäristöselosteiden puuttumisen vuoksi.

Suoraan talotekniikkatuotteiden ja -laitteiden päästöistä oli kysytty sen verran vähän, että osalta haastateltavista kysyttiin tarkentavasti, ovatko ylipäättään ympäristöasioihin liittyvät kyselyt lisääntyneet lähiaikoina. Tähän vastaus oli yleisesti, että kyselyt ovat lisääntyneet viimeisten parin vuoden aikana.

Vähähiilisyys ja rakentamisen päästöt sekoittuivat monella haastateltavalla muiden ympäristöasioiden ja erityisesti vastuullisuusasioiden kanssa. Moni haastateltava vastasi vähähiilisyyteen liittyvien asioiden kysynnän olevan nousussa, vaikka todellisuudessa enemmän olivat nousseet muihin ympäristöasioihin ja vastuullisuuteen liittyvät kyselyt. Tästä johtuen suoraan vähähiilisyyteen ja rakentamisen päästöihin liittyviä kyselyitä saattaa olla todellisuudessa ilmoitettua vähemmän.

3.2.3 Tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksiin liittyvät tavoitteet

Monella yrityksellä oli jonkinlaisia tavoitteita elinkaaren ympäristövaikutuksiin liittyen. Kolme laitevalmistajaa ilmoitti, että tavoitteita ei ole juurikaan asetettu, sillä strategia vielä puuttuu. Näissä yrityksissä tavoitteet olivat vasta puhetasolla. Lisäksi osa sanoi konkreettisten tavoitteiden puuttuvan, mutta ympäristövaikutusten silti ohjaavan jonkin verran laitevalmistusta ja tuotekehitystä.

Yleisin vastaus tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksiin oli tehtaiden siirto vihreämpään, vähäpäästöisempään energiaan. Lisäksi tuotantoa haluttiin siirtää kauempana sijaitsevista tehtaista lähemmäs sellaisia alueita, joissa tuotteiden myynti on suurinta. Esille nousi myös materiaalien käyttäminen entistä tehokkaammin ja kierrätettävien materiaalien käyttäminen tuotteissa. Materiaalien tehokkaampi käyttäminen tarkoittaa saman tuotteen valmistamista vähemmällä massamäärällä. Paljon terästä käyttävät laitevalmistajat mainitsivat vähäpäästöisen, kierrätetyn teräksen käytön tärkeyden. Energiatehokkuus ja sitä kautta päästöjen vähentäminen mainittiin yhdeksi tavoitteeksi.

”Kaikki sähkö mitä meidän toimipisteissä käytetään on vihreää sähköä.”

Vaikka tavoitteita ei kaikissa yrityksissä ollut annettu, antoi muutama haastateltava vastauksena ympäristöasioiden ymmärtämisen lisäämisen yrityksen sisällä, sekä tehtaiden energiakulutuksien raportoinnin ja niiden analysoinnin. Muuttamalla yrityksellä oli luotu konkreettinen strategia tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksiin liittyen. Numeerisia tavoitteita oli kuitenkin melko vähäisesti.

”Mitään suoranaisia tavoitteita ei taida olla, se tulee varmaan sitä kautta jos noita EPD laskelmia tehdään, niin tulee enemmän esille konkreettisia asioita, joita sitten voidaan parannella.”

”Numeeriset tavoitteet voi puuttua, niitä ei ole välttämättä paalutettu, mutta totta kai kokoajan on tarkoitus kehittää toimintaa.”

”Vuosittain pyritään siihen että vähennys CO2 päästöjen osalta olisi vähintään viisi prosenttia.”

3.2.4 Ympäristöselosteiden laatiminen tai valmius niiden laatimiselle

Viisi haastateltavaa oli laatinut ympäristöselosteita. Ympäristöselosteita oli laadittu eri laajuuksilla. Muutama yritys oli laatinut ympäristöselosteita myynnillisesti noin 90 prosenttia tuotteista, kun osa oli taas laatinut ympäristöselosteen ainoastaan vain muutamille tuotteille kokeilumielessä. Kolme yritystä oli haastattelututkimuksen hetkellä laatimassa ympäristöselosteita.

Jokainen haastatteluun osallistunut yritys oli kartoittanut valmiuksia ympäristöselosteiden laatimiselle. Kartoituksia oli tehty erilaisin laajuuksin. Jotkin yritykset olivat selvittäneet kokeilumielessä muutamien ympäristöselosteiden laatimista, kun taas jotkin yritykset olivat tehneet kokonaan erillisen suunnitelman niiden laatimiselle. Muutama yrityksistä oli haastatteluhetkellä kartoittamassa valmiuksia ympäristöselosteiden laatimiselle.

Osa yrityksistä oli kokenut ympäristöselosteiden laatimisen haasteelliseksi. Haasteellisuuteen vaikutti esimerkiksi se, että yritys valmistaa niin paljon erilaisia

tuotteita erilaisin variaatioin, joten monelle tuotteelle joutuisi laatimaan oman ympäristöselosteen. Ympäristöselosteiden laatiminen miellettiin osittain raskaaksi ja etsittiin kevyempää keinoa hankkia tuotteille niitä. Jotkin yritykset olivat päinvas-
taisessa tilanteessa ja pystyivät laatimaan suuriakin kokonaisuuksia yhden ympäristöselosteen alle. Haasteena nähtiin ympäristöselosteiden laatimiselle yhden yrityksen näkökulmasta myös se, koska niitä ei ole vielä paljoa laadittu muiden-
kaan yritysten toimesta, niin ei voida katsoa mallia toisilta.

Joillakin yrityksillä oli tavoitteita ja suunnitelmia laadittu ympäristöselosteiden laa-
timiselle ja osan yrityksistä strategia oli olla toistaiseksi vielä laatimatta niitä ja
tarkkailla talotekniikka-alan tilannetta.

*”Meillä on useista tuotteista EPD, Suomessa valmistettavista tuotteista selvitys-
työ on juuri alkamassa.”*

*”Tuotteet on aika kompleksisia, että se ei ole ihan helppo ja yksiselitteinen rasti
laatia ympäristöselostetta.”*

*”Meillä on alkamassa juuri ensikuussa täällä suomessa ensimmäisten EPD-lo-
makkeiden tekeminen.”*

3.2.5 Tuotteen vaikutus rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen vähentämi- sessä

Haastattelututkimuksen tähän kysymykseen saatiin haastateltavilta hyvin saman-
kaltaisia vastauksia. Uusia ratkaisuja vähähiilisyystavoitteiden ratkaisemiseksi oli
löydetty vielä tähän mennessä melko vähän. Moni yritys oli kuitenkin sitä mieltä,
että uusia ja innovatiivisia ratkaisuja täytyy löytää talotekniikka-alalla vähähiilisyys-
den edesauttamiseksi. Muutamalla yrityksistä ei ollut tiedossa, kuinka heidän
tuotteensa voisivat auttaa vähentämään rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä.

Yksi toistuvien teema energiatehokkuuden lisäksi tähän kysymykseen liittyen oli
suunnittelu- ja mitoitusavun tarjoaminen talotekniikkasuunnittelijalle. Suunnittelu-
ja mitoitusavun nähtiin tekevän järjestelmästä tai laitteesta toimivamman, opti-
maalisemman ja oikein mitoitettun juuri tietynlaiseen rakennukseen. Suunnittelu-

ja mitoitusavulla edesautetaan järjestelmän tai laitteen pidempää käyttöikä ja resurssitehokkaampaa suunnittelua. Resurssitehokkaalla suunnittelulla tarkoitetaan materiaalin käytön minimointia, kun ei suunnitella tarpeetonta talotekniikkaa rakennukseen. Tähän liittyen mainittiin myös mahdollinen putkikokojen sekä laitteiden ylirajoitus, jos suunnitellaan järjestelmät väärin.

Talotekniikkatuotteen pidempi tekninen käyttöikä tuli monesti esille haastatteluissa. Samassa puhuttiin tuotteen mahdollisimman helposta huoltamisesta ja puhdistettavuudesta. Teknisen käyttöikänsä osalta pidentävänä tekijänä mainittiin laitteiden ja tuotteiden muuntojoustavuus. Tavoitteena olisi laitteen käyttö vielä silloinkin, kun rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu.

Pakkausmateriaalin vähentäminen sekä kuljetusautojen sähköistäminen mainittiin haastatteluissa muutamaan kertaan. Laitteille ja tuotteille ei yhtä yritystä lukuun ottamatta ollut löydetty vaihtoehtoisia, vähähiilisempiä materiaaleja. Yksi yritys oli alkanut selvittämään voiko tuotteissa käyttää vähähiilisempiä materiaaleja. Joitakin materiaaleja oli löydetty ja niitä aiotaan kokeilla tulevaisuudessa tietyissä tuotteissa. Muutamat haastateltavista totesivat korvaavien vähähiilisten materiaalien selvittämisen olevan hankalaa esimerkiksi terästuotteille, sillä tietyille laitteille on määritetty tarkkoja palonkestävyyteen ja puhdistettavuuteen liittyviä määryksiä. Haastateltavat olivat tältä osin sitä mieltä, että määryksiä pitäisi höllentää tai muuttaa, jotta uusia vaihtoehtoisia materiaaleja olisi helpompi löytää.

