

Veera Kovanen

RAKENNUSTEN ILMASTOSELVITYS JA RAKENTAMISEN MUUTOKSET

Diplomityö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastajat: Professori Arto Saari
Professori Mikko Malaska
Kesäkuu 2024

TIIVISTELMÄ

Veera Kovanen: Rakennusten ilmastaselvitys ja rakentamisen muutokset
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan Diplomi-insinööri tutkinto-ohjelma
Kesäkuu 2024

Rakentaminen on murroksessa ilmastonmuutoksen, muuttuvien työtapojen, uusien materiaalien, digitalisaation sekä kestäväen kehityksen vuoksi. Suomi on osana Euroopan unionia sitoutunut Pariisin ilmastopöytäkirjaan sekä Euroopan yhteisiin ilmastotavoitteisiin leikata kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennettu ympäristö kuluttaa suuren osan materiaaleista ja energiasta tuottaen samalla suuren määrän kasvihuonekaasupäästöjä. Tämän vuoksi muutoksia rakennusalaan vaaditaan, jotta kansalliset ja kansainväliset ilmastotavoitteet saavutetaan.

Vanha maankäyttö- ja rakennuslaki ei vastaa tänä päivänä ilmastonmuutokseen tarpeeksi, jonka vuoksi uutta lainsäädäntöä alettiin valmistella vuonna 2018. Uuden rakennuslain on tarkoitus huomioida ilmastonmuutos paremmin ja se astuu voimaan vuoden 2025 alussa. Osana uutta rakennuslakia tuodaan asetus rakennusten ilmastaselvityksestä. Ilmastaselvityksen tarkoituksena on tuoda rakentamisen päästöt läpinäkyviksi ja leikata kasvihuonekaasupäästöjä. Ilmastaselvitys on uusi rakennuksille laadittava selvitys, jossa suurimpana osana tulee olemaan vähähiilisyysarvio. Selvityksen piirissä oleville uudisrakennuksille, tullaan asettamaan hiilijalanjäljen raja-arvot, joita rakennuksen tulee noudattaa.

Tämän diplomityön tarkoituksena on selvittää ilmastaselvityksen laadintaa, tavoitteita sekä käydä läpi vaatimuksia rakennesuunnittelijalta ilmastaselvityksen laadinnassa. Toisena aiheena työssä käydään läpi rakentamisen muutoksia eri näkökulmien kautta. Pohjana rakentamisen muutoksille ja ilmastaselvitykselle työssä on käyty läpi ilmastonmuutosta vaikutusten ja tavoitteiden kautta. Työ toteutetaan kirjallisuustutkimuksena ja työn lopussa on esitetty pohdintaosuus, jossa käydään läpi eri näkökulmien kautta ilmastaselvityksen muutoksien vaikutuksia. Työssä on käytetty lähteinä tutkimuksia, tieteellisiä artikkeleita, kirjoja sekä työn kannalta relevantteja verkkosivuja.

Ilmastaselvitys on muuttunut alkuperäisestä luonnoksesta huomattavasti. Muutoksien takana on hallituksen vaihtuminen ja hyväksytyin rakentamislain uudelleen avaaminen. Suurimpina muutoksina ilmastaselvityksessä ovat laadinta-ajankohdan muuttuminen ja ilmastaselvityksen piirissä olevien rakennusten määrän väheneminen. Ilmastaselvitys tulee laatia ennen rakennuksen käyttöönottoa, eikä rakennusluvan hakemisen yhteydessä kuten alkuperäinen idea oli. Ilmastaselvityksen laadinnan piiristä on poistettu korjausrakennuskohteet sekä pientalot. Ilmastaselvityksen laadinnan piiriin jää noin 50 prosenttia uudisrakennetusta kerrosalasta. Suomen asuinrakennuskannan tekninen korjaustarve on 1,84 kertainen verrattuna uudisasuinrakentamisen volyyymiin. Suurin osa korjaustarpeesta tulee pientaloista, mutta vuosittain kerrostalojen tekninen korjaustarve on noin 60 prosenttia uudisrakennetusta asuinrakennuskerrosalasta. Tämä on huomattava määrä kerrosalaa, joka jää vähähiilisyysohjauksen ulkopuolelle ottaen huomioon tulevaisuuden kehityksen, jossa uudisasuinrakentamisen volyymin ennustetaan laskevan ja tällöin korjausrakentamisen osuus rakentamisessa kasvaa.

Avainsanat: Ilmastaselvitys, rakentamisen muutokset, hiilijalanjälki, ilmastonmuutos.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ABSTRACT

Veera Kovanen: Climate Declaration for buildings and changes in construction
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Civil Engineering
June 2024

Construction is undergoing a transformation due to climate change, changes in construction work, new materials, digitalization, and sustainable development. As part of the European Union, Finland is committed to the Paris Agreement and Europe's common climate targets for cutting greenhouse gas emissions. The built environment consumes a large proportion of materials and energy while producing a large amount of greenhouse gas emissions. Therefore, changes in the construction sector are required to meet national and international climate targets.

The old Land Use and Building Act does not respond enough to climate change nowadays, which is why new legislation began to be prepared in 2018. The new Building Act is intended to take climate change better into account and will enter into force at the beginning of 2025. As part of the new Buildings Act, a Climate Declaration decree for buildings will be introduced. The purpose of the Climate Declaration is to make construction emissions transparent and to cut greenhouse gas emissions. The Climate Declaration is a new report for buildings and the majority of the report will be a low-carbon assessment. For new buildings within the scope of the Declaration, carbon footprint limits will be set, which the building will have to comply with.

The purpose of this master's thesis is to clarify the drafting of the Climate Declaration, and its goals and to review the requirements of the structural engineer in the drafting of the Climate Declaration. Another topic in the work is the changes in construction through different perspectives. The thesis will cover climate change in terms of impacts and goals as a basis for changes in construction and Climate Declaration. The work is carried out as literary research and a reflection section has been presented at the end of the work, in which the effects of changes in the Climate Declaration are gone through different perspectives. Research, scientific articles, books, and websites relevant to the work have been used as sources.

The Climate Declaration has changed considerably from the original draft. Behind the changes is a change of government and the re-opening of the approved Construction Act. The biggest changes in the Climate Declaration are the change in the time of drafting and the decrease in the number of buildings covered by the Climate Declaration. The Climate Declaration must be prepared when the building is completed and not when applying for a building permit as the original idea was. Renovation sites and single-family houses have been removed from the scope of drafting the Climate Declaration. Approximately 50 percent of the newly built floor area will be covered in the drafting of the Climate Declaration. The technical need for renovation of the Finnish residential building stock is 1.84 times higher than the volume of new residential building construction. Most of the technical renovation needs come from single-family houses, but the annual technical renovation needs of apartment buildings are about 60 percent of the newly built residential floor area. This is a significant amount of floor area that falls outside of low-carbon control, especially when considering future developments in which the volume of new residential construction is predicted to decline, and the share of renovation construction will increase.

Keywords: Climate declaration, changes in construction, carbon footprint, climate change.

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

ALKUSANAT

Diplomityö oli viimeinen osa opintojani. Kuusi vuotta sitten aloitin opinnot Tampereen Teknillisessä Yliopistossa. Opiskelujen varrelle on mahtunut suuria maailmaa mullistavia muutoksia sekä pienempiä kuten yliopistojen yhdistyminen ja vaihto-opiskelu Stuttgartissa. Nämä kuusi vuotta ovat olleet parhaita vuosia, joiden varrella olen tavannut monia ihania ihmisiä ja saanut uusia ystäviä. Haluan kiittää koko vuosikurssiamme yhteisistä vuosista ja niistä monista ikimuistoisia hetkistä vuosien varrella.

Tämä diplomityö muuttui matkan varrella huomattavasti alkuperäisestä ideasta. Muutokset lainsäädännössä vaikuttivat työhön valtavasti ja välillä meinasi usko loppua, että saanko tätä työtä valmiiksi ikinä. Kuitenkin viimein voin sanoa työn olevan valmis ja niin kuin ystäväni minulle sanoi ”Paras diplomityö on valmis diplomityö”, josta olen täysin samaan mieltä.

Haluaisin kiittää Sitowise Oy:tä työn aiheesta ja Hemmo Sumkinia työn ohjaamisesta. Yliopiston puolelta haluaisin kiittää Arto Saarta työn ohjaamisesta. Lisäksi haluan kiittää ystäviäni ja perhettä, sillä ilman teidän apuanne, kannustustanne ja luottoanne ei työ olisi valmistunut!

Kuusivuotiaana piirsin ensimmäisen majani pohjapiirustuksia vanhemmilleni hakeakseni ”rakennuslupaa” heiltä. ”Rakennuslupa” myönnettiin ja rakensin majani suunnittelulle kohdalle pohjapiirustusten mukaisesti. Tuohon aikaan haaveilin olevani isona opettaja tai lääkäri. En olisi ikinä uskonut, että päädyn tekniikan alalle ja valmistuisin diplomi-insinööriksi. Nyt edessä olisi valmistuminen, jonka jälkeen voin virallisesti kutsua itseäni rakennustekniikan diplomi-insinööriksi.

Tampereella, 10.06.2024

Veera Kovanen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	1
1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne	3
2. ILMASTONMUUTOS	5
2.1 Vaikutukset maailmalla	5
2.2 Suomen ilmastomuutos	6
2.3 Ilmastotavoitteet	7
2.3.1 Suurimpia päästöjä tuottavien maiden ilmastotoimet.....	9
2.3.2 Euroopan unionin ilmastotoimet.....	13
2.4 Oikeustoimet ilmastomuutoksessa.....	14
3. RAKENTAMISEN MUUTOKSET	16
3.1 Rakentamisen muuttuminen	16
3.2 Digitalisaatio	17
3.3 Kaupunkisuunnittelu ja -kehitys	18
3.4 Vähähiilinen rakentaminen ja rakennusmateriaalien muutokset ympäristöystävällisemmiksi.....	20
3.4.1 Puurakentaminen.....	21
3.4.2 Betonirakentaminen	22
3.4.3 Teräsrakentaminen	23
3.4.4 Uudet innovaatiot.....	24
3.5 Kiertotalous	24
3.5.1 Muuntojoustavuus.....	26
3.5.2 Moduulirakentaminen.....	28
3.6 Kestävä kehitys ja sen vaikutukset rakennusalaan	29
3.7 Elinkaariarviointi	33
3.8 Kestävä rakentaminen	36
3.9 Muutokset uudis- ja korjausrakentamisen osuuksissa.....	38
4. ILMASTOSELVITYS	42
4.1 Pohjoismaiden ilmastotavoitteet rakentamisessa	42
4.2 Lainsäädäntö ilmastaselvityksen taustalla	45
4.3 Ilmastaselvityksen sisältö.....	46
4.4 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki laskenta	48
4.5 Rakennusten materiaaliselosteen sisältö	49
4.6 Pohjoismaiden ilmastaselvitykset.....	51
4.7 Ympäristöluokitukset.....	53

4.8 Muutokset lainsäädännössä ja sen vaikutukset ilmastaselvitykseen ja materiaaliselosteeseen	56
5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	60
5.1 Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön	60
5.2 Ilmastaselvityksen tarkoitus, Pohjoismaiden ilmastotavoitteet ja ilmastaselvitykset.....	61
5.3 Rakentamisen muutokset, siirtyminen kiertotalouteen sekä kestävä kehityksen huomioiminen.....	63
5.4 Ilmastaselvityksen muoto, vaatimukset ja laatija	64
5.5 Ilmastaselvityksen muutosten vaikutuksia ja pohdintaa	67
5.6 Jatkotutkimus.....	77
5.7 Kriittisyys	77
LÄHTEET	78
LIITE A: ILMASTOSELVITYKSEN LOMAKE.....	91

KUVALUETTELO

<i>Kuva 1. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistarve. (IPCC, 2023).....</i>	<i>8</i>
<i>Kuva 2. World Green Building Councilin osallistujamaat (World Green Building Council 2023b).....</i>	<i>13</i>
<i>Kuva 3. Rakennuksen muuntojoustavuus (World Steel Association, 2024).....</i>	<i>27</i>
<i>Kuva 4. Agenda 2030- Kestävän kehityksen tavoitteet. (Valtioneuvoston kanslia).</i>	<i>30</i>
<i>Kuva 5. World Green Building Councilin määrittämät kestävän kehityksen tavoitteet rakennusalalle. (World Green Building Council, 2024a).</i>	<i>31</i>
<i>Kuva 6. Elinkaariarvioinnin pääpiirteet. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021).</i>	<i>34</i>
<i>Kuva 7. LCA-laskennassa käytetyt moduulit. (SFS-EN 15978, 2012).</i>	<i>35</i>
<i>Kuva 8. Allmandring IV, I-rakennus. (Kovanen Veera, 2023).</i>	<i>37</i>
<i>Kuva 9. Hiilitavoitteet ja aikataulu rakennusten ilmastopäästöjen sääntelyn käyttöönotolle ja kehittämiselle. (Nordic Innovation, 2023)</i>	<i>43</i>
<i>Kuva 10. Pohjoismaiden LCA-laskennan raja-arvoja (Nordic sustainable construction, 2023).</i>	<i>44</i>

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Asuntojen rakentamisen kappalemäärät (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024b).....</i>	<i>40</i>
<i>Taulukko 2. Asuinrakennusten kappalemäärien muutokset verrattuna vuoden 2023 kappalemäärään (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024a).</i>	<i>40</i>
<i>Taulukko 3. Asuinrakentamisen hiilidioksidipäästöt teknisen korjaustarpeen, uudisrakentamisen ja poistuman osalta. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Huovari et al. (2022), ja vähähiilisyiden arvolle 1. Helsingin kaupunki (2024) ja vähähiilisyiden arvolle 2. DGNB (2021).</i>	<i>71</i>
<i>Taulukko 4. Uudisrakentamisen tuottamat hiilidioksidipäästöt vuoden 2023 uudisrakennusten mukaan käyttötarkoituksittain jaettuna. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Suomen virallinen tilasto, SVT (2024a) ja vähähiilisyiden arvolle 1. Helsingin kaupunki (2024) ja vähähiilisyiden arvolle 2. DGNB (2021).</i>	<i>73</i>
<i>Taulukko 5. Ilmastaselvityksen piirissä olevien rakennusten hiilijalanjälki, kerrosala ja osuus rakentamisesta. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Suomen virallinen tilasto, SVT (2024a)</i>	<i>75</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

EPBD	Energy Performance of Buildings Directive, suomeksi rakennusten energiatehokkuuden direktiivi.
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change, suomeksi hallitustenvälinen ilmastopaneeli.
LCA	Life Cycle Assessment, suomeksi elinkaariarviointi
kgCO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalenttikilo, vähähiilisyiden arvioinnissa hiilijalanjäljen loppusumman arvioinnissa käytetty yksikkö.
kgCO ₂ e/m ² /a	Hiilidioksidiekvivalenttikilo lämmitettyjen kerrostasojen summaa kerrostasojen ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laske- mista kohden arviointijakson pituutta kohden. Käytetään vähähiilisyiden arvioinnissa elinkaaren vaiheiden hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen ilmoittamisessa
NDC	Nationally Determined Contribution, suomeksi kansallisesti määritetty panos ilmastonmuutoksen torjuntaan

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Maailma muuttuu ja kehittyy hurjaa vauhtia, mutta se on samaan aikaan suurien ongelmien edessä. Ilmastonmuutos ja maapallon lämpeneminen aiheuttavat globaaleja riskejä, joiden vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan ovat suuria. Tämän vuoksi tekoja ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi tarvitaan. Ilmastonmuutoksen torjunnassa rakennetulla ympäristöllä on suuri vaikutus, sillä rakennettu ympäristö tuottaa suuren osan maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Maapallon resurssit ovat rajalliset, jonka vuoksi neitseellisten raaka-aineiden ja materiaalien käyttöä tulee vähentää sekä samanaikaisesti on tarkoitus siirtyä ja etsiä korvaavia uusiutuvia sekä kierrätettyjä materiaaleja ja raaka-aineita, joiden käyttö ei aiheuta yhtä suurta kuormitusta ympäristölle kuin neitseelliset raaka-aineet ja materiaalit.

Rakentaminen on murroksessa ja rakennetun ympäristön toimialat etsivät ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi ja uusiutuvien sekä kierrätettävien materiaalien hyödyntämiseksi. Rakentaminen on muuttunut viimeisten vuosikymmenten aikana voimakkaasti lainsäädännön, uusien menetelmien ja materiaalien, digitalisaation sekä kiertotalouden ja kestävän kehityksen myötä. Suomessa vuoden 2025 alussa käyttöön tulevan uuden rakentamislain on tarkoitus huomioida ilmastonmuutos paremmin. Uuden rakentamislain mukana tuodaan asetuksia, joista yhtenä asetuksena tuodaan asetus rakennusten ilmastaselvityksestä ja materiaaliselosteesta. Ilmastaselvitys on uusi rakentamisen byrokraattinen selvitys, joka rakennukselle luodaan, ja sen tarkoituksena on tuoda rakentamisen päästöjä läpinäkyväksi.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Toimeksiantajana diplomityössä toimii Sitowise Oy. Diplomityössä tuotetaan ilmastaselvityksen laadinnan lomake yrityksen käyttöön. Työ on aloitettu kesällä 2023 ja työn tekemisen aikana lainsäädäntö ja työssä käytetyt lähteet ovat kerenneet muuttua hyvinkin paljon. Aihe on hyvin ajankohtainen, jolloin uutta tietoa aiheesta saadaan koko ajan lisää. Tämän vuoksi osa lainsäädännöstä ja kirjoitetusta tiedosta on kerennyt muuttua työn tekemisen aikana.

Työn tarkoituksena on selvittää tulevaa ympäristöministeriön rakennusten ilmastaselvitys asetusta sekä sen vaatimuksia rakennesuunnittelijalta sekä vaadittavia tietoja rakennuslupahakemukseen. Tarkoituksena on vertailla ilmastaselvityksen vaatimuksen eroja uudisrakennus- ja korjausrakentamiskohteiden välillä. Työssä käydään läpi jo olemassa olevia ympäristösovelluksia ja -sertifikaatteja, joiden avulla ilmastaselvityksen osa-alueita voidaan toteuttaa. Toisena teemana työssä on rakentamisen muutokset eri näkökulmien ja aiheiden kautta. Työssä selvitetään kolmen rakentamisen päämateriaalin parantamista ilmastolle ystävällisemmäksi, kiertotaloutta talousmuotona ja sen vaikutuksia rakentamiseen, muuntojoustavuutta ja moduulirakentamista, kestävää kehitystä, rakentamisen osuuksien muutosta sekä digitalisaatiota ja kaupunkisuunnittelua. Pohjana ilmastaselvityksen ja rakentamisen muutoksille on selvitetty ilmastonmuutoksen vaikutuksia rakennettuun ympäristöön, ja minkälaisia tavoitteita ja sopimuksia ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi eri maat ja Euroopan unioni on tehnyt.

Työssä kerrotaan ilmastaselvityksen laadinnasta ja samalla raportoidaan muutoksista, joita hallitus on ilmastaselvityksen laadintaan ja laajuuteen tehnyt. Johtopäätökset työstä on tehty viimeisimmän tiedon perusteella, ja samalla pohdittu kuinka muutokset vaikuttavat ilmastaselvityksen vaikuttavuuteen. Työssä on tarkoitus selvittää kolmen tutkimuskysymyksen avulla ilmastaselvitystä ja rakentamisen muutoksia. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat;

- Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä on selvittää ilmastaselvityksen tarkoitus ja käydä läpi Pohjoismaiden yhteisiä ilmastotavoitteita sekä Pohjoismaiden omia ilmastaselvityksiä.
- Toisena tutkimuskysymyksenä on selvittää ilmastaselvityksen muoto ja vaatimukset, rakennesuunnittelijan tehtävä ilmastaselvityksen laadinnassa, laadinta-aikankohta sekä laadinnan apuna käytettäviä ympäristöluokituksia ja vertailla eroja uudis- ja korjausrakennekohteen välillä ilmastaselvityksissä.
- Kolmantena tutkimuskysymyksenä on tarkoitus selvittää rakentamisen muutoksia kestävä kehityksen ja kiertotalouden näkökulmasta ja minkälaista ohjausta tämä aiheuttaa, samalla käyden läpi digitalisaatiota, kaupunkisuunnittelua sekä muuntojoustavuutta ja moduulirakentamista.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä rajauksena on Pohjoismaiden ilmastotavoitteet sekä mistä ilmastaselvityksen vaatimukset tulevat. Pohjoismaiden ilmastotavoitteissa käydään läpi Ruotsin, Norjan, Tanskan sekä Islannin ilmastaselvityksiä ja ilmastotavoitteita. Tarkoituksena on etsiä yhtäläisyyksiä ja eroja Suomen ilmastaselvitykseen verrattaessa.

Toisessa tutkimuskysymyksessä rajauksena on ilmastaselvityksen sisältö. Sanna Marinin hallitus kerkesi luoda ilmastaselvityksestä luonnoksen, jota on käytetty ilmastaselvityksen sisällön lähteenä. Ilmastaselvityksen laadinnan ajankohdasta sekä hyödynnettävistä ympäristösertifikaateista etsitään tietoa eri lähteistä. Uudis- ja korjausrakennushankkeissa on erilaiset lähtökohdat, jonka vuoksi tarkoituksena on vertailla ilmastaselvityksen sisältöä ja laadintaa uudis- ja korjausrakentamisen välillä. Ilmastaselvityksen laadinta ei ole tällä hetkellä lainsäädännössä, jonka vuoksi vaatimuksia laatijalle ei ole esitetty. Rakennesuunnittelijan tehtäviä ilmastaselvityksen laadinnassa käydään läpi, sekä laadinnan vaatimuksia.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä käydään läpi rakentamisen muutoksia. Rajauksena kysymyksen tutkimisessa on kestävän kehityksen ja kiertotalouden näkökulma ja tarkemmin se kuinka kestävä kehitys sekä kiertotalous vaikuttaa rakentamiseen ja rakennusalaan. Tutkimuksessa käydään läpi vähähiiliseen muuttuvaa suunnittelua, kiertotaloutta, muuntojoustavuutta, rakentamisen osuuksien muutoksia, digitalisaatiota sekä kaupunkisuunnittelun muutosta. Jokaisessa kohdassa muutosta käydään läpi, siten että kerrotaan muutoksesta itsessään sekä sen vaikutuksesta ilmastoon. Aihealue on ajankohtainen, sillä kiertotalous on tulevaisuuden talousmalli ja kestävä kehitys on osa-alue, jota monet yritykset haluavat edistää, eikä rakennusala ole tästä poikkeus.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Lähdemateriaalina käytetään saatavilla olevia luonnoksia ilmastaselvityksestä, käytettävissä olevia Suomen, Euroopan unionin ja Eurooppaa neuvoston aineistoja kuten lakeja, asetuksia, tiedotteita, verkkosivuja ja pdf-tiedostoja. Teoria osuudessa hyödynnetään työn kannalta relevantteja ulkomaalaisia lähteitä kuten artikkeleita ja tutkimuksia aiheesta. Lisäksi käytetään soveltuvia artikkeleita, ympäristömerkkien sekä -sertifikaattien tiedostoja, soveltuvia kirjoja sekä muuten työn kannalta relevantteja lähteitä. Teoria osuus on jaettu kolmeen osaan; kappaleessa kaksi käydään läpi ilmastomuutosta ja sen vaikutuksia maailmalla ja Suomessa sekä ilmastotavoitteita päästöjä tuottavilta mailta ja Euroopan unionilta. Kappaleessa kolme käydään läpi rakentamisen muutoksia eri näkökulmien kautta. Kappaleessa neljä keskitytään ilmastaselvitykseen, pohjoismaiden ilmastotavoitteisiin sekä ympäristöluokitusmerkkeihin, joita voidaan käyttää ilmastaselvitys laadinnan apuna. Viimeisessä kappaleessa esitetään johtopäätökset ja pohdintaa ilmastaselvityksen muutosten vaikutuksista ilmastaselvityksen vaikuttavuuteen eri näkökulmien kautta.

Liitteenä työssä esitetään ilmastaselvityksen laadinnan lomake, jolla ilmastaselvitys voidaan rakennusvalvonnalle esittää. Lomakkeen laadinnan pohjana käytetään saatavilla

olevia ympäristöministeriön julkaisemia tietoja ilmastaselvityksen muodosta ja laadinnasta.

2. ILMASTONMUUTOS

2.1 Vaikutukset maailmalla

Ilmastonmuutos on suuri uhka maapallolla vaikuttaen moneen elämän osa-alueeseen. Globaalisti rakentaminen ja rakennukset tuottavat suuren osan hiilidioksidipäästöistä. Rakentamisen muutoksilla ympäristöystävällisempään suuntaan pystytään saavuttamaan suuria muutoksia ja vähennettyä kasvihuonekaasupäästöjä. Muutokset tulisi tehdä nyt, kun niillä saadaan vielä kunnon vaikutuksia aikaan ja täysin peruuttamattomia tekoja pystytään estämään. Ympäri maapallon eri kansainväliset yhteisöt sekä valtiot ovat asettaneet tavoitteita päästöjen vähentämiseksi. Näiden tavoitteiden on tarkoitus leikata hiilidioksidipäästöjä siten, että maapallon lämpeneminen saadaan pysäytettyä. (World Green Building Council 2023a; IPCC, 2023)

Rakennukset aiheuttavat tällä hetkellä 39 prosenttia maailman energiaperäisestä hiilipäästöistä, joista 28 prosenttia syntyy tarpeesta lämmittää, kylmentää sekä sähköistää rakennukset, ja 11 prosenttia materiaaleista ja rakentamisesta (World Green Building Council 2023a). Ilmastonmuutos ja ilmaston lämpeneminen ovat suuria tulevaisuuden katastrofeja sekä jo tämän päivän ongelmia. Ilman muutosta maapallon keskilämpötila jatkaa nousemista aiheuttaen jäätiköiden sulamista, merenpinnan nousemista, luonnon monimuotoisuuden vähenemistä sekä ääri-ilmiöiden yleistymistä (Euroopan komissio a; Euroopan komissio b; Häkkinen & Kuittinen, s.11-17, 2020).

Jäätiköiden sulamisella ja merenpinnan nousemisella on katastrofaalisia seurauksia. Euroopan unionin väestöstä noin kolmasosa asuu 50 kilometrin säteellä rannikosta. Merenpinnan nouseminen aiheuttaa tulvia ja eroosiota rannikoille, sekä suurena uhkana on makeanveden määrän väheneminen, kun merivesi pääsee tunkeutumaan maanalaisiin pohjavesiin. Meriveden sekoittumisella pohjavesiin on suuret vaikutukset juomaveden vähenemiseen sekä maatalouteen. (Euroopan komissio a.)

Ääri-ilmiöistä kuumuus ja pitkät kuivat kaudet mahdollistavat tuhoisia maastopaloja, joita kesän 2023 aikana on nähty Euroopassa useissa maissa. Kuumuus pahentaa jo olemassa olevia terveysuhkia, lisäten helteisiin liittyviä kuolemantapauksia ja sairauksia sekä voi vahingoittaa infrastruktuuria ja heikentää tuottavuutta. (Euroopan komissio a; Karasti, 2023). Pitkät kuivat kaudet ovat aiheuttaneet ongelmia vedensaantiin, ja Euroopan maista Espanja on kärsinyt vuonna 2023 pahimmasta kuivuudesta 100 vuoteen, ja

helpotusta ei ole ollut nähtävissä. Jo kolme vuotta kestänyt kuivuus on ajanut maan tilanteeseen, jossa veden käyttöä on jouduttu rajoittamaan, että juomaveden saanti voidaan turvata kaikille (Salmi, 2024).

Toisena ääri-ilmiönä rajut myrskyt ja tulvat lisääntyvät, aiheuttaen suurta tuhoa. Euroopassa tulvat ovat aiheuttaneet kuolonuhreja, tuhoja rakennuksille ja infrastruktuureille, sekä valtavia taloudellisia tappioita (Euroopan komissio a). Suomessa kevään 2024 aikana nopeasti lämminnynyt keli on aiheuttanut suuria tulvia Pohjanmaalla tuhoten omaisuutta ja monessa Suomen maakunnassa annettiin tulvavaroituksia nopeasti sulaneen lumen vuoksi (Ilmatieteenlaitos, 2024).

Maailmalla ilmastonmuutos on jo aiheuttanut muuttoliikennettä, kun elinolot ovat muuttuneet kelvottomiksi, esimerkiksi sateen määrän muutos voi tehdä alueesta elinkelvottoman. Euroopan unionin kumppanimaista monet ovat kärsineet muutoksesta, sillä näiden maiden ihmisillä on muita vähemmän keinoja vastata haasteisiin, joita luonnonolojen ja ympäristön muutokset aiheuttavat. (Vehkasalo, 2020; Euroopan komissio a) Tulevaisuudessa osan raaka-aineiden saamisesta voi loppua, kun kuivuus ja maapallon lämpeneminen muuttavat nykyiset viljelymaat käyttökelvottomiksi. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi suomalaisille rakkaat kaakao ja kahvi, joista voi tulla tätä myöten luksustuotteita (Väisänen, 2023).

2.2 Suomen ilmastonmuutos

Suomen luonto on jo nyt kovilla kestääkseen muutokset ilmastossa. Talven enimmäislumipeitteen paksuuden määrä on vähentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana noin 2–4 senttimetriä vuosikymmentä kohden. Talvista on tullut myös sateisempia ja sateista suurempi osa tulee vetenä. Kesäisin kuivat jaksot sekä rankkasateet ovat yleistyneet. Rankkasateet eivät korjaa kuivuuden aiheuttamia ongelmia, sillä vesi poistuu enimmäkseen maanpintaa pitkin eikä imeydy maaperään. Suomessa on laadukasta pohjavettä, mutta ilmastonmuutoksen myötä laatu voi heikentyä, kun vaihtelurytmiin tulee muutoksia. Kasvi- ja eläinlajeja uhkaa uhanalaistuminen, kun pohjoisten lajien elinympäristöt muuttuvat, ja uusia eteläisiä lajeja leviää Suomeen vieden elintilaa alkuperäislajeilta. Suomi joutuu kohtaamaan myös suorat vaikutukset ilmastonmuutoksesta ja edessä on suuremmat ja rajummat vaikutukset, jos muutosta ilmastonmuutoksen etenemisen pysäyttämiseksi ei saada aikaan. (Suomen ympäristökeskus Syke, 2024)

Arkielämässä suomalaiset tulevat kokemaan muutoksia, kun lämmitystarve talvella vähenee, mutta samaan aikaan kesien hellejaksot koettelevat ja lisäävät kylmennyksen

tarvetta. Ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan elinkeinoihin, muuttaen metsä- ja kalataloutta sekä koko maan ja erityisesti pohjoisen matkailu alaa. (Suomen ympäristökeskus Syke, 2024)

Ilmastonmuutoksen vuoksi Suomen nykyinen rakennuskanta tulee olemaan kovilla. Suomalainen rakennuskanta on eurooppalaisittain melko nuorta, sillä suurin osa siitä on rakennettu vasta toisen maailmansodan jälkeen. Tulevaisuuden ilmastoissa rakenteet, jotka toimivat jo nykyisessä ilmastossa hyvin, tulevat toimimaan myös jatkossa hyvin. Suurin riski tulee kohdistumaan ja kohdistuu jo nyt, puurakenteisiin omakoti-, pari- ja rivitaloihin, joissa on huonosti toimivalla tuuletusraolla oleva tiiliverhottu julkisivu. Näissä rakenteissa homeen kasvun todennäköisyys nousee jo nykyilmastossa. Suomessa tällaisia rakennuksia on hyvin paljon. Riski ilmastonmuutoksesta tulee, kun lisääntyvä viistosade pääsee rakenteiden sisälle nostaten suhteellista kosteutta. Materiaalista riippumatta kosteus on mukana lähes jokaisessa vaurioitumismekanismissa. Rakenteiden oikeanlaiseen kosteustekniseen toimintaa on tämän vuoksi kiinnitettävä erityisesti huomiota. (Lahdensivu et al., 2023)

Lämpötilojen noustessa, kesäisin hellekeleillä, rakennuksien yllälämpeneminen on mahdollista. Tätä lämpenemistä ei pystytä pelkästään estämään passiivisella jäähdyttämällä kuten kaihtimilla, ulkoisilla aurinkolipoilla tai auringonsuojalaseilla. Suomessa asuimurveysasetus asettaa toimenpiderajoja lämpötiloille, joiden ylittyessä on ruvettava toimiin huonelämpötilojen muuttamiseksi. Jo tänä päivänä ja tulevaisuudessa tarvitaan aktiivista jäähdytystä, jotta voidaan estää helteiden aiheuttamia vakavia terveyshaittoja. (Lahdensivu et al., 2023)

Rakennuskannan vanhetessa, suuri osa Suomalaisesta rakennuskannasta saavuttaa ensimmäisen tai toisen peruskorjaustarve kerran piakkoin. Varsinkin korjausrakentamisessa on hyvä huomioida, että aiemmin käytössä olleet materiaalit eivät ole enää kaikissa tilanteissa toimivia. Rakennusta korjattaessa tulisi huomioida, että materiaalien ja rakenteiden muuttuminen voi muuttaa rakennuksen kosteus- tai lämpöteknistä toimintaa huomattavasti ja aiheuttaa näin kosteusteknisiä ongelmia. Lisäksi useasti säilyvyysominaisuudet vanhoissa rakenteisissa ovat puutteellisia. (Lahdensivu et al., 2023)

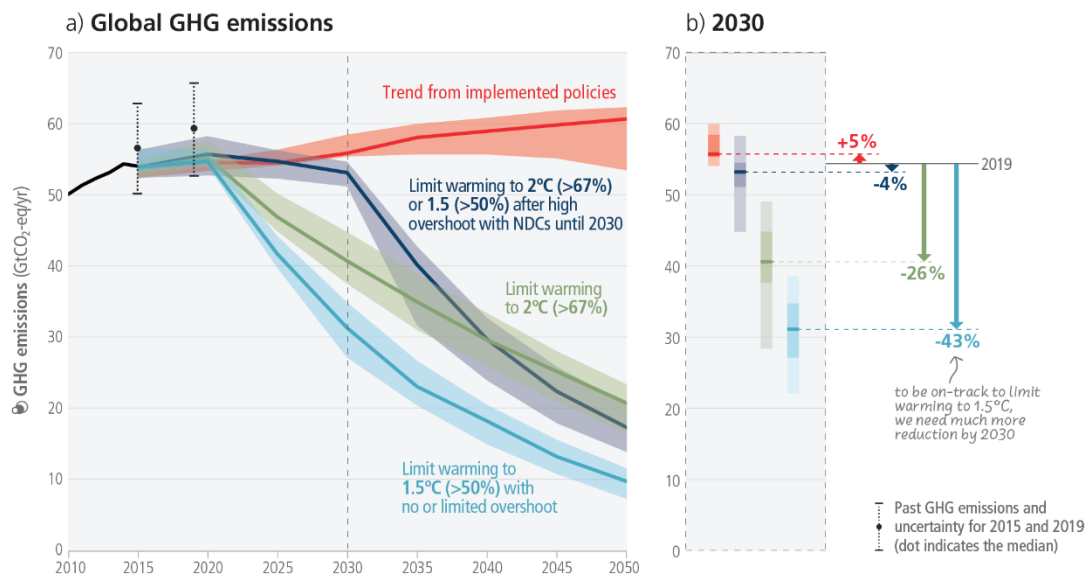
2.3 Ilmastotavoitteet

Kiina, Yhdysvallat ja Intia ovat kolme maailman eniten kasvihuonekaasupäästöjä tuottavia maita, tuottaen 47,68 prosenttia koko maapallon kasvihuonekaasupäästöistä. Maailman kasvihuonekaasupäästöistä Venäjä, Brasilia, Indonesia, Japani, Iran, Meksiko,

Saudi-Arabia, Saksa, Kanada, Etelä-Korea, Turkki, Australia ja Pakistan sekä maailmanlaajuinen merenkulku tuottavat jokainen yli yhden prosentin tuottaen yhteensä 25,53 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Maailmanlaajuinen merenkulku ja nämä 16 maata tuottavat yhteensä 73,21 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Kaikkien Euroopan unionin maiden tuottamien kasvihuonekaasupäästöjen osuus on 6,67 prosenttia. (European Commission, 2023).

