

11.6.2024

Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 - tiekartan päivitys

ANNA LAINE, SAARA POHJALAINEN, IRIS MÄNTYLÄ, ALEKSI ELO-
RANTA, JENNY LEHTOMÄKI, TUOMAS RAIVIO
GAIA CONSULTING OY



Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Rakennettu ympäristö Suomessa	4
2.1	Suomen rakennuskanta.....	4
2.2	Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka	5
2.3	Rakennetun ympäristön energian käyttö ja tuotanto.....	5
2.4	Taloudellisia suuruusluokkia	7
3	Rakennusalan vähähiilisuuden sääntelyn kehitys.....	8
3.1	EU:n ilmastopolitiikka ja rakentaminen.....	8
3.1.1	55-valmiuspaketti	9
3.1.2	Rakennusten perusparannusaalto ja energiatehokkuuslainsäädäntö.....	11
3.1.3	Rakennustuoteasetuksen uudistus.....	13
3.1.4	Taakanjakosektorin tavoitteiden päivitys.....	14
3.2	Kansallinen ilmasto- ja energiapolitiikka.....	14
3.2.1	Rakentamislaki	14
3.2.2	Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia.....	16
3.2.3	Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (KAISU).....	16
3.2.4	Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia.....	17
3.2.5	Suomen kiertotalouden strateginen ohjelma.....	18
4	Rakennetun ympäristön ja rakennusteollisuuden hiilijalanjäljen päivitys	18
4.1	Laskentaperusteet.....	18
4.1.1	Rakennukset (talonrakentaminen).....	18
4.1.2	Liikenneverkot (infrarakentaminen)	23
4.1.3	Yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)	25
4.2	Laskennan tulokset	26
4.2.1	Rakennukset (talonrakentaminen).....	27
4.2.2	Liikenneverkot (infrarakentaminen)	29
4.2.3	Yhdyskuntatekniikan materiaalit (infrarakentaminen)	31
4.2.4	Arvio tulosten laadusta / laskennan epävarmuudet	32
5	Päästövähennystoimien kehitys toimialalla.....	35
5.1	Vähähiilisten materiaalien tuotanto ja käyttö	35
5.2	Rakennustoimintaan ja -työmaihin liittyvät toimenpiteet.....	38

5.3	Rakennusten käyttöön liittyvät toimenpiteet.....	41
6	Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio	43
6.1	Arvioitavat toimenpiteet	44
6.2	Yhteenveto vaikutusarvioinnista	46
7	Vähähiilisyiden skenaarioiden päivitys	48
7.1	Skenaarioiden oletukset ja niiden muutokset	48
7.1.1	Perusuraskenaario	48
7.1.2	Innovatiiviset ratkaisut -skenaario.....	50
7.2	Rakentamisen kysyntä skenaarioissa	51
7.2.1	Uudisrakentaminen	51
7.2.2	Korjausrakentaminen	52
7.2.3	Infrarakentaminen – liikenneverkot.....	52
7.2.4	Infrarakentaminen – yhdyskuntatekniikka	54
7.2.5	Infran kunnossapito.....	55
7.3	Skenaarioiden päästövaikutusten arvioinnin laskentaoletukset.....	55
8	Skenaariolaskennan tulokset	58
8.1	Perusuraskenaario	58
8.1.1	Päivitysten vaikutukset perusuraan	58
8.1.2	Päästökehitys toiminnoittain ja materiaaleittain.....	59
8.2	Innovatiiviset ratkaisut -skenaario.....	61
8.2.1	Päivitysten vaikutukset innovatiiviset ratkaisut -skenaarioon	61
8.2.2	Päästökehitys toiminnoittain ja materiaaleittain innovatiiviset ratkaisut - skenaariossa.....	63
8.3	Alatoimialakohtainen potentiaali skenaarioiden toteutumisessa.....	66
8.3.1	Talonrakentaminen ja -rakennuttaminen.....	66
8.3.2	Infrarakentaminen	69
9	Yhteenveto	71
	Liite 1: Case-tarkastelut alan yritysten päästövähennystoimista.....	74
	Liite 2: Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio	87
	Liite 3: Laskennassa käytetyt päästökertoimet.....	126

1 Johdanto

Vuonna 2020 valmisteltiin pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelman¹ (2019) mukaisesti ensimmäistä kertaa Suomen toimialojen vähähiilisyystiekartat työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) koordinoimana. Tiekartat laadittiin 13 eri toimialalle ja niissä kuvattiin, miten kukin toimiala edistää osaltaan Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista vuoteen 2035 mennessä. Rakennusteollisuus RT:n Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -tiekartta toteutettiin rakennusalan ja sen sidosryhmien yhteistyönä. Vuoden 2020 vähähiilisyystiekarttatyössä selvitettiin ensimmäistä kertaa koko Suomen tasolla rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vuosittainen hiilijalanjälki, mahdolliset päästövähennyskeinot ja niiden edellytykset, ja luotiin skenaariot tulevaisuuteen vuoteen 2050 saakka. Tiekarttatyön tuloksena syntyi neljä julkaistua raporttia.²

Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman³ (2023) mukaan toimialojen vähähiilisyystiekartat päivitetään keväällä 2024. Tämä raportti päivittää vuonna 2020 toteutetun Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035- hankkeen julkaistujen raporttien sisältöä ja erityisesti rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen nykytila- ja skenaariolaskentaa vastaamaan tuoreinta saatavilla olevaa tilastotietoa ja tuoreinta rakennusalan vähähiilisyttä ohjaavaa EU:n ja Suomen sääntelyä, kuten EU:n 55-valmiuspakettia. Lisäksi raportissa on kuvattu alatoimialakohtaista potentiaalia eli päästövähennyspolkuja skenaarioiden toteutumisessa.

Vähähiilisyystiekartan päivistyksen tavoitteena oli myös selvittää, mitä päästövähennystoimenpiteitä alalla on jo tehty ja suunnitteilla vuoden 2020 tiekartan julkaisun jälkeen. Valituista eri rakennusteollisuuden alatoimialoja kattavista jäsenyrityksistä, jotka ovat toteuttaneet päästövähennystoimenpiteitä vuoden 2020 jälkeen, toteutettiin haastattelujen avulla tarkemmat case-tarkastelut (Liite 1). Lisäksi päivistyksessä tuotettiin tarvittavien päästövähennystoimenpiteiden tarkempi vaikutusarviointi, kattaen laajan kirjon vaikuttavuusluokkia kustannuksista biodiversiteettivaikutuksiin ja osaamistarpeisiin (Liite 2). Päivitystyöhön kuului myös kaksi työpajaa Rakennusteollisuus RT:n jäsenyrityksille, joista ensimmäisessä validoitiin päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvioinnin alustavia tuloksia ja toisessa keskusteltiin alatoimialakohtaisista päästövähennyspoluista, niiden toteutumisen edellytyksistä ja toteutumisen seurannan menetelmistä.

¹ Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019: Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161931>

² <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisyden-tiekartta/>

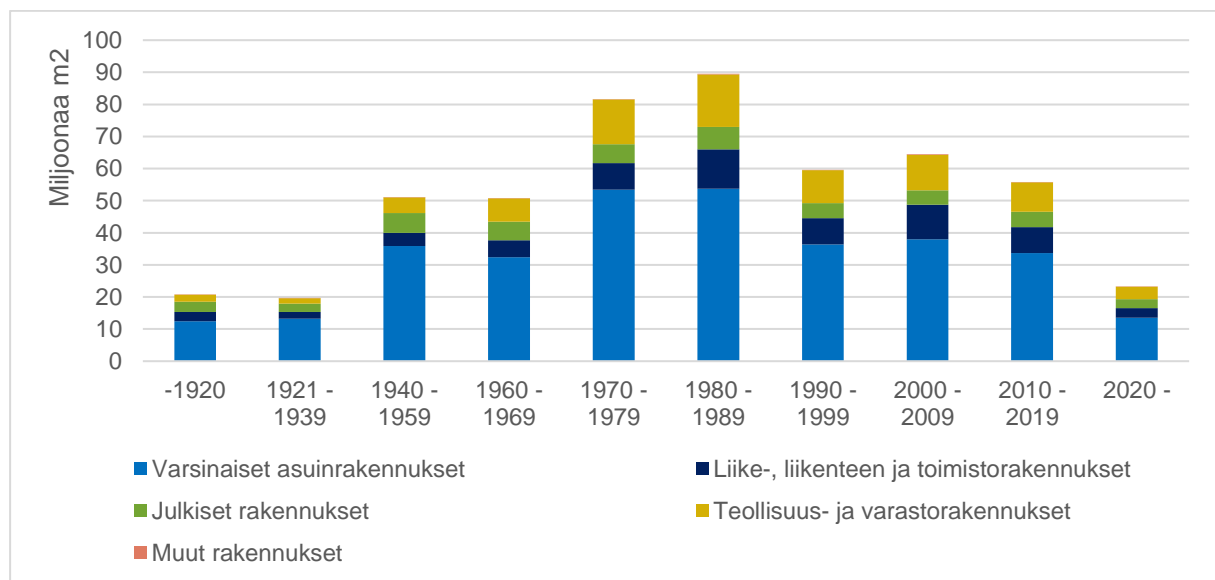
³ Vahva ja välittävä Suomi - Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma (20.6.2023). <https://valtioneuvosto.fi/hallitukset/hallitusohjelma#/>

2 Rakennettu ympäristö Suomessa

Rakennettuun ympäristöön kuuluu kaikki ihmisen rakentama, ja se koostuu pääosin rakennuksista, liikenneverkosta ja yhdyskuntatekniikasta. Rakennettuun ympäristöön lasketaan usein mukaan myös puistot, pihat ja viheralueet, mutta nämä on rajattu pois tämän raportin tarkastelusta, koska ne eivät ole kasvihuonekaasupäästöjen kannalta merkittäviä rakennetun ympäristön kokonaisuudessa.

2.1 Suomen rakennuskanta

Suomessa oli vuonna 2023 Tilastokeskuksen rakennuskantatilastojen mukaan yli 1,54 miljoonaa talorakennusta, joiden kerrosala on yhteensä noin 516,7 miljoonaa neliometriä (m²). Koko rakennuskannan kerrosalasta 62 % on varsinaisia asuinrakennuksia, 16 % teollisuus- ja varastorakennuksia, 13 % liike-, liikenne- ja toimistorakennuksia ja 9 % julkisia rakennuksia (mukaan lukien esimerkiksi hoitoalan, opetuksen ja pelastustoimen rakennukset). Jokaista suomalaista kohden rakennettua kerrosalaa on yhteensä noin 92 neliometriä, joka on 3 neliometriä enemmän henkilöä kohden kuin vuoden 2020 tiekartan tiedoissa. Kuvassa 1 on nähtävissä Suomen rakennuskannan valmistumisvuosikymmenet. Suomen rakennuskanta on suhteellisen nuorta, sillä kerrosalalla mitattuna rakennuksista 57 % on rakennettu vuoden 1980 jälkeen. Nykyisessä rakennuskannassa yleisimmät valmistumisvuosikymmenet ovat 1970- ja 1980-luvut.



Kuva 1. Suomen talorakennuskannan valmistumisvuosikymmenen rakennustyypeittäin (miljoonaa m²)⁴.

⁴ Tilastokeskus (2023). Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistumisvuoden mukaan, 2023. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_rakke/statfin_rakke_pxt_116g.px/

2.2 Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka

Suomen liikenneverkko koostuu tie- ja rataverkosta, metrosta, raitioteistä, satamista ja vesiväylistä, sekä lentokentistä. Tieverkkoon kuuluvat valtion vastuulla olevat maantiet (77 906 km⁵), kuntien vastuulla olevat kadut (noin 31 000 km ilman jalankulun ja pyöräliikenteen erillisiä⁶) sekä yksityistiet (noin 360 000 km). Yksityisteistä pysyvän asutuksen käytössä olevia yksityisteitä on noin 90 000 km, rakennettuja metsäautoteitä arviolta 120 000 km sekä muita autolla ajokelpoisia metsä- ja mökkiteitä on noin 110 000 km.⁷ Lisäksi rautateiden ratapituus vuonna oli 5 918 km, raitiotien ratapituus 61 km ja metron linjapituus 43 km vuonna 2022.⁸ Liikenneverkkoon liittyy myös taitorakenteita, kuten siltoja. Väyläviraston omistamia siltoja oli vuonna 2021 yhteensä 17 596 kappaletta, joista 15 117 on tiesiltoja ja 2 479 rautatieverkon siltoja⁹.

Yhdyskuntatekniikka koostuu kaukolämpö-, sähkö-, maakaasu-, vesijohto- ja dataverkoista. Kaukolämpöverkkoja oli vuonna 2022 yhteensä 16 240 km¹⁰ ja sähköverkkoja 437 484 km¹¹. Maakaasuverkko koostuu Gasgrid Finlandin vastuulla olevasta siirtoverkosta (1150 km¹²) ja energiayhtiöiden hallinnoimista jakeluverkkoista (n. 2 023 km¹³). Vesijohtoverkot koostuvat vesijohtoverkoista (107 000 km) ja jätevesiviemäreistä (50 000 km)¹⁴. Dataverkkoja hallinnoivat eri teleyhtiöt, mutta kilometrimääristä ei ole tarkkaa tietoa, koska niitä ei tilastoida Suomen tasolla.

2.3 Rakennetun ympäristön energian käyttö ja tuotanto

Rakennetun ympäristön energian käyttö jakautuu rakennetun ympäristön käytönaikaiseen energiankäyttöön ja rakentamisen energiankäyttöön. Infrastruktuurien käytön energiankäyttöä (liikenne, siirretty vesi, siirretty energia) ei lasketa rakennetun ympäristön energiankäyttöön, mutta rakennusten lämmitys, sähkönkäyttö ja muut vastaavat käyttötavat lasketaan.

Rakentamisen energiankäyttö koostuu rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksesta, sekä työmaatoiminnoista so. rakennusmateriaalien ja tuotteiden järjestämisestä ja liittämisestä toisiinsa rakennukseksi tai rakenteiksi.

⁵ Tilastokeskus (2023). Suomen tilastollinen vuosikirja 2023

⁶ <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/katuverkko-ja-kaupunkiraideliikenne>

⁷ <https://www.tieyhdistys.fi/yksitystiet/yleista-yksitysteista/>

⁸ Tilastokeskus (2023). Suomen tilastollinen vuosikirja 2023

⁹ Väylävirasto (2022). Väyläviraston sillat 31.12.2021. Väyläviraston julkaisuja 53/2022

¹⁰ Energiateollisuus ry (2023). Kaukolämpötilasto 2022.

¹¹ <https://energiavirasto.fi/verkko toiminnan-julkaisut>

¹² <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>

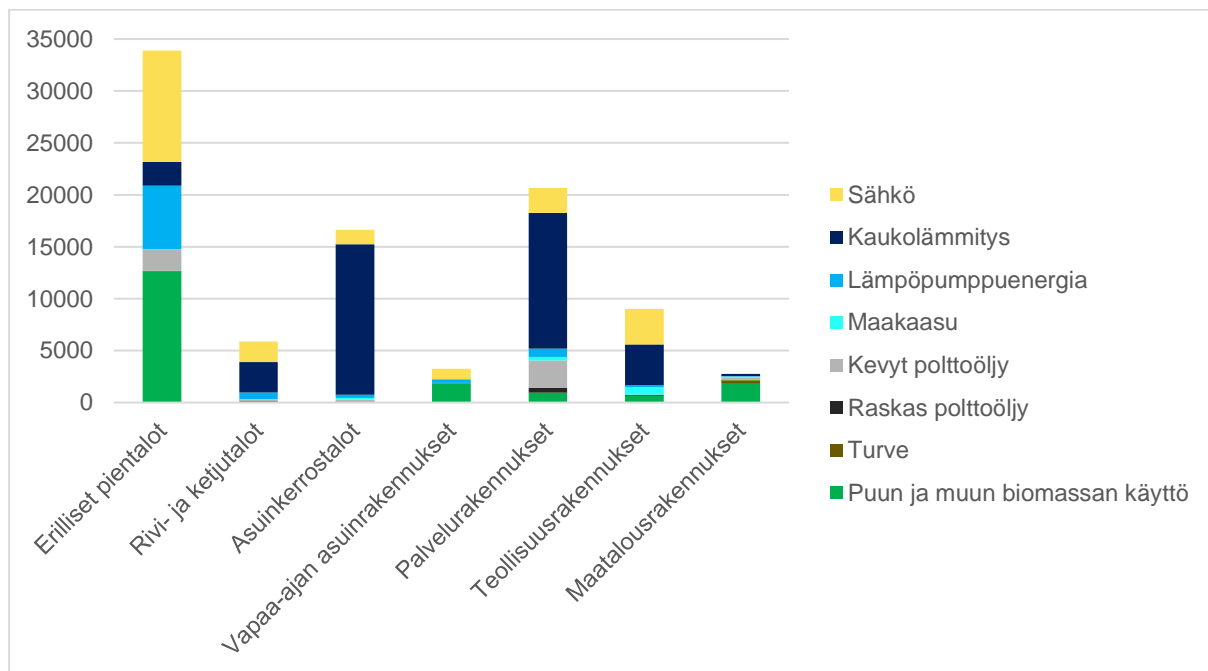
¹³ Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) 2019.

¹⁴ Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) 2019.

Rakennettu ympäristö voi myös tuottaa energiaa. Keskeisiä hajautetun tuotannon energiantuotantotapoja ovat aurinkosähkö (ja -lämpö), biomassan poltto ja lämpöpumput. Muita periaatteessa mahdollisia tapoja ovat mm. biokaasu sekä pientuuli- ja pienvesivoima.

Vuonna 2022 asumisen energiankulutus Suomessa oli noin 64 647 GWh. Tästä kokonaiskulutuksesta 42 746 GWh (66 %) kohdistui asuintilojen lämmitykseen, 10 036 GWh (16 %) käytetöveden lämmitykseen, 8 823 GWh (14 %) kotitalouslaitteiden käyttöön, 6 679 GWh (10 %) muiden sähkölaitteiden käyttöön ja yhteensä 5187 GWh muihin käyttötarkoituksiin (saunojen lämmitys, valaistus, ruoan valmistus).¹⁵

Kuvassa 2 on esitetty Suomen talorakennuskannan lämmitysmuodot vuonna 2021 jaoteltuna rakennustyypeittäin ja lämmityksen energiankulutus gigawattitunteina. Lämmitystavat ja energian tuotannon muodot vaihtelevat suuresti rakennustyyppin mukaan; erillisissä pientaloissa ja vapaa-ajan asuinrakennuksissa on paljon puun pienkäyttöä ja sähkölämmitystä, kun taas asuinkeuhkot ja palvelurakennukset lämpiävät enimmäkseen kaukolämmöllä. Teollisuusrakennuksissa taas lämmitysmuodot vaihtelevat suuresti. Hiilen käyttö lämmitysmuotona on lähes kadonnut rakennuksissa (kokonaiskäyttö 26 GWh, josta kaikki maatalousrakennuksissa), joten se on jätetty pois kuvasta. Lämpöpumppujen rooli on kasvanut ja niillä tuotetaan jo merkittävä osa erillisten pientalojen lämmityksestä. Lämpöpumppuenergian määrä oli vuonna 2021 jo 8404 GWh, joka on yli 9 % kaikesta rakennusten lämmityksestä.



Kuva 2. Suomen talorakennuskannan lämmitysmuodot vuonna 2021 jaoteltuna rakennustyypeittäin ja lämmityksen energiankulutus (GWh).¹⁶

¹⁵ Tilastokeskus. Asumisen energiankulutus, 2008-2022

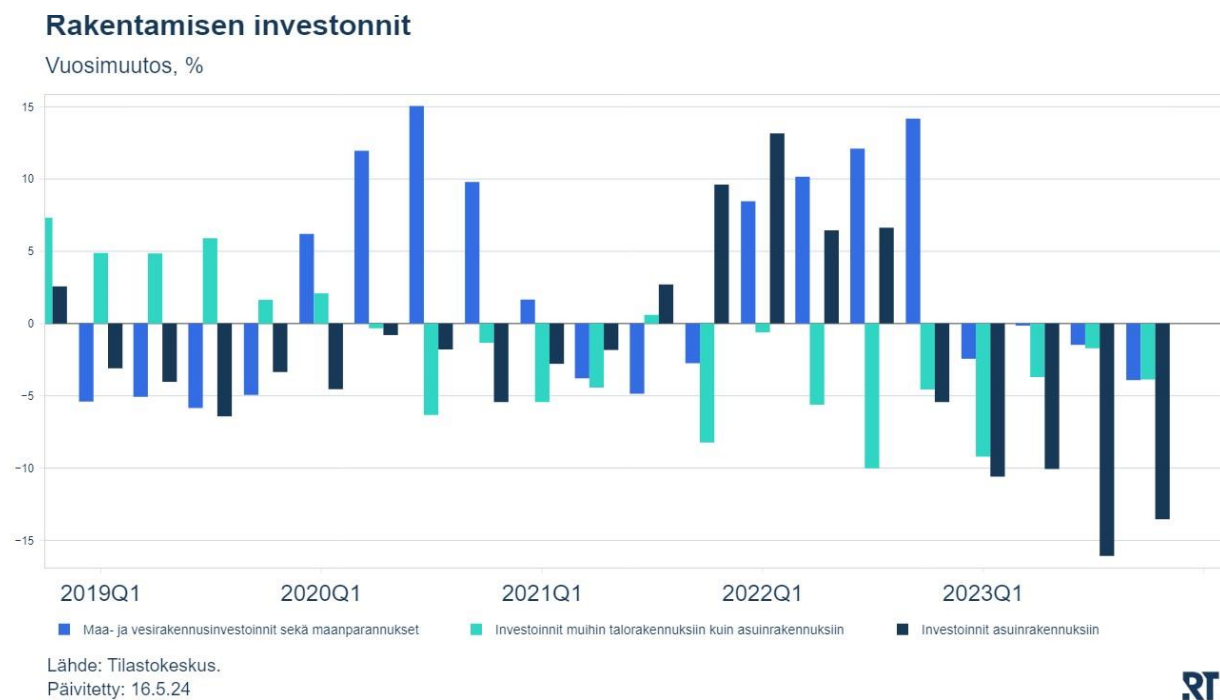
¹⁶ Tilastokeskus. Rakennusten lämmityksen energialähteet rakennustyypeittäin (TJ, GWh) 2021.

Rakennusten energiankäyttöä kuvataan myös raportin kappaleessa 4.1.1.3. ja rakentamisen työmaatoimintojen ja kuljetuksen energiankäytön muotoja kappaleessa 4.1.1.2..

2.4 Taloudellisia suuruusluokkia

Kiinteistö- ja rakentamisala on taloudellisesti todella merkittävä, sillä se vastaa noin 83 % Suomen kansallisvarallisuudesta, noin 61 % kaikista investoinneista ja 17 % BKT:sta Suomessa. Lisäksi kiinteistö- ja rakentamisala vastaa noin 35 %:sta kaikesta Suomen energiankulutuksesta, sekä noin 20 % Suomen työllisyydestä.¹⁷

Rakentamisen investoinnit ovat Rakennusteollisuus RT:n suhdannekatsauksen mukaan vuonna 2023 olleet merkittävässä laskussa nousujohteisen vuoden 2022 jälkeen. Kuva 3 kuvaa vuosimuutoksia asuinrakennusten, muiden talonrakennusten sekä maa- ja vesirakentamisen investoinneissa.



Kuva 3. Rakentamisen investoinnit Suomessa, vuosimuutos (%).

¹⁷ Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) 2023.

3 Rakennusalan vähähiilisyys- sääntelyn kehitys

3.1 EU:n ilmastopolitiikka ja rakentaminen

EU:n ilmastopolitiikalla sekä -tavoitteilla ohjataan EU:n yhteisiä ja jäsenmaiden kansallisia ilmastotoimia, joilla pyritään hillitsemään päästökehitystä sekä sopeutumaan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Ilmasto- ja energiapolitiikka ovat EU:ssa kytkeyty tiiviisti toisiinsa ja esimerkiksi useilla energiapolitiikan keskeisillä säädöksillä ohjataan samanaikaisesti EU-alueen ja jäsenmaiden kansallista päästökehitystä.

EU:n ilmasto- ja energialainsäädäntöpakettiin kuuluvat päästökauppa, taakanjakoasetus, uusiutuvan energian direktiivi (RED), energiatehokkuusdirektiivi sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi. Ilmastotavoitteiden saavuttamista tukevat lisäksi useat muut säädökset ja lainsäädäntökokonaisuudet, kuten EU:n kiertotalousohjelma sekä vähähiilistä rakentamista koskevat säädökset (esim. rakennusten energiatehokkuusdirektiivi sekä rakennustuoteasetus).

EU pyrkii saavuttamaan hiilineutraaliuden vuoteen 2050 mennessä, jolloin kokonaispäästöjen on vastattava nieluilla saavutettujen poistumien määrää. EU:n hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista ohjaa EU:n vihreän kehityksen ohjelma (EU Green Deal). Suomi on asettanut vastaavan kansallisen hiilineutraaliustavoitteen vuodelle 2035. Hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi EU hyväksyi vuoden 2020 lopussa uuden EU:n ilmastolain, jossa vuoden 2030 päästövähennystavoitetta kiristettiin aikaisemmasta 40 prosentista 55 prosenttiin vuoden 1990 tasoon verrattuna. Yleistavoitteen kiristymisen johdosta EU:n komissio antoi heinäkuussa 2021 tiedon ilmasto- ja energialainsäädännön uudistuksista 55-valmiuspaketissa (Fit For 55). Valmiuspaketin mukaisesti EU on vuosina 2021–2023 uudistanut olemassa olevia ilmasto- ja energiapolitiikan direktiivejä (esim. päästökauppadirektiivi ja taakanjakoasetus) sekä asettanut uusia säädöksiä (esim. EU:n hiilirajamekanismi).

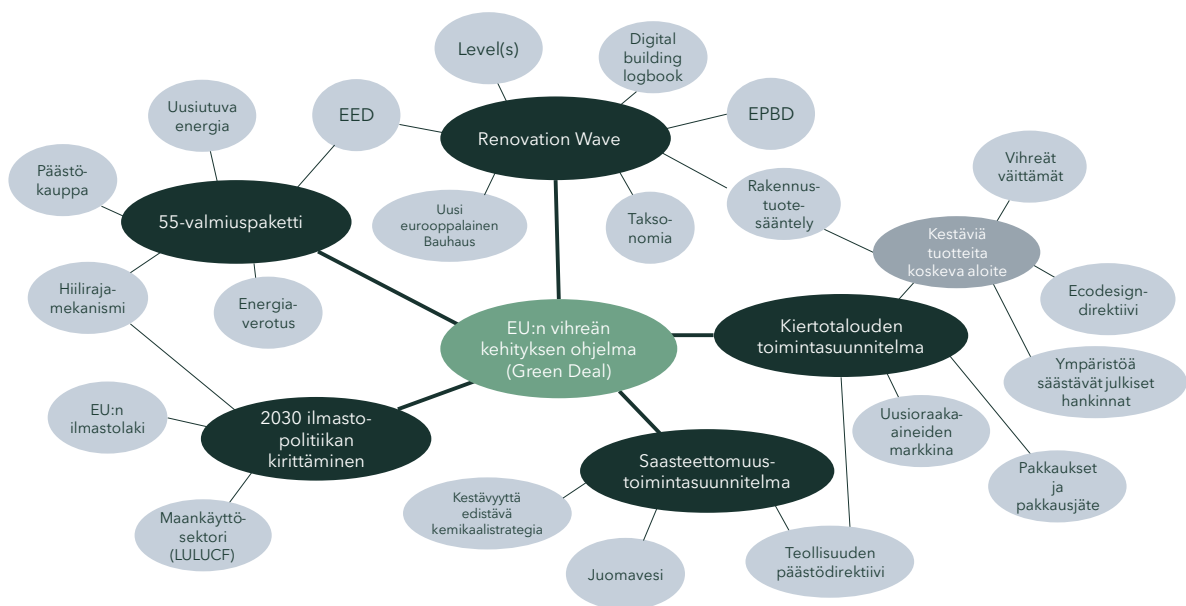
Noin 40 % EU:n koko energiankulutuksesta aiheutuu rakennusten energiankäytöstä. Energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä noin 36 % aiheutuu rakennuksista.¹⁸ 55 %:n päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi EU:n tulisi vuoteen 2030 mennessä vähentää rakennussektorin päästöjä 60 % vuoden 2015 tasoon verrattuna. Vastaavasti rakennusten loppuenergiankulutusta tulisi vähentää 14 % ja lämmitykseen sekä viilennykseen käytettävän energian kulutusta 18 % vuoden 2015 tasoon nähden.¹⁹

¹⁸ Euroopan komissio (2023). Rakennusten energiatehokkuudesta annettu direktiivi, s. 2. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive

¹⁹ Euroopan komissio (2020). Komission tiedonanto, Euroopan rakennusten perusparannusaloite - ympäristöystävällisempiä rakennuksia, lisää työpaikkoja ja parempaa elämänlaatua, s. 2. Saatavilla osoitteessa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive

Päästökauppa- ja taakanjakosektorien päästövähennystavoitteiden kiristyminen koskee useita rakennusteollisuuden toimintoja. Rakennusten päästöt jakautuvat päästökauppa- ja taakanjakosektorille seuraavasti. Päästökaupparektorille kuuluvat rakennusten käyttämä sähkö ja kaukolämpö sekä energiantensiivisten materiaalien (esim. sementti, rauta, teräs, lasi, kipsi, jne) valmistus. Taakanjakosektorille lasketaan rakennusten erillislämmitys sekä rakentamisen (kuten työmaatoimintojen ja työkoneneiden) päästöt.

Kuvassa 4 on koottuna EU:n vihreän kehityksen ohjelman (Green Deal) alaiset rakennusteollisuuteen liittyvä EU-lainsäädäntö, -aloitteet ja -kommunikaatiot. Näiden lisäksi EU:ssa on viime vuosina tehty uutta kaikkia aloja koskevaa vastuullisuuslainsäädäntöä, kuten kestävyysraportointidirektiivi (CSRD²⁰) ja direktiivi yritystoiminnan kestävää toimintaa koskevasta huolellisuusveloitteesta (CSDDD²¹), jotka koskevat niiden piirissä olevia rakennusalan yrityksiä.



Kuva 4. Rakennusteollisuuteen liittyvä EU-lainsäädäntö ja EU-aloitteet koottuna. Mukailtu lähteestä Construction Products Europe (2021).²²

3.1.1 55-valmiuspaketti

55-valmiuspaketti on laaja säädöspaketti, joka viittaa EU:n tavoitteeseen vähentää kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä. Alla on käsitelty sen rakennusteollisuuden vähähiilisyden sääntelyyn liittyvät osat.

²⁰ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2022/2464 asetuksen (EU) N:o 537/2014, direktiivin 2004/109/EY, direktiivin 2006/43/EY ja direktiivin 2013/34/EU muuttamisesta yritysten kestävyysraportoinnin osalta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464>

²¹ Työ- ja elinkeinoministeriö, Direktiivi yritystoiminnan kestävää toimintaa koskevasta huolellisuusveloitteesta (Corporate Sustainability Due Diligence Directive, CSDDD) <https://tem.fi/yritysten-huolellisuusveloitte>

²² Construction Products Europe (2021). Analysis of European initiatives related to the green, digital and resilient construction ecosystem.

3.1.1.1 EU:n päästökaupan päivitys

Osana 55-valmiuspakettia EU kiristi EU:n päästökauppajärjestelmän päästövähennystavoitetta 43 prosentista 62 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna. Päästökaupan uuden päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi päästökattoa kiristetään kasvattamalla markkinoilta vuosittain poistuvien oikeuksien määrä 2,2 %:sta 4,3 %:iin vuosina 2024–2027 ja 4,4 %:iin vuosina 2028–2030. Lisäksi päästökattoon tehdään kaksi kertaleikkausta, joista ensimmäinen toteutetaan vuonna 2024 ja toinen vuonna 2026. Lisäksi päästöoikeuksien ilmaisjako tietyille hiilivuodolle alttiille sektoreille tullaan asteittain lopettamaan vuosina 2026–2034 siten, kun nämä alat tulevat uuden hiilirajamekanismin (CBAM) piiriin. Päästökauppajärjestelmän päivitys vaikuttaa rakennusteollisuuteen erityisesti päästökaton nopeamman kiristymisen ja hiilirajamekanismin kautta, joilla pyritään vähentämään päästöintensiivisten rakennustuotteiden päästöjä. Lisäksi päästökaupan kiristyminen vaikuttaa energiateollisuuden nopeampaan vähähiilistymiseen ja sitä kautta rakennusten energiankäytön päästöihin.

3.1.1.2 Hiilirajamekanismi (CBAM)

Päästökauppadirektiivin uudistus sisältää päästökauppajärjestelmää täydentävän hiilirajamekanismin²³ (hiilidioksidipäästöjen tullimekanismi), jolla pyritään ehkäisemään hiilivuotoa. Hiilirajamekanismin tavoite on vähentää hiilipäästöjä, asettaa EU:hun tuotavien hiili-intensiivisten tavaroiden tuotannon aikana vapautuvalle hiilelle kohtuullinen hinta ja kannustaa myös kolmansia maita puhtaampaan teollisuustuotantoon. Hiilirajamekanismi tulee korvaamaan nykyisen EU:n päästökaupan päästöoikeuksien ilmaisjaon niillä sektoreilla, jotka kuuluvat hiilirajamekanismin piiriin. Mekanismin tarkoituksena on torjua päästöintensiivisten materiaalien ja tuotteiden valmistuksen siirtymistä EU:n ulkopuolisiin maihin (nk. hiilivuoto), kun EU:n päästökaupan päästöoikeuksien kustannus kokonaisuudessaan siirtyy EU:ssa valmistettavien tuotteiden kannettavaksi.

Vuonna 2023 voimaan tullut mekanismi vaikuttaa rakennusalan yrityksiin, jotka harjoittavat päästöintensiivisten materiaalien tai tuotteiden tuontia EU:n ulkopuolelta. Näiden yritysten tulee ilmoittaa tuontituotteiden suorat ja epäsuorat päästöt sekä hankittava päästöjä vastaava määrä hiilitullisertifikaatteja (CBAM-certificates), jotka vastaavat arvoltaan EU:n päästöoikeuden hintaa. Hiilirajamekanismia koskevat raportointivelvoitteet käynnistyivät lokakuussa 2023, siten että siirtymäaikana (vuosina 2023–2025) yrityksillä on ainoastaan raportointivelvoite tuotteiden suorista ja epäsuorista päästöistä sekä mahdollisesta lähtömaassa maksetusta hiilen hinnasta ja siitä saaduista eduista. Siirtymäajan jälkeen vuodesta 2026 alkaen sääntelyn piiriin kuuluvien yritysten tulee ilmoittaa raportoida edellä mainitut tiedot vuosittain sekä hankittava päästöjä vastaava määrä hiilitullisertifikaatteja. Hiilirajamekanismia sovelletaan

²³ <https://tulli.fi/hiilirajamekanismi>

tavaroihin, jotka on valmistettu EU:n ulkopuolella (mekanismin ulkopuolella ovat myös Islanti, Norja, Liechtenstein ja Sveitsi).

Mekanismi kattaa alussa teräksen ja raudan, sementin, alumiinin, lannoitteiden ja sähkön tuonnin. Hiilirajamekanismi kattaa raaka-aineiden lisäksi materiaaleista valmistetut puolivalmisteet sekä lopputuotteet. Hiilirajamekanismilla säädellyistä sektoreista rakennusteollisuudelle merkittäviä ovat teräs ja rauta, sementti, alumiini ja sähkö. Rakennusteollisuuden osalta keskeisiin tuotekategorioidiin kuuluvat muun muassa erilaiset teräs-, rauta- ja alumiinituotteet (esim. ruuvit, prikot, putket, levyt, altaat ja säiliöt). Päästökaupan ilmaisjaon asteittainen loppuminen ja hiilirajamekanismin käyttöönotto tulee vaikuttamaan rakentamisen kustannuksiin kyseisten tuotteiden hinnannousun kautta.

3.1.1.3 Päästökauppa rakennuksille ja liikenteelle

Osana päästökauppajärjestelmän uudistusta päätettiin taakanjakosektorille sijoittuvasta uudesta tieliikenteeseen ja rakennusten erillislämmitykseen kohdistuvasta päästökaupasta (nk. ETS 2). Päästökauppa kattaa polttoainejakelijat, jotka myyvät liikenteessä ja rakennusten lämmityksessä hyödynnettyjä polttoaineita. Uusi päästökauppa käynnistyy nykytiedon valossa vuonna 2027. Mikäli energian hinnat ovat kuitenkin tuolloin poikkeuksellisen korkealla, järjestelmän käynnistämistä voidaan lykätä vuodelle 2028. Erillisen päästökaupan tarkoituksena on vähentää tieliikenteen ja lämmityspolttoaineiden päästöjä 43 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon nähden.

Uusi päästökauppajärjestelmä on EU:lle keino, jolla edistetään taakanjakoasetuksen piiriin kuuluvien liikenteen ja rakennusten erillislämmityksen kustannustehokkaita päästövähennyksiä. Nykykäytäntöjen tavoin sekä rakennusten erillislämmityksen että tieliikenteen päästövähennystavoite tulee EU:n taakanjakoasetuksen mukaisista jäsenmaiden kansallisista taakanjakosektorin tavoitteista. Suomen taakanjakosektorin kansallinen päästövähennystavoite on -50 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä, eli tiukempi kuin EU:n kokonaisuudessaan. Rakennuksissa käytetyn sähkön tuotanto ja pääosa kaukolämmöstä (yli 50 % rakennusten energiaperäisistä päästöistä) kuuluu jo päästökaupan piiriin. Uusi päästökauppajärjestelmä vauhdittaisi Suomessa kansallisen politiikan ohella rakennusten erillislämmityksestä luopumista.

Komission vaikutusarvion mukaan uusi päästökauppajärjestelmä (ETS2) tulisi nostamaan teollisuuden, liikenteen ja kotitalouksien keskimääräistä polttoaineen hintaa. Suhteellinen nousu olisi arvion mukaan suurempaa rakennuksissa kuin liikenteessä ja teollisuudessa. Järjestelmään sisältyy hintavakausmekanismi, jolla pyritään hillitsemään päästöoikeuksien hinnan äkillistä kasvua. Rakentamisen erillislämmityksen lisäksi päästökauppajärjestelmä tulee vaikuttamaan työkoneiden ja kuljetusten kustannuksiin polttoaineiden hinnan kautta.

3.1.2 Rakennusten perusparannusaalto ja energiatehokkuuslainsäädäntö

EU:n **rakennusten perusparannusstrategia** (*EU Renovation Wave*) määrittää tavoitteet EU:n rakennuskannan peruskorjaamiselle. Strategian tavoitteena on vähintään kaksinkertaistaa

vuotuinen energiaremonttien määrä vuoteen 2030 mennessä. Samanaikaisesti strategia pyrkii tukemaan rakennusalan vähähiilisyttä, kiertotalousmateriaalien käyttöä, edistämään rakennuskannan hiilensidontaa sekä lisäämään rakennusalan vihreitä työpaikkoja.

Strategiassa asetetut periaatteet ja tavoitteet toimivat pohjana rakennusten energiatehokkuuteen liittyvän lainsäädäntökehikon, kuten energiatehokkuusdirektiivin (EED) ja rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) uudistamiselle. Kohdealoina perusparannusaallossa ovat erityisesti energiaköyhyyden vähentäminen ja energiatehokkuudeltaan heikoimpien rakennusten perusparantaminen (julkiset rakennukset esikuvina muille) sekä hiilestä irtautuminen lämmityksessä ja jäähdytyksessä.²⁴

EU:n energiatehokkuusdirektiivillä (EED) ohjataan jäsenmaiden energiatehokkuuspolitiikkaa ja EU:n laajuisten energiatehokkuustavoitteiden toteutumista. Energiatehokkuusdirektiivi päivitettiin osana 55-valmiuspakettia ja päivitetty versio astui voimaan lokakuussa 2023. Rakennusten osalta energiatehokkuusdirektiivi keskittyy julkisiin rakennuksiin ja täydentää rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä (EPBD), jossa määritetään rakennusten energiatehokkuutta koskevat periaatteet ja tekniset velvoitteet. Energiatehokkuusdirektiivi (EED) sisältää kuitenkin myös yleisen 11,7 %:n energiankulutuksen vähentämistavoitteen vuoteen 2030 mennessä EU:n vuoden 2020 viiteskenaarion ennusteisiin verrattuna. Tämä koskee koko EU:n kaikkea energiankulutusta, ja siten myös rakennusten energiankulutusta.²⁵

Uudistettu energiatehokkuusdirektiivi sisältää julkisia rakennuksia koskevan peruskorjausvelvoitteen, jonka mukaan julkisen sektorin tulisi peruskorjata vuosittain 3 % rakennuskannasta lähes nollaenergiarakennuksiksi tai päästöttömiksi rakennuksiksi²⁶. Tämä 3 %:n osuus laskeaan julkisten elinten omistamien sellaisten rakennusten kokonaispinta-alasta, joiden kokonaishyötypinta-ala on yli 250 m² ja jotka eivät ole lähes nollaenergiarakennuksia 1.1.2024. Direktiivin lopulliseen versioon sisällytettiin joustomahdollisuuksia, joilla jäsenmaa voi valita itselleen soveltuvimman menettelyn peruskorjausvelvoitteen toteuttamiseksi. Lisäksi direktiivi edellyttää, että energiatehokkuus otetaan huomioon julkisissa hankinnoissa (esim. rakennusurakat).

Vuoden 2021 joulukuussa EU:n komissio julkaisi **rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD)** tarkistamista koskevan ehdotuksensa, jolla se pyrki vastaamaan kiristyneisiin tavoitteisiin vuodelle 2030. Päivitetty EPBD-direktiivi astui voimaan 28.5.2024.²⁷ EPBD-direktiivillä²⁸

²⁴ Komission tiedonanto (2020). Euroopan rakennusten perusparannusaalto - ympäristöystävällisempiä rakennuksia, lisää työpaikkoja ja parempaa elämänlaatua. COM/2020/662 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662>

²⁵ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2023/1791 energiatehokkuudesta ja asetuksen (EU) 2023/955 muuttamisesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791>

²⁶ Tässä viitataan EPBD-direktiivin edelliseen versioon, joka oli voimassa EED-direktiivin päivityksen aikaan. Tuota viittausta ei ole vielä päivitetty tämän jälkeen hyväksytyyn päivitettyyn EPBD-direktiiviin.

²⁷ Euroopan komissio, Energy Performance of Buildings Directive, Legislative timeline, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en#legislative-timeline

²⁸ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/1275 rakennusten energiatehokkuudesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275

EU pyrkii edistämään rakennusten energiatehokkuutta ja vähähiilisyttä sekä esimerkiksi Euroopan energiariippumattomuutta REPowerEU-suunnitelman mukaisesti.

Päivitetty direktiivi sisältää toimenpiteitä, joilla EU:n jäsenmaat voivat parantaa rakennusten energiatehokkuutta erityisesti huonommassa energiatehokkuusluokassa olevien rakennusten osalta. Arviolta 75 % EU:n olemassa olevista rakennuksista on energiatehokkuudeltaan heikkoja.

Direktiivin mukaan kaikkien uusien rakennusten tulee vuodesta 2030 alkaen olla päästöttömiä rakennuksia (*zero emission building*, ZEB). Päästötön rakennus on hyvin energiatehokas, ja sen vähäinen primäärienergiatarve on katettava uusiutuvalla/päästöttömällä energialla. Päästöttömästä rakennuksesta ei saa aiheutua fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöjä paikan päällä. EU:n jäsenvaltioiden on asetettava enimmäiskynnysarvo päästöttömän rakennuksen energiantarpeelle, ja tämän enimmäiskynnysarvon on oltava vähintään 10 prosenttia alhaisempi kuin lähes nollaenergiarakennuksille jo asetettu primäärienergian kokonaiskäytön kynnyksarvo. Uusien julkisten rakennusten tulee olla päästöttömiä rakennuksia jo vuodesta 2028 alkaen. Direktiivi edellyttää myös, että vuodesta 2028 eteenpäin kaikille yli 1000 neliön uusille rakennuksille tulee toteuttaa hiilijalanjälkilaskelma. Vuodesta 2030 eteenpäin hiilijalanjälkilaskelma tulee toteuttaa kaikille uusille rakennuksille. Kaikki olemassa olevat rakennukset tulee direktiivin mukaan muuttaa päästöttömiksi rakennuksiksi vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi aurinkoenergian asentaminen tulee vähitellen pakolliseksi uusiin rakennuksiin vuodesta 2026 alkaen.

Direktiivin mukaan jäsenvaltiot laativat kansalliset tavoitteet, joilla valtio varmistaa, että asuinrakennusten keskimääräinen primäärienergiankulutus laskee 16 prosentilla vuoteen 2030 mennessä ja 20–22 prosentilla vuoteen 2035 mennessä. Jäsenvaltioiden tulee kansallisilla toimenpiteillään varmistaa, että vähintään 55 % primäärienergiankulutuksen vähenemästä saavutetaan energiatehokkuuden kannalta heikoimmin suoriutuvissa rakennuksissa.