Kierrätettyjen materiaalien käyttö tuotteissa nousi haastatteluissa monesti esille. Näissä kuitenkin pohdittiin hieman kustannuksia, sillä nykyisen materiaalien hintojen nousun myötä tuntui kierrätettyjenkin materiaalien kustannuksille löytyvän tietty kipuraja. Muutamat haastateltavat pohtivat, että vähähiilisten tuotteiden käyttö on jonkin verran rakennuttajienkin vastuulla. Kiinnostuksen on suuntauduttava vähähiilisiin tuotteisiin, vaikka ne maksaisivatkin hieman enemmän. Muuten vähähiiliset tuotteet vaihdetaan enempi päästöisiin kustannusten ollessa alhaisemmat.

”Me käydään koko ajan kierrätystä tekevien yritysten kanssa keskustelua, mikä on tällä hetkellä se paras mahdollinen materiaali, josta me voidaan valmistaa meidän tuotteet ja mistä me voidaan valmistaa meidän pakkaukset.”

”Onks rakennuttajat valmiita maksamaan siitä, että jos me ollaan vaikka kaikki materiaalit optimoitu ilmastoystävällisestä näkökulmasta viimesen päälle.”

Noin puolella yrityksistä vähähiilisyys oli otettu osaksi tuotekehitystä. Vähähiilisyiden osallisuus tuotekehityksessä vaihteli. Osalla se oli otettu konkreettisesti osaksi tuotekehitystä ja osalla taas hieman vähemmän merkittävämmäksi. Monella yrityksistä vähähiilisyys oli osa laitteiden energiatehokkuutta parantamista sekä rakennuksen käytönaikaisia päästöjä vähentävä asia. Vähemmän oli mietitty tuotteiden valmistuksesta syntyviä päästöjä.

”Yksi tuotekehityksen selkeä vaihe ja kriteeristö, että onko mietitty vaihtoehtoisia tapoja tehdä tai vaihtoehtoisia materiaaleja. Pystyttäisiin tekemään mahdollisimman fiksusti ja järkevästi hiilijalanjälkeä ajatellen.”

Osassa haastatteluita painotettiin, että tuotteen täytyy toimia erinoimaisesti siihen tarkoitukseen, mihin se on suunniteltu. Ei mietitä pelkkiä talotekniikan tuotteiden päästöjä, vaan otetaan se yhdeksi osaksi käyttöjä, kustannuksia ja energiatehokkuutta. Tuotteesta ei saa tehdä vähähiilisempää käytettävyyden kustannuksella.

3.2.6 Yritysten ympäristöohjelmat ja hiilineutraaliustavoitteet

Puolilla yrityksistä ei ollut varsinaista ympäristöohjelmaa, ja niiden hiilineutraaliustavoitteet olivat sitäkin vähäisemmät. Suurimmalla osalla yrityksistä ympäristöasiat olivat osa isompaa kokonaisuutta, eivätkä niinkään oma kokonaisuutensa. Ympäristöasiat olivat osa esimerkiksi erilaisia vastuullisuusohjelmia. Jotkin yritykset mainitsivat käyttävänsä ISO 14001 ja ISO 50001-standardia. ISO 14001-standardi keskittyy edistämään kestävästä kehitystä ja parantamaan ympäristöasioiden hallintaa. ISO 50001-standardi ohjaa organisaatiota parempaan energianhallin-

taan. Hyvällä energianhallinnalla säästetään ympäristöä. Monen yrityksen ympäristöohjelmat liittyivät isosti yrityksen omaan toimintaan, kun taas tuotekohtaiset tavoitteet tuntuivat olevan vähäisemmät.

”Meidän ympäristöohjelma on yksinkertaisesti se, että me kokoajan pyritään vähentämään meidän hiilijalanjälkeä suhteessa liikevaihtoon.”

”Vois ehkä jatkossa kenties kun aattelee tuotekehitystä olla jotenkin tietyille tuotteille tai tuoteperheelle ympäristönäkökulmia, joita miettiä parempaan suuntaan. Nythän toistasesti on keskitytty tässä vaiheessa vasta meidän toimintaan.”

3.3 Pohdinta

Johtopäätöksenä ensimmäisestä kysymyksestä voidaan päätellä, että laitevalmistajat eivät ole kovin paljoa tutustuneet vähähiilisen rakentamisen tavoitteisiin ja tulevaan ilmastaselvitykseen. Osassa haastatteluista haastateltava itse ei ollut perehtynyt juurikaan tuleviin vähähiilisyyteen liittyviin asioihin, mutta yritystasolla niihin oltiin jonkin verran perehdytty. Osassa haastatteluista taas tilanne oli toisinpäin. Tästä voidaan päätellä, että joissakin yrityksissä vähähiilisyyden tietämys on vain tiettyjen henkilöiden tiedossa.

Vähähiilisyys tuntuu sekoittuvan monella yrityksellä energiatehokkuuden kanssa. Energiatehokkuus tietysti on osa talotekniikan vähähiilisyyttä, mutta vähähiilisyyteen liittyy moni muukin asia. Haastateltavat ohittivat jonkin verran kysymyksiä tai eivät tarkalleen tienneet, mitä kysymys tarkoitti. Tämä johtui siitä, että vähähiilisyys on vielä melko uusi asia, eikä siihen ole perehdytty kunnolla. Moni yritys on tällä hetkellä enemmän energiatehokkuudesta kiinnostunut kuin tuotteen tai laitteen elinkaaren aiheuttamista päästöistä. Erityisesti vastauksissa korostuu rakennuksen käytönaikaiset päästöt, vaikka tuotteiden ja laitteiden valmistuksesta aiheutuvat päästöt ovat yhtä tärkeitä rakennuksen koko elinkaaren aikaisten päästöjen tarkastelussa.

Haastatteluiden aiheet olivat haastateltaville erittäin mielenkiintoisia ja keskustelua aiheuttavia. Alun perin haastatteluiden arvioitiin kestävän arvioilta 15 minuuttia, mutta moni haastattelu venyi jopa tunnin mittaiseksi. Haastateltavat suhtautuivat vähähiilisyteen hieman eri tavoin. Osa piti aihetta mielenkiintoisempana kuin toiset. Jotkin yritykset suhtautuivat aiheeseen vielä hieman epäillen.

Yritykset, jotka olivat perehtyneet ympäristöasioihin ja erityisesti vähähiilisyteen liittyviin asioihin, antoivat huomattavasti tarkempia vastauksia, eivätkä kiertäneet kysymystä millään tavalla, kuin ne ketkä eivät olleet näistä asioista yhtä hyvin perillä. Erityisesti isoja yrityksiä haastateltaessa voisi olla apuna haastatella myös yrityksen muita osapuolia; täten voitaisiin saada vielä monipuolisempia vastauksia.

Haastattelun yrityksistä osa oli osittain ulkomaalaisomistuksessa ja moni yrityksistä myi tuotteita myös ulkomaille. Näiden haastateltavien vastauksissa korostuivat erityisesti Norja ja Ruotsi, jotka ovat haastattelutuloksien perusteella vähähiilisyteen liittyvissä asioissa Suomea jonkin verran edellä. Paljon Pohjoismaihin myyvillä laite- ja tuotevalmistajilla oli enemmän laadittuja ympäristöselosteita kuin muilla.

Ympäristöselosteiden laatiminen on juuri opinnäytetyön kirjoitushetkellä aktiivista. On erittäin positiivista huomata, kuinka moni yritys oli päättänyt lähteä laatimaan ympäristöselosteita. Opinnäytetyöntekijän näkemys on, että ympäristöselosteiden yleistyessä, niiden laatiminen kasvaa huomattavasti nykyisestä.

4 Vähähiilisyden huomioiminen talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimiston työssä

4.1 Asiakirjat ja ohjelmistot

4.1.1 Asiakirjat

Vähähiilisyys tulee näkymään talotekniikan suunnittelutoimiston monissa asiakirjoissa. Talotekniikan päästöihin ja vähähiilisyteen vaikuttavat tekniset määrittäet

sekä raja-arvot voitaisiin integroida tulevaisuudessa osaksi muita asiakirjoja. Pääkohta olisi pystyä lisäämään päästöt ja vähähiilisyteen liittyvät muut asiat mahdollisimman vaivattomasti nykyisiin asiakirjoihin. Vähähiilisuuden huomioiminen ei saisi käydä liian työlääksi erityisesti pienten hankkeiden osalla.