Euroopan unioni on asettanut itse, sekä sitoutunut kansainvälisiin ilmastotavoitteisiin. Kaikki Euroopan unionin maat ovat ratifioineet Pariisin ilmastosopimuksen, jossa pitkän aikavälin tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu esiteolliseen aikaan verrattuna selvästi alle 2 celsiusasteessa sekä tavoitteena pyrkiä rajoittamaan nousu 1,5 celsiusasteeseen. (Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto, 2023) Kuvassa 1. on esitetty arvioita kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä ja kuinka paljon niitä tulisi leikata, jotta haluttu skenaario maapallon lämpenemisen estämisessä saavutetaan (IPCC, 2023).

Projected global GHG emissions from NDCs announced prior to COP26 would make it *likely* that warming will exceed 1.5°C and also make it harder after 2030 to limit warming to below 2°C



Kuva 1. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistarve. (IPCC, 2023)

Kuvan 1. kuvaaja kertoo, kuinka tämänhetkisillä vähennyksillä ei voida saavuttaa tavoitetta maapallon lämpenemisen rajoittamiseksi 2 asteeseen. Jotta tuo 2 asteen tavoite saadaan saavutettua tulisi vähennyksiä lisätä huomattavasti. IPCC (2023) raportissa kerrotaan, että maailmanlaajuisten tavoitteiden ja ilmoitettujen kansallisten tavoitteiden välillä on eroja. Tätä vielä pahentavat ilmoitettujen kansallisten tavoitteiden ja nykyisen täy-

täntöönpanon väliset erot kaikilla ilmastotoimien osa-alueilla. Kun on kyse ilmastomuutoksen hillitsemisestä, lokakuussa 2021 ilmoitettujen kansallisten tavoitteiden mukaiset maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekisivät todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvun aikana, ja vaikeuttaisivat lämpenemisen rajoittamista alle 2 celsiusasteeseen. (IPPC, 2023)

2.3.1 Suurimpia päästöjä tuottavien maiden ilmastotoimet

Australia on asettanut ilmastotavoitteita, mutta ei ole onnistu saavuttamaan asettamia tavoitteita. Uusiutuvan energian tavoitteiden saavuttamisen tiellä on hiili- ja kaasuteollisuuden laajentamisen tukeminen, ja suunnitelmia kivihiili- tai fossiilisen kaasuvoiman käytön lopettamiselle ei ole. (Climate Action Tracker, 2023)

Brasilia, jossa maailman suurin sademetsä Amazon sijaitsee, on sitoutunut Pariisin sopimuksen lisäksi istuttamaan 12 miljoonaa hehtaaria metsää vuoteen 2030 mennessä. Tämä sitoumus kuulostaa lupaavalta, mutta siihen voi myös liittyä negatiivinen kierre Amazoniin liittyvien käyttäytymistapojen vuoksi, joka on vaikuttanut kielteisesti Brasilian ilmastositoumukseen. Vaikka Brasilia pystyisi voittamaan käyttäytymistapojen kierteen, Amazonin laiminlyönti on lisääntynyt nopeasti vuodesta 2011 lähtien. Amazonin tulevaisuus on maailmanlaajuinen huolenaihe, sillä se on yksi maapallon suurimmista ekosysteemien hiilivarastoista. Ilmastomuutoksella ja täten maapallon keskilämpötilan nousulla on monenlaisia seurauksia, jotka ovat paljastaneet Amazonin ekosysteemin haavoittuvuuden ja alttiuden vaikutuksille. Brasilian presidentti Lula on vähentänyt metsäkattoa merkittävästi sen jälkeen, kun hän astui virkaansa vuoden 2023 alussa. Brasilia liittyi OPEC+:en (öljynviejäm maiden järjestöön), mikä ei vaikuta hyvällä maan ilmastotavoitteisiin, sillä Brasilian olisi enemmän lopetettava fossiilisten polttoaineiden tuotanto eikä laajennettava sitä. (Carvalho et al., 2020; Climate Action Tracker, 2023)

Etelä-Korea pyrkii käyttämään ydinvoimaa uusiutuvien energialähteiden kustannuksella. Tällä muutoksella ei ole juurikaan vaikutusta vuoden 2030 päästötavoitteisiin, mutta vaikeuttaa siirtymistä uusiutuvien energianlähteisiin pitkällä aikavälillä. Hiilivoiman käyttö vähenee, mutta sitä on samaan aikaan korvattu fossiilisella kaasulla. Etelä-Korean olisi luovuttava hiilestä vuoteen 2030 mennessä ja fossiilisesta kaasusta pian sen jälkeen, jotta se voisi saavuttaa ilmastonlämpenemisen estämisen tavoitteitaan. (Climate Action Tracker, 2023)

Intian riippuvuus hiilivoimasta on haitaksi Intian kunnianhimolle saavuttaa ilmastotavoitteitaan, vaikka uusiutuvien energialähteidenala laajenee jatkuvasti. Viimeisin sähköntuo-

tantosuunnitelma antaa ristiriitaisia signaaleja, sillä hiilikapasiteettia ei suunnitella lisätävän lähitulevaisuudessa enää sen jälkeen mitä on jo kehitteillä vuosille 2026–2027, mutta Intian hallitus pyrkii lisäämään samaan aikaan kotimaista kivihiihtuotantoa. Lämpötilan nousu ja kesäkauden pidentyminen rasittavat Intian sähköverkkoa suuresti, mikä olisi yksi syy lisää nopeuttaa siirtymistä uusiutuviin energialähteisiin. (Climate Action Tracker, 2023)

Indonesian uusiutuvien energialähteiden käytön laajentamista varjostaa hiilen käytön valtava lisääntyminen, joka nosti päästöjä huomattavasti vuonna 2022. Nousun taustalla on Indonesian metalliteollisuuden ja uuden pääkaupungin infrastruktuurin kukoistus. Indonesian uudet oivallukset omasta valtavasta hiiliputkesta pakottivat maata tarkistamaan oikeudenmukaisen energiakumppanuuden tavoitteitaan, sillä ne ovat ristiriidassa Pariisin ilmastopimuksen kanssa. (Climate Action Tracker, 2023)

Iran on edelleen yksi niistä harvoista maista, joka ei ole ratifioinut Pariisin ilmastopimusta. Kansainvälisten pakotteiden, COVID-19-pandemian ja korkean inflaation aiheuttama taloudellinen myllerrys on haitannut maan kykyä puuttua ilmastonmuutokseen. Investoinnit ilmastonmuutoksen hillitsemistöimiin, erityisesti uusiutuvaan energiaan, ovat hidastuneet merkittävästi, sillä hallituksen ensisijaisena tavoitteena on talouden elpyminen. (Climate Action Tracker, 2023)

Japanin uudessa hiilidioksidipäästöjen vähentämisstrategiassa, Green Transformation Basic Policy -ohjelmassa, uusiutuva energia ei ole keskeisellä sijalla. Ohjelmassa keskitytään kehittämään hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin teknologioita sekä ammoniakin ja vedyn rinnakkaispoltttoa hiilivoimalaitoksissa. Japani tukee investointien lisäämistä kaasun ja nesteytetyn maakaasun tuotantoketjujen alkupäässä. (Climate Action Tracker, 2023)

Kanadassa kasvihuonekaasupäästöt ovat laskussa, mutta merkittäviä edistysaskeleita ei ole politiikassa tapahtunut vuoden 2022 jälkeen. Kanadan ympäristöministeri ilmoitti vuonna 2022, että öljy- ja kaasualan päästökatto on mahdollinen vuoden 2023 loppuun mennessä, mutta päästöjä koskevat säädökset ovat edelleen luonnosvaiheessa. (Climate Action Tracker, 2023)

Kiina on sitoutunut saavuttamaan hiilineutraalisuuden vuoteen 2060 mennessä. Kiinassa rakennusala on yksi suurimmista päästöjen tuottajista ja kaupunkien asuinrakennusten osuus rakennusten hiilidioksidipäästöistä on noin 40 prosenttia (Huo et al., 2020). Kiinan päästöjen ennustetaan saavuttavan huippunsa vuoteen 2025 mennessä, viisi vuotta ennen vuoden 2030 tavoitetta. Nykyiset politiikat eivät ole riittäviä päästöjen vähentämiseksi kriittisellä ajanjaksolla ennen vuotta 2030. Kiina on ottanut ennätysellisesti ja

nopeasti käyttöön uusiutuvia energialähteitä, mutta ennusteet energian ja sähkön kysynnän kasvusta jatkavat tasaisesti kasvua. Hallitus puolustaa fossiilisten polttoaineiden roolia energia-alan siirtymisessä, sillä niitä pidetään keskeisinä vakauden ja turvallisuuden kannalta. Kiinan energiariippuvuus fossiilisista polttoaineista on edelleen tärkein yksittäinen tekijä, joka aiheuttaa paljon maailmanlaajuisia päästöjä. (Climate Action Tracker, 2023)

Meksikon ilmastopoliittika ja -tavoitteet eivät ole toteutumassa, sillä etusijalle asetetaan fossiiliset polttoaineet, ja samalla puretaan ilmastopoliittikkaa ja -instituutioita. Vuonna 2023 Meksiko saavutti puhtaan energian tavoitteensa kirjanpitomenetelmän muutoksen ansiosta, jossa fossiilisesta kaasusta tuotetun sähkön tuotanto määritettiin puhtaaksi energiaksi. Toimien vuoksi päästöennusteiden odotetaan jatkavan kasvuaan vuoteen 2030 asti. (Climate Action Tracker, 2023)

Saksa osana Euroopan unionia on sitoutunut unionin yhteisiin tavoitteisiin. Saksa nosti vuonna 2022 omia ilmastotavoitteitaan 10 prosentilla, mikä nostaa Saksan kokonaistavoitteen leikata 65 prosenttia kasvihuonepäästöistä vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 arvoon verrattuna. Lisäksi vuodesta 2022, joka toinen vuosi ilmastokysymysten asiantuntijaneuvosto esittää raportin Saksan tähän mennessä saavutetuista tavoitteista, toimenpiteistä ja suuntauksista. Jos tavoitteita ei saavuteta, Saksan liittohallitus ryhtyy välittömiin toimiin saavuttaakseen tavoitteet. Saksan viimeaikaiset ilmastopoliittiset päätökset ovat laskeneet ennusteita päästöleikkausten saavuttamista. Energia-alalla on tapahtunut merkittävää parannusta, sillä hallitus tukee uusia fossiilisten polttoaineiden infrastruktuuria Saksassa ja sen ulkopuolella, mutta liikenteessä, rakennuksissa ja teollisuudessa ei ole vielä riittäviä lyhyen aikavälin toimia. (Die Bundesregierung, 2022; Climate Action Tracker, 2023)

Saudi-Arabia on tehnyt vain vähän työtä taloutensa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi viimeisten kymmenen vuoden aikana, ja päästöjen ennustetaan kasvavan merkittävästi vuoteen 2030 mennessä. Saudi-Arabia on edelleen vahvasti riippuvainen öljytuloista, ja aikoo lisätä öljyntuotantoa tulevana vuosina. Maan hallitus on aktiivisesti pyrkinyt heikentämään maailmanlaajuisia pyrkimyksiä luopua fossiilisista polttoaineista vaiheittain, ja edistänyt hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin teknologioita öljyn- ja kaasuntuotannon laajentamisen jatkamiselle. (Climate Action Tracker, 2023)

Turkki päivitti vuonna 2023 NDC:nsä. Tavoitteet ovat paperilla vahvempia, mutta ne eivät todellisuudessa vähennä päästöjä. Turkin on tarkoitus jatkaa uuden hiilikapasiteetin käyttöönottoa sen sijaan, että se sitoutuisi asteittaiseen sen lopettamiseen. Suunnitelmat

lisätä fossiilisen kaasun merituohtantoa ja kehittyä kauppapaikaksi ovat ristiriidassa ilmas-
ton lämpenemisen estämisen tavoitteiden kanssa. Turkki suunnittelee aurinko- ja tuuli-
voiman lisäämistä, joka on askel oikeaan suuntaan. (Climate Action Tracker, 2023)

Venäjäń toimet ilmastomuutoksen torjumiseksi ovat hyvin vähäisiä. Venäjäń nykyiset
poliittiset tavoitteet eivät osoita todellista sitoutumista päästöjen vähentämiseen, sillä
niillä saavutetaan vuoden 2030 ilmastotavoitteet mutta ne ovat kaukana 1,5 celsiusas-
teen lämpenemisrajassa pysymisen tavoitteesta. (Climate Action Tracker, 2023)

Yhdysvaltojen ilmastotoimet ovat osoittaneet lupaavia merkkejä inflaationvähennyslain
(IRA) ensimmäisen vuoden aikana. Laki ja ilmastotoimet ovat saaneet aikaan valtavia
investointeja uusiutuviin energialähteisiin, lisänneet puhtaita hankkeita, luoneet työpaik-
koja, nopeuttaneet osavaltioiden ja paikallisviranomaisten toimia ja lisänneet yksityisen
sektorin luottamusta hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen siirtymisessä. Yhdysvaltojen
olisi hyväksyttävä rohkeita politiikkapaketteja alakohtaisella tasolla, pidettävä lupauk-
sensa lisätä kansainvälistä ilmastorahoitusta ja irrottautua kasvavasta riippuvuudestaan
fossiilisista polttoaineista, jotta se voisi saavuttaa päästövähennysten vauhdin ja laajuu-
den, joita se tarvitsee saavuttaakseen NDC-tavoitteensa. Ilmastotavoitteiden kannalta
on huolestuttavaa kasvu öljyn- ja kaasuntuotannossa ja viennissä. (Climate Action
Tracker, 2023)

Rakennusalan sektori vastaa maailmalaajuisesti suuresta osasta kasvihuonekaasu-
päästöjä, jolloin rakennusalan muutoksilla saadaan aikaiseksi suuria päästövähennyk-
siä. Vaikka suuren osan kasvihuonekaasupäästöjä tuottavien maiden päästövähennyk-
set ja tavoitteet ovat fossiilisten polttoaineiden poistamisessa voidaan rakentamisen in-
novaatioilla saada suuria vaikutuksia. World Green Building Council on suurin paikalli-
nen, alueellinen sekä maailmanlaajuinen kestävän rakennetun ympäristön parissa toi-
miva voittoa tavoittelematon toimintaverkosto. World Green Building Councilin tarkoituk-
sena on ohjata rakentamista kestävämpään suuntaan tekemällä yhteistyötä yritysten,
organisaatioiden ja hallitusten kanssa saavuttaakseen Pariisin sopimuksen tavoitteet ja
YK:n maailmanlaajuiset kestävän kehityksen tavoitteet. Kuvassa 2. on esitetty vihreällä
osallistujamaat, jotka ovat osana Green Building Councilia. (World Green Building Coun-
cil 2023c)



Kuva 2. World Green Building Councilin osallistujamaat (World Green Building Council 2023b).

Kuvasta 2. voidaan huomata, että osallistujamaina on maita kuten Yhdysvallat, Brasilia, Kanada, Saksa, Intia, Turkki, Australia sekä Kiina, jotka tuottavat eniten kasvihuonekaasupäästöjä. Suuria päästöjä tuottavien maiden mukana oleminen on tärkeää, sillä ilman yhteistyötä ei ilmastonmuutosta saada pysäytettyä.

2.3.2 Euroopan unionin ilmastotoimet

Euroopan Komissio on kehittänyt Euroopan vihreän kehityksen ohjelman (englanniksi European Green Deal), joka aloitettiin vuonna 2019 ja tämän avulla on tarkoitus saavuttaa Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteet. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma on paketti politiikka-aloitteita, ja tavoitteena kehitys ohjelmalla on ohjata kohti vihreää siirtymää Euroopan unionissa. Kehitysohjelma sisältää aloitteita ilmaston, ympäristön, energian, liikenteen, teollisuuden, maatalouden ja kestävän rahoituksen alueilta. (Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto, 2024)

Eurooppalainen ilmastolaki, jonka Euroopan neuvosto hyväksyi toukokuussa 2021, asettaa poliittiset tavoitteet oikeudellisiksi velvoitteiksi. Vuoteen 2030 mennessä tulee kaikkien EU maiden vähentää ilmastopäästöjä vähintään 55 prosenttia vuoden 1990 tasoon verrattuna. (Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto, 2024)

Euroopan unioni on kehittänyt EU-taksonomian, jonka tarkoituksena on auttaa ohjaamaan investointeja siirtymävaiheen kannalta tarpeellisimpiin taloudellisiin toimintoihin

Euroopan vihreän sopimuksen tavoitteiden mukaisesti. Jotta Euroopan unionin ilmasto- ja energiavoitteet vuoteen 2030 mennessä voidaan saavuttaa, on tärkeää, että investoinnit suunnataan ilmaston kannalta kestäviin hankkeisiin ja toimiin. EU-taksonomian avulla rahoitusalan yritykset ja muut kuin rahoitusalan yritykset voivat käyttää yhteistä määritelmää taloudellisesta toiminnasta, jota voidaan pitää ympäristön kannalta kestäväenä. Tämä auttaa Euroopan unionia merkittävästi lisäämään kestäviä investointeja luomalla sijoittajille turvaa, suojaamalla yksityisiä sijoittajia viherpesulta, auttamalla yrityksiä muuttumaan ilmastoystävällisemmiksi ja lieventämällä markkinoiden pirstaloitumista. (European Commission a)

Euroopan unioni tuo Euroopan parlamentin ja neuvoston uudelleen laatiman direktiivin rakennusten energiatehokkuudesta (EPBD) vuoden 2024 aikana. Direktiivissä on tarkoitus parantaa rakennusten energiatehokkuutta, tehdä rakennuksista päästöttömiä, lisätä aurinkoenergian käyttöä rakennuksissa, lisätä sähköautojen latauspisteitä, parantaa polkupyöräpysäköintiä sekä ilmoittaa ja laskea rakennusten elinkaarenaikaisten ilmaston lämmitysvaikutuspotentiaaleja. Direktiivin tarkoituksena on vähentää rakennusten kasvihuonekaasupäästöjä sekä energian loppukulutusta. (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024)

Euroopan investointi pankin tekemän kyselytutkimuksen mukaan 54 prosenttia Suomalaisista yrityksistä on asettanut ilmastotavoitteita, kun Euroopan unionin keskiarvo on 41 prosenttia. Lisäksi kyselytutkimuksessa Suomalaisista yrityksistä 77 prosenttia investoi ilmastoon Euroopan unionin keskiarvon ollessa 53 prosenttia. (European investment bank 2023) Kyselystä voidaan huomata, että Suomalaisilla yrityksillä on tahtoa olla investoimassa ilmastotavoitteisiin, säilyttäen Suomen ilmaston erityispiirteitä.

2.4 Oikeustoimet ilmastomuutoksessa

Ilmastomuutos on aiheuttanut oikeustoimia, joiden päämääränä on taata maapallon riittävät resurssit seuraavillekin sukupolville. Valtioiden riittämättömiä torjuntakeinoja ilmastomuutosta vastaa on nostettu useampia kanteita Euroopan ihmisoikeustuomioistuinissa (European Court of Human Rights, 2024a).

Huhtikuussa 2024 Euroopan ihmisoikeustuomioistuin antoi historiallisen päätöksen, kun se totesi Sveitsin Valaliiton rikkoneen yleissopimuksen kahdeksatta artiklaa. Yleissopimuksen kahdeksas artikla sisältää yksilön oikeuden valtion viranomaisten suojeluun ilmastomuutoksen vakavia haittavaikutuksia vastaan heidän elämässään, terveydessään, hyvinvoinnissaan ja elämänlaadussaan. Ihmisoikeustuomioistuin katsoi, että

Sveitsin Valaliitto ei ollut aiemmin onnistunut saavuttamaan aiempia kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita, ja että Sveitsin Valaliiton viranomaiset ei eivät ole toimineet ajoissa ja asianmukaisella tavalla suunnitellakseen ja toteuttaakseen asiankuuluvia lainsäädäntöjä ja toimenpiteitä. Ratkaisua pidetään merkittävänä, sillä se tunnistaa ihmisoikeuksien toteutumisessa ilmastonmuutoksen vaikutukset (STT & AFP, 2024). (European Court of Human Rights, 2024b)

3. RAKENTAMISEN MUUTOKSET

3.1 Rakentamisen muuttuminen

Suomessa rakentaminen on muuttunut valtavasti 1950-luvulta eteenpäin. Suurin osa Suomen rakennuskannasta on rakennettu vasta toisen maailmansodan jälkeen (Lahdensivu et al., 2023). Sotien jälkeen alkanut kaupungistuminen ja asuntopula näkyi rakentamisessa, kun rakennusprojektit kestivät kauan ja suuri osa siirtotyöstä tehtiin vaakasunnassa ihmisvoimin kantamalla ja pystysunnassa hyödyntämällä hissejä sekä vinssejä. Torninostureiden ja elementtirakentamisen yleistyessä 60-luvulla rakentamista saatiin nopeutettua huomattavasti. Seuraavien vuosikymmenten aikana elementtirakentaminen otti suuria harppauksia eteenpäin sen yleistyessä. Elementtejä valmistavia yrityksiä saapui markkinoille useita, ja yhtenä suurena kehitysharppauksena voidaan pitää elementtien standardisointityötä ja sen tuomaa elementtien mittamoduulien yhdenmuikaistamista. (Elementtisuunnittelu, 2020; SBK-Säätiö, 2009)

Rakentamisen muutokset eivät ole ainoastaan koskeneet rakennustapojen muuttumista. Alalla on vuosien aikana kehitetty paljon erilaisia rakenneratkaisuja ja materiaaleja. Osa näistä on myöhemmin todettu ihmisille vaarallisiksi ja rakenteina toimimattomiksi. Asbesti oli aikansa suuri materiaali, jonka materiaaliominaisuudet olivat vertaansa vailla ja halpa hinta mahdollisti käytön laajasti. Valitettavasti vasta myöhemmin ymmärrettiin myös sen vaarallisuus ihmisille, sillä sairaudet kehittyivät pitkällä viiveellä, jopa vuosikymmenien jälkeen altistumisesta. Vuonna 1993 asbestin käyttö kiellettiin Suomessa, ja vasta yli vuosikymmen myöhemmin koko Euroopan unionin alueella vuonna 2005. Suomen rakennuskannassa suurin osa käytetystä asbestista on vielä jäljellä, joka täytyy huomioida ennen vuotta 1993 rakennettujen rakennusten korjausten yhteydessä. (Työterveyslaitos)

Rakenneratkaisuista valesokkelit olivat 1970-luvulla suuresti käytetty rakenneratkaisu, joita löytyy vuosien 1960–1990 välillä rakennetuista pientaloista. Rakennetta pidettiin aikansa nerokkaana keksintönä matalaperusteisissa pientaloissa kylmäsiltojen estämiseksi perustusrakenteiden läpi. Valesokkeli lukeutuu tänä päivänä yhdeksi tunnetuimmaksi riskirakenteeksi, sillä se sisältää kosteus- ja sisäilmariskejä. Valesokkelit poistui-
vat RT-korteista vuonna 1993, jonka jälkeen niiden käyttäminen ei ole ollut hyvän rakentamistavan mukaista. Automaattisesti ei voida sanoa, että rakenteessa on vaurio, kun rakennuksessa on käytetty valesokkelia, mutta rakenteen kosteus- ja mikrobivaurioriskit lisääntyvät riskirakennetta käyttäessä. (Käyhkö, 2024)

Rakentamisen muutoksissa suurana osana rakennustapojen ja materiaalien muuttumisen lisäksi on lainsäädännön muutokset. Tultaessa 2000-luvulle Suomessa otettiin käyttöön maankäyttö- ja rakennuslaki, jonka tarkoituksena oli parantaa edellytyksiä alueiden käytön suunnittelussa huomioiden yhdyskuntakehitys ja toimintojen sijoitus. Lain tarkoitus oli tarkentaa ympäristöhaittojen vähentämistä, luonnonvarojen käytön säästämiseen ohjaamista ja edistää ympäristön kestävään kehitykseen ohjaamista. (Ympäristöministeriö, 2005)

Maankäyttö- ja rakennuslakia on vuosien varrella päivitetty useampaan kertaan vastaamaan kokemuksista saatuja arvioita. Päivitysten ja myöhempien tarkennusten myötä maankäyttö- ja rakennuslaki on sisältänyt hyvin paljon korjauksia. Rakentamisen toimintaympäristö on viimeisen vuosituhaten vaihteesta muuttunut voimakkaasti. Maankäyttö- ja rakennuslakiin tarvitaan paljon muutoksia, joilla huomioidaan ilmastomuutoksen torjunta. Maankäyttö- ja rakennuslain toiminnasta ympäristöministeriö on teettänyt arvioinnin, joka valmistui vuonna 2014, jonka perusteella lain kehittämistarvetta arvioitiin. Lopulta maankäyttö- ja rakennuslakia päätettiin uudistaa ja laki tullaan muuttamaan alueidenkäyttölaki, samalla kun uusi rakentamislaki astuu voimaan. Rakentamislaki hyväksyttiin eduskunnassa maaliskuussa 2023 ja laki astuu voimaan 1.1.2025, jolloin myös maankäyttö- ja rakentamislaki muuttuu alueidenkäyttölaki. (Ympäristöministeriö e; Ympäristöministeriö c)

Pääministeri Petteri Orpon hallitus haluaa uudistaa alueidenkäytön lainsäädäntöä ja tehdä muutoksia jo hyväksytyyn rakentamislakiin. Päivitysten on tarkoitus valmistua ennen 1.1.2025, jotta lakimuutokset saadaan voimaan alkuperäisessä aikataulussa. (Ympäristöministeriö e; Ympäristöministeriö c)

Lainsäädännön muutosten lisäksi rakentamisen muutoksiin vaikuttaa ja on vaikuttanut uudet menetelmät, materiaalit sekä yritysten kehityksen panostus. Suurena osana rakentamisen muutoksia on rakennusalan suhdanne. Rakennusala on suhdanneherkkä ala, jolloin kehitystyöhön panostaminen on riski yrityksille sen hitauden ja epävarmuuden vuoksi. (Lyytinen, 2022)

3.2 Digitalisaatio

Viimeisen 20 vuoden aikana digitalisaatio on ottanut suuria harppauksia. Digitalisaation perässä pysyminen on suuri haaste, sillä elektroniikka vanhenee nopeasti ja kehitys etenee nopealla vauhdilla. Digitalisaatio rakennusalalla on vasta alkutekijöissä, vaikka sitä hyödynnetään jo monessa kohtaa rakennushankkeita. Digitaalista tietoa rakennusalalla

hyödynnetään muun muassa suunnittelussa ja dokumentoinnissa. (Rakentajan toimitus, 2022; Aatsalo, 2023)

Digitaalista tietoa hyödynnetään jo monessa kohtaa rakennustyömailla, kuten kulunvalvonnassa, perehdytyksessä, viestinnässä sekä raportoinnissa ja valvonnassa. Rakennusalalla suurin arvo digitalisaatiossa on tiedonhallinnassa. Suunnittelun puolella digitalisaatiota hyödynnetään tietomallintamisessa ja suunnitelmien ristiin tarkastamisessa tietomalleja hyödyntäen (Rakentajan toimitus, 2022). Rakennuksen elinkaaren aikana tiedonhallinta aiheuttaa kuitenkin haasteita, sillä rakennukset suunnitellaan kestäväksi vähintään 50 vuotta, mutta digitaalisessa muodossa oleva tiedon käytettävissä olevuuden varmistaminen koko rakennuksen elinkaarelle aiheuttaa haasteita. (Aatsalo, 2023)

Toisena haasteena digitalisaatiossa rakennusalalla nähdään digiosaamisen puute. Digitalisaation lisääminen vaatii yrityksiltä henkilöstön kouluttamista, jotta digitaalisia tuotteita osataan hyödyntää parhaan mukaan. (Aatsalo, 2023) Vain oikein hyödynnetty digitaalinen työkalu voi helpottaa ja parantaa suunnittelua, laadunvalvontaa ja viestintää (Rakentajan toimitus, 2022).

Digitalisaation ja kehityksen edistyessä tänä päivänä talotekniikka sekä elektroniikka vanhenevat nopeasti uusien tuotteiden tullessa markkinoille. Tämä aiheuttaa haasteita rakentamisen suhteen, kun talotekniikka ja rakennuksissa käytetyt automaatio- ja älytoiminnot vanhenevat. Rakennuksia suunnitellessa tulisi huomioida, että kuluja ja vanhentuvia osia tulee rakennuksen elinkaaren aikana päästävä vaihtamaan, korjaamaan ja päivittämään, siten että rakennuksessa ei tarvitse purkaa osia, jotta osien vaihto on mahdollista. Osien vaihtamisen myötä rakennuksen elinkaarta saadaan pidennettyä, kun vanhentunut tekniikka ei johda rakennuksen purkamiseen. Huomioitavaa on myös, että taloteknisten järjestelmien lisääntyessä, kuluttavat ne paljon energiaa ja järjestelmät sisältävät paljon materiaaleja. Parhaillaan talotekniset automaatiojärjestelmät saavuttavat merkittäviä energiasäästöjä optimoiden järjestelmien toimintaa, mutta pahimmillaan aiheuttavat ristiriitatilanteita, jotka lisäävät energiankulutusta ja täten hiilijalanjälkeä. (Häkkinen & Kuittinen, s. 120–121, 2020; Rakentajan toimitus, 2022; Aatsalo, 2023)

3.3 Kaupunkisuunnittelu ja -kehitys

Kaupunkisuunnittelu (eng. Urban Design) ja kaupunkikehitys (eng. Urban Development) ovat tärkeitä osia rakentamisen muutoksessa. Kaupunkisuunnittelu ei ole uusi konsepti, sillä sitä on käytetty jo muinaisien sivilisaatioiden kuten Rooman, Ateenan ja Babylonin rakentamisessa. Kaupunkisuunnittelun keskeisiksi näkökohdiksi on määritelty paikkoja

ihmisille, olemassa olevan rikastuttamista, yhteyksien muodostamista, maiseman parissa työskentelyä, muotojen ja käyttötapojen sekoittamista, investoinnin hallintaa sekä muutoksen suunnittelua. Koronaviruksella on maailmanlaajuisesti ollut valtavia vaikutuksia ja muutoksia elintapoihin, työtapoihin, paikallisten tavaroiden ja palvelujen saatavuuteen, lyhyen ja pitkän matkan liikennemuotoihin sekä ulkona olevien julkisten ja yksityisten tilojen, kaupunkien ja luonnon käyttöön. Tärkeimpänä kaupunkisuunnittelussa on se, että luodaan paikkoja, joissa ihmiset voivat nauttia elämänsä jokaisessa vaiheessa. (Urban Design Lab, 2023; Peters, 2022)

Tietoisuuden lisääntyminen kaupunkisuunnittelusta on lisännyt kiinnostusta, sillä monet kaupunkialueet eivät pysty vastamaan ihmisten tarpeisiin. Muutosta on nähtävissä ja mallia haetaan kaupungeista, jotka toimivat edelleen, ja johon ihmiset haluavat matkustaa. Tällaisia kaupunkeja ovat esimerkiksi Pariisi ja New Yorkin Manhattan. Laajemmissa konteksteissa uusien kehityskohteiden suunnittelu hyvin tarkoittaa, että kielteisiä vaikutuksia lievennetään, ja taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristöhyödyt voidaan tuntea laajemmin. Kaupunkisuunnittelu voidaan perustaa kysymyksiin: Miten haluamme tulevaisuudessa asua ja liikkua kaupunkitiloissa? Mitkä ominaisuudet ovat meille tärkeitä yksilöinä ja yhteisönä? Ja mitä toiminnallisuuksia ilman emme voi olla? Tällä hetkellä rakentamisessa on nähtävissä suuntaus, jossa halutaan antaa ihmisten löytää uudelleen julkiset tilat seurusteluun, leikkipaikkoihin, rentoutumis- ja puhepaikkoihin. (Urban Design Lab, 2023; Peters, 2022)

Kaupunkielämän eri ulottuvuudet ympäristölliset, taloudelliset, sosiaaliset ja kulttuuriset kytkeytyvät toisiinsa, ja kaupunkikehityksen menestys voidaan saavuttaa vain integroidulla lähestymistavalla. Kaupunkien fyysistä uudistumista koskevat toimenpiteet on yhdistettävä koulutusta, taloudellista kehitystä, sosiaalista osallisuutta ja ympäristönsuojelua edistäviin toimiin. Tarvitaan vahvoja kumppanuuksia paikallisten kansalaisten, kansalaisyhteiskunnan, teollisuuden ja hallinnon eri tasojen välillä. Tällainen lähestymistapa on erityisen tärkeä, kun otetaan huomioon eurooppalaisten kaupunkien tällä hetkellä kohtaamien haasteiden vakavuus aina vihreistä ja digitaalisista siirtymisistä erityisiin väestörakenteen muutoksiin, siirtolaisten ja pakolaisten osallistamiseen, taloudellisen pysähtyneisyyden seurauksiin, työpaikkojen luomisen, sosiaalisen edistämiseen ja ilmastomuutoksen vaikutuksiin. (European Commission b)

3.4 Vähähiilinen rakentaminen ja rakennusmateriaalien muutokset ympäristöystävällisemmiksi

Rakennusmateriaalien tuottamiseen tarvittavien raaka-aineiden ja energian käytön vähentämiseksi on pitkä kokemus. Jo satavuotta sitten heräsi ensimmäisen kerran kiinnostus hiilen vähimmäismäärän käyttämisestä tuotteiden valmistamisessa, ja energiakriisi 50 vuotta sitten siirsi painopistettä raakaöljyyn. Viimeisen vuosikymmenen aikana kasvava ilmastokriisin tunnustaminen laajensi materiaaleihin sitoutuneen energian käsitteen materiaaleihin sitoutuneeksi hiileksi. (Lützkendorf & Balouktsi, 2022)

Rakentamisen määräykset ovat painottuneet rakennuksen käytön energiatarpeeseen ja näihin liittyviin päästöihin. Kasvihuonekaasuja syntyy ja vapautuu rakennuksen elinkaaren jokaisessa vaiheessa. Ihmisen toiminnan aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä suuri osa syntyy rakennusmateriaalien kuten teräksen ja sementin valmistuksesta. (Lützkendorf, & Balouktsi, 2022)

Vähähiilisen rakentamisen tarkoituksena on vähentää rakennuksen elinkaaren aikana syntyvää hiilijalanjälkeä. Vähähiilinen rakentaminen voidaan saavuttaa monella tapaa kuten suunnittelemalla rakennus energiatehokkaaksi, käyttämällä rakennusmateriaaleja, joilla on pieni hiilijalanjälki ja ovat pitkäikäisiä. Rakennusosien kierrättämisellä ja uudelleenkäytöllä sekä muuntojoustavuuden avulla voidaan myös rakennuksen hiilijalanjälkeä pienentää. (Ympäristöministeriö f.)

Vähähiilisessä rakentamisessa valinnoilla on suuri vaikutus, osa materiaaleista tuottaa enemmän päästöjä kuin toiset. Vähähiilisen rakentamisen tarkoituksena ei ole poistaa kokonaan päästöjä tuottavia materiaaleja käytöstä rakennuksissa vaan ennemmin saada rakennuksen koko elinkaarenaikaiset päästöt mahdollisimman matalaksi. Rakennuksen energian käyttö on aiemmin ollut suurin rakennuksen yksittäinen hiilijalanjäljen lähde, kuitenkin uusien rakennusten energiatehokkuus on korkealla tasolla, jolloin päästöjen vähentämiseksi täytyy etsiä muita tapoja ja tässä rakennusmateriaalien vähähiilisyys tulee tärkeäksi. (Ympäristöministeriö f.)