Muiden kuin asuinrakennusten osalta jäsenmaiden tulee parantaa huonoimmin suoriutuvien rakennusten energiatehokkuutta minimienergiatehokkuusstandardeilla, siten että 16 % huonoimmin suoriutuvista rakennuksista remontoidaan vuoteen 2030 mennessä ja 26 % vuoteen 2033 mennessä. Lisäksi direktiivin päivityksessä uudistettiin rakennusten energiatehokkuussertifikaatteihin liittyvää lainsäädäntöä ja niiden sisältövaatimuksia.²⁹

3.1.3 Rakennustuoteasetuksen uudistus

Keväällä 2022 EU:n komissio julkaisi ehdotuksen uudeksi rakennustuoteasetukseksi³⁰, jonka tarkoituksena on sujuvoittaa standardointiprosesseja ja edistää vihreän siirtymää ja

²⁹ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/1275 rakennusten energiatehokkuudesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275

³⁰ Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised conditions for the marketing of construction products, amending Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Regulation (EU) 305/2011 <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/49315>

tuoteturvallisuutta rakennustuotteissa. EU:n parlamentti ja neuvosto pääsivät alustavaan sopimuksen rakennustuoteasetuksen sisällöstä joulukuussa 2023. Rakennustuoteasetuksen uudistus on osa EU:n vihreän kehityksen ohjelmaa ja kiertotalouden toimintasuunnitelmaa.³¹

Ehdotuksen mukaan rakennustuoteasetus koskisi jatkossa myös kierrätettyjä ja uudelleen käytettyjä rakennustuotteita. Asetuksen tavoitteena on edistää kiertotalousperiaatteiden toteutumista rakennustuotteiden suunnittelussa siten, että ne kestäisivät pidempään ja olisivat kierrätettävissä elinkaarensa päätteeksi. Rakennustuoteasetuksen uudistus antaa mm. komissiolle valtuudet asettaa tuotevaatimuksia ja teknisiä tietotarkennuksia rakennustuotteille, mikäli näitä ei standardoinnin kautta saada ajoissa. Lisäksi rakennustuoteasetuksella otetaan käyttöön uudet ympäristö-, toiminta- ja turvallisuusvaatimukset rakennustuotteille.

3.1.4 Taakanjakosektorin tavoitteiden päivitys

Osana 55-valmiuspakettia EU:n laajuista taakanjakosektorin päästövähennystavoitetta kiristettiin 29 %:sta 40 %:iin vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna. Suomen uusi tavoite tarkoittaa taakanjakosektorin tavoitetason kasvua 39 %:sta 50 %:iin³². Taakanjakosektorin päästöt ovat vähentyneet hitaammin päästökaupparektorin päästökehitykseen nähden. Vuonna 2021 taakanjakosektorin päästöt olivat 27,2 Mt CO₂-ekv. Rakennusten erillislämmitys kattaa taakanjakosektorin päästöistä Suomessa noin 7 %.³³ Taakanjakosektorin tavoitteiden kiristyminen edistää vähäpäästöisten polttoaineiden käyttöönottoa työmaatoimintoihin liittyvissä työkoneissa ja kuljetuksissa sekä ja edistää siirtymistä öljylämmityksestä uusiutuviin energiamuotoihin rakennusten erillislämmityksessä yhdessä uuden päästökaupparjestelmän (ks. luku 3.1.1.3) kanssa.

3.2 Kansallinen ilmasto- ja energiapolitiikka

Rakentamisen kestävyys ja vähähiilisyys pyritään Suomessa vaikuttamaan kansallisessa lainsäädännössä erityisesti maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) sekä uudessa rakentamislaisissa. Lisäksi rakentamisen vähähiilisyttä pyritään ohjaamaan kansallisilla suunnitelmilla ja toimenpideohjelmilla. Näistä ohjelmista keskisimpiä ovat keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (KAISU) sekä ilmasto- ja energiastrategia.

3.2.1 Rakentamislaki

Suomen uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Uuden lain voimaantuloon saakka rakentamista säännellään maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL). Rakentamislain voimaan tullessa maankäyttö- ja rakennuslaista kumotaan rakentamisen osuus, ja lain nimi muuttuu

³¹ <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennustuoteasetuksesta-alustava-sopu>

³² Ympäristöministeriö. Euroopan Unionin Ilmastopolitiikka. <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>

³³ Ympäristöministeriö (2022). Ilmastovuosikertomus 2022. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:24 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164392/YM_2022_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y

alueidenkäyttölainsäädännön³⁴. Uudella rakentamislainilla pyritään huomioimaan rakentamisen ilmasto-vaikutukset, edistämään kiertotaloutta ja parantamaan rakentamisen laatua sekä digitalisointia rakentamisessa.

3.2.1.1 Rakentamisen vähähiilisyys ja elinkaariominaisuudet

Rakentamisen vähähiilisuuden ja kestävyysnäkökulmasta rakentamislain merkittävimpiin uudistuksiin kuuluvat rakennusten vähähiilisyyttä ja elinkaariominaisuuksia koskevat säännökset. Rakentamisen vähähiilisuuden osalta laki velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää huolehtimaan, että rakennus suunnitellaan käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla vähähiiliseksi siten, että sen elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on pieni tai alittaa sille asetetun hiilijalanjäljen raja-arvon. Rakennuksen hiilijalanjälki tulee jatkossa raportoida **rakennuksen ilmastaselvityksellä**, joka laaditaan käyttämällä rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmää ja joka tulee esittää ennen rakennuksen käyttöönottoa. Vähähiilisuuden arviointiin kuuluu lain mukaan koko rakennuksen elinkaari, mikä uusien rakennusten osalta ulottuu rakennustuotteiden valmistuksesta rakennuksen käytönaikaisiin päästöihin ja lopulta aikanaan tapahtuvaan purkutyöhön. Viime hallituskaudella hyväksytyyn rakentamislakiin tehdään pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelman mukaisia muutoksia, niin kutsuttu ”rakentamislain korjaussarja”. Huhtikuussa 2024 tehtyjen muutosten mukana rakennusten ilmastaselvitystä vaaditaan 1.1.2026 alkaen (eli vuoden aiottua myöhemmin), ja se säädetään toimitettavaksi lopputarkastuksen yhteydessä.³⁵

Rakentamislain elinkaariominaisuuksia koskevien säännösten tarkoituksena on edistää kiertotalousperiaatteiden toteutumista rakentamisessa sekä esimerkiksi pidentää rakennusten ja rakenteiden käyttöikää. Lain mukaan rakentamisessa tulisi kiinnittää huomiota esimerkiksi pohja- ja kantavien rakenteiden kestävyteen sekä rakennuksen tilojen, rakennusosien ja teknisten järjestelmien käyttöikään, huollettavuuteen ja korjattavuuteen sekä muunneltavuuteen ja uudelleenkäytettävyyteen. Rakennuslaista annetun Marinin hallituksen esityksen (2023) mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee rakentamislupavaiheessa laatia rakennuksen **materiaaliseloste**, jossa tämä esittää tiedot rakentamisessa käytetyistä materiaaleista ja tuotteista sekä materiaalien alkuperästä. Materiaaliselostetta käytettäisiin erityisesti edellä kuvattun ilmastaselvityksen laatimisessa, rakennuksen osien käyttö- ja huolto-ohjeen laatimisessa sekä uudelleenkäytettävien tuotteiden ja materiaalien arvioinnissa rakennuksen korjauksen tai purun yhteydessä. Huhtikuussa 2024 Orpon hallitusohjelman mukaan tehtyjen poliittisten muutosten mukana rakennuksen **materiaaliseloste muuttuu rakennustuoteluetteloksi**. Tämä tarkoittaa, että rakennusmateriaalien sijaan seurataan rakennustuotteiden määrää. Tarkkoja tietoja rakennustuoteluettelon vaatimuksista ei vielä ole.

³⁴ <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>

³⁵ <https://ym.fi/-/ymparistoministerio-sai-lahes-280-lausuntoa-rakentamislakiin-esitetyista-muutoksista-keskeiset-linjaukset-lain-muuttamisesta-tehty>

Ilmastaselvitystä ja rakennustuoteluetteloja koskevat tarkemmat sisältövaatimukset säädetään ympäristöministeriön asetuksella, joka pyritään saamaan valmiiksi vuoden 2024 aikana. Orpon hallitusohjelman mukaisesti ehdotettujen muutosten myötä ilmastaselvitys ja rakennustuoteluettelo laadittaisiin vain sellaisille rakennuksille, joita koskevat hiilijalanjäljen raja-arvo-vaatimukset. Raja-arvot koskisivat ehdotuksen mukaan seuraavia uusia rakennuksia: rivitalot, asuinkerrostalot, toimistorakennukset, liikerakennukset sekä useat erilaiset julkiset rakennukset (esim. koulut, sairaalat ja elokuvateatterit). Ehdotuksessa ilmastaselvityksen ja rakennustuoteluettelon laatimisvelvoite poistettaisiin useilta rakennustyypeiltä (esim. erillispientalot ja varastorakennukset sekä uima- ja jäähallit). Lisäksi ilmastaselvitystä ja rakennustuoteluetteloja ei tarvitsisi ehdotuksen mukaan toteuttaa laajamittaisille korjaushankkeille. Lain muutosehdotuksessa esitetään myös vähähiilisuuden raja-arvojen asettamista koskevia tarkennuksia, joiden mukaan raja-arvojen asettamisessa voitaisiin paremmin ottaa huomioon rakennuksen käyttötarkoitukseen tai sijaintipaikkaan liittyvät ominaispiirteet, jotka saattavat hankaloittaa raja-arvojen saavuttamista³⁶. Raja-arvoista on tarkoitus säätää myöhemmin, arviolta 2025, valtioneuvoston asetuksella.

3.2.2 Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia

Vuonna 2020 julkaisiin Suomen Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050, joka määrittelee miten edellistä rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) versiota (2010/31/EU muutettuna direktiivillä 2018/844/EU) toimeenpannaan Suomessa. Vuoden 2020 strategian mukaan Suomen etenemissuunnitelman toimenpiteillä lämmitysenergiankulutus laskee vuodesta 2020 vuoteen 2050 mennessä noin 50 prosenttia ja ostoenergian odotettu kulutus noin 60 prosenttia.³⁷ Tämä korjausrakentamisen strategia tullaan päivittämään vuonna 2024 päivitetyn EPBD-direktiivin mukaisesti rakennusten perusparannussuunnitel- maksi. Jäsenvaltioiden on toimitettava ensimmäinen rakennusten perusparannussuunnitel- man luonnos komissiolle viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2025.³⁸

3.2.3 Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (KAISU)

Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa määritellään kansalliset taakanjakosektorin il- mastotoimet vuoteen 2035 asti. Ilmastosuunnitelma sisältää rakentamiseen liittyviä toimia lii- kenne- ja työkonesektorilla sekä rakennusten erillislämmityksessä.

³⁶Luonnos hallituksen esitykseksi rakentamislain muuttamisesta (2023) <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=65211281-8a8f-4eb3-9465-ff3246a312c0&proposalLanguage=da4408c3-39e4-4f5a-84db-84481bafc744>

³⁷ Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050 https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/37a549e9-b330-5f8c-d863-2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf?t=1603259873424

³⁸ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/1275 rakennusten energiatehokkuudesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275

Rakentamiseen liittyvän tavaraliikenteen päästökehitystä ja suoritteiden kasvua pyritään ohjaamaan fossiilittoman liikenteen tiekartassa³⁹, jonka ensimmäisessä vaiheessa on otettu käyttöön hankintatuki sähkökäyttöisille kuorma-autoille⁴⁰. Hankintatuen myötä rakennustoimijoiden omistamien logistiikkavälineiden korvaaminen vähäpäästöisemmällä kalustolla on aikaisempaa kannattavampaa.

Työmaatoimintojen päästöihin laskettavien työkoneiden päästöt aiheutuvat pääasiassa niissä käytettävistä fossiilisista polttoaineista. Vuonna 2022 valmistuneen selvityksen mukaan työkoneiden energiankulutuksen ja päästöjen vähentäminen nopealla aikataululla on haastavaa. Lyhyellä aikavälillä ainoaksi päästövähennyskeinoksi tunnistettiin biopolttoaineen jakeluvaihteen nostaminen. Pitkällä aikavälillä työkoneiden vaihtoehtoiset käyttövoimat tulisi selvityksen mukaan tehdä houkuttelevimmiksi yrittäjille.⁴¹ Käyttövoimamuutoksen mahdollistamiseksi tarvitaan useita keinoja EU-sääntelystä kansalliseen työkoneiden rekisteröintivelvollisuuden laajentamiseen ja rekisteritietojen tarkentamiseen. Kansallisesti työkonealan päästökehitystä on pyritty taittamaan työkonealan Green Deal -sopimuksella, jolla täyssähköisten työkoneiden käyttöä on lisätty odotettua nopeammin. Sopimuksen väliarvioinnin mukaan sen vaikuttavuutta voitaisiin lisätä sisällyttämällä sopimukseen lisätoimia ja laajentamalla sen kattavuutta nykyisin sopimuksen ulkopuolella oleviin työkoneluokkiin. Tätä selvitystä laadittaessa ympäristöministeriö tarkastelee sopimukselle annettuja muutosehdotuksia.⁴²

Rakennusten erillislämmityksen päästöjen osalta Suomen tavoitteena on korvata öljylämmitys vähäpäästöisillä lämmitysmuodoilla vuoteen 2030 mennessä. Tavoitetta edistetään useilla öljy- ja kaasulämmityksestä luopumiseen kohdistuvilla valtionavustuksilla⁴³.

3.2.4 Kansallinen ilmasto- ja energiasstrategia

Kansallinen ilmasto- ja energiasstrategia⁴⁴ toteaa rakentamisen osalta merkittävimiksi ohjauksiksi tekijöiksi maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen sekä rakentamista koskevat EU-tason sääntelymuutokset, jotka on esitelty yllä. Nykyisen rakennuskannan muuttamisessa erittäin energiatehokkaaksi strategia tunnistaa kolme mahdollista keinoa: 1) Poistuma ja tilatehokkuuden parantaminen; 2) Ulkovaipan ja teknisten järjestelmien energiatehokkuuden parannukset korjaustoimien ja kunnossapidon yhteydessä ja 3) Fossiilisista polttoaineista luopuminen energiantuotannossa.

³⁹ Jääskeläinen, S. et al (2021). Fossiilittoman liikenteen tiekartta : Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163258>

⁴⁰ <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-vety-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle>

⁴¹ Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-383-153-7>

⁴² <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/green-deal-sopimus-on-lisannyt-tyokonealan-sahkoistymista>

⁴³ Ympäristöministeriö (2023). Ilmastovuosikertomus 2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165065>

⁴⁴ <https://tem.fi/energia-ja-ilmastostrategia>

3.2.5 Suomen kiertotalouden strateginen ohjelma

Valtioneuvosto teki Marinin hallituskaudella keväällä 2021 periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. Tavoitteena on muutos, jolla hiilineutraalista kiertotaloudesta luodaan talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä. Kiinteistö- ja rakennusalaan liittyviä toimia kiertotalousohjelman alla olivat esimerkiksi kiertotalouden muutososaajien verkoston perustaminen Kiinteistö & Rakentamisfoorumin (KIRA-foorumi) kanssa ja kaavoitusperiaatteiden kehittäminen tukemaan joustavan kaavoituksen kulttuuria ja kiinteistöjen käyttötarkoitusten muutoksia. Lisäksi strateginen ohjelma pyrkii mm. lisäämään vähähiilisiä kiertotalousratkaisuja mm. julkisen sektorin rakentamisessa ja energia- ja infrastruktuurihankkeissa.⁴⁵

4 Rakennetun ympäristön ja rakennusteollisuuden hiilijalanjäljen päivitys

4.1 Laskentaperusteet

Tässä luvussa kuvataan laskennassa käytetty aineisto sekä päästölaskennan laskentaperusteet. Laskentaperusteet on alla jaettu kolmeen kokonaisuuteen: talonrakentamiseen, liikenneverkkoihin (infra) sekä yhdyskuntatekniikkaan (infra). Laskennassa käytetyt päästökertoimet on kerätty Liitteeseen 3. Muut laskennassa käytetyt periaatteet, lähteet, ja oletukset on kuvattu tässä luvussa.

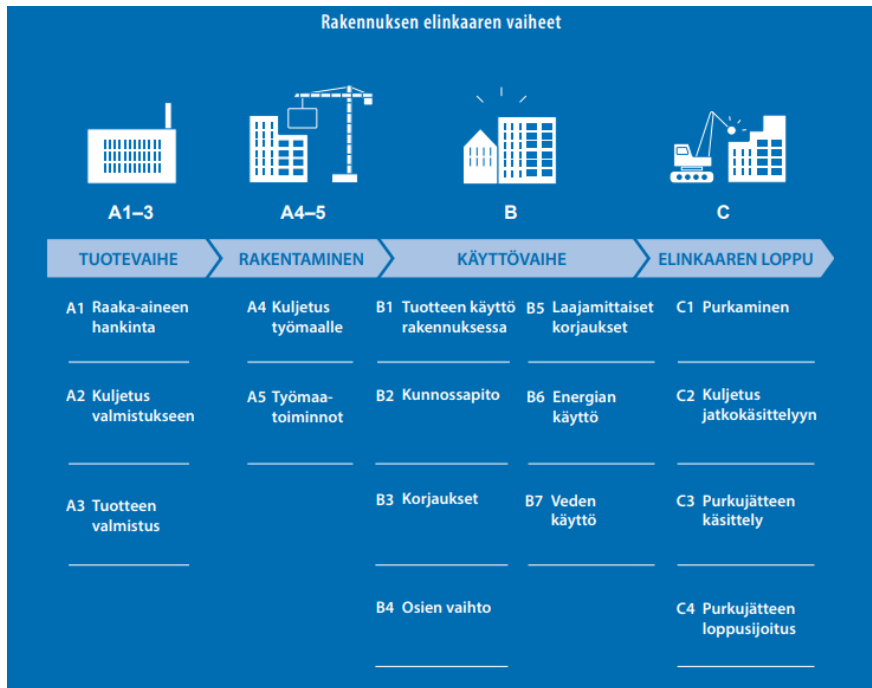
Hankkeessa toteutettu päästölaskenta perustuu vuoden 2020 tiekarttahankkeen menetelmiin. Laskenta toteutettiin kertomalla kutakin rakennusvaihetta koskeva lähtötieto (esim. polttoaine, materiaali tai rakennusvolyymi) vastaavalla päästökertoimella. Laskenta toteutettiin vuodelle 2021 sillä uudempaa tilastoaineistoa ei laskennan toteutushetkellä ollut saatavilla kaikille laskennan osa-alueille.

4.1.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Talonrakentamista koskeva laskenta on jäsennelty ympäristöministeriön rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmän (Kuva 5) mukaisesti rakennuksen elinkaaren vaiheisiin (A-C). Laskenta on toteutettu yhden kalenterivuoden (2021) päästöille, jotka aiheutuvat 1) rakennusmateriaalien valmistuksesta (A1-A3), 2) rakentamistoiminnan kuljetuksista, työmaatoiminoista ja jätteistä (A4-A5), 3) rakennusten energiankäytöstä (B6), sekä 5) purkamisesta ja jätteestä (C1, C3, C4). Laskennassa ei ole erikseen arvioitu rakennusten kunnossapidosta ja

⁴⁵ Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta (2021). <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8071a6e1>

korjauksesta aiheutuvia päästöjä (B1-B5) niitä koskevien tietopuutteiden takia⁴⁶. Seuraavissa alaluvuissa esitellään kunkin vaiheen laskennan oletukset, tietolähteet ja keskeiset muutokset verrattuna vuonna 2020 toteutettuun laskentaan vuoden 2017 päästöistä⁴⁷.



Kuva 5. Rakennuksen elinkaaren vaiheet. Lähde: Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä⁴⁸

4.1.1.1 Materiaalien valmistus

Rakennuksissa käytettävien rakennusmateriaalien päästöt arvioitiin laskennassa kulutusperusteisesti eli perustuen rakennuksissa käytettävän materiaalin määrään. Rakennusmateriaalien päästöt voitaisiin vaihtoehtoisesti laskea myös tuotantoperusteisesti, jolloin tarkasteltaisiin rakennusaineteollisuuden päästöjä Suomessa. Kulutusperusteinen laskentatapa valittiin vuoden 2020 tiekarttahankeeseen perustuen laskennan vertailun varmistamiseksi.

Rakennusmateriaalien päästölaskennan lähtötietona käytettiin Tilastokeskuksen aineistoa uudisrakentamisen neliömäärästä päärakennusmateriaaleittain eroteltuna (Kuva 6). Kuvassa 6 esitetään vertailun vuoksi uudisrakentamisen neliömäärät myös vuosille 2018 ja 2022. Tilaston mukaan vuosittainen kokonaisrakennusmäärä nousi vuoden 2018 7,8 miljoonasta kerrosneliömetristä 8,2 miljoonaan kerrosneliömetriin vuonna 2022 (5 %). Rakennukset, joissa päärakennusmateriaali on betoni edustavat noin puolta vuonna 2021 rakennetusta

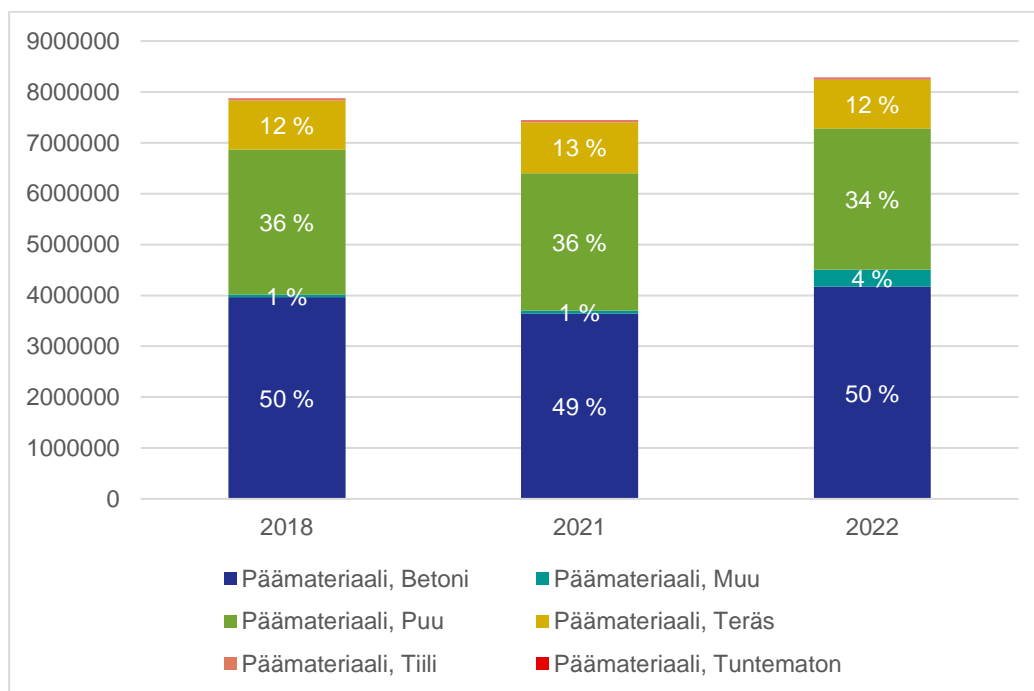
⁴⁶ Hankkeessa käytettiin edellisessä tiekartassa (2020) tehtyjä rajauksia. Rakennusten kunnossapidossa ja korjauksessa käytettävistä rakennusmateriaaleista ei toistaiseksi ole Suomessa tietoa.

⁴⁷ Laine, A. et al (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, Osa 1. Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-1-rakennetun-ympariston-hiilielinkaaren-nykytila.pdf>

⁴⁸ Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (2019). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisuuden_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

neliömäärästä. Puurakennukset muodostivat reilun kolmasosan ja teräsrakennukset 12 %. Muiden rakennusmateriaalien osuus on vähäinen rakennettavasta kerrosalasta (yhteensä 2 % vuonna 2021).

Rakennusmateriaalien päästölaskennassa käytettiin kerrosneliökohtaisia kertoimia kustakin päärakennusmateriaalista valmistetulle rakennukselle. Laskennassa kustakin päämateriaalista rakennettavan uudisrakentamisen kerrosneliömäärä kerrottiin vastaavalla päärakennusmateriaalikohtaisella päästökertoimella. Päärakennusmateriaalikohtaiset päästökertoimet sisältävät päärakennusmateriaalin päästöjen lisäksi myös kaikki muut rakennuksessa käytettyjen materiaalien sekä talotekniikan päästöt. Laskenta kuvaa Suomessa vuonna 2021 käytettyjen rakennusmateriaalien päästöjä riippumatta siitä, missä materiaalit on tuotettu⁴⁹.



Kuva 6. Rakennusten uudisrakentaminen Suomessa päärakennusmateriaalin mukaan jaoteltuna, kaikki rakennustyytit yhdessä

Rakennusmateriaalien päästökertoimina käytettiin pääasiassa vuoden 2020 tiekarttahankkeessa⁵⁰ käytettyjä päästökertoimia eri päämateriaaleista rakennettaville rakennuksille. Laskennassa päivitettiin betoni- ja puurakennusten päästökertoimia, joille oli nyt saatavilla aikaisempaa laskentaa tarkempi päästöarvio⁵¹. Päämateriaaleille käytettiin seuraavia päästökertoimia:

⁵⁰ Laine ym. (2020), Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila, <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-1-rakennetun-ympariston-hiilielinkaaren-nykytila.pdf>

⁵¹ Betoni- ja puurakennuksille käytettiin Helsingin kaupungin tilastoa betonisten asuinkerrostalojen päästöistä. Tilaston mukainen päästökerroin perustuu 40 asuinkerrostalokohteen hiilijalanjälkilaskennan keskiarvoon.

- Betoni: 350 kgCO₂/m² (Helsingin kaupungin tilasto)
- Puu: 250 kgCO₂/m² (Helsingin kaupungin tilasto)
- Tiili: 264 kgCO₂/m² (VTT 2018 tutkimuksesta johdettu arvo⁵²)
- Teräs: 360 kgCO₂/m² (VTT 2018)
- Muut: 500 kgCO₂/m² (VTT 2018)

4.1.1.2 Rakentamiseen liittyvät kuljetukset ja työmaatoiminnot

Rakentamistoiminnan päästöt jakautuvat kuljetuksista ja työmaatoiminnoista aiheutuviin päästöihin. Kuljetusten ja työmaatoimintojen päästölaskenta perustuu kuljetusajoneuvoissa (kuorma- ja pakettiautot) ja työkoneissa käytettyjen polttoaineiden määriin sekä työmailla käytetyn sähkön määrään. Rakentamistoiminnan päästölaskennan lähtötietoina käytettiin Tilastokeskuksen Energia-tilastokopialvelun tietoja sähkön ja polttoaineiden kulutuksesta rakennustoiminnassa (tilastokopialvelun taulukot 3.2 ja 9.1). Tilastokeskuksen tilastoaineistosta saatu energiankulutus pitää sisällään sekä talon- että infrarakentamisen energiankulutuksen. Kuljetusten ja työmaiden päästöt on myöhemmin laskennassa jaoteltu talon- ja infrarakentamisen kesken Tilastokeskuksen ja VTT:n TYKO-malliin perustuvan luokituksen perusteella⁵³.

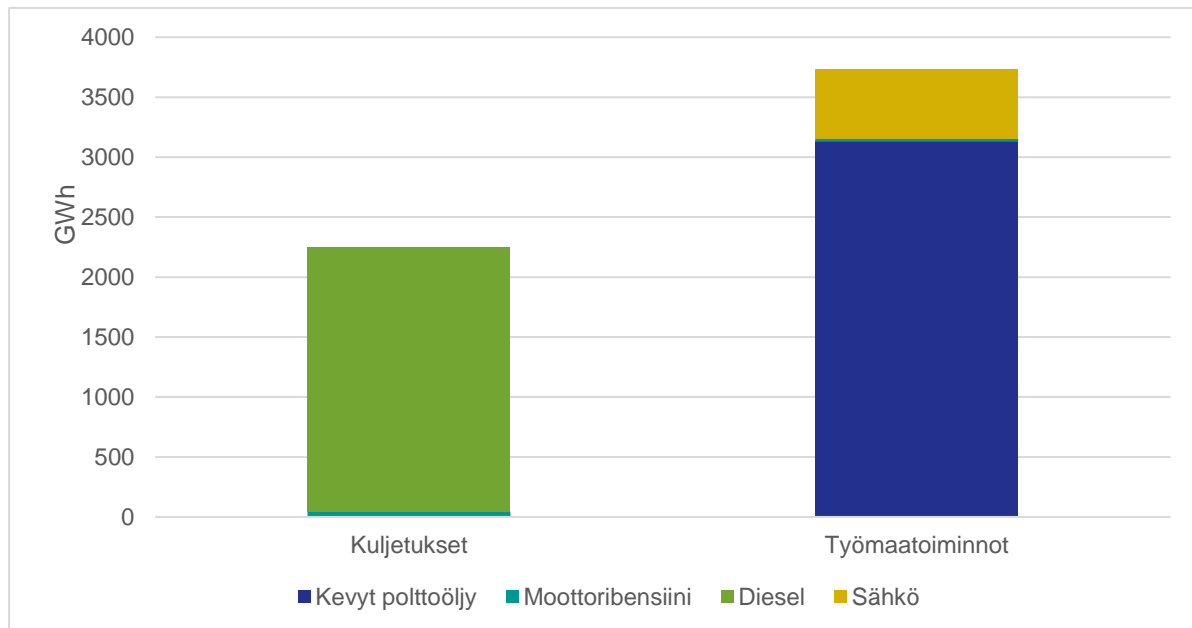
Tilastokeskuksen mukaan Tilastokeskuksen rakennustoimintaan kohdistetussa energiatilastoinnissa on toistaiseksi huomioitu myös kaivannaisteollisuuden osuus. Laskentaa varten Tilastokeskus toimitti korjatut luvut rakennustoiminnan polttoainekulutuksista siten, että niistä oli poistettu kaivannaisteollisuuden osuus.

Rakentamisen kuljetusten polttoaineiden käyttö perustuu Tilastokeskuksen energiatilinpitoon⁵⁴ (luokka F rakentaminen), josta on poistettu työkoneiden polttoainekäyttö. Rakennustoiminnan kuljetusten polttoainekäyttö muodostuu pääasiassa dieselin kulutuksesta. Rakentamiseen liittyvien kuljetusten ja työmaatoimintojen polttoaineiden käytön ja sähkön kulutus energiankulutus on esitetty kuvassa 7 energianlähteittäin.

⁵² Aiemmissä tutkimuksissa tiilirakennuksille on käytetty päästökerrointa 208 kgCO₂/m². Kerrointa on korjattu siten, että siinä pyritään huomiomaan kaikki materiaalit ja prosessit (VTT 2018).

⁵³ Laine ym. (2020), Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila, liite 2, <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-1-rakennetun-ympariston-hiilielinkaaren-nykytila.pdf>

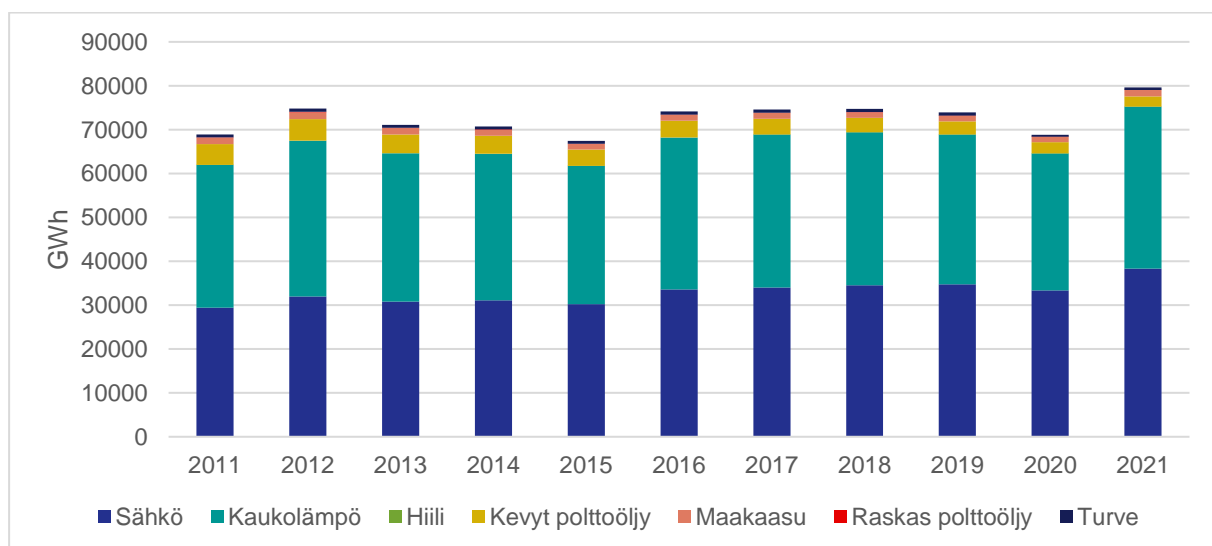
⁵⁴ Tilastokeskus. Energiatilinpito, 2011–2021. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__entp/statfin_entp_pxt_11wx.px/



Kuva 7. Kuljetusten ja työmaatoimintojen polttoaineiden ja sähkön kulutus vuonna 2021

4.1.1.3 Rakennusten energiankäyttö

Rakennusten energiankäytön päästölaskenta perustuu Tilastokeskuksen taulukkopalvelun energiankulutustietoihin rakennuksille. Energiankulutukseen sisältyy sähkön, kaukolämmön ja fossiilisten polttoaineiden kulutus asuntaloissa, teollisuuden rakennuksissa, palvelurakennuksissa ja maatilarakennuksissa (Kuva 8). Sähkön osalta energiankulutus sisältää lämmityksen ja laitesähkön.



Kuva 8. Sähkön, kaukolämmön sekä fossiilisten polttoaineiden käyttö (GWh) rakennuksissa 2011-2021, vuotta 2021 aiemmat vuodet esitetään kuvassa vertailun vuoksi

4.1.1.4 Purku

Purkuvaiheen päästöistä laskennassa on huomioitu ainoastaan purettujen rakennustuotteiden metaanipäästö. Purkamisen polttoaine- ja energiakäyttöön liittyvän päästön katsotaan

sisältyvän työmaatoimintojen päästöihin. Vastaavasti jätteenkäsittelyn epäsuoria päästöjä ei ole huomioitu, koska nämä päästöt kohdistuvat pääasiassa jätteestä valmistetun kierrätysmateriaalin käytön tai tuotetun energian päästöihin⁵⁵.

Hankkeessa käytetyt purkamisen metaanipäästöt perustuvat suoraan Suomen päästöinventaarioon (taulukko 7.2-3, ks. kuva 9)⁵⁶. Purkamisen metaanipäästöjä ei ole päästöinventaariossa eritelty talon- ja infrarakentamisen välillä. Laskennassa purkamisen päästöt on jaettu talonrakentamisen ja infrarakentamisen välillä näissä syntyvien rakennusmateriaalien päästöjen (tCO₂) suhteellisen osuuden perusteella.

Table 7.2-3 CH₄ emissions from solid waste disposal on land by subcategory (Mt CO₂ eq.)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Municipal solid waste	2.78	2.69	2.26	1.60	1.51	1.45	1.42	1.33	1.22	1.18	1.08	0.99	0.96	0.93	0.89	0.83
Municipal sludge	0.20	0.18	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005
Industrial sludge	0.71	0.70	0.51	0.27	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04
Industrial solid waste	0.57	0.60	0.53	0.46	0.40	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28
Construction and demolition waste	0.59	0.59	0.51	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.31	0.32	0.31	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31
Total	4.85	4.75	3.88	2.72	2.43	2.33	2.28	2.15	2.00	1.94	1.80	1.69	1.64	1.60	1.55	1.47

Kuva 9. Suomen kansallinen päästöinventaarior, taulukko 7.2-3, Rakennus- ja purkujätteiden päästöt

4.1.2 Liikenneverkot (infrarakentaminen)

Liikenneverkkojen osalta laskenta on rajattu tässä selvityksessä tie- ja rataverkkoon (sisältäen ratapihat). Maanteiden (valtion tieverkko) tietoja tilastoidaan vuosittain⁵⁷, samoin rataverkon⁵⁸. Kuntien katuverkon kokonaispituus on tilastoitu vuodelta 2022⁵⁹, ja näiden rakentamiseen käytettyjen materiaalien valmistuksen päästöt on laskettu suhteessa maantieverkon kokonaiskilometreihin, maantieverkosta saatavilla olevan materiaalivolyymidatan johdosta (oletuksella katujen keskimääräinen leveys 5,5 m). Yksityisteistä on myös saatavilla tilastotietoja, mutta ne on rajattu edellisen hankkeen⁶⁰ tapaan laskennan ulkopuolelle, sillä maantiet ja yksityistiet ovat keskimäärin hyvin erityyppisiä ja siten skaalaus maanteiden tuloksista ei ole riittävällä luotettavuudella mahdollinen.

⁵⁵ Syke 2011, Julia 2030 hanke: HSY:n alueella tuotettujen, käsiteltyjen ja hyödynnettyjen jätelajien khk-päästökertoimet - Laskelmien taustatietoa

⁵⁶ Finland. 2023 National Inventory Report (NIR). <https://unfccc.int/documents/627718>

⁵⁷ Tilastokeskus. (2024). Maantiet leveyden mukaan, 2017-2021. https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tiet/statfin_tiet_pxt_12k4.px/table/tableViewLayout1/

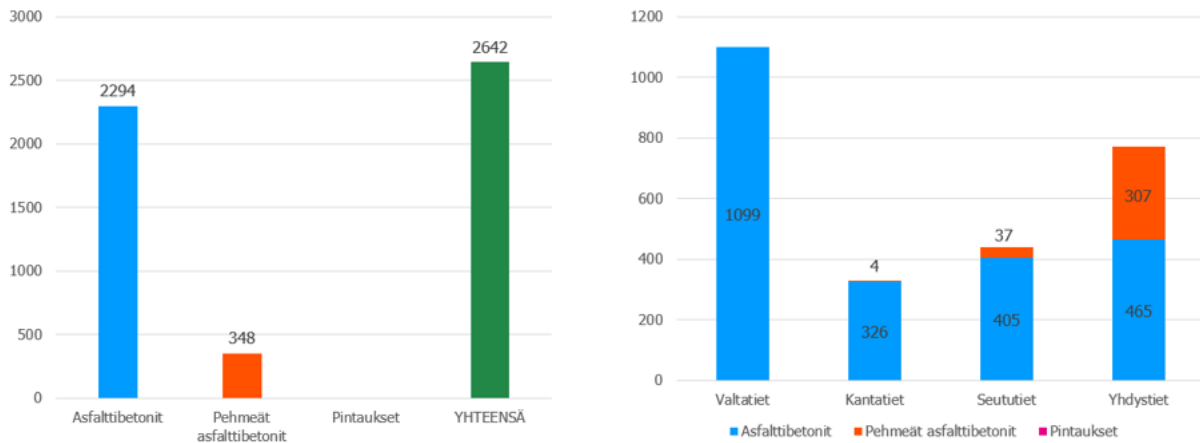
⁵⁸ Tilastokeskus. (2024). Radat, eritasoristeykset ja tasoristeykset, liikennepaikat ja investoinnit, 2011-2022. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__rtie/statfin_rtie_pxt_12lu.px/

⁵⁹ Traficom. (2022). Kilometrit katuverkolla. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Kilometrit%20katuverkolla_15122022.pdf

⁶⁰ Laine, A. et al (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, Osa 1. Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-1-rakennetun-ympariston-hiilielinkaaren-nykytila.pdf>

4.1.2.1 Materiaalien valmistus

Maanteiden osalta tiedot tielinjan ulkopuolisen kiviaineen volyymistä on saatu Väyläviraston tiehankkeiden ympäristöraportoinnista, johon kerätään materiaalitiedot hankekohtaisesti⁶¹. Lisäksi Väylävirastolta saatiin tiedot päällystyksen osalta (Kuva 10)⁶². Lisäksi Betoniteollisuus ry:n oma arvio betonin käytöstä infrarakentamisessa on 200 000 m³ betonielementteinä ja 680 000–940 000 m³ valmisbetonina vuosittain⁶³, jota käytetään merkittävästi mm. taitorakenteiden rakennusmateriaalina.



Kuva 10. Vuoden 2021 päällystysohjelman toteuma (päällyste- ja toiminnallinen luokka, km)

Rataverkon materiaalikäytön laskenta perustuu Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) vuonna 2011 teettämään hankkeeseen, jossa kerättiin tiedot erilaisista toteutetuista tie- ja ratahankkeista ja laskettiin näiden kasvihuonekaasupäästöt. Hankkeessa myös arvioitiin Suomen koko maantie- ja rataverkon hiilijalanjäljet.⁶⁴ Samoilla lähtötiedoilla ja vastaavilla yleistysperiaatteilla on tässä hankkeessa arvioitu rataverkon korjaus- ja kunnossapitotoimintojen materiaalikäyttö. Väyläviraston edustajan arvion mukaan tämä hanke on yhä kattavin pohjoismainen selvitys. Suomessa on tämän jälkeen tehty useita yksittäisiä case-laskemia eri menetelmiä testaten ja kehittäen, mutta näiden yleistettävyyden koko Suomen väyläverkolle on haastavaa erilaisista menetelmistä johtuen. Vuonna 2021 rakennetun junaradan määrä, 3 km, laskettiin Väyläviraston valmistuneiden hankkeiden listauksesta⁶⁵. Materiaalikäyttö on arvioitu Liikenneviraston vuonna 2011 toteuttaman hankkeen datan case-kohtaisen datan perusteella⁶⁶. Rakennusmateriaalien valmistuksen päästöjen laskentaan on käytetty Suomen ympäristökeskuksen Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokantaa⁶⁷.

⁶¹ Väylävirasto. Tiehankkeiden ympäristöraportointi (saatu Päivi Jylänkiltä 9.2.2024)

⁶² Väylävirasto. Vuoden 2021 päällysteohjelman toteuma (saatu Katri Eskolalta 7.2.2024)

⁶³ Lehtovirta, T. (2023). Infrarakentamisen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt Suomessa. Diplomityö, Aalto-yliopisto.

⁶⁴ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

⁶⁵ Väylävirasto (2022). Valmistuneet hankkeet 2021. <https://vayla.fi/documents/25230764/88856228/2021-valmistuneet-hankkeet-kartta.jpg/6fc956b8-0c09-cc3b-c11f-96d1708860a9?t=1639647370004>

⁶⁶ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

⁶⁷ Suomen ympäristökeskus. (2024). Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokanta. <https://co2data.fi/>

4.1.2.2 Rakentaminen ja kuljetukset

Infrarakentamisen työmaatoimintojen ja kuljetusten energiankulutustiedot sisältyvät Tilastokeskuksen rakentamisen tilastoihin, jotka on esitetty kappaleessa 4.1.1.2. Työmaatoimintojen ja kuljetusten polttoaineidenkokonaiskulutuksista jyvitetiin asiantuntija-arvioon perustuen 65 % infrarakentamisen päästöihin. Työmaatoimintojen sähkönkulutuksen⁶⁸ katsottiin tapahtuvan kokonaan talonrakennuskohteissa, eikä sähkönkulutuksen päästöjä täten jyvitetty lainkaan infrarakentamisen päästölaskentaan.

4.1.2.3 Kunnossapito

Kunnossapitotoimintojen energiankäytön laskenta perustuu Liikenneviraston vuonna 2011 teettämään hankkeeseen⁶⁹. Maanteiden osalta on kunnossapitopäästöjen laskenta sisältää maantieverkon talvikunnossapitoon käytettävien ajoneuvojen ja työkoneiden polttoaineidenkulutukset. Rataverkon osalta on arvioitu hoito sisältäen koneelliset tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt, sisältäen materiaalien valmistuksen ja työkoneiden polttoaineidenkulutukset.

4.1.2.4 Käyttövaiheen energia ja purku

Liikenneverkkojen käyttövaiheen energiankulutus on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Tähän sisältyisivät mm. väylien valaistus, vaihteiden lämmitys ja liikenteen ohjauslaitteet. Liikenneverkkojen purkamisen päästöt on suhteutettu talonrakentamisen ja infrarakentamisen materiaalivolyymien mukaisesti Suomen päästöinventaarion purettujen rakennustuotteiden metaanipäästöistä⁷⁰.

4.1.3 Yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)

Kaasuverkkojen osalta vuosien 2020 ja 2021 välillä verkon määrä kasvoi⁷¹ sekä edellisessä tiekartassa Gasgrid Finland arvioi, että kaasuverkon saneeraus on vuosittain hyvin vähäistä⁷².

Kaukolämpöverkoista on huomioitu uudisrakentamisena tilastoitu muutos kaukolämpöverkkojen pituudessa vuosien 2020 ja 2021 välillä. Korjausrakentamisessa on käytetty Energiategollisuuden arviosta vuotuista keskiarvoa (60 km)⁷³.

Sähköverkoista on huomioitu sähköverkkojen investoinnit⁷⁴, joita on suhteutettu Gaian aikaisempiin selvityksiin sähköverkkoyhtiöiden päästöistä.

⁶⁸ Sähköiset työkoneet eivät ole vielä yleistyneet merkittävästi tai sähköisten koneiden lataus ei ole työmailla mahdollista

⁶⁹ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.

⁷⁰ Finland 2023 National Inventory Report (NIR). <https://unfccc.int/documents/627718>

⁷¹ Tiedonanto Valteri Eronen Energiavirasto 9.2.2024

⁷² Tiedonanto Marko Ikävalko Gasgrid Finland (2020)

⁷³ <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

⁷⁴ Tiedonanto Valteri Eronen Energiavirasto 9.2.2024

Vesijohtoverkkojen rakennusmäärät perustuvat HSY:n tilastoon vuodelta 2023 uudis- ja korjausrakentamisesta.⁷⁵ HSY:n rakennusmäärää on skaalattu koko Suomen vesijohto ja viemäriverkkojen määrään.

4.1.3.1 Materiaalien valmistus

Kaukolämpö- ja jakeluverkkojen materiaalit perustuvat Gaian aikaisempiin selvityksiin energiayhtiöiden hiilijalanjälkilaskennasta. Materiaalimäärät perustuvat oikeisiin tietoihin käytetyistä materiaaleista. Sähkön siirtoverkon osalta materiaalit perustuvat kantaverkkoyhtiön Fingridin vuosiraportointiin⁷⁶ ja Gaian asiantuntijatyöhön.

Vesijohtoverkkojen materiaalit perustuvat vesihuoltolaitosten raporteihin⁷⁷.

4.1.3.2 Rakentamisen ja kuljetusten päästöt

Yhdyskuntatekniikan rakentamisen ja kuljetusten tiedot sisältyvät liikenneverkkojen päästölaskentaan.