Hankkeen alkuvaiheessa voisi olla hankkeen vähähiilisyteen liittyvä, kokonaan uusi asiakirja. Asiakirjaan kirjattaisiin vähähiilisuuden tavoitteet sekä alustavat ratkaisut, joilla niihin päästäisiin. Erilaiset vähähiilisyttä edesauttavat ratkaisut voisivat olla käytössä mihin tahansa rakennuksen elinkaaren vaiheeseen ja ne voitaisiin jaotella asiakirjassa rakentamisen, käyttöönoton ja elinkaaren lopun vaiheeseen. Tähän asiakirjaan merkittäisiin tulevaisuudessa esimerkiksi erilaisia vähähiilisuuden tasoja sekä mahdolliset kustannussäästöt tai lisäinvestoinnit, joita vähähiiliset ratkaisut toisivat. Asiakirjan laatiminen vaatisi laatijalta vähähiilisuuden syvempää tietämystä. Asiakirja voitaisiin luoda hankesuunnitteluvaiheessa yhteistyössä vähähiilisuuden asiantuntijan, pääsuunnittelijan ja asiakkaan kanssa. Tässä asiakirjassa ei olisi esitettyä ainoastaan talotekniikan vähähiilisyteen liittyvät asiat, vaan kaikkien rakennusten osa-alueiden asiat.

Talotekniikan laitteita ja tuotteita luetellaan kalusteluettelossa, ilmanvaihdon pääte- ja verkostolaiteluettelossa, materiaalierittelyssä sekä laiteluettelossa. Näihin olemassa oleviin asiakirjoihin voitaisiin lisätä suunnitellun tuotteen GWP-arvo sekä tekninen käyttöikä. Näitä tietoja varten voitaisiin luoda myös kokonaan uusi asiakirja. GWP-arvo asiakirjoissa voisi määrittää, että mahdollisten vaihtoehtoisten tuotteiden on oltava joko samanarvoisia tai alemman GWP-arvon omaavia, jotta niitä voidaan käyttää kohteessa. Tekniset käyttöiät ja GWP-arvot lisättäisiin esimerkkikirjaston tuotteille, jossa olisi eniten käytetyt tuotteet rakennustyyppiä kohden. Tämä vähentäisi talotekniikkasuunnittelijan työmäärää, kun ei tarvitsisi joka kerta uudessa projektissa syöttää arvoja uudestaan. Ilmastaselvityksen osana olevaan materiaaliselosteeseen olisi näillä näkymin tulossa rakennuksessa käytettävät tuotteet ja materiaalit lueteltuina, sekä niiden tekniset käyttöiät. Olisi kuitenkin hyvä, jos tekniset käyttöiät olisi esitetty myös muissa asiakirjoissa. Tulevaisuudessa urakoitsijalla saattaa olla vaatimus osoittaa, että valittujen lait-

teiden päästöt ovat vähintään suunniteltujen laitteiden tasoa tai alemmat. Nykyiseen urakoitsijoiden laitehyväksyntään voitaisiin mahdollisesti lisätä myös tuotteiden vähähiilisuuden huomioiminen.

Talotekniikkajärjestelmien toiminnanvarmistus, huolto- ja käyttöohje voisivat olla esitettynä kokonaan uudessa asiakirjassa, jossa olisi tyypillisimmät huoltovälit laitteille sekä taloteknisten järjestelmien toimintaperiaatteet selkeästi selostettuina. Tähän asiakirjaan kirjattaisiin myös rakennuksen laskettu energiankulutus, johon voitaisiin verrata rakennuksen toteutunutta energiankulutusta. Laiteluetteloon voitaisiin lisätä uusi kohta, jossa olisi paikka laitteen elinkaariohjeelle. Elinkaariohjeessa selostettaisiin laitteen käyttö, huolto sekä purkaminen ja loppusijoitus. Tämän lisäksi pitäisi varmistaa, että automaation asiakirjoihin tulee selkeät järjestelmien toimintaselostukset. Toiminnanvarmistus, huolto- ja käyttöohje-asiakirjalla varmistettaisiin, että rakennuksen omistaja sekä käyttäjä tietävät, miten rakennuksen talotekniset järjestelmät toimivat ja osaavat tilata mahdolliset huollot oikeaan aikaan. Lisäksi asiakirjassa voitaisiin mainita, miten taloteknisten järjestelmien toimintaa valvotaan käyttöönoton jälkeen. Granlund on kehittänyt kiinteistöjohtamiseen Granlund Manager -ohjelmiston. Ohjelmistosta löytyy mm. energianhallinta, PTS, huoltosuunnitelma, huoltokirja ja kunnossapidon sekä huoltotoiminnan johtamisen työkalut. Lisäksi Granlund Managerilla voidaan suunnitella toimenpiteitä pienentämään kiinteistön energiankulutusta sekä selvittää sen hiilijalanjälki. Kiinteistöjohtamisen ohjelmistoa käytettäessä, ei välttämättä tarvittaisi erillistä asiakirjaa, joka sisältäisi toiminnanvarmistuksen sekä huolto- ja käyttöohjeita.

LVI-työselostukseen sekä LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjoihin tulee lisätä selkeästi hankkeen vähähiilisyystavoitteet, vähähiilisuuden kuvaus talotekniikkajärjestelmien osalta ja toimenpiteet, joilla tavoitteisiin päästään. Näihin asiakirjoihin voitaisiin lisätä kokonaan uusi luku, joka käsittelisi rakennuksen talotekniikan vähähiilisyyttä. Päästötavoite voitaisiin antaa esimerkiksi GWP-arvoilla. Numeeriset tavoitteet ovat kuitenkin vielä tässä vaiheessa mahdottomia antaa, sillä mitään kelvollisia vertailuarvoja ei ole. Oleellista olisi määrittää rakennustyypeille ”perusrakennuksen” GWP-arvot, joihin voitaisiin vertailla kohdera-

kennuksen päästöjä. Tulokset tulisi selkeyden vuoksi esittää myös prosenttiosuudella, esimerkiksi -20 prosenttia pienemmät päästöt kuin perinteisellä rakennuksella. Vähähiilisyydelle voitaisiin määrittää erilaisia tasoja. Tasot voisivat kulkea esimerkiksi 10 prosentin välein. GWP100 olisi perustaso, josta tasot kulkisivat -10 prosentin välein alaspäin: GWP90, GWP80, GWP70 jne. Asiakirjoihin tuleva vähähiilisyyden kuvaus voisi olla esimerkiksi:

”Talotekniset järjestelmät suunnitellaan vähähiiliseksi, eikä niillä aiheuteta muille rakennuksen osille ylimääräisiä kasvihuonepäästöjä. Talotekniset suunnitteluratkaisut edesauttavat ekologista ja taloudellista kestävää kehitystä.”

Rakennuksen talotekniikan päästöjä voitaisiin kuvata esimerkiksi seuraavanlaisesti:

”Rakennuksen taloteknisissä päästöissä tavoitellaan perusratkaisua xx %:a pienempiä päästöjä, tämä vastaa noin xxx kgCO₂e päästövähennystä. Talotekniikassa päästään vähähiilisyystasolle GWPxx. Talotekniikan päästöjä vähentäviä ratkaisuja ovat seuraavat:”

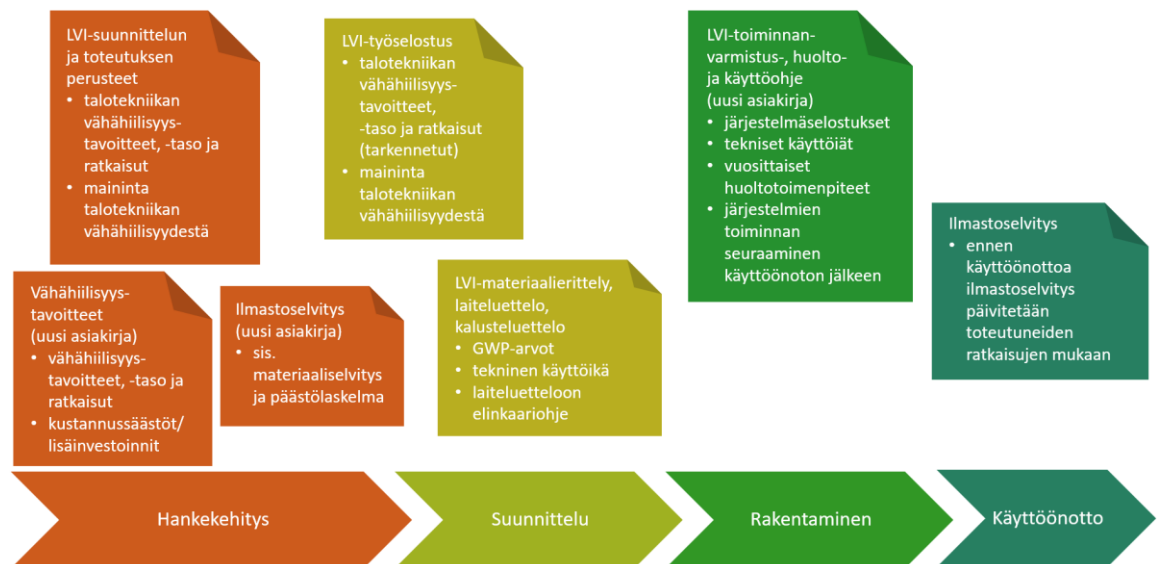
Ennen vähähiilisyyteen liittyvien asioiden astumista määräys- ja ohjetasolle, on haastavaa keksiä, miten vähähiilisyyttä voitaisiin rakennushankkeessa talotekniikan osalta vaatia. Kun talotekniikan vähähiilisempiä suunnitteluratkaisuja tutkitaan tarkemmin, voitaisiin teknisiä määritteitä alkaa lisäämään asiakirjoihin.