Kolme käytetyintä rakennusmateriaalia maailmassa ovat betoni, puu sekä teräs. Suurin osa rakennusten kantavista rakenteista on tehty yhdestä tai yhdistelemällä useampaa näistä materiaaleista. Rakennuksen kantavat rakenteet muodostavat suuren osan rakennuksen massasta ja ne tuottavat täten eniten tuotesidonnaisia päästöjä. (Häkkinen & Kuittinen, s. 40–59, 2020)

3.4.1 Puurakentaminen

Suomi on yksi Euroopan metsäisimmistä maista, jossa on yli 16 kertaa enemmän metsää asukasta kohti kuin koko Euroopan metsämaissa. Suomen markkinaosuus puupohjaisissa rakennustuotteissa on Euroopan toiseksi suurin. Puurakentaminen on kysyttyä julkisen rakentamisen parissa, sillä puurakentaminen nähdään ympäristöystävällisenä vaihtoehtona, jonka avulla saavutetaan sisäilmaltaan terveitä ja puhtaita rakennuksia. (Zibell et al., 2021)

Suomessa puurakentamista on edistetty eri poliittisilla ohjelmilla vuodesta 1994, mutta siltikään puurakentamisen volyyymiä ei ole saatu nostettua halutulle tasolle. Muihin rakennustapoihin verrattuna on puurakentaminen edelleen kalliimpaa. Kaupallisen kysynnän vähäisyyden vuoksi suurin osa nykyisistä puukerrostaloista on tehty tukirahoituksella (Lyytinen, 2022). Puurakentamisella on Suomessa pitkät perinteet, puutalojen yleisyys ja metsätalouden merkitys, yleinen suhtautuminen puurakentamiseen on myönteistä ja puulla on hyvä maine rakennusmateriaalina (Zibell et al., 2021).

Suomessa kaupungit ovat omalla kaavoituksellaan, tonttien luovutuksilla ja tonttien hintaeduilla ohjanneet puurakentamiseen. Suurista kaupungeista Tampere on tarjonnut puurakenteisten kohteiden maankäyttökorvauksiin suuria alennuksia ja Espoo on puurakenteisille kohteille tarjonnut arvokkaita tontteja. (Mölsä, 2021)

Ympäristöministeriön selvityksen mukaan Suomalaisista valtaosa haluaisi lisätä puurakentamista omassa kotikunnassa. Kyselyn mukaan puu nähtiin turvallisen materiaalina, jonka kotimaisuuteen uskottiin. Puurakentamisen lisääntyminen kaupungeissa vaatii, että kaupunki osoittaa alueita puurakentamiselle. Berliinissä vanha Tegel-lentokentän alue muutetaan ilmastoneutraaliksi asuinalueeksi, jossa asuinrakennukset rakennetaan puusta. Valmistuttuaan alueesta tulee suurin puurakennusten keskittymä maailmassa. (Ympäristöministeriö, 2021b; Peters, 2022)

Puurakentaminen on nostanut osuuttaan rakentamisessa, sillä se tarjoaa vähähiilisen vaihtoehdon. Kalliimman hinnan lisäksi Puurakentamisen volyymin lisäyksen tiellä on vähäinen standardisointi liitoksille, palovaatimusten täyttäminen ja kotimaisten markkinoiden pienuus. Viimeisten vuosien aikana Suomeen on rakennettu korkeita puurakenteisiakohteita ja kaksi Suomessa sijaitsevaa puurakenteista kerrostaloa Light House Joensuu ja Hoas Tuuliniitty ovat maailman kymmenen korkeimman puurakennuksen joukossa (Ilgin & Karjalainen, 2022). Puurakentaminen on parhaimmillaan, kun sen vahvuudet on tuotu esiin ja käytetty oikeissa paikoissa. Jyväskylässä sijaitseva Puukuokka on saanut arkkitehtuurin Finlandia palkinnon ja se edustaakin Suomessa puurakentamisen

parhaimmista. Puurakentaminen sopii hyvin hybridirakentamiseen, missä puuta käytetään teräksen ja betonin rinnalla. Tällaisesta hybridirakentamisesta hyvänä esimerkkinä voidaan pitää Helsingin pääkirjasto Oodia sekä Helsinki-Vantaan lentokentän T2-hallia. (Halttunen et al., 2023; Mölsä, 2021)

Puutuoteteollisuus Ry (2020) tilaamassa selvityksessä, jonka laadintaan on osallistunut laaja sidosryhmä, todetaan, että puurakentamisen sekä hybridirakentamisen lisäyksellä on mahdollista leikata skenaarioista riippuen, 7–11 prosenttia hiilidioksidipäästöjä. Päästövähennyksen saavuttaminen ei vaadi uusia teknisiä innovaatioita vaan se voidaan saavuttaa jo käyttämällä nykyisiä teknologioita. (Puutuoteteollisuus Ry, 2020)

3.4.2 Betonirakentaminen

Betoni on veden jälkeen toiseksi käytetyin materiaali maailmassa ja määrältään käytetyin rakennusmateriaali. Betonin ja laastin vuosittainen tuotanto on 20 gigatonnia, mutta samanaikaisesti betoniteollisuus tuottaa 3 gigatonnia hiilidioksidia. Tämä määrä vastaa noin 8 prosenttia maailman kokonaispäästöistä ja nostaa betoniteollisuuden toiseksi suurimmaksi hiilidioksidipäästöjen aiheuttajaksi maailmassa. Betoni on käytetty materiaali, sillä se on luja, helppokäyttöinen, luotettava sekä halpa materiaali, jolla on monia käyttökohteita. (Gonnon & Lootens, 2023; Ruggeri, 2023; Partanen, 2022)

Suurin osa betonin hiilidioksidipäästöistä on peräisin betonin sideaineesta, Portland-sementistä. Betonin hiilidioksidipitoisuutta voidaan alentaa korvaamalla sementistä osa pienempi päästöisellä seosaineella, kuten esimerkiksi lentotuhkalla, silikalla tai masuunikuonalla. Euroopassa on käynnissä koe- ja pilottilaitoksia, joissa päästöttömän sementin tuotantoa testataan. Päästötön sementti sitoo ilmakehästä hiilidioksidia karbonatisoitumalla, joka auttaa torjumaan ilmastonmuutosta. (Gonnon, & Lootens, 2023; Betoni b.)

Vuoden 2030 Pariisin sopimuksen ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää betonin hiilijalanjäljen leikkaamista puolella. Jotta tavoite voidaan saavuttaa tulisi betonin sementin sisältämän klinkkerin käyttöä vähentää 75 prosenttia. Saavutettavissa oleva vähennystavoite klinkkerin osalta on kuitenkin noin 50 prosenttia, jolloin hiilipitoisuus laskisi 33 prosenttia valmiissa betonissa. Betonin materiaaliominaisuuksien muuttuessa tulee huomioida valmiin betoni materiaalin suorituskyky ja kestävyys. Betonin kestävyyttä tulisi oikeastaan parantaa, jotta käyttöikä saataisiin pidennettyä ja näin hiilijalanjälkeä pienennettyä. Betonin hiilijalanjäljen pienentämisestä on menossa erilaisia tutkimuksia, joissa etsitään vaihtoehtoja Portland-sementille (Ruggeri, 2023). (Gonnon, & Lootens, 2023; Betoni b.)

Geopolymeeribetoni on geopolymeerisointi-prosessissa tuotettua betonia, jossa oligomeereinä tunnetut molekyylit integroituvat muodostaen geopolymeeriverkkoja kovalenttisella sidoksella ilman sementtiä. Geopolymeeribetonin valmistus tuottaa vähemmän lämpöenergiaa, joka johtaa pienempään hiilijalanjälkeen kuin tavallisella Portland sementillä valmistettu betoni. (Wong, 2022; Partanen, 2022)

Geopolymeeribetonit eivät ole uusi keksintö, sillä kemiallisesti hyvin lähellä geopolymeerejä ovat vuosituhansia sitten muinaisten roomalaisten käyttämien rakenteiden materiaalit. Ukrainassa 1950-luvulla kehitettiin alkaliaktivoitu sementti, jossa paikallisen raudanjalostamon masuunikuonaa käytettiin korvaamaan kalkkikiveä sementtipulan aikana. Mariupolin ja Kiovan alueella on rakennettu geopolymeeribetonilla useita kerrostaloja, jotka ovat kestäneet yhtä hyvin kuin samaan aikaan betonista valmistetut. Suomessa etsittiin 1980–1990-luvuilla sementin halpoja korvaajia, mutta Suomessa geopolymeerit eivät yleistyneet. Rakennusala on heräämässä geopolymeerien mahdollisuuteen uudelleen, kun huoli kasvihuonekaasupäästöistä on kasvanut ja leikkauksia kasvihuonekaasupäästöihin on tehtävä. (Partanen, 2022)

Geopolymeerien laajempaa käyttöä hidastaa ominaisuuksien vertailu normaaliin betoniin verrattuna. Tutkimuksissa on todettu kestävyysnäkökulmien tarkastelussa, että geopolymeeribetonilla oli korkea puristuslujuus optimaalisessa lämpötilassa, matalan ja keskitason kloridi-ioniläpäisevyys sekä korkea happohyökkäyksen ja hankauksen kestävyys. Tämä tekee geopolymeeribetonista varteenotettavan ehdokkaan normaalin Portland sementistä valmistetun betonin korvaajaksi rakennusteollisuudessa. Geopolymeeribetoni vaatii vielä lisätutkimuksia muun muassa pitkäaikaisen lujuuskehityksen osalta, mutta tutkimus osoittaa, että Portland sementillä valmistetun betonille on tulossa uusia vaihtoehtoja. (Wong, 2022; Partanen, 2022)

Aalto-yliopistossa on meneillään tutkimus siitä, voidaanko betonin valmistuksessa käytettyä sementtiä korvata savella, joka on peräisin Suomalaisesta maaperästä. Tutkimuksessa yhtenä tutkittavana aineena on kaoliini, joka on pehmeä ja hyvin yleinen mineraali sekä useimmiten valkoinen. Tutkimuksessa havaittiin, että käsiteltynä Suomalaisesta savesta valmistetulla betonilla savutettiin 74 megapascalin lujuus, joka suurempi kuin tavallisen betonin lujuus. Maailmalla Kaoliinia on käytetty ja tutkittu vaihtoehtona sementille. (Ruggeri, 2023)

3.4.3 Teräsrakentaminen

Teräs on erittäin hyvä ja helposti kierrätettävä materiaali, jota voidaan uusiokäyttää uudelleen rakennusosana purettavien sekä irrotettavien liitosten vuoksi, ja jos teräsosaa ei

voida käyttää suoraan uudelleen, on teräs mahdollista sulattaa ja saada materiaalina uudelleen kiertoon (World Steel Association 2024). Koko maailman hiilidioksidipäästöistä 7–9 prosentista on vastuussa terästeollisuus ja tämä määrä on moninkertaisesti suurempi, kuin mitä koko maailman lentoliikenne tuottaa (Sipola, 2022). Kierrätysteräksen valmistuksen energiantarve on pienempi kuin malmista valmistetun uuden teräksen. Tällä hetkellä kysynnän kattamiseksi ei kierrätysteräksen määrä riitä, jonka vuoksi uutta terästä on tuotettava. Muuttamalla teräksen tuotantoa vetypelkistetyksi, saadaan prosessin aikaiset päästöt noltaan, mutta uusiutuvaa energiaa tarvitaan merkittäviä määriä. (Raivio et al., 2020)

Teräsyhtiö SSAB, kaivosyhtiö LKAB ja sähköyhtiö Vattenfall ovat käynnistäneet hankkeen, jonka tarkoituksena on saada teräksen hiilidioksidipäästöjä vähennettyä. Näiden kolmen yhtiön vedyllä pelkistämästä rautasienestä SSAB valmisti vuonna 2022 ensimmäisen erän fossiilivapaata terästä. (Sipola, 2022) Teräsyhtiö SSAB on päättänyt investoida fossiilivapaaseen teräkseen lisää ja yhtiö rakentaa Ruotsiin täysin fossiilivapaan teräksen tehtaan. Valmistuttuaan tehdas tulee korvaamaan alueella sijaitsevan tehtaan, ja tämä muutos tulee vähentämään seitsemän prosenttia Ruotsin hiilidioksidipäästöistä. (Luokkola, 2024)

3.4.4 Uudet innovaatiot

Rakentamisen muutoksiin vaikuttaa myös uudet innovaatiot, joilla rakentamista voidaan viedä ympäristöystävällisempään suuntaan. Oulun yliopistossa on meneillään tutkimus, jossa tutkitaan hiilidioksidin varastoimista keinomarmorin. Maametalli kuten magnesiumoksidi reagoi hiilidioksidin kanssa muodostaen marmorin. Kiinteässä muodossa hiilidioksidi mahtuu jopa yli 2 miljoonaa kertaa pienempään tilaan kuin ilmakehässä. Tutkimuksen tarkoituksena on kehittää prosessia, jossa synteettisesti korkean lämpötilan ja paineen avulla ilmakehän hiilidioksidi saadaan reagoimaan maametallin kanssa muodostaen rakennusmateriaaleja kuten marmorin. (Koivumäki, 2024) Uusien innovaatioiden kuten keinomarmorin avulla voidaan rakentamisen päästöjä saada negatiiviseksi.

3.5 Kiertotalous

Kiertotalous on talousmuoto, johon Euroopan unioni haluaa siirtyä, sillä ilman kiertotaloutta tarvitsisimme kolmen maapallon luonnonvarat vuoteen 2025 mennessä (Euroopan parlamentti, 2022). Euroopan unioni on laatinut kiertotaloutta koskevan toimintasuunnitelman, jonka tavoitteena on edistää siirtymistä kiertotalouteen. Toimintasuunnitelman

tavoitteena on että, tuotteiden sekä materiaalien arvot säilyvät taloudessa mahdollisimman pitkään, jolloin jätteiden tuotanto on mahdollisimman vähäistä ja uusien resurssien hyödyntämistä vähennetään tai vältetään. (European Commission et al., 2018)

Uusista rakenteista puhuttaessa on mietittävä kaupunkeja sekä kaupunki- ja maaseutualueiden välistä suhdetta uudelleen. Nykyisestä lineaarisesta järjestelmästä on siirryttävä pois, jossa maaseutu tarjoaa luonnonvarat ja kaupunkialueet korjaavat voitot. Lyhyet kiertotalousekosysteemit luovat kestävämpiä ja sietokykyisempiä yhteisöjä kaikille riippumatta siitä, missä he asuvat ja työskentelevät. Kaupunkien kiertotalous voi auttaa tarjoamaan asukkailleen terveellisen ympäristön ja hyvinvoinnin. Niissä painotetaan jätteiden vähentämistä ja hallintaa, kestävää kaupunkisuunnittelua ja kiertotalouden liiketoimintamallien edistämistä resurssien kulutuksen ja ympäristövaikutusten minimoimiseksi. (Nikolopoulou, 2024)

Kiertotalouskaupunkien ja -alueiden täyden potentiaalin hyödyntäminen edellyttää kuitenkin yhteisiä toimia ja yhteistyötä useiden sidosryhmien välillä. Hallituksilla on ratkaiseva rooli, sillä ne tarjoavat mahdollistavat poliittiset puitteet ja kannustimet kiertotalouden siirtymiseen. Tähän voi sisältyä täytäntöönpanosäännöksiä, joilla edistetään resurssitehokkuutta, investoidaan kestäväan infrastruktuuriin ja tarjotaan taloudellista tukea kiertotalousaloitteille. Yritysten on myös omaksuttava kiertotalous strategisena välttämättömyytenä, integroimalla kestävyys toimintaansa ja toimitusketjuihinsa samalla edistään innovaatiota ja yhteistyötä. (Nikolopoulou, 2024)

Rakennusalan suurimmat esteet kohti kiertotalouden periaatteiden hyödyntämistä ovat puute sopivista suunnittelumenetelmistä rakennus- ja purkujätteen paremman hyödyntämisen mahdollistamiseksi sekä yhteyksien ja yhteistyön puute rakennusprosessin sidosryhmien välillä (European Commission et al., 2018). Rakennusallalla kiertotalous on vasta alkumetreillä ja potentiaalia on paljon. Rakennettu ympäristö kuluttaa noin puolet kaikesta käyttöön otettua materiaalista sekä samanaikaisesti rakennusala tuottaa Euroopan unionin jätteistä yli 35 prosenttia. Materiaaleista, rakentamisesta ja korjaamisesta syntyy noin 11 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä ja näitä kasvihuonekaasupäästöjä voitaisiin vähentää jopa 80 prosenttia parantamalla materiaalitehokkuutta. (Euroopan komissio, 2020; World Green Building Council 2023a)

Tällä hetkellä rakennus- ja purkujätteen kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön kannustetaan Euroopan unionin politiikalla ja kunnianhimoisilla tavoitteilla, mutta silti monia arvokkaita materiaaleja ei kerätä tai hyödynnetä asianmukaisesti, ja tämän vuoksi ne päätyvät kaatopaikoille. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta syystä, rahasta ja lainsäädän-

nöstä. Rakennusalalla epäedullinen markkinaolosuhde, luonnon raaka-aineiden alhainen hinta, alhainen kaatopaikkakustannus sekä luottamuksen puute rakennus- ja purkujätteestä peräisin olevia kierrätysmateriaaleja kohtaan hidastavat materiaalien kuten rakennus- ja purkujätteen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Lainsäädännön osalta rakennus- ja -purkujätteen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä vähentävät puutteelliset lainsäädäntöpuutteet, joilla valvottaisiin hyvien käytäntöjen täytäntöönpanoa rakennus- ja purkujätteen huollossa ja poliittisten motivaatioiden puutteet, jotka johtaisivat lisäparannuksiin. (European Commission et al., 2018)

Kiertotaloudessa ei kuitenkaan ole kyse ainoastaan tuotteiden arvon säilyttämisestä niiden elinkaaren loppuvaiheessa, vaan myös tuotteiden arvon säilyttämisestä taloudessa mahdollisimman pitkään. Näin ollen muuntojoustavaan suunnitteluun perustuva suunnittelu, jonka avulla rakennukset voivat täyttää tehtävänsä pidemmän aikaa, ja kestävään suunnitteluun perustuva suunnittelu, jolla edistetään sellaisten materiaalien käyttöä, joiden käyttöikä on pitkä ja vaativat vähemmän huoltoa, ovat suunnittelustrategioita, joiden avulla voidaan edistää kiertotalouden periaatteita. (European Commission et al., 2018)

Siirtyminen lineaarisesta taloudesta kiertotalouteen edellyttää sekä yritysten että kuluttajien toimintatapojen muuttumista, mikä voi luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja tehokkaampia tapoja suunnitella rakennuksia ja suojella luonnonvaroja. Purkamissuunnittelulla on tärkeä rooli kiertotaloudessa, sillä siinä rakennukset suunnitellaan siten, että arvokkaiden materiaalien ja komponenttien uudelleenkäyttö ja kierrätys on mahdollisimman tehokasta purkamisvaiheessa. (European Commission et al., 2018; Nikolopoulou, 2024)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä Rakennusten energiatehokkuus (uudelleenlaadittu, 2023) esitetään että kiertotaloussäännöt rakennusmateriaaleille vahvistetaan direktiivissä 2008/98/EY ja asetuksessa (EU) N:o 305/2011 vahvistetun kehyksen kanssa. Tarkoitus on säädösten tulevassa tarkistuksessa määritellä ja vahvistaa määritelmät, menetelmät ja parhaat lähestymistavat, jotta selkeä ja johdonmukainen sääntelykehys rakennusmateriaaleja koskien voidaan varmistaa. (Euroopan parlamentti, 2023)

3.5.1 Muuntojoustavuus

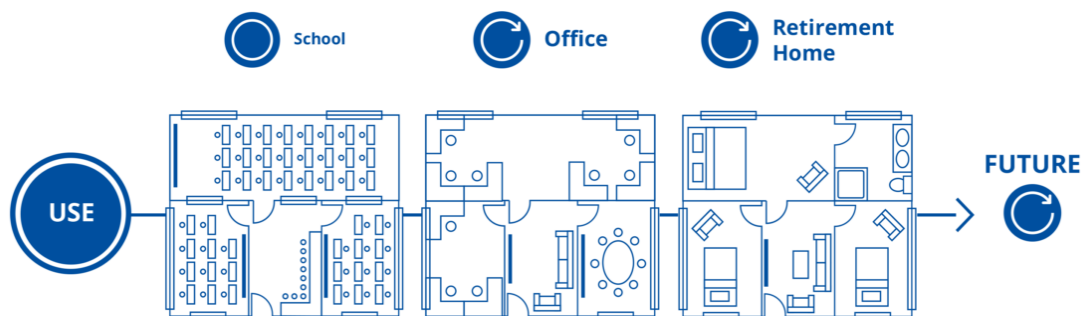
Muuntojoustavuus, englanniksi usein käytetty sana *Adaptability*, on standardissa ISO 20887 (2020) määritelty kykyä muuttaa tai muokata sopimaan tiettyyn tarkoitukseen. Käyttäjien tarpeet rakennukselle voivat muuttua ajan myötä, jolloin muuntojoustavuus mahdollistaa rakennuksen käytön jatkamisen tarpeiden muuttuessa. Muuntojoustavuus on yksi kiertotalouden mukaisista rakennustavoista ja se tuo mahdollisuuksia muuttaa

rakennuksen toimintaa tarpeen mukaan. Tulevaisuuden käyttötarkoitusta ei usein suunnitteluvaiheessa vielä tiedetä, joten rakennuksen suunnittelussa olisi huomioitava, että rakenteita voidaan purkaa vaikuttamatta liikaa toisiin rakennusosien, ja kapasiteetti muutetulle tilalle olisi riittävä. (Ala-Kotila & Häkkinen, 2019; ISO 20887, 2020)

Standardissa ISO 20887 (2020) muuntojoustavuus jaetaan kahteen luokkaan; tunnetuihin ja odotettuihin sopeutumistarpeisiin sekä yleisesti tuntemattomiin mahdollisesti tuleviin sopeutumistarpeisiin. Suunnitteluperiaatteita muuntojoustavuudelle, on standardissa määritetty olevan, monikäyttöisyys, muunnettavuus ja laajennettavuus. (ISO 20887, 2020)

Monikäyttöisyys on kykyä pienin järjestelmänmuutoksin mukautua erilaisiin toimintoihin. Monikäyttöisesti suunnitellut rakenteet ja tilan mahdollistavat tilojen vaihtoehtoista käyttöä päivän tai viikon aikana. Rakennuksen, jonka käyttötarkoitus mahdollistaa eri käyttäjien tarpeiden täyttämisen voi pienentää rakennuksen kokonaishiilijalanjälkeä, tarvittavaa lattia pinta-alaa sekä kustannuksia ja resursseja. (ISO 20887, 2020) Hyvänä esimerkkinä monikäyttöisistä tiloista ovat koulut, joiden arkikäytön ulkopuolella tiloja voidaan hyödyntää harrastetoiminnassa.

Muunnettavuus on kyky muutoksia tekemällä mukautua olennaisiin muutoksiin käyttäjän tarpeissa. Muunnettavuus liittyy myös monikäyttöisyyteen, sillä kummassakin periaatteessa yksittäisiä tiloja käytetään moneen. Muunnettavuus saavutetaan parhaiten suunnittelemalla tila siten, että pieniä ei-rakenteellisia muutoksia sisätiloihin on helppo tehdä tai rakennuksen kalusteilla tilaa voidaan muuttaa. Muunnettavuus voi vähentää muiden tilojen tarvetta, mikä vähentää resurssien ja energian käyttöä. (ISO 20887, 2020) Muunnettavuudesta hyvä esimerkki on liikuntasalin käyttäminen konserttisalin, jos akustiikka paneeleita on kiinnitetty tilan kattoon. Toisena esimerkki muunnettavuudesta on rakennuksen käyttötarkoituksen muuttuminen, jossa rakennetta voidaan muuttaa joustavasti seuraavaan käyttötarkoitukseen. Kuvassa 3. on havainnollistettu käyttötarkoituksen muuttamista.



Kuva 3. Rakennuksen muuntojoustavuus (World Steel Association, 2024).

Kuvassa 3. rakennuksen käyttötarkoitus on muuttunut. Rakennus on alunperin suunniteltu kouluksi, mutta käyttötarpeen muuttuessa se voidaan muuttaa toimistoksi ja siitä edelleen vanhainkodiksi. Muutokset saadaan aikaan muuttamalla ei kantavia rakenteita. (World Steel Association, 2024).

Laajennettavuus on suunnittelun tai järjestelmän ominaisuuden kyky mukautua merkittävään muutokseen, joka tukee tai helpottaa uuden tilan, ominaisuuden, valmiuksien ja kapasiteetin lisäämistä. Rakennuksissa laajennettavuus tapahtuu joko pysty- tai vaakasuunnassa. Pystysuunnassa laajentaminen voi vaatia perustusten ja kantavien linjojen vahvistamista. Vaakasuunnassa laajentaminen vaatii tilaa rakennuksen ympärillä sekä mahdollisuuden olemassa olevan seinien, vaipan tai väliseinien purkamista ilman merkittäviä vaurioita, jotta materiaaleja voidaan hyödyntää uudelleen samassa tai toisessa projektissa. (ISO 20887, 2020)

3.5.2 Moduulirakentaminen

Suomessa muuntojoustavuuden periaatteita käytetään hyvin moduulirakentamisessa. Moduulirakentamisessa rakennusta voidaan muuttaa moduuli kerrallaan tarpeen muuttuessa (Malminen, 2023). Moduulirakentaminen voidaan jakaa pysyvään ja lyhytaikaiseen siirrettäväksi suunniteltuihin moduuleihin. Pitkäaikaisessa moduulirakentamisessa rakennus rakennetaan kokonaan tai osittain valmiista moduuleista, mutta se on tarkoitettu pysyväksi rakennukseksi. (Modular Building Institute, 2024)

Lyhytaikaiseksi ja siirrettäväksi suunnitellut moduulirakennukset korvaavat usein rakennuksia, jossa tarve rakennukselle ei ole pitkäaikainen, ja lähitöltä ei ole löydettävissä käyttöön soveltuvia rakennuksia. Siirrettäviä moduulirakennuksia hyödynnetään koulujen ja sairaaloiden väestötiloina, uuden rakentamisen tai peruskorjauksen aikana. Julkiseen rakentamiseen moduulirakentaminen sopii hyvin, sillä alueiden väkimäärän ja rakenteen muuttuessa ei pysyvä investointi ole aina järkevä. Lisäksi moduulirakennuksia käytetään paljon työmailla sekä myynti ja näyttelytiloina, joissa tarve rakennukselle on väliaikainen. (Malminen, 2023; Modular Building Institute, 2024)

Moduulirakentamisen hyvänä puolena voidaan pitää suurempaa joustavuutta ja uudelleen käyttöä, kun jo olemassa olevaa moduulia voidaan käyttää toisessa kohteessa. Lisäksi hukkaan menevän materiaalin määrää saadaan vähennettyä, kun tehtailla ylimääräistä materiaalia kierrätetään, inventaarioita valvotaan ja rakennusmateriaalit säilytetään suojatuissa tiloissa. Suojassa rakennetuilla moduuleilla saavutetaan parannettu ilmanlaatu, kun moduulissa käytetyt materiaalit on säilytetty kuivassa. Moduulirakentaminen voi nopeuttaa työmaan rakennusaikataulua jopa 30–50 prosenttia, sillä työmaalla

moduulit tarvitsevat ainoastaan liittää toisiinsa sekä perustuksiin kiinni. Moduulirakentamisessa sään vaikutus ei ole yhtä suuri, sillä rakennuksen rakentamisen aikana sää ei pääse vaikuttamaan rakentamisen edistymiseen. Modulaaristen rakennusten tulee täyttää samat rakentamista koskevat määräykset ja asetukset, kuin perinteisesti rakennettujen rakennusten. Rakennusmateriaaleina voidaan käyttää samoja materiaaleja puuta, betonia ja terästä kuten tavanomaisissa kohteissa. (Modular Building Institute, 2024)

Suurimpana haasteena moduulirakentamisen pieneen volyyymiin Suomessa on moduuleita valmistavien elementtitehtaiden vähäisyys sekä kilpailukykyinen hinta perinteiseen rakentamiseen verrattaessa. Moduulisuuden kannalta yksittäin kilpailutettavissa ja toteutettavissa rakennuskohteissa ongelmia voi syntyä, kun kilpailutus ei tue modulaarista rakentamista. Lisäksi moduulien kuljettaminen pitkiä matkoja ei ole aina järkevää ja kuljetuksessa ja asentamisessa saattaa esiintyä haasteita moduulien koon suhteen. Moduulirakentamisen kehitystyö on vielä kesken ja täydellistä läpimurtoa ei ole saavutettu. (Lyytinen, 2022)

3.6 Kestävä kehitys ja sen vaikutukset rakennusalaan

Ympäristöministeriö (2023b) määrittelee kestävän kehityksen yhteiskunnallisena jatkuvana ja ohjattuna muutoksena, jota tapahtuu maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti. Muutoksen tarkoituksena on turvata hyvän elämisen mahdollisuudet nykyisille ja tuleville sukupolville. Kestävän kehityksen mukaisesti päätöksenteossa ja toiminnassa otetaan tasavertaisesti huomioon ympäristö, ihminen ja talous. Kestävää kehitystä voidaan tarkastella ekologisen, taloudellisen sekä sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden näkökulmasta. Ekologisessa kestävyudessa perusehtona on säilyttää ekosysteemien toimivuus sekä biologinen monimuotoisuus. Lisäksi tärkeää on pitkällä aikavälillä sopeuttaa ihmisen taloudellinen ja aineellinen toiminta luonnon kestävyyskykyyn. Haittojen torjuminen syntylähteillä sekä haittojen synnyn ennalta estäminen ovat tärkeitä periaatteita ekologisessa kestävyudessa. Tieteellisen näytön puuttumisen perusteella ei voida lykätä toimia ympäristön tilan heikkenemisen estämiseksi. (Ympäristöministeriö, 2023b)

Taloudellisessa kestävyudessa tarkastellaan tasapainoista kasvua sisällön ja laadun osalta. Pitkällä aikavälillä tämä ei perustu velkaantumiseen ja varantojen hävittämiseen. Talous, joka on kestävällä pohjalla, kykenee kohtaamaan vastaan tulevia haasteita parhaiten. (Ympäristöministeriö, 2023b)

Sosiaalisen kestävyuden pohjana on kestävä talous. Sukupolvelta toiselle siirtyvän hyvinvoinnin edellytysten takaaminen on sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden keskeinen

kysymys. Maailmanlaajuisia sosiaalisen kestävyden haasteita ovat jatkuva väestönkasvu, köyhyys, ruoka- ja terveydenhuolto, epätasa-arvo sukupuolten välillä ja koulutuksen järjestäminen. Kansainvälisiltä yhteisöiltä ja yksittäisiltä valtioilta vaaditaan suuri ponnistuksia näiden haasteiden vastaamiseen. (Ympäristöministeriö, 2023b)

Osana kestävästä kehityksestä, Suomi on sitoutunut YK:n kestävä kehityksen tavoiteohjelmaan, joka kulkee nimellä Agenda 2030. Vuonna 2015 YK:ssa sovittu, Agenda 2030, koostuu 17 tavoitteesta, jotka vuoteen 2030 mennessä tulisi maiden yhdessä saavuttaa. Kuvassa 4. on esitetty Agenda 2030 kestävä kehityksen tavoitteet. (Valtioneuvoston kanslia)



Kuva 4. Agenda 2030- Kestävä kehityksen tavoitteet. (Valtioneuvoston kanslia).

Agenda 2030 on merkittävä, sillä sen tavoitteet ovat kaikille maille samat ainoastaan maiden kehitystasosta riippuen painottuvat eri kohtiin. Tavoitteet ovat toisistaan riippuvaisia, eli yhtä tavoitetta ei voida edistää ilman huomioimatta muita tavoitteita. Suomi on toimeenpano-ohjelmassa sitoutunut raportoimaan tavoitteiden edistymisestä YK:lle. Toimeenpanosuunnitelma laadittiin pääministeri Juha Sipilän hallituksen aikana vuonna 2017 ja seuraavaksi toimintasuunnitelmaa päivitettiin pääministeri Sanna Marinin hallituksen aikana vuonna 2020. (Valtioneuvoston kanslia)

Agenda 2030 tavoitteista osa kohdistuu rakennusalalle enemmän kuin toiset. World Green Building Council on määritellyt etusijalle 11 kestävä kehityksen tavoitetta, joilla rakennusala voi tukea Agenda 2030 tavoitteita. Kuvassa 5. on esitetty World Green Building Council asettamista tavoitteista 9, jotka koskevat rakennusala (World Green Building Council, 2024b).



Kuva 5. World Green Building Councilin määrittämät kestävän kehityksen tavoitteet rakennusallalle. (World Green Building Council, 2024a).