4.1.3.3 Käyttövaiheen energia ja purku

Kaukolämpö- ja sähköverkoissa käyttövaiheen energiaa kuluu siirtohäviöihin. Käyttövaiheen energia on rajattu ulos tästä tarkastelusta. Yhdyskuntatekniikan purkamisen päästöt sisältyvät liikenneverkkojen purkamisen päästöihin.

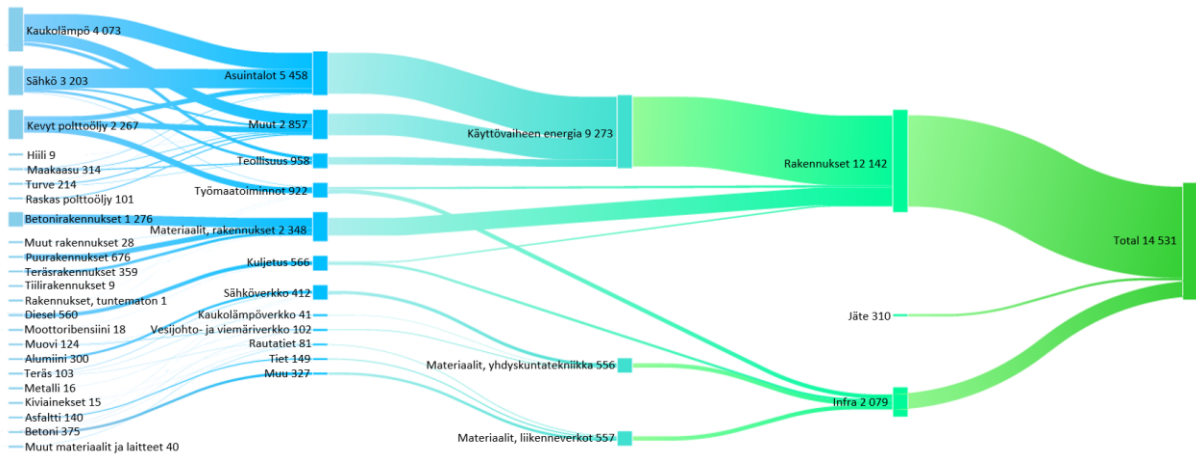
4.2 Laskennan tulokset

Koko rakennusalan hiilijalanjälki muodostuu rakennusten (talonrakentaminen) ja infrarakentamisen päästöistä (ks. alaluvut 4.2.1 ja 4.2.2). Vuodelle 2021 laskettu koko rakennusalan hiilijalanjälki oli yhteensä noin 14,5 miljoonaa tCO₂e (Kuva 11). Rakennusten rakentamisen ja käytön päästöt muodostavat noin 86 % koko rakennetun ympäristön päästövaikutuksesta. Vastaavasti infrarakentaminen muodostaa hiilijalanjäljestä 14 %. Rakennusten käyttövaiheen energia kattaa suurimman osan (noin 70 %) rakennusten hiilijalanjäljestä. Ilman käyttövaiheen energiankulutusta talon- ja infrarakentamisen päästöt olivat yhteensä noin 5,3 miljoonaa tCO₂e (Kuva 12).

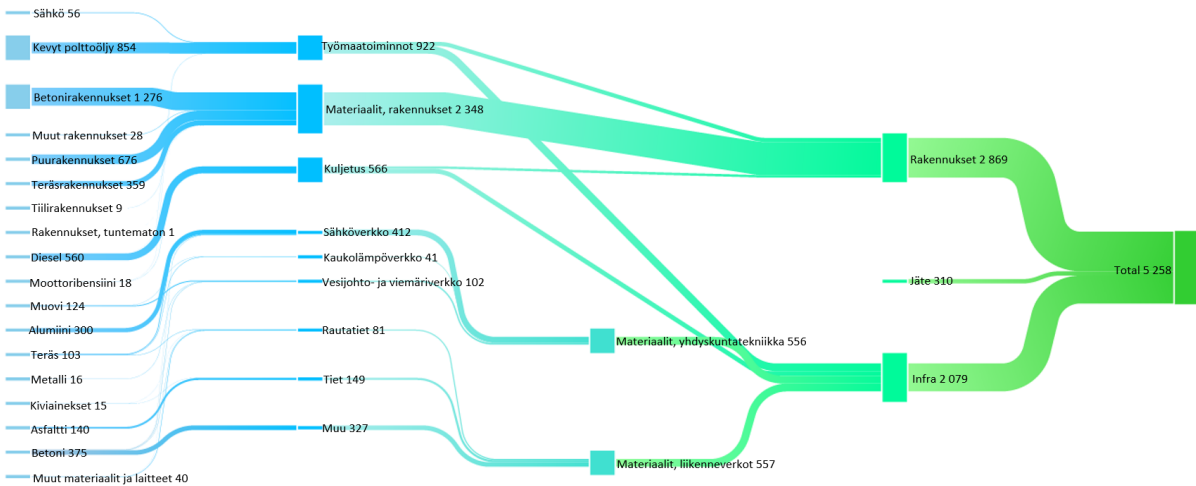
⁷⁵ Tiedonanto Doris Kalve HSY 7.2.2024

⁷⁶ Fingrid (2023). Vuosikertomus 2022. https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/vuosikertomus/2022/fingrid_oj_yritysvastuu_ja_kestava_kehitys_2022.pdf

⁷⁷ SYKE, Ilmatieteen laitos, ELY-keskukset ja Tulvakeskus. (2024). Vesihuoltolaitosten raporteja. <https://vesi.fi/aineistopankki/vesihuoltolaitosten-raportteja/>



Kuva 11. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (ktCO_{2e}), laskennan kokonaistulos (sis. käyttövaiheen energian päästöt). Rakentamisen hiilijalanjälki on laskettu vuonna 2021 valmistuneen rakennuskannan mukaan.



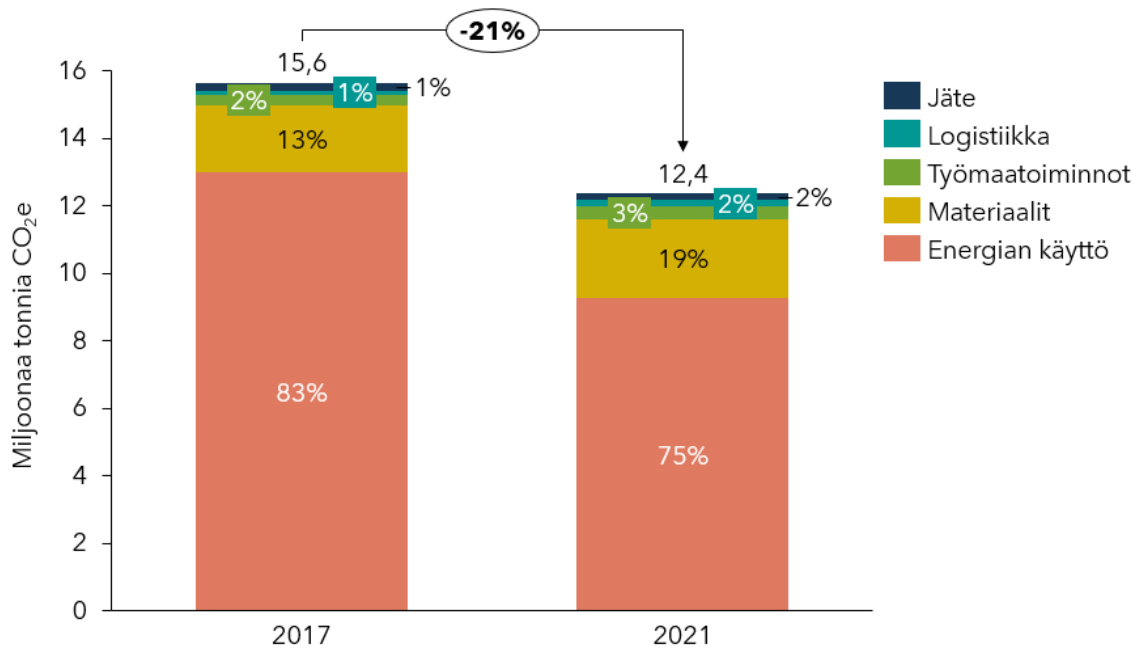
Kuva 12. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (ktCO_{2e}), laskennan tulos ilman käyttövaiheen energian päästöjä. Rakentamisen hiilijalanjälki on laskettu vuonna 2021 valmistuneen rakennuskannan mukaan.

4.2.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Tässä luvussa esitetyt tulokset sisältävät talonrakentamiseen käytettävät materiaalit sekä talonrakentamiseen arvioidun osuuden työmaatoimintojen, logistiikan ja purkamisen päästöistä. Rakennusten päästöt kattavat vuonna 2021 toteutuneesta uudisrakentamisesta aiheutuneet materiaalien, kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöt sekä olemassa olevan rakennuskannan energiankäytöstä aiheutuvat päästöt.

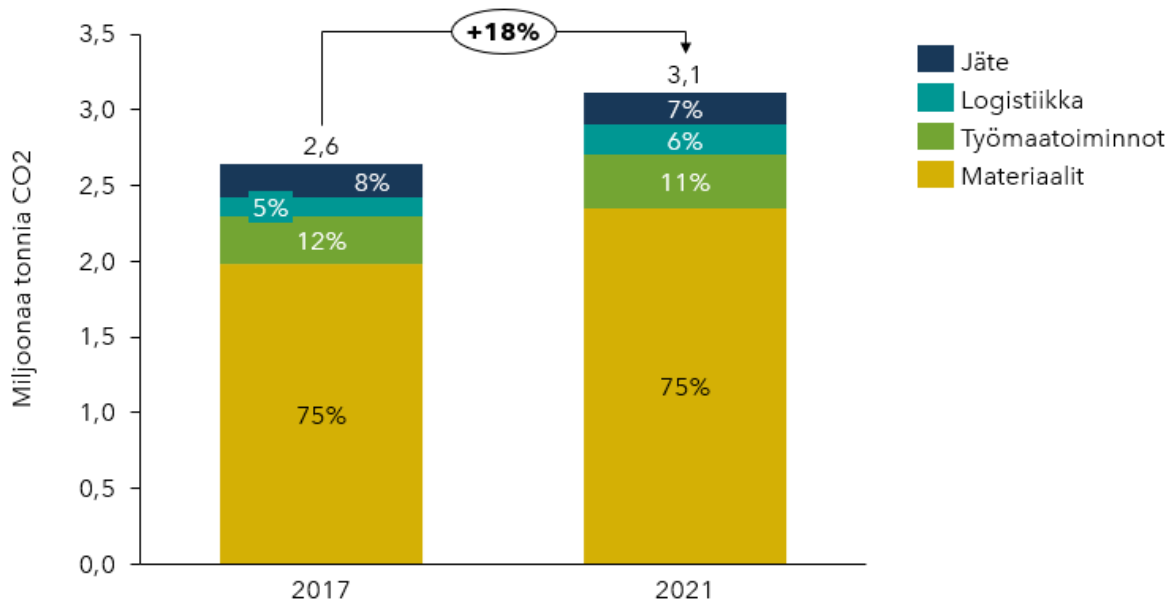
Vuonna 2021 rakennusten päästöt olivat noin 12,4 MtCO_{2e}, sisältäen jätteiden päästöt. Vuoden 2017 päästöihin verrattuna rakennusten päästöt vähenivät 21 % (Kuva 13). Rakennusten suurin päästölähde on käytönaikainen energiankulutus (sähkö, kaukolämpö ja erillislämmitys), noin 64 % vuoden 2021 hiilijalanjäljestä (Kuva 11). Vuosien 2017–2020 aikana käyttövaiheen hiilijalanjälki on laskenut 29 % pääasiassa johtuen energianlähteiden muutoksissa sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa. Samalla aikavälillä muiden rakentamisen tekijöiden kuten

rakennusmateriaalien, kuljetusten, työmaatoimintojen hiilijalanjälki on kasvanut yhteensä 18 % (Kuva 14). Logistiikan, työmaatoimintojen ja rakennusmateriaalien päästöjen kasvu johtui rakennus- ja asuntotuotannon määrän sekä kuljetusten polttoainekulutuksen ja työmaiden kevyen polttoöljyn kulutuksen määrän kasvusta. Merkittävin vaikutus päästöihin oli uudisrakentamisen määrän kasvulla, joka oli tarkastelujaksolla 2017–2021 noin 16 %. Polttoainekulutus kasvoi tarkastelujaksolla kuljetuksissa yhteensä noin 16 % ja työmaatoiminnoissa noin 8 %.



Kuva 13. Rakennusten hiilijalanjäljen kehitys vuosina 2017 ja 2021

Talonrakentamisen rakennusmateriaalien, logistiikan ja työmaatoimintojen päästöistä (3,11 MtCO₂e) rakennusmateriaalien osuus on noin 75 % (Kuva 14).

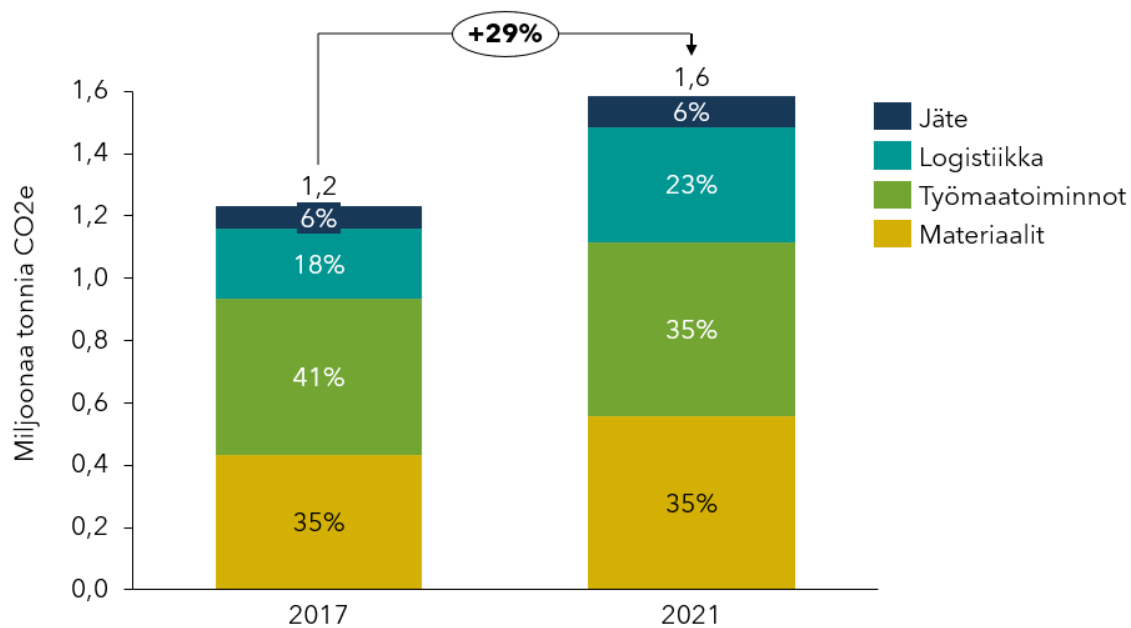


Kuva 14. Rakennusten hiilijalanjäljen kehitys vuosina 2017–2021 ilman käyttövaiheen energiaa

4.2.2 Liikenneverkot (infrarakentaminen)

Tässä luvussa esitetyt tulokset sisältävät liikenneverkkojen rakentamiseen käytettävät materiaalit, tieverkon talvikunnossapidon- ja rataverkon huollon polttoainekulutukset, sekä liikenneverkkojen arvioidun osuuden työmaatoimintojen, logistiikan ja purkamisen päästöistä.

Liikenneverkkojen hiilijalanjälki oli vuonna 2021 noin 1,6 MtCO_{2e}, joka on 29 % enemmän kuin vuonna 2017, jolloin vastaavalla rajauksella laskettu liikenneverkkojen hiilijalanjälki oli noin 1,2 MtCO_{2e} (Kuva 15). Merkittä tekijä päästöjen kasvun taustalla oli asfalttibetonin käyttömäärän (Kuva 10) kasvu vuoteen 2017 verrattuna (47 %). Lisäksi polttoainekulutus kasvoi tarkastelujaksolla kuljetuksissa yhteensä noin 16 % ja työmaatoiminnoissa noin 8 %. Liikenneverkkojen hiilijalanjäljestä merkittävimmän osan muodostavat työmaatoiminnot sekä rakennusmateriaalien valmistus, joista kummastakin aiheutui päästöjä 0,56 MtCO_{2e}. Logistiikan päästöt olivat 0,37 MtCO_{2e} ja jätteiden päästöt 0,10 MtCO_{2e}. Työmaatoimintojen, logistiikan ja jätteiden osalta päästöluvut sisältävät myös yhdyskuntatekniikan rakentamisen osuuden.

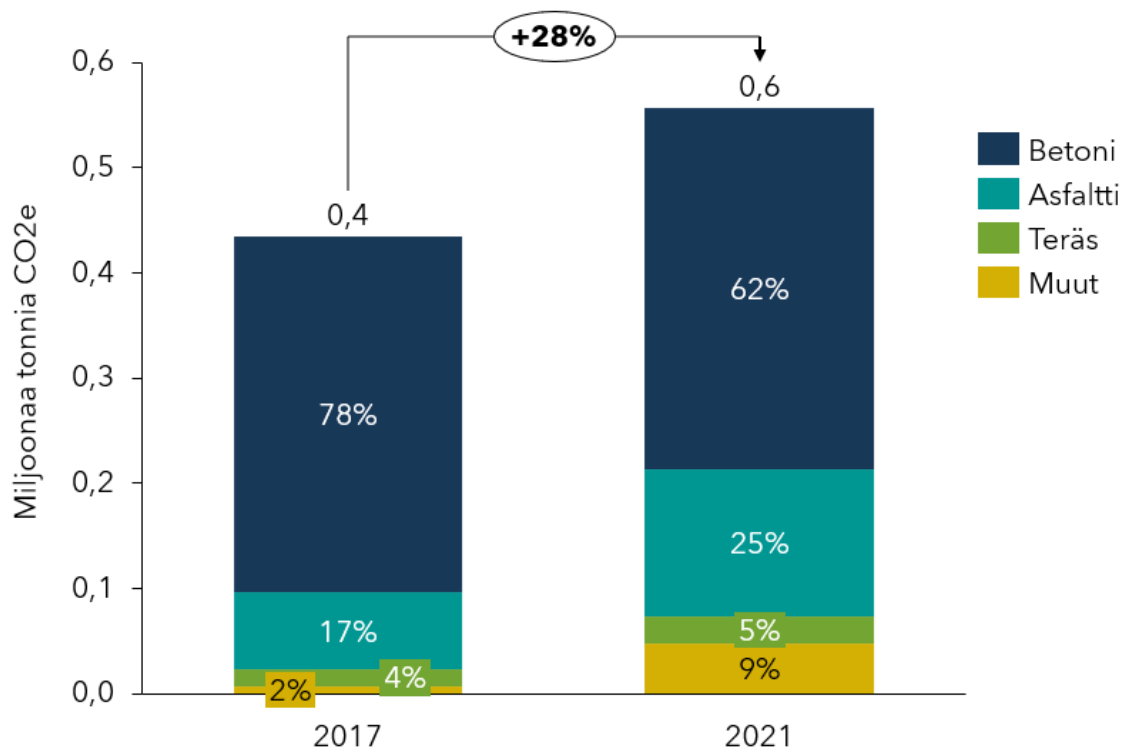


Kuva 15. Liikenneverkkojen hiilijalanjäljen kehitys 2017-2021

Liikenneverkkojen rakennusmateriaalien valmistuksen päästöt aiheutuvat pääasiassa betonista (0,34 MtCO₂e) ja asfaltista (0,14 MtCO₂e), jotka muodostavat yhteensä 87 % liikenneverkkojen materiaalienkäytön hiilijalanjäljestä (Kuva 16). Teräksen valmistuksesta syntyy 0,03 MtCO₂e päästöjä ja muista liikenneverkkojen rakennusmateriaaleista yhteensä 0,05 MtCO₂e päästöjä. Vuonna 2017 betoni muodosti suhteellisesti suuremman osan liikenneverkkojen materiaalienkäytön päästöistä, mikä selittyy muuttumattomalla asiantuntija-arviolla betonin kokonaiskäytön määrästä liikenneverkkojen rakentamisessa⁷⁸⁷⁹, vaikka rakentamisvolyymi on kasvanut vertailuajanjaksolla.

⁷⁸ Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisuuden-tiekartta/>

⁷⁹ Lehtovirta, T. (2023). Infrarakentamisen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt Suomessa. Diplomityö, Aalto-yliopisto.

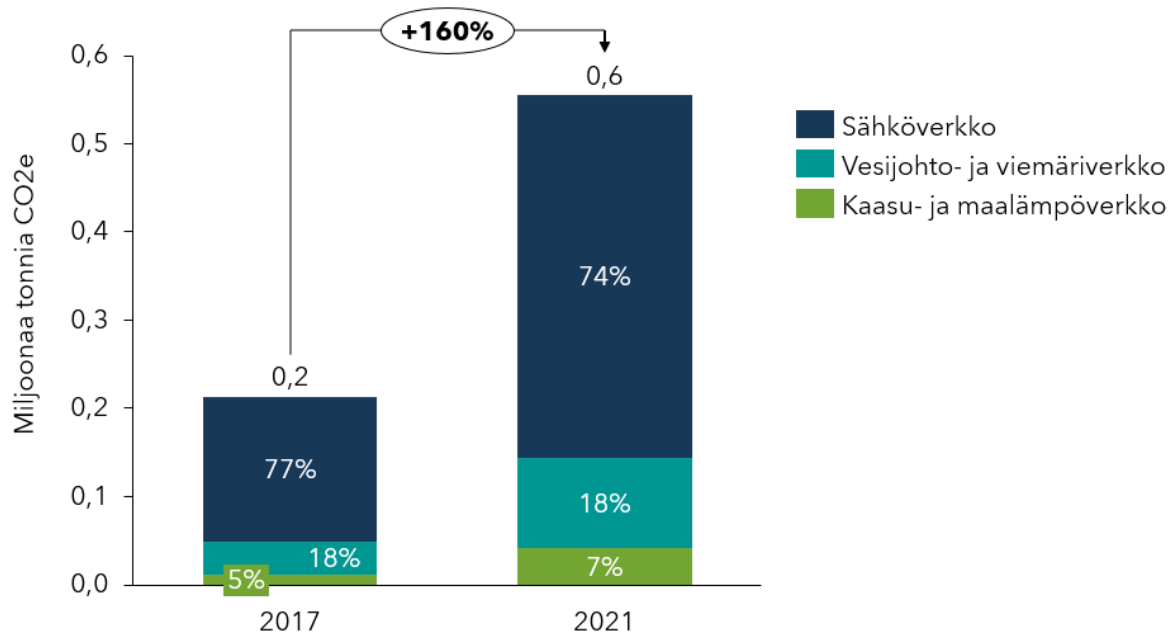


Kuva 16. Liikenneverkkojen materiaalienkäytön hiilijalanjäljen kehitys 2017-2021

4.2.3 Yhdyskuntatekniikan materiaalit (infrarakentaminen)

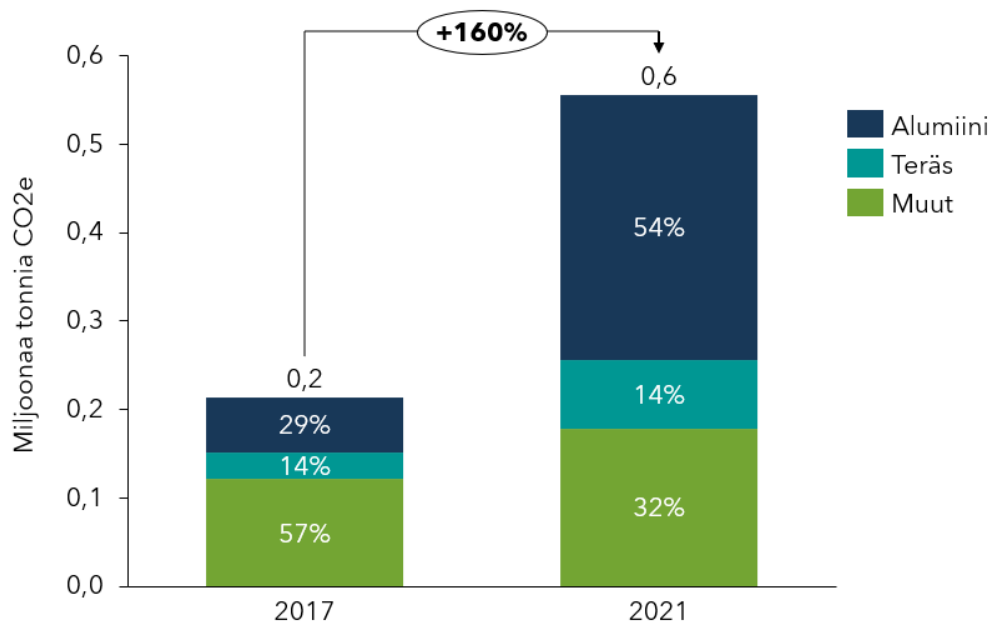
Yhdyskuntatekniikan osalta työmaatoimintojen, logistiikan ja purkamisen päästöt sisältyvät edellisessä kappaleessa esitettyyn liikenneverkkojen hiilijalanjälkeen, joten tässä kappaleessa käsitellään ainoastaan yhdyskuntatekniikan rakentamisen materiaalienkäytöstä aiheutuvia päästöjä.

Yhdyskuntatekniikan materiaalienkäytön päästöt olivat 0,56 MtCO₂e vuonna 2021, sisältäen sähköverkon-, vesijohto- ja viemäriverkon, sekä kaasu- ja maalämpöverkon rakentamisen (Kuva 17). Sähköverkon rakentamisen materiaalienkäytön päästöt muodostavat merkittävimmän osan yhdyskuntatekniikan päästöistä (74 %, 0,41 MtCO₂e). Vesijohto- ja viemäriverkot muodostavat toiseksi suurimman osan päästöistä (18 %) 0,10 MtCO₂e osuudellaan. Vuonna 2017 yhdyskuntaverkkojen materiaalienkäytön päästöt olivat 0,21 MtCO₂e, joten päästöt ovat kasvaneet noin 160 % vertailuajanjaksolla. Laskentavuosien välinen päästöjen kasvu selittyy alumiinin käytön osuudesta sähköverkkojen rakentamisessa ja sen valmistuksen päästöjen laskennassa tehdystä päästökertoimen päivityksestä. Sähköverkkojen rakentamisessa käytetyn alumiinin päästökerroin päivitettiin 100 % primäärialumiiniin, jotta se vastaa korkeajännitekaapeliin alumiinilaatua, minkä vuoksi sähköverkkojen materiaalienkäytön päästöjen laskennassa käytetyn alumiinin päästökerroin kasvoi päivityksen myötä 250 %.



Kuva 17. Yhdyskuntatekniikan hiilijalanjäljen kehitys 2017-2021

Koko yhdyskuntatekniikan tasolla alumiinin käyttö muodosti yli puolet päästöistä (0,30 MtCO₂e) vuonna 2021 (Kuva 18). Seuraavaksi suurimmat materiaaliikohtaiset päästöt syntyvät yhdyskuntatekniikan rakentamiseen käytetyn teräksen valmistuksesta (0,08 MtCO₂e).



Kuva 18. Yhdyskuntatekniikan materiaaliikohtaisen hiilijalanjäljen kehitys 2017-2021

4.2.4 Arvio tulosten laadusta / laskennan epävarmuudet

Rakennusten energiankäyttö

Rakennusten käytönaikaisen energiankulutuksen päästölaskenta perustuu Tilastokeskuksen taulukkopalvelun energiankulutustietoihin rakennuksille, joka on osa Suomen virallista tilastointia. Täten laskennan lähtödataa voidaan pitää varsin luotettavana. Sähkön ja kaukolämmön päästökertoimina on käytetty Tilastokeskuksen sähkön ja lämmön tuotannon ominaispäästökertoimia, joita voidaan pitää luotettavina. Laskennassa käytettiin vuoden 2020 laskennasta poiketen hyödynjakomenetelmällä laskettuja päästökertoimia, mistä johtuen sähkön ja kaukolämmön päästöt eivät ole täysin vertailukelpoisia laskentojen välillä. Hyödynjakomenetelmä valittiin laskentaan Energiateollisuuden (ET) päivitettyssä vähähiilisyystiekartassa käytettyjen kertoimien perusteella.

Rakennusmateriaalit – talonrakentaminen

Laskennassa rakennusmateriaalien päästöt on arvioitu kulutusperusteisesti edelliseen vuoden 2020 tiekarttaan perustuen. Kulutusperäisen laskennan merkittävin virhelähde on tarkan kulutustiedon puuttuminen. Hankkeessa ei ollut tarkkaa tietoa siitä, miten paljon Suomessa rakennusmateriaaleja käytetään. Tästä johtuen talonrakentamisessa käytettyjen rakennusmateriaalien kulutusarvio perustuu tilastotietoon rakennetuista neliöistä pääraaka-aineittain (esim. betoni, teräs, puu, tiili). Päästölaskennassa tilastotieto pääraaka-aineiden mukaisista neliömääristä on yhdistetty tapaustutkimusten tietoon pääraaka-aineista valmistettujen rakennusten ominaispäästöistä. Rakennusten ominaispäästökertoimet pitävät sisällään kaikki rakennuksessa käytetyt materiaalit. Päästöarvion tarkkuus perustuu tapaustutkimusten tarkkuuteen. Betoni- ja puurakennusten ominaispäästökertoimia päivitettiin laskennan yhteydessä arvion tarkentamiseksi. Ominaispäästökertoimien määrittämisessä on käytetty useita tapaustutkimuksia, joten arvion tarkkuutta voidaan pitää kohtuullisena.

Rakennusmateriaalit ja huolto – liikenneverkot

Nykytilan päivitys ei sisällä liikenneverkkojen osalta yksityisteitä, raitioteitä, metroa, satamia ja vesiväyliä, eikä lentokenttiä. Yksitysteiden lisääminen tarkastelun piiriin kasvattaisi tieverkkojen hiilijalanjälkeä huomattavasti, sillä niiden kokonaismäärä (km) ylittää laskennan piirissä olevien maanteiden ja katujen kokonaismäärän (km). Raitioteiden ja metron sisällyttämisellä laskentaan ei arvioida olevan suurta vaikutusta näiden vähäisistä linjapituuksista johtuen. Myöskään siltojen ja tunnelien rakentamista ei ole erikseen huomioitu tilastotiedon puutteellisuuden vuoksi, mutta niiden päärakennusmateriaalina käytettävän betonin kokonaismäärä infrarakentamisessa sisältyy laskentaan. Betonin määrä infran rakentamisessa perustuu asiantuntija-arvioon, sillä hankkeessa käytetty tilastotieto ei sisällä kyseistä tietoa. Tieverkon kunnossapidon polttoainekulutusten laskenta perustuu vuonna 2011 toteutetun tutkimuksen case-tarkasteluihin⁸⁰, jotka ovat tätä hanketta toteutettaessa yli kymmenen vuotta vanhoja. Polttoainekulutusten päästökertoimet on päivitetty vuoden 2021 arvoihin.

Rakennusmateriaalit – yhdyskuntatekniikka

⁸⁰ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.

Kaukolämpö- ja sähköverkkojen rakennusmateriaalien laskenta perustuu Gaian aikaisempiin selvityksiin energiayhtiöiden hiilijalanjäkilaskentoihin liittyen. Selvitykset ovat pääsääntöisesti luonteeltaan tapaustutkimuksia, ja niistä johdettuihin päästökertoimiin sisältyy osittain epävarmuuksia. Datakaapelit on rajattu tarkastelun ulkopuolelle tilastotiedon puutteiden vuoksi. Infrarakentamisen tilastointi on toistaiseksi hyvin paljon vajavaisempaa kuin talonrakentamisen, minkä vuoksi osa yhdyskuntatekniikan kannalta oleellisista toiminnoista on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

Rakennustoiminta

Rakennustoiminnan työkoneiden energiankäytön kulutus perustuu Tilastokeskuksen ja VTT:n malleihin pohjautuvaan arvioon työkoneiden kevytpolttoöljyn ja moottoribensiinin kulutuksesta. Kuljetusten polttoainekulutus perustuu Tilastokeskuksen energiatilinpitoon. Työmaakoneiden ja kuljetusten polttoaineille käytettiin Iso Britannian ympäristö- ja ruokaviraston Defran vuoden 2021 päästökertoimia. Hankkeessa käytettiin Defran päästökertoimia Tilastokeskuksen tuottamien polttoaineiden päästökertoimien sijaan sillä Tilastokeskuksen kertoimet ottavat huomioon ainoastaan hiilidioksidin (CO₂) vaikutuksen. Defran kertoimet ovat ilmaistu hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e) eli ne ottavat huomioon kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutuksen yhteismitallisesti hiilidioksidin kanssa. Defran kertoimet ovat kuitenkin hyvin linjassa aikaisemmassa tiekartassa (2020) käytettyjen kertoimien kanssa eivätkä ne aiheuta laskentatuloksiin merkittäviä poikkeamia. Päivityksen yhteydessä tehty päästöarvio vastaa vuoden 2020 hankkeessa toteutettua laskentaa, ja arviota voidaan pitää kokonaisuudessaan luotettavana.

Purkamisen päästöt

Purkamisen metaanipäästöjen arvio perustuu suoraan Suomen kansalliseen päästöinventaarioon (NIR) rakentamisen ja purkamisen metaanipäästöistä. Arviota voidaan pitää kansallisella tasolla pitää hyvin luotettavana. Purkamisen päästöjen jakautumisesta talon- ja infrarakentamisen kesken ei toistaiseksi ole esitetty asiantuntija-arvioita. Jotta hankkeessa pystyttiin mallintamaan talon- ja infrarakentamisen jätteiden yleistä kehitystä, hankkeessa oletettiin, että purkamisen päästöt jakautuisivat talon- ja infrarakentamisen kesken samassa suhteessa materiaalien päästöjen kanssa. Todellisuudessa purkamisen päästöt eivät kuitenkaan välttämättä noudattele materiaalien käyttömääriä ja niistä syntyviä päästöjä⁸¹.

⁸¹ Purkamisen päästöjen jakautumiseen ja sen tulevaisuuden kehitykseen talon- ja infrarakentamisessa saattaa esimerkiksi vaikuttaa materiaalien uudelleenkäytön yleistymisen ja uudelleenkäytön erilaiset mahdollisuudet talon- ja infrarakentamisen toimialoilla.

5 Päästövähennystoimien kehitys toimialalla

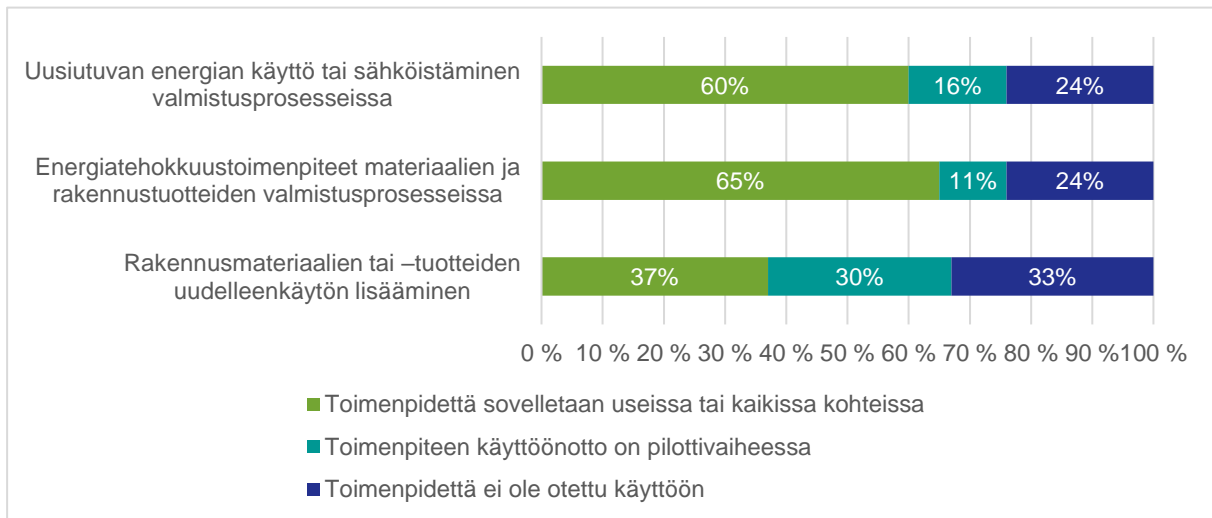
Rakennusteollisuuden toimenpiteiden käyttöönottoastetta ja suunniteltua käyttöä selvitettiin sidosryhmäkyselyllä, joka toteutettiin helmi-maaliskuussa 2024. Kyselyyn vastasi yhteensä 102 toimijaa talonrakentamisen, infrarakentamisen ja kiinteistöjen omistuksen ja ylläpidon toimialoilta. Vastanneista yrityksistä noin 22 % oli suuria (yli 250 työntekijää), 30 % keskikokoisia (50-249 työntekijää), 36 % pieniä (10-49 työntekijää) ja 12 % mikroyrityksiä (1-10 työntekijää). Rakennusteollisuuden toimialoista parhaiten edustettuna kyselyssä ovat talonrakennusteollisuus ja rakennuttaminen (n=54, 55 % vastaajista) ja rakennustuoteteollisuus (n=37, 36 % vastaajista). Vastaajista noin 11 % (n=11) kuului rakennusten omistamisen ja käytön ja 6 % (n=6) infrarakentamisen toimialoille.

Yksittäisten toimenpiteiden käyttöönoton lisäksi kyselyssä selvitettiin, minkälaisia ilmastotavoitteita yritykset ovat asettaneet. Kyselyn mukaan hiilineutraaliustavoitteet ovat yleisin tavoitetyyppi rakennusteollisuuden toimijoiden keskuudessa. Hiilineutraaliustavoitteiden ohella muutamia suuria ja keskisuuria yrityksiä ovat sitoutuneet Science Based Targets -aloitteen mukaisiin päästövähennystavoitteisiin. Ilmastotyöhön sitoutuneimpia ovat kyselyn mukaan keskimäärin suuret ja keskisuuret yritykset, joista suuri osa mittaa organisaationsa ja palveluidensa hiilijalanjälkeä sekä suunnittelee ilmastotoimenpiteitä strategisella tasolla.

Lisäksi hankkeessa toteutettiin kuusi yrityshaastattelua, jotka keskittyivät talonrakentamisen, talotekniikan ja rakennustuoteteollisuuden toimialoihin. Haastatteluiden avulla hankkeessa selvitettiin tarkemmin sitä, miten ja missä määrin yritykset ovat asettaneet ilmastotavoitteita ja ottaneet käyttöön päästövähennystoimenpiteitä. Lisäksi haastatteluilla pyrittiin hahmottamaan ilmastotoimien parhaita käytäntöjä. Haastatteluista muotoiltiin tiiviit tarkastelut, jotka on kuvattu liitteessä 1.

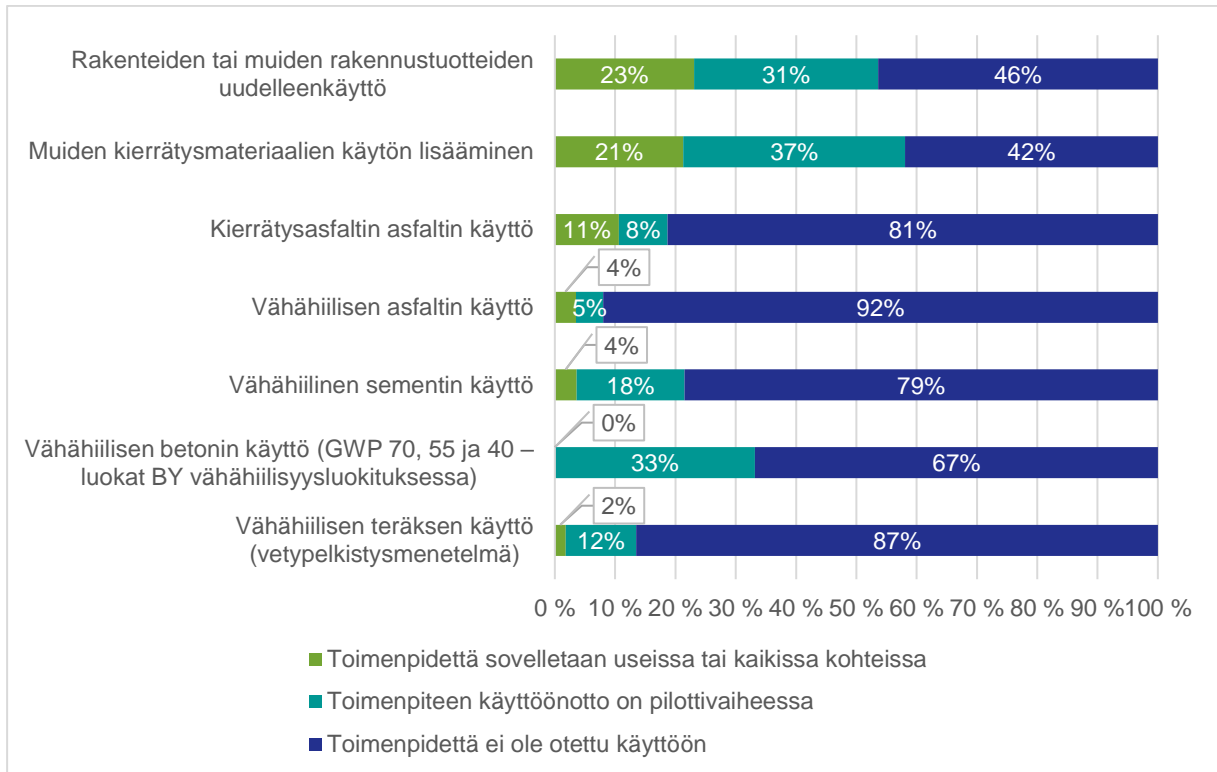
5.1 Vähähiilisten materiaalien tuotanto ja käyttö

Kyselyn perusteella rakennustuoteteollisuudessa on otettu käyttöön useita tuotannon päästövähennystoimenpiteitä (Kuva 19). Toimenpiteistä suosituimpia ovat kyselyn mukaan energiatehokkuustoimenpiteet sekä uusiutuvan energian käyttö ja tuotannon sähköistäminen. Rakennustuoteteollisuuden vastaajista 65 % kertoi hyödyntävänsä energiatehokkuustoimenpiteitä useissa tai kaikissa kohteissa (tuotantolaitokset). Vastaavasti 60 % vastaajista kertoi käyttävänsä tuotannossa uusiutuvaa energiaa tai sähköistäneensä materiaalien tai tuotteiden valmistusprosessin. Lisäksi rakennustuoteteollisuudessa hyödynnetään kierrätysmateriaaleja. Rakennustuoteteollisuuden toimijoista 37 % kertoi hyödyntävänsä tuotannossaan kierrätysmateriaaleja useissa tai kaikissa käyttökohteissa. Vastaajista 30 % kertoi kierrätysmateriaalien käytön olevan pilottiasteella.



Kuva 19. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistukseen liittyvien päästövähennystoimenpiteiden käyttöönottoaste rakennustuoteollisuudessa (n=37)

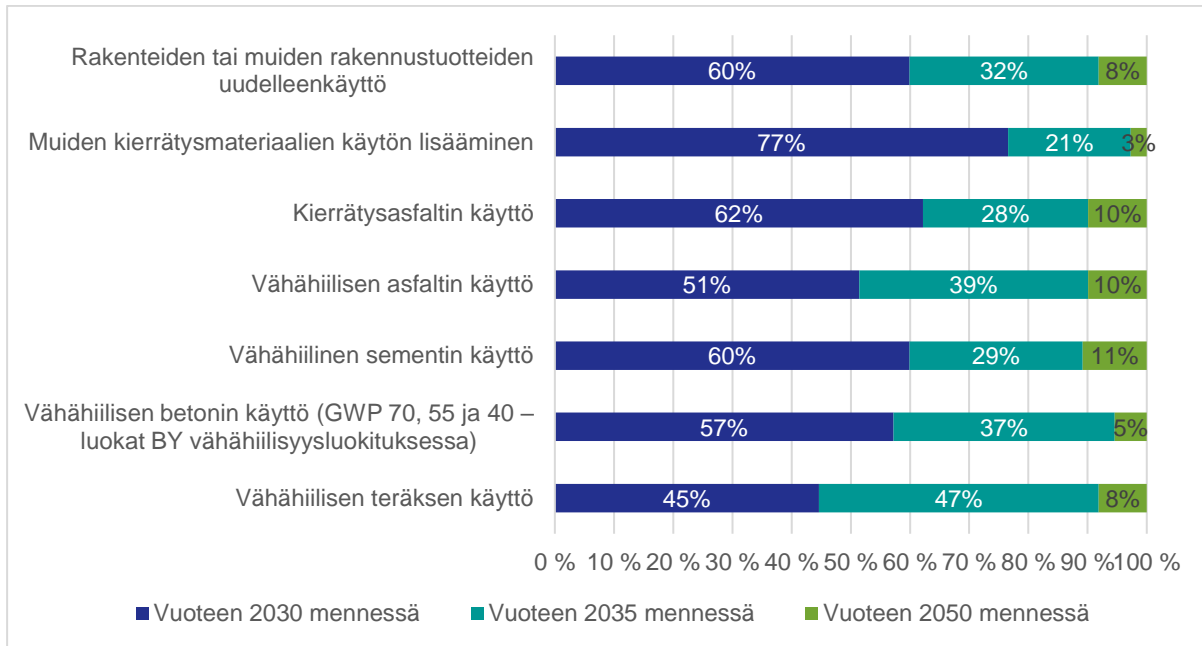
Talon- ja infrarakentamisen toimialoilla (n=60) vähähiilisten materiaalien käyttö on toistaiseksi kyselyn perusteella vähäistä (Kuva 20). Syy vähäiseen käyttöönottoasteeseen on useiden materiaalien kohdalla vähähiilisten ratkaisuiden hinta tai heikko saatavuus. Vähähiilisten materiaalien tuotanto ja sen laajuus heijastuvat lähes suoraan näiden materiaalien käyttöönottoasteeseen. Esimerkiksi fossiilivapaata terästä on toistaiseksi tuotettu vain pilottimittakaavassa pieniä eriä. Tämä heijastuu myös kyselytuloksiin, jossa toimijoista lähes 90 % kertoi, että he eivät ole käyttäneet fossiilivapaata terästä talon- tai infrarakentamisessa. Materiaaleihin liittyvistä toimenpiteistä suosituimpia ovat kyselyn mukaan rakenteiden ja rakennustuotteiden uudelleenkäyttö sekä kierrätysmateriaalien käytön lisääminen. Vastaajista 21 % kertoi lisänneensä kierrätysmateriaalien käyttöä ja 23 % rakenteiden ja muiden rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä useissa tai kaikissa rakennuskohteissaan.