Ilmastaselvitystä varten voitaisiin luoda tulevaisuudessa kokonaan uusi asiakirja, samankaltainen asiakirja kuin on tällä hetkellä energiaselvitykselläkin. Ilmastaselvityspohjaan tulisi esimerkiksi vähähiilisyyden arviointimenetelmässä käytettyjen tietojen alkuperä. Näistä tärkein olisi tieto, mistä tuotteiden materiaalmäärät on saatu ja mitä lähteitä on käytetty päästötietojen selvittämisessä. Erona energiaselvitykseen tässä asiakirjassa olisi, että se päivitetäisiin käyttöönottovaiheessa. Hankesuunnitteluvaiheen ja käyttöönottovaiheen päästölaskelmat eroavat tarkkuudeltaan toisistaan erityisesti talotekniikan osalta todella paljon. Tästä

syystä olisi erityisen tärkeää päivittää ilmastaselvitys rakennuksen käyttöönotto- vaiheessa. Asiakirjassa esitettäisiin myös käytetty laskentaohjelmisto ja mahdolliset huomiot, joita laskennan aikana on tehty.

Vähähiilisyden tavoitteet ja vaatimukset tulisi tulevaisuudessa huomioida tarjouspyyntömateriaalissa. Tarjouspyyntöihin pitäisi kirjata haluttu vähähiilisyden taso ja ratkaisut, joilla tasoon päästään. Urakoitsijan tulisi todeta, että pystyy vähähiilisyystasoon, sekä esittää mahdollisesti myös vaihtoehtoisia ratkaisuja. Vähähiilisydestä tulee tulevaisuudessa yksi kilpailuttamisen kriteeri lisää.

Tässä vaiheessa on vielä epäselvää, kuinka paljon vähähiilisyden huomioiminen asiakirjoissa tulee tuottamaan työtä talotekniikan suunnittelu- ja konsultointi-toimistolle. Todennäköisesti urakka on suuri. Tämän vuoksi olisi suotavaa löytää helppoja tapoja integroida edellä mainittuja asioita nykyisiin asiakirjoihin. Vähähiilisyteen liittyvät asiat, kuten tuotteiden materiaalipäästöt ja tekniset käyttöiät saattavat tuotevalmistajilla muuttua ajan mittaan. Lisäksi uusia talotekniikan tuotteita kehitellään alalle jatkuvasti. Näiden tietojen pitäminen ajan tasalla vaatii jatkuvaa työtä. Vähähiilisyden vaikutukset talotekniikan asiakirjoihin on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Vähähiilisyden vaikutukset TATE-asiakirjoihin esitettynä rakennuksen elinkaaren janalla

4.1.2 Ohjelmistot

Rakennuksen elinkaaren päästöjen laskemiseen on tällä hetkellä olemassa joitakin valmiita työkaluja. Tulevaisuudessa nähdään, tuleeko markkinoille uusia laskentatyökaluja, ja kuinka moni yritys luo kokonaan oman laskentatyökalun. Oman laskentatyökalun luominen esimerkiksi Excel -tiedostolle on mahdollista, mutta se vaatii tekijältä erittäin syvällistä tietämystä rakennuksen hiilijalan- sekä hiilikädenjälkilaskennasta.

Laajempi tietomallin tietosisältö tulee esille elinkaari- ja hiilijalanjäljen ohjauksessa. Tietomalliin panostaminen auttaa tulevaisuudessa huomioimaan materiaalien hiilijalanjälkeä paremmin. Tietomallin täytyy sisältää päästölaskennan kannalta oleellisia tietoja, jotta voidaan määrittää rakennuksen elinkaaren aikaisia päästöjä tarkemmin. Suurin osa talotekniikan suunnittelutoimistoista käyttää AutoCAD tai Revit Magicad:iä. Kohdetta mallintaessa tulisi ottaa huomioon, että käytettäisiin niitä tuotteita, joita rakennukseen aiotaan hankkia. Lisäksi kaikki arvioitavat osat olisi mallinnettava vähähiilisyyden näkökulmasta tarpeeksi tarkasti. Lopuksi kun malli on kunnossa, suunnitteluohjelmistoista saa tulostettua materiaalierittelyn, jossa on esitettyinä kaikki talotekniikan materiaali lueteltuina. Luettelon saa Excel-asiakirjaan, josta määrät olisi vielä muutettava kilogrammoiksi, jotta niitä voitaisiin käyttää elinkaarilaskennassa.

Tähän tarkoitukseen tulisi kehitellä ohjelmisto, johon olisi koottu erilaisten talotekniikkatuotteiden painomääriä esimerkiksi pituutta tai kappalemäärää kohden. Ohjelmistoon voitaisiin tuoda materiaaliluettelon tiedot suoraan Revitistä tai Autocadistä. Jos ohjelmaan voitaisiin vielä lisätä muunnokset massamäärästä päästöiksi, helpottaisi se huomattavasti talotekniikkatuotteiden päästölaskennan taakkaa. Ohjelman pitäisi olla helposti päivitettävissä mahdollisten talotekniikkatuotteiden tietojen muuttumisen vuoksi.

Tietomallin tietosisällön pitää olla vakioitu, jotta suunnitteluohjelmistosta tuotu materiaalierittely saataisiin muunnettua erillisellä ohjelmalla päästölaskentaa varten oikeaan muotoon. Vakioidussa tietomallissa olisi annettu tiettyjä parametrejä, joita suunnittelussa ja mallin luomisessa tulisi noudattaa. Vakioinnin tuloksena

tietomalleissa olisi käytetty samoja lähtökohtia ja saataisiin vertailtua talotekniikan päästölaskelmia esimerkiksi eri laskijoiden välillä. Vakioinnin huonona puoleena olisi tietyn materiaalikirjaston käyttäminen.

4.2 Yrityksen palvelut ja markkinapotentiaali

4.2.1 Talotekniikan suunnittelun uudet tehtävät

Nykyhetkessä vähähiilisyys ja talotekniikan päästöt eivät juurikaan näy tavan talotekniikan suunnittelijan työnkuvassa. Vähähiilisyys tulee näkymään tulevaisuudessa kasvavin määrin talotekniikkasuunnittelijan työssä ja sen uskotaankin integroituvan osaksi jokaisen suunnittelijan arkipäivää, kuten esimerkiksi energiatehokkuus on tällä hetkellä. Tarkempi järjestelmävertailu ja päästökonsultointi on enemmän tulevaisuuden vähähiilisyyden asiantuntijan tehtäviä.

Talotekniikan vähähiilisyyden pohtiminen tulee osaksi talotekniikkasuunnittelijan arkea tulevaisuudessa. Talotekniikan tuotteita ja järjestelmiä valittaessa, suunnittelija voisi tehdä nopean vertailun eri tuotevalmistajien välillä ja tarkastaa, olisiko markkinoilla vähempipäästöisiä vaihtoehtoja saatavilla. Lisäksi järjestelmiä ja kanava- tai putkireittejä suunnitellessa, voisi suunnittelija pohtia, mitkä suunnitteluratkaisut kasvattavat rakennuksen energiatehokkuutta tai pienentävät talotekniikkatuotteiden massamäärää. Massamäärien pienentämisellä on suorat vaikutukset materiaalipäästöjen pienentämiseen.

Kohteiden talotekninen suunnittelu vakioidun tietosisällön perusteella tulee yleistymään tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa myös pienien ja korjausrakennettavien kohteiden mallintamista, jos niiden osalta halutaan tutkia rakennuksen elinkaarinaikaisia päästöjä. Myös pienet kohteet ja korjausrakennuskohteet olisi suunniteltava vakioidun tietomallin perusteella, jotta niiden materiaaliluettelo saataisiin erillisen ohjelman kautta muutettua päästölaskelmassa käytettävä muotoon.

Vähähiilisyteen liittyen talotekniikkasuunnittelijan olisi suotavaa osata tarjota asiakkaalle heti projektin alkuvaiheessa vähähiilistä suunnittelua. Tämä kuuluisi

jokaisen projektin alkuvaiheessa työskentelevän talotekniikkasuunnittelijan tehtäväksi. Saman henkilön ei välttämättä tarvitsisi osata kaikkea talotekniikan vähähiilisydestä, mutta myös sekin olisi mahdollista ja erityisesti pienemmissä projekteissa jopa toivottua. Tarkemmin asiaan perehtynyt vähähiilisyden asiantuntija voisi toimia tässä tehtävässä. Voi olla, että talotekniikan osalta vähähiilisyden asiantuntijan täytyy tietää myös muista rakennuksen tekniikan päästöistä.