Tavoitetta 3 terveyttä ja hyvinvointia, voi rakennusala edistää, sillä kestävästi rakennetut ympäristöt edistävät ihmisten terveyttä kannustamalla terveisiin elämäntapoihin, suojelemalla meitä haitoilta ja ei aiheuta ympäristön pilaantumista. Kaupunkien kestävät rakennukset, sisä- että ulkopuolelta sekä rakennus- ja yhteisötasolla, voivat edistää terveyttä, hyvinvointia ja tuottavuutta sekä tuottaa yhteiskunnallista arvoa. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoitetta 7 edullista ja puhdasta energiaa, rakennusala voi edistää, sillä kestävässä rakennetussa ympäristössä tulisi priorisoida energiatehokkuus, hiilestä irtautuminen rakennuksen ja kaupungin mittakaavassa sekä koko elinkaaren aikaiset hiilidioksidipäästöjen vähennykset. Kestävien rakennettujen ympäristöjen on tuettava puhtaan energian siirtymää, ja energiaköyhyyttä olisi vähennettävä tai poistettava kestäville koodilla ja infrastruktuurilla. (World Green Building Council, 2024b)

Ihmisarvoista työtä ja talouskasvua voi rakennusalan tavoitteen 8 mukaisesti tukea. Kestävien rakennusten ja infrastruktuurin rakentaminen luo työpaikkoja, uudelleen koulutusta ja täydennyskoulutusta, mikä mahdollistaa oikeudenmukaisen siirtymisen vähähiiliseen talouteen. On elintärkeää, että toimiin ryhdytään koko järjestelmätasolla mukaan lukien infrastruktuuri sekä yksityisesti rakennetut omaisuudet, jotta muutosta voidaan ajaa kestävästi rakennettuun ympäristöön. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoitteena 9 on kestävä teollisuutta, innovaatiota ja infrastruktuuria. Kestävät rakennukset ja kaupungit tarjoavat tasa-arvoisen ja laadukkaan kaupunki- ja alueinfrastruktuurin, joka edistää taloudellista kehitystä, ihmisten hyvinvointia ja puhtaampaa toimin-

taa. Siirtyminen vähähiiliseen talouteen edellyttää teollisuuden mobilisointia innovaatioiden edistämisen rinnalla. Kuten tavoitteessa 8 on myös tavoitteessa 9 elintärkeää, että toimiin ryhdytään järjestelmätasolla, jotta muutosta voidaan ajaa kestäväan rakennettuun ympäristöön. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoitteena 11 on kestävät kaupungit ja yhteisöt. Kestävästi rakennetut ympäristöt voivat tehdä ihmisasutuksesta osallistavaa, turvallista ja sitkeää. Kestävät kaupungit tarjoavat laadukkaan asumisen ja julkisen infrastruktuurin kaikille kansalaisille edistäen sopusointuista sosiaalista, ympäristöllistä ja taloudellista kehitystä. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoite 12 käsittelee vastuullista kuluttamista. Kestävät rakennetut ympäristöt koostuvat rakennuksista, jotka optimoivat resurssien käytön, eivät tuota lainkaan jätettä kaatopaikoille ja tukevat luonnon uudistumista. Ne toimivat osana suljetun kierron järjestelmää, jossa kiertotalouden periaatteet on sisällytetty koko arvoketjuun rakennusten ja kaupunkien tasolla. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoite 13 käsittelee ilmastotekoja. Kestävällä rakennetulla ympäristöllä tuetaan puhtaita ja energiatehokkaita kaupunkeja, jotka toimivat yksityisesti rakennettujen omaisuuksien rinnalla, vähentävät julkisten resurssien ja infrastruktuurin hiilidioksidipäästöjä sekä sisältävät tulevaisuutta tukevia mekanismeja, jotka parantavat vastustuskykyä ja sopeutumista tulevaan ilmastomuutokseen. Kestävä rakennettu ympäristö on perustavanlaatuisen tekijä maailmanlaajuisissa ilmastotoimissa, kun pyritään vähentämään hiilidioksidipäästöjä, jotta pysytään 1,5 celsiusasteen lämpenemisen kehityskaaressa sekä toimimalla ilmastokestävyiden ja väistämättömiin ilmastomuutoksen vaikutuksiin sopeutumisen paikkana. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoite 15 käsittelee maanpäällistä elämää. Kestävät rakennetut ympäristöt edistävät luonnonvarojen elvyttämistä, parantavat luonnon monimuotoisuutta ja säilyttävät luonnonpääomaa, kuten vettä ja metsiä. (World Green Building Council, 2024b)

Tavoitteen 17 käsittelee yhteistyötä ja kumppanuutta. Oikeudenmukainen ja tasapuolinen siirtyminen kestäviin rakennuksiin ja kaupunkeihin edellyttää toimivia kumppanuuksia, jotka vahvistavat tiedon jakamista ja kunnianhimoa kestäväan kehityksen kolmen painopisteen, maapallon, ihmisten ja talouden välillä. (World Green Building Council, 2024b)

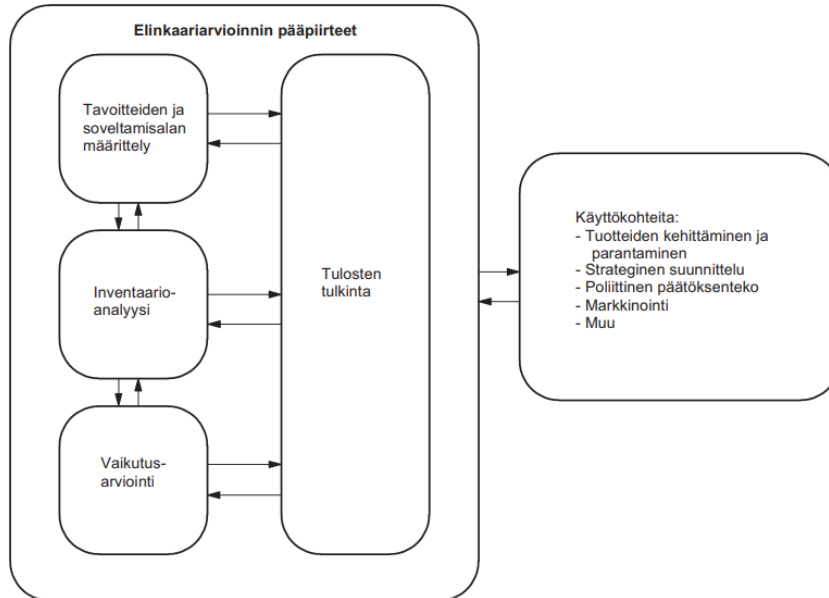
Kaksi muuta rakennettua ympäristöä koskevaa tavoitetta on tavoite 6. puhdas vesi ja sanitaatio sekä tavoite 10. eriarvoisuuden vähentäminen. Kestävät rakennetut ympäristöt voivat tarjota puhdasta ja turvallista vettä kaikille, tehostaa vedenkäyttöä ja vähentää

jätettä sekä turvata turvallisen veden saanti ja uudistaa luonnonvaroja. Kestävät rakennetut ympäristöt edistävät ihmisten terveyttä ja ihmisarvoista elintasoja kaikille poistamalla energiaköyhyyttä ja varmistamalla riittävän lämmön, jäähdytyksen, valaistuksen ja energian saannin laitteille. Kestävä rakennettu ympäristö torjuu eriarvoisuutta läpi rakennuksen ja rakentamisen elinkaaren, mikä parantaa oikeudenmukaisuutta ja sopeutumiskykyä jokaiselle kaikkialla. Ilmastonmuutoksen vaikutuksista johtuvan eriarvoisuuden poistaminen on olennaisen tärkeää, jotta voidaan lisätä kestävyyttä ja suojella kaikkia väestöryhmiä, erityisesti kaikkein haavoittuvimpia yhteisöjä. (World Green Building Council, 2024b)

Agenda 2030 tavoitteita on otettu käyttöön rakennusalaalla toimivissa yrityksissä. Yritykset kuten Sitowise, Sweco ja YIT kertovat omilla nettisivuillaan, kuinka yritykset ovat edistämässä omilla valinnoillaan ja ratkaisuillaan kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista (Sitowise; Sweco, 2024; YIT 2024). Kestävän kehityksen tavoitteiden integrointi yrityksen tavoitteisiin lisää yritykselle imago hyötyä, mutta samaan aikaan yrityksen palveluiden käyttäjät pystyvät valitsemaan ja tukemaan yritystä, joka noudattaa kestävän kehityksen periaatteita.

3.7 Elinkaariarviointi

LCA eli elinkaariarviointi (eng. Life Cycle Assessment) määritellään vertailevaksi analyysivälineeksi, jota käytetään arvioimaan tuotteeseen, prosessiin tai toimintaan liittyviä ympäristöhaittoja ja resurssien kulutusta koko tuotteen elinkaaren aikana (Sharma et al., 2011). SFS-EN ISO 14040 (2021) mukaan elinkaariarviointiselvitys koostuu neljästä vaiheesta. Nämä neljä vaihetta ja niiden välisiä suhteita on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6. Elinkaariarvioinnin pääpiirteet. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021).

Elinkaariarviointiselvityksen vaiheita ovat tavoitteiden ja niiden soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusten arviointi sekä tulosten tulkinta. Elinkaariarvioinnin tarkoituksena on arvioida ympäristönäkökohtia ja -vaikutuksia aina raaka-aineen hankinnasta jätteiden loppusijoitukseen ilmoitetun tavoitteen ja soveltamisalan mukaisesti. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021)

Elinkaariarvioinnin ensimmäinen vaihe on tavoitteiden ja niiden soveltamisalueen määrittelyssä, päätetään ja määritetään elinkaariarvioinnin tavoitteet. Selvityksen tavoitteista riippuen, tarkkuus ja laajuus voivat vaihdella suuresti. Rajaukset soveltamisalaan riippuvat pitkälti aiheesta ja selvityksen käyttötarkoituksesta. Käyttökohteita voi olla kuvassa 6. kerrotut tuotteiden kehittäminen ja parantaminen, strateginen suunnittelu, poliittinen päätöksenteko sekä markkinointi. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021)

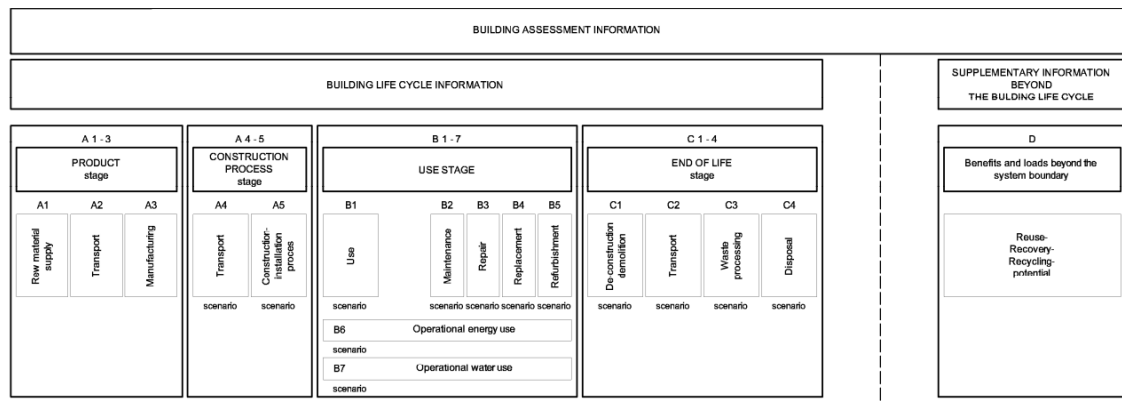
Elinkaariarvioinnin toinen vaihe on inventaarioanalyysi (LCI), joka on syöte- ja tuotostietojen inventaario selvitetävästä järjestelmästä. Vaiheeseen kuuluu tiedon kerääminen, joka on määritellyn selvityksen kannalta tarvittavaa ja tärkeää. Tässä vaiheessa syötteet ja tuotokset tuotteen elinkaaren ajalta koostetaan ja kuvataan määrällisinä. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021)

Kolmantena vaiheena elinkaariarvioinnissa on vaikutusarviointivaihe (LCIA). Sen tarkoituksena on tuottaa inventaarioanalyysin tulosten arvioinnin tueksi lisätietoa. Tässä vaiheessa on tarkoitus ymmärtää ja arvioida koko tuotteen elinkaaren aikaiset potentiaaliset ympäristövaikutukset, niiden laajuus ja merkittävyys. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021)

Viimeisenä vaiheena elinkaariarvioinnissa on tulosten tulkinta. Tavoitteissa ja soveltamisalan määräämällä tavalla yhdessä tai erikseen arvioidaan inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin tuloksia johtopäätösten, suoritusten ja päätöksenteon pohjalta. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 2021)

Rakentamisessa LCA arviointia käytetään laskemaan rakennuksen aikaisia päästöjä. Rakennukset on suunniteltu pitkäikäisiksi ja ne voivat suorittaa erilaisia toimintoja, tämän vuoksi elinkaariarvioinnin soveltaminen rakennuksiin on monimutkainen ongelma, sillä elinkaariarviointi kehitettiin alun perin yksinkertaisempien tuotteiden arviointia varten. (European Commission et al., 2018)

Rakennusten elinkaariarvioinnin malli on kehitetty ottaen huomioon, että sitä tullaan käyttämään heti suunnitteluprosessin alussa, sillä juuri tässä vaiheessa tehdään tärkeimmät rakennusta koskevat päätökset, jotka vaikuttavat rakennuksen suorituskykyyn koko sen elinkaaren ajan. Elinkaariarvioinnin mallin tavoite on kaksiosainen. Ensimmäisenä osana on mahdollistaa rakennusten elinkaaren arviointi suunnitteluprosessin alkuvaiheessa ja toisena osana on mahdollistaa rakennusten elinkaaren suorituskyvyn vertailuanalyysi. Näillä tavoitteilla pyritään ympäristökriteerien ja rakenteellisten kriteerien yhdenmukaistamiseen rakennusten suunnittelussa, mikä johtaa suunnittelun tehostamiseen ja vaadittuihin turvallisuusvaatimuksiin vastaamiseen, mutta vähäisemmällä ympäristöpaineella ja luonnonvarojen käytöllä. (European Commission et al., 2018) Kuvassa 7. on esitetty rakennusten LCA-laskennassa käytettävät moduulit.



Kuva 7. LCA-laskennassa käytetyt moduulit. (SFS-EN 15978, 2012).

LCA laskennassa käytetyt moduulit jakautuvat A, B, C ja D ryhmään. Moduuleihin A, B ja C kuuluvat rakennuksen elinkaareen aikaiset tiedot. Moduuleihin A1–A3 kuuluvat tuotevaiheet. Moduuliin A1 sisältyy raaka-aineiden hankinta sekä käsittely, ja kierrätysmateriaalien käsittely. Moduuli A2 sisältää valmistuksen kuljetuksen ja moduuli A3 itse val-

mistuksen. Moduulit A4–A5 sisältävät rakentamisvaiheen, joista A4 moduuli on kuljetukset työmaalle ja A5 työmaatoiminnot. (SFS-EN 15804:2012 + A2:2019, 2020; SFS-EN 15978, 2012)

Moduulit B1–B5 käsittelevät rakennukseen liittyvää käyttövaihetta. Moduuli B1 on käyttö, moduuli B2 sisältää kunnossapidon, moduuli B3 on korjaus, moduuliin B4 sisältyy osien vaihto ja moduuliin B5 laajamittaiset korjaukset. Moduuleihin B6–B7 kuuluvat rakennuksen toimintaan liittyvä käyttövaihe. Moduuli B6 sisältää energian käytön ja B7 veden käytön. (SFS-EN 15804:2012 + A2:2019, 2020; SFS-EN 15978, 2012)

C1–C4 moduulit sisältävät rakennuksen purkuvaiheen. Moduuli C1 sisältää purkamisen ja moduuli C2 sisältää purkuvaiheen kuljetukset. Moduuli C3 sisältää uudelleenkäyttöä, hyödyntämistä ja/tai kierrätystä varten purkujätteen käsittelyn ja moduuli C4 loppusijoituksen purkujätteelle. Moduuliin D sisältyy vaikutukset elinkaaren ulkopuolella, kuten arvioidut nettovaikutukset uudelleenkäytöstä, hyödyntämisestä ja kierrätyksestä. (SFS-EN 15804:2012 + A2:2019, 2020; SFS-EN 15978, 2012)

3.8 Kestävä rakentaminen

Rakennusteollisuus (RT) määrittelee kestävän rakentamisen tuottavan rakennuksia ja rakenteita, jotka ovat pitkäikäisiä, energia- ja ympäristötehokkaita sekä turvallisia, terveellisiä ja monikäyttöisiä käyttäjilleen vuosikymmenten yli. Kestävä rakentamisessa terveellisuuden ja turvallisuuden lisäksi tarkastellaan rakennusta koko sen elinkaaren ajalta, etsien optimaalista ratkaisua rakennuksen omistajien, käyttäjien ja ympäristön kannalta. Kestävä rakentaminen lähtee liikkeelle jo suunnittelusta, kun rakennukselle päätetään käyttöikä. Käyttöikäksi on voitu määritellä 50 tai jopa 150 vuotta, jolloin elinkaaren aikaisilla ympäristövaikutuksilla on merkittävät vaikutukset. Olisi tärkeää huomioida investointivaiheessa, että rakennuksen teknisten ominaisuuksien parantaminen, voi pienentää huomattavasti rakennuksen elinkaaren aikaisia kustannuksia, sekä energiankulutusta ja ympäristökuormitusta, vaikka se kasvattaisikin kustannuksia ja päästöjä valmistusvaiheessa. Tärkeänä osana kestävää rakentamista on oikein yhdistellyt kestävät ja toimivat materiaalit, sillä lukuisten materiaalien ja teknisten toimintojen kokonaisuudesta valmistuu vähäpäästöinen, viihtyisä ja pitkäaikainen rakennus. (Rakennusteollisuus RT)

Rakentamisen heikko laatu on aiheuttanut puheita jo vuosia sekä näkynyt uutisissa (Kuokkanen, 2023). Imago menetyksen lisäksi, rakennusyryityksille huono laatua aiheuttaa ylimääräisiä kuluja, jotka voivat olla jopa 10–15 prosenttia. VTT ja Kotopro ovat tuottaneet raportin ”Asumisen tulevaisuus” -hankkeesta. Raportissa todetaan, että rakennuk-

sen rakentamisesta laadittu selkeä dokumentaatio rakennuksen tilaajalle, voisi rakentamisen laatua parantaa. Rakentajankin etu olisi kattava dokumentaatio, sillä voitaisiin todistaa, että tehty työ on ollut laadukasta. (Rakentajan toimitus, 2023)

Heikko laatu ja rakentamisen ongelmat eivät koske pelkästään Suomea, vaan ovat nähtävissä myös muissa Euroopan maissa. Eräänä syynä nähdään, että rakentamisen laatua ei valvota tai valvotaan vain osittain. (Meijer & Visscher, 2017) Kuvassa 8. on Stuttgartissa (Saksassa) sijaitseva opiskelija-asuntolan talo, jossa julkisivun rappaukset ovat hajonneet.



Kuva 8. Allmandring IV, I-rakennus. (Kovanen Veera, 2023).

Kuvassa 8. esitetty rakennus on loppuvuodesta 2019 valmistunut opiskelija-asuntola. Seitsemästä Allmandring IV opiskelija-asuntolan (VSSW), jokaisen rakennuksen rappaukset irtoilivat ja lohkeilivat elementtisaumojen kohdalta. Lisäksi kuvasta voidaan huomata, että seinien rappaukset ovat laikukkaita. Puutteelliset liikuntasaumot ja rakennuksessa käytetyt materiaalit eivät ole kestäneet ilmaston kuormituksia ja pakkasta aiheuttaen vaurioita. Jotta rakentamisen ilmastokuormaa saadaan pienennettyä, tulisi raken-

nusten elinkaarta pidentää, jolloin rakentamisesta syntyneet päästöt jakautuvat pidemmälle aikavälille. Rakennus, joka 4 vuoden käytön jälkeen on jo korjaustarpeessa ei ole ilmaston kannalta kestävää rakentamista. Kuvan esimerkki on Saksasta, mutta Suomessa on kohdattu samoja ongelmia ja uutisissa nostetaan, tasaisin väliajoin esiin rakentamisen heikkolaatu (Rakentajan toimitus. 2023).

Kestävän rakentamisen mukaisesti, rakennus tulisi rakentaa siten, että sitä ei tarvitse heti alkaa korjaamaan. Uudisrakennus, jota joudutaan korjaamaan heti ei ole ympäristöystävällistä rakentamista ja se nostaa rakentamisen päästöjä (Rakennusteollisuus RT). Pitkäkestoiset ja oikein toimivat materiaalit ovat keskiössä rakennukselle määritetyn käyttöiän saavuttamisessa. Ilmaston muuttuessa, vaatimukset materiaalien kestävyydelle muuttuvat. Tämä vaatii tietämystä rakennusfysiikasta ja tuntemusta rakenteiden vaurioitumisen riskeistä. Kosteus on mukana melkein jokaisessa vaurioitumismekanismissa, jonka vuoksi tulevaisuuden ilmastot tulevat olemaan haastavia rakennuksille ja niiden kestävyydelle. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomioita rakenteen oikeanlaiseen kosteus- ja lämpötekniiseen toimintaan, ja käyttää materiaaleja, joiden kestävyys säärasituksia kohtaan on korkea. (Lahdensivu et al., 2023)

Suomessa vaihtelevat vuodenaajat ja kastumisen ja kuivumisen syklit aiheuttavat ongelmia rakenteisiin, jos rakenteet eivät pääse kuivumaan riittävästi. Lisääntyvä viistosade rasittaa rakennusten ulkopintamateriaaleita sekä lisää kosteutta rakenteiden sisällä. Lisääntynyt suhteellinen kosteus lisää homeen kasvun riskiä. VTT ja Tampereen Teknillinen yliopisto ovat kehittäneet Suomalaisen homemallin, jolla voidaan tarkastella homeiden ja mikrobien kasvua rakenteissa. Excel-muotoinen laskentataulukko on tällä hetkellä maailmassa pisimmälle kehitetty homeutumisen arviointityökalu. Homemallilla voidaan arvioida eri rakennusmateriaalien pinnoilla kasvavien homeiden ja mikrobien kehitystä ajan funktiona muuttuvissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa. Rakenteiden arviointi homeenkasvun kehityksen kannalta mahdollistaa rakentamisessa kestävien materiaalien valitsemisen. Lämpö- ja kosteusteknisesti oikein toimiva rakenne mahdollistaa rakenteen pitkäaikaisen käytön ja tukee kestävää rakentamista. (Lacasse et al. 2020; Rakennusteollisuus RT; Rakennusfysiikka, Tampereen yliopisto)

3.9 Muutokset uudis- ja korjausrakentamisen osuuksissa

Rakentamisen muutoksissa ei ole kyse pelkästään rakentamistapojen muutoksista vaan myös osuuksien muutoksista uudis- ja korjausrakentamisen välillä. Huovari et al. (2022) ja Lahdensivu et al. (2023) tekimissä selvityksissä voidaan huomata, että uudisrakentamisen kehitys on ollut korkeimmillaan 1970- ja 1980-luvuilla. Kummassakin selvityksessä on huomattavissa kehitys, jossa rakentamisen keskittyi kasvukeskuksiin ja muilla

alueilla rakentaminen on laskenut uudisrakentamisen huippuvuosista (Huovari et al., 2022); Lahdensivu et al., 2023). Suomen rakennuskanta on Eurooppalaisittain verrattain hyvin nuorta, josta noin 70 prosentti on rakennettu toisen maailmansodan jälkeen ja tämän vuoksi peruskorjaustarve suurelle osalle rakennuksista saavutetaan piakkoin vasta ensimmäistä tai toista kertaa (Lahdensivu et al., 2023).

Lahdensivu et al. (2023) tekemässä selvityksessä kerrotaan, että korjausrakentamisen osuus, koko rakentamisen 36,9 miljardin euron liikevaihdosta, vuonna 2020 oli 14,0 miljardia euroa, kun uudisrakentamisen osuus oli 15,9 miljardia euroa. Liikevaihdossa uudisrakentamisessa volyyymi on tällä hetkellä suurempaa, kuin korjausrakentamisen. Huovari et al. (2022) selvityksessä todetaan, että korjausrakentamisessa käytetty rahamäärä on pysynyt melko vakaana vuosien 2013 ja 2020 välillä.

Uudisrakentamisen määrän laskiessa ja peruskorjaustarpeen kasvaessa Suomessa tul- laan tilanteeseen, jossa korjausrakentamisen merkitys rakentamisen kokonaismarkki- noissa kasvaa. Tekninen korjaustarve ei ole aina perusteltua taloudellisesti, sillä edullis- ten hintojen alueilla korjauskustannukset voivat nousta korkeammiksi kuin asuntojen markkinahinnat, jolloin investointien tekeminen ei ole järkevää ja rahoituksen saaminen haastavaa. Lisäksi teknisen korjaustarpeen aiheuttamat korjaukset eivät ole perusteltu alueilla, joilla väestön kehitys on tasaista tai supistuvaa, sillä olemassa olevan asuinra- kennuskannan muodostama tarjonta on suurempaa kuin alueella asuinrakennuksiin koh- distuva kysyntä. (Huovari et al., 2022)

Huomioitavaa on, että teknisestä korjaustarpeesta suurin osa tulee pientaloista. Kerros- talojen osuus korjaustarpeesta on suurempaa ainoastaan pääkaupunkiseudulla. Yhtä suuret korjaustarpeet pientalojen ja kerrostalojen välillä on muissa kasvavissa keskuk- sissa, joita ovat Tampere, Turku, Jyväskylä ja Oulu. Pientalojen korjaustarpeen osuus on kaikilla muilla alueilla suurempaa kuin kerrostalojen. (Huovari et al., 2022)

Taulukossa 1. on esitetty valmistuneiden asuntojen kappalemäärät vuosilta 2015, 2019, 2020, 2022 ja 2023. Taulukossa on eritelty erikseen pientalot sekä kerrostalot ja esitetty muut asuinrakennukset yhdessä.

Taulukko 1. Asuntojen rakentamisen kappalemäärät (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024b).

Käyttötarkoitus	2015	2019	2020	2022	2023
01 Asuinrakennukset	29211	42576	40392	41522	40882
011 Pientalot	11058	10809	10753	11043	8829
012 Kerrostalot	18042	31559	29476	30392	31721
013-014 Muut	111	208	163	87	332

Vuonna 2023 uusia asuinrakennuksia valmistui 40 882 kappaletta, joista kerrostaloasuntoja oli 31 721 kappaletta, pientaloja 8829 kappaletta ja muita 332 kappaletta. Vuonna 2019, 2020 ja 2022 valmistuneiden asuntojen määrä on ollut yli 40 000 kappaletta joka vuosi. Huomattava ero rakentamisen volyymissä on ollut vuonna 2015, jolloin valmistuneita asuntoja on ollut alle 30 000 kappaletta. (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024a) Taulukossa 2. on esitetty muutokset valmistuneiden asuntojen kappalemäärissä. Taulukossa muutosta verrataan vuoden 2023 määrään.

Taulukko 2. Asuinrakennusten kappalemäärien muutokset verrattuna vuoden 2023 kappalemäärään (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024a).

Käyttötarkoitus	2015–2023	2019–2023	2020–2023	2022–2023
01 Asuinrakennukset	-11671	1694	-490	640
011 Pientalot	2229	1980	1924	2214
012 Kerrostalot	-13679	-162	-2245	-1329
013-014 Muut	-221	-124	-169	-245

Vuonna 2022 on rakennettu 640 kappaletta asuntoja enemmän kuin vuonna 2023. Kerrostaloasuntoja on vuonna 2022 rakennettu 1329 kappaletta vähemmän ja pientaloja 2214 kappaletta enemmän. Suurin muutos asuntojen määrässä on vuodessa 2015. Vuonna 2023 on rakennettu 11 671 kappaletta asuntoja enemmän kuin vuonna 2015. Kerrostaloasuntojen osalta muutos on hyvin suuri, sillä vuonna 2015 on rakennettu 13 679 kerrostaloasuntoa vähemmän kuin vuonna 2023. Pientalojen osalta muutos ei

ole yhtä suurta kuin kerrostaloissa. Pientaloja rakennettiin 2229 kappaletta enemmän vuoden 2015 aikana kuin vuonna 2023. (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024a)

Vainion (2020) kirjoittamassa VTT tutkimuksessa asuntotarpeesta, arvioidaan asuntotarpeen vuosein 2021–2040 välillä olevan 30 000 uutta asuntoa vuosittain (Vainio, 2020). VTT tutkimus on julkaistu kesällä 2020 koronapandemian alkamisen jälkeen ja ennustetta ei ole muutettu, sillä oletuksena tutkimusraportissa on ollut, että koronapandemia ei tule vaikuttamaan asuntotarpeeseen (Vainio, 2020). Koronapandemia ei ole ainut rakennusalaan viimeisin vuosien aikana vaikuttanut muutos. Venäjän aloittama hyökkäyssota Ukrainaan vaikuttaa rakentamiseen ja rakennusalaan. Koronapandemian aiheuttaman epävarmuuden jälkeen Ukrainan sota nosti epävarmuutta lisää. Samalla rakentamisen kustannukset nousivat, kun energian kustannukset kasvoivat, rakennusmateriaalien saatavuus vaikeutui ja materiaalien saatavuusongelmat nostivat raaka-ainneiden hintoja. Investointipäätöksiä tekeminen vaikeutui, kun kehitystä hinnoissa on vaikea arvioida. (RT Rakennusteollisuus, 2022)

Rakentamisessa ollaan yli 10 prosenttia alemmalla tasolla edellisvuoteen verrattuna, kun muussa taloudessa pudotus ei ole ollut yhtä suurta. Vuoden 2024 asuntojen aloitusten ennustetaan jäävän alle 30 000. Rakennusteollisuus RT:n toimitusjohtaja arvio, että poikkeaminen vuosittaisesta 30 000–35 000 asuntotarpeesta, voi johtaa lähivuosina asuntopulaan kasvukeskuksissa. Huomioitavaa on, että ongelmat liittyen rakentamiseen ja asuntomarkkinoihin ovat usein pitkäkestoisia ja asuntopulan tullessa ei ratkaisua saada nopeasti. (Määttänen, 2023)

4. ILMASTOSELVITYS

4.1 Pohjoismaiden ilmastotavoitteet rakentamisessa

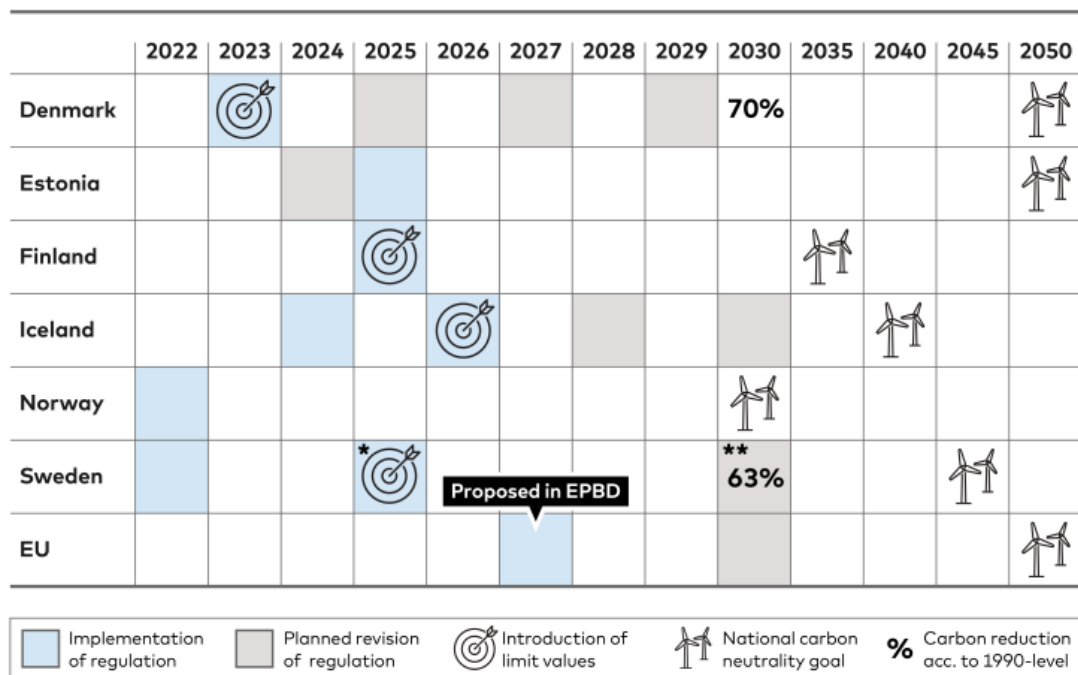
Pohjoismaat ovat sopineet yhdessä yhteisistä ilmastotavoitteista. Pohjoismaiden on tarkoitus olla vuoteen 2023 mennessä maailman kestävimpiä ja integroituneimpia alueita (Ympäristöministeriö, 2021a). Ilmastotavoitteista osa kohdistuu rakennusosalalle, ja pohjoismaat haluavat asettaa samanlaisia rajoituksia hiilidioksidipäästöille (Nordic sustainable construction, 2023). Pohjoismaiset rakennusviranomaiset ovat keskustelleet jo vuodesta 2018, tulevista ilmastopäästöjä koskevista sääntelyistä, jakaneet kokemuksia sekä työskennelleet yhdessä kohti yhdenmukaistettuja elinkaariarviointimenetelmiä (LCA) rakennuksille. (Nordic Innovation, 2023)

Suomen ympäristöministeriön vetämänä käynnistettiin vuonna 2023 yhteispohjoismainen hanke, Nordic Harmonisation of Life Cycle, harmonisoinnin edistämiseksi (Ympäristöministeriö, 2024a). Pohjoismaat yhdessä Viron rakennusviranomaisten kanssa ovat määritelleet ja kehittäneet vuosien 2022 ja 2023 aikana kolmen strategisen tavoitteen kokonaisuuden. Kolme strategista tavoitetta ovat ilmastopäästöjä koskevan rakennussääntelyn yhdenmukaistaminen ja toteuttaminen, eurooppalaisen tulevaisuudennäkymien turvaaminen ja niistä hyötyminen sekä yhteistyön jatkaminen ja vahvistaminen onnistumisen perustavanlaatuisena parametrina. (Nordic Innovation, 2023)

Pohjoismailla on pitkä yhteistyö- ja tiedonjakamishistoria, joka toimii ensimmäiselle tavoitteelle hyvänä pohjana. Painopisteenä yhteispohjoismaisessa tavoitteessa on se, että se keskittyy suoraan menetelmien ja säännösten yhdenmukaistamiseen sekä vähähiilisen rakentamisen edistämiseen markkinoilla. Tähän pyritään yhdistämällä voimat jatkokehityksessä, jakamalla kokemuksia, etsimällä yhteisiä ratkaisuja ja turvaamalla sidosryhmien osallistuminen. (Nordic Innovation, 2023)

Toisessa tavoitteessa tarkoituksena on olla suunnan näyttäjiä vähähiilisessä rakentamisessa ja olla myötävaikuttamassa sekä valmistautua Euroopan unionin ilmastoon liittyvien toimintatapojen ja asetusten kehittämiseen. Pohjoismaat ovat olleet edelläkävijöitä muissa ympäristönäkökohdissa, ja LCA:n rakentamisessa on potentiaalia jälleen tulla yhdeksi. Kehitystyö Euroopassa on nopeutunut, mutta Pohjoismaat ovat vielä edellä muita maita kehitys- ja LCA:n toteuttamisessa rakennusteollisuudessa. Eurooppalainen yhteistyö hyödyttää Pohjoismaita sekä Eurooppaa, kun Pohjoismaiden kokemus voi edistää ja tukea eurooppalaista kehitystä ja Pohjoismaat voivat hyötyä markkinaeduista tulella LCA:n sisällä roolimalliksi. (Nordic Innovation, 2023)

Kolmantena strategiana viranomaisten yhteistyö nähdään tärkeänä. Pohjoismaat sekä Viro ovat jo ensimmäisessä vaiheessa toteuttamassa ja integroimassa ilmastopäästöjä koskevia uusia säädöksiä ja menetelmiä kansallisella rakennussektorilla tai suunnittelevat tätä lähitulevaisuudessa ja näistä saatavien kokemusten jakaminen on arvokasta. Huolimatta maiden välisistä eroista kansallisten menetelmien ja lainsäädännön kehityksen sekä markkinoiden kypsyiden ja kapasiteetin suhteen, ilmastaselvitysten kanssa työskentely ja LCA:n rakentaminen on vielä suhteellisen uutta kaikille, ja samanlaisia haasteita nähdään eri maissa. Menetelmien, että lainsäädännön täytäntöönpano ja edelleen kehittäminen on jatkuva prosessi vielä monien vuosien ajan, mukaan lukien pyrkimykset saavuttaa markkinoiden hyväksyntä ja rakentaa markkinakapasiteettia sekä korostaa edelleen voimien yhdistämisen mahdollisuuksia. Tärkeimpänä yhteistyö tukee kokonaistavoitetta vähentää rakennetun ympäristön ilmastopäästöjä ottamalla käyttöön ja kehittämällä ilmastopäästöjä koskevia kiinteitä menetelmiä ja säädöksiä. (Nordic Innovation, 2023) Kuvassa 9. on esitetty Pohjoismaiden ja Viron katsaus kansallisista hiilitavoitteista ja aikatauluista rakennusten ilmastopäästöjen sääntelyn käyttöönotolle ja kehittämiseksi.