Kuva 20. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käyttöön liittyvien päästövähennystoimenpiteiden käyttöönottoaste talon- ja infrarakentamisen toimialoilla (n=60)

Kyselytulosten mukaan rakennusmateriaaleihin ja -tuotteisiin liittyvät rakennusteollisuuden vähähiiliset ratkaisut tulevat yleistymään nopeasti vuoteen 2030 ja 2035 mennessä. Rakennustuoteteollisuuden toimijoista 94 %:n mukaan uusiutuva energia tullaan ottamaan käyttöön viimeistään vuonna 2035. Vastaajista 80 %:n mukaan uusiutuva energia otetaan käyttöön tuotannossa jo 2030. Rakennustuoteteollisuuden toimijoista 75 % kertoi alkavansa hyödyntää kierrätysmateriaaleja vuoteen 2030 mennessä.

Suurin osa talonrakennuttamisen ja infrarakentamisen toimijoista näki, että materiaaleja koskevia päästövähennystoimenpiteitä voidaan ottaa käyttöön viimeistään vuoteen 2035 mennessä (Kuva 21). Kyselytulosten perusteella kierrätysmateriaalien käytön voidaan olettaa valtavirtaistuvan ennen muiden vähähiilisten materiaalien laajamittaista käyttöönottoa. Kyselyvastaajien mukaan kierrätysmateriaalien käytön odotetaan valtavirtaistuvan ennen muita vähähiilisiä materiaaleja. Esimerkiksi fossiilivapaan teräksen sekä vähähiilisen betonin, sementin ja asfaltin osalta toimijoista noin 90 % kertoi uskovansa, että vähähiiliset ratkaisut otetaan käyttöön viimeistään vuoteen 2035 mennessä, kun taas suurin osa vastaajista näki, että kierrätysmateriaalien ja rakennustuotteiden uudelleenkäyttö tapahtuisi heidän toiminnassaan jo vuoteen 2030 mennessä.



Kuva 21. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käyttöön liittyvien toimenpiteiden käyttöönotto tulevaisuudessa talon- ja infrarakentamisen toimialoilla (n=60)

Nostoja yritys haastatteluista

Rakennustuoteteollisuuden toimijoista hankkeessa haastateltiin Saint-Gobainia, Wienerbergeriä, Rudusta sekä Ruukkia. Rakennustuoteteollisuuden käytetyimpiin sekä toisaalta helpoimmin saatettaviin päästövähennystoimenpiteisiin kuuluvat haastatteluiden perusteella tuotannon energiatehokkuustoimet sekä siirtymä uusiutuvaan energiaan. Lisäksi rakennustuotteiden elinkaari-päästöjä pyritään vähentämään korvaamalla päästöintensiivisiä raaka-aineita, kuten sementtiä, sekä mahdollistamalla tuotteiden uudelleenkäyttö. Esimerkiksi Saint-Gobain tekee kehitystyötä sementtiä korvaavien sideaineiden parissa ja hyödyntää tuotannossaan jo kierrätysmateriaaleja kuten kierrätyslaastia ja -kipsiä. Myös terästuotteiden valmistuksessa kehitys on samansuuntaista ja esimerkiksi Ruukin tavoitteena on siirtyä kierrätysteräksen käyttöön osittain jo lähivuosina.

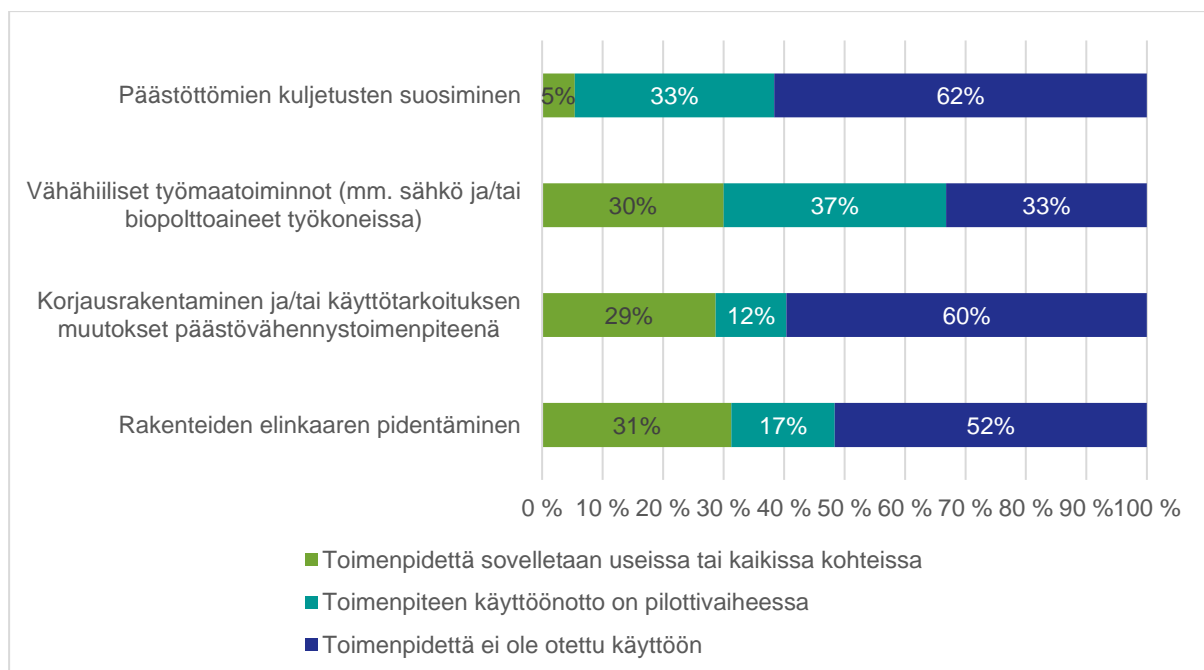
Myös talonrakennuttajat hakevat ratkaisuja rakennusmateriaaleista aiheutuvien päästövaikutusten pienentämiseksi. Esimerkiksi hankkeessa haastateltu SRV käyttää jo teräsrakenteita, betonia ja tiiltä uudelleen pienemmissä rakennuskohteissa sekä tutkii kierrätysmateriaalien käyttöä. Lisäksi SRV tekee yhteistyötä materiaalitoimittajien kanssa vähäpäästöisten ratkaisuiden kehittämiseksi.

5.2 Rakennustoimintaan ja -työmaihin liittyvät toimenpiteet

Talon- ja infrarakentamisen toimijoiden (n=60) mukaan korkeimman käyttöönottoasteen toimenpiteitä ovat tällä hetkellä työmaatoimintojen vähähiilistymiseen tähtäävät toimenpiteet kuten sekä rakenteiden elinkaaren pidentäminen (Kuva 22). Vastaajista 30 % kertoi

toteuttavansa vähähiilisiä työmaatoimintoja useissa tai kaikissa työmaakohteissa. Vastaajista 37 % kertoi vähähiilisten työmaatoimintojen olevan pilottiasteen toimenpide. Vastaajista 31 % kertoi toteuttavansa elinkaaren pidentämiseen liittyviä toimenpiteitä useissa tai kaikissa kohteissa siinä missä 17 % katsoi toimenpiteen olevan vielä pilottiasteella. Toisaalta yli 50 % vastaajista kuitenkin kertoi, että elinkaaren pidentämiseen liittyviä toimenpiteitä ei toistaiseksi ole toteutettu.

Vastaajista noin 60 % kertoi, että ei ole ottanut käyttöön korjausrakentamiseen tai käyttötarkoituksen muutoksiin liittyviä toimenpiteitä päästövähennystoimena. Tämä ei kuitenkaan sulje pois mahdollisuutta siihen, että toimenpide on osana yrityksen käytäntöjä esimerkiksi kustannussyistä eikä sen roolia päästövähennystoimenpiteenä tunnisteta. Kyselyn perusteella myös päästöttömien kuljetusten käyttöönotto on rakennustoiminnassa toistaiseksi pilottiasteella. Vastaajista 62 % kertoi, että päästöttömiä kuljetuksia ei toistaiseksi ole otettu käyttöön siinä missä 33 % vastaajista kertoi toimenpiteen olevan pilottiasteella.

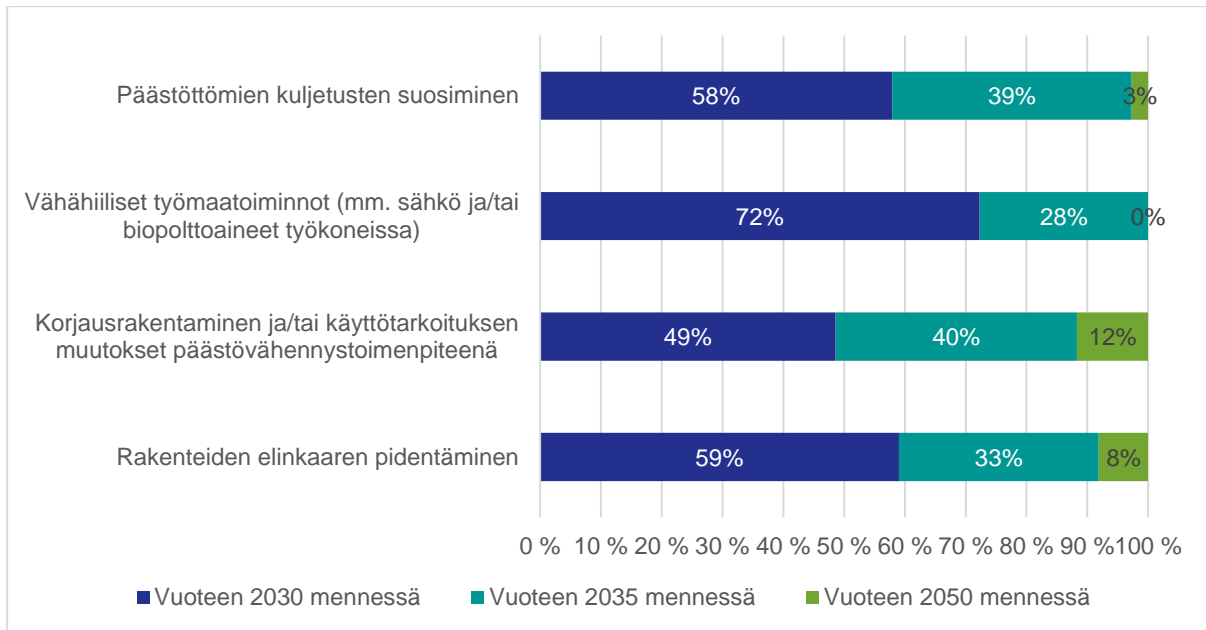


Kuva 22. Rakennustoimintaan ja työmaihin liittyvien toimenpiteiden käyttöönotto talon- ja infrarakentamisen toimialoilla (n=60)

Lisäksi talonrakentamisen toimialan vastaajista 32 % kertoi toteuttavansa täydennysrakentamista useissa tai kaikissa kohteissa ja 11 %:lla toimijoista toimenpide oli pilottiasteella. Vastaajista 68 % kertoi, että ei ole toteuta täydennysrakentamista päästövähennystoimenpiteenä. Maankäytön muutosten vähentäminen alueiden uudelleenkäytön avulla (brownfield-rakentaminen)⁸² on kyselyn perusteella hyvin alkutekijöissään. Talonrakentamisen toimijoista noin 80 % kertoi, että he eivät toistaiseksi toteuta brownfield-rakentamista.

⁸² Brownfield-rakentamisella tarkoitetaan alueiden uusiokäyttöä. Brownfield-rakentamista voidaan toteuttaa esimerkiksi hylätyillä teollisuus- tai liikealueille, joilla on jo olemassa oleva infrastruktuuri.

Talon- ja infrarakentamisen toimialojen toimijoista suurin osa aikoo ottaa rakentamistoimintaan ja työmaihin liittyviä päästövähennystoimenpiteitä käyttöön viimeistään vuoteen 2030 mennessä (Kuva 23). Vastaajista keskimäärin kolmannes kertoo ottavansa toimenpiteet käyttöön vuoteen 2035 mennessä. Kyselyn mukaan toimenpiteistä hitaimmin valtavirtaistuvat korjausrakentaminen ja käyttötarkoituksen muutokset sekä rakenteiden elinkaaren pidentäminen.



Kuva 23. Rakennustoimintaan ja työmaihin liittyvien toimintojen käyttöönotto tulevaisuudessa talon- ja infrarakentamisen toimialoilla (n=60)

Nostoja yrityshaastatteluista

Rakentamisen päästövähennystoimenpiteet ovat toistaiseksi keskittyneet merkittävässä määrin rakennusten energiankäytön sekä rakennusmateriaalien päästöjen vähentämiseen, sillä nämä muodostavat suurimman osan rakennusten hiilijalanjäljestä. Rakentamisen aikaisiin päästöihin kuten kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseen on keskitytty pääasiassa julkisessa rakentamisessa erityisesti päästöttömien työmaiden green deal -sopimuksen kautta. Yksityisellä sektorilla päästöttömien työkoneiden ja kuljetusten edellyttäminen on toistaiseksi harvinaisempaa.

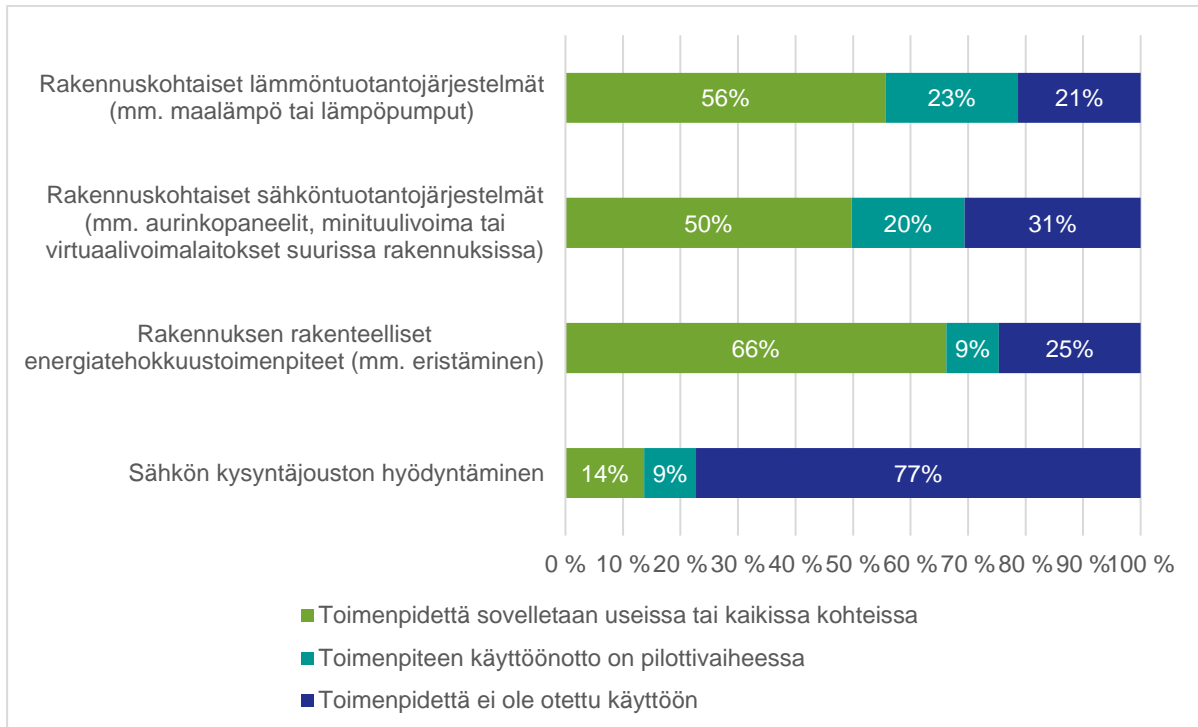
Talonrakentamisessa pyritään yhä enenevässä määrin ottamaan huomioon rakennusten muuntojoustavuus eli mahdolliset käyttötarkoituksen muutokset. Esimerkiksi SRV pyrkii parantamaan rakennusten ja rakenteiden purettavuutta ja niiden uudelleenkäytettävyyttä. SRV on lisäksi asettanut erillisen tavoitteen rakennusten muuntojoustavuudelle.

5.3 Rakennusten käyttöön liittyvät toimenpiteet

Rakennusten käyttöön liittyviä päästövähennystoimenpiteitä toteutetaan sekä rakennus- että käyttövaiheessa. Kyselyn perusteella rakennusten käytön kannalta suosituimpia toimenpiteitä ovat rakennusten energiatehokkuustoimenpiteet sekä vähähiilisten sähkön- ja lämmöntuotantojärjestelmien hyödyntäminen (Kuva 24). Esimerkiksi talonrakennuksen ja rakennusten omistuksen ja käytön toimijoista (n=65) suurin osa (66 %) kertoi toteuttavansa rakenteellisia energiatehokkuuden toimenpiteitä (esim. rakennusten eristäminen) useissa tai kaikissa kohteissaan. Lisäksi talonrakentajista 46 % kertoi toteuttavansa rakennusautomaatioon perustuvia energiatehokkuustoimenpiteitä useissa tai kaikissa rakennuskohteissaan.

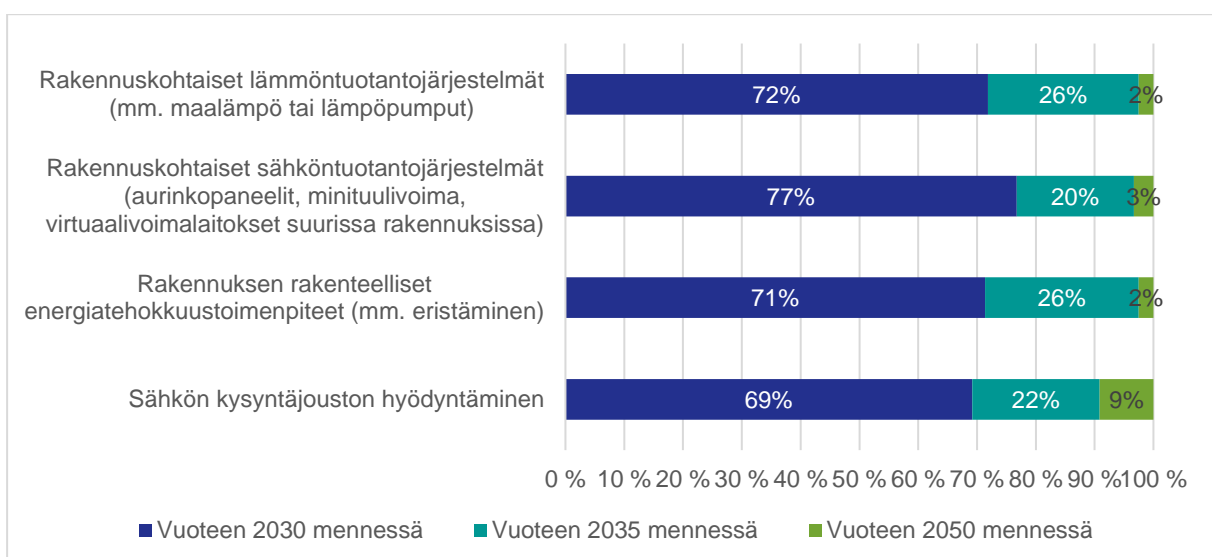
Talonrakentajista ja rakennusten omistajista 50 % kertoi rakentavansa tai käyttävänsä uusiutuvaan energiaan pohjautuvia sähköntuotantojärjestelmiä useissa tai kaikissa kohteissaan. Kuitenkin 20 % vastaajista katsoi sähköntuotantojärjestelmiin liittyvien ratkaisuiden olevan vasta pilottiasteella ja 31 % vastaajista kertoi, että ei ole hyödyntänyt järjestelmiin liittyviä ratkaisuita. Vähähiilisiä lämmöntuotantojärjestelmiä on kyselyn perusteella ottanut käyttöön useissa tai kaikissa kohteissaan noin 56 % talonrakentajista ja rakennusten omistajista. Vastaajista 23 %:n mukaan toimenpide on pilottiasteella ja 21 % vastaajista kertoi, että ei ole hyödyntänyt vähäpäästöisiä lämmöntuotantojärjestelmiä. Vähäpäästöisten lämmöntuotantojärjestelmien käyttöönotto saattaa kuitenkin vaihdella merkittävästi alueellisesti ja erityyppisten rakennuskohteiden kesken lämmöntuotannon ratkaisuiden soveltuvuuden mukaan.

Suurin osa (77 %) vastanneista talonrakentajista ja rakennusten omistajista ei ole kyselyn perusteella hyödyntänyt sähkön kulutusjoustoja päästövähennystoimenpiteenä. Kulutusjoustoan liittyvät ratkaisut ovat kasvattaneet suosiotaan viime vuosina energian korkeiden hintojen takia, mistä johtuen kulutusjoustoja tullaan mahdollisesti hyödyntämään kattavammin tulevaisuudessa.



Kuva 24. Rakennusten käyttöön liittyvien päästövähennystoimenpiteiden käyttöönotto talonrakentamisen ja rakennusten omistuksen toimialoilla (n=65)

Myös rakennusten käytön päästövähennystoimenpiteet yleistyvät ja valtavirtaistuvat kyselyn perusteella nopeasti (Kuva 25). Noin kaksi kolmasosaa talonrakentamisen ja rakennusten omistuksen toimialojen toimijoista kertoi ottavansa rakennusten käyttöön liittyvät toimenpiteet jo vuoteen 2030 mennessä. Nopeimmin yleistyviä ratkaisuja ovat kyselyn perusteella päästöttömät sähkön- ja lämmöntuotannon järjestelmät. Lisäksi rakennusten omistajista (n=11) 86 % kertoi alkavansa hankkia kiinteistöihinsä päästötöntä sähköä vuoteen 2030 mennessä.



Kuva 25. Rakennusten käyttöön liittyvien toimenpiteiden käyttöönotto tulevaisuudessa talonrakentamisen ja rakennusten omistuksen toimialoilla (n=65)

Nostoja yrityshaastatteluista

Rakennusten käytönaikaiseen energiankulutukseen ja sen päästöihin on kiinnitetty viime vuosina merkittävästi huomiota ja useat talonrakentamisen sekä talotekniikan ratkaisut pyrkivät parantamaan rakennusten energiatehokkuutta sekä vähentämään energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä. Esimerkiksi SRV rakentaa rakennuskohteisiinsa uusiutuvaan energiaan perustuvat energijärjestelmät (esim. maalämpö) aina, mikäli sille ei ole selkeitä esteitä.

Rakennusten energiatehokkuutta pyritään parantamaan erityisesti talotekniikan avulla ja esimerkiksi hankkeessa haastatellun Schneider Electricin mukaan energiankäytön optimointiin suuntautuvilla ratkaisuilla voidaan vaikuttaa kiinteistöjen energiankulutukseen merkittävässä määrin jo nykyään. Energiankäytön optimointia tehdään erityisesti suurissa kiinteistöissä kuten toimistoissa ja kauppakeskuksissa.

6 Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio

Päästövähennystoimenpiteiden käyttöönotolla voi olla laajoja yhteiskunnallisia vaikutuksia, joiden arviointi on keskeinen osa toimenpiteiden suunnittelua sekä tehokasta ja oikeudenmukaista toteutusta. Työ- ja elinkeinoministeriö on tiekarttojen päivitystyötä ohjaavassa muistiossaan esittänyt, että tiekartoissa tulisi huomioida toimenpiteiden luonnon monimuotoisuusvaikutukset sekä täydentävänä sisältönä tarkastella myös muita niiden aikaansaamia vaikutuksia⁸³. Tässä työssä on arvioitu toimialan keskeisimpien päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksia taulukossa 1 esitettyihin aihealueisiin niiltä osin, kun vaikutus on tunnistettu toimenpiteen kannalta olennainen.

Taulukko 1. Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusten kuvaus.

VAIKUTUS	KUVAUS
TOIMENPITEEN PÄÄSTÖVÄHENNYS POTENTIALIAALI	Ylätason laskennallinen arvio toimenpiteen implementoinnin mahdollisuuksista saada aikaan päästövähennyksiä kansallisesti ja/tai globaalisti. Päästövähennyspotentialin arvioinnissa on hyödynnetty tiekarttatyön skenaariolaskennan tuloksia soveltuvilta osin.
TOIMENPITEEN KUSTANNUKSET	Kvalitatiivinen tai kvantitatiivinen kuvaus toimenpiteen kustannusvaikutuksista eri toimialoilla.

⁸³ Ohjeistus vähähiilisyystiekarttojen päivittämiseen. Muistio 27.9.2023. Työ- ja elinkeinoministeriö,

KÄDENJÄLKI VIENTIPOTENTIALISTA	Kuvaus kotimaisten ratkaisujen vientipotentialista täydennettynä kirjallisuudesta löytyvillä arvioilla kädenjälkivaikutuksesta.
OSAAMISTARPEET ALALLA TOIMENPITEEN TOTEUTTAMISEKSI	Arvio toimialan osaamistarpeista ja mahdollisuuksista vastata niihin lyhyellä- ja keskipitkällä aikavälillä.
TOIMENPITEEN LUOMAN SEKTORIRAJAT YLITTÄVÄT LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET	Potentiaaliset sektoreita läpileikkaavat kytkennät, jos tunnistettu.
TOIMENPITEIDEN BIODIVERSITEETTIVAIKUTUKSET SUOMESSA	Kvalitatiivinen arvio toimenpiteen suorista ja epäsuorista biodiversiteettivaikutuksista.
TOIMENPITEEN SOSIAALINEN OIKEUDENMUKAISUUS	Toimenpiteen sosiaaliseen kestävyysliittymiin liittyvät näkökulmat painopisteenä oikeudenmukaisen vihreän siirtymän mahdollistuminen yhteiskunnassa.
TOIMENPITEESEEN TARVITTAVAT (KRIITTISET) MATERIAALIT	Toimenpiteen toteuttamisen riippuvuus nk. kriittisistä materiaaleista. Kriittisinä materiaaleina pidetään Euroopan unionille taloudellisesti merkittäviä resursseja, joiden saatavuus on haavoittuvainen niiden lähteiden keskittymisen ja vaihtoehtoisten, edullisten tuotteiden niukkuuden vuoksi. Näin materiaalien käyttöä uhkaavat toimitushäiriöt. ⁸⁴
TOIMENPITEEN VAIKUTUS HIILIDIOKSIDIN TALTEENOTTOON JA TEKNISIIN NIELUIHIN SUOMESSA	Toimenpiteen mahdolliset vaikutukset ja riippuvuudet hiilidioksidin talteenottoon, varastointiin ja teknisiin hiilinieluihin. Tekninen hiilinielu poistaa hiilidioksidia ilmakehästä eikä ainoastaan estä sen pääsyä sinne.
MAHDOLLISUUDET SÄHKÖN KULUTUSJOUSTOIHIN JA HUKKALÄMMÖN HYÖDYNTÄMISEEN TOIMENPITEEN TOTEUTTAMISESSA	Energiätehokkuutta ja uusiutuvien energialähteiden integrointia lisäävien kulutusjoustopien hyödyntämisen mahdollisuudet ja hukkalämmön käytön mahdollisuudet toimenpiteen toteutuksessa.

6.1 Arvioitavat toimenpiteet

Arvioitavat toimenpiteet on valittu yhdessä työn ohjausryhmän kanssa ja ne kattavat laajasti kaikille alatoimialoille oleellisia päästövähennystoimenpiteitä (talonrakennusteollisuus ja rakennuttaminen, rakennustuoteteollisuus, infra sekä kiinteistöjen omistus ja käyttö). Arvioidut toimenpiteet ovat:

- Fossiilivapaan teräksen tuotanto ja käyttö
- Vähähiilisen betonin tuotanto ja käyttö
- Vähähiilisen sementin tuotanto ja käyttö
- Vähähiilisen asfaltin tuotanto ja käyttö
- Rakenteiden tai muiden rakennustuotteiden uudelleenkäyttö

⁸⁴ <https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/critical-raw-materials/>

- Puurakentaminen
- Rakennusten ja rakenteiden elinkaaren pidentäminen (ml. korjausrakentaminen)
- Vähähiilisten työmaatoimintojen lisääminen
- Päästöttömien kuljetusten suosiminen
- Kiviainesten ja/tai maamassojen hallinta infrarakentamisessa
- Rakennuksen talotekniset energiatehokkuustoimenpiteet
- Rakennuskohtaiset lämmöntuotantojärjestelmät
- Kulutusjouston hyödyntäminen.

Liitteessä 2 (Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio) on kuvattu tiiviisti toimenpiteitä niille relevanttien taulukossa 1 esitettyjen vaikutusten osalta. Tietyt toimenpiteisiin liittyvät vaikutukset ovat samankaltaisia toimenpiteestä riippumatta, ja niitä on kommentoitu ohessa. Toimenpidekohtaisissa alaluvuissa on korostettu toimenpidespesifejä vaikutuksia yleisiin rakennusteollisuuden vihreään siirtymään liittyvien vaikutusten sijaan.

Lähes kaikkien toimenpiteiden osalta tunnistettiin työllisyyteen ja toimeentuloon liittyviä vihreän siirtymän **sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen** kohdistuvia vaikutuksia. Uusiin teknologioihin liittyvä tutkimus- ja kehittämistoiminta sekä uusien investointien luomat työpaikat voivat lisätä työllisyyttä, joista erityisesti tuotantolaitosten rakentamisen vaikutukset voivat ulottua myös kasvukeskusten ulkopuolelle. Samanaikaisesti työpaikkojen katoamista tapahtuu erityisesti fossiilitalouteen perustuvilla toimialoilla. Toisaalta myös vihreän siirtymän kustannusten oikeudenmukainen jakaminen on keskeinen näkökulma, joka heijastuu myös rakennusteollisuuden esimerkiksi lopputuotteiden hinnoittelun kautta. Yhteiskunnallinen muutos luo myös uusia **osaamistarpeita** toimialasta riippumatta, joihin vastaaminen edellyttää aktiivisuutta myös yrityksiltä.

Päästövähennystoimenpiteillä voidaan arvioida olevan positiivisia **biodiversiteettivaikutuksia**, mikäli niillä on tosiasiallisia ilmastoja hillitseviä vaikutuksia. Ilmastonmuutos on yksi luontokadon ajureista ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen torjuu myös luontokatoa⁸⁵. Toisaalta toimien edellyttäessä teollisen mittakaavan tuotantoa ja esimerkiksi ylimääräistä logistiikkaa, negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia syntyy erityisesti tiettyjen luontotyyppien käytön tai rai-vauksen myötä (kiviaineksen ottopaikat, puun kasvatusta, metallien ja mineraalien louhinta), uusien tuotantolaitosten sijoituessa logistisista syistä herkille luontoalueille tai niiden läheisyyteen, vieraslajien kulkeutuessa logistiikan mukana tuotantoalueille tai tuotantoprosessien synnyttämän hajakuormituksen (esim. vieraat tai haitalliset aineet, pöly ja melu) seurauksena.

⁸⁵ Kts. esim. Skot et al. (2020). A brief guide to the benefits of urban green spaces, https://thegreencities.eu/wp-content/uploads/2019/03/LEAF_benefits_of_urban_green_space_2015_upd.pdf

6.2 Yhteenveto vaikutusarvioinnista

Päästövähennystoimien vaikutukset ympäristöön ja yhteiskuntaan ovat monitasoisia, ja niin kutsuttujen "nettovaikutusten" mitallistaminen on haastavaa eikä kaikissa tapauksissa edes tarkoituksenmukaista. Rakennusteollisuuden vähähiilisyystiekartan toimenpiteiden tarkastelua kokonaisuutena sekä niiden välillä tehtävää optimointia voi kuitenkin palvella **Error! Reference source not found.** esitetyn kaltainen koonti toimien vaikutuksista. Oheista visualisointia ei ole tarkoitettu sovellettavaksi ilman taustamateriaalina toimivia laajempia toimenpidekohtaisia vaikutusarvioita (Liite 2: Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio) ja sen tulee tiedostaa sisältävän laajoja yleistyksiä ja yksinkertaistuksia esimerkiksi kustannusvaikutusten suhteen.

Toimenpide	Päästövähennys-potentiaali	Kustannus-vaikutukset	Kädenjälki vienti-potentiaalista	Sektorirajat ylittävät liiketoiminta-mahdollisuudet	Osaamistarpeet	Biodiversiteetti-vaikutukset	Vaikutukset sosiaaliseen kestävytyteen	Toimenpiteisiin tarvittavat kriittiset materiaalit	Vaikutukset hiilidioksidin talteenottoon	Kysyntäjouoston ja hukkalämmön hyödyntäminen
Fossiilivapaan teräksen tuotanto ja käyttö	Huomattava potentiaali	Nostaa kustannuksia huomattavasti	Huomattava vientipotentiaali	Tunnistettu huomattavia mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Tunnistettu tarve kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Tunnistettu potentiaali
Vähähiilisen betonin tuotanto ja käyttö	Huomattava potentiaali	Nostaa kustannuksia	Huomattava vientipotentiaali	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Potentiaali tunnistettu	Ei olennainen
Vähähiilisen sementin tuotanto ja käyttö (sis. CCS)	Huomattava potentiaali	Nostaa kustannuksia huomattavasti	Tunnistettu vientipotentiaali	Tunnistettu huomattavia mahdollisuuksia	Ei merkittäviä osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Huomattava potentiaali	Ei olennainen
Vähähiilisen asfaltin tuotanto ja käyttö	Tunnistettu potentiaali	Nostaa kustannuksia	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Ei merkittäviä osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Tunnistettu potentiaali
Rakenteiden/muiden rakennus-tuotteiden uudelleenkäyttö	Tunnistettu potentiaali	Nostaa kustannuksia	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Ei olennainen
Puurakentaminen	Tunnistettu potentiaali	Nostaa kustannuksia	Tunnistettu vientipotentiaali	Tunnistettu mahdollisuuksia	Merkittäviä osaamistarpeita	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen, mutta toimii hiilivarastona	Ei olennainen
Rakennusten ja rakenteiden elinkaaren pidentäminen	Huomattava potentiaali	Laskee kustannuksia	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Ei olennainen
Vähähiilisten työmaatoimintojen lisääminen	Tunnistettu potentiaali	Nostaa kustannuksia huomattavasti	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Ei merkittäviä osaamistarpeita	Ei merkittäviä vaikutuksia	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Tunnistettu tarve kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Ei olennainen
Päästöttömien kuljetusten suosiminen	Tunnistettu potentiaali	Nostaa kustannuksia huomattavasti	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Ei merkittäviä vaikutuksia	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Tunnistettu tarve kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Ei olennainen
Kiviainesten ja maamassojen hallinnan/käytön tehostaminen	Tunnistettu potentiaali	Laskee kustannuksia huomattavasti	Ei tunnistettu vientipotentiaalia	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Potentiaalisia positiivisia vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Ei olennainen
Rakennuksen talotekniset energiatehokkuustoimenpiteet	Tunnistettu potentiaali	Laskee käyttövaiheen kustannuksia	Tunnistettu vientipotentiaali	Ei merkittäviä mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Ei merkittäviä vaikutuksia	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Ei tunnistettua tarvetta kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Huomattava potentiaali
Päästöttömien lämmön-tuotantojärjestelmien lisääminen	Huomattava potentiaali	Laskee käyttövaiheen kustannuksia	Tunnistettu vientipotentiaali	Tunnistettu mahdollisuuksia	Tunnistettu osaamistarpeita	Ei merkittäviä vaikutuksia	Potentiaalisia negatiivisia vaikutuksia	Tunnistettu tarve kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Huomattava potentiaali
Kulutusjouoston hyödyntäminen	Tunnistettu potentiaali	Laskee käyttövaiheen kustannuksia	Tunnistettu vientipotentiaali	Tunnistettu mahdollisuuksia	Ei merkittäviä osaamistarpeita	Ei merkittäviä vaikutuksia	Ei merkittäviä vaikutuksia	Tunnistettu tarve kriittisille materiaaleille	Ei olennainen	Huomattava potentiaali

Kuva 26. Koonti tarkasteltujen päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksista ympäristöön ja yhteiskuntaan työ- ja elinkeinoministeriön ohjeistuksen rajauksen mukaisesti.

7 Vähähiilisyiden skenaarioiden päivitys

Tässä työssä tarkastellaan vuonna 2020 toteutetun laskennan tavoin kahta skenaariota, jotka ovat:

- 1) Perusuraskenaario; ja
- 2) Innovatiiviset ratkaisut.

Perusuraskenaario kuvaa kehitystä, joka toteutuu nykyisen lainsäädännön ja rakennusteollisuuden toimijoiden nykykäytäntöjen ja -toimien ohjaamana. Perusuraskenaario kuvaa näin ollen pääasiassa lain velvoittamaa ilmastotoimien tasoa ja sen vaikutuksia rakennusteollisuuden päästöihin vuosina 2022–2050. Perusuraskenaariossa huomioidaan kiinteistö- ja rakennusalan toimintaympäristön nykyvaatimuksista sekä teknologian kehityksestä syntyvät päästövaikutukset. Perusuran määrittelevät EU:n politiikkatoimet, kansallinen lainsäädäntö sekä muiden toimialojen tekemä relevantti skenaariotyö. Laeista ja asetuksista on pyritty huomioimaan ne, joilla on selkeitä vaikutuksia rakennusteollisuuden eri toimialojen päästökahtymiseen. Perusuraskenaariossa on huomioitu vuoden 2023 loppuun mennessä voimaan astuneet tai varmat lainsäädäntömuutokset. Esimerkiksi EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) on huomioitu työssä sen olennaisuuden ja merkittävän vaikutuksen takia, vaikka direktiiviä ei virallisesti ollut hyväksytty vielä vuoden 2023 loppuun mennessä.

Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa mallinnetaan tilannetta, jossa suurimmat mahdolliset rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeen vaikuttavat päästövähennysoimet toteutetaan teknologian kehittyessä. Mallinnus sisältää lisäksi kaikki perusuraskenaarion päästökahtymiseen vaikuttavat ajurit. Skenaariion mallinnuksessa on otettu huomioon alan toimijoiden näkemykset mahdollisista päästövähennyksistä mahdollistavista tekijöistä rakennetun ympäristön päästöjen suhteen.

7.1 Skenaarioiden oletukset ja niiden muutokset

7.1.1 Perusuraskenaario

Eräs rakennusteollisuutta ja sen päästökahtymistä ohjaava keskeinen instrumentti on rakennustuotteiden päästöjä määrittelevä EU:n päästökauppa (EU ETS). Päästökaupan piiriin kuuluu energiantensiivisten rakennusmateriaalien kuten sementin, teräksen, raudan, lasin, muovin, kipsin, tiilen ja kuparin valmistus. Myös osa puutuotteista kuuluu päästökaupan piiriin. EU:n päästökauppaan liittyvät uudistukset on kuvattu tarkemmin raportin luvussa 3.1.1.1. Perusuraskenaariossa päästökaupan oletuksia päivitettiin uudistusten perusteella siten, että päästökaupan päästökatto alenee lineaarisesti 4,4 % vuodessa vuoteen 2050 asti. Laskennassa ei

ole huomioitu päästökaton portaittaista alenemista. Skenaariolaskennassa oletetaan, että päästökaupan alaisten rakennusmateriaalien yksikköpäästö alenee 4,4 % vuodessa, koska tämä on paras tällä hetkellä saatavilla oleva arvio tulevaisuuden kehityksestä. Todellisuudessa päästökaupan vaikutus ei kohdistu tasaisesti kaikkiin rakennusmateriaaleihin eikä päästövähennys tapahdu lineaarisesti. Päästökaton kiristyminen 4,4 % vuodessa vaikuttaa päästökaupasektoriin kokonaisuutena siten, että päästövähennyksiä tehdään todellisuudessa siellä, missä ne ovat kannattavimpia ja vähennykset tapatuvat portaittain, tiettyjen investointikynnysten ylityttyä. Päästökaupan kiristyminen toimii rakennusmateriaalien päästökemityksen ajurina talonrakentamisen, liikenneverkkojen sekä yhdyskuntatekniikan osalta.

Rakennusten elinkaaren aikaisten päästöjen osalta merkittävin perusuraskenaariota ohjaava instrumentti on EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD). Perusurassa huomioitiin EPBD-direktiivin uudistus, jonka mukaan uusien rakennusten tulee olla käytönaikaisilta päästöiltään nollapäästöisiä vuodesta 2030 alkaen. Koko rakennuskannan tulisi direktiivin mukaan olla energiankäytöltään nollapäästöinen vuoteen 2050 mennessä. Koko rakennuskannan käytönaikaisia päästöjä ohjataan Suomessa Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategialla. Strategiaa ei toistaiseksi ole päivitetty ja ennen vuotta 2021 rakennetun rakennuskannan energiatehokkuuden ennustamiseen käytettiin nykyistä Suomen Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategiaa 2020-2050 ja sen taustalaskelmia.⁸⁶ Rakennusten käytönaikaisten päästöjen kehityksen mallintamisessa huomioitiin eri rakennustyyppitilastoluokittain. Mallinnuksessa energiankäytön kehitystä tarkasteltiin erikseen asuin-, teollisuus-, palvelu- ja maatilarakennuksille.

Lisäksi perusuralla hyödynnetään hallinnonalojen ja tutkimusorganisaatioiden tekemää skenaariotyötä:

- Suomen korjausrakentamisen strategialle alisteiset suunnitelmat: Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys (PITKO)-hankkeen jatkoselvityksen ”Hiilineutraali Suomi 2035 - Skenaariot ja vaikutusarviot” WEM-perusskenaariot ja YM:n TALO-hankkeen skenaariot määrittävät rakennusten käytönaikaista energiankulutusta perusuralla.
- Energiateollisuus ET:n tiekarttatyön päivitys määrittää rakennusten energiankulutuksen yksikköpäästöt vuosille 2022–2050. Perusuraskenaariossa hyödynnettiin tiekartan suorittaja-skenaariota ja innovatiiviset ratkaisut skenaariossa tiekartan kunnianhimoisempaa mestari-skenaariota⁸⁷.

⁸⁶ Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050 ja sen taustalaskelmat ”Suomen korjausrakentamisen strategia 2020-2050 tavoitteiden laskenta ja aineisto” 27.3.2020

⁸⁷ Energiateollisuus, Visio menestyvän Suomen energiatulevaisuudesta, (2024). <https://energia.fi/meista/visio/visio-menestyvan-suomen-energiatulevaisuudesta/>. Työssä hyödynnettiin Energiateollisuuden toimittamaa taustamateriaalia energian päästökertoimien kehityksestä

- Traficom:n Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023 määrittää rakennusalan kuljetusyksikköpäästöjen kehitystä⁸⁸.
- VTT:n Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot (2022) tutkimusraporttia käytettiin määrittämään rakennusalan työkoneiden yksikköpäästöjen kehitystä, sekä rata- ja tieverkkojen huollon ja kunnossapidon päästökehitystä⁸⁹.

7.1.2 Innovatiiviset ratkaisut -skenaario

Innovatiiviset ratkaisut -skenaario pohjautuu vuoden 2020 vähähiilisyystiekarttatyössä tunnistettujen vähähiilisyiden mahdollisuuksien tarkastelun⁹⁰ päivitykseen. Aikaisemman hankkeen 2. raportissa "Vähähiilisyiden mahdollisuuksien tarkastelu" kuvataan rakennusalan päästövähennystoimet ja niiden arvioidut maksimipäästövähennyspotentiaalit. Tässä työssä maksimipäästövähennyspotentiaaleja uudelleenarvioitiin ja päivitettiin ottaen huomioon myös perusrassassa tapahtuneet muutokset. Päästövähennyspotentiaali pääarakennusmateriaaleittain sekä logistiikan, työmaatoimintojen ja jätteiden osalta on listattu Taulukko 2.

Taulukko 2. Päästövähennyspotentiaalit

	Päämateriaalin arvioitu osuus yksikköpäästöstä	Perus 2035	Perus 2050	Inno 2035	Inno 2050
Rakennusmateriaalit		Päästövähennemä			
Rakennuksen päämateriaali					
Betoni	50%	34%	56%	70%	100%
Muu	50%	44%	72%	45%	75%
Puu	30%	21%	35%	21%	35%
Teräs	60%	44%	72%	45%	90%
Tiili	50%	44%	72%	45%	75%
Tuntematon	50%	44%	72%	45%	75%
Rakennusten muu kuin päämateriaali		44%	72%	45%	90%
Logistiikka		45%	53%	56%	99%
Työmaatoiminnot		18%	37%	47%	97%
Jäte		28%	49%	28%	49%

Rakennusmateriaalien osalta innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa oletetaan, että rakennustuoteteollisuudessa otetaan käyttöön sellaisia teknologioita, jotka eivät toistaiseksi ole käytössä, mutta joiden on arvioitu tulevan käyttöön keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi teräksen käytön skenaariossa oletetaan, että rakennusteollisuudessa on vuoteen 2050 mennessä siirrytty käyttämään 90 %:sesti vetypelkistysteknologialla tuotettua terästä. Sementin

⁸⁸ Lauhkonen, A ja Markkanen, J., (2023) Traficom, (2023). https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf

⁸⁹ Pihlatie, M, ym., (2022), Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot, https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164372/VNTEAS_2022_63.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁹⁰ Raivio, T., ym. (2020), Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 - Osa 2: Vähähiilisyiden mahdollisuuksien tarkastelu. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-2-vahahiilisyiden-mahdollisuudet.pdf>

osalta innovatiiviset ratkaisut -skenaario olettaa, että sementtiteollisuudessa otetaan käyttöön CCS-teknologia vuoteen 2050 mennessä. Muiden työssä tarkasteltujen rakennusmateriaalien osalta CCS-teknologian käyttöönotto ei tullut ilmi relevanttina päästövähennysmahdollisuutena Suomessa. Asfaltin valmistuksen päästökehityksen mallinnuksessa on oletettu, että tässä hankkeessa teetetyn vaikutusarvion kaikki päästövähennystoimenpiteet toteutuvat vuoteen 2050 mennessä (kts. kappale 6.)