Ilmastaselvityksen laatiminen on todennäköisesti hieman samantyylinen kuin nykyinen energiaselvitys. Kun energiaselvitys tehdään nykyisin joko talotekniikkasuunnittelijan tehtäväluetteloihin liittyen tai erikseen elinkaarisuunnittelijan tehtäväluettelon pohjalta, olisi myös ilmastaselvitys kaikkein järkevintä tehdä saman roolin toimesta. Näin ollen ilmastaselvitysten laatiminen sekä vähähiilisyden asiantuntijatehtävät olisivat talotekniikka-alalla työskentelevän, erityisesti elinkaarisuunnittelijoiden tehtäviä.

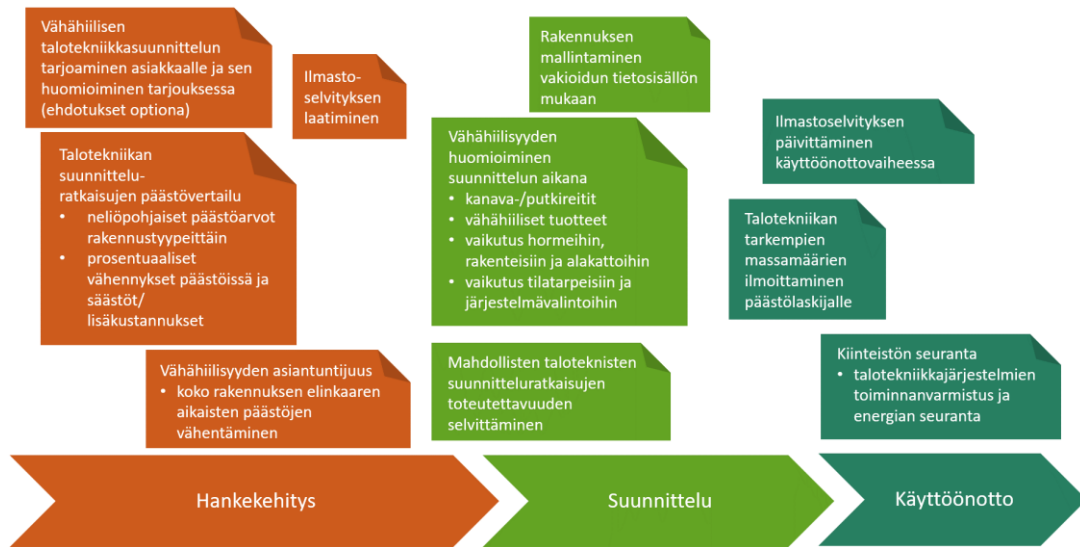
Rakennuksen käyttööntovaiheessa tehtävää vähähiilisyden arviointia varten suunnittelijan tulee antaa talotekniikan osista materiaaliluettelo, jos se vain on mahdollista. Lisäksi suunnittelija selvittää arvioijalle rakennuksessa käytettävät talotekniset järjestelmät sekä mahdolliset talotekniikan materiaalit ja tuotteet, jos materiaaliluettelo ei ole saatavilla. Tulevaisuus näyttää, tuleeko talotekniikkasuunnittelijan vai päästölaskijan tehtäväksi esimerkiksi talotekniikkatuotteiden kappalemäärien ja putki-/kanavametriä muuttaminen kilogrammoiksi. Jos rakennuksen vähähiilisyden arvioija ei ole kohteen talotekninen suunnittelija, onko talotekniikkasuunnittelijan tehtävä antaa vähähiilisyden arvioijalle tiedot metri- ja kappalemäärinä, vai suoraan kilogrammoina? Näillä kahdella ilmoitustavalla on huomattava eroavaisuus käytettävistä työtunneista, ellei metri- ja kappalemäärien muuttamiseen ole olemassa siihen tarkoitettua ohjelmaa. Määrätietojen ollessa puutteellisia, käyttää vähähiilisyden arvioija kansallisesta päästötietokannasta löytyviä arvoja.

Talotekniikan vähähiilisyys painottuu paljon rakennushankkeen alkupäähän, koska silloin tehdään paljon rakennusta koskevia järjestelmä ja materiaalivalintoja. Rakennuksen käyttöönoton jälkeen olevat asiat ovat tärkeitä myös. Tulevai-

suudessa yksi talotekniikkasuunnittelijan uusi tehtävä voisi olla järjestelmien tarkempi käyttö- ja huolto-ohjeistus asiakkaalle tai rakennuksen käyttäjälle. Lisäksi olisi oleellista kohteen toiminnanvarmistus. Rakennuksen talotekniikkajärjestelmien tulisi toimia energiatehokkaasti ja niin kuin on suunniteltu. Käytönaikaisiin päästöihin vaikuttaa paljon laitteiden toimiminen oikein ja niiden toimiminen vähintään niille tarkoitetun teknisen käyttöiän ajan. Olisi hyvä myös varmistaa, että rakennuksessa käytetyistä talotekniikan tuotteista ja laitteista löytyisi tarvittavat asiakirjat.

Rakenteet luovat myös suuren osan rakennuksen hiilijalanjäljestä. Talotekniikan suunnittelijalle ei riitä pelkästään talotekniikka materiaalien ja käytönaikaisten päästöjen huomioiminen, lisäksi on tiedettävä, mitkä talotekniset ratkaisut kasvattavat mahdollisesti rakenteiden massamääriä ja tästä johtuen rakenteiden hiilijalanjälkeä. Koska moni asia on rakennuksessa kytköksissä toisiinsa, suunnittelutyössä on hyvä pohtia talotekniikan järjestelmien ja materiaalien vaikutusta myös muihin rakennuksen osa-alueisiin. Tätä miettimistyötä olisi jokaisen talotekniikan suunnittelijan hyvä tehdä osana jokapäiväistä suunnittelutyötä.

Vähähiilisyden asiantuntija ei ole välttämättä talotekniikan asiantuntija, eikä hänellä ole aina täyttä tietämystä talotekniikan järjestelmistä. Vähähiilisyden asiantuntijan tehtävä on tutkia keinoja vähentää kiinteistön päästöjä. Talotekniikkasuunnittelijan tehtävä tulevaisuudessa on kertoa vähähiilisyden asiantuntijalle, minkälaiset järjestelmät kiinteistöön pystytään toteuttamaan ja minkälaisia talotekniikan materiaaleja olisi mahdollisuus käyttää rakennuksessa. Talotekniikan suunnittelijan on hyvä ottaa myös kantaa, mikäli jokin päästöjä alentava suunnitteluratkaisu laskee liikaa rakennuksen käytettävyyttä. Talotekniikkasuunnittelijan uudet tehtävät vähähiilisyteen liittyen on esitetty kuvassa 17 (s.53).



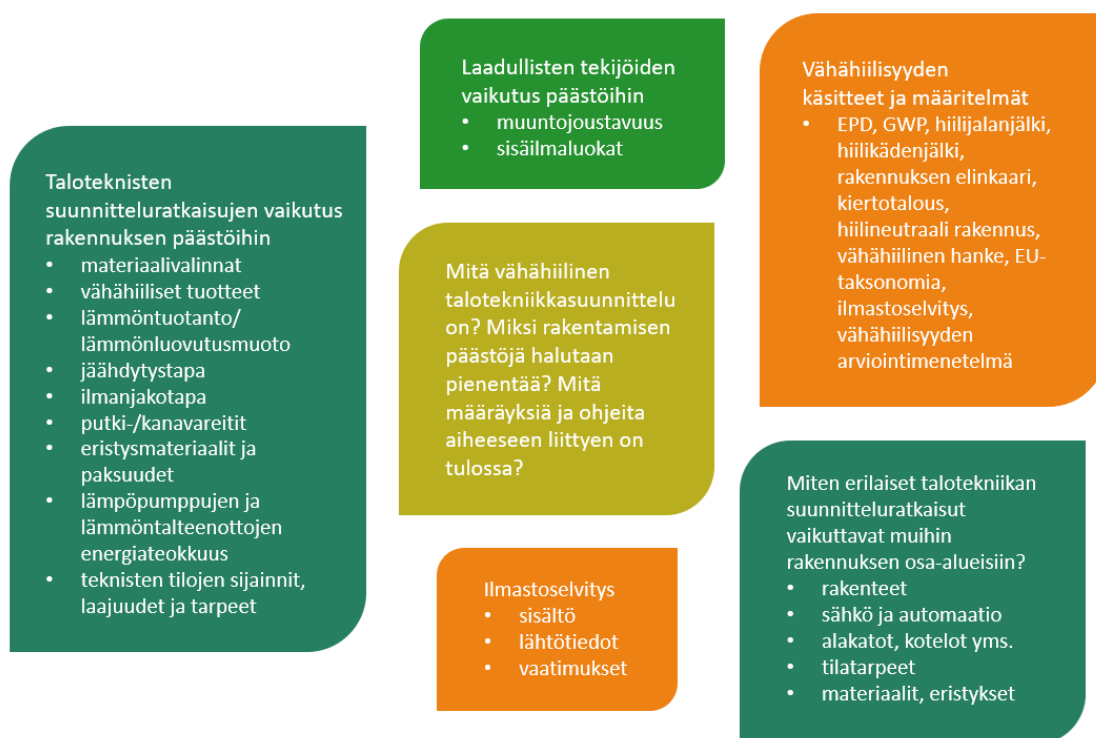
Kuva 18. Talotekniikkasuunnittelijan uudet tehtävät vähähiilisyteen liittyen