Kuva 9. Hiilitavoitteet ja aikataulu rakennusten ilmastopäästöjen sääntelyn käyttöönotolle ja kehittämiseksi. (Nordic Innovation, 2023)

Kuvasta 9. voidaan huomata, että Pohjoismaat yhdessä Viron kanssa ovat asettaneet tavoitteita ilmastopäästöjen lainsäädännön käyttöönotolle. Euroopan unionin osalta on

ehdotus, että vuonna 2023 tarkistetussa ja uudelleenlaaditussa Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) eli direktiivissä rakennusten energiatehokkuudesta, tulisi jäsenvaltioiden vuoteen 2027 mennessä varmistaa kasvihuonekaasujen vähentäminen etenemissuunnitelmalla. Suunnitelmassa tulee yksityiskohtaisesti esittää raja-arvon käyttöönotto koko kumulatiiviselle elinkaaren aikaiselle lämmitysvaikutuspotentiaalille uusissa rakennuksissa. Lisäksi jäsenvaltioiden tulee vuodesta 2030 alkaen asettaa rakennuksia koskevia uusia tavoitteita, joissa huomioidaan asteittain laskeva suuntaus sekä eri ilmastovyöhykkeitä ja rakennustyyppejä varten eriteltyt enimmäisvaatimukset. (Euroopan parlamentti, 2023) Pohjoismaista Suomi, Ruotsi, Norja ja Islanti ovat asettaneet tavoitteen olla ilmastoneutraali ennen koko EU:n 2050-tavoitetta. (Nordic Innovation, 2023)

Yhtenä osana rakennusalan päästöjen vähentämistä nähdään rakennusosien uudelleen käyttö. Pohjoismaat kohtaavat samanlaisia ongelmia uudelleen käytössä. Yhtenä kannustimena rakennusosien uudelleen käyttöön Suomi, Ruotsi Tanska ja Norja ovat asettaneet rakennusten LCA-laskennassa uudelleen käytetyn materiaalin hiilidioksidipäästöt nolnaan moduulien A1-A3 osalta. Kuvassa 10. on esitetty pohjoismaiden LCA-laskennassa käytettävien moduulien raja-arvo rajoituksia uudelleen käytetyille materiaaleille. (Nordic sustainable construction, 2023)

	 Denmark*	 Finland	 Iceland	 Norway	 Sweden	 EU
 A1-A3 Raw materials, transport, manufacturing	Zero ✓	Zero ✓	TBD	Zero, but if there is Global Warming Potential from processing of the reused products it must be counted (not if negligible i.e GWP from washing the reused products)	Zero ✓	Not defined
 A4/A5 Transport to site, installation	Not declared	Either generic values from national database *** or calculate exact emissions ✓	TBD	Either 300 km, generic values** ✓	Either generic values from national database or calculate exact emissions: ***** ✓	Not defined
 B2 Maintenance	Not declared	Not declared	TBD	Maintenance is included	Not declared	Not defined
 B4 Replacement	Zero	Replacement to a new product	TBD	Replacement to a new product	Not declared	Not defined
 C1/C2 Demolition works, transport	Not declared	Included according to the scenarios in the national database	TBD	Not declared	Not declared	Not defined
 C3/C4 Waste management, final disposal	Zero	Included according to the scenarios in the national database	TBD	Not declared	Not declared	Not defined

*The Danish method is currently in national hearing and is expected to enter into force by January 2024

**<https://ca.no/transportkalkulator/>

*****Replacements are included, an assumption has to be made that if a reused product will be replaced, it will be replaced to a new functionally similar product (not another reused product)

***Finish national database: [CO2data.fi](https://co2data.fi)

****Swedish national database: [Climate database from Boverket - Boverket](https://climate.database.from.Boverket - Boverket)

Kuva 10. Pohjoismaiden LCA-laskennan raja-arvoja (Nordic sustainable construction, 2023).

Raja-arvot LCA-laskennassa sekä ilmastaselvitysten vaatimuksissa voivat muuttua poliittisten päätösten sekä Euroopan unionin vaatimusten myötä. Pohjoismaat ovat etumatkalla muihin Euroopan unionin maihin verrattuna, mutta kehitystä on pidettävä yllä, jotta etumatka ja tämän mukana syntynyt kilpailuetu voidaan pitää (Nordic Innovation, 2023).

4.2 Lainsäädäntö ilmastaselvityksen taustalla

Rakentaminen ja rakennukset tuottavat noin 30 % Suomen kasvihuonepäästöistä (Ympäristöministeriö a). Suomi on sitoutunut Euroopan Unionin yhdessä allekirjoittamaan Pariisin sopimukseen, että vuoteen 2050 mennessä EU:sta tulee ensimmäinen ilmasto-neutraali talous ja yhteiskunta (Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto 2023). Näiden sopimusten mukaisesti Suomen on tehtävä rajoituksia päästöjen vähentämiseksi. Yhtenä keinona päästöjen rajaamiseksi Suomi tuo uuden rakennuslain mukana asetuksen rakennuksen ilmastaselvityksestä (Ympäristöministeriö 2022a). Ilmastaselvityksen tarkoituksena on tehdä rakennuksen koko elinkaaren ilmastovaikutukset näkyviksi (Valtioneuvosto 2022). Ilmastovaikutusten näkyvyydellä pyritään ohjaamaan rakentamista ympäristöystävällisemmäksi sekä pienentämään ilmastolle tulevia rasituksia.

Vanha maankäyttö- ja rakennuslaki on otettu käyttöön 2000-luvun alussa ja lakiin on tehty useita muutoksia ja päivityksiä vuosien varrella (Ympäristöministeriö d). Laki ei tällä hetkellä ota kantaa rakentamisen aiheuttamiin ilmasto- ja ympäristöhaittoihin. Rakennuslain uudistuksella pyritään selkeyttämään eri tahojen vastuita ja velvollisuuksia, huomioidaan laajoja yhteiskunnallisia ilmiöitä kuten digitalisaatiota, kaupungistumista ja ilmastomuutosta sekä puhtaan energian käyttöön siirtymistä (Ympäristöministeriö d).

Ilmastaselvityksen tausta lähtee Euroopan unionin uusitusta hankintadirektiivistä vuodelta 2014 ja tämän seurauksena uudistetusta Suomen hankintalain, joiden tarkoituksena on huomioida julkisissa hankinnoissa ympäristöhaitat ja kestävä kehityksen periaatteet. Vuonna 2016 Euroopan komissio laati suosituksen kriteeristöä, vihreille julkisille toimitilanhankinnoille. Suomen ympäristöministeriö laati näiden perusteella suomalaisille julkisille rakennushankkeille suositukset. Kansainvälisen ja kansallisen ilmastopolitiikan toteuttamiseksi valittiin tulokulmaksi vähähiilisyys, joka ennakoit tulevia säädösohjauksia. (Ympäristöministeriö a)

Vuonna 2018 uuden maankäyttö- ja rakennuslain valmistelu alkoi parlamentaarisen seurantaryhmän ja työryhmän asettamisella (Ympäristöministeriö b). Uudistusta vietiin eteenpäin useiden vuosien ajan, ja 1.3.2023 eduskunnassa hyväksyttiin uusi rakentamislaki. Lain tarkoituksena on vastata paremmin ilmastomuutoksen torjuntaan ja se as-

tuu voimaan 1.1.2025. Saman aikaisesti uuden rakentamislain myötä muutoksia voimassa olevaa maankäyttö- ja rakentamislakiin tarvitaan. Muutokset maankäyttö- ja rakentamislain osalta tulevat voimaan 1.1.2024, ja maankäyttö- ja rakentamislain nimike muutetaan alueidenkäyttölainsäädännön (MRL 132/1999). (Ympäristöministeriö, 2023a)

Rakentamislaki (751/2023) pykälässä §38 rakennuksen vähähiilisyys määritellään, että rakentamislupaa varten uudelle rakennukselle tai laajamittaiselle rakentamislupaa edellyttävälle korjaukselle on tehtävä ilmastaselvitys. Asetus ilmastaselvityksestä on tarkoitus saada rakentamislain kanssa samaan aikaan käyttöön.

Ilmastaselvityksen valmistelussa asetusluonnos käytettiin lausuntokierroksella kesän ja syksyn 2021 aikana ja tämän perusteella asetusehdotukseen tehtiin muutoksia. Asetusluonnos ilmastaselvityksestä käytettiin uudelleen lausuntokierroksella syys- ja marraskuun välillä 2022. Lausuntokierroksella saatiin useita kymmeniä kommentteja, ja lausuntopalautteen perusteella valmistelussa olevat ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä sekä ympäristöministeriön asetus rakennusten materiaaliselostuksesta päätettiin yhdistää yhdeksi asetukseksi. Yhdistämispäätöksen jälkeen luonnoksia asetuksista ei ole päivitetty. (Ympäristöministeriö g)

4.3 Ilmastaselvityksen sisältö

Ilmastaselvitys on uuden rakentamislain asetuksen mukana tuleva selvitys, joka vaaditaan jokaiselta rakentamislain 38 §:n soveltamisalaan kuuluvalla uudelta rakennukselta tai laajamittaisen rakennuksen korjauksen yhteydessä (Ympäristöministeriö 2022a). Ilmastaselvityksen tarkoituksena on tehdä rakennuksen koko elinkaaren ilmastovaikutukset näkyviksi (Valtioneuvosto 2022).

Ilmastaselvityksen muoto on vielä luonnos, sillä asetusta ei ole hyväksytty eduskunnassa (Ympäristöministeriö, 2022a). Ympäristöministeriön (2022a) asetus rakennusten ilmastaselvityksestä luonnoksen mukaan ilmastaselvityksen tulisi sisältää ainakin 13 seuraavaksi esitettyä kohtaan.

Ensimmäisenä ilmastaselvityksessä rakennus tulee yksilöidä pysyvällä rakennustunnuksella ja toisena määrittää käyttötarkoituserä tai -luokat rakennukselle (Ympäristöministeriö, 2022a). Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatodistuksesta (1048/2017) liitteessä 2 on kerrottu yhdeksän eri käyttötarkoituserää rakennukselle. Luokkaan 1 kuuluvat pienet asuinrakennukset, joihin määritellään kuuluvan erilliset pienet talot ja ketjutalon osana olevat rakennukset, joiden lämmitetty nettoala on 50–150 m² välillä, 150 m² ja 600 m² välillä tai yli 600 m² sekä enintään asuinkerrostiloja kahdessa kerroksessa olevat rivi- ja asuinkerrostalot. Luokkaan 2 kuuluu asuinkerrostalot, joissa

vähintään kolmessa kerroksessa on asuinkerroksia. Käyttötarkoituluokkaan 3 kuuluvat toimistorakennukset sekä terveyskeskukset. Luokasta 4 löytyvät liikerakennukset, kuten tavaratalot, yli 2000 m² päivittäistavarakaupan yksiköt sekä kulttuuri- ja yhteiskunnalliset rakennukset. Majoitusliikerakennukset, kuten hotellit, asuntolat, hoitolaitokset, palvelutalot sekä vanhainkodit, kuuluvat käyttötarkoituluokkaan 5. Käyttötarkoituluokkaan 6 kuluvat opetusrakennukset sekä päiväkodit, ja luokkaan 7 kuluvat liikuntahallit pois lukiensa uima- ja jäähallit. Luokassa 8 ovat sairaalat ja viimeiseen luokkaan 9 kuuluvat muut rakennukset, joita ovat esimerkiksi uima- ja jäähallit, siirtokelpoiset rakennukset sekä rakennukset, jotka eivät sisälly aiempiin käyttötarkoituluokkiin. (Ympäristöministeriö, 1048/2017)

Kolmantena tietona rakennuksesta tulee esittää lämmitetty nettoala. Tämä voidaan määrittää uudesta rakennuksesta tai toimenpidealueesta laajamittaisessa korjauksessa. Neljäntenä kohtana rakennuspaikan pinta-ala tulee esittää. (Ympäristöministeriö, 2022a)

Viidentenä kohtana ilmastaselvityksen luonnoksessa on määritetty, että kullekin käyttötarkoituluokalle tulee esittää vähähiilisuuden arvioinnin tulokset sekä niiden yhteenlaskettu summa. Vähähiilisuuden arviointi suoritetaan hiilijalanjälki ja -kädenjälki laskennalla. Luonnoksessa esitetään, että hiilijalanjälki ja -kädenjälki tulee eritellä arvioitavan rakennuksen ja rakennuspaikan elinkaaren vaiheille erikseen. Vähähiilisuuden arvioinnin tulokset esitetään elinkaaren eri vaiheille yksikössä $kgCO_2e/m^2/a$. Hiilijalanjäljelle loppusumma arvio esitetään yksikön $kgCO_2e/m^2/a$ lisäksi yksikössä $kgCO_2e$. Vähähiilisuudenlaskenta tulee suorittaa rakennuksen osalta eri käyttötarkoituluokille, mutta rakennuspaikan vähähiilisuuden arviointia ei tarvitse esittää käyttötarkoituluokille esittää. (Ympäristöministeriö, 2022a)

Kuudentena kohtana on luonnoksessa mainittu suunniteltu käyttäjämäärä rakennukselle. Seitsemäntenä kohtana ilmastaselvityksessä tulee esittää laskennallisen osatoenergian kulutus rakennukselle. Ilmastaselvityksessä kahdeksantena kohtana on pituudet käytetyille arviointijaksoille, ja yhdeksäntenä kohtana ilmastaselvityksessä tulisi esittää pääasiallinen rakennusmateriaali arviointin sisältyvistä kantavista rakenteista. Kymmenentenä kohteena ilmastaselvityksessä määritetään tavoitteellinen käyttöikä rakennukselle, ja yhdenätoista tietona tulee ilmastaselvityksessä kertoa laskentaohjelmat, joita arvioinnissa on käytetty. Viimeisinä kahtena kohtana ilmastaselvityksessä on ilmastaselvityksen laadinnan päiväystiedot sekä tiedot selvityksen laatijasta, nimi ja koulutus. (Ympäristöministeriö, 2022a)

Monet ilmastaselvityksen kohdista ovat jo nyt osana rakennuslupahakemusta. Rakennuslupahakemuksessa, tulee esittää rakennuksen ja rakennuspaikan yksilölliset tiedot,

pinta-alat, sekä rakennuksen suunnittelijoiden tiedot ja pätevyudet (Muurame). Isona osana ja eron rakennuslupa- verrattuna ilmastaselvityksessä on ”vähähiilisyiden arvioinnin tulokset erikseen kullekin käyttötarkoituluokalle sekä niiden summana yhteenlaskettuna” (Ympäristöministeriö, 2022a), jossa arvioidaan rakennuksen hiilijalan- ja hiilikädenjälkeä.

4.4 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki laskenta

Ilmastaselvityksen isona osana tulee olemaan hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen laskenta. Ilmastaselvityksessä raja-arvoja asetetaan ainoastaan hiilijalanjäljelle, joten hallituksen esityksen mukaan hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki raportoitaisiin erikseen ilmastaselvityksessä. (Ympäristöministeriö, 2024a) Ympäristöministeriön (2022a) luonnoksessa on määritelty, että hiilijalanjäljen arviointi kuuluu tehtäviensä mukaisesti pääsuunnittelijalle, rakennesuunnittelijalle ja eristysuunnittelijalle.

Aiemmin lainsäädännössä ei ole määritelty hiilijalan- ja hiilikädenjäljelle määritelmiä, vaan ne ovat ennemminkin olleet vakiintuneet alan määritelmät. Uudessa rakentamislaisissa on määritelty mitä hiilijalan- ja hiilikädenjäljellä tarkoitetaan. Rakentamislain 2§ mukaan määriteltynä hiilijalanjälki on ilmastokuorma, jonka tuote, toiminta tai palvelu aiheuttaa, vastaavasti hiilikädenjälki on ilmastohyöty, jonka tuote, toiminta tai palvelu aiheuttaa. (Rakentamislaki 751/2023; Puutuoteteollisuus, 2023)

Ympäristöministeriön (2022a) asetusluonnoksessa rakennusten ilmastaselvityksestä on ehdotettu, että kokonaishiilijalanjälkeen $C_{jalanjälki}$, lasketaan mukaan kaikki rakentamisen aikana syntyvät eloperäiset ja fossiiliset kasvihuonekaasupäästöt rakentamisen alkamisesta rakennuksen elinkaaren loppuun asti. Luonnoksessa (Ympäristöministeriö, 2022a) on ehdotettu, että hiilijalanjälkeen lasketaan kaavan 1 mukaisesti.

$$C_{jalanjälki} = GWP_{valmistus} + GWP_{vaihdot} + GWP_{jätteenkäsittely} + GWP_{loppusijoitus} + GWP_{kuljetukset} + GWP_{työmaa} + GWP_{käyttöenergia} \quad (1)$$

$GWP_{valmistus}$ sisältää aiheutuvat kasvihuonekaasujen nettopäästöt, jotka syntyvät rakennustuotteiden raaka-aineiden hankinnasta (A1), rakennustuotteiden raaka-aineiden kuljettamisesta (A2) ja rakennustuotteiden raaka-aineiden valmistuksesta (A3). Toisena kaavassa on $GWP_{vaihdot}$ jossa huomioidaan aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät rakennustuotteiden vaihdosta (B4). Kaavassa oleva $GWP_{jätteenkäsittely}$ sisältää kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät rakennustyömaalla rakennus- ja purkujätteen

käsittelystä (A5), rakennustuotteiden vaihtamisesta syntyvän rakennus- ja purkujätteen käsittelystä (B4) ja rakennus- ja purkujätteen käsittelystä purkutyömaalla (C3). (Ympäristöministeriö, 2022a)

$GWP_{\text{loppusijoitus}}$ sisältää kasvihuonekaasupäästöt, jotka aiheutuvat rakennus- ja purkujätteen loppusijoituksesta (A5, B4, C4). Kaavan sisältämä $GWP_{\text{kuljetukset}}$ sisältävät aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät valmistuspaikalta rakennustyömaalle kuljettavista rakennustuotteista (A4, B4) sekä purkupaikalta jätteenkäsittelyyn kuljetettavista rakennus- ja purkujätteistä (A5, B4, C2). (Ympäristöministeriö, 2022a)

$GWP_{\text{työmaa}}$ sisältää kulutetusta energiasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, jotka voivat syntyä rakennustyömaalla (A5), vaihdettaessa rakennustuotteita (B4) ja purkutyömaalla (C1). Viimeisenä kaavassa on $GWP_{\text{käyttöenergia}}$, joka sisältää kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät rakennuksen käytön aikana kulutetusta energiasta (B6). (Ympäristöministeriö, 2022a)

Kaavan (1) mukaisten kohtien tiedot löytyvät päästötietokannasta. Uuden rakentamislain 15 § on määrätty, että Suomen ympäristökeskuksen on ylläpidettävä kansallista päästötietokantaa. Päästötietokannasta on löydettävä geneeriset hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki tiedot, joita tarvitaan arvioidessa rakennuksen ja rakennuspaikan vähähiilisyttä. (RT 103607, 2023)

4.5 Rakennusten materiaaliselosteen sisältö

Asetus rakennusten materiaaliselosteesta, on ympäristöministeriön laatima asetus rakentamislain 38 § mukaiseen vähähiilisuuden arviointiin sekä hiilijalanjäljen raja-arvo ohjaukseen uutta rakennusta varten. Rakentamislain (751/2023) 39 § määrätään, että materiaaliseloste tulee laatia uusille rakennuksille, jotka eivät ole poikkeuksena 37 § mainittuina. Materiaaliselosteessa tulee olla koneluettavassa muodossa ja siinä tulee esittää käytetyt materiaalit sekä tuotteet luetteloituna rakennuksen rakentamisen tai korjauksen yhteydessä. Materiaaliseloste ei ole tällä hetkellä osana lainsäädäntöä, ja siitä saatavilla oleva versio on luonnos. (Rakentamislaki 751/2023; Ympäristöministeriö h)

Ympäristöministeriön asetus luonnoksessa rakennuksen materiaaliselosteesta on ilmoitettu yhdeksän kohtaa, jotka materiaaliselosteen tulisi sisältää. Ensimmäiset kolme kohtaa ovat samat kuin ilmastaselvityksessä eli pysyvä rakennustunnus, käyttötarkoituusluokka tai -luokat rakennukselle sekä lämmitetty nettoala uudessa rakennuksessa tai laajamittaisen korjauksen toimenpidealueessa. Neljäntenä kohtana on luettelo rakennusosista, joiden tulee sisältää tiedot alueosista, rakennusosista, tilaosista sekä talotek-

niikasta. Rakennuspaikan alueosiin lukeutuvat maaosat, tuennat, päällysteet, alueen rakenteet sekä istutettavat puut. Rakennusosiin kuuluvat alapohjat, perustukset, runko, julkisivut, ovet ja ikkunat, kattorakenteet sekä ulkotasot ja parvekkeet. Tilaosiksi on materiaaliselosteessa määritelty jatko-osat kuten väliseinät, ovet ja portaat, tilapinnat pintakäsittelyineen kuten lattiat, sisäkatot sekä seinät, hormit ja tulisijat, tilaelementit kuten kylpyhuonemuodulit sekä tilavarusteet kuten kiintokalusteet ja keittiölaitteet. Talotekniikan osalta materiaaliselosteessa tulee esittää hissit ja liukuportaat, lämmitys-, ilmastointi-, jäähdytys-, sprinkleri-, sähkö- sekä vesi- ja viemärijärjestelmän pääosat. Lisäksi tulee esittää talotekniikan osat, jotka sijaitsevat rakennuksen ulkopuolella ja jotka palvelevat rakennuspaikka eikä rakennusta kuten aluevalaistus tai ulkokatosten sähköjärjestelmä. (Ympäristöministeriö 2022c)

Viidentenä kohtana materiaaliselosteessa on rakennusosien sisältämät materiaalit. Materiaalit tulee jaotella 12 ryhmän mukaisesti yhteen laskemalla rakennuksen ja rakennuspaikan sisältämistä materiaaleista. Ensimmäisessä ryhmässä ovat betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja luonnonkivimateriaalit. Toiseen ryhmään kuuluvat rakennustuotteissa olevat puu- ja luonnonkuitupohjaiset materiaalit. Kolmannessa ryhmässä ovat lasimateriaalit ja neljänteen ryhmään kuuluvat muovit ja kumit. Viidennessä ryhmässä ovat bitumimateriaalit sekä bitumiseokset. Kuudentena ryhmänä ovat metallit, ja seitsemäntenä ryhmänä ovat lämmöneristemateriaalit. Seuraavasta ryhmästä löytyvät kipsituotteet. Yhdeksäntenä ryhmänä ovat koneet ja laitteet. Kymmenentenä ryhmänä ovat muut materiaalit ja yhdentenätoista ryhmänä ovat maa- ja kiviaineet. Viimeisenä ryhmänä ovat istutetut puut. (Ympäristöministeriö 2022c)

Materiaaliselosteen kuudentena kohtana on alkuperän mukaan rakennusosien sisältämien materiaalien jaottelu. Materiaalit tulee jaotella uusiutuviin, uusiutumattomiin sekä kierrätettyihin materiaaleihin, uudelleenkäytettyihin tuotteisiin ja vaarallisiin aineisiin. (Ympäristöministeriö 2022c)

Materiaaliselosteen kohdat 4–6 on esitettävä kokonaislukuina materiaalin painoon perustuen. Materiaaliselosteessa rakennukselle ja rakennuspaikalle sekä näiden yhteenlasketulle summalle, materiaalit tulee esittää yksikössä kg/m^2 . Yksiköllä kilogramma tarkoitetaan painoa materiaalista tai osasta, joka tulee esittää tyypillisessä käyttökosteuudessa materiaalille tai osalle. Yksiköllä neliometri tarkoitetaan kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettua lämmitettyjen kerrostasoalojen summaa. Materiaaliselosteessa tulee esittää myös summana materiaalien tai osien paino kilogrammoina, yksikön kg/m^2 lisäksi. Huomioitavaa on, että materiaaliselosteesta voidaan 5 prosenttia painolla mitattuja tietoja olla ilmoittamatta, kunhan kyseessä ei ole vaarallinen aine, joka tulee ilmoittaa aina kokonaisuudessaan. (Ympäristöministeriö, 2022c)

Kolmena viimeisenä kohtana materiaaliselosteessa ovat myös ilmastaselvityksessä ilmoitettavat, tavoitteellinen tekninen käyttöikä rakennukselle, materiaaliselosteen laadinnan päivämäärä sekä laatijan nimi ja koulutus. (Ympäristöministeriö, 2022c) Materiaaliselosteen muoto on vielä luonnos, joten siihen on tulossa vielä muutoksia (Ympäristöministeriö, 2024b).

4.6 Pohjoismaiden ilmastaselvitykset

Pohjoismaista Ruotsissa rakentamisen ilmastaselvitys astui voimaan 1. tammikuuta 2022. Ruotsissa ilmastaselvitys tulee tehdä uusille rakennuksille, jotka vaativat rakennusluvan. Poikkeuksina ilmastaselvitystä ei tarvitse laatia, jos rakennus on väliaikaisella rakennusluvalla varustettu, rakennuksen bruttopinta-ala ei ole yli 100 neliometriä, rakennus on teollisuus- ja maatalousrakennus yritysten käyttöön, Ruotsin puolustusturvallisuuteen tarkoitettut rakennukset sekä rakennukset, joiden rakennuttajana on yksityishenkilö, joka ei ole mukana rakentamisen liike-elämässä. Ruotsissa ilmastaselvityksestä vastaa tilaaja, ja selvitys tulee olla lähetetty Boverketille, Ruotsin kansalliselle asunto-, rakennus- ja suunnitteluhallituksen asuntovirastolle, ennen rakennuslain mukaista lopputarkastusta. (Boverket, 2022)

Ruotsin ilmastaselvityksen suurena erona tulevaan Suomen ilmastaselvitykseen on, että Suomen ilmastaselvitys koskee myös pientaloja, joiden rakennuttajana on yksityishenkilö. Pientaloille ilmastaselvitys on tehtävä, mutta raja-arvoa vähähiilisyiden arviointiin ei tule. (Ympäristöministeriö 2022b) Nykyisen hallituksen tavoitteena on muuttaa ilmastaselvitystä, siten että pientaloilta ei vaadita ilmastaselvitystä. Tämä olisi yhdenmukainen Ruotsin ilmastaselvityksen mallin kanssa. Tällä päätöksellä halutaan helpottaa pientalorakentamisen byrokratia ja kustannustaakka. (Ympäristöministeriö, 2024a)

Tanska otti käyttöön 1. tammikuuta 2023 pakollisena osana LCA-laskennan uusille rakennuksille. Alle tuhannen neliön rakennuksille ei ole asetettu raja-arvoa päästöille. Yli tuhannen neliön rakennukselle on asetettu raja-arvoksi $12 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$. Tanskan on tarkoitus kiristää raja-arvoja kolmessa osassa kahden vuoden välein tulevien vuosien aikana, siten että vuoteen 2029 mennessä raja-arvo olisi $7,5 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$. (Ministry of the interior and housing, 2021)

Tanska otti pakollisen raja-arvon lisäksi käyttöön vapaaehtoisen CO₂ arvon, joka on $8 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$. Arvoa alennetaan pakollisen arvon kanssa samalla tavalla kolmessa portaassa siten että vuoteen 2029 mennessä arvo on $5 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$. (Ministry of the interior and housing, 2021)

Norja ei ole asettanut raja-arvoja rakentamiselle, sillä se ei ole osa Euroopan unionia, jolloin heidän ei tarvitse tuoda Euroopan unionin lainsäädäntöä omaan kansalliseen lainsäädäntöön. Norja on kuitenkin sitoutunut Pariisin ilmastopöytäkirjaan ja on asettanut tavoitteen vähentää hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2030 mennessä. Norja on tällä hetkellä johtava maa muuttamassa rakennusala ympäristöystävällisemmäksi. (Business Norway, 2023) Norja on yhdessä muiden Pohjoismaiden kanssa sitoutunut rakennusten ympäristövaikutusten pienentämiseen. Lisäksi Norja on mukana harmonisoimassa pohjoismaiden säästöjä rakentamisen päästöjä koskien. (Nordic Innovation, 2023)

Norjan rakentamismääräys TEK17 §17–1 mukaan asuin- ja liikerakennuksille on laadittava hiilijalanjälkilaskenta norjalaisen standardin NS 3720:2018 mukaisella menetelmällä. Laskennassa on huomioitava vähintään moduulit A1–A4, B2 ja B4. Dokumentti hiilijalanjälkilaskennasta laaditaan valmiille asuinrakennuksille, pois lukien rakennukset, jotka on määritelty omakotitaloksi ja liikerakennuksille pystyttämisen jälkeen tai valmistuneen päärakennuksen peruskorjauksen yhteydessä. Laskennassa huomioidaan rakennusosien osalta perustukset, kantavat rakenteet, lattiat, sisä- ja ulkoseinät sekä katto. Laskentajaksona on käytettävä 50 vuoden ajanjaksoa, Euroopan unionin ja Pohjoismaiden tavoin. Laskennassa tulisi käyttää kolmannen osapuolen hyväksymiä, standardoituja ja kasvihuonekaasupäästöjä koskevia asiakirjoja, kuten ympäristöselostusta (EPD) arvojen saamisessa. Jos tuoteryhmälle ei ole saatavilla erityisistä asiakirjoista arvoa, voidaan käyttää arvoa, joka on saatu erillisestä kansallisesta tietokannasta, mutta tätä arvoa tulee korottaa 25 prosentilla, jos sitä ei ole tietokannassa jo tehty. (Direktoratet for Byggkvalitet)

Islannissa rakentamisesta vastaa Islannin ympäristöministeriön alaisuudessa toimiva Iceland Construction Authority (ICA). Islannissa uudistunut rakentamisen puolen lainsäädäntö vaatii rakentamisessa keskeisiltä toimijoilta sertifiointia tai lisenssiä. Tätä lupaa täydennetään vielä pakollisella laadun valvontajärjestelmällä. Islannissa ilmastaselvitys ja sen käyttöönotto on vielä keskeneräinen, mutta suunnitelmissa Islannilla on asettaa hiilijalanjälkeen liittyvä raja-arvo rakennuksille vuonna 2026. (Ympäristöministeriö, 2024a; Nordic Innovation, 2023)

Green Building Council Iceland on laatinut yhdessä Islannin viranomaisten kanssa tiekartan ympäristöystävällisemmästä rakentamisesta. Tiekartta on jaettu 6 osaan sisältäen tavoitteita jokaiselle osalle. Nämä osat ovat rakennusmateriaalit, rakennusvaihe, rakennuksen käytön aika, rakennuksen loppuvaihe, kaavoitus ja suunnittelu sekä kannustimet ja muut keinot muutoksen edistämiseksi. (Graennibyggd)

4.7 Ympäristöluokitukset

Rakennusten ympäristöluokituksia, -merkkejä ja -sertifikaatteja käytetään arvioimaan ja tunnustamaan rakennuksia, jotka täyttävät kestävänsä kehityksen vaatimuksia tai standardeja. Rakennusten ympäristöluokitukset ja -sertifiointit antavat tunnustusta ja palkitsevat yrityksiä ja organisaatioita, jotka rakentavat ja käyttävät vihreämpiä rakennuksia, ja kannustavat ja rohkaisevat niitä laajentamaan kestävyden rajoja. (World Green Building Council, 2024c)

Ympäristömerkit voidaan jakaa päätyypeittäin kolmeen kategoriaan. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat standardiin ISO 14024:2018 perustuvat kolmansien osapuolien varmistamat ympäristömerkit. Toiseen kategoriaan kuuluvat ympäristöselosteet, joiden ympäristövaihtamät ovat tuottajan omaan ilmoitukseen perustuvia. Ympäristöselosteen laadinnassa tuottaja voi noudattaa ISO 14021:2016 standardin ohjeistusta. Kolmanteen kategoriaan kuuluvat ISO 14025 pohjautuvat ympäristöselosteet, jotka perustuvat elinkaarivaihtamien. Niissä kerrotaan elinkaaren ajan ympäristökuormitusten kvantitatiivista tietoa. (Häkkinen & Kuittinen, s. 63–67, 2020)

Maailmalla eri ympäristömerkkejä on käytössä monia, osa merkeistä ovat alueellisia, lainsäädäntö vaatimusten vuoksi, mutta monet ovat sellaisia mitä voi hakea kuka vain. Vuoteen 2021 mennessä 4,2 miljardia neliometriä vihreää rakennuspinta-alaa on sertifioitu ympäri maailman jäsenenä olevien Green Building Councilien kautta. (World Green Building Council, 2024c) Maailmalla neljä tunnetuinta ja maineikkainta ympäristöluokitus ja -sertifikaatti järjestelmää ovat Yhdysvaltalainen LEED, Brittiläinen BREEAM, Yhdysvaltalainen WELL ja Saksalainen DGNB (Rockfon, 2023).

Suomessa on käytössä monia ympäristöluokituksia ja -sertifikaatteja. Rakennusalalla eniten käytettyjä luokituksia ovat BREEAM, LEED, RTS-ympäristöluokitus ja Joutsenmerkki (Green Building Council Finland). Nämä ympäristöluokitusmerkkijärjestelmät kuuluvat kategoriaan 1, sillä niiden myöntäminen perustuu ennalta määritettyihin ympäristökriteerien täyttymiseen (Häkkinen & Kuittinen, s. 63–67, 2020). Ympäristöluokitukset eivät korvaa ilmastaselvitystä, mutta niissä toteutetaan jo monia kohtia, joita ilmastaselvityksessä tulee esittää.

Ympäristöluokitusten hakeminen kiinnostaa edelleen ja viimeisen 10 vuoden aikana ympäristöluokitukset ja -sertifiointit ovat yleistyneet. Vihreän rahoituksen kriteerinä muun muassa Danske Bankilla, Nordealla ja Osuuspankilla ovat Suomessa sertifiointitaso ympäristösertifikaatilla. Monet ympäristöluokituksista ovat ottanut EU-taksonomian haltuun eli ympäristösertifikaatilla voidaan todistaa rakennushankkeen ympäristöystävällisyys sijoittajille. (Green Building Council Finland, 2023a)

U.S Green Building Councilin kehittämä, LEED on käytetyin rakennusten ympäristösertifikaatti maailmassa. LEED-sertifiointi tarjoaa puitteet terveellisille, erittäin tehokkaille ja kustannussäästöjä aiheuttaville vihreille rakennuksille, jotka tarjoavat ympäristöön, yhteiskuntaan ja hallintoon liittyviä etuja. LEED-sertifiointi on maailmanlaajuisesti tunnustettu kestävän kehityksen saavutusten symboli, ja sen takana on kokonainen toimiala, joka koostuu sitoutuneista organisaatioista ja yksilöistä, jotka edistävät markkinoiden muutosta. LEED on kaikille rakennuksille ja rakennusvaiheille. Rakennushankkeet käyvät läpi Green Building Councilin todentamis- ja arviointiprosessin, jonka jälkeen saavutettujen pisteiden perusteella myönnetään saavutettu sertifiointitaso, joita LEED:llä on 4 eri tasoa, Certified, Silver, Gold ja Platinum. (LEED, 2024) LEED:in sertifioitujen neliömetrien määrässä Suomi on eurooppalaisella tasolla kymmenen suurimman joukossa sekä globaalisti 20 suurimman joukossa (Green Building Council Finland, 2023a).