Rakennusten käytönaikaisen energiankäytön osalta innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa oletettiin, että fossiilinen erillislämmitys korvataan kaikissa rakennustyypeissä (asuin-, teollisuus-, palvelu- ja maatilarakennukset) sähkölämmityksellä ja lämpöpumpuilla vuoteen 2035 mennessä. Työkoneiden, rakennusalan kuljetusten, sekä infrarakentamisen huoltotoiminnan päästöjen kehitys perustuu edellä esitettyjen Traficom:n Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivityksen 2023 ja VTT:n Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot (2022) tutkimusraportin WAM-skenaariotyöhön.

7.2 Rakentamisen kysyntä skenaarioissa

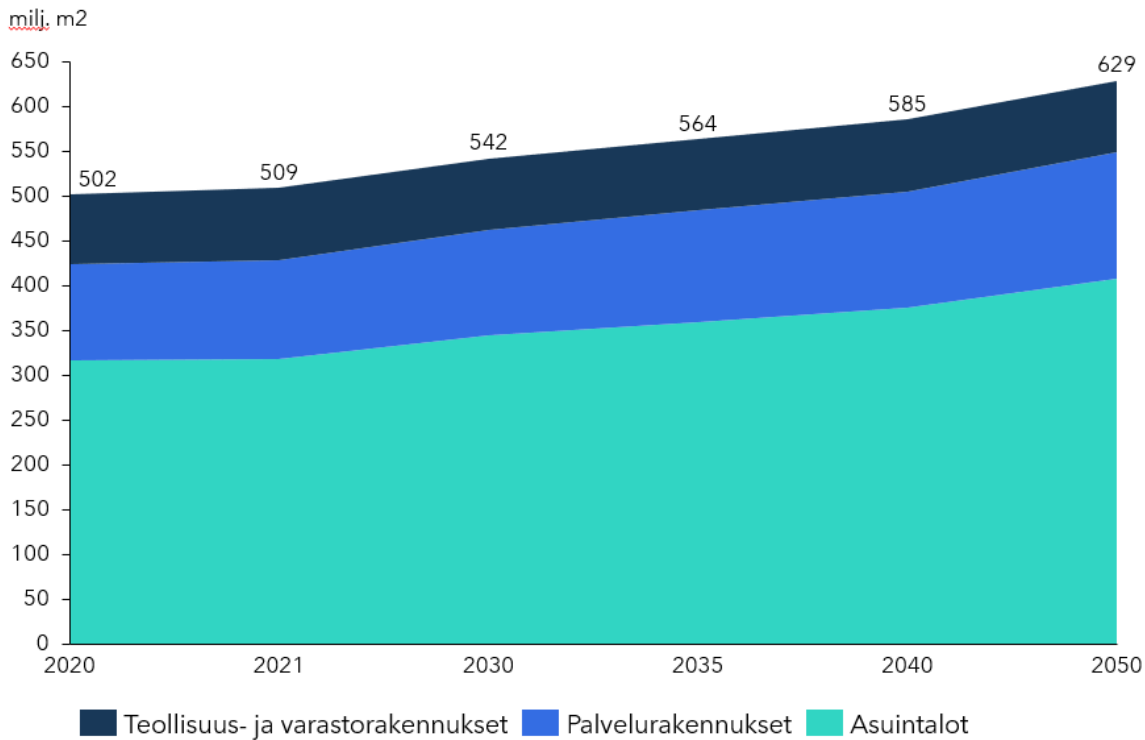
7.2.1 Uudisrakentaminen

Uudisrakentamisen kysynnän mallintamisessa käytetty rakennuskannan kehittymisennuste (Kuva 27) perustuu SYKE:n ennusteeseen⁹¹, jota on hyödynnetty jo vuoden 2020 rakennusteollisuuden tiekarttatyössä sekä aikaisemmin esimerkiksi PITKO-skenaariotyössä⁹². Päivitettyä ennustetta ei toistaiseksi ole tehty. Vuoden 2020 työssä käytettyä ennustetta päivitettiin vuoden 2021 tilastoluvuilla rakennetusta kerrosalasta⁹³. Asuinrakennusten kantaennuste nojaa väestönkehitysennusteeseen, asumisväljyyden arvioituun kehitykseen sekä eri rakennustyyppien tuotantotrendiennusteeseen. Palvelurakennusten kysyntä ja muutokset on arvioitu palvelurakennusten ja asuinrakennusten nykyisen suhteen mukaan. Laskennassa käytetty vuosittainen poistuma on asuinrakennuksille 0,3 % ja palvelurakennuksille 1 % kunkin hetkisestä rakennuskannasta. Rakennusten uudistuotanto on tällöin kannan muutoksen ja poistuman summa. SYKE:n ennuste ei sisällä ennustetta teollisuus- ja varastorakennusten tai maatilarakennusten osalta, minkä takia hankkeessa oletettiin, että näiden kanta säilyy vuoden 2021 tasolla, siten että vuosipoistuma (oletus: 1 % kannasta) on yhtä suuri kuin vuosittainen uudisrakentaminen.

⁹¹ Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin artiklan 2a mukainen Korjausrakentamisen strategia 2050

⁹² Esim: Jylhä et al (2012): Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista

⁹³ Tilastokeskus, Rakennukset maakunnittain käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan, 2005-2023, saatavilla osoitteesta: https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__rakke/statfin_rakke_pxt_116i.px



Kuva 27. Työssä käytetty rakennuskannan kehitysennuste (pohjautuen SYKE, 2016)⁹⁴

7.2.2 Korjausrakentaminen

Korjausrakentamisen vaikutukset rakennusten käytönaikaisen energian kulutukseen perustuvat sekä perus- että innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa EED-direktiivin, EPBD-direktiivin uudistukseen sekä voimassa olevan Suomen Korjausrakentamisen strategian 2050 ennusteisiin energiatehokkuuden parannuksista kunnossapito- ja korjaustoiminnan yhteydessä. Rakennusten energiatehokkuuden kehitys perustuu mallinnuksessa Suomen Korjausrakentamisen strategian ennusteisiin eri rakennustyyppien energiankäytön kehityksestä (GWh/a). Korjausrakentamisstrategian mukaan toteutuneen rakennuskannan kehityksen, korjausrakentamisen ja käyttöön otettujen uusien keinojen ansiosta ennen 2020-lukua valmistuneiden asuinrakennusten ja palvelurakennusten kokonaislämmitysenergiatarve puolittuu 2020-2050 välisenä aikana.

7.2.3 Infrarakentaminen - liikenneverkot

Liikenneverkkojen rakentamisen perusratkaisut pysyvät todennäköisesti melko samansuuntaisina tulevina vuosikymmeninä. Elinkeinoelämän kannalta on tärkeää varmistaa tehokas työvoiman ja rahdin liikkuminen, jonka mahdollistaa toimiva liikenneinfrastrukturi. Liikenneinfrastruktuurin kehittämisen ja korjaamisen ajureina toimivat liikennesuoritteiden määrien,

⁹⁴ Rakennuksia koskeva tilastointi ja tilastoluokat vaihtelevat hankkeessa käytettyjen tilastojen välillä. Kerrosalaneliin perustuva tilasto ei sisällä maatalorakennusten kerrosneliöitä.

sekä kulku- ja kuljetustapajakaumien ennusteet.⁹⁵ Tämän hankkeen skenaariomallinnuksessa on arvioitu liikenneverkkojen rakentamisen volyymimuutosta liikennesuoritteiden muutosten ja väyläinfrastruktuurin korjausvelan pohjalta.

Henkilöliikenteen kotimaan kokonaissuoritteen (henkilökilometrit; ei sisällä kansainvälistä henkilöliikennettä) arvioidaan kasvavan vuoden 2021 tasosta noin 11 % vuoteen 2030 ja 27 % vuoteen 2050 mennessä. Rautatieliikenteen suoritteen arvioidaan kasvavan pitkällä aikavälillä noin 66 % ja maantieliikenteen 21 % (sisältäen linja- ja henkilöautot). Liikennemuotojen markkinaosuuksissa ei arvioida tapahtuvan merkittävää muutosta tulevina vuosikymmeninä.⁹⁶

Tavaraliikenteen kotimaan kuljetussuoritusten kokonaismäärän ennustetaan kasvavan noin 7 % vuoteen 2030 mennessä, minkä jälkeen kokonaissuoritteen määrän ennustetaan laskevan siten, että vuonna 2050 kokonaissuorite on palannut vuoden 2021 tasolle. Tavaraliikenteen markkinaosuudet olivat vuonna 2021 seuraavanlaiset; tiekuljetukset 70 %, rautatiekuljetukset 25 % ja vesitiekuljetukset 5 %. Markkinaosuuksissa ei ennusteta tapahtuvan merkittäviä muutoksia tulevina vuosikymmeninä.⁹⁷

Tie- ja rautatieliikenteen kokonaissuoritteiden ja markkinaosuuksien muutoksien taustalla vaikuttaviin muutostekijöihin sisältyvät mm. MaaS-palveluiden (Mobility as a Service) kehittyminen, jotka kattavat muun muassa kaupunkipyörien, sähköpotkulautojen, yhteiskäyttöautojen, taksien ja joukkoliikenteen palveluiden keskitetyn tarjonnan⁹⁸. MaaS-palveluilla voi olla tulevaisuudessa huomattavia vaikutuksia liikkumisvalintoihin varsinkin kaupunkiseuduilla, ohjaten tieverkoston rakentamisen kysyntää. Tieliikenteen automatisaation (henkilö- ja tavaraliikenne) voidaan katsoa nostavan liikenneverkon kapasiteettia, mutta myös lisäävän ajoneuvosuoritteita. Verkkokaupan kasvun ennustetaan lisäävän kaupunkiseutujen paketti- ja kuorma-autosuoritteiden määrää, mutta toisaalta vähentävän yhdistelmäajoneuvojen suoritteiden määrää samoilla alueilla yksittäisten toimitusten kokojen pienentyessä. Rautatieliikenteen turvalaitejärjestelmien kehityksen katsotaan potentiaalisesti kasvattavan suorittemääriä ruuhkaisuilla rataosuuksilla.⁹⁹

Väyläinfrastruktuurin korjausvelka oli noin 2,9 miljardia euroa vuonna 2021, josta tieinfrastruktuurin osuus oli 1,5 miljardia euroa ja ratainfrastruktuurin 1,3 miljardia euroa¹⁰⁰. Varsinkin tieverkon korjausvelkaa puretaan pidemmällä aikavälillä ja se on kertynyt vähitellen. Tarpeet

⁹⁵ Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisuuden-tiekartta>

⁹⁶ Moilanen, P., et al. (2022). Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/VLE%202022.pdf>

⁹⁷ Moilanen, P., et al. (2022). Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/VLE%202022.pdf>

⁹⁸ Traficom (2022). MaaS-palvelut. <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/maas-palvelut>

⁹⁹ Moilanen, P., et al. (2022). Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/VLE%202022.pdf>

¹⁰⁰ Junes, J., Lumme, E., Miettinen, H.-M. (2022). Liikenneväylien korjausvelka 2022. Väyläviraston julkaisuja. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185827/VJ_58-2022_978-952-317-997-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

liikenneverkkojen kehittämiseen on tunnistettu, mutta suuri korjausvelan määrä ja julkisen talouden budjetti voivat omilta osiltaan hidastaa hankkeiden täysimittaista toteuttamista.

Edellä esitetyt tiedot ovat hyvin saman suuntaisia kuin vuonna 2020 toteutetun *Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035*-hankkeessa, joten tässä skenaarioiden päivityksessä käytetään samoja asiantuntija-arvioon perustuvia oletuksia vuosittaisista infrastruktuurin volyymimuutoksista. Volyymimuutoksiksi on arvioitu tieverkkojen osalta +20 % vuoteen 2035 mennessä ja +10 % vuoteen 2050 mennessä, verrattaessa rakentamisvolyyymiä lähtövuoteen 2021. Ratainfrastruktuurin osalta vastaavat volyymimuutokset ovat +10 % sekä vuoteen 2035 että 2050 mennessä.

7.2.4 Infrarakentaminen – yhdyskuntatekniikka

Yhdyskuntatekniikan rakentamisen kokonaismäärät ovat kytköksissä mm. rakennusten rakentamismääriin, regulaatioon, sekä yhteiskunnan sähköistymiseen.

Suomen sähköverkkojen rakentamisvolyymin ennusteet on jaettu jakeluverkon ennusteeseen, sekä kantaverkon ennusteeseen. Kantaverkon ennuste perustuu Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelmaan, jonka mukaisesti kotimaan verkkoon kohdistuvat investoinnit yli kaksinkertaistuvat 2020-luvun loppupuolelle tultaessa, mutta laskevat sen jälkeen vuositasolla melko tasaisesti vuoteen 2033 mennessä. Vuoden 2021 investointimäärän toimiessa lähtötasona, ovat investoinnit korkeimmillaan vuonna 2026 (noin +260 %), ja ennusteen viimeisenä vuonna 2033 noin +140 % korkeampia.¹⁰¹ Tässä työssä on oletettu, että investointimäärät pysyvät vakiona vuodesta 2033 eteenpäin. Jakeluverkkojen osalta investointimäärät pysyvät lähes muuttumattomina vuoteen 2036 ulottuvassa Energiaviraston ennusteessa¹⁰². Tässä hankkeessa on oletettu, ettei jakeluverkon investointimäärässä tapahdu merkittävää muutosta vuoden 2036 jälkeenkään, kun kehitystä verrataan lähtövuoteen 2021.

Kaukolämpöverkon investointiennusteita ei ole saatavilla, joten tässä hankkeessa on oletettu niiden rakentamisvolyymin pysyvän vakiona tulevana vuosikymmeninä. Verkkoa rakennetaan vuosittain noin 250–500 kilometriä ja sen käyttöikä on jopa 100 vuotta, mikä vähentää huolto- ja korjaustöiden tarvetta¹⁰³. Vesijohto- ja viemäriverkon oletetaan kasvavan samassa suhteessa kuin rakennusten rakentamisen määrän, joka on kuvattu kappaleessa 7.2.1. Kaasuverkkojen osalta rakentamisvolyymin katsotaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti pysyvän

¹⁰¹ Fingrid (2023). Kantaverkon kehittämissuunnitelman luonnos 2024–2033. https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_luonnos_26.6.pdf

¹⁰² Energiavirasto (2023). Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2022. <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/160912074/Vaikuttavuusraportti+2022.pdf/41fec096-38e9-cf39-550c-bda74289ba7f/Vaikuttavuusraportti+2022.pdf?t=1686308327503>

¹⁰³ Energiateollisuus (2024). Kaukolämpöverkot. <https://energia.fi/energiatietoa/energiaverkot/kaukolampoverkot/>

vakiona tulevina vuosina, sillä maakaasun kysynnän ennustetaan laskevan, eikä kulutusta nähdä mahdolliseksi korvattavan biokaasulla saatavuushaasteiden ja kustannustason vuoksi¹⁰⁴.

7.2.5 Infran kunnossapito

Infran kunnossapito kattaa tämän hankkeen rajausten mukaisesti tieverkon talvihoidon, sekä rataverkon koneelliset tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt. Kunnossapidon volyymin muutoksen on oletettu noudattavan samoja trendejä kuin infran uudisrakentamisen volyymin muutokset, jotka on kuvattu edellisissä kappaleissa. Yhdyskuntatekniikan kunnossapito on rajattu tässä hankkeessa tarkastelun ulkopuolelle.

7.3 Skenaarioiden päästövaikutusten arvioinnin laskentaoletukset

Rakennusalan toimenpiteiden päästövaikutusten arviointi perustuu pääasiassa aikaisemmassa tiekarttatyössä (2020) määriteltyihin arviointimenetelmiin ja laskentaoletuksiin. Laskennan peruseriaatteena on sovellettu aikaisemman tiekarttatyön laskentametodologiaa, jossa kunkin rakennusalan hiilijalanjäljen osatekijän päästövaikutus on määritelty rakennusvolyymin ja asteittain pienentyvän päästökertoimen (myös yksikköpäästö, esim. gCO₂e/m²) avulla.

Aikaisemman hankkeen mukaisesti vuosittain rakennettavien rakennusten oletettiin jakautuvan eri päärakennusmateriaaleihin vastaavin osuuksin kuin vuonna 2021. Kuten vuonna 2017, myös vuonna 2021 betoni- ja puurakennukset kattavat valtaosan rakennettavasta kerrosalasta (noin 85 %). Näin ollen muista päämateriaaleista rakennettavien rakennusten merkitys on kokonaiskuvassa vähäinen. Toisaalta esimerkiksi teräksen päästökehitys vaikuttaa olennaisesti rakennusten muun kuin päämateriaalin päästökehitykseen. Rakennusten osalta laskennassa ei tarkasteltu substituutiovaikutusta, eli materiaalien osuuksien suhteellisia muutoksia. Todelisuudessa korkean päästöintensiteetin materiaalien ja ratkaisuiden korvaaminen vähäpäästöisemmällä ratkaisulla todennäköisesti nopeuttaa toimialan vähähiilistymistä.

Skenaariotyössä tiettyä päärakennusmateriaalia olevan rakennuksen materiaalien päästökehitystä arvioitiin erikseen päämateriaalille ja muulle kuin päämateriaalille (esim. muovi, teräs, eristeet). Tietystä päärakennusmateriaalista valmistettujen rakennusten päästökehitykseen vaikuttaa siten sekä päämateriaalin että muun kuin päämateriaalin päästökehitys taulukossa 2 (s.50) arvioitujen osuuksien mukaisesti. Sekä perus- että innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa materiaalien päästökertoimien kehitys mukaillee päästökaupan päästökaton vuosittaista kehitystä. Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa materiaalien päästökertoimien kehityksessä on lisäksi huomioitu materiaaliikohtainen kehitys, mikäli voidaan olettaa, että

¹⁰⁴ Sallinen, P. (2022). Artikkel: Mikä on kaasujen tulevaisuus Suomessa?. Energiauutiset. <https://www.energiiauutiset.fi/kategoriat/markkinat/mika-on-kaasujen-tulevaisuus-suomessa.html>

materiaalin tuotannossa otetaan käyttöön päästövähennysten kannalta merkittäviä teknologioita (esim. sementtiteollisuuden CCS).

Käyttövaiheen energian osalta rakennuskannan lämmitysenergiantarve (sisältäen rakennusten erillislämmityksen, sähkölämmityksen, lämpöpumput ja kaukolämmön) perustuu edellä esitettyyn Suomen korjausrakentamisen strategiaan 2050. Perusuraskenaariossa erillislämmityksen polttoainejakauma vastaa korjausrakentamisen strategian ennustetta, mutta innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa koko fossiilinen erillislämmitys oletetaan korvatuksi sähkölämmityksellä, lämpöpumpuilla ja kaukolämmöllä vuoteen 2035 mennessä, vuonna 2030 fossiilisesta lämmityksestä on innovatiiviset ratkaisut skenaariossa jäljellä 36 %.

Energiatehokkuuden kehitys olemassa olevalle rakennuskannalle perustuu PITKO2-raportin¹⁰⁵ skenaarioihin. Perusuraskenaariossa on aikaisemman tiekarttahankeen (2020) tavoin PITKO2-perusskenaarion mukaista kehitystä ja innovatiiviset ratkaisut skenaariossa raportin säästöskenaarion mukaista kehitystä. Uusien rakennusten ei oleteta hyödyntävän fossiilista erillislämmitystä vaan niiden lämmitysmuodot on jaettu sähkön, lämpöpumppujen ja kaukolämmön välillä olemassa olevan rakennuskannan lämmitysmuotojen mukaisin suhtein. Teollisuus- ja varastorakennusten sekä maatalousrakennusten energiatehokkuuden ja -jakauman osalta ei ole käytettävissä ennustetta, joten niiden energiatehokkuudelle oletettiin aikaisempaan tiekarttatyöhön (2020) perustuen palvelurakennusten mukainen kehitys. Laitesähkön kulutuksen asuinrakennuksissa oletettiin kehittyvän suoraan verrannollisesti rakennuskannan kasvuun nähden. Muiden rakennustyyppien osalta laitesähköä ei ole huomioitu vuoden 2021 hiilijalanjäljessä eikä skenaarioennusteissa.

Olemassa olevan ja tulevan rakennuskannan sähkön ja kaukolämmön kulutuksen päästökerroimet perustuvat Energiateollisuuden tiekarttatyöhön siten, että perusuraskenaariossa on hyödynnetty tiekartan suorittajaskenaariota ja innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa tiekartan mestariskenaariota.

Hankkeessa oletettiin, että EPBD-direktiivin mukaiset energiatehokkuuden parannukset suunnataan energiatehokkuusluokituksestaan heikkolaatuisiin rakennuksiin, joita oletettiin olevan 27,9 %¹⁰⁶ olemassa olevasta rakennuskannasta. Hankkeessa on huomioitu EED-direktiivin uudistuksen velvoite, jonka mukaan EU-maiden tulee vähentää loppuenergiankulutusta yhteensä 11,7 % vuoteen 2030 mennessä¹⁰⁷. Koska tavoitteen kansallisesta toimeenpanosta ei hankkeen toteutushetkellä ollut päätetty, hankkeessa oletettiin selkeyden vuoksi sekä perusura- että innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa, että olemassa olevan rakennuskannan lämmitysenergiankäyttö vähenee kokonaisuudessaan 11,7 % vuoteen 2030 mennessä. Todellisuudessa EED-direktiivin vaikutus ei kohdistu suoraan edellä kuvatulla tavalla olemassa

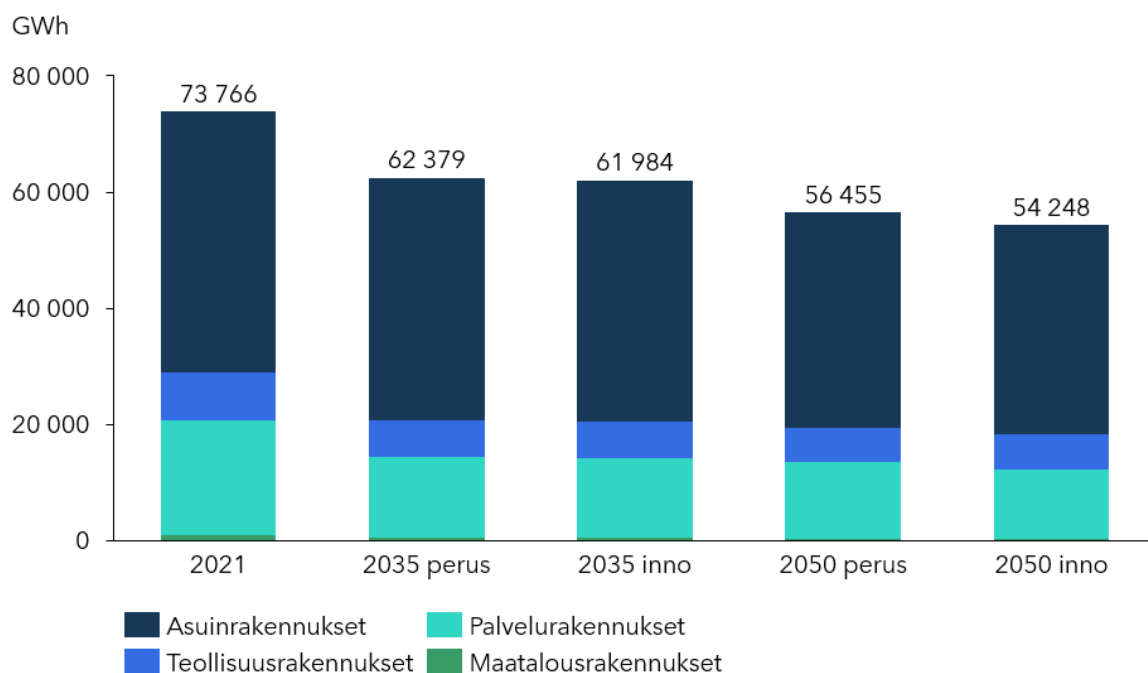
¹⁰⁵ VTT (2020). Hiilineutraali Suomi 2035 -Skenaariot ja vaikutusarviot

¹⁰⁶ <https://www.eurojatalous.fi/fi/2023/artikkelit/asuinrakennusten-energiatehokkuudessa-on-parannettavaa/>

¹⁰⁷ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2023/1791 energiatehokkuudesta. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOL_2023_231_R_0001&qid=1695186598766

olevaan rakennuskantaan, vaan rakennuksia koskevat energiatehokkuustavoitteet määritellään EPBD-direktiivin päivityksen mukaisesti laadittavassa korjausrakentamisen strategiassa.

Kuvassa 28 esitetään skenaariotyössä ennustetun rakennusten lämmitysenergiankulutuksen kehitys 2021-2050 välillä ilman puun energiakäyttöä, joka on oletettu laskennallisesti päästöttömäksi. Lämmitysenergian kulutus pitää sisällään olemassa olevan rakennuskannan (ennen 2020-lukua valmistuneet rakennukset) kulutuksen korjausrakentamisen strategian mukaisesti ja 2020-luvulla sekä sen jälkeen valmistuneiden rakennusten kulutuksen PITKO2-raportin mukaisesti. PITKO2-raportin Säästö-skenaarion mukaisesti lämmitysenergian kulutus on innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa perusuraskenaariota pienempi.



Kuva 28. Rakennusten lämmitysenergiankäyttö (ei sisällä puun lämmitysenergiankäyttöä¹⁰⁸)

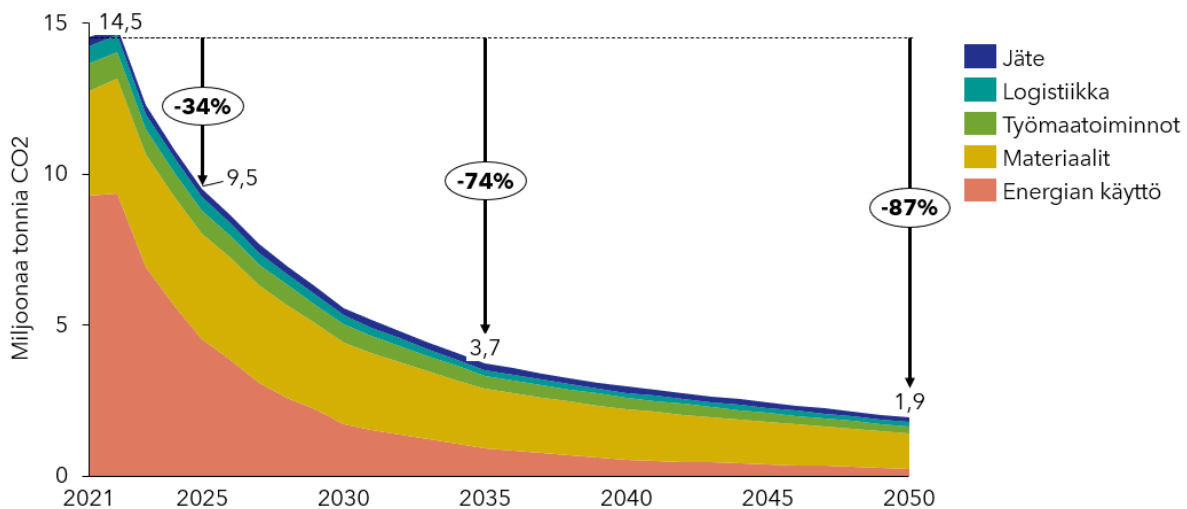
¹⁰⁸ Lämmitysenergian kehityksessä ei huomioitu puun lämmitysenergiankäyttöä sillä sen päästövaikutusta ei huomioitu hankkeen päästölaskennassa. Puun ja muun biomassan käytön päästövaikutuksen katsotaan toistaiseksi olevan laskennallisesti nolla. Puun ja muun biomassan energiankäyttö (GWh) on tuotu näkyville kuvassa 2 (s.6).

8 Skenaariolaskennan tulokset

8.1 Perusuraskenaario

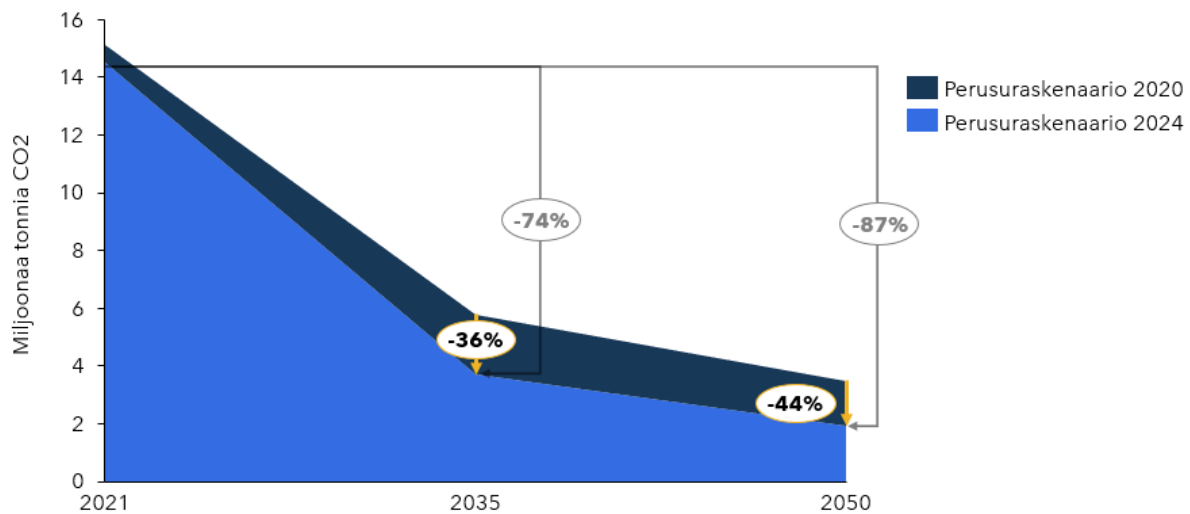
8.1.1 Päivitysten vaikutukset perusuraan

Perusuraskenaarion mukainen päästökehitys on esitetty kuvassa 29. Perusuraskenaariossa suurin päästövähennys aiheutuu rakennusten käyttövaiheen energiankulutuksen päästöistä, joihin vaikuttavat sähkön ja kaukolämmön päästökertoimien kehitys sekä EPBD:n ja korjausrakentamisen strategian mukaiset energiatehokkuustoimenpiteet. Muutosprosentit ja yhteenlasketut päästöt on esitetty kuvaajissa vuosille 2025, 2035 ja 2050 suhteessa vuoteen 2021. Perusuraskenaariossa rakennetun ympäristön kokonaispäästöt vähenevät 74 % vuoteen 2035 mennessä ja 87 % vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 29. Rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen kehitys perusuraskenaariossa

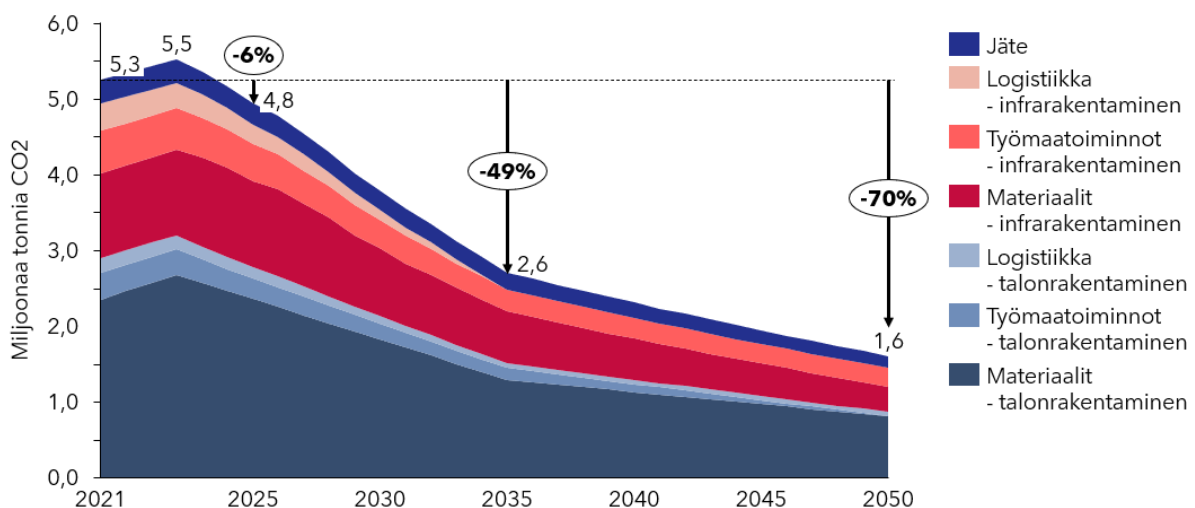
Perusuraskenaarion ajureihin tehdyt päivitykset osoittavat, että rakennusteollisuuden päästöt vähenevät aikaisempaa vuoden 2020 mallinnusta nopeammin. Perusuraskenaarion päivityksessä huomioidut muutokset esimerkiksi EU:n ympäristö- ja ilmastopolitiikassa johtavat huomattavasti vuoden 2020 työssä huomioituja oletuksia suurempiin päästövähennyksiin sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Vuoden 2020 hankkeen skenaariomallinnuksen lähtötilanteena toimi vuoden 2017 rakennetun ympäristön hiilijalanjälki. Kuvassa 30 molempien hankkeiden perusuraskenaariomallinnukset on esitetty alkaen vuodesta 2021 tulosten vertailtavuuden parantamiseksi. Päivitetyssä perusuraskenaariossa rakennetun ympäristön hiilijalanjälki on 36 % pienempi vuonna 2035, ja 44 % vuonna 2050 kuin alkuperäisen hankkeen mukaisessa mallinnuksessa. Keskeisimpiä ajureita muutokselle ovat käyttövaiheen energiaan vaikuttava sähkön ja kaukolämmön ominaispäästökehityksen ennusteen muuttuminen, sekä materiaalien valmistukseen vaikuttava EU:n päästökaupan tiukentuminen.



Kuva 30. Vertailu vuosien 2020 ja 2024 perusskenaarioiden välillä

8.1.2 Päästökehitys toiminnoittain ja materiaaleittain

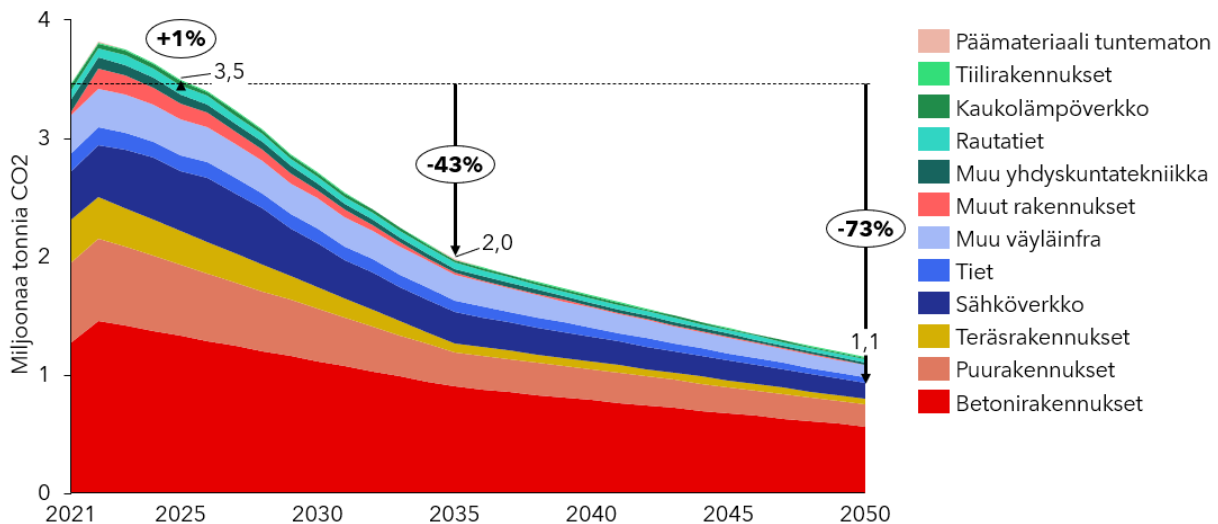
Rakentamisen ennustettu päästökehitys on koko rakennusalan päästökehitystä maltillisempaa ja se mukailee päästökaupan kehitystä. Rakentamisen suurimman yksittäisen päästölähteen muodostavat rakennusmateriaalit. Rakennustoiminnan hiilijalanjälki vähenee perusuraskenaariossa EU:n päästökaupan päästökaton kiristymisen sekä logistiikkaa ja työmaatoimintoja koskevien sektorispesifien päästövähennystoimenpiteiden johdosta 49 % vuoteen 2035 ja 70 % vuoteen 2050 mennessä. Logistiikan ja työmaatoimintojen polttoainekäyttö on jaettu talon- ja infrarakentamisen välille siten, että 65 % koko rakennustoiminnan polttoainekäytöstä allokoidaan infrarakentamiselle ja 35 % talonrakentamiselle.



Kuva 31. Rakennustoiminnan (ei sis. käyttöaikaisen energian käyttöä) hiilijalanjäljen kehitys perusuraskenaariossa

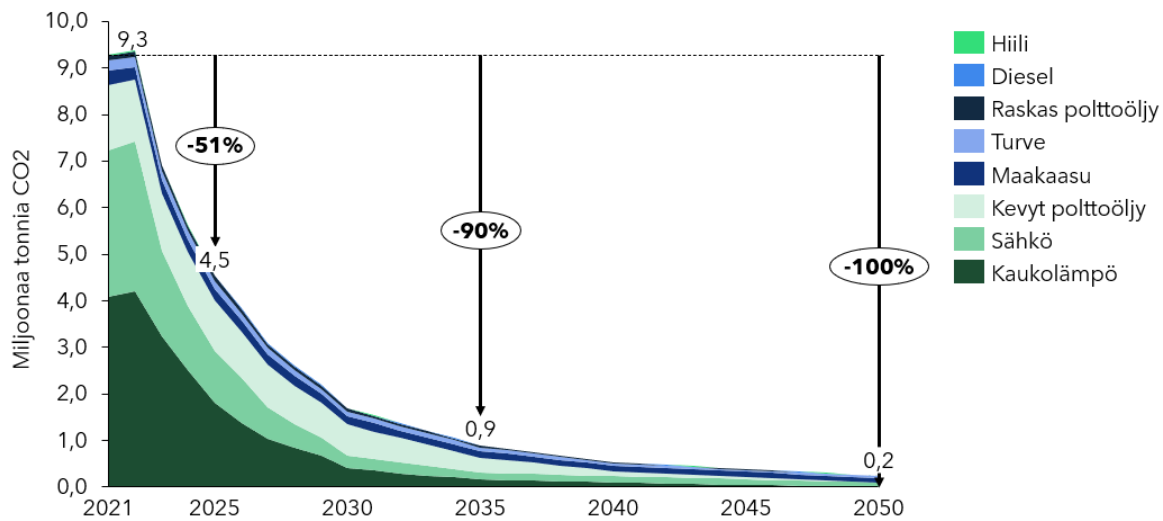
Rakennusmateriaalien tarkempi perusuraskenaarion mukainen päästökehitys on esitetty kuvassa 32. Rakennusmateriaalien päästöt laskevat perusuraskenaariossa 43 % vuoteen 2035

ja 73 % vuoteen 2050 mennessä. Betonirakennusten osuus kaikkien rakennusmateriaalien (sis. infrarakentamisen materiaalit) hiilijalanjäljestä oli vuonna 2021 noin 40 %. Vuonna 2050 betonirakennusten hiilijalanjäljen osuus kaikkien rakennusmateriaalien päästöistä on arvion mukaan perusuraskenaariossa noin 50 %. Betonirakennukset, puurakennukset, teräsrakennukset, sähköverkon materiaalit sekä muu väyläinfra (sisältää pääasiassa erittelemättömät infrarakentamisen betonituotteet) muodostavat lähes 90 % rakennusmateriaalien hiilijalanjäljestä.



Kuva 32. Rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen kehitys perusuraskenaariossa

Talon- ja infrarakentamisen käyttövaiheen energian päästöt laskevat perusuraskenaariossa 90 % vuoteen 2035 ja lähes 100 % vuoteen 2050 mennessä (Kuva 33). Päästöjen radikaali vähentyminen johtuu pääasiassa sähkön ja kaukolämmön päästöjen nopeasta vähenemisestä, jota on mallinnettu Energiategollisuuden suorittajaskenaarioon perustuen. Infrarakentamisen käyttövaiheen päästöt muodostuvat tie- ja rataverkkojen kunnossapitovaiheessa käytetyn sähkön ja polttoaineiden päästöistä. Infrarakentamisen käyttövaiheen aikaiset päästöt kattavat käyttövaiheen energian päästöistä vain noin 1%:a.

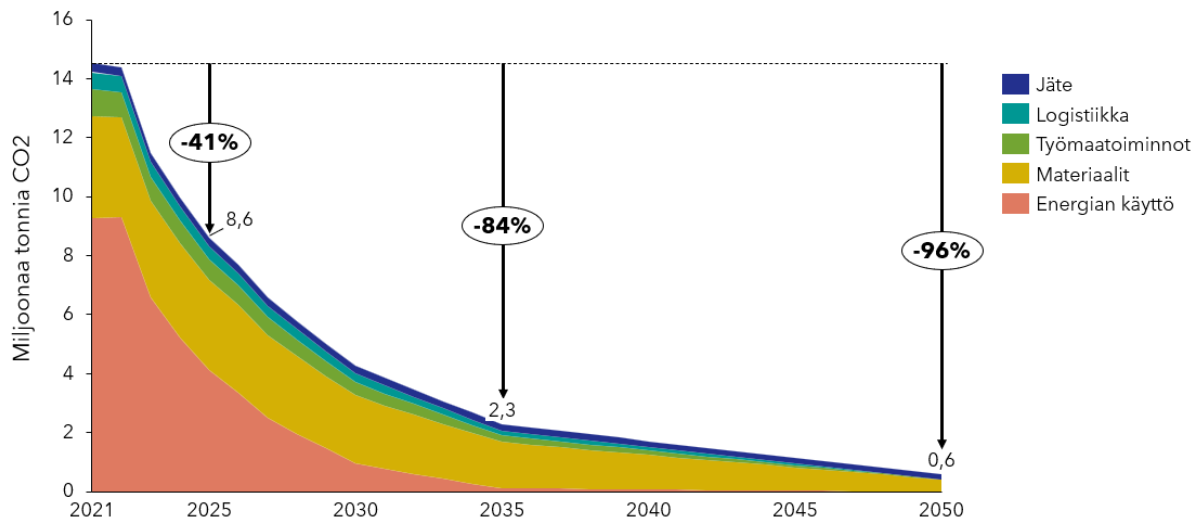


Kuva 33. Talon- ja infrarakentamisen käyttövaiheen aikaisen energiankulutuksen hiilijalanjäljen kehitys perusraskenaariossa

8.2 Innovatiiviset ratkaisut -skenaario

8.2.1 Päivitysten vaikutukset innovatiiviset ratkaisut -skenaarioon

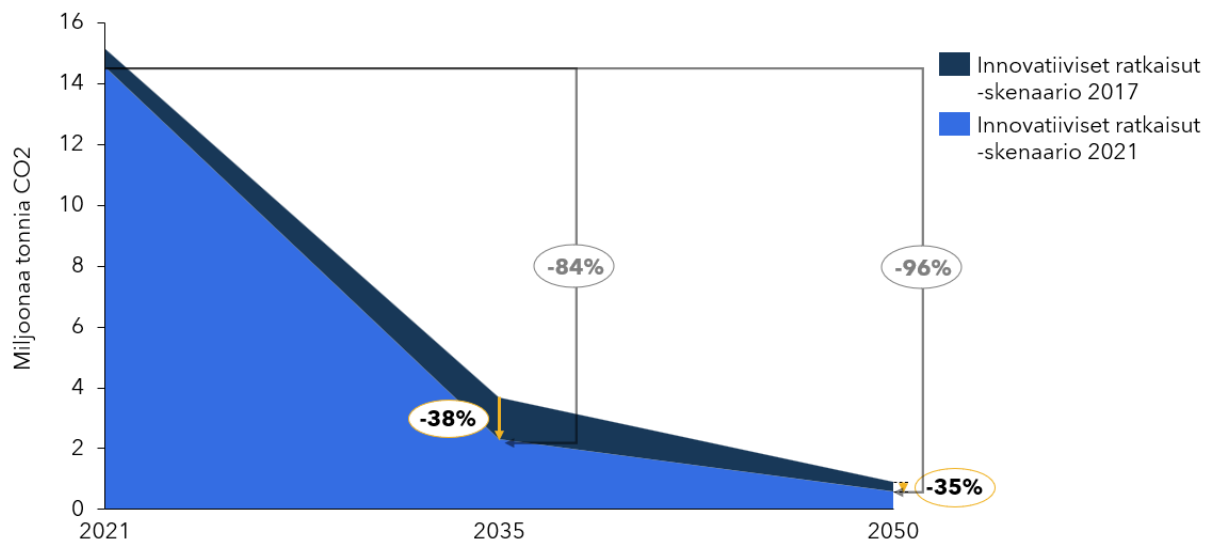
Kuvassa 34 esitettyssä päivitetyssä innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa rakennetun ympäristön hiilijalanjälki laskee jyrkästi vuoden 2021 lähtötason 14,5 MtCO₂:sta ollen 84 % lähtötasoa pienempi vuonna 2035 ja 96 % pienempi vuonna 2050. Kehityksen taustalla vaikuttavat pääasiassa ajurit perusraskenaarion ajureiden lisäksi ovat käyttövaiheen energian osalta oletus fossiilisista lämmityksen energialähteistä luopumisesta vuoteen 2035 mennessä, ja rakennusmateriaalien osalta vähähiilisten valmistusteknologioiden laajamittainen käyttöönotto erityisesti sementti- ja terästeollisuudessa. Verrattaessa päästökehitystä perusraskenaarioon (Kuva 29, kappale 8.1.1), rakennetun ympäristön hiilijalanjälki pienenee innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa 7 % enemmän vuoteen 2025 mennessä, 10 % enemmän vuoteen 2035 mennessä, ja 9 % enemmän vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 34. Rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa

Kuvassa 35 on esitetty rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa vuonna 2020 toteutetussa hankkeessa, sekä vuonna 2024 toteutetussa skenaariotyön päivityksessä. Vuoden 2020 hankkeen skenaariomallinnuksen lähtötilanteena toimi vuoden 2017 rakennetun ympäristön hiilijalanjälki, mutta kuvaajassa molempien hankkeiden skenaariomallinnukset on esitetty alkaen vuodesta 2021 tulosten vertailtavuuden parantamiseksi. Päivitetyssä innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa rakennetun ympäristön hiilijalanjälki on 38 % pienempi vuonna 2035, ja 35 % vuonna 2050 kuin alkuperäisen hankkeen mukaisessa mallinnuksessa. Merkittävin tekijä hankkeiden välisten innovatiiviset ratkaisut -skenaarioiden erossa on päivitetty oletus rakennusten lämmityksessä käytettävistä fossiilisista energialähteistä luopuminen vuoteen 2035 mennessä, sekä Energiategollisuuden päivitetty *Visio menestyvän Suomen energiatulevaisuudesta*¹⁰⁹ -skenaariotyö.