4.2.2 Kehitettävät asiat vähähiilisyteen liittyen

Taloteknisiä järjestelmiä ja materiaaleja olisi hyvä alkaa tutkimaan ja vertailemaan mahdollisimman nopeasti, jotta osattaisiin ohjata talotekniikan suunnittelua vähähiilisempään suuntaan. Tutkimustyötä voidaan tehdä yrityksissä ja tärkeitä ovat myös talotekniikan vähähiilisyteen liittyvät opinnäytetyöt. Tällä hetkellä rakennuksen elinkaaren päästölaskennassa käytetään rakennustyyppikohtaisia neliöpohjaisia arvoja. Vähähiilisuuden arviointimenetelmän kannalta olisi erityisen tärkeää tutkia eri rakennustyyppien kohdalla talotekniikan aiheuttamia päästöjä tarkemmin. Tällä hetkellä rakennustyyppien neliöpohjaiset päästöarvot pohjautuvat Swecon laatimaan tutkimukseen, jossa on käytetty ainoastaan muutamia referenssikohteita. Tutkittavia kohteita pitäisi olla moninkertaisesti enemmän, jopa satoja. Näin monen kohteen laskeminen vaatii automatisointia ja vakiointia, muuten työ on kohtuuttoman suuri.

Suomessa ei tällä hetkellä ole olemassa ohjetta vähähiiliseen talotekniikkasuunnitteluun. Ohjeessa tulisi määrittää, mitä vähähiilinen suunnittelu on, miksi sitä tulisi toteuttaa ja miten sitä voitaisiin toteuttaa. Vähähiiliseen talotekniikkasuunnitteluun kuuluu monia eri asioita, ja ne pitäisi saada tiivistettyä kattavasti helposti luettavaan muotoon, jotta mahdollisimman moni lukisi ohjeen.

Aluksi ennen kaikkea talotekniikan suunnittelijan tulisi tietää, miksi rakentamisen päästöjä halutaan laskea, ja mikä on talotekniikan osuus rakennuksen elinkaarenaikaisissa päästöissä. Lisäksi olisi hyvä tietää, mitä kaikkea vähähiilisyteen liittyviä määräyksiä ja ohjeita on tulevaisuudessa tulossa. Vähähiilisyteen liittyy paljon uusia käsitteitä, ja suunnittelijan tulisi tietää keskeiset käsitteet vähähiilisyteen liittyen, kuten EPD, hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, rakennuksen elinkaari, kiertotalous, hiilineutraali rakennus, vähähiilinen hanke, EU-taksonomia, ilmastoselvitys ja vähähiilisyden arviointimenetelmä. Talotekniikan vähähiilisyteen liittyvät osaamisen kehitysalueet esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Talotekniikan vähähiilisyteen liittyvät osaamisen kehitysalueet

Tutkimustyötä tarvitaan lisää talotekniikan tuotteiden teknisen käyttöiän osalta. Vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaan sen laatija määrittää talotekniikka-tuotteiden käyttöiän. Käyttöiän saa laite- ja tuotevalmistajilta tai tarvittaessa talotekniikan asiantuntijalta. Esimerkiksi valurautaviemäreiden ja kupariputkien käyttöikä on aiheuttanut paljon keskustelua viime vuosikymmenellä. Valurautaviemä-

reiden lyhyt käyttöikä on yllättänyt ja se on aiheuttanut eniten ennenaikaisia korjaamisia viemäreissä (Aatsalo 2019). Kaikki ennenaikainen korjaaminen aiheuttaa turhia päästöjä rakennuksissa, ja niitä olisi tutkittava tarkemmin.

Talotekniikan vähähiilisyyteen sekä rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen laskentaan tullaan tarvitsemaan koulutuksia. Talotekniikan suunnittelijat eivät ole tähän mennessä juurikaan joutuneet työssään tarkastelemaan rakennushankkeen hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä, joten voidaan olettaa, että osaaminen on laajalta näkökulmalta katsottuna vielä vähäistä. Vähähiilisyys tulee osaksi jokaisen talotekniikan asiantuntijan työnkuvaan jotenkin. Tästä syystä vähähiilisuuden peruskoulutus voisi olla hyväksi kaikille talotekniikan alan asiantuntijoille.

Rakennuksen hankesuunnitteluvaiheessa tehdään isoja päätöksiä rakennuksen tekniikkaan liittyen. Pitäisi pohtia, miten rakennuksen talotekniikan päästöjä voidaan tutkia hankesuunnitteluvaiheessa. Miten luoda ennustavia malleja, jos rakennuksen talotekniikkaa ei ole vielä mallinnettu? Rakennustyyppien neliöpohjaisilla arvoilla ei pystytä vertailemaan eri talotekniikan suunnitteluratkaisuja. Tästä syystä pitäisi olla talotekniikan eri järjestelmien neliöpohjaisia arvoja, joita voitaisiin käyttää rakennuksen hankesuunnitteluvaiheen järjestelmä- ja materiaaliverailussa. Tässä voisi olla apuna parametrinen massoittelu, joka tehtäisiin monen referenssikohteen pohjalta. Referenssikohteista hajautettaisiin erityispiirteet. Täten saataisiin erilaisille talotekniikan järjestelmille eri rakennustyypeissä neliöpohjaisia päästöarvoja.

Talotekniikan suunnittelijoiden tulisi vähähiilisyyteen liittyen tietää tulevaisuudessa, miten erilaiset talotekniset järjestelmät, suunnitteluratkaisut, materiaalivalinnat ja talotekniikan tuotteet vaikuttavat erilaisissa rakennustyypeissä rakennuksen elinkaaren aikaisiin päästöihin. Minkälainen vaikutus erilaisilla sisäilma- luokilla ja muilla rakennuksen laadullisiin mitoituksiin liittyvillä ratkaisuilla olisi? Erilaisia suunnitteluratkaisuja voi tietyn rakennustyyppin kohdalla olla hyvin useita erilaisia. Miten esimerkiksi toimistorakennuksessa vaikuttavat ilmanvaihtokoneiden määrät ja mitoitukset? Millä putkimateriaaleilla saavutetaan käyttövedessä, lämmityksessä ja jäähdytyksessä pienimmät talotekniikan materiaalipäästöt?

Kuinka paljon hiilijalanjälkeen vaikuttaa lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien ylimerkitus? Mihin osaan rakennusta tekninen tila sijoitetaan, jotta säästetään mahdollisimman paljon verkostojen materiaaleissa? Onko olemassa talotekniikan tuotevalmistajaa, jolla olisi muita valmistajia alemmat materiaaleista aiheutuvat päästöt?

Kysymyksiä talotekniikan vähähiilisyyden osalta on monia, eikä niihin kaikkiin ole vielä vastausta. Talotekniikan suunnittelijan on mahdotonta sisäistää heti kaikkia mahdollisia erilaisia talotekniikan vaihtoehtoja, materiaaleja ja tuotteita. Jotta talotekniikan suunnittelijoita saadaan koulutettua tehokkaasti, olisi alkuun hyvä selvittää ja tiedostaa jokaiselta talotekniikan osa-alueelta merkittävimmät päästöihin liittyvät suunnitteluratkaisut. Perusratkaisun päästöjä alentavat suunnitteluratkaisut olisi hyvä tiedostaa, mutta erityisen tärkeää olisi tiedostaa myös perusratkaisun päästöjä nostavat suunnitteluratkaisut. Onko olemassa sellaisia rakenteellisia tai arkkitehtuurisia suunnitteluratkaisuja, jotka nostavat talotekniikan päästöjä?

Erityisen hyvä olisi selvittää kaikki päästöjä alentavat suunnitteluratkaisut, jotka eivät lisää hankkeen kustannuksia ennestään tai toisivat jopa säästöjä kustannuksiin. Nämä tiedostaen, osaisi jokainen talotekniikan suunnittelija tarvittaessa ohjeistaa asiakasta vähähiilisempään suunnitteluun ja ehdottaa erilaisia suunnitteluratkaisuja jo projektin alussa. Optimointia voitaisiin tehdä rakennuksen erilaisista taloteknisistä vaihtoehtoista, jotta löydettäisiin kaikista vähähiilisin ja kustannuksiltaan järkevä ratkaisu. Monitavoiteoptimoinnin tuloksena saataisiin talotekniikkapäästöjen ja investointikustannusten muutos. Tulokset voisivat olla positiivisesti tai negatiivisesti vaikuttavia kyseisiin arvoihin.