BREEAM on rakennusten ympäristöystävällisyyden määrittelyyn ja mittaamiseen kehitetty järjestelmä, jonka toiminnot on mukautettu ISO 9001- standardista. BREEAM-arvioinnissa käytetään tunnustettuja suorituskykymittareita, joita verrataan vakiintuneisiin vertailuarvoihin, rakennuksen määrittelyyn, suunnittelun, rakentamisen ja käytön arvioimiseksi. Käytetyt toimenpiteet edustavat useita eri luokkia ja kriteerejä energiasta ekologisuuteen. BREEAM myönnetään riippumattoman ja puolueettoman akkreditoinnin päätteeksi. BREEAM:in sertifiointitasoja ovat Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding. (BREEAM, 2024)

RTS-ympäristöluokitus on RT Rakennustieto Oy:n kehittämä Suomalainen, CEN TC 350 standardiin pohjautuva ympäristöluokitus, joka on Suomalaisiin olosuhteeseen kehitetty. Standardin lisäksi se pohjautuu yhteisiin kansallisiin alan käytäntöihin, joita ovat Sisäilmaluokitus, Kuivaketju10-malli, M1-emissioluokitus, rakennusten elinkaarimittarit sekä Viherkerroin-menetelmä. RTS-ympäristöluokituksen myöntää Rakennustieto Oy, joka vastaa hankkeiden auditoinneista. Ympäristöluokitus myönnetään viisiportaisella asteikolla antamalla hankkeelle 1–5 tähteä. (Green Building Council Finland)

Joutsenmerkki on ympäristömerkki, joka on tunnettu ja arvostettu merkki Pohjoismaissa (Green Building Council Finland). Tuotteiden ja tavaroiden lisäksi Joutsenmerkki on saatavissa uudis- että korjausrakennuskohteille. Joutsenmerkki painottaa vaatimuksissa resurssitehokkuuden edistämisestä, kiertotalouden myrkyttömyyttä, ilmastovaikutusten vähentämistä sekä luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä. Joutsenmerkissä suurimpana erona muihin ympäristöluokitus ja sertifikaatti järjestelmiin on se, että Joutsenmerkissä ei ole eri sertifiointitasoja vaan sertifikaattina toimii Joutsenmerkki, jota rakennuksen markkinoinnissa voidaan käyttää. (Ympäristömerkintä Suomi)

Suomalaisille vielä tuntemattomampi Saksassa kehitetty ympäristösertifikaatti DGNB on kehitetty, jotta kestävä rakentaminen olisi käytännössä sovellettavissa, mitattavissa ja siten vertailukelpoista. DGNB:n on kehittänyt German Sustainable Building Council, joka on osa World Green Building Councilia. DGNB pidetään maailmanlaajuisesti edistyneimpänä ympäristösertifikaattina ja se on kansainvälisesti tunnustettu kestävän kehityksen globaali vertailukohta. Sertifikaatti voidaan myöntää kolmessa luokassa rakennushankkeille ja neljässä jo olemassa oleville rakennuksille. Sertifiointitasot ovat parhaimmasta lähtien Platinum, Gold ja Silver sekä olemassa oleville rakennuksille alimpana tasona Bronze. (DGNB, 2022) DGNB on esittelyt järjestelmän Suomen ja Baltian maiden aluille, tuoden esille sertifikaatin käyttömahdollisuuksia alueella. (Green Building Council Finland, 2023b).

WELL-sertifiointijärjestelmä eroaa muista ympäristöluokitusjärjestelmistä keskittymällä pääasiassa ihmiskeskeisiin elementteihin ja rakennuskriteereihin. WELL on yksi johtavista rakennusten, sisätilojen ja yhteisöjen sertifioinneista, jotka pyrkivät tukemaan asukkaiden terveyttä ja hyvinvointia. WELL keskittyy vähemmän ympäristörakentamisensuorituskykyyn, minkä vuoksi WELL:in sertifiointijärjestelmässä myönnetään lisäpisteitä, kun projekti saavuttaa hyväksytyin kolmannen osapuolen sertifiointin esimerkiksi BREEAM:itä, DGNB:itä tai LEED:itä. WELL-sertifikaatilla on käytössä 4 sertifiointitaso, joita ovat Certified, Silver, Gold ja Platinum. (Rockfon, 2023)

Rakentamisen ympäristöluokituksia ja -merkkejä on saatavilla monia. Sertifikaattien välillä on eroja painotuksissa, mutta kaikkien tarkoitus on ohjata rakentamista ympäristöystävällisempään suuntaan. Sertifikaateista BREEAM:n, RTS-ympäristömerkin, DGNB:n sekä Joutsenmerkin kriteeristöt ovat yhdenmukaistettu EU-taksonomian kanssa, joka tarkoittaa, että sertifikaatilla tai luokituksella voidaan todistaa EU-taksonomian vaatimustenmukaisuus. (DGNB, 2022; Green Building Council Finland; BREEAM, 2024; Ympäristömerkintä Suomi)

Sertifikaateissa itsessään ei ilmastaselvitystä ole mukana, mutta ympäristösertifikaatit vaativat jo matalimmalla tasolla paljon muutoksia rakentamisessa ympäristön huomioimiseksi, materiaalitehokkuutta sekä päästöjen vähentämistä. Suurimpana osana ilmastaselvityksen laadintaa on vähähiilisuuden arviointi. LEED, BREEAM, DGNB sekä RTS-ympäristömerkin kriteeristöissä vaatimuksena on joko LCA-laskentaa tai hiilijalanjälki laskentaa rakennukselle. Ilmastaselvityksen vähähiilisuuden arvioinnin laskentaa voidaan yhdistää sertifikaatin laskentaan. Ilmastaselvityksen raja-arvoja vähähiilisuudelle ei ole vielä julkaistu, mutta oletettavaa on, että ympäristömerkkien vaatimukset vähähiilisuudelle ovat korkeammat kuin ilmastaselvityksen. Oletettavaa on, että ympäristösertifi-

kaatit, mitä Suomessa voidaan myöntää, yhtenäistävät laskentaa sen verran että sertifikaatin laskennan myötä saadaan vaaditun ilmastaselvityksen laskentatulokset samanaikaisesti. (One Click LCA, 2024; Rakennus tietosäätiö RTS, 2022; DGNB)

4.8 Muutokset lainsäädännössä ja sen vaikutukset ilmastaselvitykseen ja materiaaliselosteeseen

Kappaleissa 4.3 ilmastaselvityksen sisältö ja 4.5 rakennuksen materiaaliselosteen sisältö asiat ovat esitetty sellaisena minkälaisena ne ovat luonnoksen laadinnan vuonna 2022 aikaisessa luonnoksessa esitetty. Tätä uudempia luonnoksia asetuksista ei ole ollut saatavissa työn tekemisen aikana. Muutoksia on jo esitetty nykyisen pääministeri Orpon hallituksen myötä kumpaankin asetukseen, mutta uutta luonnosta asetuksista ei ole laadittu. Muutokset on esitetty hallituksen esityksessä eduskunnalle rakentamislain muuttamisesta ja tämän jälkeen rakentamislain lausuntokierroksen päätteeksi tullessa yhteenvedossa. (Ympäristöministeriö, 2024b).

Toukokuuhun 2024 mennessä ei ole vielä hyväksytty asetusta ilmastaselvityksestä. Asetuksen hyväksyminen siirtyy todennäköisesti loppuvuoteen, sillä nykyinen hallitus haluaa tehdä muokkauksia jo hyväksytyyn rakennuslakiin. Nämä muutokset olisi tarkoitus käsitellä eduskunnassa vuoden 2024 loppuun mennessä, jotta laki ja asetukset saataisiin korjausten kanssa voimaan 1.1.2025 alkaen.

Hallituksen esityksessä eduskunnalle laiksi rakentamislain ja siihen liittyvien lakien muuttamisesta (2024) esitetään, että ilmastaselvitys tulisi esittää ainoastaan, jos uutta rakennusta koskee raja-arvo hiilijalanjäljelle esityksen mukaisesti. Tällöin laajamittaisilta korjattavilta rakennuksilta ja pientaloilta ei edellytettäisi ilmastaselvitystä. Ilmastaselvitys tulisi laatia rakennuslupaa hakiessa, ja se tulisi päivittää vastaamaan rakentamisen aikaisia muutoksia (RAM), jos rakennustyön aikana poikettaisiin suunnitelmasta. Toisena muutoksena olisi, että ilmastaselvityksessä raportoitava hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki raportoitaisiin erikseen, sillä raja-arvot tulisivat koskettamaan ainoastaan hiilijalanjälkeä. Kolmantena muutoksena hallituksen esityksessä on määritetty, että rajauksena rakennusten materiaaliselosteelle sekä ilmastaselvitykselle olisi pääpiirustustaso. Neljäntenä muutoksena on ehdotettu hallitusohjelmassa, että materiaaliseloste vaadittaisiin ainoastaan kohteilta, joilta vaaditaan myös ilmastaselvitys, ja nämä tulisi edelleen toimittaa rakennuslupaa hakiessa. (Ympäristöministeriö, 2024a; Ympäristöministeriö e)

Muutosehdotukset lähtivät lausuntokierrokselle tammikuun 9. päivä ja rakentamislakiin tehtävistä muutoksien lausuntokierros päättyi 5.3.2024. Lausuntokierroksella ympäristöministeriö sai 279 lausuntoa, koskien muutoksia. (Ympäristöministeriö, 2024b)

Lausuntokierroksella saatiin paljon kommentteja rakennusten vähähiilisyteen ja elinkaariominaisuuksiin liittyen. Useissa lausunnoissa oli painotettu, että ilmastaselvitys tulisi saada käyttöön mahdollisimman pian. Tällä varmistettaisiin, että Suomi olisi Pohjoismaiden kanssa samalla tasolla ja mieluiten jopa edellä, houkutellen mahdollisimman paljon ulkomaisia sijoituksia. Vihreän rahoituksen korostuminen kansainvälisissä investoinneissa aiheuttaa kilpailua muiden Euroopan ja Pohjoismaiden kanssa, jossa Suomen tulisi olla etualalla. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Monet kommentoijat kannattivat pientaloilta ilmastaselvityksen vaatimuksen poistoa, sillä se vähentäisi byrokratiaa sekä keventäisi rakentamisen kustannuksia. Hallinnollisen taakan ja byrokratian vähentämiseksi monet kunnat ja niiden rakennusvalvontaviranomaiset ovat rajauksen kannalla. Vastakkaisen kannan antoi Oulun kaupunki, joka huomautti, että suurin osa kaupungin rakennuskannasta on pientaloja, jolloin kokonaisuuden kannalta pientalojen puuttumisella on suuri merkitys. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Korjausrakentamisen poistaminen ilmastaselvityksen piiristä jakoi mielipiteitä. Suurin osa kannatti laajamittaisen korjaamisen poistoa, koska sen todettiin keventävän rakennusvalvonnan työmäärää ja lupaprosessin sujuvoittamista. Toisena huomioina oli, että rakennuksen elinkaarta, vähähiilisyttä sekä energiatehokkuutta edesauttaa korjaaminen, jolloin korjausrakentamista ei tulisi rasittaa ilmastaselvityksen laadinnalla. Toisaalta kommentteissa nousi esille, että korjausrakentamismarkkinan energia- ja ympäristövaikutukset heikentyisivät, kun raportointivaatimukset jäisi pois. Suuret kaupungit kuten Helsinki, Tampere ja Oulu toivoisivat, että korjausrakentaminen sisältyisi ilmastaselvityksen laadinnan piiriin, sillä Suomessa korjausrakentamisen volyyymi on suuri, kun taas Espoo ja muita pienempiä kaupunkeja ei ollut kannatuksen puolella. Monissa kommentteissa oli huomautettu, että korjausrakentamisen ulkopuolelle jättäminen hidastaa kehitystä uusissa vähähiilisissä innovaatioissa. Toisaalta nähtiin myös, että soveltamisalan kaventaminen heikentää merkittävästi sääntelyn vaikuttavuutta sekä näin ollen heikentää hiilineutraalitavoitteiden saavuttamista kansallisella että Euroopan unionin tasolla. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Lausuntoyhteenvedossa oli myös huomioitu, että laajennusten osalta lainsäädäntö oli tulkittavissa, ja toivottiin tarkennusta, lasketaanko laajennus uudisrakentamiseksi, jolloin sille ilmastaselvitys tulisi laatia. Toisena huomiona nostettiin esille, että hiilijalanjälkilaskenta tulisi koskea kaikkia rakennuksia, joille tulee laatia energiatodistus, vaikka raja-arvoa ei kaikille asetettaisi. Hiilijalanjälkilaskenta on tarkoitus tulla rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) revision mukana. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Ilmastaselvityksen ja materiaaliselosteen päivittämisestä ja laatimisesta oli tullut useita kommentteja. Monet pitivät tärkeänä nostaa päivittämisen kynnyksen mahdollisimman korkealle, sillä muutokset rakennustyömaalla ovat tavanomaisia. Kuitenkin päivittämistä vastaamaan toteutunutta ilmastaselvityksen sekä materiaaliselosteen osalta pidettiin tärkeänä. Hallituksen esityksessä ilmastaselvitys olisi edellytys rakentamislupahakemiseksi, jotta päästöjen muodostumiseen pystytään jo suunnitteluvaiheessa vaikuttamaan. Monessa lausunnossa kannatusta saanut Rakennusteollisuus Ry ehdottaa, että ilmastaselvitys laadittaisiin vasta rakennuksen käyttöönottoa ennen. Tämän ehdotuksen perusteluina olivat, että näin ollen ei rakentamislupavaiheessa vähähiilisyysarvioinnin ja epävarmuustekijöiltä voitaisiin välttyä. Samoin materiaaliselostuksen laadinta helpottuisi, kun käytetyt materiaalit ja niiden hiilijalanjälki olisi tiedossa. Toisena ehdotuksena Rakennusteollisuus Ry ehdotti saaden kannatusta, että rakennusten materiaaliseloste korvattaisiin rakennustuotelistalla, johon saataisiin kerättyä toteutuneen tuotetiedon perusteella hankkeessa käytetyt materiaalit, joka olisi täten hyödyllisempi kuin lupavaiheessa luoto listaus. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Lausunnoissa tuotiin huoli siitä, että rakennuslupaa 1.1.2025 jälkeen haettavia kohteita on keretty alkaa jo suunnitella, ja näin ollen on ongelmallista, kun tietoja raja-arvoista ei ole saatavilla. Ehdotuksena oli, että ilmastaselvityksen laadintaan tulisi pidempi siirtymäaika. Toisena ongelmana koettiin, ettei ilmastaselvityksen laatijalle ole esitetty pätevyysvaatimuksia. Ehdotuksena oli, että pätevyysvaatimus laatijalle asetetaan energiatodistuksen laatijan tavoin, jolloin laskennan oikeellisuudesta ja laskennan laadusta tulisi luotettavampi. Huolena on, että jos pätevyysvaatimusta ei esitetä, voivat rakennusvalvonnat joutua käyttämään ulkopuolista tarkastusta laskennan oikeudellisuuden varmistamiseksi, ja tämä tulisi nostamaan rakentamisen viranomaiskuluja. (Ympäristöministeriö, 2024c)

Lausuntojen perusteella poliittiset linjaukset rakentamislain korjaukseen on tehty. Rakennusten ilmastaselvitykseen tulevat vaatimukset ja laadinta-aikataulu on muuttunut paljon. Suurena muutoksena ilmastaselvityksen laadintaan tulee se, että ilmastaselvitys tulee toimittaa vasta lopputarkastuksen yhteydessä. Samoin rakennuksen materiaaliseloste muutetaan rakennustuoteluetteloksi, joka palautetaan ilmastaselvityksen tavoin vasta lopputarkastuksen yhteydessä. Tämän on tarkoitus helpottaa rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä, kun seurataan rakennustuotteiden määrää rakennusmateriaalien sijasta. Ilmastaselvitystä ei tulla vaatimaan korjausrakennuskohteilta, pintaloilta eikä laajennusten yhteydessä. Suurena muutoksena on päätös jatkaa siirtymäaikaa, siten että ilmastaselvitystä ei vaadita ennen 1.1.2026, vaan tästä eteenpäin. Päätöksen taustalla on toive lisätä aikaa valmistautua suureen muutokseen. (Ympäristöministeriö, 2024b)

Kun päätös ilmastaselvityksen lykkäyksestä on tehty, ei asetuksen käsittely ole yhtä kiireinen kuin rakentamislain muutosten aikaan saaminen. Rakentamislaki muutosten kera olisi tarkoitus saada edelleen voimaan 1.1.2025. Hallituksen lainsäädäntösuunnitelmassa on hallituksen esitys rakentamislain muuttamisesta ajoitettu syyskuulle 2024. Hallituksen esittelyn lisäksi muutokset tullaan käsittelemään kuntatalouden ja hallinnon neuvottelukunnassa sekä Euroopan unionin notifikaatiomenettelyssä. (Ympäristöministeriö, 2024b)

Muutokset lainsäädäntöön ovat mahdollisia myös tulevaisuudessa jo nykyisen Orpon hallituksen toimesta, mutta myös tulevien hallitusten myötä. Korjaukset lakeihin tehdään poliittisen linjausten mukaan (Ympäristöministeriö, 2024b). Lainsäädännön on muututtava vastaamaan paremmin muuttuneeseen maailmaan, jotta ilmasto saadaan huomioitua paremmin. Lainsäädäntö on ainoa keino, jolla kaikki osapuolet saadaan muuttamaan toimintaa ilmasto paremmin huomioivaksi. Tulevaisuudessa saatujen kokemusten perusteella lain ja asetusten vaatimuksia voidaan muuttaa vastaamaan lain tavoitetta paremmin, kuten 2000-luvun alussa maankäyttö- ja rakennuslain kanssa toimittiin (Ympäristöministeriö c).

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

5.1 Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön

Rakennettu ympäristö kuluttaa suuren osan energiasta ja tuottaa samalla suuren osan kasvihuonekaasupäästöjä. Ilmastonmuutos vaikuttaa, ja tulee vaikuttamaan rakennettuun ympäristöön huomattavasti. Rakennukset ja infrastruktuuri, joutuvat koville maapallon lämpötilan noustessa ja ilmastonmuutoksen mukana tulevien ääri-ilmiöiden vuoksi. Ilmastomuutokseen varautuminen vaatii, että rakennuksien ulkopintojen säänkestävyys sekä lämpö- ja kosteustekninen toiminta ovat riittävän korkealla tasolla, jotta ne kestävät myös tulevaisuuden ilmastojen rasitukset. Kuitenkaan kaikkiin ääri-ilmiöiden vaikutuksiin ei rakennusten rakentamisessa ja suunnittelussa voida vaikuttaa. Kuumuus ja kuivuuden aiheuttamat tulipalot leviävät nopeasti tuhoten myös rakennuksia. Suomen rakennuskanta on melko nuorta, mutta eurooppalainen ei ja rakennuksia on rakennettu rannikoiden ja jokien läheisyyteen, mikä rankkasateiden ja tulvien aikaan aiheuttaa vahinkoa rakennuksille ja infrastruktuurille.

Euroopan unioni on asettanut vaatimuksia itse, ja kaikki unionin jäsenvaltiot ovat sitoutuneet yhdessä Pariisin ilmastopöytäkirjaan, monien muiden valtioiden tavoin. Euroopan unionin jäsenvaltiot päättävät omista keinoista, joilla leikkaavat kasvihuonekaasupäästöjä, saavuttaakseen vähennystavoitteet. Euroopassa ja maailmalla fossiiliset polttoaineet, kuten kivihiili ja öljy, ovat suuria kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajia ja tämän vuoksi niistä uusiutuviin polttoaineisiin siirtyminen tuo paljon kasvihuonekaasupäästövähennyksiä. Euroopan unionin tavoite olla ensimmäinen ilmastoneutraali talousalue vuonna 2050, on kunnianhimoinen, mutta saavutettavissa, jos jokainen Euroopan unionin jäsenvaltio tekee oman osuutensa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Koko Euroopan unionin osuus kasvihuonekaasupäästöistä on 6,67 prosenttia (European Commission, 2023), joten huomioitavaa on, että vaikka Euroopan unioni saavuttaisi ilmastoneutraaliuden, ei muutos maailman laajuisesti ole edes 10 prosenttia. Euroopan vastuuta ilmastonmuutoksen torjuntaan on perusteltu sillä, että Euroopan maat ovat historian aikana olleet suurimpia kasvihuonekaasupäästöjen tuottajia (Ritchie, 2019). On huomioitava, että vaikka maanosa on tuottanut historiallisesti paljon kasvihuonekaasupäästöjä, ei muutosta saada aikaan, jos muut viimeisien vuosikymmenien aikana suuria määriä kasvihuonekaasupäästöjä tuottavia maita saada mukaan hillitsemään ja vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Historian valossa Euroopan vastuu päästöjen vähentämisestä ja ilmastonmuutoksen hillinnästä on suuri, jonka vuoksi Euroopan tulisi tukea

kehitysmaita ilmastoneutraaliuuteen pyrkimisessä omien tavoitteiden lisäksi. Kuitenkin voidaan perustella, että historiaa ei pystytä muuttamaan, mutta tulevaisuutta kyllä, ja tässä muutoksessa suurin vastuu tulisi olla mailla, jotka tuottavat paljon kasvihuonekaasupäästöjä tällä hetkellä.

Rakennusalla muutosta ajaa World Green Building Council, joka on voittoa tavoittelematon toimintaverkosto, joka toimii kestävän rakennetun ympäristön parissa. Tekemällä yhteistyötä yritysten, organisaatioiden ja hallitusten kanssa toimintaverkosto ohjaa rakentamista kestävämpään suuntaan. World Green Building Councilissa on mukana suuria päästöjä tuottavia maita kuten, Kiina, Kanada, Intia, Saksa sekä Yhdysvallat ja Brasilia. Laaja toimintaverkosto mahdollistaa yhteistyön ja ohjauksen paremmin työskennellen kestävämmän rakennetun ympäristön parissa ympäri maailman. Erityisen tärkeää on, että suuria kasvihuonekaasupäästöjen tuottajia maita on mukana, sillä ainoastaan yhteistyöllä ja tarpeeksi korkeilla tavoitteilla saadaan muutosta aikaan.

5.2 Ilmastaselvityksen tarkoitus, Pohjoismaiden ilmastotavoitteet ja ilmastaselvitykset

Ilmastaselvityksen tarkoitus on antaa tietoa rakennuksen ilmastovaikutuksista rakennuksen elinkaaren ajalta. Suomi, yhdessä muiden Pohjoismaiden kanssa, on pyrkinyt olemaan eturintamassa tuomassa ilmastaselvityksiä lainsäädäntönsä piiriin. Suomen ilmastaselvitys oli alun perin tarkoitus luoda rakennukselle rakennuslupaa haettaessa, mutta se on nykyisen Orpon hallituksen päätöksellä siirretty tehtäväksi vasta lopputarkastuksen yhteydessä. Ilmastaselvityksessä yhtenä osana on vähähiilisyiden arviointi, jolle tullessaan asettamaan raja-arvoja, joita rakennuksen tulee täyttää.

Pohjoismailla on yhteisiä ilmastotavoitteita Euroopan unionin yhteisten ilmastotavoitteiden lisäksi. Pohjoismaat haluavat olla ensimmäinen ilmastoneutraali alue, ennen Euroopan unionin 2050 ilmastoneutraaliustavoitetta. Maat ovat sopineet kolmesta strategisesta tavoitteesta, jotka ovat rakennussääntelyn yhdenmukaistaminen ja toteuttaminen ilmastopäästöjen osalta, turvaaminen ja hyödyntäminen eurooppalaisessa tulevaisuudennäkymässä sekä jatkaminen ja vahvistaminen yhteistyön osalta. Pohjoismaat ovat yhdessä tämän strategian pohjalta sopineet, että maiden ilmastaselvitykset pyritään harmonisoimaan, jotta hyöty ilmastaselvityksistä saadaan Pohjoismaihin. Pohjoismaisten LCA-menetelmien ja lainsäädännön yhdenmukaistamista tukevat laajasti molemmat, rakennusalan viranomaiset, sekä sidosryhmät. Harmonisoinnin hyödyt löytyvät kolmesta pääkohdasta, markkinoista ja taloudellisista hyödyistä, politiikan ja lainsäädännön kehittämisestä sekä eurooppalaisesta panostuksesta.

Pohjoismaista Ruotsi, Tanska ja Norja ovat omissa lainsäädännöissään ottaneet ilmastaselvityksen tai hiilijalanjälkilaskennan osaksi rakentamisen lainsäädäntöä. Ruotsi ja Tanska ovat asettaneet LCA-laskennassa raja-arvoja, ja Norja vaatii rakennuksilta norjalaisen standardin NS 3720:2018 mukaan laskettua hiilijalanjälkilaskentaa. Myös Suomi tulee asettamaan ilmastaselvityksen kautta hiilijalanjäljen raja-arvoja rakentamiselle. Islannin on tarkoitus ottaa rakennusten hiilijalanjälkilaskenta käyttöön tulevaisuudessa, Islannin alkuperäinen aikataulu olisi ottaa raja-arvot käyttöön vuoden 2026 aikana, mutta tällä hetkellä raja-arvot eivät ole osa lainsäädäntöä.

Pohjoismaat näkevät LCA-laskennan harmonisoinnin kilpailuetuna muun Euroopan seuratessa perässä. Pohjoismaat tekevät yhdessä töitä jakamalla kokemuksia toistensa kanssa LCA-laskennassa kohdatuista ongelmista. Harmonisoinnin hyöty pohjoismaille olisi suuri, mutta tällä hetkellä eroavaisuudet ilmastaselvityksissä ja niiden laadinnassa aiheuttavat sen, että maat eivät pysty hyödyntämään toistensa apua täysin. Jos ilmastaselvityksiä pystyttäisiin harmonisoimaan siten, että laadinta ja raja-arvot olisivat samanlaisia, olisi hyöty suurempi, sillä vertailu olisi helpompaa, kun data olisi samassa muodossa ja datassa olisivat mukana samat kohdat maiden välillä. Poliittisten näkemysten eroavaisuuksien vuoksi on ymmärrettävää, että eroja selvitysten ja vaatimusten välille tulee, mutta mahdollisuus suunnan näyttämiseksi Euroopassa ja tulevaisuudessa mahdollisesti muillekin maanosille, olisi tärkeä nähdä poliittisista eroavaisuuksista huolimatta suurena mahdollisuutena. Tällöin taloudellinen hyöty olisi suurempi ja työmäärä voitaisiin mahdollisuuksien mukaan jakaa esimerkiksi, jos kansalliset päästötietokannat yhdistettäisiin Pohjoismaiden yhteiseksi päästötietokannaksi. Tällöin jokaisella Pohjoismaalla ei tarvitse olla omaa päästötietokantaa, ja uusien tuotteiden tullessa markkinoille päästötietokantaan voitaisiin päivittää tiedot, ja ne olisivat tällöin kaikkien Pohjoismaiden käytössä. Yhteinen tietokanta voisi lisätä halukkuutta tuoda tuotteita Pohjoismaiden markkinoille, kun päästötiedot olisivat yhtenäiset maiden välillä.

Tulevaisuudessa harmonisointi ja yhtenäistäminen tulee olemaan hankalampaa, kun jokaisella maalla on jo omat vaatimukset, raja-arvot sekä tavat toimia. Euroopan parlamentti sekä Eurooppa neuvosto hyväksyivät EPBD-direktiivin rakennusten energiatehokkuudesta huhtikuun 2024 aikana (Ympäristöministeriö, 2024d). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä (2024) kohdassa (7) määritellään, että koko elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tulee jäsenvaltioiden tuoda poliittisia päätöksiä, joilla koko rakennusten elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt huomioidaan. Päätöksissä tulee huomioida uusien rakennusten lisäksi perusparannukset (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024). Vuoteen 2030 mennessä kaikkien uusien raken-

nusten tulisi olla päästöttömiä ja vuoteen 2050 mennessä kaikki olemassa olevat rakennukset tulisi muuttaa päästöttömiksi rakennuksiksi (Euroopan parlamentin ja neuvoston, 2024).

5.3 Rakentamisen muutokset, siirtyminen kiertotalouteen sekä kestävä kehityksen huomioiminen

Rakentaminen on ollut suuressa muutoksessa viimeisten vuosikymmenten aikana. Muutoksia on tullut työtavoista, materiaaleista, ilmastonmuutoksesta aina lainsäädännön kautta kestävä kehityksen vaatimukseen digitalisaatiota unohtamatta. Muutokset ovat tapahtuneet nopeasti ja vaatimusten mukana pysyminen voi olla haastavaa.

Kiertotalous on nouseva trendi ja tulevaisuuden talousmalli. Kiertotalouden mukaisesti materiaalit ja tuotteet pyritään pitämään kierrossa sekä säilyttämään näiden arvo mahdollisimman pitkälle. Rakennusalalla kiertotaloutta on pääasiassa hyödynnetty materiaalien kierrättämisenä energiaksi tai täyttömateriaaliksi maapohjassa. Rakennusalalla kiertotalous ei ole nostanut suosiotaan, sillä kierrätettyjen rakennusosien kestävyys ei ole luotettu yhtä paljon kuin uusien. Puutteellinen lainsäädäntö hidastaa rakentamisen kiertotalouden etenemistä. Euroopan unionin on tarkoitus vahvistaa rakennustuotteiden kiertotaloussäännöt rakennusten energiatehokkuuden direktiivin yhteydessä. Kiertotaloutta hyödynnetään jo rakennusalalla muuntojoustavuudessa sekä moduulirakentamisessa. Kummassakin rakentamisessa huomioidaan mahdollisuus tilojen muuttamiseen rakennuksen käyttäjien tarpeiden muutosten mukaisesti. Muuntojoustavuudessa tilat suunnitellaan siten, että ei-kantavien rakennusosien muuttamisella tila voidaan muuttaa toisenlaiseen käyttöön. Moduulirakentamisessa materiaalitehokkuus on korkealla tasolla, sillä tehtaissa rakennettujen moduulien materiaalmäärät tiedetään tarkemmin ja ylijäänyttä materiaalia voidaan hyödyntää ja kierrättää seuraavan moduulin valmistuksessa. Moduuleita yhdistämällä ja siirtämällä voidaan rakennuksen tiloja muuttaa helposti. Moduulirakentamisesta hyvänä esimerkkinä ovat koulujen ja sairaaloiden väestötilat, joita voidaan tarpeen mukaan siirtää aina uusiin paikkoihin.

Rakennusmateriaalien ympäristöystävällisyys on noussut ajankohtaiseksi ilmastonmuutoksen myötä, ja materiaalien valmistukselle etsitään korvaavia tuotantotapoja ja ainesosia. Sementin osuutta betonissa pyritään vähentämään korvaamalla sementin osuus pienempipäästöisemmällä ainesosilla. Teräksen valmistuksessa on kehitetty vetypelkistystä, jonka avulla saadaan tuotettua fossiilivapaata terästä. Puu materiaalina on ympäristöystävällinen rakennusmateriaali, mutta korkeamman hinnan vuoksi ei ole säävuttanut yhtä suurta suosiota pientalorakentamisen ulkopuolella kuin betoni ja teräs. Suomen valtio on erilaisilla poliittisilla ohjelmilla pyrkinyt ohjaamaan ja lisäämään puun

käyttöä, mutta kehitystä tuotantotapojen ja suunnittelun tehostamiseen ei ole tullut ja suurin osa Suomen puukerrostaloista on rakennettu tuetun rahoituksen turvin. Uusien innovaatioiden avulla rakennusmateriaalien päästöjä voidaan saada alas.

Agenda 30 -kestävän kehityksen tavoitteet ovat kansainvälisesti tunnustettuja tavoitteita. Kestävän kehityksen tavoitteet ovat kaikille valtioille samat, mutta painotukset tavoitteiden välillä eroavat maiden kesken. Kestävähän kehityksen tavoitteita ei saa tavoitella toisen tavoitteen kustannuksella, jonka vuoksi kaikkien maiden tulee edistää jokaista tavoitteita. Rakennusalle, World Green Buildin Council on määritellyt 17 tavoitteesta, 11 tavoitetta, joita rakennusala pystyy edistämään. Näiden tavoitteiden huomioiminen rakentamisessa on tärkeää, sillä muutokset rakennetussa ympäristössä vaikuttavat suuresti ihmisten ja eläinten elämään. Muutoksilla voidaan hidastaa ilmastonmuutosta sekä parantaa ihmisten elinoloja. Rakennusalan yritysten parissa kestävän kehityksen tavoitteita on integroitu yrityksiensä omiin tavoitteisiinsa.

Kestävä rakentaminen on kestävän kehityksen mukaista, mutta samaan aikaan fiksua rakentamista, jossa pyritään löytämään tasapaino omistajien, käyttäjien ja ympäristön väliltä. Rakennuksen käyttöikä suunnittelu ja kulutusta kestävä materiaalit mahdollistavat pitkäaikaisen kestävän rakennuksen. Rakentamisen maine ei ole ollut hyvä, ja uutisissa on toistuvasti nostettu esille rakentamisen heikko laatu. Heikko laatu ei ole pelkästään Suomen rakentamisen ongelma vaan myös laajasti Euroopassa oleva ongelma. Kiire altistaa rakennusvirheille ja rakentamisen heikko laatu aiheuttaa ylimääräisiä kuluja rakennusyrityksille. Kattavalla raportoinnilla rakentamisen laatua voitaisiin saada parannettua, ja kestävän rakentamisen mukaista olisi, ettei uusia rakennuksia jouduta korjaamaan heti rakentamisen jälkeen.

Korjausrakentamisen osuuden on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa, samalla uudisrakentamisen volyyymi tulee laskemaan. Rakennusten poistuma on arvioitu nousevan, jonka vuoksi Suomen rakennuskanta tulee pienenemään.

Rakennusalan muutoksilla tulee olemaan vaikutusta ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja tämän vuoksi rakentamisen päästöjen pienennyksiä tulisi tehdä. Rakentamisella on vaikutuksia ihmisten lisäksi luonnon monimuotoisuuteen. Rakentamisessa tulisi siirtyä kohti vähähiilistä rakentamista, rakenteiden kestävyyttä ja turvallisuutta unohtamatta.

5.4 Ilmastaselvityksen muoto, vaatimukset ja laatija

Rakennusten ilmastaselvitykseen voi tulla muutoksia, sen mukaan, kun eduskunta hyväksyy asetuksen. Ennen lain muutoksia ja asetuksen hyväksymistä ei voida tarkkaan

tietää ilmastaselvityksen sisältöä, laadintaa ja vaatimuksia. Kuitenkin monelta osalta ympäristöministeriön (2022a) luonnos antaa suuntaa siihen miten, milloin ja kuka ilmastaselvityksen laatii.

Pääministeri Orpon hallitus on päättänyt muuttaa jo hyväksytyä rakennuslakia sekä muokata tulevaa ilmastaselvitysasetusta. Muutosten myötä ilmastaselvitystä ei tulla vaatimaan korjausrakennuskohteilta. Korjausrakentamisen poistaminen ilmastaselvityksen piiristä jakoi hallituksen lainkommentointi vaiheessa vastaajia, sillä se nähtiin suureksi osa-alueeksi, jonka pois jääminen vähähiilisyiden arvioinnin piiristä jättää suuren osan rakennuksia vähähiilisyysarvioinnin ulkopuolelle. Samaan aikaan sen poisjääntiä kommentoitiin positiivisena, sen kustannusvaikutusten vuoksi. Poisjäännin vuoksi vertailua uudis- ja korjausrakentamisen ilmastaselvitysten välillä ei voida toteuttaa, sillä kriteeristöä korjausrakennuskohteille ei tulla julkaisemaan.

Ilmastaselvitystä ei tulla vaatimaan pientaloilta, sillä pientalorakentamisen kustannuksia ja byrokratiaa halutaan helpottaa. Alun perin ilmastaselvitys piti tehdä pientaloille, mutta vähähiilisyydelle ei olisi asetettu raja-arvoa.

Aikataulu ilmastaselvitys asetuksen voimaan astumisesta muuttui alkuperäisestä 1.1.2025 vuodelle eteenpäin. Tämä muutos aiheuttaa sen, että kriteeristöä ja raja-arvoja vähähiilisyiden arvioinnille ei ole julkaistu, ja julkaisuajankohtaa ei ole ilmoitettu. Suurimpana osana ilmastaselvityksen laadinnassa oli päätös, että ilmastaselvitys laaditaan vasta lopputarkistuksen yhteydessä. Tällöin saadaan käytettyjen materiaalien todelliset ympäristövaikutukset tietoon, ja vähähiilisyiden arviointi on tarkempaa.

Ilmastaselvitykselle ei tällä hetkellä laissa tai asetuksessa ole asetettu muotovaatimuksia. Ilmastaselvityksessä tulee esittää rakennuksen yksilöivät tiedot, rakennuksen pysyvä rakennustunnus, rakennuksen lämmitetty nettoala sekä rakennuspaikan pinta-ala. Ilmastaselvityksestä tulee käydä ilmi rakennuksen käyttötarkoitukseluokka tai -luokat, suunniteltu käyttäjämäärä rakennukselle, rakennuksen tavoitteellinen käyttöikä ja laskennallinen ostoenergian kulutus sekä arvioinnissa käytettyjen jaksojen pituudet. Lisäksi tulee esittää pääasiallinen rakennusmateriaali arviointiin sisältyviltä kantavilta rakenteilta, vähähiilisyiden arviointi, arvioinnissa hyödynnetyt laskentaohjelmistot, ilmastaselvityksen laadinnan päivämäärä sekä ilmastaselvityksen laatijan nimi ja koulutus.