¹⁰⁹ Energiategollisuus (2024). Visio menestyvän Suomen energiatulevaisuudesta. <https://energia.fi/meista/visio/visio-menestyvan-suomen-energiatulevaisuudesta/>



Kuva 35. Vertailu vuosien 2017 ja 2021 innovatiiviset ratkaisut -skenaarioiden välillä

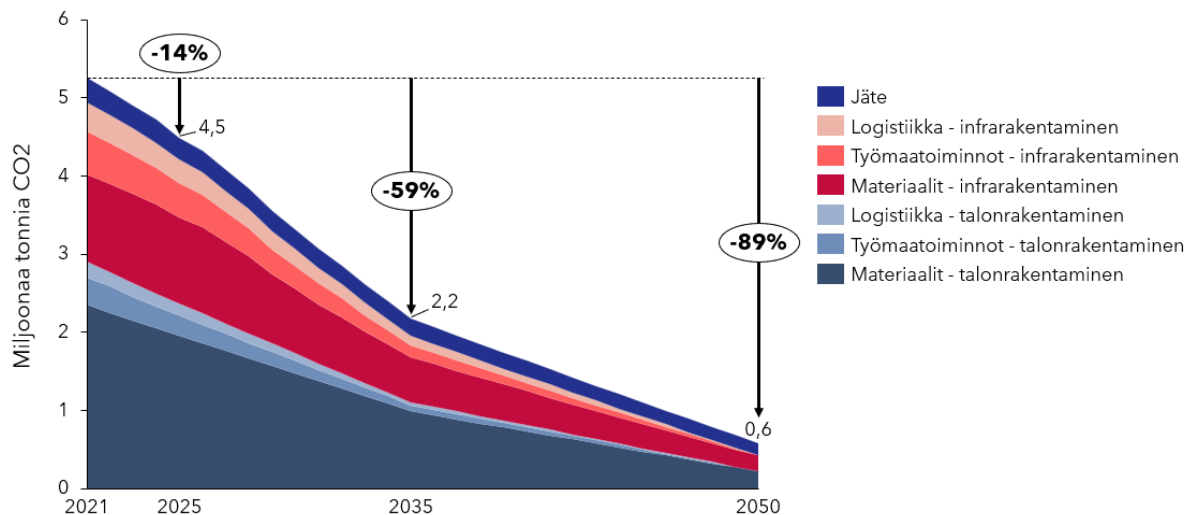
8.2.2 Päästökehitys toiminnoittain ja materiaaleittain innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa

Rakennetun ympäristön rakennustoiminnan hiilijalanjälki laskee innovatiiviset ratkaisut -skenaarion kokonaishiilijalanjälkeä maltillisemmin, johtuen käyttövaiheen energian päästökehityksen merkittävästä ennustetusta laskusta tulevan vuosikymmenen kuluessa, joka on rajattu kuvan 36 tarkastelun ulkopuolelle. Rakennustoiminnan hiilijalanjälki on 5,25 MtCO₂e vuonna 2021 ja se laskee 59 % vuoteen 2035 mennessä 2,18 MtCO₂e:hen. Innovatiiviset ratkaisut -skenaariomallinnuksen mukaisesti rakennustoiminnasta aiheutuu vuonna 2050 päästöjä 0,6 MtCO₂e, mikä on 89 % vähemmän verrattaessa sitä lähtötasoon vuonna 2021. Skenaariomallinnuksen oletusten mukaisesti varsinkin rakennusmateriaalien suhteellinen osuus rakennetun ympäristön kokonaishiilijalanjäljestä korostuu vähähiilisten valmistusteknologioiden laajamittaisen käyttöönoton oletettavasti kiihtyessä vuodesta 2035 alkaen.

Talon- ja infrarakentamisessa käytetyt rakennusmateriaalit muodostavat vuonna 2021 65 % rakennustoiminnan hiilijalanjäljestä ollen 3,46 MtCO₂e ja niiden suhteellinen osuus kasvaa vuoteen 2035 tultaessa 72 %:iin logistiikassa ja työmaatoiminnoissa tapahtuvan sähköistymisen ja biopolttoaineisiin siirtymisen myötä. Logistiikan ja työmaatoimintojen yhteenlaskettu osuus rakennustoiminnan hiilijalanjäljestä on 28 % vuonna 2021, aiheuttaen 1,48 MtCO₂e päästöjä. Innovatiiviset ratkaisut -skenaarion mukaisesti logistiikasta ja työmaatoiminnoista aiheutuu vuonna 2035 0,39 MtCO₂e päästöjä. Vuonna 2050 logistiikan ja työmaatoimintojen suhteen rakennustoiminta on käytännössä katsoen päästötöntä.

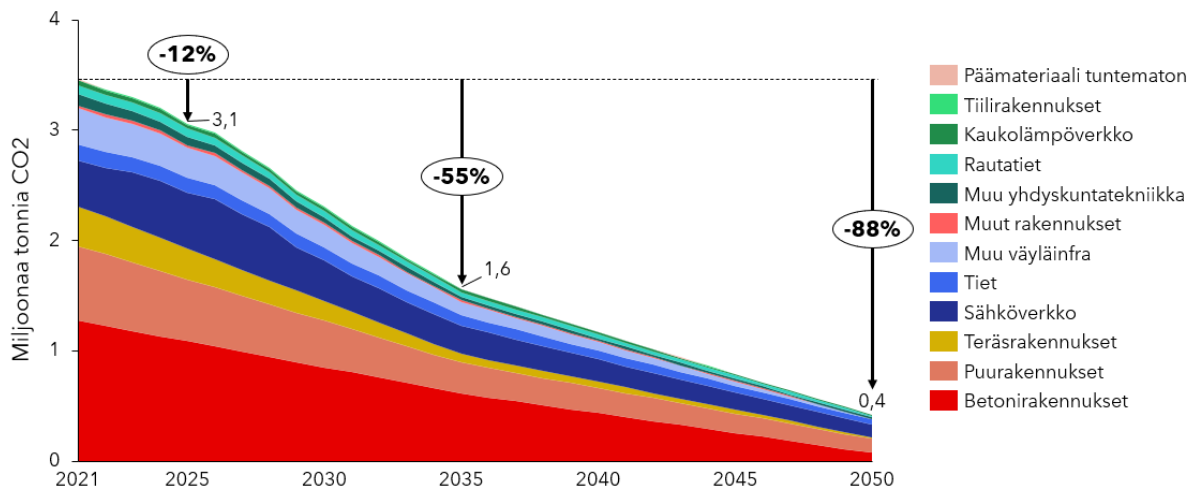
Kappaleessa 8.1.2 esitettyjen perusrakennusajureiden lisäksi rakennustoiminnan päästökehitystä ohjaavat innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa etenkin oletukset rakennusmateriaalien osalta sementtiteollisuudessa laajamittaiseen käyttöön otettava CCS-teknologia sekä vetypelkistysmenetelmän hyödyntäminen terästeollisuudessa. Työmaatoimintojen ja

logistiikan osalta innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa mallinnettu päästökehitys perustuu mm. VTT:n *Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot* -tutkimusraportin WAM-skenaariotyöhön. Tarkemmat oletukset rakennustoiminnan hiilijalanjäljen kehityksen taustalla on esitetty kappaleessa 7.1.2.



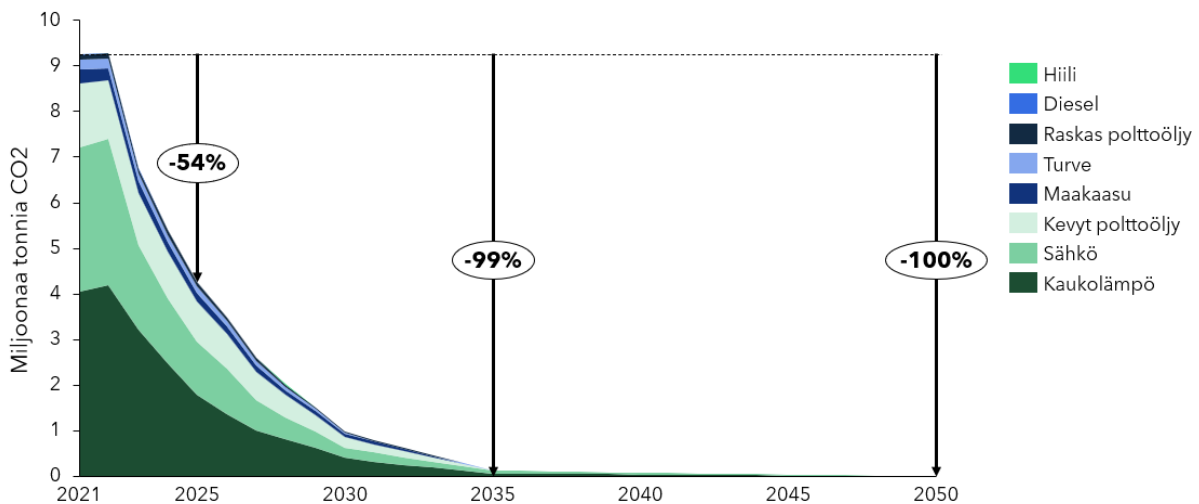
Kuva 36. Rakennustoiminnan (ei sis. käyttöaikaisen energian käyttöä) hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa

Talon- ja infrarakentamisen rakennusmateriaalien valmistuksen päästöt olivat 3,46 MtCO₂e vuonna 2021, josta päämateriaaliltaan betonia olevat rakennukset muodostivat 37 % (1,28 MtCO₂e). Liikenneväylien ja yhdyskuntatekniikan rakentamiseen käytetyt rakennusmateriaalit muodostivat yhteensä laskettuna 1,11 MtCO₂e hiilijalanjäljen, mikä vastasi 32 %:a rakennustoiminnan kokonaismateriaalipäästöistä vuonna 2021. Materiaalien kokonaishiilijalanjälki laskee innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa 55 % vuoteen 2035 mennessä ja 88 % vuoteen 2050 mennessä kuvan 37 mukaisesti. Betonirakennusten suhteellinen osuus materiaalien päästöistä kasvaa vuoteen 2035 mennessä muodostaen tällöin 39 % kokonaishiilijalanjäljistä, mutta laskee innovatiiviset ratkaisut -skenaarion oletusten mukaisesti CCS-tekniikan laajamittaisen käyttöönoton myötä vuoteen 2050 mennessä, aiheuttaen tällöin 0,08 MtCO₂e päästöjä ja muodostaen 19 % materiaalien kokonaishiilijalanjäljistä.



Kuva 37. Rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut - skenaariossa

Rakennetun ympäristön käyttövaiheen aikaisen energiankulutuksen hiilijalanjälki oli 9,26 MtCO₂e vuonna 2021 (Kuva 38). Tästä 44 % muodostui kaukolämmönkulutuksesta (4,06 MtCO₂e), 34 % sähkönkulutuksesta (3,14 MtCO₂e) ja 15 % kevyen polttoöljynkulutuksesta (1,41 MtCO₂e). Käyttövaiheen energiankulutuksen hiilijalanjälki laskee innovatiiviset ratkaisut -skenaarion mukaisesti 54 % vuoteen 2025 mennessä, pääsääntöisesti sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa ennustettujen tuotannon ominaispäästöjen vähentymisen johdosta. Vuonna 2035 käyttövaiheen energiankulutuksen hiilijalanjälki on pienentynyt 99 % lähtötasoon (2021) verrattuna, jolloin hiilijalanjälki muodostuu pienistä määristä fossiilisia energia- lähteitä sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa. Vuoteen 2050 mennessä käyttövaiheen energiankulutus on käytännössä katsoen päästötöntä.



Kuva 38. Talon- ja infrarakentamisen käyttövaiheen aikaisen energiankulutuksen hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa

8.3 Alatoimialakohtainen potentiaali skenaaroiden toteutumisessa

Skenaariolaskenta toteutettiin hankkeessa erikseen talonrakentamisen ja infrarakentamisen alatoimialoille. Hankkeessa rakennusten omistuksen ja käytön hiilijalanjäljen kehitystä tarkasteltiin ainoastaan rakennusten energiankäytön osalta. Skenaariolaskennan pohjalta muodostettiin kuitenkin kolme eri alatoimialakohtaista päästövähennyspolkua – talonrakentamiselle ja -rakennuttamiselle, infrarakentamiselle sekä rakennusten käyttövaiheen energialle. Alatoimialakohtaisen kehityksen määrittämisessä ja laadullisessa kuvaamisessa hyödynnettiin hankkeessa järjestettyä sidosryhmätyöpajaa, joissa tarkasteltiin erityisesti innovatiiviset ratkaisut - skenaarion mukaisen kehityksen yhteiskunnallisia edellytyksiä ja yrityksiltä vaadittuja toimia. Nostoja työpajan tuloksista on esitetty niille osoitetuissa infolaatikoissa.

Päästövähennyspolkujen realisoitumista on seurattava, jotta voidaan varmistua todellisten päästövähennysten syntyisestä tiekartan mukaisesti. Tätä varten suositellaan luotavaksi **seurantamenetelmä**, joka koostuu mm. seuraavista toimista:

- Laskennan päivittäminen 3-5 vuoden välein.
- Säännölliset sidosryhmätyöpajat päästövähennyspolkujen tarkastelemiseksi ja tarvittaessa päivitysten suunnittelemiseksi.
- Vuosittainen kysely yritysten toimenpiteiden toteuttamisen etenemisestä osana Rakennusteollisuus RT:n laajempaa jäsenkyselyä.

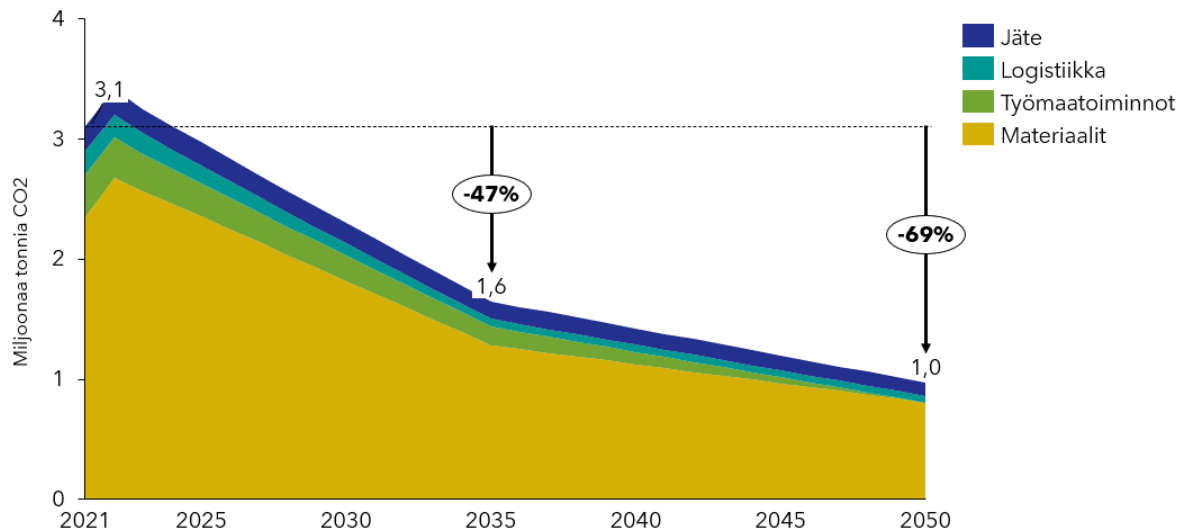
Sidosryhmätyöpajan vastausten perusteella yrityksillä on hyvät valmiudet toimittaa tietoja organisaatioidensa hiilijalanjäljistä, toteutuneista ja suunnitelluista vähähiilisyystoimista, sekä asetetuista ilmastotavoitteista. Tietoja voidaan hyödyntää päästövähennyspolkujen päivityksessä. Tiedonkeruun ja säännöllisen seurannan lisäksi moni sidosryhmätyöpajan osallistujista toivoi aiheeseen liittyvän koulutuksen ja vuoropuhelun lisäämistä.

8.3.1 Talonrakentaminen ja -rakennuttaminen

Talonrakentamisen ja -rakennuttamisen päästöt muodostuvat talonrakentamisessa käytetyistä materiaaleista, työmaiden ja kuljetusten päästöistä sekä jätteiden päästöistä. Talonrakentamisen ja -rakennuttamisen päästöt vähenevät perusuraskenaariossa 47 % vuoteen 2035 ja 69 % vuoteen 2050 mennessä (Kuva 39). Perusuraskenaariossa päästökaupan merkittävin ajuri on EU:n päästökauppa, jonka vaikutuksen oletetaan olevan suhteessa yhtä suuri kaikkiin rakennusten päämateriaaleihin (betoni, teräs, puu, tiili). Lisäksi talonrakentamisen kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöt vähentyvät perusuraskenaariossa yhteensä 61 % vuoteen 2035 ja 90 % vuoteen 2050 mennessä kuljetusajoneuvojen sekä työkoneiden sähköistämisen sekä esimerkiksi jakeluvälvoitteen ansiosta.

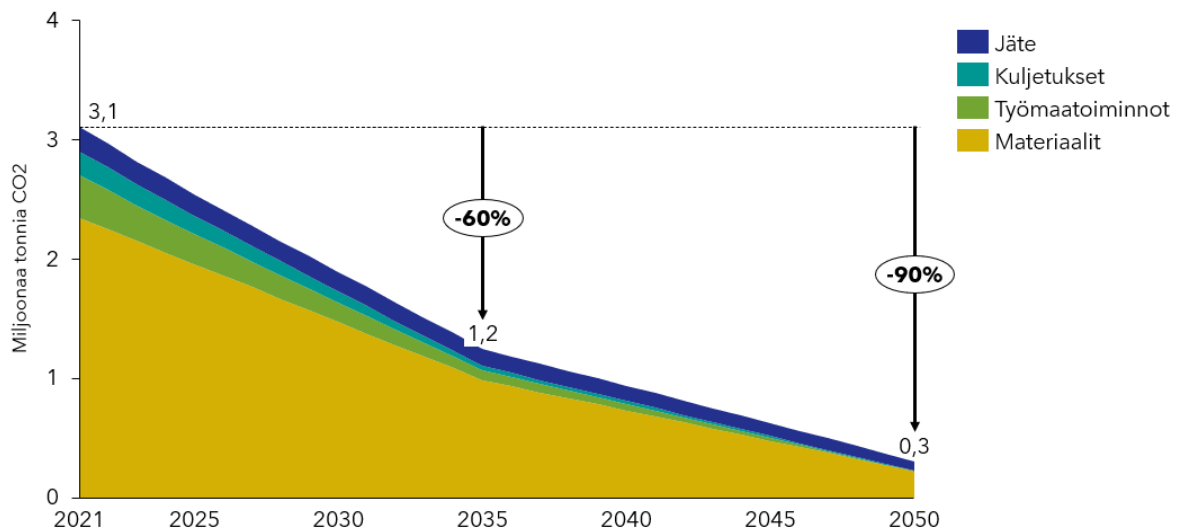
Jätteiden päästöt on alatoimialakohtaisissa skenaarioissa jaettu talon- ja infrarakentamisen välille suhteessa kummankin toimialan rakennusmateriaalien päästöihin olettaen, että käytetyt rakennusmateriaalit heijastelevat kunkin alatoimialan tuottamaa rakennusjätteen määrää.

Jätteiden päästökkehitys on oletettu samaksi kuin aikaisemmassa vuoden 2020 tiekartassa, jossa jätteiden päästöjen on oletettu vähentyvän 28 % vuoteen 2035 ja 49 % vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 39. Talonrakentamisen hiilijalanjäljen kehitys perusraskenaariossa 2021-2050

Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa talonrakentamisen ja -rakennuttamisen päästöt vähenevät 60 % vuoteen 2035 ja 90 % vuoteen 2050 mennessä (Kuva 40). Päästökkehityksen merkittävin ajuri ovat innovatiiviset päästövähennysteknologiat (esim. CCS sementintuotannossa ja vetytelkistysteknologia teräksentuotannossa), jotka otetaan käyttöön päästöintensiivisten päärakennusmateriaalien tuotannossa. Samanaikaisesti talonrakentamisen kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöt vähenevät lähes 80 % vuoteen 2035 ja lähes 100 % vuoteen 2050 mennessä. Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa kuljetusten ja työmaatoimintojen päästövähennyksiä ajavat erityisesti kuljetusajoneuvojen sekä työkoneiden nopea sähköistyminen. Jätteiden päästöjen oletetaan pysyvän innovatiiviset ratkaisut skenaariossa perusraskenaarion kanssa samalla tasolla.



Kuva 40. Talonrakentamisen hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa 2021-2050

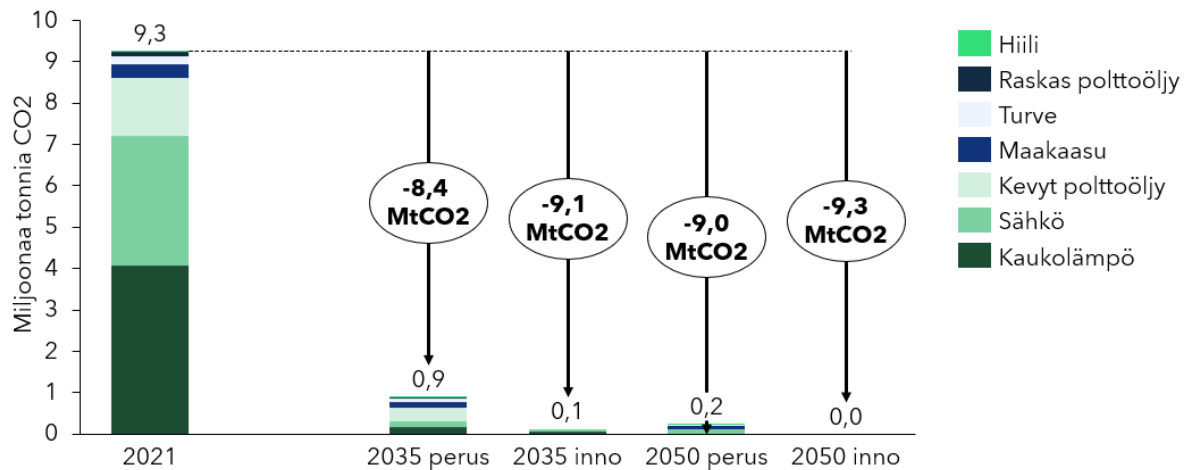
Sidosryhmätyöpajan havaintoja talonrakentamisen ja -rakennuttamisen innovatiiviset ratkaisut -skenaarion mahdollistavista tekijöistä

Sidosryhmätyöpajan osallistujien mukaan talonrakentamisen osalta innovatiiviset ratkaisut skenaarion toteutumisen edellyttää tiukempaa sääntelyä ja ohjausta sekä rakentamisen arvoketjun eri toimijoiden tiiviimpää yhteistyötä rakentamisen päästövaikutuksen pienentämiseksi. Esimerkiksi tiukemmat energiatehokkuusvaatimukset nähtiin hyvänä tapana kirittää käytönaikaisen energian päästövähennyksiä. Rakentamisen suunnittelun osalta toimijat nostivat esille korjausrakentamisen sekä muuntojoustavuuden tärkeyden. Esimerkiksi muuntojoustavuutta ja uudelleenhyödyntämistä tulisi useiden toimijoiden mukaan edellyttää kansallisesti.

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden päästöihin voidaan vaikuttaa erityisesti rakennustuoteteollisuudessa sekä rakennusten suunnittelussa. Lisäksi tulisi turvata vihreän siirtymän investointien tapahtuminen Suomeen, ja kohdistaa investoinnit sinne missä päästövaikutukset ovat suurimmat (esim. teräs/sementti). Materiaalien ja rakennustuotteiden päästöjen kannalta keskeistä on esimerkiksi materiaalivalinnat sekä rakenteiden optimointi ja keventäminen, joihin suunnittelijalla on merkittävä vaikutus. Toisaalta suunnittelijan, urakoitsijan ja asiantuntijoiden yhteistyötä tarvitaan esimerkiksi hukan minimointiin sekä sivuvirtojen tehokkaaseen hyödyntämiseen. Kierrätysasteen parantamista esimerkiksi yli 70 %:iin ehdotettiin työmailla. Uusien vähähiilisten innovatiivisten materiaalien osalta voisi myös olla laajempaa vastuunjakoa esimerkiksi materiaalien kestävyys osalta (esimerkiksi valtion ja yritysten välillä), sillä uusista materiaaleista ei ole tarpeeksi pitkän aikavälin tietoa saatavilla. Myös työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen vähentäminen edellyttäisi toimijoiden mukaan tiiviimpää yhteistyötä. Esimerkiksi työmaatoimintojen päästövaikutuksia voitaisiin vähentää merkittävästi jo lyhyellä aikavälillä, mikäli tilaajat tätä edellyttäisivät.

Rakennusten käyttövaiheen energian osalta päästövähennyspolut kuvaavat merkittäviä päästövähennyksiä jo vuoteen 2035 mennessä (Kuva 41), niin perusura- kuin innovatiiviset

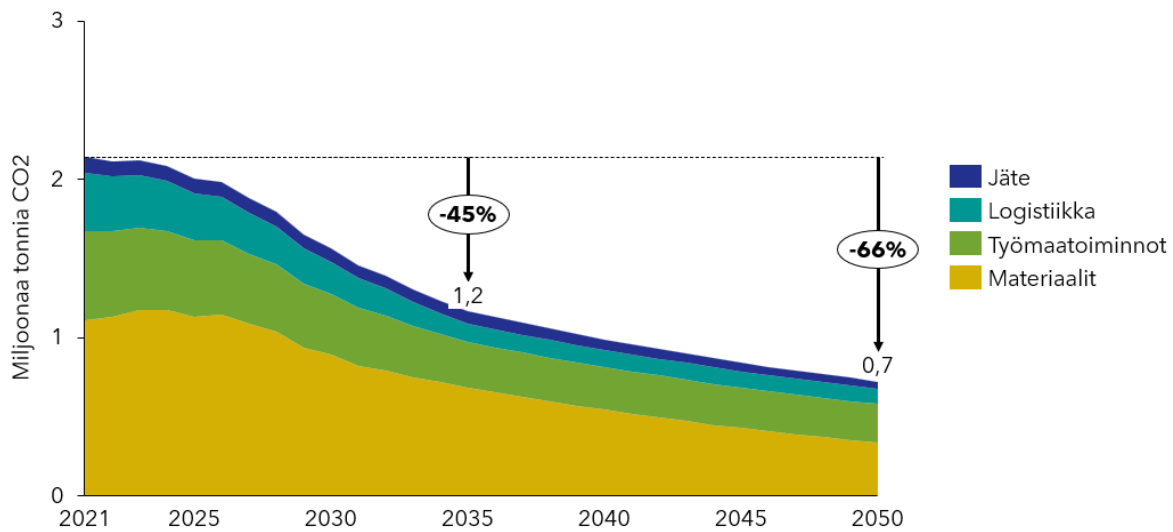
ratkaisut -skenaariossa. Päästövähennyspolkujen mahdollistajina toimivat erityisesti energi-
antuotannossa tapahtuvat muutokset, jotka johtavat sähkön- ja kaukolämmöntuotannon omi-
naispäästöjen pienentymiseen, sekä rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaiset toi-
met.



Kuva 41. Rakennusten käyttövaiheen energian päästövähennyspolut eri skenaarioissa 2021–2050

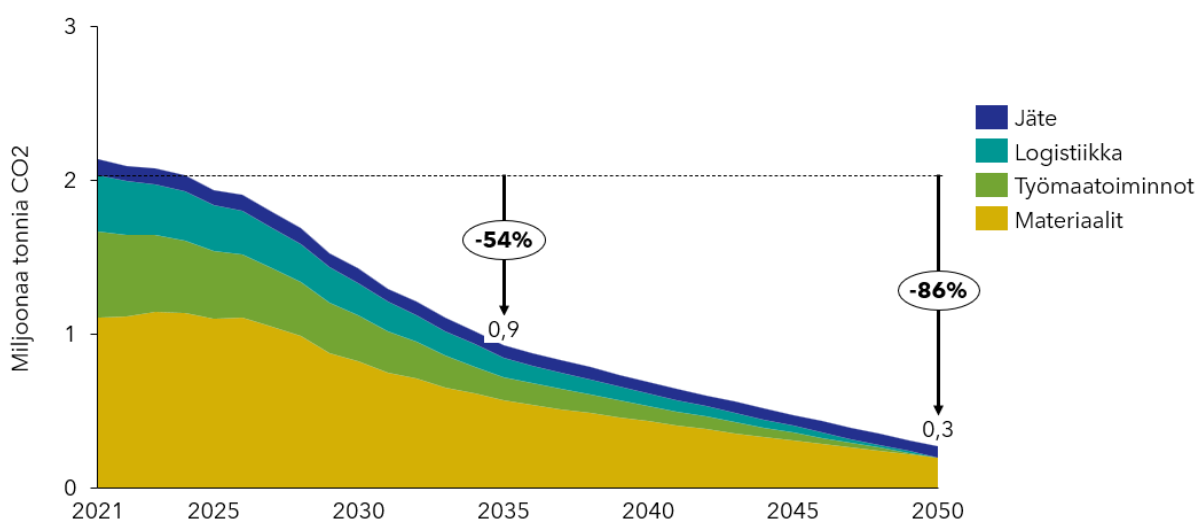
8.3.2 Infrarakentaminen

Infrarakentamisen hiilijalanjälki oli 2,14 MtCO₂e vuonna 2021 (Kuva 42), josta rakennusmateriaalit muodostivat 52 % ollen 1,11 MtCO₂e. Työmaatoiminnot muodostivat 26 % (0,56 MtCO₂e) ja logistiikka 17 % (0,37 MtCO₂e) infrarakentamisen hiilijalanjäljistä. Infrarakentamisen hiilijalanjälki pienenee perusuraskenaarion mallinnuksen mukaisesti 45 % vuoteen 2035 mennessä, ollen tällöin 1,17 MtCO₂e. Vuonna 2050 hiilijalanjälki on laskenut lähtötasosta 66 % ja on 0,72 MtCO₂e. Kuvassa 42 kuvattujen päästölähteiden suhteelliset osuudet infrarakentamisen kokonaishiilijalanjäljistä pysyvät melko stabiileina koko perusuraskenaarion tarkasteluajanjakson ajan. Päästövähennyskehityksen taustalla vaikuttavat mm. EU:n päästökauppa, työkoneiden ja kuljetuskaluston sähköistyminen, sekä muutokset jakeluvaiheissa.



Kuva 42. Infrarakentamisen hiilijalanjäljen kehitys perusuraskenaariossa 2021-2050

Infrarakentamisen hiilijalanjälki pienenee innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa 9 % enemmän vuoteen 2035 mennessä (Kuva 43) kuin edellä kuvatussa perusuraskenaariossa. Vuoteen 2050 mennessä hiilijalanjälki pienenee merkittävästi enemmän (20 %) kuin vastaavalla ajanjaksolla perusuraskenaariossa. Infrarakentamisen hiilijalanjälki on innovatiiviset ratkaisut -skenaarion mallinnuksen mukaisesti 0,93 MtCO₂e vuonna 2035 ja 0,28 MtCO₂e vuonna 2050. Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöjen väheneminen on merkittävin tekijä infrarakentamisen hiilijalanjäljen kehityksessä, ja sitä ajavat erityisesti kuljetusajoneuvojen sekä työkonien nopea sähköistyminen. Myös innovatiiviset päästövähennysteknologiat (esim. CCS sementintuotannossa ja vetypelkistysteknologia teräksentuotannossa) vaikuttavat infrarakentamisen kokonaishiilijalanjäljen kehitykseen merkittävästi. Jätteen päästöjen oletetaan pysyvän innovatiiviset ratkaisut skenaariossa perusuraskenaarion kanssa samalla tasolla. Alla on esitetty päähuomioita Rakennusteollisuuden sidosryhmille järjestetyn työpajan tuloksista, koskien infrarakentamisen innovatiiviset ratkaisut -skenaarion mukaisten päästövähennysten mahdollistavista tekijöistä.



Kuva 43. Infrarakentamisen hiilijalanjäljen kehitys innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa 2021-2050

Sidosryhmätyöpajan havaintoja infrarakentamisen päästövähennyspolkujen mahdollistavista tekijöistä

Sidosryhmätyöpajan osallistujien mukaan suurin yksittäinen tekijä infrarakentamisen päästövähennyspolkujen mahdollistajana on hankkeiden tilaajien kysynnän lisääntyminen vähähiilisiä ratkaisuja kohtaan; ilmastonäkökulmaa tulisi osallistujien mukaan priorisoida mm. tarjouspyynnöissä aiempaa enemmän. Kysyntä ohjaa markkinoita ja kannustaa rakennustoiminnan kaikkia toimijoita kehittämään palveluitaan ja tuotteitaan ilmastoystävällisempään suuntaan. Osallistujien mukaan nykyiset rakennusmateriaalien hyväksyntävaatimukset eivät pääsääntöisesti tue vähähiilisempien kiertotalousmateriaalien laajamittaisempaa käyttöä, mikä osaltaan hidastaa päästövähennyspolun mahdollistavien toimenpiteiden toteutusta. Työmaatoimintojen ja logistiikan päästövähennyksiin merkittävästi vaikuttavien biopolttoaineiden saatavuus tulee osallistujien mukaan taata tulevina vuosina, minkä lisäksi tarvitaan erinäisiä kannustimia niiden käyttöönottoon liittyen. Jatkuva tutkimus- ja kehitystyö (sisältäen kiertotalousnäkökulman) tuotteita ja palveluita tarjoavien yritysten taholta, sekä EPD-prosessien suoraviivaistaminen ovat tärkeitä ajureita päästövähennyspolkujen mukaisen päästövähennyskehityksen taustalla.

9 Yhteenveto

Kiinteistö- ja rakentamisala on taloudellisesti todella merkittävä, sillä se vastaa noin 83 % Suomen kansallisvarallisuudesta ja noin 61 % kaikista investoinneista. Suomen rakennuskanta on suhteellisen nuorta, sillä kerrosalalla mitattuna rakennuksista 57 % on rakennettu vuoden 1980 jälkeen. Rakennuskanta on kasvanut jonkin verran edellisen vähähiilisyystiekartan julkaisun (2020) jälkeen ja nykyään jokaista suomalaista kohden rakennettua kerrosalaa on yhteensä jo noin 92 neliometriä, eli 3 neliometriä enemmän kuin edellisessä tarkastelussa. Rakennuskannan on myös ennustettu kasvavan tulevaisuudessa merkittävästi.

Suomen rakennusalan vähähiilisyttä ohjaava lainsäädäntö on tiukentunut huomattavasti edellisen vähähiilisyystiekartan julkaisun jälkeen. EU-lainsäädännön suuri 2030 ilmastotavoitteiden saavuttamiseen kohdistuva 55-valmiuspaketti ohjaa entistä tiukempiin päästövähennyksiin koko alalla - rakennusmateriaalien päästöjen osalta erityisesti päästökaupan huomattavan kiristymisen kautta, työmaatoimintojen osalta taakanjakosektorin kiristyneiden päästötavoitteiden kautta ja rakennusten energiankulutuksen osalta niin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD), energiatehokkuusdirektiivin (EED) kuin uuden rakennusten erillislämmitykseen ja liikenteeseen kohdistuvan taakanjakosektorin päästökauppajärjestelmänkin (ETS2) kautta. Lisäksi kansallinen lainsäädäntö on muuttunut esimerkiksi vuoden 2025 alussa voimaan tulevan rakentamislain ja sen ehdotetun korjaussarjan osalta. EU:n ja kansallisen tason vähähiilisyyslainsäädäntö pyrkii uusien rakennusten energiatehokkuuteen, rakennusmateriaalien vähähiilistymiseen ja rakennusten energian käytön osalta päästöttömyyteen jo 2030 mennessä, koko olemassa olevan rakennuskannan osalta muutos käytönaikaisen

energiankulutuksen päästöttömyyteen tulee toteuttaa 2050 mennessä. Tämä tulee olemaan suuri muutos koko EU:ssa, jossa tämänhetkisestä energiankulutuksesta 40 % ja energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä 36 % aiheutuu rakennusten energiankäytöstä¹¹⁰.

Vielä vuonna 2021 Suomen rakennetun ympäristön hiilijalanjälkilaskennan päivityksessä rakennusten käyttövaiheen energian osuus kokonaispäästöistä on noin 64 %, mutta energiankäytön osuus hiilijalanjäljestä tulee putoamaan nopeasti ja samalla rakennusmateriaalien päästöjen suhteellinen osuus tulee kasvamaan. Rakennusten käytön aikaisen energiankulutuksen kokonaispäästö tulee vähähiilisyystiekartan päivityksessä toteutetussa skenaariolaskennassa vähenemään yli 51–54 % jo vuoteen 2025 mennessä ja 90–100 % vuoteen 2035 mennessä vuoden 2021 tasosta.

Kokonaisuudessaan Suomen rakennetun ympäristön hiilijalanjälki on jo vuosien 2017–2021 välillä laskenut 15 % ja oli vuonna 2021 14,53 miljoonaa tonnia CO₂e. Tämä nopea hiilijalanjäljen lasku on erityisesti sähkön ja kaukolämmön nopean vähähiilistymisen ansiota, vaikka energian kulutus on samalla kasvanut rakennuskannan kasvaessa. Rakennetun ympäristön sähkönkulutus kasvoi vuosien 2017–2021 välillä 13 %, mutta samalla aikajaksolla sähköntuotannon ominaispäästöt laskivat 25 %. Kaukolämmön osalta kulutuksen kasvua samalla ajanjaksolla oli 6 %, mutta ominaispäästöt laskivat 29 %.

Ilman käytönaikaista energiankulutusta rakennetun ympäristön hiilijalanjälki vuonna 2021 oli 5,26 miljoonaa tonnia CO₂e, joka on suurempi kuin vuoden 2017 vastaava päästö 4,1 Mt CO₂e. Tämä johtuu erityisesti suuremmasta talonrakentamisen ja liikenneverkkojen rakentamisen volyyymista. Talonrakentamisen hiilijalanjälki kasvoi tarkastelujaksolla 2017–2021 yhteensä 19 %, joka johtuu rakennustuotannon (m²) kasvusta ja sen aiheuttamasta kasvusta rakennusmateriaalien määrässä, työmaatoiminnoissa ja kuljetuksissa. Infrarakentamisen osalta liikenneverkkojen hiilijalanjälki on kasvanut tarkastelujaksolla 29 %. Energiaverkkojen osalta esimerkiksi alumiinin päästökertoimen päivitys nosti hiilijalanjälkeä.

Talon- ja infrarakentamisen rakennustoiminnan päästöjen (ilman käytönaikaista energiankulutusta) arvioidaan vähähiilisyystiekartan päivityksessä toteutetun skenaariolaskennan mukaan kuitenkin laskevan tulevaisuudessa merkittävästi. Merkittävimpiä päästövähennysoimenpiteitä rakennustoiminnassa ovat vähähiilisen betonin ja sementin tuotanto ja käyttö, fossiilivapaan teräksen tuotanto ja käyttö ja rakennusten ja rakenteiden elinkaaren pidentäminen. Jo perusuraskenaariossa, eli sovittujen poliittisten päätösten ajamana, rakennustoiminnan päästöt vähenisivät vuoden 2021 tasosta -49 % vuoteen 2035 mennessä ja -70 % vuoteen 2050 mennessä. Innovatiiviset ratkaisut -skenaarioiden päästövähennykset ovat jopa 59 % vuoteen 2035 mennessä ja 89 % vuoteen 2050 mennessä. Innovatiivisten ratkaisujen skenaariossa päästökehityksen merkittävin ajuri ovat innovatiiviset päästövähennysteknologiat kuten CCS sementintuotannossa ja vetypelkistysteknologia teräksentuotannossa. Koko

¹¹⁰ Euroopan komissio (2023). Rakennusten energiatehokkuudesta annettu direktiivi, s. 2. Saatavilla osoitteessa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive

rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen kehitys skenaariolaskennan tulosten mukaan (mukaan lukien käytönaikainen energiankulutus) on vielä jyrkempää. Perusuraskenaariossa vuoteen 2035 mennessä saavutetaan jo 74 % päästövähennys ja vuoteen 2050 mennessä 87 % päästövähennys vuoden 2021 tasosta. Innovatiiviset ratkaisut -skenaariossa päästövähennykset ovat jopa 84 % vuoteen 2035 mennessä ja 96 % vuoteen 2050 mennessä.

Vähähiilisyystiekartan päivityksen yhteydessä toteutettiin laaja kysely ja sitä tarkentavia haastatteluja Rakennusteollisuus RT:n jäsenyrityksille siitä, millaisia päästövähennystoimia ne ovat jo tehneet tai suunnitelleet edellisen vähähiilisyystiekartan julkaisun jälkeen. Raportin liitteessä 1 on laajemmat case-tarkastelut haastatelluista vähähiilisyiden edelläkävijäyrityksistä. Kyselyn ja haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että vähähiilisyystoimet ovat edistymässä nopeasti, mutta alalla on vielä suhteellisen paljon yrityksiä, joissa toimia ei ole vielä käyttöön otettu. Lähes puolet kyselyyn vastanneista yrityksistä ilmoitti asettaneensa ilmastotavoitteen, ja hiilineutraalisuustavoite oli kyselyn mukaan yleisin tavoitetyyppi. 56 % vastanneista yrityksistä on toteuttanut yksittäisiä päästövähennystoimia, ja näitä toimenpiteitä ohjaa hiilitiekartta noin yhdellä neljäsosalla vastaajista. Lähes neljännes kyselyyn vastaajista (23 %) kuitenkin ilmoitti, että erityisiä ilmastotoimia ei vielä tehdä yrityksessä. Toisaalta monia päästövähennystoimenpiteitä voidaan toteuttaa myös ilman, että niitä on erikseen tunnistettu osaksi yrityksen ilmastotyötä - esimerkiksi materiaali- ja energiatehokkuustoimenpiteiden pääajurina voi olla myös kustannussäästöt.

Päästövähennystoimenpiteistä toteutettiin myös laaja vaikutusarvio, jossa tarkastelluista kolmestatoista toimenpiteestä tehtiin kymmeneen vaikutusluokkaan kohdistuva arvio. Vaikutusarvion tulokset vaihtelevat toimenpiteittäin ja vaikutusluokittain merkittävästi, ja jokaisella arvioidulla toimenpiteellä on sekä positiiviseksi että negatiiviseksi luokiteltavia vaikutuksia. Vaikutusarvion tulokset kokonaisuudessaan löytyvät liitteestä 2.

Rakennusalalla on hyvä potentiaali nopeaan vähähiilistymiseen, josta merkittävä osa on jo sovitun kiristyneen ilmastopolitiikan ja lainsäädännön seurausta ja osa alan innovatiivisten ratkaisujen toteuttamisen ansiota. Rakennetun ympäristön hiilijalanjälki on jo pienentynyt 19 % edellisen tiekartan tuloksista, ja päivitetyn skenaariolaskennan mukaan alan päästövähennystahti on edellistä tiekarttaa huomattavasti nopeampi. Rakennusala voi siis osaltaan tukea merkittävästi Suomen hiilineutraalisuustavoitteen 2035 saavuttamista ja tuottaa vähähiilisiä ratkaisuja myös muille toimialoille, koska kaikki toimialat hyödyntävät myös rakennuksia ja infrastruktuuria toiminnassaan.