Talotekniikan päästöjä alentavat ratkaisut eivät saisi vaikuttaa nostavasti muiden osa-alueiden, kuten rakenteiden päästöihin. Vähähiilisyyden peruskoulutuksessa voitaisiin tuoda esille myös, miten muut rakennuksen osa-alueet vaikuttavat rakennuksen hiilijalanjälkeen sekä hiilikädenjälkeen. Tällaisia ovat esimerkiksi rakenteet ja työmaa. Lisäksi LVI-suunnittelijoiden olisi erityisen tärkeää tietää, miten erilaiset sähkösuunnittelun ja automaatio-suunnittelun ratkaisut vaikuttavat rakennuksen päästöihin, sillä lähes aina LVI-suunnittelu on jollakin tapaa sitoutunut

niihin. Usein tai lähes aina LVI-suunnittelija määrittää, miten esimerkiksi ilmanvaihtoa tai huoneen lämpötiloja ohjataan. Näillä on suorat vaikutuksen automaatiosta ja sähköstä aiheutuviin päästöihin, jotka voivat olla niitä nostavia tai laskevia.

Suunnitteluratkaisujen lisäksi talotekniikan suunnittelijan olisi hyvä tietää, mistä löytyvät erilaisten materiaalien tai tuotteiden päästötiedot ja keneltä niitä voi tarvittaessa kysyä. Ympäristöselosteita löytyy eri aikaan laadittuina, joista osa on kokonaan vanhentunut. Suunnittelijan tulisi tietää, mitä ympäristöselosteita voi ja kannattaa käyttää tuotteiden vertailussa tai päästölaskennassa. Lisäksi ympäristöselosteita tulisi osata lukea oikein ja löytää päästölaskentaa varten oikeat tiedot. Ympäristöselosteita tulisi lisäksi tarkastella aina rakennuskohtaisesti, eikä vertailla pelkästään kahden tuotteen ympäristöselosteita.

Monissa erityisesti suuremmissa yrityksissä vähähiilisyyden koulutuksia voidaan järjestää sisäisesti, mutta myös ulkoisia koulutuksia tullaan tarvitsemaan. Monessa koulussa on jo jonkin aikaa ollut aiheeseen liittyvää koulutusta, joissa on esimerkiksi laskettu erilaisille rakennustyypeille hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki ja pohdittu keinoja, miten rakennusta voitaisiin viedä vähähiilisempään suuntaan. Ilmastaselvitykselle ollaan todennäköisesti asettamassa tulevaisuudessa laatijoiden koe, ja kirjallisuustutkimuksessakin selvisi, ettei rakennuksen hiilijalanjäljen arviointi ole osaamattomalle kovin helppoa. Rakennuksen päästölaskemisen laatijakoe syventäisi rakennusalalla toimivan henkilön tietämystä vähähiilisyydestä ja yhtenäistäisi laadittuja päästölaskelmia laskijoiden välillä.

5 Yhteenveto

Talotekniikan rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä on merkittävä. Jopa puolet rakennuksen hiilijalanjäljestä voi syntyä käytönaikaisesta energiasta sekä talotekniikan tuotteiden valmistuksesta aiheutuvista päästöistä. Näin ollen vähähiilisellä talotekniikkasuunnittelulla voidaan vaikuttaa huomattavasti rakennuksen elinkaarinaikaisiin päästöihin. Talotekniikan päästöt korostuvat rakennustyypeissä, joissa taloteknisiä järjestelmiä on enemmän. Tällaisia ovat esimerkiksi hotellit ja sairaalat.

Talotekniikan kasvihuonepäästöjä on tutkittu toistaiseksi erittäin vähäisessä määrin. Aiheesta löytyviä tutkimuksia ja opinnäytetöitä löytyy vähän. Vähähiilisyiden noustessa ajankohtaisemmaksi lähitulevaisuudessa, opinnäytetyöntekijän näkemys on, että opinnäytetyöt lisääntyvän talotekniikan vähähiilisyteen ja päästölaskentaan liittyen. Talotekniikan järjestelmiä, tuotteita ja materiaaleja olisi suotavaa alkaa tutkimaan vähähiilisyiden näkökulmasta enemmän, jotta päästäisiin tavoiteltuihin ilmastotavoitteisiin. Talotekniikan järjestelmistä pitäisi ensisijaisesti löytää suurimmat vähähiilisyteen vaikuttavat ratkaisut sekä mahdolliset ratkaisut, joista ei koituisi lisäkustannuksia ja joista voisi saada jopa kustannussäästöjä. Lisäksi eri rakennustyyppien neliöpohjaiset talotekniikan päästöt tulisi selvittää vielä tarkemmin, jotta saataisiin suuntaa antavia päästöarvoja. Talotekniikan osalta myös automaation ja sähkön osuutta vähähiilisydessä tulisi tutkia.

Vähähiilisyys ja ympäristöasiat ovat myös asennekysymys. Opinnäytetyön tekijän näkemys on, että ihmisten mahdollisia ennakkoluuloja olisi muutettava vähähiilisyteen liittyvien asioiden osalta positiivisemmaksi. Päästöjä ei voida leikata vain tietyiltä osa-alueilta, vaan muutoksia rakennusalan päästöjen vähentämiseksi olisi haettava kaikilta osa-alueilta.

Talotekniikan tuote- ja laitevalmistajien valmius vähähiiliseen rakentamiseen on keskinkertaisella tasolla. Yritysten välillä vähähiilisyteen liittyen on paljon vaihtelua, ja toiset yritykset ovat paljon edellä muita. Yritykset voidaan karkeasti jakotella kahteen ryhmään. Toiset ovat edelläkävijöitä ja toiset sivustaseuraajia. Lähiaikoina moni yritys on alkanut selvittämään valmiuksia ympäristöselosteiden laatimiselle, ja moni onkin alkanut tänä vuonna laatimaan niitä. Ilman ympäristöselosteita, talotekniikan eri järjestelmien, materiaalien ja tuotteiden päästölaskenta ja vertailu on haastavaa ja epätarkkaa. Tuote- ja laitevalmistajien on oltava ajoissa liikkeellä, jotta talotekniikan tuotteita voidaan tutkia vähähiilisyiden kannalta tarkemmin. Uudet materiaalit talotekniikkatuotteissa ja innovatiiviset talotekniikkaratkaisut edistävät vähähiilisyttä. Lisäksi olisi hyvä tutkia, miten tuotteiden ja laitteiden teknistä käyttöikää saataisiin pidennettyä.

EU taksonomia tulee kiihdyttämään vähähiilisyttä rakennusalalla, ja rakennusalalla on havaittavissa tällä hetkellä positiivista suuntaa vähähiilisyteen päin.

Kunnat ovat suuria suunnannäyttäjiä rakennusalalla ja niillä on mahdollisuudet vaikuttaa vähähiilisyden toteuttamiseen. Monien kuntien osalta tehdäänkin jo hyvin vaativaa vähähiilisyteen liittyvää ohjausta.

Vähähiilisyys tuo mukanaan alalle uusia työnimikkeitä sekä asiakirjoja ja se tulee työllistämään talotekniikan suunnittelu- ja konsultointitoimistoja paljon. Talotekniikan vähähiilinen suunnittelu näkyy rakennuksen kaikissa elinkaaren vaiheissa, mutta erityisesti rakennushankkeen alkupäässä pystytään vaikuttamaan eniten, kun pohditaan talotekniikan suunnitteluratkaisuja ja valitaan järjestelmiä sekä materiaaleja. Tietomallin käyttöön olisi suositeltavaa panostaa tulevaisuudessa ja edistää mallin vakioitua tietosisältöä. Rakennuksen elinkaarenaikaiseen päästölaskentaan löytyy valmiita työkaluja, joiden käyttö lisääntyy tulevaisuudessa ilmastaselvityksen tullessa voimaan.

Osaamista vähähiilisyteen liittyen tullaan tarvitsemaan tulevaisuudessa, sillä vähähiilisyys integroituu tulevaisuudessa osaksi jokaisen talotekniikkasuunnittelijan jokapäiväistä suunnittelua. Opinnäytetyön tekijän näkemys on, että talotekniikan suunnittelijoita täytyisi alkaa kouluttamaan vähähiilisyteen liittyen. Tietämys talotekniikkatuotteiden rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä on vähäistä. Koulutusten lisäksi erilaiset ohjeet ja oppaat auttaisivat talotekniikkasuunnittelijaa ymmärtämään paremmin rakennuksen vähähiilisyttä.