Ainoastaan vähähiilisyidenarvioinnin tuloksille on määritelty muotovaatimus ympäristöministeriön (2022a) luonnoksessa, ja vähähiilisyiden arvioinnin tulokset tulee esittää erikseen jaoteltuna rakennukselle ja rakennuspaikalle, rakennuksen arvioitavan elinkaarivaiheiden mukaan. Ympäristöministeriön (2022a) luonnoksen mukaan hiilijalanjäljen laskennassa tulee erillisinä kohtina ilmoittaa tulokset rakennustuotteiden valmistukselle

(A1-A3), rakennustuotteiden kuljetukselle (A4), työmaatoiminnoille (A5), energian käytölle (B6), purkamiselle (C1), purkujätteenkuljetukselle (C2), pukuputteen käsittelylle (C3) sekä purkujätteen loppusijoitukselle (C4) yksikössä $kgCO_2e/m^2/a$. Erillisinä ilmoittamisen lisäksi, hiilijalanjälki tulee esittää erillisinä loppusummina rakennukselle ja rakennuspaikalle yksikössä $kgCO_2e/m^2/a$ sekä yksikössä $kgCO_2e$. Hiilikädenjäljen osalta tulee vähähiilisuuden arvioinnin tulokset ilmoittaa erikseen hiilijalanjäljen tavoin rakennus ja rakennuspaikalle, eritellen uudelleen käytön ja kierrätyksen (D1), energiana hyödyntämisen (D2), ylimääräisenä tuotetun uusiutuvan energian (D3), tuotteiden hiilivarastovaiikutuksen (D4), betonin karbonatisoitumisen (D5) sekä istutetut puustot (D6). Laskentaa varten tarvittavat yleisluontoiset tiedot hiilijalanjäljestä ja -kädenjäljestä löytyvät Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä kansallisesta päästötietokannasta (Rakentamislaki 751/2023).

Liitteessä A on esitetty ilmastaselvityksen laadinnassa käytettävä mallilomake, jollaisena ilmastaselvitys voitaisiin rakennusvalvonnalle ilmoittaa. Lainsäädännön muuttuessa sekä ilmastaselvitys- ja materiaaliselvitysasituksen vahvistamisen jälkeen on mahdollista, että ilmastaselvitykselle määritellään tarkempi muoto tai valmis lomake, jonka mukaan ilmastaselvitys tulee laatia, rakennuslupahakemuksen tapaisesti.

Ilmastaselvityksen vähähiilisyys on suurin osa ilmastaselvityksen laatimisessa. Suomessa ja maailmalla käytössä olevat ympäristöluokitusjärjestelmät ovat kriteeristöissään jo vaatineet LCA- tai hiilijalanjälkilaskentaa. Ympäristöluokitusten tarkoituksena on pienentää rakennuksen ilmastokuormitusta ja edistää rakennuksen ympäristöystävällisyyttä. Suomessa käytössä olevia ympäristöluokituksia on monia ja suurin osa ympäristöluokitusjärjestelmistä on ilmoittanut täyttävänsä EU-taksonomian määritelmät, jolloin luokituksella voidaan todistaa EU-taksonomian vaatimukset. Ympäristöluokitusjärjestelmän käyttö rakennushankkeessa tukee ilmastaselvityksen laadintaa, sillä hiilijalanjälkilaskentaa voidaan hyödyntää ilmastaselvityksen laadinnassa. Saavuttaakseen matalimpia tasoja eri ympäristöluokituksissa on rakennuksen saavutettava paljon parannuksia ympäristöystävällisyyden sekä energian käytön suhteen, jolloin oletettavaa on, että rakennus, jolle ympäristöluokitusta haetaan, tulee täyttämään ilmastaselvityksen vähähiilisuuden raja-arvot.

Laissa ei ole tällä hetkellä määritelty kenen vastuulla ilmastaselvityksen laadinta on. Ympäristöministeriön (2022a) laatimassa luonnoksessa ilmastaselvityksestä, hiilijalanjäljen arvioinnin kohdassa on määritelty, että rakennesuunnittelijan on pääsuunnittelijan ja erityissuunnittelijan lisäksi arvioitava hiilijalanjälkeä omien tehtäviensä mukaisesti. Tämän perusteella oletettavaa on, että ilmastaselvityksen laadinta tulee suunnittelusektorin vastattavaksi.

Ilmastaselvityksen laadinta tulee olemaan uusi tehtäväosa yrityksille, jolloin selkeitä vastuunjakoja ei vielä ole olemassa. Tulevien vuosien aikana tehtävänjako tulee selkiytymään, kun lain määräykset vahvistetaan sekä sopimusmuodot ja käytännöt vakiintuvat. Tällä hetkellä todennäköisempää on, että suunnittelusektori tulee vastaamaan ilmastaselvityksen laadinnasta, sillä rakennesuunnittelijoilla, pääsuunnittelijoilla sekä erityissuunnittelijoilla on riittävä osaaminen hiilijalanjäljen arviointiin ja luonnoksessa vähähiilisyiden arviointi on määritelty suunnittelijoiden tehtäväksi. Jos ilmastaselvityksen laadinta määrätään laissa rakennuttamis sektorin puolelle, on todennäköistä, että suunnittelupuolensektori tarjoaa rakennuttamispuolensektorille ilmastaselvityksen laadintaa ostettavana palveluna.

Lainsäädännössä olisi tärkeä esittää pätevyysvaatimus ilmastaselvityksen laatijalle, jotta ilmastaselvitysten laadinnan taso ja vertailtavuus olisi saavutettavissa. Lisäksi jos pätevyysvaatimus olisi lakiin tai asetukseen kirjattu, olisi kuntien ja kaupunkien rakennevalvontojen helpompi arvioida ilmastaselvitysten luotettavuutta. Kuntaliitto esitti lausuntokierroksella, että pätevyysvaatimus olisi asetettava, sillä rakennusvalvonnalle ei ole mahdollisuutta arvioida tekijä luotettavuutta ja oikeanlaista osaamista selvityksen laadinnassa. Jos pätevyysvaatimusta ei saada, on rakennusvalvontojen käytettävä ulkopuolista kolmannen osapuolen varmistamista ilmastaselvitysten hyväksynnässä. Tämä tulisi nostamaan viranomaiskustannuksia.

5.5 Ilmastaselvityksen muutosten vaikutuksia ja pohdintaa

Ilmastaselvityksen asetuksen ja rakennuslain uudelleen avaamisen myötä rakennusten ilmastaselvityksen kattavuus, muoto ja vaikuttavuus muuttuivat. Ilmastaselvityksen piti olla alun perin sekä uudis- ja korjausrakentamiskohteille sekä uudispientaloille tehtävä selvitys, mutta muutosten myötä korjausrakennuskohteet ja uudispientalot sekä laajentamiseen liittyvät hankkeet poistuivat kokonaan ilmastaselvityksen laadinnan piiristä.

Aikataulu ilmastaselvitys asetuksen voimaan astumisesta muuttui alkuperäisestä aikataulusta vuodelta eteenpäin vuoteen 2026. Tämä muutos aiheuttaa sen, että kriteeristöä ja raja-arvoja vähähiilisyiden arvioinnille ei ole julkaistu, ja julkaisuajankohtaa ei ole ilmoitettu. Suurimpana muutoksena ilmastaselvityksen laadinnassa oli päätös, että ilmastaselvitys laaditaan vasta lopputarkistuksen yhteydessä, jolloin saadaan käytettyjen materiaalien todelliset ympäristövaikutukset tietoon, ja vähähiilisyiden arviointi on tarkempaa.

Raja-arvot ilmastaselvityksen vähähiilisyyden arvioinnille on jäämässä, mutta se kuinka näitä raja-arvoja tullaan saavuttamaan, jos arviointia ei tehdä kuin vasta lopputarkistuksen yhteydessä on vielä epäselvä. Tällä hetkellä lainsäädäntö ei ota kantaa mitä tapahtuu, jos ilmastaselvityksen raja-arvoa ei saavuteta. Hiilijalanjäljen hyvitystä on pohdittu yhtenä vaihtoehtona, mutta se voisi saada aikaan vääränlaisen kuvan siitä, että raja-arvoja ei tarvitse noudattaa, kunhan lopussa hiilijalanjälkeä hyvitetään. Lain muutoksien viimeisimmällä kommentointi kierroksella nostettiin esille pelkoa vähähiilisyyden raja-arvosta poikkeamisesta laadinnan ajankohdan muuttuessa (Ympäristöministeriö, 2024c).

Helsingin kaupunki (2024) on ottanut omassa rakentamisen ohjauksessa rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arvioinnin käyttöön. Helsingin kaupunki haluaa ohjata uudisrakentamisessa asuinkerrostalojen osalta vähähiilisyyteen, jonka vuoksi uusissa asemakaavoissa sekä tonttikilpailuissa ja tonttiluovutuksen ehdoissa on määritetty raja-arvo hiilijalanjäljelle. Helsingin kaupunki otti raja-arvon käyttöön 20.6.2023, jonka jälkeen rakennuslupa hakemuksessa asuinkerrostaloilta on vaadittu hiilijalanjälkilaskennan raja-arvon noudattamista. Helsingin kaupungin asettama raja-arvo hiilijalanjäljelle on $16,0 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$, 50 vuoden laskenta-ajalla. Hiilijalanjäljen raportointi kaupungille toteutetaan ilmastaselvityksen alkuperäisen idean mukaisesti rakennuslupavaiheessa, ja päivitetään käyttöönottoaiheessa. (Helsingin kaupunki, 2024)

Helsingin kaupunki on saanut ilmastaselvityksen alkuperäisen idean mukaisen hiilijalanjäljen raportoinnin toimimaan. Jos rakentamista halutaan hiilijalanjäljellä ohjata, tulisi hiilijalanjäljen laskentaa suorittaa ennen rakentamista, jolloin muutoksien tekeminen rakennukseen olisi mahdollista ja näin ollen hiilijalanjäljen raja-arvo saavuttaa. Alkuperäinen ilmastaselvityksen toteutustapa on kalliimpi, sillä hiilijalanjälki tulee etukäteen laskea ja päivittää valmistumisen yhteydessä, kun nykyisessä laskenta suoritetaan pelkästään valmistumisen yhteydessä. Rakennussektorin tulee osallistua ja muuttaa käytäntöjään, jotta Suomen ja Euroopan unionin asettamat sekä Pariisin sopimuksen tavoitteet saadaan saavutettua.

Jos Helsingin kaupunki jatkaa ilmastaselvityksen voimaantulon jälkeen hiilijalanjäljen laskemisen vaatimista rakennusluvan yhteydessä, saattaa tämä asettaa kaupungeja eriarvoiseen asemaan. Naapurikaupungit eivät vaadi hiilijalanjäljen laskentaa etukäteen, jolloin rakentaminen naapurikaupungeissa voi muuttua houkuttelevammaksi. Kuitenkin Helsingin tilanne on poikkeuksellinen, sillä pääkaupungissa on Suomen suurin väestötiheys $3\,144,4 \text{ as}/\text{km}^2$, joka on yli kolminkertainen naapuri kaupunkien Espoon $1\,005,3 \text{ as}/\text{km}^2$ ja Vantaan $1\,038,0 \text{ as}/\text{km}^2$ väestötiheyksiin verrattuna. Tilannetta kuvaa hyvin se, että koko Suomessa ainoastaan kuusi kaupunkia ylittää $1000 \text{ as}/\text{km}^2$ väestötiheyden rajan. Helsingin, Espoon ja Vantaan lisäksi $1000 \text{ as}/\text{km}^2$ rajan ylittävät Kauniainen $1743,6$

as/km², Kerava 1247,5 as/km² ja Järvenpää 1238,4 as/km². (Suomen virallinen tilasto, SVT, 2024b)

Helsingin kaupungin asettama hiilijalanjäljen raja-arvo on korkeampi kuin Tanskan asettama yli 1000 m² rakennuksille oleva 12 kgCO₂e/m²/a, jota Tanskan on tarkoitus laskea 7,5 kgCO₂e/m²/a vuoteen 2029 mennessä (Ministry of the interior and housing, 2021). Jos Tanskassa pystytään rakennusten vähähiilisyyden laskennassa pysymään raja-arvon alapuolella, on Suomessa mahdollista laittaa matalampaa raja-arvoa hiilijalanjäljelle kuin Helsingin kaupungin käyttämä raja-arvo. Jos hiilijalanjäljen raja-arvo asetetaan korkealle, on mahdollista, ettei vähähiilisyyteen ohjaamista saada edistettyä, kun normaalilla tämän päivän rakentamisella arvo jo saavutetaan. Toisaalta liian matala hiilijalanjäljen raja-arvo saattaa aiheuttaa vaikeuksia pysyä raja-arvon alapuolella, joka johtaisi rakennusten valmistumisen jälkeen raja-arvojen ylittämiseen vähähiilisyyden arvioinnissa.

DGNB:n (2021) toteuttamassa tutkimuksessa rakennusten hiilijalanjäljen keskiarvoksi saatiin 8,7 kgCO₂e/m²/a. Tutkimuksessa oli mukana 50 uudisrakennettua rakennusta, joista 46 oli toimistorakennuksia ja 4 asuinkerrostaloja. Tutkimuksessa mukana olleiden asuinkerrostalojen vähäisen määrän vuoksi, analysointi ei ole voitu viedä pidemmälle. Toimistorakennuksille analyysiä jatkettiin, ja toimistorakennusten hiilijalanjäljen keskiarvoksi saatiin 9,1 kgCO₂e/m²/a. Laskennat tutkimuksessa on toteutettu käyttäen LCA-laskentaa. Huomioitavaa tutkimuksen tuloksissa on se, että rakennusten tiedot ovat DGNB:n omasta tietokannasta, ja tietokannassa saattaa olla ympäristöystävällisemmin rakennettuja rakennuksia, sillä DGNB on ympäristösertifikaattien myöntäjä. (DGNB, 2021)

Korjausrakentamisen jättäminen ilmastaselvityksen ulkopuolelle on täysin poliittinen päätös, joka ympäristöministeriön tiedotteessa on todettu (Ympäristöministeriö, 2024b). Päätöksessä ei huomioida korjaustarpeen kasvua suhteessa uudisrakentamiseen. Huovari et al. (2022) tutkimuksessa kerrotaan teknisen korjaustarpeen vastaavan 1,8 prosenttia asuinrakennuskantaan suhtautettuna, kun volyyymi uudisrakentamisessa vastaa 1,0 prosenttia asuinrakennuskanaan suhtautettuna. Samalla käytöstä poistuva asuinrakennuskanta on 0,8 prosenttia asuinrakennuskanaan suhtautettuna (Huovari et al. 2022). Tutkimuksessa teknisen korjaustarpeen ennustetaan kasvavan ja uudisrakentamisen määrän vähenevän seuraavien vuosikymmenten aikana, jolloin kasvua Suomen rakennuskannan koossa ei ole odotettavissa (Huovari et al., 2022). Tämän kehityksen huomioiden, korjausrakentamisen jättäminen ilmastaselvityksen ulkopuolelle on ratkaisu, jossa suuri osa hiilijalanjälkeä jää sääntelyn ulkopuolelle. Ilmastaselvityksen tarkoituksena on rakentamisen päästöjen tekeminen näkyväksi, mutta samaan aikaan suuri osa rakennushankkeista jätetään selvityksen ulkopuolelle.

Korjausrakentamisen poistaminen ilmastaselvityksen ja vähähiilisyiden arvioinnin piiristä jättää suuren määrän hiilidioksidipäästöjä sääntelyn ulkopuolelle. Taulukossa 3. on esitetty pelkistettyä laskentaa asuinrakentamisen hiilidioksidipäästöjen määrästä uudisrakennuksille ja tekniselle korjaustarpeelle. Laskennassa kerrosalana on käytetty Huovari et al. (2022) tutkimuksesta saatuja keskimääräisiä vuotuisia pinta-ala määriä uudisrakentamiselle, tekniselle korjaustarpeelle sekä poistumalle asuinrakentamisessa. Laskennassa on eroteltu rakennustyyppejä ainoastaan teknisen korjaustarpeen osalta jakamalla se pientaloihin ja kerrostaloihin. Laskenta on toteutettu käyttämällä samaa hiilijalanjälkiarvoa uudisrakentamiselle, tekniselle korjaustarpeelle sekä poistumalle, ja laskenta on suoritettu kahdella eri hiilijalanjäljen raja-arvolla. Ensimmäisenä arvona on käytetty Helsingin kaupungin (2024) asettamaa vähähiilisyiden raja-arvoa $16,0 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$, 50 vuoden laskenta ajalla ja toisena arvona on käytetty DGNB:n (2021) vähähiilisyiden tutkimuksesta saatua keskiarvoa $8,7 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$, 50 vuoden laskenta-ajalla. Laskennassa on oletettu, että kerrosalat tuottavat maksimiraja-arvon verran hiilidioksidia. Laskenta on toteutettu kaavalla,

$$C_{hiili} = C_{raja} * 50a * X_{ala} , \quad (2)$$

jossa C_{hiili} on kokonaishiilijalanjälki, C_{raja} on hiilijalanjäljen raja-arvo ja X_{ala} on rakentamisessa käytetty keskimääräinen vuotuinen määrä pinta-alana. Laskennan tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Asuinrakentamisen hiilidioksidipäästöt teknisen korjaustarpeen, uudisrakentamisen ja poistuman osalta. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Huovari et al. (2022), ja vähähiilisuuden arvolle 1. Helsingin kaupunki (2024) ja vähähiilisuuden arvolle 2. DGNB (2021).

Vähähiilisuuden arvo 1.	16	kgCO ₂ e/m ² /a		
Vähähiilisuuden arvo 2.	8,7	kgCO ₂ e/m ² /a		
Laskentajakso	50	a		
Keskimääräinen vuotuisen määrä pinta-alana	kerrosala (m ²)	kgCO ₂ e (1.)	kgCO ₂ e (2.)	Suhde uudisrakentamiseen
Tekninen korjaustarve	4,07E+06	3,26E+09	1,77E+09	1,84
Pientalot	2,78E+06	2,22E+09	1,21E+09	1,26
Kerrostalot	1,30E+06	1,04E+09	5,66E+08	0,59
Uudisrakentaminen	2,21E+06	1,77E+09	9,61E+08	1,00
Poistuma	1,92E+06	1,54E+09	8,35E+08	0,87

Taulukosta voidaan huomata, että korjaustarpeen suhde uudisrakentamiseen on 1,84-kertainen. Kerrostalojen korjaustarpeen osuus koko uudisrakentamiseen on 0,59-kertainen ja pientalojen 1,26-kertainen. Helsingin kaupungin hiilijalanjäljen raja-arvolla laskettaessa vähähiilisuuden sääntelyn ulkopuolelle jää kerrostalojen osalta $1,04 \cdot 10^9$ kgCO₂e hiilidioksidipäästöjä ja pientalojen osalta $2,22 \cdot 10^9$ kgCO₂e hiilidioksidipäästöjä. DGNB:n hiilijalanjäljen raja-arvolla laskettaessa hiilidioksidipäästöjä jää sääntelyn ulkopuolelle kerrostalojen osalta $5,66 \cdot 10^8$ kgCO₂e ja pientalojen osalta $1,21 \cdot 10^9$ kgCO₂e. Huomioitavaa laskennassa on, että teknisen korjaustarpeen laskennassa on käytetty samaa vähähiilisyksien raja-arvoja kuin uudisrakentamiselle. Ilmastaselvityksessä uudisrakentamisen vähähiilisuuden arvo saattaa poiketa Helsingin kaupungin ja DGNB:n arvoista. Korjausrakentamiselle raja-arvoja ei tulla asettamaan, jolloin laskennassa käytetyt raja-arvot teknisen korjaustarpeen osalta saattavat ylittyä. Tällöin korjausrakentamisen hiilidioksidipäästöjen osuus rakentamisessa saattaa nousta vielä entisestään.

Toisena ongelmana korjausrakentamisen rajaamisessa ilmastaselvityksen ulkopuolelle saattaa tulla uudelleenlaadittu direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (EPBD). EPBD direktiivi hyväksyttiin huhtikuussa 2024 ja se astui voimaan toukokuun 2024 aikana (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024). Direktiivi tulee koskemaan uudis- sekä

korjausrakennuskohteita, ja direktiivin kohdassa 20 kerrotaan, että vuoteen 2030 mennessä kaikkien uusien rakennusten tulee olla päästöttömiä (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024). Lisäksi direktiivissä määritetään, että vuoteen 2050 mennessä päästöttömäksi olisi muutettava kaikki olemassa olevat rakennukset (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024). Vuoteen 2050 on vielä aikaa, mutta tällä hetkellä peruskorjauksissa olevia sekä seuraavien vuosien aikana peruskorjaukseen tulevia rakennuksia tulisi alkaa muuttamaan päästöttömiksi, sillä rakennusten seuraava peruskorjausajankohta saattaa olla vasta vuoden 2050 jälkeen. Jos peruskorjauksen yhteydessä rakennuksia ei muuteta päästöttömäksi, joudutaan rakennuksia korjaamaan uudelleen ennen vuotta 2050, jotta rakennuksista saadaan direktiivin mukaisia. Direktiivi velvoittaa jäsenvaltioita muuttamaan kansallisia lainsäädäntöjään siten, että kasvihuonekaasupäästöjä saadaan vähennettyä koko elinkaaren ajalta uusissa rakennuksissa ja rakennusten perusparannuksien yhteydessä (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2024). On toivottavaa, että rakennuslakia ja asetusta ilmastaselvityksestä ei jouduta muokkaamaan uudelleen, kun direktiivin veloitteet tuodaan Suomen lainsäädäntöön.

Huovari et al. (2022) tutkimuksessa todetaan, että suurin osa korjaustarpeesta tulee pientaloista, ja vain noin kolmasosa kerrostaloista. Alun perin myös pientalojen piti olla ilmastaselvityksen laadinnan piirissä ilman raja-arvoja vähähiilisyiden arvioinnille. Suomen rakennuskannasta suurin osa on pientaloja (Huovari et al., 2022). Pientalojen jättämisellä ilmastaselvityksen vähähiilisyiden arvioinnin ulkopuolelle, voi olla suuri vaikutus uudisrakennusten vähähiilisyiden tavoitteisiin. Oulun kaupunki kommentoi rakennuslain muutoksen lausuntokierroksella, että pientalojen osuus rakennuskannasta Oulun kaltaisissa kaupungeissa on erityisen suuri, ja tällöin suuri osa rakentamisesta jää vähähiilisyiden arvioinnin ulkopuolelle (Ympäristöministeriö, 2024c).

Taulukossa 4. on esitetty käyttötarkoituksittain hiilijalanjälkiarvoja uudisrakentamisessa. Lähteenä uudisrakentamisen kerrosaloissa on käytetty Suomen virallinen tilasto, SVT (2024a) tilastoja valmistuneista rakennuksista käyttötarkoitusten mukaan. Laskennassa on käytetty kaavaa,

$$C_{hiili} = C_{raja} * 50a * Y_{ala} , \quad (3)$$

jossa C_{hiili} on kokonaishiilijalanjälki, C_{raja} on hiilijalanjäljen raja-arvo ja Y_{ala} on valmistuneiden rakennusten kerrosala. Laskenta on suoritettu 50 vuoden käyttöajalla ja hiilijalanjäljen arvoina on käytetty Helsingin kaupungin asettamaa hiilijalanjäljen ylärajaa $16,0 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ ja DGNB vähähiilisyiden tutkimuksesta saatua keskiarvoa

8,7 kgCO₂e/m²/a. Taulukossa 4. on esitetty laskennan tulokset eri rakennustyypeille sekä kuinka suuri niiden osuus on koko rakentamisesta (Osuus 2.). Lisäksi taulukossa on esitetty osalle rakennustyypeistä osuus (Osuus 1.) rakennustyyppiäottelun mukaan.

Taulukko 4. Uudisrakentamisen tuottamat hiilidioksidipäästöt vuoden 2023 uudisrakennusten mukaan käyttötarkoituksittain jaettuna. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Suomen virallinen tilasto, SVT (2024a) ja vähähiilisuuden arvolle 1. Helsingin kaupunki (2024) ja vähähiilisuuden arvolle 2. DGNB (2021).

Vähähiilisuuden arvo 1.	16	kgCO ₂ e/m ² /a			
Vähähiilisuuden arvo 2.	8,7	kgCO ₂ e/m ² /a			
Laskentajakso	50	a			
Uudisrakennukset vuonna 2023	kerrosala (m ²)	kgCO ₂ e (1.)	kgCO ₂ e (2.)	Osuus (1.)	Osuus (2.)
01 Asuinrakennukset	3539005	2,83E+09	1,54E+09		0,483
011 Pientalot	1259314	1,01E+09	5,48E+08	0,356	0,172
012 Kerrostalot	2230500	1,78E+09	9,70E+08	0,630	0,305
013 Asuntolarakennukset	5027	4,02E+06	2,19E+06	0,001	0,001
014 Erityisryhmien asuinrakennukset	44164	3,53E+07	1,92E+07	0,012	0,006
02-19 Muut kuin asuinrakennukset	3785341	3,03E+09	1,65E+09		0,517
02 Vapaa-ajan asuinrakennukset	211965	1,70E+08	9,22E+07		0,029
03-05 Liike- ja toimistorakennukset	746944	5,98E+08	3,25E+08		0,102
03 Liikerakennukset	315851	2,53E+08	1,37E+08	0,423	0,043
04 Toimistorakennukset	146751	1,17E+08	6,38E+07	0,196	0,020
05 Liikenteen rakennukset	284342	2,27E+08	1,24E+08	0,381	0,039
06-08, 13 Julkiset palvelurakennukset	812433	6,50E+08	3,53E+08		0,111

06 Hoitoalan rakennukset	274582	2,20E+08	1,19E+08	0,338	0,037
07 Kokoontumisrakennukset	128230	1,03E+08	5,58E+07	0,158	0,018
08 Opetusrakennukset	383457	3,07E+08	1,67E+08	0,472	0,052
09-12 Teollisuus- ja varastorakennukset	1229813	9,84E+08	5,35E+08		0,168
09 Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset	538152	4,31E+08	2,34E+08	0,438	0,073
10 Energiahuoltorakennukset	90319	7,23E+07	3,93E+07	0,073	0,012
11 Yhdyskuntatekniikan rakennukset	33855	2,71E+07	1,47E+07	0,028	0,005
12 Varastorakennukset	567487	4,54E+08	2,47E+08	0,461	0,077
13 Pelastustoimen rakennukset	26164	2,09E+07	1,14E+07		0,004
14 Maatalousrakennukset ja eläinsuojat	295604	2,36E+08	1,29E+08		0,040
19 Muut rakennukset	488582	3,91E+08	2,13E+08		0,067
Yhteensä	7324346	5,86E+09	3,19E+09		1,000

Taulukosta voidaan huomata, että vuonna 2023 pientalojen osuus on ollut 35,6 prosenttia uudisrakennetuista asuinrakennuksista ja kerrostalojen osuus on ollut 63,0 prosenttia. Pientalojen osuus koko vuoden 2023 rakentamisesta on ollut 17,2 prosenttia ja kerrostalojen 30,5 prosenttia. Asuinrakentamisen osuus koko uudisrakentamisesta on vuonna 2023 ollut 48,3 prosenttia. Asuinrakennukset ovat vuonna 2023 tuottaneet Helsingin kaupungin hiilijalanjäljellä laskettuna $2,83 \cdot 10^9 \text{ kgCO}_2\text{e}$ hiilidioksidipäästöjä, joista pientalojen osuus on ollut $1,01 \cdot 10^9 \text{ kgCO}_2\text{e}$ ja kerrostalojen $1,78 \cdot 10^9 \text{ kgCO}_2\text{e}$. DGNB:n hiilijalanjäljen arvolla laskettuna asuinrakennukset ovat tuottaneet $1,54 \cdot 10^9 \text{ kgCO}_2\text{e}$ hiilidioksidipäästöjä, joista pientalojen osuus on ollut $5,48 \cdot 10^8 \text{ kgCO}_2\text{e}$ ja kerrostalojen

$9,70 * 10^8 \text{ kgCO}_2\text{e}$. Pientalot eivät tule ilmastaselvityksen piiriin, jolloin niille ei tulla asettamaan hiilijalanjäljen maksimiarvoa. Pientalojen osuus asuinrakentamisen hiilidioksidipäästöistä on 35,6 prosenttia. Laskennassa hiilijalanjäljen arvona pientaloille ja kerrostaloille on käytetty samaa arvoa, jonka vuoksi laskenta vääristyy, sillä raja-arvo tullaan asettamaan kerrostaloille, mutta ei pientaloille. Tämän vuoksi hiilidioksidipäästöjen osuus saattaa muuttua.

Tämänhetkisten päätöksen mukaan uudisrakennuksista ilmastaselvityksen laadinnan piirissä ovat asuinrakennukset pois lukien pientalot, liike- ja toimistorakennukset sekä julkiset palvelurakennukset (Rakentamislaki 751/2023; Ympäristöministeriö 2024b). Taulukossa 5. on esitetty ilmastaselvityksen laadinnan piirissä olevien rakennusten hiilijalanjäljet $16,0 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ (1.) ja $8,7 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$ (2.) raja-arvoilla laskettuna, kerrosala sekä osuus koko rakentamisesta.

Taulukko 5. Ilmastaselvityksen piirissä olevien rakennusten hiilijalanjälki, kerrosala ja osuus rakentamisesta. Lähteenä kerrosalalle on käytetty Suomen virallinen tilasto, SVT (2024a)

Ilmastaselvityksen piirissä olevat rakennukset	kerrosala (m ²)	kgCO ₂ e (1.)	kgCO ₂ e (2.)	Osuus koko rakentamisesta
01 Asuinrakennukset, pois lukien pientalot	2279691	1,82E+09	9,92E+08	0,311
03-05 Liike- ja toimistorakennukset	746944	5,98E+08	3,25E+08	0,102
06-08, 13 Julkiset palvelurakennukset	812433	6,50E+08	3,53E+08	0,111
Yhteensä	3839068	3,07E+09	1,67E+09	0,524

Ilmastaselvityksen laadinnan piirissä olisi noin 52,4 prosenttia vuonna 2023 uudisrakennetusta kerrosalasta. Tämä prosenttiosuus on hyvä osa uudisrakennuskannasta, mutta huomioitavaa, on että laskennassa on käytetty kaikille rakennustyypeille samaa hiilijalanjälkiarvoa, mikä vääristää tilannetta, sillä rakennuksille tullaan määrittämään omat hiilijalanjäljen raja-arvot. Kerrosala vaihtelee hieman vuosien välillä, riippuen kuinka paljon ja minkä rakennustyyppin rakennuksia rakennetaan. Kerrosalan pysyessä noin 50 prosentissa, tulee huomioida, että tämä 50 prosenttia kerrosalasta on silloin vähähiilisen

ohjauksen alaisena, kun ulkopuolelle jäävät 50 prosenttia eivät. Ohjauksen ulkopuolelle jäävien rakennuksien hiilijalanjälki voi olla paljonkin suurempi kuin ilmastaselvityksen piirissä olevien, jolloin rakentamisen kokonaishiilijalanjälki ei välttämättä pienene 50 prosentilla. Tällöin vaikuttavuudesta ei saada yhtä suurta kuin alkuperäisessä ilmastaselvityksen ajatuksessa oli. Lisäksi jos raja-arvot eroavat paljon toisistaan ilmastaselvityksen piirissä olevilla rakennuksilla saattaa hiilijalanjäljen arvot olla korkeammat osalla rakennustyypeistä, mikä nostaa rakentamisen kokonaishiilijalanjälkeä korkeammaksi.

Laajentamiseen liittyvien hankkeiden rajaus ilmastaselvityksen ulkopuolelle on riski. Kun laajennukseen liittyviä hankkeita ei lasketa ilmastaselvityksen piiriin uudisrakennuksen osalta, voidaan olla tilanteessa, jossa tätä hyödynnetään kiertämällä uudisrakennuksille asetettuja vaatimuksia. Laajennus voi olla moninkertainen verrattuna alkuperäiseen rakennukseen, jolloin laajennusta ei voida pitää merkityksettömänä. Ongelmia voi tulla, jos hankitaan hyvin huonokuntoinen rakennus, josta vain osa korjataan, ja rakennetaan laajennusosio alkuperäisen rakennuksen kylkeen yhdistäen pieni osa korjatusta rakennuksesta uuteen laajennusosaan pääasiallisena tarkoituksena käyttää laajennusosaa. Ympäristöministeriön (2024c) lausuntoyhteenvedossa oli mainittu myös laajennuksen olevan uudisrakentamista, jolloin, sitä tulisi uudisrakentamisen sääntely koskea. Jos uudisrakennusten vähähiilisyiden arvioinnin raja-arvo tulee olemaan matala, joka vaatii muutoksia rakennustavoissa enemmän, saattaa laajennusten hyödyntämisestä tulla kiertotie hiilijalanjäljen noudattamatta jättämiselle, jolloin vaikuttavuus vähähiiliseen rakentamiseen ohjauksessa vähenee.

Ilmastaselvityksen byrokratia tuo lisäkustannuksia uudisrakentamiselle, sillä se on uusi tehtäväosa rakennushankkeessa. Huovari et al. (2022) tutkimuksessa uudisrakentamisen volyymin arvioidaan laskevan ja uudisrakentamisen arvioidaan olevan 24 prosenttia vähemmän vuonna 2025 vuodesta 2022 mitattuna. Uudisrakentamisen volyymin laskevissa asuinrakennuskannan vuosittainen poistuman arvioidaan nousevan 36 prosenttia ja teknisen korjaustarpeen 19 prosenttia (Huovari et al., 2022). Vaikka ilmastaselvityksen laadinnan kustannukset eivät uudisrakennushankkeessa tule olemaan suuria, voi vähähiilisyiden raja-arvot vaatia muuttamaan rakentamista ympäristöystävällisempään suuntaan, joka saattaa nostaa rakentamisen kustannuksia. Uudisrakennusten kustannusten nouseminen voi pienentää uudisrakentamisen volyyymiä entisestään, jolloin korjausrakentamisen osuus rakennusalan markkinoista kasvaa entisestään. Korjausrakentamisen osuuden kasvaessa, rakentamisen hiilijalanjälki saattaa kasvaa, kun korjausrakentamisella ei vähähiilisyiden raja-arvoja ole asetettu.

Käyttöönoton siirtäminen vuodella eteenpäin on järkevää, sillä raja-arvoja ei ole julkaistu. Raja-arvoilla voi olla suurikin merkitys rakentamisessa, jonka vuoksi raja-arvot tulisi julkaista mahdollisimman pian, jotta siirtymä ilmastaselvityksen laatimiseen olisi mahdollisimman sujuva. Siirtymäaika antaa rakennusyriykselle mahdollisuuden laskea meneillään olevien rakennushankkeiden hiilijalanjälkiä, jolloin yrityksille on mahdollista kerryttää tietoa erilaisista rakennushankkeista jo etukäteen. Tällöin myös raja-arvoissa pysymisen pitäisi olla helpompaa, kun tietämystä hiilijalanjälkilaskentojen tuloksista löytyy.