Liite 1: Case-tarkastelut alan yritysten päästövähennystoimista

Rudus
Ilmastotyön rooli ja tavoitteet
Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet
<p>Ilmastotyö on keskeisessä osassa Ruduksen strategiaa. Ruduksella on ympäristövastuuohjelma, jossa on asetettu konkreettisia toimenpiteitä ja tavoitteita ilmastotoimiin, kiertotalousratkaisuihin ja luonnon monimuotoisuuteen liittyen. Ruduksen tavoitteena on puolittaa koko arvoketjunsä hiilijalanjälki (Scope 1-3) vuoteen 2035 mennessä, ja pitkällä aikavälillä Rudus pyrkii saavuttamaan hiili-neutraaliuden vuoteen 2050 mennessä.</p> <p>Ruduksen konserni CRH on asettanut tieteeseen perustuvan SBTi -tavoitteen, jonka mukaan konserni tulee vähentämään absoluuttisia päästöjään 30 % vuoteen 2030 mennessä.</p>
Päästövähennystoimenpiteet
Toteutetut toimenpiteet (2017–2023)
<p>Rudus on toteuttanut useita merkittäviä toimenpiteitä päästövähennyksen saavuttamiseksi. Rudus on siirtynyt käyttämään päästötöntä sähköä ja lisännyt kierrätyspolttoaineiden ja biopolttoaineiden käyttöä ajoneuvoissa.</p> <p>Lisäksi Rudus on toteuttanut erilaisia tuotantotehokkuuden parantamiseen tähtääviä hankkeita tehtaillaan ja parantanut tehtaiden energiatehokkuutta. Suurimmat toimenpiteet on tehty raaka-ainepuolella, jossa perinteistä sementtiä on korvattu erilaisilla seosaineilla. Useilla elementtitehtailla ollaan siirretty CEM I -luokan CEM II -luokan sementin käyttöön. Valmisbetonipuolella jollain tehtailla on siirretty käyttämään CEM III -luokan sementtiä, jolla saavutetaan tyyppillisesti 30 % päästövähennys.</p>
Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)
<p>Rudus pyrkii lisäämään vähäpäästöisten sideaineiden käyttöä sekä seostetun betonin osuutta tuotannossa. Lisäksi Ruduksen tavoitteena on lisätä kierrätysrunkoaineiden käyttöä. Toistaiseksi kierrätysrunkoaineiden käyttö ei sääntelyn takia ole mahdollista kaikissa kohteissa.</p>
Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)
<p>Rudus ei toistaiseksi ole suunnitellut konkreettisia toimenpiteitä pitkälle aikavälille. Keskeisin haaste ja mahdollisuus pitkällä aikavälillä kuitenkin on sideaineteknologian kehitys. Kehityksen haasteena on sideaineena hyödynnettävän masuunikuonan saatavuuden heikkeneminen terästeollisuuden sähköistyessä. Mikäli masuunikuonan saatavuus vähenee merkittävästi, Ruduksen tulee muuttaa vähäpäästöisen betonituotantonsa strategiaa uusiin sideaineisiin.</p>

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Haasteena Rudus näkee seossementtien ominaisuuksien kehittämisen. Nykyisissä seossementeissä on perinteiseen sementtiin verrattuna eroja esimerkiksi lujuudenkehitystä talviolosuhteissa. Lisäksi seossementtien tuotantoteknologia tulee hallita kaikissa olosuhteissa.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

Vähähiilisten rakennustuotteiden raaka-ainekustannukset ovat nousseet viimevuosina merkittävästi. Hintakehitys on samansuuntainen myös vähäpäästöisten polttoaineiden osalta. Hintojen nousu on Ruduksella näkynyt tuotantokustannusten nousuna ja lopputuotteen kallistumisena. Toisaalta Ruduksen tuoteportfolio on kasvanut vähähiilisten tuotteiden myötä ja kysyntää sekä vaatimuksia vähähiilisille tuotteille tulee lisää jatkuvasti.

Rudus pitää asiakkailleen koulutuksia tuotteiden vähähiilisydestä, tuotevaatimuksista sekä tuotteiden käytöstä. Ruduksen mukaan merkittävimmät osaamistarpeet liittyvät pääasiassa asiakkaiden tietotasoon vähähiilisistä tuotteista, rakennustuotteiden uusista vaatimuksista sekä vaatimusten ja lainsäädännön kehityksestä.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

Rakennustuoteteollisuuden kehitystä ajavat ja edistävät erityisesti tietyt toimijat ja asiakastahot. Esimerkiksi kunnilla on muita asiakkaita enemmän vähähiilisyteen liittyviä vaatimuksia. Lisäksi vähähiilisyys näkyy tarjouskilpailuissa, joissa pienemmillä elinkaaripäästöillä saa parempia pisteitä. Lisäksi Rudus olettaa, että uusi rakentamislaki ja siinä asetetut uudet raja-arvot nopeuttavat rakennustuoteteollisuuden päästövähennyksiä.

Betoniteollisuuden päästökehitystä hidastavia tekijöitä ovat betonin ominaisuuksiin kohdistuvat vaatimukset esimerkiksi säilyvyyden osalta. Vaikka vaatimukset eivät aina mahdollista matalapäästöisimmän betonin käyttöä, vähentävät ne kuitenkin koko elinkaaren korjaustarvetta ja tätä kautta myös vähentävät elinkaaren aikaisia päästöjä. Erittäin tärkeää on kiinnittää huomiota vähähiilisen betonin oikeanlaiseen ja tarkoituksenmukaiseen käyttöön.

Ruukki

Ilmastotyön rooli ja tavoitteet

Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet

Ilmaston rooli on Ruukin strategiassa keskeinen, ja kestävyys on strategian ydin. Lisäksi Ruukilla on vahva usko kestävyiden tarjoamiin liiketoimintamahdollisuuksiin.

Ruukin emoyhtiö SSAB on asettanut SBTi -viitekehyksen mukaisen päästövähennystavoitteen. Konsernitavoitteen ohella Ruukki on asettanut myös oman tavoitteen. Ruukin ilmastotavoite on tehty

SBTi -viitekehyksen mukaisesti kolmannen osapuolen tarkistamana, mutta sitä ei virallisesti ole validoitu SBTi:llä. Ruukin tavoitteena on saavuttaa 70 %:n vähennys absoluuttisista päästöistä vuoteen 2030 mennessä, perustuen vuoden 2019 Scope 1 ja 2 päästöihin. Vuonna 2024 laskenta ja tavoitteenasetanta laajenee myös kattamaan Scope 3 -päästöt. Vuonna 2023 Ruukki saavutti 59 %:n päästövähennyksen Scope 1 ja 2 päästöissä vuoden 2019 tasoon verrattuna.

Ruukki on pilotoinut maailman ensimmäisiä fossiilivapaita terästuotteita ja esimerkiksi vuonna 2023 Ruukki toimitti Ruotsiin maailman ensimmäiset fossiilivapaasta teräksestä valmistetut sandwich-paneelit Peabin toteuttamaan logistiikkarakennukseen. Suomessa rakennettiin ensimmäinen Ruukin toteuttama fossiilivapaa teräskatto myös syksyllä 2023.

Päästövähennystoimenpiteet

Toteutetut toimenpiteet (2017-2023)

Ruukki on toteuttanut useita päästövähennystoimenpiteitä vuoden 2020 vähähiilisyystiekartan julkaisun jälkeen. Toteutetut toimenpiteet on kuvattu alla:

- Siirtymä sertifioituun sähkөөn osassa toimipisteistä on vaikuttanut merkittävästi päästöjen vähenemiseen.
- Siirtymää biodieseliin ja sähkөөn trukkien käyttövoimana.
- Siirtymää maakaasusta biokaasuun ja ilmalämpöpumppeihin kiinteistöjen lämmityksessä.
- Energiatehokkuuden parantamiseksi on otettu käyttöön LED-valaistusta, tehty muutoksia lämmitysjärjestelmiin (kuten ilmanlämpöpumput) ja tiivistetty rakennuksia. Tuotantolinjainvestoinnit ja vaihdokset ovat myös parantaneet energiatehokkuutta.
- Tuotantopuolella on vähennetty tuotantohukkaa jopa 30 % optimoinnin avulla.
- Toimittajat ovat parantaneet eristeiden hiilijalanjälkeä merkittävästi, jopa 50 % päästövähennyksellä.

Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)

Ruukin kokonaispäästöistä suurin osa tulee Scope 3 päästöistä. Ruukki suuntaakin seuraavaksi resursseja erityisesti näiden päästöjen vähentämiseen. Raaka-aineiden osalta Ruukin tavoitteena on siirtyä osittain kierrätysteräkseen ennen fossiilivapaan teräksen kaupallista yleistymistä, mikä alkaa asteittain vuodesta 2026. Kierrätysteräksen hiilijalanjälki on merkittävästi alhaisempi ja sen käyttö alkaa jo vuonna 2024. Lisäksi Ruukin tavoitteena on ottaa käyttöön päästöttömiä kuljetuspalveluita.

Scope 1 ja 2 päästöjen osalta Ruukki pyrkii edelleen parantamaan energiatehokkuutta sekä edistämään siirtymää fossiilivapaiden energianmuotojen käyttöön. Ruukki on siirtymässä käyttämään fossiilivapaata kaukolämpöä kyseistä lämmitystapaa käyttävällä Suomen tehtaalla. Ruukki tutkii esimerkiksi aurinkoenergian tuotantoa ja käyttöä omissa toiminnoissaan.

Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)

Pohjoismaissa fossiilivapaan teräksen tuotanto yleistyy nopeasti, ja vuonna 2030 odotetaan fossiilivapaan teräksen yleistymistä.

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Onnistumiset

Kustannussäästöt ja tietoisuuden lisääntyminen: Toimet, jotka vähentävät operatiivisia kustannuksia, on koettu helpoiksi toteuttaa. Ilmasto-osaamisen lisääntyminen on merkittävästi helpottanut päästövähennystoimien löytämistä ja toteuttamista erityisesti Ruukin tuotantopuolella. Lisääntynyt osaaminen on myös avannut mahdollisuuksia uusille ja tehokkaille toimenpiteille.

Energiatohokkuuden toimenpiteet: Useat energiatohokkuuden toimenpiteet ja pienemmät energiänsäästötoimenpiteet esimerkiksi ledivalojen vaihtaminen tuotantolaitoksiin on havaittu helpoksi. Pienemmän kokoluokan toimenpiteitä voidaan toteuttaa osissa ilman suuria kertainvestointeja.

Haasteet

Terästuotteiden päästövähennykset: Terästuotteiden päästövähennyksillä saattaa olla merkittäviä kustannusvaikutuksia lyhyellä aikavälillä, mikä tekee niiden toteuttamisesta haasteellista.

Suuret kertainvestoinnit: Suurten kertainvestointien tekeminen, kuten kiinteistöjen lämmitysjärjestelmien päivittäminen tuotantolaitoksissa, on haastavaa kustannussyistä.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

Asiakaskysyntä fossiilivapaille tuotteille: Asiakaskysyntä vähähiilisille ja fossiilivapaille tuotteille on kasvanut Pohjoismaissa. Ruukin ilmastotoimien vaikutukset tulevat näkymään asiakkaille paremmin, kun raaka-aineiden tuotannon päästöt laskevat. Ruukin asiakkaat pyrkivät olemaan edelläkävijöitä markkinassa ja huomioivat tuotteiden vähähiilisyden hankintakriteerinä.

Vaatimukset suurilta toimijoilta: Isoilta toimijoilta tulee tarkkojakin vaatimuksia, jotka yritysten on täytettävä. Tuotteiden vähähiilisyys saattaa olla esimerkiksi näiden toimijoiden hankintakriteerinä, vaikka SBTi:n mukaisuutta ei vielä vaadita.

Tietopuutteet ja osaamistarve: Pääasiassa Ruukilla on talonsisäistä osaamista, ja neljässä vuodessa on tapahtunut merkittävää edistystä myös osaamisen kehityksessä.

Jatkuva kysyntä osaamisen kasvattamiselle: Tarve osaamisen kasvattamiselle on jatkuvaa. Ilmastotyössä on monimutkaisia näkökohtia, joiden lisäksi yritykset tarvitsevat osaamista muista kestävästä kehityksen näkökulmista. Osaamisen kehittäminen on Ruukille jatkuva prosessi, ja esimerkiksi taksonomia ja muut direktiivit vaikuttavat merkittävästi osaamistarpeisiin.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

Hidastavat tekijät:

Ympäristöselosteet ja EPD-sääntely: Ympäristöselosteet ovat merkittävässä roolissa rakennusteollisuuden ja rakennustuotteiden ilmastovaikutusten ohjauksessa. EPD-ympäristöselosteisiin liittyvä sääntely on ollut osin tulkinnanvaraista, mikä on osaltaan saattanut hidastaa kehitystä rakennustuotesektorilla.

Raportointi ja ajanhallinta: Raportointi ei saisi viedä liikaa aikaa konkreettiselta ympäristötyöltä. Ajanhallinta ja raportointivaatimukset voivat hidastaa käytännön toimenpiteiden toteuttamista.

Nopeuttavat tekijät:

Toimintaympäristön sääntelyn lisääntyminen: Toimintaympäristön sääntelyn lisääntyminen on merkittävästi nopeuttanut ilmastotyötä rakennusalalla. Esimerkiksi näkymä vähähiilisen rakentamisen sääntelyyn on nopeuttanut kehitystä suuremmassa mittakaavassa.

Markkinavaatimukset: Markkina on alkanut toimia ja vaatia itsessään korkeaa ympäristösuorituskykyä, mikä edistää ilmastotyötä rakennusalalla.

Saint-Gobain

Ilmastotyön rooli ja tavoitteet

Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet

Ilmastotyö ja ilmastotoimenpiteiden edistäminen ovat olleet keskeisessä osassa Saint-Gobainin liiketoimintaa jo pitkään. Painetta yhä kunnianhimoisemmille päästövähennystoimille tulee asiakailta, sijoittajilta sekä rahoittajilta.

Saint-Gobain on sitoutunut tieteen mukaisiin päästövähennyksiin SBTi-viitekehityksen kautta. Yrityksen tavoitteena on leikata 90 % päästöistään vuoteen 2050 mennessä ja neutraloida loput viitekehityksen mukaisesti. Lyhyellä aikavälillä Saint-Gobainin tavoitteena on vähentää suoria päästöjään 33 % vuoteen 2030 mennessä ja arvoketjunsä päästöjä (Scope 3) 16 % vuoteen 2030 mennessä. Suomessa yhtiö pyrkii nettonollaan jo vuonna 2035.

Päästövähennystoimenpiteet

Toteutetut toimenpiteet (2017-2023)

Saint-Gobain on toteuttanut jo lukuisia toimenpiteitä päästöjensä vähentämiseksi. Toteutettuihin toimenpiteisiin lukeutuvat seuraavat:

- Uusiutuvan alkuperätakuin varmennetun sähkön hankinta vuodesta 2018 alkaen.
- Tuotannon päästöjen vähentäminen esimerkiksi lisäämällä biokaasun käyttöä, prosessijätteen määrää vähentämällä, korvaamalla trukkeja sähköisillä trukkeja sekä hyödyntämällä pakkausmateriaaleissa kierrätysmateriaaleja. Lisäksi esimerkiksi Saint-Gobainin tuotteista Leca-soran valmistuksessa on siirrytty pois fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Biokaasun käytön lisääminen Forssan tehtaalla mahdollistaa Isover-lasivillan tuotekohtaisten päästöjen vähentämisen noin kolmanneksella.
- Scope 3 päästöjen vähentäminen yhteistyössä toimittajien (esim. sementin valmistajat) kanssa. Saint-Gobainin tavoitteena on vähentää 20-30% hankinnoista syntyviä päästöjä vuoteen 2030 mennessä.
- Vähähiilisten rakennustuotteiden kehittäminen. Saint-Gobain pyrkii korvaamaan esimerkiksi klinkkeriä seossementeillä. Lisäksi yritys tekee kehitystyötä sementtiä korvaavien

sideaineiden parissa. Saint-Gobainin tavoitteena on tuoda vuonna 2026 markkinoille kuiva-
tuotteita, joilla on 50–60 % nykyistä pienempi hiilijalanjälki.

- Kierrätysmateriaalien käytön lisääminen tuotannossa. Saint-Gobain hyödyntää tuotannos-
saan esimerkiksi kierrätyslasiä sekä -kipsiä. Lisäksi yritys hyödyntää teollisia sivuvirtoja kuten
esimerkiksi lentotuhkaa tietyissä kuivaustuotteiden tuoteryhmissä.

Saint-Gobainilla on sisäinen hiilirahasto (Carbon Fund), josta rahoitetaan työntekijöiden toiveesta
pieniä teollisen toiminnan ulkopuolisia projekteja kuten sähköautojen latauspisteitä ja pyöräpark-
keja. Hiilirahaston tarkoituksena on kannustaa työntekijöitä osallistumaan yrityksen päästöväh-
ennysten toteuttamiseen ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Hiilirahastoon liittyy myös investointi-
instrumentti, jonka kautta on mahdollista saada jopa 200 000 euroa tehtaiden pienemmän mitta-
kaavan päästövähennysprojekteihin.

Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)

Sain-Gobain Suomi suunnittelee useita tuotantolaitosten uudistuksia, jotka tulevat vaikuttamaan yri-
tyksen päästöihin merkittävästi lyhyellä aikavälillä. Saint-Gobain suunnittelee esimerkiksi Kirkko-
nummen kipsilevytehtaan sähköistämistä vuoteen 2030 mennessä. Osa tehtaasta tullaan sähköistä-
mään jo vuonna 2026. Forssan tehtaan biokaasun käyttöä kasvatetaan. Saint-Gobain on myös saa-
nut rahoitusta uuteen teollisuuden sivuvirtoja kierrättävän prosessilaitoksen perustamiseen Raa-
heen. Tuotteiden osalta Saint-Gobain suunnittelee esimerkiksi hiekankuivauksen sähköistämistä
sekä lämmön talteenottojärjestelmän käyttöönottoa tiiliharkkojen valmistuksessa.

Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)

Keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä rakennusteollisuus sekä rakennustuoteteollisuus tulevat muuttu-
maan kohti kevyempää ja kestävämpää rakentamista. Pitkän aikavälin toimintamallit ja -linjat tulevat
hiljalleen muokkaamaan rakennustuotteiden valmistusprosesseja ja tuotekehitystä siten, että tuot-
teet ovat kokonaisuudessaan kierrätettäviä. Esimerkiksi kiinnityslaastit voidaan suunnitella irrotetta-
viksi, mikä mahdollistaa tiilien paremman kierrättämisen. Pitkällä aikavälillä Saint-Gobain tarkastelee
sitä, miten tuotannossa käytettyä maakaasua voitaisiin korvata vaikkapa synteettisellä metaanilla.

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Helpoiksi toimenpiteiksi Saint-Gobain on kokenut toimet, jotka voidaan ratkaista omilla hankinta-
päätöksillä. Esimerkiksi uusiutuvan sähkön ostaminen sekä energiatehokkuustoimenpiteet ovat ol-
leet pääsääntöisesti helposti toteutettavissa. Haastaviksi toimiksi yritys on kokenut tuotantolaitoksiin
liittyvät tuotantoteknologian muutokset, joiden toteuttaminen vaatii merkittäviä investointeja sekä
suunnittelua - ja aina uutta teknologiaa ei ole edes tarjolla. Lisäksi haasteita liittyy esimerkiksi kierrä-
tysmateriaalien hyödyntämiseen ja kierrätystuotteiden tuotekehitykseen. Esimerkiksi tuotteisiin hy-
vin soveltuvan kierrätyslasiin hyödyntämisen haasteena on materiaalin saatavuus. Joidenkin materi-
aalien, kuten mineraalivillan kohdalla ongelma on kuitenkin materiaalin huono kierrätettävyys. Täl-
laisten materiaalien kohdalla tarvitaan lähtökohtaisesti tuotekehityksen innovaatioita.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

Ilmastotyön vaikutukset riippuvat merkittävästi toimenpiteestä. Pitkät tuotekehitysprojektit vievät aikaa ja rahaa sekä vaativat osaamista ja sen kehittämistä. Toisaalta päästövähennyshankkeet tuottavat taloudellista hyötyä, kun päästövähennysten kautta säästetään esimerkiksi ETS-kuluissa. Lisäksi vähähiilillä raaka-aineilla ja rakennustuotteilla on merkittävää vientipotentiaalia ja niitä viedään myös Suomen ulkopuolelle. Ilmastotyön kautta Saint-Gobainin sisäinen vastuullisuusosaaminen on kehittynyt ja yritys ymmärtää nykyään hyvin oman toimintansa päästöjä ja niiden laskentaa.

Saint-Gobainin ilmastotavoitteilla ja -toimenpiteillä on vaikutusta myös arvoketjuun ja toimittajiin. Saint-Gobain esimerkiksi vaatii toimittajilta tuotteiden ympäristöselostetta (EPD), ilmastotiekarttaa ja -tavoitteita sekä sitoutumista SBTi-viitekehukseen.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

Rakennustuoteteollisuuden päästövähennyksiä nopeuttaa erityisesti asiakaskysyntä vähähiilille tuotteille. Lisäksi lainsäädännön raportointivelvoitteet kannustavat myös rakennustuoteteollisuutta kohti kunnianhimoisempia ilmastotoimia. Tuoteteollisuuden näkökulmasta rakennustuotteiden ympäristöselosteet eli EPD:t näyttävät sekä haasteena, että teollisuuden ilmastotoimia edistävänä asiana. Ympäristöselosteisiin liittyy toistaiseksi epäselkeyttä ja niiden toteuttamistapoja ja työkaluja tulisi Saint-Gobainin mukaan yhtenäistää ja tehostaa. Toisaalta ympäristöselosteet ovat Pohjoismaissa jo peruskäytäntö ja ilman selostetta kauppa voi mennä sivuun. Ympäristöselosteiden toteuttaminen lisää tuotevalmistajan tietämystä oman tuotteensa ympäristövaikutuksista ja mahdollistaa näin myös niihin vaikuttamisen tuotekehityksen kautta. Esimerkiksi Weberin lattiatuotteille on julkaistu jo neljännen ympäristöselosteet, joissa osoitetaan tuotekehityksen kautta saavutettu jopa 20 % tuotekohtainen päästövähennys.

Schneider Electric

Ilmastotyön rooli ja tavoitteet

Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet

Schneider Electric on aktiivinen globaali toimija, joka pyrkii edistämään vähähiilisten ratkaisujen käyttöönottoa ja hyödyntämistä. Kestävyys ja ilmasto ovat keskeisessä osassa Schneider Electricin liiketoimintastrategiaa ja tarjonnan kehittämistä.

Schneider Electric tuottaa mm. talotekniikan ja sähköverkon hallinnan ja optimoinnin ratkaisuita. Tuotteillaan Schneider Electricin tavoitteena on vuoteen 2025 mennessä tarkoitus auttaa asiakkaitaan vähentämään yhteensä 800 milj. tonnia hiilidioksidipäästöjä.

Schneider Electric on asettanut SBTi:n validoiman tieteen mukaisen lyhyen aikavälin ilmastotavoitteen vuodelle 2030 ja nettonollatavoitteen vuodelle 2050. Vuoteen 2030 mennessä Schneider Electricin tavoitteena on vähentää 25 % koko arvoketjunsä päästöistä. Yrityksen tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2025 mennessä. Lisäksi Schneider Electric on asettanut tavoitteen,

jonka mukaan sen tulisi saavuttaa 50 % päästövähennys 1000 suurimman toimittajansa toimintojen osalta.

Päästövähennystoimenpiteet

Toteutetut toimenpiteet (2017-2023)

Schneider Electric on toteuttanut omilla tehtaillaan modernisointitoimia, joilla on pyritty parantamaan mm. energiatehokkuutta ja automaatiota, jolla on suora vaikutus energiankulutukseen. Valmistusprosessissa ja tuotteiden kehittämisessä yritys on keskittynyt resurssien tehokkaampaan hyödyntämiseen. Esimerkkinä tästä on jätemuovin aktiivinen hyödyntäminen tuotteiden valmistuksessa. Esimerkiksi Elkon Ocean plastic -tuotteissa on vähintään 50% merestä kerätystä kalanverkoista valmistettua muovia, 15% lasikuitua ja loput kierrätysmuovia. Lisäksi kierrätetyn kartongin osuutta pakkauksissa on kasvatettu. 45 %:ssa Schneider Electricin pakkauksissa käytetään kierrätysmuovia. Schneider Electric on kiinnittänyt huomiota myös logistiikkaan, jossa kuljetuksia pyritään optimoimaan päästövaikutusten minimoimiseksi. Schneider Electricin maayhtiöt ovat ottaneet käyttöön toimenpiteitä myös työntekijöiden liikkumisen päästövaikutusten vähentämiseksi.

Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)

Schneider Electric laskee oman toimintansa hiilidioksidipäästöjä vuosittain ja pyrkii laskennan avulla ohjaamaan omaa toimintaansa ja sen päästövaikutuksia. 2030 Schneider Electricin tavoitteena on 25% hiilidioksidipäästöjen vähentäminen koko arvoketjussa ja lisäksi valmius nettonollaan omilla operaatioissa (scope 1 & 2). Saavuttaakseen nettonollavalmiuden konserni tukeutuu muun muassa rakennusten sähköistämiseen ja energiatehokkuuden parantamiseen Schneiderin omilla Power ja Building EcoStruxure ratkaisulla, joiden avulla voidaan optimoida ja monitoroida energiankulutusta.

Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)

Schneiderilla on kuusi pitkän aikavälin tavoitetta: ilmasto, resurssit, luottamus, sukupolvet, tasaverisuus ja paikallisuus. Pitkän aikavälin tavoitteita edistetään Schneider Sustainability Impact -ohjelman avulla. SSI:n tavoitteena on edesauttaa ilmaston lämpenemisen rajoittamista 1,5 asteeseen Pariisin ilmastopöytäkirjan mukaisesti. Lisäksi SSI edistää kaikkia 17 YK:n kestävän kehityksen tavoitetta. SSI etenee noin viiden vuoden sykleissä ja tavoitteita pyritään vastaamaan muuttuneita olosuhteita ja pitkän aikavälin tarpeita.

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Haastavimmiksi päästövähennyskohteiksi ovat Schneider Electricille osoittautuneet Scope 3 päästöt, joihin yritys ei suoraan voi vaikuttaa itse. Esimerkiksi toimittajien päästöt kuuluvat haastaviin päästökategorioihin. Schneider Electric on kuitenkin asettanut tavoitteen vähentää 50 % 1000 suurimman toimittajan toiminnasta aiheutuvista päästöistä. Tämä tapahtuu Zero Carbon -projektin avulla, jossa osallistuvien tavarantoimittajien on tehtävä julkisia sitoumuksia vähennystavoitteistaan ja jaettava päästöjen vähentymisen edistyminen Schneiderin kanssa.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

Ilmastotoimilla ja toteutuneilla päästövähennyksillä on ollut keskeinen rooli Schneider Electricin sijoittajaviestinnässä. Päästövähennys- ja ympäristötoimilla on ollut myös taloudellisia vaikutuksia ja toimet ovat tuottaneet säästöjä yritykselle.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

Taloautomaation lisääminen ja kehittyminen näyttäytyy eräänä rakennusteollisuuden ilmastotoimia edistävänä tekijänä. Esimerkiksi useissa kauppakeskuksissa ja liiketoimitiloissa taloautomaatiolla voidaan tulevaisuudessa hallita yhä paremmin rakennusten käytönaikaisia päästöjä, jotka kattavat merkittävän osan rakennusten koko elinkaaren päästövaikutuksesta.

SRV

Ilmastotyön rooli ja tavoitteet

Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet

- Ilmastotyöllä on keskeinen rooli SRV:n yritysstrategiassa. SRV:n strategia koostuu neljästä painopisteestä, joista yksi on elinkaariviisas rakentaminen.
- SRV:n tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius oman toiminnan osalta vuoteen 2030 mennessä. Hiilineutraaliustavoite koskee Scope 1 ja 2 päästöjä. Lisäksi SRV on asettanut Scope 3 päästöjä koskevan erillisen tavoitteen, jonka mukaan Scope 3 päästöjä on tavoitteena vähentää 25 % vuoteen 2030 mennessä. SRV on pitkään tukenut puiden istutusta kotimaassa. Päästövähennysten jälkeen jäljelle jäävät negatiiviset päästövaikutukset SRV:n on tarkoitus kumota puiden istutuksen kautta.
- SRV tekee parhaillaan tieteen mukaisen ilmastotavoitteen (SBT) tavoitteen asettamista sekä nettonollatavoitetta.

Päästövähennystoimenpiteet

Toteutetut toimenpiteet (2017–2024)

- SRV on vuoteen 2023 mennessä vähentänyt omia päästöjään (Scope 1 ja 2) 90 % (referenssivuosi 2021). Päästövähennys on saavutettu pääasiassa energiahankintojen kautta ja nykyään SRV hankkiikin omilla toiminnoillaan lähtökohtaisesti aina päästötöntä energiaa. Lisäksi rakennustuotteissaan SRV rakentaa uusiutuvaan energiaan perustuvat energijärjestelmät (esim. maalämpö) aina, kun se on mahdollista.
- SRV käyttää jo nyt uudelleen teräsrakenteita, ja betonia sekä tiiltä pienemmissä sovelluskohdeissa kuten meluvalleissa ja pyöräkatoksissa.

- SRV on laskenut hiiliraja-arvoja eri rakennustyypeille. Hiiliraja-arvot ja niille asetetut tavoitteet auttavat SRV:tä rakentamisen suunnittelun ohjauksessa. Lisäksi SRV on asettanut tavoitteita rakennusten muuntojoustolle.
- SRV laskee kaikkien uusien rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen.
- Omissa toiminnoissaan SRV suosii sähköautoja.

Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)

- SRV:n kannalta keskeisiin tulevaisuuden päästövähennysmahdollisuuksiin kuuluu erityisesti vähäpäästöisten materiaalien käyttöönotto. SRV toimii jo nyt yhteistyössä vähäpäästöisten materiaalien mahdollisten toimittajien kanssa ja pyrkii edistämään näiden materiaalien laboratoriotestausta käyttöönoton vauhdittamiseksi.
- Lisäksi SRV tutkii kierrätettyjen rakennustuotteiden ja materiaalien käyttöä. Kiertotalouden edistämiseksi hankintojen kriteerinä voitaisiin käyttää esimerkiksi sitä, kuinka suuri osuus tuotteesta on kierrätettyä raaka-ainetta. Toisaalta kierrätetystä materiaalista valmistettujen tuotteiden hankintaan liittyy myös haasteita esimerkiksi saatavuudessa. Esimerkiksi Norjasta hankitun kierrätysmateriaalia sisältävän kipsilevyn pitkät kuljetusmatkat voivat kasvattaa tuotteen päästövaikutusta suuremmaksi Suomesta hankittuun uudismateriaalista valmistettuun kipsilevyn verrattuna. Tuotteiden elinkaaripäästöjen näkökulmasta olisi tärkeää saada Suomeen kierrätysmateriaalista valmistettujen rakennustuotteiden tuotantoa.
- SRV on sitonut maksuturvallisuusluoton Scope 1 ja 2 päästöihin ja työturvallisuuteen. Näin ollen Scope 1 ja 2 päästöt sekä niissä tapahtuvat vähennykset vaikuttavat SRV:n rahan hintaan.
- SRV pyrkii parantamaan rakennusten ja rakenteiden purettavuutta ja uudelleenkäytettävyyttä.

Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)

- SRV:n on tarkoitus tarkastella pidemmän aikavälin toimenpiteitä 2024. Osana pitkän aikavälin toimenpiteiden kartoittamista SRV tutkii esimerkiksi puurakentamisen mahdollisuuksia sekä ratkaisuja rakennusten päästöttömyyteen.
- SRV seuraa lainsäädännön kehitystä ja pyrkivät olemaan edelläkävijöitä lainsäädännön velvoitteisiin nähden. SRV on esimerkiksi tehnyt useita taksonomiaselvityksiä kiinteistöilleen.

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Helpot toimenpiteet

- SRV:lle helppoja toimenpiteitä ovat uusiutuvaan energiaan ja energiankäyttöön liittyvät toimenpiteet. Esimerkiksi aurinkosähkön asentaminen rakennuksiin on helppoa ja kustannustehokasta. Myös maalämpöratkaisut ovat pääsääntöisesti helppoja toteuttaa.

- Lisäksi sähkön kulutusjouston hallinta ja hyödyntäminen sekä kiinteistöjen automatisaatio päästövaikutusten minimoimiseksi ovat rakennuttajalle kustannustehokkaita toimenpiteitä.

Haastavat toimenpiteet

- Eräät rakennusmateriaalit ovat päästövähennysten kannalta haastavia. Näihin materiaaleihin lukeutuu betoni, jota käytetään esimerkiksi rakennusten kantavissa rakenteissa. Kantavissa rakenteissa pitää ensisijaisesti varmistua rakenteiden turvallisuudesta ja pitkäikäisyydestä. Vähähiilisen betonin kestävyuden varmentamisessa on vielä haasteita ja epävarmuuksia, vaikka siihen liittyvä tutkimus edistyy vauhdilla. SRV käyttää vähäpäästöistä- tai kierrätysbetonia jo nyt sellaisissa sovelluskohteissa, joissa se on mahdollista. Esimerkiksi pihakivetyksessä SRV käyttää vähäpäästöistä betonia. Vähäpäästöisen betonin käyttökohteissa SRV pyrkii valitsemaan BY-luokituksen alhaisimman päästövaikutusluokan tuotteita.
- Betonin lisäksi haastaviin materiaaleihin kuuluu teräs. SRV:n tavoitteena on ottaa rakentamisessa käyttöön hiilineutraali teräs heti, kun se on mahdollista.
- Joidenkin rakennuttamishankkeiden kohdalla haasteena on se, että tilaaja ei halua hyödyntää rakennuksessa vähäpäästöisiä/kierrätettyjä materiaaleja.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

- Osassa toimenpiteistä kustannusvaikutus on hyvin vähäinen ja esimerkiksi energiatehokkuuteen ja uusiutuvaan energiaan liittyvät toimet ovat maksaneet itsensä takaisin.
- Esimerkiksi työmaiden päästöjen vähentäminen ei toistaiseksi ole ollut SRV:lle kallista. Nyt työmaiden päästöjä on vähennetty 90 %. Työmaiden päästövähennysten osalta edessä ovat tekniset haasteet ja päästöttömiin sähkökäyttöisiin koneisiin liittyvät investoinnit.
- Osaamistarpeita kasvattaa jatkuvasti uudistuva lainsäädäntö. Toisaalta sisäistä kehitystyötä tehdään sääntelyn uudistuessa siten, että SRV:n osaaminen ja tietotaso kasvaa jatkuvasti.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

- Liian yksityiskohtainen sääntely muodostuu herkästi haasteeksi rakennusteollisuuden toimialalla. Lisäksi esimerkiksi kierrätysmateriaalien käyttö tulisi paremmin mahdollistaa sääntelyn kautta.
- Kehitystä edistäviin tekijöihin kuuluvat lukuisat materiaalispin-offit, jotka edistävät vähäpäästöisten materiaalien käyttöönottoa tulevaisuudessa. Lisäksi kulutusjousto, vähähiiliset energianlähteet ja vedyn mahdollisuuksien tutkiminen rakentamisessa ovat positiivisia kehityksiä ja tuovat päästöhyötyjen lisäksi myös taloudellisia etuja.

Wienerberger

Ilmastotyön rooli ja tavoitteet

Ilmastotyö yrityksen strategiassa ja asetetut tavoitteet

Wienerberger Suomen ilmastotavoitteet tulevat suoraan konsernitasolta. Konsernin tavoitteena on vuoteen 2026 mennessä vähentää Scope 1 ja 2 päästöjä 25 % vuoden 2020 tasosta. Lisäksi konsernin tavoitteena on vuoteen 2026 mennessä vähentää Scope 3 päästöjä 10 % vuoden 2022 päästöihin verrattuna. Wienerberger Suomi on osana konsernia sitoutunut vähentämään 15 % päästöjään vuoteen 2023 mennessä vuoden 2020 tasoon verrattuna. Vuoteen 2030 mennessä yhtiön tavoitteena on puolittaa Scope 1,2 ja 3 päästöt. Wienerbergerin tavoitteena on, että vuonna 2026 75 % yhtiön liikevaihdosta olisi tuotteista, jotka edistävät nollapäästöisiä rakennuksia.

Päästövähennystoimenpiteet

Toteutetut toimenpiteet (2017–2023)

Kasvihuonekaasujen vähentämiseksi Wienerberger on siirtynyt käyttämään vihreää sähköä ja pyrkinyt kasvattamaan biokaasun käytön osuutta. Lisäksi Wienerberger on tehnyt jatkuvasti investointeja Korian tiilitehtaan energiatehokkuuteen ja tuotantotehokkuuteen. Wienerberger on vaihtanut tuotannossaan sähkön fossiilivapaisiin lähteisiin. Lisäksi tuotannon valaistuksessa on siirrytty energiatehokkaisiin lampuihin. Wienerberger pyrkii vähentämään tiilituotannon raaka-aineiden kuljetuksista aiheutuvia päästöjä hankkimalla raaka-aineet tuotantolaitoksen läheisiltä savennostoalueilta.

Wienerbergerin tuotantoprosessi on suunniteltu jätteettömäksi siten, että ylijäämäsavi ja tiilimurske hyödynnetään uusien tiilien raaka-aineena. Lisäksi yhtiö etsii ratkaisuja myös muiden kierrätysmateriaalien kuten posliinimurskeen käyttöön tiilenvalmistuksessa. Tuotannossa myös hiekkaa on korvattu kiertotalousratkaisulla.

Suunnitellut toimenpiteet lyhyellä aikavälillä (vuoteen 2030 mennessä)

Wienerberger aikoo asentaa aurinkopaneelit tuotannon varastohallien katoille. Lisäksi tavoitteena on tulevina vuosina jatkaa biokaasun osuuden lisäämistä. Biokaasun osuuden lisääminen on yhtiölle helpoin ja vaikuttavin tapa vähentää tuotannon päästöjä. Maakaasun korvaamisella biokaasulla voitaisiin yhtiön arvion mukaan vähentää, jopa 60 % tuotannon päästöistä. Wienerbergerin tavoitteena on lisätä biokaasun osuutta siten, että biokaasu kattaisi 30 % poltosta vuoteen 2030 mennessä.

Lyhyellä aikavälillä myös energiatehokkuuden toimenpiteet ovat osoittautuneet tehokkaiksi ja potentiaalisiksi. Korian tehtaalle jo tehdyistä energiatehokkuuden investoinneista huolimatta energiatehokkuutta aiotaan edelleen parantaa.

Wienerberger pyrkii tuotekehityksessään siihen, että tuotteet olisivat mahdollisimman pitkälle uudelleenkäytettäviä. Yhtiö on esimerkiksi kehittänyt tiiliä, jotka kiinnitetään toisiinsa metallikiinnikkeillä siten, että ne ovat helppo purkaa ehjinä. Tällaisia tuoteinnovaatioita uudelleenkäytettävyyden edistämiseksi tullaan kehittämään myös jatkossa. Konsernitasolla Wienerbergerillä on ollut jo muutamia pilottihankkeita, joissa purettuja tiiliä on hyödynnetty uudisrakentamisessa.

Suunnitellut toimenpiteet keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä (vuoteen 2035 ja 2050 mennessä)

Konsernin tavoitteena on vuoteen 2050 mennessä luopua fossiilisista polttoaineista tuotannossa ja siirtyä sähkö- tai vetykäyttöisiin uuneihin. Sähkökäyttöisiä uuneja on jo globaalisti Wienerbergerin tehtailla käytössä jonkin verran.

Toimenpiteiden vaikutukset

Kokemukset toteutetuista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisen haastavuudesta

Toteutetuista toimista ostoenergian käyttöön (Scope 2) liittyvät toimenpiteet ovat olleet yhtiölle helpompia. Sähkösopimusten vaihtamisella fossiilittomiin energianlähteisiin on suuri vaikuttavuus ja tämän toteuttaminen on sujunut suhteellisen helposti. Lisäksi esimerkiksi aurinkopaneelien asentaminen näyttäytyy Wienerbergerille helppona ja kustannustehokkaana toimenpiteenä.

Materiaalipäästöjen vähentäminen on selkeästi haastavinta ja vaatii tuotannon ja tuotekehityksen innovaatioita. Kiertotalouden kannalta haasteeksi on muodostunut puuttuva kiertotalousinfra, joka mahdollistaisi materiaalin uudelleenhyödyntämisen. Tiilten uudelleenkäyttöä Suomessa vaikeuttaa reikätiilien käyttö, sillä niiden purkaminen ehjänä on haastavaa.

Toimenpiteiden vaikutukset esim. kustannuksiin, tarjonnan kehittämiseen, vientiin ja osaamistarpeisiin

Ilmastotoimilla ei toistaiseksi ole ollut merkittäviä vaikutuksia yhtiön toimintaan ja esimerkiksi tuotannon kustannuksiin. Suurimmat vaikutukset Wienerberger näkee yrityksen ajattelutavassa sekä yrityksestä välittyvässä mielikuvassa. Wienerberger Suomessa pyrkii olemaan edistyksellinen rakennustuoteteollisuuden toimija ja edistämään tätä mielikuvaa myös asiakkaille.

Näkemykset toimialan ilmastotoimia hidastavista ja/tai nopeuttavista tekijöistä

Energiaintensiivisessä tuotannossa tuotannon päästövähennyksiä hidastaa biokaasun vähäinen saatavuus ja korkea hinta. Lisäksi rakentamisessa on vanhoja tottumuksia sekä sääntelyä, joka estää tai hidastaa rakennusten materiaaleista aiheutuvien elinkaaripäästöjen vähentämistä. Esimerkiksi kaapeampien tiilien käytöllä korkeammassa rakennuksissa voitaisiin vähentää rakennusten materiaali-päästöjä.

Liite 2: Päästövähennystoimenpiteiden vaikutusarvio

Fossiilivapaan teräksen tuotanto ja käyttö

Toimenpiteen kuvaus

Toimenpide kattaa teräksen valmistamisen HYBRIT¹¹¹-teknologiaa hyödyntävällä vetytelkistysmenetelmällä ja näin valmistettujen tuotteiden käytön rakennusteollisuudessa. Vetytelkistysmenetelmä on vaihtoehtoinen valmistusmenetelmä hiiltä pelkistimenä hyödyntävälle masuuni-happikonvertteriprosessille sekä kierrätysteräksen käyttöön perustuvalla valokaariuuniprosessille, jonka soveltamista rajoittaa ennen kaikkea laadultaan soveltuvan kierrätysteräksen saatavuus.¹¹² HYBRIT-teknologialla tuotetun teräksen vetytelkistysprosessissa hyödynnetään vihreää eli uusiutuvaa energiaa hyödyntämällä valmistettua vetyä.

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuotteiden valmistaminen (tuotanto) ja kaikki rakennuttaminen (käyttö).

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Fossiilivapaan teräksen valmistus on pilottivaiheessa ja sen tuotantomäärät ovat toistaiseksi vähäisiä. Fossiilivapaata terästä on kuitenkin käytetty ensimmäisissä rakennuskohteissa ja esimerkiksi Suomen ensimmäinen fossiilivapaasta teräksestä valmistettu katto valmistui vuonna 2023¹¹³. SSAB aikoo käynnistää fossiilivapaan teräksen laajamittaisen tuotannon vuonna 2026, vaikkakin teknologiainvestoinnit tullaan tekemään Ruotsin Luulajaan Suomen Raahen tehtaan sijaan¹¹⁴. Lisäksi Norjalainen Blastr Green Steel suunnittelee Inkooseen fossiilivapaata terästä tuottavaa tehdasta.¹¹⁵ Vihreän vedyn varastointikapasiteetti sekä sen tuotantoon tarvittavan uusiutuvan energian saatavuus ovat keskeisiä tekijöitä tuotantomääriä skaalatessa¹¹⁶. Vähähiilisen teräksen toistaiseksi vähäiset tuotantomäärät heijastuvat myös hankkeessa tuotetun kyselyn tuloksiin, jossa ainoastaan 15 % talonrakentamisen ja rakennuttamisen toimialan vastaajasta ilmoitti käyttävänsä vähähiilistä terästä hankkeissaan.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiali

¹¹¹ Ruotsissa kehitetty SSAB:n, LKAB:n ja Vattenfallin tuotteistama HYBRIT on lyhenne sanoista Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology, kts. <https://www.hybritdevelopment.se/en/>.

¹¹² F. Patisson & O. Mirgoux, Hydrogen Ironmaking: How it works, Metals, vol.10(7), 2020, s. 922-937.

¹¹³ <https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/building-envelopes/ajankohtaista/19-12-2023-maailman-ensimm%C3%A4inen-fossiilivapaa-ter%C3%A4skatto-on-paikallaan>

¹¹⁴ <https://www.ssab.com/en/fossil-free-steel/insights/hybrit-a-new-revolutionary-steelmaking-technology>

¹¹⁵ <https://www.blastr.no/News/>

¹¹⁶ Andersson J (2021) Application of Liquid Hydrogen Carriers in Hydrogen Steelmaking. Energies (Basel) 14(5): 1392

Terästeollisuuden päästöt kattavat noin 7-9 % globaaleista kokonaispäästöistä ja 7 % Suomen kokonaispäästöistä^{117,118}. Vetytelkistykseen perustuva terästuotanto vähentäisi koko teräksentuotannon arvoketjun (ml. malmin louhinta) hiilidioksidipäästöjä noin 89 % ja itse valmistusprosessin päästöjä koskeva vähennyspotentiaali on jopa 97-99 %¹¹⁹. Terästuotannossa saavutettavat päästövähennykset alentavat merkittävästi myös terästuotteiden käyttäjien Scope 3 -päästöjä rakennusteollisuudessa. Talonrakennuksessa ja infrarakentamisessa käytetyn teräksen ja teräsrakenteisten rakennusten valmistuksesta aiheutui vuonna 2021 noin 0,8 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä (CO₂e) ja niiden osuus rakennusteollisuuden kokonaispäästöistä oli 17 % kun rakennusten käytönaikaista energiankulutusta ei oteta huomioon. Mikäli vetytelkistysmenetelmä otettaisiin käyttöön kaikessa Suomessa käytetyssä teräksessä vuoteen 2050 mennessä sillä voitaisiin saada aikaiseksi 90 % päästövähennys. Tämä tarkoittaisi 0,7 miljoonan CO₂e-tonnin päästövähennystä rakennusteollisuuden päästöissä vuoteen 2050 mennessä.