Lähteet

Aatsalo, J. 2019. Valurautaiset viemäriputket hajoavat liian aikaisin. Artikkelit 02.12.2019. Rakennuslehti. Verkkojulkaisu. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/valurautaiset-viemariputket-hajoavat-liian-aikaisin/> Luettu 15.08.2022

Bionova Oy. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Raportti 29.6.2017. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta> Luettu 31.05.2022

Bruce-Hyrkäs, T. - Kuittinen, M. & Lylykangas, K. 2021. Verkkokurssi: Johdatus vähähiiliseen rakentamiseen. Aalto-yliopisto. Verkkojulkaisu. www.aalto.fi/fi/vahahiilinenrakentaminen Haettu 31.05.2022

Närhi, J. 2021. Dansken kysely: Lähes neljä viidestä suomalaisesta uskoo asunnon ympäristöystävällisyyden vaikuttavan sen hintakehitykseen tulevaisuudessa. Artikkelit 11.05.2021. Helsingin Sanomat. Verkkojulkaisu. <https://www.hs.fi/talous/art-2000007969354.html> Luettu 13.04.2022

Embodied GHG Emissions of Buildings – The Hidden Challenge for Effective Climate Change Mitigation. 2020. Raportti. Verkkojulkaisu. <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S0306261919317945?via%3Dihub> Luettu 15.08.2022

EU:n kiertotalouspaketti: pitkäikäisempiä tuotteita, parempaa tuotesuunnittelua, pienempää ympäristökuormaa ja kestäviä tekstiilejä. 2022. Artikkelit 30.03.2022. Työ- ja elinkeinoministeriö, ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/eu-n-kiertotalouspaketti-pitkaikaisempia-tuotteita-parempaa-tuotesuunnittelua-pienempaa-ymparistokuormaa-ja-kestavia-tekstiileja> Luettu 15.08.2022

Getting ready for EN 15804+A2. 2022. One Click LCA. Verkkojulkaisu. <https://www.oneclicklca.com/fi/getting-ready-for-en-15804-a2-whats-changed-and-how-to-prepare-for-it/> Luettu 10.04.2022

Hiilineutraali rakennus ohje. 2022. Green Building Council. Verkkojulkaisu. <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/01/Hiilineutraali-rakennus-ohje-esittely-19.1.2022.pdf> Luettu 30.05.2022.

Huuhka, S. - Vainio, T. - Moisio, M. - Lampinen, E. - Knuutinen, M. - Bashmakov, S. - Köliö, A. - Lahdensivu, J. - Ala-Kotila, P. & Lahdenperä, P. 2021. Purkaa vai korjata? Raportti 9/2021. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf Luettu 10.04.2022

Häkkinen, T & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ilmasto & kunnat: vähähiilinen rakentaminen. 2022. Videotallenne 17.6.2022. Kuntarahoitus Oyj. Verkkojulkaisu. <https://www.youtube.com/watch?v=xTNg0qOyZw4> Katsottu 15.08.2022

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2022. Climate Change 2022, Mitigation of Climate Change. Raportti. Verkkojulkaisu. https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf Luettu 16.06.2022

Kaavoitus- ja rakentamislaki, luonnos. 2021. Tarkennus Lausuntopyyntö luonnoksesta hallituksen esitykseksi kaavoitus- ja rakentamislaki Lausuntopyynnön diaarinumero: VN/279/2018. Raportti. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=16515> Haettu 10.04.2022

Kiinteistö- ja rakentamisan kasvuohjelma. 2022. Raportti. Verkkojulkaisu. https://kirafoorumi.fi/wp-content/uploads/2022/02/KIRAfoorumi_Kasvuraportti_2022_FINAL.pdf Luettu 10.8.2022

Kunnat vähähiilisen rakentamisen vetureiksi – Vähähiilisestä rakentamisesta kuntien ilmastopolitiikan työkalu. 2022. Artikkelit 1.2.2022. Audiomedia Oy. Verkkojulkaisu <https://www.sttinfo.fi/tiedote/kunnat-vahahiilisen-rakentamisen-vetureiksi-vahahiilisesta-rakentamisesta-kuntien-ilmastopolitiikan-tyokalua?publishId=4627873&releaseId=69931082> Luettu 15.04.2022

Laasonen, N. - Pluuman, K. & Suur-Uski, T. Sweco Talotekniikka Oy. 2021. Talotekniikan päästötietojen selvityshanke. Raportti 19.03.2021. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. https://ym.fi/documents/1410903/40549091/YM_TATE_P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t_loppuraportti.pdf/d9c1c20c-e50f-49c1-4946-26b94dd7463d/YM_TATE_P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t_loppuraportti.pdf?t=1619092963729 Luettu 10.04.2022

Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen jatkosta linjaus: uusi rakentamislaki sekä alueidenkäytön digitaalisuus eduskuntaan syksyllä. 2022. Artikkelit 22.03.2022. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/maankaytto-ja-rakennuslain-uudistuksen-jatkosta-linjaus-uusi-rakentamislaki-seka-alueidenkayton-digitaalisuus-eduskuntaan-syksylla> Luettu 10.04.2022

Näsänen, Henna. 2021. Tutkiva kirjoittaja yliopistossa. Diplomityö. Taloteknisten järjestelmien elinkaaren ilmastovaikutukset. Aalto-yliopisto. Aalto-yliopiston sisäinen järjestelmä. Pyydetty oppilaitokselta.

Raatikainen, Valle. 2021. Tutkiva kirjoittaja yliopistossa. Diplomityö. Asiakkaan päästöjen vähentäminen talotekniikkasuunnittelussa. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Theseus-tietokanta.

Rakennetyn ympäristön tietojärjestelmän tiekartta. 2022. Raportti 30.3.2022. RYHTI, rakennetun ympäristön tieto. Verkkojulkaisu. https://api.hankeikuna.fi/asiakirjat/cf9e2af1-05b9-4a5a-93f6-aaa3efbd7a77/263966a8-72de-4c23-8062-b106c4e093c9/MUISTIO_20220331052242.PDF Luettu 10.08.2022

Rakennusteollisuus RT ry. n.d. Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana. Polku: Tietoa alasta / Ympäristö ja energia / Kestävä rakentaminen / Rakennuksen elinkaari. Verkkojulkaisu. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/> Luettu 05.08.2022

Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, luonnos. 2021. Ympäristöministeriö. Raportti 6/2021. Verkkojulkaisu. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=15860> Luettu 05.04.2022

Rakennusteollisuuden ympäristöwebinaari. 2022. Videotallenne 26.01.2022. Rakennusteollisuus RT ry. Verkkojulkaisu. https://www.youtube.com/watch?v=_aGnH2GwBdw Katsottu 10.06.2022

Rakentamisen päästötietokanta. 2022. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. <https://co2data.fi> Luettu 10.04.2022

RT 103170. 2020. Ilmastonmuutos, Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä.

RT 18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot.

Siitonen, S. 2020. Hiilikädenjälki – mitä se tarkoittaa ja kuinka se määritellään? Artikkelit 27.10.2020. Clonet Oy. Verkkojulkaisu. <https://www.clonet.fi/hiilikadenjalki/hiilikadenjalki-mita-se-tarkoittaa-ja-kuinka-se-maaritellaan/> Luettu 10.04.2022

Sustainable Finance and EU Taxonomy: Commission takes further steps to channel money towards sustainable activities. 2021. Euroopan komissio. Verkkojulkaisu. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_1804 Luettu 10.04.2022

Toorikka, A. - Kumpuniemi, P. - Paakkari, J & Sariola, L. 2022. Passiivisten Talotekniikkakomponenttien uudelleenkäyttöpotentiaali. Raportti 05.01.2022. Vanhanen Rakennusfysiikka Oy. Verkkojulkaisu. <https://www.lahti.fi/uploads/2022/02/23dc7643-esiselvitys-passiivisten-talotekniikkakomponenttien-uudelleenkaayttopotentiali-5.1.2022.pdf> Luettu 15.04.2022

Torkki, Janika. 2021. Tutkiva kirjoittaja yliopistossa. Diplomityö, Vähähiilisen asuinrakennuksen LVI-suunnittelu. Aalto-yliopisto. Aalto-yliopiston sisäinen järjestelmä. Pyydetty oppilaitokselta.

Tähkänen, L. & Tähtinen, M. Green Building Council Finland. 2022. Raportti 23.05.2022. Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma. Green

Building Council Finland 2022. Verkkojulkaisu. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/05/BuildingLife-Hiilineutraalin-rakennetun-ympariston-toimintaohjelma-3-painos-5_2022.pdf Luettu 30.05.2022

Vihma, J. & Loikkanen, O. 2020a. Miksi luotamme mutuun? Vähähiilinen suunnittelu. Videotallenne 24.03.2022. Optiplan Oy. Verkkojulkaisu. <https://www.youtube.com/watch?v=RsmtgE4cZJk> Katsottu 05.04.2022

Vihma, J. & Loikkanen, O. 2020b. Passiiviset keinot käyttöön ja käyttäjä mukaan! Vähähiilinen suunnittelu. Videotallenne 24.03.2020. Optiplan Oy. Verkkojulkaisu. <https://www.youtube.com/watch?v=udW3AFnDUtY> Katsottu 05.04.2022

Viitala, A. - Bruce-Hyrkäs, T. & Nykter, U. Granlund Oy. 2021. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmän testaus. Raportti 03.12.2021. Granlund Oy. Verkkojulkaisu. https://www.granlund.fi/wp-content/uploads/2022/02/Rakennuksen-vahahiilisuuden-arviointimenetelma-2021_menetelmatestausraportti_Granlund.pdf Luettu 10.05.2022

Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari. 2022. Videotallenne 04.04.2022. Green Building Council Finland. Verkkojulkaisu. <https://www.youtube.com/watch?v=m1WhkSxo2-0> Katsottu 10.04.2022