5.6 Jatkotutkimus

Jatkotutkimusta aiheeseen tarvitaan, sillä aihe on ajankohtainen ja muuttuu koko ajan. Jatkotutkimuksen tekemisen edellytyksenä on kuitenkin se, että lainsäädäntö rakennuslain ja ilmastaselvitys asetuksen osalta on vahvistettu ja raja-arvot vähähiilisuudelle ovat saatavissa. Jatkotutkimuksessa olisi hyvä tutkia, uudisrakentamisen kehitystä ilmastaselvityksen näkökulmasta ja kuinka korjausrakentamisen osuuden nousu vaikuttaa Suomen rakentamisen ilmastotavoitteisiin, kun pelkästään osa uudisrakennuksista on arvioinnin piirissä. Lisäksi kehitystä ilmastaselvityksen lomakkeelle voisi tehdä siten, että lomakkeessa tai Excelissä olisi mukana raja-arvot, jolloin selvityksen laadinnassa valitsemalla käyttötarkoitukseluokan saisi raja-arvon laskennassa näkyviin suoraan täyttääkö laskenta raja-arvon vai ei.

5.7 Kriittisyys

Ilmastaselvityksen asetusta ja rakentamislakia ei ole vahvistettu muutosten osalta, jonka vuoksi työssä ei ole voitu tehdä tarkempaa vertailua ilmastaselvityksen vaikuttavuudesta. Raja-arvoja ei korjausrakentamisen puolelle tulla muutosten vuoksi julkaisemaan, jonka vuoksi työssä ei pystytä suorittamaan vertailua, joka olisi lainsäädäntöön perustavaa. Raja-arvojen puuttumisen vuoksi, työssä esitettävä ilmastaselvityksen lomake ei vastaa alkuperäistä ideaa, jossa lomakkeeseen olisi saatu raja-arvojen huomioiminen mukaan.

LÄHTEET

- Aatsalo, J., 2023. Tutkimus: Asenteet digitalisaatiota kohtaan yllättivät rakennusalalla. Artikkel. Rakennuslehti. [Viitattu 29.4.2024]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2023/10/tutkimus-asenteet-digitalisaatiota-kohtaan-yllattivat-rakennusalalla/>
- Ala-Kotila, P. & Häkkinen, T. 2019. Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT Technology. Raportti. VTT. 54 S. [Viitattu 5.4.2024]. ISSN 2242-122X
- Betoni a. Betoni rakennusmateriaalina. Verkkosivu. [Viitattu 9.8.2023]. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/>
- Betoni b. Vähähiilinen betoni. Verkkosivu. [Viitattu 9.8.2023]. Saatavissa: <https://betoni.com/betoni-ja-ymparisto/vahahiilinen-betoni/>
- Boverket 2022. Questions and answers about climate declarations. Verkkosivu. [Viitattu 14.8.2023]. Saatavissa: <https://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfq-documentation/climate-declaration/questions/>
- BREEAM. 2024. About BREEAM. Verkkosivu. [Viitattu 22.4.2024]. Saatavissa: <https://breeam.com/about/how-breeam-works>
- Business Norway. 2023. Norway is greening the construction industry. Artikkel. [Viitattu 2.11.2023]. Saatavissa: <https://businessnorway.com/articles/norway-is-greening-the-construction-industry>
- Carvalho, S., Oliveira, A., Strandsbjerg Pedersen, J., Manhice, H., Lisboa, F., Norguet, J., de Wit, F. & Duarte Santos, F. 2020. A changing Amazon rainforest: Historical trends and future projections under post-Paris climate scenarios. Artikkel. ScienceDirect, Elsevier. [Viitattu 19.4.2024]. Saatavissa: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818120302198/pdf?casa_token=Y7y8uD43TrcAAAAA:SA_VlwpsHo7xqw7IHkBq-aK9XkYd-MhM28HsqKS1YtL87iLzDpvD29phylf2QQzBHpSLjzvg&md5=cf23bad59e8f14f3d78739680aa162a1&pid=1-s2.0-S0921818120302198-main.pdf
- Climate Action Tracker. 2023. Warming Projections Global Update. No change to warming as fossil fuel endgame brings focus onto false solutions. PDF-raportti. 37 s. [Viitattu 15.4.2024]. Saatavissa: https://climateactiontracker.org/documents/1187/CAT_2023-12-05_GlobalUpdate_COP28.pdf

DGNB. 2021. Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion. PDF-tiedosto. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhaus-gasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf

DGNB. 2022. About the DGNB system. Verkkosivu. [Viitattu 22.4.2024] Saatavissa: <https://www.dgnb.de/en/certification/important-facts-about-dgnb-certification/about-the-dgnb-system>

DGNB. Residential Buildings. Verkkosivu. [Viitattu 17.5.2024]. Saatavissa: <https://www.dgnb.de/en/certification/important-facts-about-dgnb-certification/certification-schemes/residential-buildings>

Die Bundesregierung. 2022. Generationenvertrag für das Klima. Verkkosivu. [Viitattu 3.4.2024] Saatavissa: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>

Direktoratet for Byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning; § 17-1. Klimagassregnskap fra materialer. Verkkosivu. [Viitattu 15.4.2024]. Saatavissa: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1>

Elementtisuunnittelu. 2020. Elementtirakentamisen Historia. Verkkosivu. [viitattu 10.4.2024] Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

Euroopan komissio 2020. Uusi kiertotalouden toimintasuunnitelma puhtaamman ja kilpailukykyisemmän Euroopan puolesta. PDF-dokumentti. [Viitattu 10.8.2023]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0098>

Euroopan komissio a. Ilmastonmuutoksen seuraukset. Verkkosivu. [Viitattu 1.6.2023]. Saatavissa: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_fi

Euroopan komissio b. Ilmastonmuutoksen syyt. Verkkosivu. [Viitattu 1.6.2023] Saatavissa: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fi

Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto. 2023. Pariisin ilmastopöytäkirja. Verkkosivu. [Viitattu 1.6.2023]. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/paris-agreement/>

Eurooppa-neuvosto, Euroopan unionin neuvosto. 2024. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Verkkosivu. [Viitattu 19.4.2024]. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/green-deal/>

Euroopan parlamentti. 2023. P9_TA(2023)0068 Rakennusten energiatehokkuus (uudelleenlaadittu). PDF-dokumentti. [Viitattu 16.4.2024]. Saatavissa: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2023/03-14/0068/P9_TA\(2023\)0068_FI.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2023/03-14/0068/P9_TA(2023)0068_FI.pdf)

Euroopan parlamentti ja neuvosto. 2024. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (uudelleenlaadittu). PDF-dokumentti. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-102-2023-INIT/fi/pdf>

European Commission a. EU taxonomy for sustainable activities. Verkkosivu. [Viitattu 19.4.2024]. Saatavissa: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en?prefLang=fi

European Commission b. Sustainable urban development. Verkkosivu. [Viitattu 15.5.2024]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/themes/urban-development_en

European Commission. 2023. GHG emissions of all world countries. Verkkosivu. [Viitattu 19.4.2024]. Saatavissa: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023

European Commission, Joint Research Centre, Gervasio, H. & Dimova, S. 2018. Model for Life Cycle Assessment (LCA) of buildings. Publications Office of the European Union. PDF-raportti. 106 s. [Viitattu 21.4.2024]. Saatavissa: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/10016>

European Court of Human Rights. 2024a. Grand Chamber rulings in the climate change cases. Verkkosivu [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://www.echr.coe.int/w/grand-chamber-rulings-in-the-climate-change-cases>

European Court of Human Rights. 2024b. Violations of the European Convention for failing to implement sufficient measures to combat climate change. PDF-raportti. 7 s. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://hudoc.echr.coe.int/app/conversion/pdf/?library=ECHR&id=003-7919428-11026177&filename=Judgment%20Verein%20KlimaSeniorinnen%20Schweiz%20and%20Others%20v.%20Switzerland%20-%20Violations%20of%20the%20Convention%20for%20failing%20to%20implement%20sufficient%20measures%20to%20combat%20climate%20change.pdf>

European investment bank 2023. What drives firms' investment in climate change? Evidence from the 2022-2023 EIB Investment Survey. European Investment Bank. 78 s. [Viitattu 10.8.2023] ISBN 978-92-861-5537-6

Euroopan parlamentti 2022. Miten EU aikoo saavuttaa kiertotalouden vuoteen 2050 mennessä? Verkkosivu. [Viitattu 10.8.2023]. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20210128STO96607/miten-eu-aikoo-saavuttaa-kiertotalouden-vuoteen-2050-menessa>

Graennibyggd. Roadmap towards sustainable construction. Verkkosivu. [Viitattu 30.4.2024]. Saatavissa: <https://www.graennibyggd.is/en/bgf>

Green Building Council Finland. Ympäristöluokitukset. Verkkosivu. [Viitattu 13.7.2023]. Saatavissa: <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset/>

Green Building Council Finland. 2023a. Ympäristösertifointien määrä jatkaa tasaista kasvua. Artikkel. [Viitattu 20.4.2024]. Saatavissa: <https://figbc.fi/ymparistosertifointien-maara-jatkaa-tasaista-kasvua>

Green Building Council Finland. 2023b. Webinar: Introduction to the DGNB System for the Baltic States and Finland. Webinaari esite. [Viitattu 22.4.2024] Saatavissa: <https://figbc.fi/tapahtumat/webinar-introduction-to-the-dgnb-system-for-the-baltic-states-and-finland>

Gonnon, P. & Lootens, D. 2023. Toward Net Zero Carbon for Concrete and Mortar: Clinker Substitution with Ground Calcium Carbonate. Cement & Concrete Composites. Verkkolehti. Vol. 142. S. 105190–. [Viitattu 8.8.2023]. ISSN: 0958-9465 (Painettu). EISSN: 1873-393X Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105190>.

Halttunen, M., Lehenkari, J. & Seisto, A. 2023. Puurakentamisen edelläkävijät – kohti tulevaisuuskestävää rakentamista. STRA4-hankkeen muistio. VTT. 13 s. [Viitattu 26.4.2024]. Saatavissa: https://publications.vtt.fi/pdf/policybrief/2023/Policy_brief_puu-rakentaminen_final_100124.pdf

Helsingin kaupunki. 2024. Hiilijalanjäljen raja-arvo. Verkkosivu. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/rakennusluvan-hakeminen/hiilijalanjaljen-raja-arvo>

Huo, T., Ma, Y., Xu, L., Feng, W., & Cai, W. 2022. Carbon emissions in China's urban residential building sector through 2060: A dynamic scenario simulation. Energy (Oxford). Verkkolehti. Vol. 254. S. 124395. [Viitattu 12.7.2023]. ISSN 0360-5442 (Painettu). Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124395>

Huovari, J., Kurvinen, A., Lahtinen, M., Saari, A. & Sen, T. 2022. Asuinrakennusten korjaustarve 2020-2050. PDF-dokumentti. PTT. 96 s. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://www.ptt.fi/wp-content/uploads/media/julkaisut/asuinrakennusten-korjaustarve-2020-2050-ptt-raportteja-276.pdf>

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Opas arviointiin ja suunnitteluun. Rakennustieto Oy. Helsinki. 192 S. [Viitattu 17.5.2024]. ISBN: 978-952-267-344-2.

Ilgin, E. & Karjalainen, M. 2022. Korkeat puurakennukset: mahdollisuudet, edut, haasteet ja näkymät. Artikkel. Puu-lehti. [Viitattu 26.4.2024]. Saatavissa: <https://puu-info.fi/2022/10/21/korkeat-puurakennukset-mahdollisuudet-edut-haasteet-ja-nakymat/>

Ilmatieteen laitos, 2024. Varoitukset maa- ja merialueilla. Verkkosivu. [Viitattu 19.4.2024]. Saatavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/varoitukset>

IPCC. 2023. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PDF- raportti. Sveitsi. IPCC. 184 S. [Viitattu 22.4.2024] Saatavissa: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf

ISO 20887. 2020. Sustainability in buildings and civil engineering works — Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance. Sveitsi. ISO. 34 s.

Karasti, K. 2023. Kreikka, Espanja ja Italia kärvistelevät rajuisissa maasto-paloissa – Miten palot saavat alkunsa? Helsingin sanomat. Artikkel. [Viitattu 1.8.2023]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000009740468.html>

Koivumäki, K. 2024. Hiilidioksidi varastoidaan keinomarmoriin. RIL Rakennustekniikka 1/2024. Lehti. Vol. 80. S. 28–30. [Viitattu 5.4.2024]. ISSN 0033-913X

Kuokkanen, K. 2023. Heikko rakentaminen on seurausta kuudesta alaa piinaavasta ongelmasta, sanovat asiantuntijat: ”Märkää märän päälle”. Artikkel. Helsingin Sanomat. [Viitattu 18.4.2024]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000009911970.html>

Käyhkö, K., 2024. Valesokkelirakenne eli piilosokkeli. Verkkosivu. [Viitattu 11.4.2024]. Saatavissa: <https://www.rakennukset.fi/rakenteet/valesokkelirakenne-eli-piilosokkeli/>

Lacasse, M., Gaur, A. & Moore, T. 2020. Durability and Climate Change—Implications for Service Life Prediction and the Maintainability of Buildings. MDPI. Artikkel. [Viitattu 8.4.2024]. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/buildings10030053>

Lahdensivu, J., Pakkala, T., Pikkuvirta, J., Räsänen, A., Alastalo, S., Karvonen, A., Täubel, M., Pekkanen, J., Juntunen, M., Velashjerdi Farahani, A., Jokisalo, J., Kosonen, R., Jylhä, K., Lanki, T., Leino, O. & Kollanus, V. 2023. Rakennusten kosteusvauriot ja ylläpitäminen muuttuvassa ilmastossa – RAIL. PDF-tiedosto. Valtionneuvoston kans-

- lia. Helsinki. 173 s. ISSN pdf: 2342-6799. [Viitattu 19.4.2024] Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164539/VN_TEAS_2023_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LEED. 2024. LEED rating system. Verkkosivu. [Viitattu 22.4.2024]. Saatavissa: <https://www.usgbc.org/leed>
- Luukkola, P. 2024. Teräsyhtiö SSAB:n fossiilivapaa teräksen minimill-tuotantolaitos rakennetaan Ruotsin Luulajaan – ehdolla oli myös Raahe. Yle. Artikkel. [Viitattu 3.4.2024]. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20081670>
- Lützkendorf, T. & Balouktsi, M. 2022. Embodied Carbon Emissions in Buildings: Explanations, Interpretations, Recommendations. Buildings & cities. Verkkolehti. Vol. 3:1. S. 964–73. [Viitattu 1.8.2023]. ISSN: 2632-6655 (Painettu). EISSN: 2632-6655. Saatavissa: <https://doi.org/10.5334/bc.257>
- Lyytinen, J. 2022. Suomessa on liian vähän elementtitehtaita, jotta moduulirakentaminen lähtisi lentoon. Rakennuslehti. Artikkel. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2022/02/suomessa-on-liian-vahan-elementtitehtaita-jotta-moduulirakentaminen-lahtisi-lentoon/>
- Malminen, U. 2023. Sata vuotta kestävä ”palikkakoulu” ratkaisi sisäilmaongelmat – rakennus on esimerkki tulevasta. Yle. Artikkel. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20045779>
- Meijer, F. & Visscher, H. 2017. Quality control of constructions: European trends and developments. Artikkel. International Journal of Law in the Built Environment. 20 s. [Viitattu 18.4.2024]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/319061893_Quality_control_of_constructions_European_trends_and_developments
- Ministry of the interior and housing 2021. National Strategy for Sustainable Construction. PDF-dokumentti. [Viitattu 15.8.2023]. Saatavissa: https://im.dk/Media/637602217765946554/National_Strategy_for_Sustainable_Construktion.pdf
- Modular Building Institute. 2024. What is Modular Construction? Verkkosivu. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://www.modular.org/what-is-modular-construction/>
- MRL 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Muurame. Lupahakemus, rakennus-, toimenpide-, maisema-, purkamislupa, rakentamislomitus, purkamislomitus. [Viitattu 25.7.2023]. Saatavissa: https://www.muurame.fi/wp-content/uploads/library/files/599438dfc9105844710009f6/LUPAHAKE-MUS_purkasmislupa.pdf

Määttänen, T. 2023. Rakennusala kaipaa valtion vetoapua kanveesista nousuun. RIA. Artikkele. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://www.ria.fi/fin/ajankohtaista/2023/12/rakennusala-kaipaa-valtton-vetoapua-kanveesista-nousuun>

Mölsä, S. 2021. Analyysi: Puurakentaminen on liian kallista, siksi sen edistämässä siirryttiin pakkoon. Artikkele. Rakennuslehti. [Viitattu 26.4.2024]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2021/03/analyysi-puurakentamista-on-edistetty-yli-25-vuotta-mutta-vastapakko-tuotti-tulosta/>

Nikolopoulou, M. 2024. Pioneering circular economy initiatives: building sustainable communities for a better future. Artikkele. European Circular Economy Stakeholder Platform. [Viitattu 29.4.2024]. Saatavissa: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/news-and-events/all-news/pioneering-circular-economy-initiatives-building-sustainable-communities-better-future>

Nordic Innovation. 2023. Harmonising Nordic Building Regulations concerning Climate Emissions. PDF-dokumentti. 24 s. [Viitattu 15.4.2024]. Saatavissa: <https://pub.norden.org/us2023-450/us2023-450.pdf>

Nordic sustainable construction 2023. Reuse of construction materials is rewarded in the Nordic building LCA. Verkkosivu. [Viitattu 15.8.2023]. Saatavissa: <https://nordicsustainableconstruction.com/news/2023/may/reuse-of-construction-materials>

One Click LCA. 2024. LCA green building credits. Verkkosivu. [Viitattu 17.5.2024]. Saatavissa: <https://oneclicklca.com/software/design-construction/certifications-compliance/leed-credits-green-building-certifications>

Partanen, P. 2022. Maailman käytetyin rakennusmateriaali on paha ilmastopulma – Vihreän betonin resepti voi löytyä teollisuuden jätevirroista. Artikkele. Rakennuslehti. [Viitattu 8.8.2023]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2022/04/maailman-kaytetyin-rakennusmateriaali-on-paha-ilmastopulma-vihrean-betonin-resepti-voi-loytya-teollisuuden-jatevirroista/>

Peters, A. 2022. An abandoned Berlin airport is being transformed into a climate-neutral, car-free neighborhood. Artikkele. Fast Company. [Viitattu 26.4.2024]. Saatavissa: <https://www.fastcompany.com/90769791/an-abandoned-berlin-airport-is-being-transformed-into-climate-neutral-car-free-neighborhood>

Puutuoteteollisuus Ry. 2020. Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta. PDF-raportti. 40 s. [Viitattu 6.7.2023]. Saatavissa: https://puutuoteteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparistokiertotalous-yms/V%C3%A4h%C3%A4hiilisen%20puurakentamisen%20tiekartta_lop-puraportti_final.pdf

Puutuoteteollisuus. 2023. Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki tai hiilidioksidipäästö. Verkkosivu. [Viitattu 6.7.2023]. Saatavissa: <https://puutuoteteollisuus.fi/tietoa-puusta-ja-tuotteista/hiilijalanjalki-hiilikadenjalki>

Rakennusfysiikka, Tampereen yliopisto. Suomalainen homemalli. Verkkosivu. [Viitattu 18.4.2024] Saatavissa: <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli>

Rakennus tietosäätiö RTS. 2022. RTS-ympäristöluokitus Hanke2022: Asuinkerrostalot. PDF-tiedosto. 78 s. [Viitattu 17.5.2024]. Saatavissa: https://tiedostot.rakennustieto.fi/ymparisto/yl/rts-ymparistoluokitus-2-1_hanke2022_asuinkerrostalot_221109.pdf

Rakentajan toimitus. 2022. Näin digitalisaatio mullistaa rakennusalaan. Artikkelit. RakentajaPRO. [Viitattu 30.4.2024]. Saatavissa: <https://rakentaja.pro/artikkelit/n%C3%A4in-digitalisaatio-mullistaa-rakennusalaan/>

Rakentajan toimitus. 2023. Selvitys: Heikko laatu aiheuttaa miljoonien menetykset rakennusalaan. Artikkelit. RakentajaPRO. [Viitattu 18.4.2024]. Saatavissa: <https://rakentaja.pro/artikkelit/selvitys-heikko-laatu-aiheuttaa-miljoonien-menetykset-rakennusalaan/>

Rakentamislaki 751/2023. Rakentamislaki. [Viitattu 20.4.2024]. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2023/20230751>

Ritchie, H. 2019. Who has contributed most to global CO2 emissions? Artikkelit. Our World In Data. [Viitattu 28.5.2024] Saatavissa: <https://ourworldindata.org/contributed-most-global-co2>

Rockfon. 2023. The Best-Known Global Green Building Certifications. Verkkosivu. [Viitattu 20.4.2024]. Saatavissa: <https://www.rockfon.co.uk/about-us/blog/2023/green-building-certifications/>

RT 103607 (2023). Rakentamislaki. Suomen säädöskokoelma 751/2023. Ympäristöministeriö/ Rakennustietosäätiö RTS sr. 28 s.

RT Rakennusteollisuus. 2022. Ukrainan sodan vaikutukset rakennusalaan. PDF-tiedosto. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-ukraina-kooste-2142022.pdf>

RT Rakennusteollisuus. Kestävä rakentaminen. Verkkosivu. [Viitattu 8.4.2024]. Saatavissa: <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/kestava-rakentaminen/>

Ruggeri, A. 2023. Ilmastolle kevyempää betonia. Artikkel. Aalto yliopiston lehti. Vol 33. [Viitattu 29.4.2024] Saatavissa: <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/perinteisen-betonin-super-luja-haastaja-tehdaan-ekologisesti-savesta-jopa-suoraan-rakennuspaikalla>

Salmi, M. 2024. Kuivuus paljasti uponneen kylän kirkon Espanjassa – katso kuvat ennen ja nyt. Yle. Artikkel. [Viitattu 10.1.2024] Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20067551>

SBK-säätiö. 2009. Tehdään elementeistä, Suomalaisen betonielementtirakentamisen historia. Gummerrus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 332 s. [Viitattu 11.4.2024]. ISBN 978-952-92-5772-0

SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020. 2021 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15804:2012 + A2:2019. 2020. Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15978. 2012. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Sharma, A., Saxena, A., Sethi, M., Shree, V. & Varun. 2011. Life cycle assessment of buildings: A review. Artikkel. Science Direct. [Viitattu 24.4.2024]. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032110002959>

Sipola, M. 2022. Maailman ensimmäinen erä fossiilivapaata terästä on valmiina – uusi teknologia vähentää pian Suomen hiilidioksidipäästöjä seitsemän prosenttia. Artikkel. Yle. [Viitattu 2.11.2023] Saatavissa: <https://yle.fi/a/3-12062634>

Sitowise. Vastuullisuus Sitowisessä. Verkkosivu. [Viitattu 17.4.2024] Saatavissa: <https://www.sitowise.com/fi/vastuullisuus-sitowisessa>

STT & AFP. 2024. Euroopan ihmisoikeustuomioistuimelta ensimmäiset ilmastonmuutokseen liittyvät ratkaisut – Sveitsin katsottiin rikkoneen joitakin ihmisoikeuksia. Artikkel. Keksisuomalainen. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://www.ksml.fi/uutissuomalainen/6685044>

Suomen virallinen tilasto, SVT. 2024a. Rakennus- ja asuntotuotanto. Verkkojulkaisu. ISSN=1796-3257. Helsinki. Tilastokeskus. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://stat.fi/tilasto/ras>

Suomen virallinen tilasto, SVT. 2024b. Väestörakenne. Verkkojulkaisu. ISSN=1797-5379. Helsinki. [Viitattu 29.5.2024]. Saatavissa: <https://stat.fi/tilasto/vaerak>

Suomen ympäristökeskus Syke. 2024. Ilmastonmuutos näkyy jo Suomen luonnossa. Verkkosivu. [Viitattu 24.4.2024]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi/ympariston-tila/ilmastonmuutos/ilmastonmuutos-etenee>

Sweco. 2024. YK:n kestävän kehityksen tavoitteet Swecon työssä. Verkkosivu. [Viitattu 17.4.2024]. Saatavissa: <https://www.sweco.fi/yk-kestavan-kehityksen-tavoitteet/>

Työterveyslaitos. Asbesti. Verkkosivu. [Viitattu 11.4.2024]. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/asbesti>

Urban Design Lab. 2023. History of Urban Design: From ancient to Modern cities. Artikkel. Urban Design Lab. [Viitattu 15.5.2024]. Saatavissa: <https://urbandesignlab.in/history-of-urban-design-from-ancient-to-modern-cities/>

Vainio, T. 2020. Asuntotuotantotarve 2020-2040. PDF-Raportti. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology No. 377. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://doi.org/10.32040/2242-122X.2020.T377>

Valtioneuvosto 2022. Rakennuksen ilmastaselvityksen ja materiaaliselosteen asetusluonnokset lausuntokierrokselle. Verkkosivu. [Viitattu 29.05.2023] Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennuksen-ilmastaselvityksen-ja-materiaaliselosteen-asetusluonnokset-lausuntokierrokselle>

Valtioneuvoston kanslia. Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda2030. Verkkosivu. [Viitattu 16.4.2024]. Saatavissa: <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>

Vehkasalo, V. 2020. Ilmastopakolaisia on joko satoja miljoonia- tai ei lainkaan. Artikkel. Suomen YK-liitto. [Viitattu 2.11.2023]. Saatavissa: <https://www.ykliitto.fi/uutiset-media/uutiset/ilmastopakolaisia-on-joko-satoja-miljoonia-tai-ei-lainkaan>

VSSW. Allmandring IV. Verkkosivu. [Viitattu 18.4.2024]. Saatavissa: <https://www.vssw.de/studentenwohnheim/allmandring-iv/>

Väisänen, M. 2023. Kaakaon loppu? Artikkel. Yle. [Viitattu 2.11.2023]. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20055679>

Wong, L.S. 2022. Durability Performance of Geopolymer Concrete: A Review. Artikkel. Polymers 2022. [Viitattu 29.4.2024]. Saatavissa: <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/5/868>

World Green Building Council 2023a. Bringing embodied carbon upfront. Verkkosivu. [Viitattu 12.7.2023]. Saatavissa: <https://worldgbc.org/advancing-net-zero/embodied-carbon/>

World Green Building Council 2023b. Advancing Net Zero. Verkkosivu. [Viitattu 12.7.2023]. Saatavissa: <https://worldgbc.org/advancing-net-zero/>

World Green Building Council 2023c. The World Green Building Council Home page. Verkkosivu. [Viitattu 12.7.2023]. Saatavissa: <https://worldgbc.org/>

World Green Building Council. 2024a. Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals. Verkkosivu. [viitattu 17.4.2024]. Saatavissa: https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/03/08100817/WorldGBC-SDG-Graphics_CITYSCAPE-scaled.jpg

World Green Building Council. 2024b. Sustainable built environments & the UN's Sustainable Development Goals. Verkkosivu. [Viitattu 17.4.2024] Saatavissa: <https://worldgbc.org/sustainable-development-goals/>

World Green Building Council. 2024c. Sustainable Building Certifications. Verkkosivu. [Viitattu 20.4.24]. Saatavissa: <https://worldgbc.org/sustainable-building-certifications/>

YIT. 2024. Kestävän kehityksen tavoitteet (SDG). Verkkosivu. [Viitattu 17.4.2024] Saatavissa: <https://www.yitgroup.com/fi/vastuullisuus/vastuullisuuden-johtaminen/kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Ympäristömerkitä Suomi. Uudisrakennukset. Verkkosivu. [Viitattu 22.4.2024]. Saatavissa: <https://outsenmerkki.fi/kriteerit/089-uudisrakennukset/>

Ympäristöministeriö a. Vähähiilinen rakentaminen. Verkkosivu. [Viitattu 29.05.2023] Saatavissa: <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

Ympäristöministeriö b. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuu. Verkkosivu. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/>

Ympäristöministeriö c. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkosivu. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>

Ympäristöministeriö d. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuu, Tietoa lakiuudistuksesta. Verkkosivu. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/tietoa-lakiuudistuksesta/>

Ympäristöministeriö e. Rakentamislaki ohjaa kestäväää rakentamista. Verkkosivu. [Viitattu 11.4.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/rakentamislaki>

Ympäristöministeriö f. Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta. Verkkosivu. [Viitattu 10.4.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-vahahiilisesta-rakentamisesta>

Ympäristöministeriö g. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä. Verkkosivu. [Viitattu 4.04.2024] Saatavissa: <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM027:00/2021>

Ympäristöministeriö h. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen materiaaliselosteesta. Verkkosivu. [Viitattu 18.01.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM031:00/2022>

Ympäristöministeriö (1048/2017). Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiato-distuksesta 1048/2017 Liite 2, Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot. [Viitattu 12.4.2024]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6822.pdf>

Ympäristöministeriö. 2005. Maankäyttö- ja rakennuslain toimivuus, Arvio laista saaduista kokemuksista. PDF-tiedosto. 176 s. [Viitattu 2.4.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/documents/1410903/0/SY781-Maankaytto--ja-rakennuslain-toimivuus---Arvio-laista-saaduista-kokemuksista.pdf/a8367009-7358-2e20-3589-68763ee8dfb9/SY781-Maankaytto--ja-rakennuslain-toimivuus---Arvio-laista-saaduista-kokemuksista.pdf?t=1688548801955>

Ympäristöministeriö. 2021a. Pohjoismaat tarttuneet yhteistuumiin toimiin rakentamisen ilmastopäästöjen pienentämiseksi. Ministeriön tiedote. [Viitattu 8.8.2023]. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/pohjoismaat-tarttuneet-yhteistuumiin-toimiin-rakentamisen-ilmastopaastojen-pienentamiseksi>

Ympäristöministeriö. 2021b. Selvitys: Valtaosa suomalaisista haluaa, että oma kotikunta rakentaisi enemmän puusta. Ministeriön tiedote. [Viitattu 18.4.2024]. Saatavissa: <https://oikeusministerio.fi/-/1410903/selvitys-valtaosa-suomalaisista-haluaa-etta-oma-kotikunta-rakentaisi-enemman-puusta>

Ympäristöministeriö. 2022a. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä (Luonnos 30.9.2022, lausuntokierros). PDF-dokumentti. 14 s. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposallid=70fe9e3d-e065-4143-ba6e-4e1f63299842&attachmentId=19499>

Ympäristöministeriö. 2022b. Rakennusten ilmastaselvitys. PDF-dokumentti. [Viitattu 14.8.2023]. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/04/Vahahiillisen-rakentamisen-seminaari-2022-Matti-Kuittinen-Rakennuksen-Ilmastaselvitys.pdf>

Ympäristöministeriö. 2022c. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen materiaaliselosteesta (Luonnos 30.9.2022, lausuntokierros). PDF-dokumentti. 4 s. [Viitattu 18.1.2024]. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposallid=281439c7-9285-4141-a480-4efd9addb0cb&attachmentId=19504>

Ympäristöministeriö. 2023a. Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Ministeriön tiedote. [Viitattu 12.6.2023]. Saatavissa: <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaa-tiota-edistavat-lait>

Ympäristöministeriö. 2023b. Mitä on kestävä kehitys? Verkkosivu. [Viitattu 16.4.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>

Ympäristöministeriö. 2024a. Hallituksen esitys laiksi rakentamislain ja siihen liittyvien lakien muuttamisesta. PDF-dokumentti. 84 s. [Viitattu 15.4.2024]. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposalId=65211281-8a8f-4eb3-9465-ff3246a312c0&attachmentId=21644>

Ympäristöministeriö. 2024b. Ympäristöministeriö sai lähes 280 lausuntoa rakentamislakiin esitetyistä muutoksista – keskeiset linjaukset lain muuttamisesta tehty. Ministeriön tiedote. [Viitattu 23.4.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/-/ymparistoministerio-sai-lahes-280-lausuntoa-rakentamislakiin-esitetyista-muutoksista-keskeiset-linjaukset-lain-muuttamisesta-tehty>

Ympäristöministeriö. 2024c. Lausuntoyhteenveto luonnoksesta rakentamislain muuttamisesta. PDF-dokumentti. 14 s. [25.4.2024]. Saatavissa: https://api.hankeikkuna.fi/asia-kirjat/fc6d3341-ddd1-4860-872c-2c70e23a3d24/81a57a82-109f-40fc-abae-2c8e81f9f364/YHTEENVETO_20240422084407.PDF

Ympäristöministeriö. 2024d. Rakennusten energia-tehokkuus-direktiivin uudistus. Verkkosivu. [Viitattu 28.5.2024]. Saatavissa: <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-uudistus>

Zibell, L., Bolscher, H., Beznea, A., Finesso, A., Forestier, O., Hereford, J., Moerenhout, J., Cardellini, G., Trigaux, D., Schelhaas, M., Garcia Chavez, L.Y., Ruschi Mendes Saade, M., Passer, A., Hoxha, E., Bates, J. & Kaar, A. 2021. Evaluation of the climate benefits of the use of harvested wood products in the construction sector and assessment of remuneration schemes: Final Report. PDF-Raportti. European Commission. 306 s. [Viitattu 26.4.2024]. Saatavissa: <https://library.wur.nl/WebQuery/wur-pubs/fulltext/570857>

LIITE A: ILMASTOSELVITYKSEN LOMAKE

(Ympäristöministeriö, 2022a)

ILMASTOSELVITYS

Rakennustunnus:			
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokat:			
Rakennuksen suunniteltu käyttäjämäärä:			
Rakennuksen lämmitetty nettopinta-ala:			m^2
Rakennuspaikan pinta-ala:			m^2
Rakennuksen tavoitteellinen käyttöikä:			a
Käytettyjen arviointijaksojen pituus:			a
Rakennuksen laskennallinen ostoenergian kulutus:			
	$\frac{kWh}{a}$		$\frac{kWh}{m^2 * a}$
Vähähiilisyden arvioinnin tulokset yhteenlaskettuna:			
Rakennuspaikka:			
Käyttötarkoitukseluokka		Hiilijalanjälki	$kgCO_2e$
Rakennus:			
Käyttötarkoitukseluokka		Hiilijalanjälki	$kgCO_2e$
Käyttötarkoitukseluokka		Hiilijalanjälki	$kgCO_2e$
Käyttötarkoitukseluokka		Hiilijalanjälki	$kgCO_2e$
Kantavien rakenteiden pääasiallinen rakennusmateriaali:			
Laskennassa käytetyt laskentaohjelmat:			
Paikka:		Päivämäärä	
Laatija:			
Koulutus:			
Allekirjoitus			

Liite 1. Vähähiilisyden arvioinnin tulokset eriteltynä rakennuksen elinkaaren vaiheille

Liite 1. Vähähiilisyden arvioinnin tulokset eriteltynä rakennuksen elinkaaren vaiheille

Vähähiilisyden arviointi hiilijalanjälki				
		Rakennus	Rakennuspaikka	
A1-A3	Rakennustuotteiden valmistus			$kgCO_2e/m^2/a$
A4	Rakennustuotteiden kuljetus			$kgCO_2e/m^2/a$
B4	Työmaatoiminnot			$kgCO_2e/m^2/a$
B6	Energian käyttö			$kgCO_2e/m^2/a$
C1	Purkaminen			$kgCO_2e/m^2/a$
C2	Purkujätteen kuljetukset			$kgCO_2e/m^2/a$
C3	Purkujätteen käsittely			$kgCO_2e/m^2/a$
C4	Purkujätteen loppusijoitus			$kgCO_2e/m^2/a$
Hiilijalanjäljen yhteenlaskettu summa				$kgCO_2e/m^2/a$
				$kgCO_2e$

Vähähiilisyden arviointi hiilikädenjälki				
		Rakennus	Rakennuspaikka	
D1	Uudelleen käyttö ja kierrätys			$kgCO_2e/m^2/a$
D2	Hyödyntäminen energiana			$kgCO_2e/m^2/a$
D3	Ylimääräinen uusiutuva energia			$kgCO_2e/m^2/a$
D4	Tuotteiden hiilivarastovaikutus			$kgCO_2e/m^2/a$
D5	Karbonatisoituminen			$kgCO_2e/m^2/a$
D6	Istutettu puusto			$kgCO_2e/m^2/a$