Toimenpiteen kustannukset

Fossiilivapaan teräksen tuotannon on arvioitu olevan vähintään 20 % kalliimpaa perinteiseen tuotantoon verrattuna, mikä heijastuu myös sen markkinahintaan¹²⁰. Hintaa pyritään kuitenkin laskemaan teknisillä ratkaisuilla ennen fossiilittoman teräksen laajamittaista markkinoille tuomista. Toisaalta fossiilivapaan teräksen kysyntä on kasvanut nopeasti viime vuosien aikana ja kaikki tuotantoerät onkin myyty tai korvamerkitty eri teollisuudenalojen ostajille nopeasti, mikä luo hyvät lähtökohdat tuotantovolyymien kasvamiselle ja sen myötä aleneville kustannuksille.

Kädenjälki vientipotentialista

Fossiilivapaan teräksen vientipotentiali ja kädenjälkivaikutus on merkittävä ottaen huomioon fossiilittoman teräksen nopean kysynnän kasvun ja sen mahdollisuudet vähentää rakennuttajien Scope 3 -päästöjä. Tällä hetkellä esimerkiksi SSAB:n Suomen tuotannosta vain noin 20 % käytetään kotimaassa¹²¹. Kaivos-, metalli- ja metallituoteteollisuuden merkittävimmät vientituotteet arvoltaan ovat rauta- ja terästuotteita, ja kokonaisuudessaan koko kaivos-, metalli- ja metallituoteteollisuuden viennin kädenjäljen on arvioitu olevan n. 7 MtCO₂e¹²².

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

HYBRIT-menetelmällä tuotettua terästä on pilotoitu kaupallisiin sovelluksiin, mutta skaalaaminen varsinaisen kaupallisen mittakaavan tuotteeksi on vielä tekemättä. Tuotannon edistämisen ja kaupallistamisen kannalta keskeistä on vetytelkistysmenetelmään sekä vetytalouteen kohdistuvan osaamisen kehittäminen ja asiantuntijoiden määrän kasvattaminen.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

¹¹⁷ <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

¹¹⁸ https://www.stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2020_2021_23462_net.pdf

¹¹⁹ F. Patisson & O. Mirgoux, Hydrogen Ironmaking: How it works, Metals, vol.10(7), 2020, s. 922-937.

¹²⁰ <https://tekniikanmaailma.fi/lehti/10b-2019/hiilen-ja-teraksen-liitto-murtuu-vety-leikkaa-paastot-terastehtaissa/>

¹²¹ SSAB Annual report 2023

¹²² Suomen hiilikädenjälki - kokonaisraportti 2023. AFRY 2023. https://ek.fi/wp-content/uploads/2023/01/EK-Suomen-hiilikadenjalki-Kokonaisraportti-AFRY_final.pdf

Fossiilittoman teräksen tuotanto perustuu vihreään vedyn tuotantoon, johon liittyvälle tutkimukselle ja jonka tuotantokapasiteetin lisäämiselle se luo kysyntää.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Teräksen tuotanto vaatii maankäytön muutosta tehdasalueilla sekä kaivannaisteollisuuden arvoketjussa. Käytettäessä neitseellisiä raaka-aineita, se lisää luonnonvarojen käyttöä. Fossiilittoman teräksen tuotannolla on mahdollisesti haitallisia epäsuoria biodiversiteettivaikutuksia vihreän vedyn tuotannon laajentamisesta aiheutuvien maankäytön muutosten kautta. Lisäksi haitallisia biodiversiteettivaikutuksia saattaa aiheutua vihreän vedyn tuotantoon tarvittavista uusiutuvan energian investoinneista ja niiden materiaalihankinnoista. Kuitenkin samalla hiilen käytöstä luopumisella voi olla positiivisia biodiversiteettivaikutuksia, joten vaikutukset voivat osin kumota toisensa.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Vetypelkistysmenetelmän hyödyntäminen ei poista raaka-aineiden tuotantoon liittyviä negatiivisia sosiaalisia vaikutuksia kaivosteollisuudessa toisin kuin neitseellisten raaka-aineiden korvaaminen kierrätysteräksellä.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Fossiilittoman teräksen valmistuksella ei ole varsinaisia pullonkaulamateriaaleja, mutta DRI-tason rautamalmi ja grafiitin¹²³ saatavuuteen tulee kiinnittää huomiota. Toisaalta vihreän vedyn tuotantoon vaadittavilla uusiutuvan energian laitoksissa ja teknologiassa hyödynnetään merkittäviä määriä kriittisiä metalleja ja mineraaleja kuten kuparia, nikkeliä ja mangaania.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Terästeollisuudessa ei tällä hetkellä hyödynnetä CCU- tai CCS-teknologioita kaupallisessa mittakaavassa. Hiilidioksidin talteenotolla, hyötykäytöllä tai varastoinnilla voitaisiin vähentää laskennallisesti noin 60-70 % terästuotannon päästöistä menetelmästä riippuen. On kuitenkin arvioitu, että esimerkiksi hiilidioksidin varastointipotentiaalin hyödyntäminen on priorisoitava terästeollisuuden sijaan niille aloille, joissa muihin vähähiilistymistä edistävien teknologioiden kehittämiseen liittyy suuria kustannuksia. Esimerkiksi kansainvälisen energiajärjestö IEA:n mukaan terästeollisuuden vuotuisista hiilidioksidipäästöistä otetaan talteen vain noin 1 % vuoteen 2030 mennessä.¹²⁴

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Fossiilittoman teräksen tuotannon hukkalämmön hyödyntämisen potentiaalia ei ole Suomessa kattavasti tutkittu. Nykyteknologialla rauta- ja terästeollisuuden hukkalämpöpotentiaalin on arvioitu olevan 3,5 TWh vuodessa¹²⁵. Hukkalämpöpotentiaali fossiilittoman teräksen tuotannossa riippuu nykytiedon valossa tuotannossa käytetystä teknologiasta (esim. PEM- tai SOE-elektrolyysi).

¹²³ <https://www.nexanteca.com/blog/202202/green-steel-and-battery-graphite>

¹²⁴ <https://www.ssab.com/fi-fi/brandit-ja-tuotteet/docol/autoteollisuuden-sisallot/automotive-insights/vihrean-teraksen-teknologioiden-vertailu>

¹²⁵ https://www.motiva.fi/files/16214/Esiselvitys_-_Ylijaamalammon_potentiaali_teollisuudessa.pdf

Vähähiilisen betonin tuotanto ja käyttö

Toimenpiteen kuvaus

Betoni voidaan luokitella Suomen Betoniyhdistys ry:n kehittämiin BY-vähähiilisyysluokkiin, joilla kuvataan kyseisen betonituotteen hiilidioksidipäästöjä suhteessa referenssivuoteen (2021). Esimerkiksi betonituotteen, jonka BY-vähähiilisyysluokka on GWP.70, valmistuksesta on aiheutunut 70 % hiilidioksidipäästöjä suhteessa referenssitason¹²⁶.

Betonintuotannossa kehitetään vähähiilisiä ratkaisuja etenkin vähentämällä sementin osuutta betonissa ja korvaamalla sementtiä vaihtoehtoisilla seosaineilla.

Lisäksi sementin valmistajat vähentävät puhtaan portlandsementin osuutta sementeissään (CEM-luokat)¹²⁷.

Toimenpide kattaa betonin GWP.85, .70, .55 ja .40 -luokat BY- vähähiilisyysluokituksessa.

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuotteiden valmistaminen (tuotanto) ja kaikki rakennuttaminen (käyttö).

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Suomen Betoniyhdistyksen arvion mukaan GWP.40-vähähiilisyysluokan betonia ei ole toistaiseksi saatavilla laajassa mittakaavassa vaan ainoastaan projektiokohtaisena erikoistuotteena. Myös GWP-55-vähähiilisyysluokan betonia on rajoitetusti saatavilla. Arvioissa ei ole otettu kantaa yksittäisten betoninvalmistajien tarjontamahdollisuuksiin.¹²⁸ Vaikuttavimpien GWP-luokkien täysimittaisen hyödyntämisen edellytyksenä on korvaavien seosaineiden saatavuus, sekä vähähiilisen sementin tuotantokapasiteetin kasvu¹²⁹.

Hankkeessa toteutetussa kyselyssä noin joka neljännes rakennusteollisuuden toimijoista kertoi vähähiilisen betonin tuotannon olevan pilotointivaiheessa, minkä lisäksi 11 % vastaajista kertoi toimenpidettä sovellettavan useissa kohteissa. 5 % vastaajista tunnisti toimenpiteen olevan jo osa yrityksen peruskäytäntöä.

Talonrakennuttajista noin kolmannes ilmoitti vähähiilisen betonin käytön olevan pilottivaiheessa, mutta ratkaisua ei ole otettu vielä käyttöön laajemmin yhdessäkään hankkeen kyselyyn vastanneista yrityksistä. Infrarakentamisen puolella vähähiilisen betonin käyttö on pilotointivaiheessa 17 % vastanneista yrityksistä, mutta myöskään infrarakentamisessa käyttö ei ole vielä laajamittaista.

Neljännes kyselyyn vastanneista rakennusteollisuusyrityksistä ei näe vähähiilisen betonin käyttöönoton skaalautuvan ennen vuotta 2030. Niin talonrakennuttamisen kuin infrarakentamisen puolella yli puolella vastaajista on tavoitteena skaalata vähähiilisen betonin käyttö vuoteen 2030 mennessä.

Toimenpiteen päästövähennyspotentialiaali

¹²⁶ Suomen betoniyhdistys ry (2024). BY-vähähiilisyysluokitus. <https://vahahiilinenbetoni.fi/#table1>

¹²⁷ Mika Autio, Rudus. Haastattelu 19.2.2024

¹²⁸ Suomen betoniyhdistys ry (2024). BY-vähähiilisyysluokitus. <https://vahahiilinenbetoni.fi/#table1>

¹²⁹ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

Talonrakennuksessa ja infrarakentamisessa käytetyn betonin valmistuksesta aiheutui vuonna 2021 noin 1,7 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä (CO₂e) ja niiden osuus rakennusteollisuuden kokonaispäästöistä oli 36 % kun rakennusten käytönaikaista energiankulutusta ei oteta huomioon.

Kun laskennassa käytetään betonin referenssitilaa päästökertoimena, voidaan betonirakentamisen päästöjä vähentää 30 % siirtymällä kokonaan GWP.70-betonin käyttöön, 45 % siirtymällä GWP.55-betonin käyttöön, ja 60 % siirtymällä GWP.40-betonin käyttöön.

Toimenpiteen kustannukset

Betonintuottajien näkökulmasta tarkasteltuna vähähiilisten betonituotteiden valmistus on vuosien 2022–2050 ajanjaksolla tarkasteltuna taloudellisesti kannattavampaa kuin perinteisten betonituotteiden valmistus. Yhdysvaltoihin sijoittuvan tarkastelun mukaan tuottajat voivat hyötyä taloudellisesti jopa 21 % siirryttäessä valmistamaan LC3-betonia.¹³⁰ Kustannuspositiivisella LC3-betonilla on myös 20–30 % pienempi hiilijalanjälki tavanomaiseen betoniin verrattuna johtuen sementin korvaamisesta kalkkikivellä ja kalsinoidulla savella¹³¹. Kustannussäästöjä rajoittaa tarvittavaan hienouteen jauhetun kalkkikiven hinta sekä kaoliinipitoisen saven rajoitettu saatavuus Suomessa. Toinen (Suomen tuotanto-olosuhteisiin sopiva) kustannuspositiivinen betonintuotantomuoto on Portland-kalkkikivibetoni.¹³² Kuonabetonin ja lentotuhkabetonin kustannuspositiivisuuden ei voida katsoa toteutuvan Suomessa, sillä teräksen valmistusprosessin sähköistyessä betonin valmistukseen soveltuvan masuunikuonan saatavuus heikkenee, minkä lisäksi kivihiilikielto heikentää lentotuhkan saatavuutta¹³³. Kustannuspositiivisella LC3-betonilla on myös 20–30 % pienempi hiilijalanjälki tavanomaiseen betoniin verrattuna johtuen sementin korvaamisesta kalkkikivellä ja kalsinoidulla savella¹³⁴.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Sementin korvaaminen vaihtoehtoisilla raaka-aineseoksilla on ollut vaikeaa teknisten ominaisuuksien suhteen kylmissä olosuhteissa¹³⁵. Betoniteollisuus muodostaa globaalisti 8 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä¹³⁶ ja päästökauppaneuvoston kehittyessä ja ilmastopoliittikan kiristyessä vähähiilisten betonituotteiden kysynnän voidaan olettaa kasvavan, mikä luo mahdollisuuksia suomalaisille tuottajille viedä vähähiilisiä betonituotteita tai niiden seosaineita lämpimämpien olosuhteiden markkinoille.

Betonin kotimaisen valmistamisen ja tuotteiden viennin sijaan suomalaisilla yrityksillä on paremmat kaupalliset mahdollisuudet vähähiilisten valmistusteknologioiden vientiin kansainvälisille markkinoille. Mm. VTT:n Carbonaide-projektissa tähdätään vähähiilisten betoninvalmistusmenetelmien kaupallistamiseen ja skaalaukseen globaaleille markkinoille¹³⁷.

¹³⁰ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

¹³¹ Illakainen, Mirja. Vähäpäästöistä betonia teollisuuden sivuvirroista. (2020). Oulun yliopisto. <https://www.ril.fi/media/2020/jasenyys/tietoiskut/ril-tietoisku-illakainen-6.5.2020.pdf>

¹³² Khung, Delaney. Life Cycle Assessment (LCA) and Cost-Benefit Analysis for Low Carbon Concrete and Cement Mix Designs. (2022). <https://irp.cdn-website.com/be6d1d56/files/uploaded/Low%20Carbon%20Concrete%20LCA%20and%20Cost-Benefit%20Whitepaper%20Final.pdf>

¹³³ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

¹³⁴ Illakainen, Mirja. Vähäpäästöistä betonia teollisuuden sivuvirroista. (2020). Oulun yliopisto. <https://www.ril.fi/media/2020/jasenyys/tietoiskut/ril-tietoisku-illakainen-6.5.2020.pdf>

¹³⁵ Mika Autio, Rudus. Haastattelu 19.2.2024

¹³⁶ Rocky Mountain Institute. (2023). With Concrete, Less is More. <https://rmi.org/with-concrete-less-is-more/>

¹³⁷ VTT. (2022). VTT:n hiileneutraalisen betonin mahdollistavalle Carbonaide-tekniikalle voitto EARTOn innovaatiokilpailussa. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/vtt-n-hiileneutraalisen-betonin-mahdollistavalle-carbonaide-tekniikalle-voitto>

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Uusien vähähiilisten tuotteiden tullessa laajasti saataville, on rakennuttajien tärkeää sisäistää potentiaaliset käyttökohteet ja sekä tuote- että käyttökohdekohtaiset vaatimukset. Myös tulevien ympäristölakien ja -säännösten soveltamisessa on havaittu koulutustarvetta¹³⁸.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Betonin valmistuksessa käytetään jo osittain teräs- ja energiateollisuuden sivuvirtoja, kuten masuunikuonan terästeollisuudesta, lentotuhkaa kivihiilivoimaloista ja silikaa piiraudan valmistuksesta¹³⁹. Sivuvirtojen hyödyntäminen ja sektorirajat ylittävä liiketoiminta on yleistä, mutta hyödyntäminen tässä muodossa tulee todennäköisesti muuttumaan lähitulevaisuudessa terästeollisuuden sähköistymisen myötä (masuunikuonan saatavuus heikkenee), sekä kivihiilikiellon astuttua voimaan (lentotuhkan saatavuus heikkenee).

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Kiviainesteollisuuden arvoketjussa tapahtuu merkittävää maankäytön muutosta, mikä hävittää kallio-, so- raikko- ja hiekkamaaelinympäristöjä. Toisaalta Suomessa on myös tehty luonnon monimuotoisuutta tukevaa ennallistamistyötä maa-ainesten ottoalueilla. Mitä enemmän hyödynnetään eri sivuvirtoja, sitä vähemmän tarvitaan neitseellisiä materiaaleja ja sitä vähemmän syntyy myös jätettä, mikä säästää luontoalueiden käyttöönnottoa ja pilaantumista.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Ei olennainen.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Betonia on mahdollista kovettaa hiilidioksidin avulla, jolloin samalla korvataan päästöintensiivisen sementin käyttötarvetta betonin raaka-aineena. "Carbon cure" on teknologia, jossa kierrätettyä hiilidioksidia lisätään tuoreeseen betoniin, jolloin sen hiilijalanjälki pienenee, mutta teknologiset ominaisuudet eivät kärsi. Kun hiilidioksidi on ruiskutettu, se mineralisoituu ja sulautuu pysyvästi betoniin¹⁴⁰. VTT:n Carbonaide-hankkeessa betonia valmistetaan edellä kuvaillulla metodilla ja se on tämän raportin kirjoitushetkellä pilotointivaiheessa¹⁴¹.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

¹³⁸ Mika Autio, Rudus. Haastattelu 19.2.2024

¹³⁹ https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1502_38-43.pdf

¹⁴⁰ Circular Carbon Economy. (2024). Carbon Mineralization, Carbon Cured Concrete. <https://www.cceguide.org/technologies/recycle/materials-process-industry/carbon-mineralization/carbon-cured-concrete/>

¹⁴¹ Engineering News-Record. (2023). Finnish Start-up Offers New Way to Reduce Concrete's Carbon Footprint. <https://www.enr.com/articles/56228-finnish-start-up-offers-new-way-to-reduce-concretes-carbon-footprint>

Ei olennainen betonille itselleen, mutta sementin valmistuksessa voidaan hyödyntää hukkalämpöä.

Vähähiilisen sementin tuotanto ja käyttö

Toimenpiteen kuvaus

Sementin sideaineena yleisesti käytettävän klinkkerin valmistus on hyvin energiantensiivistä materiaalin lämpötilan noustessa +1450°C:een¹⁴². Sementtituotteet jaotellaan tyypillisesti sementtiluokkiin CEM I (tuotteesta yli 95 % klinkkeriä), CEM II (tuotteesta 65–94 % klinkkeriä), CEM III (tuotteesta 5–64 % klinkkeriä), CEM IV (tuotteesta 45–89 % klinkkeriä) ja CEM V (tuotteesta 20–64 % klinkkeriä)¹⁴³, joista vähähiilisin on CEM III sen matalan klinkkeripitoisuuden ja tuotannossa käytettävien seosaineiden ominaisuuksien takia¹⁴⁴.

Sementintuotannon yhteydessä voidaan myös hyödyntää hiilidioksidin talteenottoon (CCS, Carbon capture and storage) ja talteen otetun hiilidioksidin hyödyntämiseen (CCU, Carbon capture and utilization) keskittyviä teknologioita¹⁴⁵.

Toimenpide kattaa vähähiilisen sementin tuotannon sementtiluokkatasolla (CEM), sekä CCS/CCU-teknologioiden hyödyntämisen.

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuotteiden valmistaminen (tuotanto) ja kaikki rakennuttaminen (käyttö).

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Suomalainen Finnsementti valmistaa CEM III-typin masuunikuonasementtiä, jonka hiilijalanjälki on yhtiön mukaan noin 40 % pienempi kuin perinteisen portlandsementin¹⁴⁶. Suomalaisessa sementtiteollisuudessa ei tämän raportin kirjoitushetkellä ole tehty hiilidioksidin talteenottoon (CCS) tai talteen otetun hiilidioksidin hyötykäyttöön (CCU) liittyviä investointipäätöksiä. Työ- ja elinkeinoministeriö myönsi ST1:lle ehdollisen rahoituksen sementtitehtaan yhteyteen toteutettavalle, CCU-teknologiaa hyödyntävälle synteettisen metaanin tuotantolaitokselle vuonna 2022, mutta hankkeen toteutuminen näyttää epätodennäköiseltä¹⁴⁷.

Norjalaisen Heidelberg Materialsin sementtiteollisuuteen keskittyvä CCS-koelaitos aloittaa toimintansa vuoden 2024 aikana, ollen ensimmäinen laatuaan maailmassa¹⁴⁸. Sementtiteollisuuden yhteydessä toteutettavan CCS/CCU-teknologian voidaan olettaa saapuvan Suomeen kymmenen vuoden aikajännteellä.

¹⁴² Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisyden-tiekartta/>

¹⁴³ The European Cement Association. (2020). Cement. <https://cembureau.eu/about-our-industry/cement/>

¹⁴⁴ Anderson, J., & Moncaster, A. (2020). Embodied carbon of concrete in buildings, Part 1: analysis of published EPD. *Buildings and Cities*. doi: 10.5334/bc.59

¹⁴⁵ VTT. (2024). Carbon capture and storage or utilization (CCS / CCU). <https://www.vttresearch.com/en/ourservices/carbon-capture-and-storage-or-utilization-ccs-ccu#industry>

¹⁴⁶ Finnsementti (2021). https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/Sementti_2-2021_.pdf

¹⁴⁷ YLE. (2024). <https://yle.fi/a/74-20080079>

¹⁴⁸ Heidelberg Materials. <https://www.brevikccs.com/en>

Suomalainen sementtiteollisuus on CRH-konsernin osana ja eurooppalaisen kattojärjestön Cembreaun kautta osallisena hankkeissa, joissa tutkitaan ja kehitetään hiilidioksidin talteenoton teknologioita.¹⁴⁹

Valtaosassa rakennusteollisuusyrityksistä ei ole käytössä vähähiilisiä sementtilaatuja. Talonrakennuttajista noin 18 % ilmoitti vähähiilisen sementin käytön olevan pilottivaiheessa ja 4 %, että vähähiilistä sementtiä sovelletaan useissa kohteissa. Infrarakentamisen puolella vähähiilisen sementin käyttö on pilotointivaiheessa 17 %:ssa vastanneista yrityksistä, mutta sitä ei ole otettu vielä käyttöön laajemmin yhdessäkään infrarakennusyrityksessä.

Vähähiilisen sementin valmistuksen ja käytön laajeneminen kaupalliseen mittakaavaan ennen vuotta 2030 nähtiin todennäköiseksi enemmistön vastaajista keskuudessa.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiali

Vähähiilisen sementin valmistuksessa voidaan tavoitella päästövähennyksiä valmistusprosessien fossiilisten polttoaineiden korvaamisella bio- ja kierrätyspolttoaineilla, joilla arvioidaan saavutettavan 14 % päästövähennys koko valmistusprosessin päästöistä. Polttoaineiden korvaamiseen liittyy kuitenkin problematiikkaa mm. tuotantoprosessien teknillisten vaatimusten, kustannusten, sekä lainsäädännön näkökulmista. Polttoaineiden tarpeen korvaaminen sähköunilla voidaan vähentää teoriassa 40 % koko prosessin päästöistä, mutta sementinvalmistusprosessissa vaadittavaa 1450 C lämpötilaa ei pystytä vielä kyseisellä teknologialla saavuttamaan¹⁵⁰.

Työ- ja elinkeinoministeriön mukaan suurin sementtiteollisuuden päästövähennyspotentiali löytyy hiilidioksidin talteenotosta (CCS), sekä talteen otetun hiilidioksidin hyötykäytöstä (CCU), joilla arvioidaan voitavan vähentää kokonaistuotantoprosessin päästöjä 90 %. Edellä kuvatuilla menetelmillä voidaan ottaa talteen suurin osa sekä polttoaineiden että kalsinoinnin aiheuttamista päästöistä, jotka muuten vapautuisivat ilmaan.

Sementtiteollisuuden hiilidioksidipäästöjen ollessa Suomessa noin 0,9 milj. tonnia vuodessa¹⁵¹ voidaan fossiilisten polttoaineiden korvaamisella bio- ja kierrätyspolttoaineilla saavuttaa korkeintaan 0,13 milj. tCO₂e-päästövähennys, kun taas CCS- ja CCU-teknologioiden laajamittaisella käyttöönotolla jopa 0,8 milj. tCO₂e-päästövähennys.

Toimenpiteen kustannukset

Kansainvälisen energijärjestön (IEA) laskelmien mukaan CCS-teknologian kustannus sementtiteollisuuden kontekstissa koko sen elinkaarelle vaihtelee 58-115 euron välillä per talteen otettu tonni hiilidioksidia¹⁵². Sementtiteollisuus on EU:n päästökaupan alainen teollisuudenala, joten päästövähennysteknologioiden markkinaehtoisuus voidaan laskea yksinkertaistetusti vähentämällä teknologian elinkaarikustannus päästöoikeuden hinnasta. Päästöoikeuden keskiarvohinnat vaihtelivat Työ- ja elinkeinoministeriön laskelmien mukaan vuoden 2021 aikana 33-81 euron välillä. IEA:n laskelmat eivät kuitenkaan sisällä talteen otetun hiilidioksidin kuljetuksista ja varastoinnista aiheutuvia kustannuksia, mikä heikentää teknologian markkinaehtoisuutta Suomessa, jossa ei ole loppusijoituspaikkoja kuten esimerkiksi käytöstä poistettuja kaasu- tai

¹⁴⁹ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024), kts. myös https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-07/if_pf_2022_k6_en.pdf

¹⁵⁰ Työ- ja elinkeinoministeriö. (2023). Energiaintensiivisen teollisuuden vihreän siirtymän investointitarpeet ja niiden toteutumisedellytykset. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164567/TEM_2023_3.pdf

¹⁵¹ Betoni (2024). Hiilidioksidipäästöjä vähennetään. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/sementti-seosaineiden-kaytto/>

¹⁵² IEA. (2021). Is carbon capture too expensive?. <https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive>

öljykenttiä tai vastaavia maanalaisia onkaloita) talteen otetulle hiilidioksidille – toisin kuin esimerkiksi Norjassa¹⁵³, jossa nykyinen varastointikapasiteetti on loppuunvarattu, mutta jonne lisävarastointikapasiteettia on odotettavissa¹⁵⁴. Työ- ja elinkeinoministeriön laskelmien mukaan hiilidioksidin talteen oton ja varastoinnin yhteiskustannukset olisivat keskimäärin 126 €/tCO₂e¹⁵⁵.

CCU-tekniikan elinkaarikustannusten voidaan katsoa olevan samaa suuruusluokkaa CCS-tekniikan kanssa, mutta markkinaehtoisuuden laskenta riippuu talteen otetun hiilidioksidin jatkokäyttömahdollisuuksista, markkinoiden asettamasta hinnasta sille, sekä vaihtoehtoisten raaka-aineiden tarjonnasta.

Kädenjälki vientipotentialista

Tavaraluokitus CN2:n ”SUOLA; RIKKI; MAA- JA KIVILAJIT; KIPSI, KALKKI JA SEMENTTI” viennin määrä on vastannut 0,16 %:a Suomen kokonaisviennistä aikajaksolla 2002–2023¹⁵⁶, joten vientipotentialin kädenjäljen voidaan katsoa olevan toistaiseksi marginaalinen. Sementin vientipotentiali kuitenkin kasvaa, mikäli CCS-tekniikka otetaan Suomessa laajamittaisesti käyttöön¹⁵⁷.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Ei olennainen.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

CCU-tekniikan markkinaehtoinen ja kaupallisesti kannattava käyttöönotto vaatii sitä toteuttavan sementtiteollisuuden ja talteen otettua hiilidioksidia tuotannon raaka-aineena käyttävän kemianteollisuuden prosessien yhteiskehittämistä. Jotta CCU-tekniikan käyttöönotto olisi markkinaehtoista, tulee talteen otetun hiilidioksiditonni elinkaarikustannusten olla alhaisemmat kuin vaihtoehtoisten raaka-aineiden. Talteen otetun hiilidioksidin hyötykäyttöön lyhytikäisissä tuotteissa (kuten synteettisissä polttoaineissa) liittyy ns. kannustinhaasteita, sillä nykyinsäädännön mukaan näin hyödynnetty hiilidioksidi säilyy edelleen hiilidioksidin tuottajan päästötaseessa¹⁵⁸.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Kiviainesteollisuuden arvoketjussa tapahtuu merkittävää maankäytön muutosta, mikä hävittää kallio-, sorakko- ja hiekkamaaelinympäristöjä. Mitä enemmän hyödynnetään eri sivuvirtoja, sitä vähemmän tarvitaan neitseellisiä materiaaleja ja sitä vähemmän syntyy myös jätettä, mikä säästää luontoalueiden käyttöönottoa ja pilaantumista.

CCS-tekniikoilla voi loppusijoituspaikasta riippuen olla negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia, mutta säilöittäessä talteen otettu hiilidioksidi esimerkiksi maan alle, syntyy negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia vähemmän. Norjalainen Heidelberg Materials, jonka vuonna 2024 käynnistyvä sementtiteollisuuteen

¹⁵³ Heidelberg Materials. <https://www.brevikccs.com/en>

¹⁵⁴ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

¹⁵⁵ Työ- ja elinkeinoministeriö. (2023). Energiaintensiivisen teollisuuden vihreän siirtymän investointitarpeet ja niiden toteutumisedellytykset. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164567/TEM_2023_3.pdf

¹⁵⁶ Tulli. (2024). Ulkomaankauppatilasto. <https://tulli.fi/tilastot>

¹⁵⁷ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

¹⁵⁸ Kirjallisesti toimitettu asiantuntija-arvio.

keskittynvä CCS/CCU-demolaitos on maailman ensimmäinen laatuaan, sijoittaa talteen otetun hiilidioksidin merenpohjan peruskallioon¹⁵⁹.

CCU-tekniikan positiiviset biodiversiteetti-vaikutukset voivat näkyä neitseellisten materiaalien kysynnän- ja niiden louhintatarpeen vähentymisenä, mikäli teknologia korvaa nykyistä tuotantoa.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Ei olennainen.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

CCS- ja CCU-tekniikoiden laajamittainen käyttöönotto voi kasvattaa Suomen teknisiä nieluja sementtiteollisuuden tuotannon hiilidioksidipäästöjä vastaavan määrän. Teknisiä nieluja voidaan kasvattaa pelkästään sementtiteollisuuden osalta 0,8 milj. tCO₂e vuotuisesti.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Sementin valmistuksessa voidaan hyödyntää prosessien hukkalämpöä. Sementin valmistuksessa muodostuvaa ylijäämää lämpöä hyödynnetään jo nyt kaukolämmöntuotannossa.

Vähähiilisen asfaltin tuotanto ja käyttö

Toimenpiteen kuvaus

Vähähiilistä asfalttia voidaan tuottaa mm. korvaamalla tuotannon fossiiliset polttoaineet biopohjaisilla polttoaineilla sekä hyödyntämällä matalalämpöteknologiaa (WMA), joka perustuu joko bitumin vaahdotukseen tai erilaisten kemikaalien käyttöön. Asfaltin uusiokäytöllä on myös mahdollista vähentää tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä.¹⁶⁰ Toimenpide kattaa edellä mainitut vähähiilisen asfaltin tuotannon osa-alueet.

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuotteiden valmistaminen (tuotanto) ja infrarakentaminen (käyttö). Toimenpiteen toteuttajiksi voidaan katsoa myös päällysteiden purku- ja jyräntötoimintaa harjoittavat yritykset, jotka mahdollistavat vanhan asfaltin saatavuuden uudelleenkäyttötarkoitukseen. Lisäksi toteuttajia ovat rakennusten purku-urakoitsijat ja kattohuovan valmistajat sekä bitumikaterouheen tuottajat, jotka jalostavat käytöstä poistetun kattohuovan asfaltin raaka-aineeksi.

¹⁵⁹ Heidelberg Materials. <https://www.brevikccs.com/en>

¹⁶⁰ Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisyyden-tiekartta/>

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Merkityksellisin tällä hetkellä toteutettavissa oleva keino vähentää asfalttimassan päästöjä on käyttää vanhaa asfalttia uudelleen asfalttimassan raaka-aineena. Osa sideaineesta voidaan korvata myös bitumikate-rouheella. Käytettävät määrät riippuvat asfalttiasemien laitteistoista, sekä asfalttirouheen saatavuudesta, josta on paikoitellen jopa pulaa. Tiestöllä ja asfalttijäteläisyyksissä on merkittävä varasto asfalttirouhetta, jonka käyttöönoton varmistamisella olisi myös suuri taloudellinen arvo.

Suomessa vähähiilistä asfalttia valmistetaan useassa yrityksessä^{161,162,163}, joissa osassa hyödynnetään myös matalalämpöteknikkaa uusioasfaltin lisäksi päästövähennyskeinoihin. Suomessa on pilotoitu myös asfaltin raaka-aineena käytettävän, raakaöljystä valmistettavan bitumin korvaamista selluteollisuuden sivuvirtana muodostuvalla ligniinillä⁵⁵, mutta laajemmassa mittakaavassa pitkäaikaiskokemuksia Suomen olosuhteisiin ligniinin soveltuvuudesta ei vielä ole.

Suomessa asfalttimassojen ja niissä käytettävien raaka-aineiden valinta perustuu Asfalttinormeihin. Lähtökohtaisesti kierrätysmateriaalien uudelleenkäyttö ei saa heikentää päällysteiden laatua. Päällysteiden tilaajilla on suuri vaikutusmahdollisuus päästöjen vähentämiseen ja kiertotalouden edistämiseen valitsemalla kierrätysmateriaaleja sisältäviä asfalttimassoja omissa urakoissaan.¹⁶⁴

Asfaltin käyttö on talonrakentamisen ja rakennuttamisen puolella vähäistä verrattuna infrarakentamiseen ja hankkeessa toteutetun kyselyn mukaan yli 90 %:ssa vastanneista yrityksistä sen käyttöä ei ole otettu käyttöön. Lukema on miltei identtinen myös rakennustuoteteollisuuden toimijoiden osalta.

Infrarakentamisessa vähähiilistä asfalttia käytetään 17 %:ssa vastanneista yrityksistä, mutta kaikki kyselyyn vastanneet alan toimijat kertoivat näkevänsä tuotteen otettavan laajamittaisempaan käyttöön vuoteen 2030 mennessä.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali

Asfalttoinnin päästöistä keskimäärin 57 % syntyy asfalttiaseman energiankulutuksesta, 39 % raaka-aineiden tuotannosta ja 4 % työkoneista levitystyömaalla¹⁶⁵. Tuotannon vaihtoehtoiset polttoaineet, energian säästämiseen eli pääasiassa raaka-aineiden kosteuden vähentämiseen tehtävät toimenpiteet, fossiiliton sähkö sekä kierrätysraaka-aineet ja matalalämpöteknikka ovat päästövähennyspotentiaaliltaan vaikuttavimpia toimenpiteitä vähähiilisen asfaltin tuotannossa.¹⁶⁶ Esimerkiksi asfalttirouhetta käytettäessä 50 %, massan valmistuksen päästöä pienennetään noin neljännes¹⁶⁷. Päällystykseen eli asfalttimassan kuljetuksen ja levityksen päästöihin voidaan vaikuttaa puolestaan kaluston moottorien päästöluokalla (EURO- ja Stage) sekä polttoainevalinnoilla.

¹⁶¹ NCC. (2020). NCC Green Asphalt mahdollistaa lähes 70 prosentin CO2-päästövähennykset. <https://blog.ncc.fi/kestava-kehitys/ncc-green-asphalt-mahdollistaa-lahes-70-prosentin-co2-paastovahennykset/>

¹⁶² PEAB. (2024). Matalalämpöasfaltti vähentää energiankulutusta ja päästöjä. <https://peab.fi/tata-tarjottu/paallystys/asfaltointi/matalalampoasfaltti/>

¹⁶³ Asfaltti Alfa. (2024). Asfalttijäte massanvalmistuksen raaka-aineena. <https://www.asfalttiaalfa.com/vastaanotto.html>

¹⁶⁴ Kirjallisesti toimitettu asiantuntija-arvio.

¹⁶⁵ Laskennassa asfalttiaseman polttoaineena on fossiilinen polttoöljy ja asfalttimassa on valmistettu neitseellisistä raaka-aineista.

¹⁶⁶ Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisyys-tiekartta/>

¹⁶⁷ Kirjallisesti toimitettu asiantuntija-arvio.

Asfaltintuotannon päästöjen osuus infrarakentamisen kokonaispäästöistä oli 12 % vuonna 2021 synnyttäen 0,14 milj. tCO₂e päästöjä. Tässä luvussa ei ole huomioitu parkkipaikkoja, yksityisteitä, satamia tai lentokenttiä, joiden rakentamisessa ja kunnostamisessa kuluu asfalttia. Asfaltintuotannon osuus rakennetun ympäristön kokonaishiilijalanjäljestä ilman käyttövaiheen energiaa on 4 %.

Asfaltintuotannosta syntyy noin 50 kg CO₂e-päästöjä tuotettua asfalttitonnia kohden¹⁶⁸, josta asiantuntija-arvion mukaan on mahdollista vähentää 70 % päästöjä hyödyntämällä tuotannon prosesseissa fossiilitonta sähköä, matalalämpöteknikkaa, sekä kierrätettyä asfalttia raaka-aineena. Infrarakentamiseen käytettävän asfaltin tuotannon päästöt voisivat näin ollen laskea vuositasolla. 0,04 miljoonaan hiilidioksidiekvivalenttitonniin.

Toimenpiteen kustannukset

Vähähiilisen asfaltin tuotannon kustannuksista perinteisiin tuotantomenetelmiin verrattuna ei ole saatavilla kvantitatiivista dataa, mutta vähähiilisen asfaltintuotannon osatekijöitä voidaan arvioida yksittäisten toimenpiteiden osalta kvalitatiivisesti.

Biopohjaiset polttoaineet ovat mm. niiden korkean kysynnän vuoksi kalliimpia kuin fossiiliset polttoaineet, mikä luo lisäkustannuksia vähähiilisen asfaltin tuotantoon. Lisäksi polttoaineen muutos on merkittävä kustannus asfalttiasemalle. Varsinkin raskas polttoöljy on verrattain halpaa ja kun asfaltintuottajia kilpailutetaan infrahankkeisiin, on hinta usein prioriteettilistan kärkipäässä⁵⁸.

Asfalttirouheen käyttö, bitumikaterouheen käyttö sekä matalalämpöasfalttilaitteistot vaativat asfalttiasemiin alkuinvestointeja.

Asfalttirouheen uudelleenkäyttö laskee asfalttimassan hintaa, mikäli tehtävään kohteeseen soveltuvaa asfalttirouhetta on saatavilla. Matalalämpöteknikassa säästetään polttoainetta, mutta massan valmistuksen tuotantoteho usein hidastuu sekä käytettävät tartuntaa parantavat lisäaineet nostavat tuotantokustannuksia. Matalalämpöasfalttia voidaan valmistaa kooltaan suurehkoille ja selkeäpiirteisille päällystyskohteille.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Ei olennainen.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Ei olennainen.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Ei olennainen.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

¹⁶⁸ Suomen ympäristökeskus. (2024). Asfaltti, AB. <https://co2data.fi/infra/reports/INFRA%20asfaltti%20R01.04.pdf>

Asfaltin uudelleenkäyttö asfaltin raaka-aineena sen sisältämän asfalttikiviaineksen ja bitumin ansiosta vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja uusien kiviainespaikkojen avaamista, mikä vähentää näihin liittyviä negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Ei olennainen.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Asfaltin uudelleenkäyttö asfaltin raaka-aineena sen sisältämän asfalttikiviaineksen ja bitumin ansiosta vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja uusien kiviainespaikkojen avaamista, mikä vähentää näihin liittyviä negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Asfalttiaseman hukkalämpöä pyritään pitämään prosessissa koteloinneilla ja eristyksillä.

Rakenteiden tai muiden rakennustuotteiden uudelleenkäyttö

Toimenpiteen kuvaus

Rakenteiden ja muiden rakennusosien uudelleenkäytöllä viitataan erityisesti korjaus- ja purkurakentamisessa syntyvien purkutuotteiden uudelleenkäyttöön. Uudelleenkäytettävät rakenteet voivat olla esimerkiksi rakennusten teräs-, betoni- tai puurakenteita tai infrarakentamisessa esim. betonia, asfalttia ja bitumikatteita. Rakennustuotteilla viitataan laajemmin rakentamisessa käytettäviin materiaaleihin (esim. laasti ja tiili) ja tuotteisiin (esim. eristeet, ikkunat ja ovet).

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuotteiden valmistaminen (tuotanto) ja infrarakentaminen (käyttö).

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Purettujen rakennusmateriaalien- ja -osien uudelleenkäyttö on Suomessa hyvin vähäistä, vaikka hyödyntämispotentiaalia olisi paljon¹⁶⁹. Infrarakentamisessa kuitenkin asfalttipäällysteet ohjautuvat asfalttiasemille käytettäväksi uudelleen asfaltin raaka-aineena. Turvallisuuden ja terveellisyyden kannalta uudelleenkäytön kannalta potentiaalisimpia rakennusosia ovat tiilet, teräs, kemiallisesti käsittelemätön sahatavara ja betonielementit.

Rakennustuotteiden uudelleenkäytön merkittävimpana haasteena on nähty tuotteiden käyttökelpoisuuden osoittaminen. EU:n nykyisessä rakennustuoteasetuksessa uudisrakentamiseen käytettävillä materiaaleilla tulee olla CE-merkintä, jonka kriteereitä purkutuotteet harvoin täyttävät.¹⁷⁰

Rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä pyritään edistämään rakennustuotteiden tuotekehityksen ratkaisulla. Esimerkiksi tiilien purkamisen helpottamiseksi on kehitteillä perinteistä laastia korvaavia vaihtoehtoja, joiden avulla tiilet saataisiin irti toisistaan niitä rikkomatta. Rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä saattaa tulevaisuudessa edistää rakennuslain mukainen rakennuksen tuoteseloste, jonka avulla voidaan paremmin tunnistaa uudelleenkäytön kannalta potentiaaliset ja kelpoiset rakenteet ja rakennustuotteet purkuvaiheessa. Lähtökohtaisesti purku- ja uudelleenkäytettäviä materiaaleja hyödynnettäessä uuden tuotteen raaka-aineena, ei tuotteen laatu tai pitkäaikaiskestävyys saa heiketä.

Hankkeessa toteutetun kyselyyn vastanneista talonrakentamisen ja rakennuttamisen alatoimialan toimijoista yli 50 % kertoi hyödyntävänsä kierrätysrakenteita ja rakennustuotteita jossain määrin. Kierrätystuotteita hyödyntävistä toimijoista suurimmalla osasta uudelleenkäytön toimenpiteet olivat kuitenkin vasta pilottiasteella.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali

Rakenteiden ja rakennustuotteiden uudelleenkäyttö ehkäisee uuden tuotteen valmistuksesta syntyviä päästöjä ja vähentää rakennusteollisuudessa syntyvää materiaalihukkaa. Uudelleenkäytön päästövähennyspotentiaaliin vaikuttavat kuitenkin esimerkiksi tuotteiden kuljetusmatkat.

Rakennustuotteiden uudelleenkäytön päästövaikutuksia ei kansallisella tasolla ole arvioitu ja uudelleenkäytön päästöt vaihtelevat merkittävästi rakenteiden ja muiden rakennustuotteiden uudelleenkäytön osuudesta sekä rakennustyyppistä. Esimerkiksi teollisuushallin rakentamisessa rakennusosien uudelleenkäytöllä on saavutettu 55 % päästövähennys verrattuna tilanteeseen, jossa teollisuushalli rakennettaisiin neitseellisistä raaka-aineista ja rakennusosista¹⁷¹.

Toimenpiteen kustannukset

Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö voi tuottaa varsinkin nykymarkkinassa ylimääräisiä kustannuksia rakennuttajalle. Kierrätettyjen rakennustuotteiden kustannuksia kasvattaa rakennusosien säilyttämisestä johtuva kalliimpi purkuvaihe ja varastoinnin kustannukset. Lisäksi kierrätettyjen tuotteiden kestävyys saattaa aiheuttaa taloudellisia riskejä rakennuttajalle. Riskit riippuvat kuitenkin merkittävästi kyseessä olevasta

¹⁶⁹ Zhu, Y., Lonka, H. et al (2022). Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163832/VN_Teas_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁷⁰ Zhu, Y., Lonka, H. et al (2022). Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163832/VN_Teas_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁷¹ Zhu, Y., Lonka, H. et al (2022). Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163832/VN_Teas_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

rakennustuotteesta ja sen materiaaleista, ja kustannussäästöt ovat mahdollisia, jos uudelleenkäyttö tapahtuu esimerkiksi purkutyömaalla tai sen välittömässä yhteydessä kaskadi-periaatetta¹⁷² noudattaen.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Vientipotentiaali suomalaisille kierrätetyille rakennustuotteille on tällä hetkellä matala. Tulevaisuuden kasvupotentiaalia kierrätystuotteiden kysynnälle on toistaiseksi vaikea arvioida. Vientipotentiaaliin liittyvää kädenjälkivaikutusta rajoittavat ulkomaille vietävien tuotteiden pitkistä kuljetusmatkoista aiheutuvat päästövaikutukset.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Nykyinen rakennuttaminen perustuu pääasiassa neitseellisten materiaalien käyttöön. Uudelleenkäytettyjen rakennustuotteiden hyödyntäminen vaatii uudenlaista osaamista ja rakennussuunnittelua. Keskeiset osaamistarpeet liittyvät rakennuspaikkakohtaiseen varmentamiseen, rakennustuotteiden ja rakenteiden uudelleenkäytön suunnitteluun sekä rakennustuoteteollisuuden tuotekehitykseen. Rakennustuoteteollisuudessa keskeistä on varmistaa, että tuotteet suunnitellaan paitsi pitkäikäisiksi niin myös niiden purettavuuteen ja uudelleenkäytettävyyteen kiinnitetään huomiota.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Ei olennainen.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Rakennustuotteiden uudelleenkäytöllä voi olla merkittäviä myönteisiä vaikutuksia biodiversiteettiin, kun neitseellisten materiaalien hankintaan ja tuotantoon liittyviä vaikutuksia pystytään vähentämään tuotannon vähentämisen kautta. Rakennustuotteiden uudelleenkäytöllä voidaan esimerkiksi välttää neitseellisten rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistuksessa syntyviä kaivannaisteollisuuden haitallisia vaikutuksia kiviaineesalueita ympäröiviin elinympäristöihin ja niiden lajeihin.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Rakenteiden ja rakennustuotteiden uudelleenkäytön keskeisiin sosiaalisiin näkökulmiin kuuluu tuotteiden käyttöturvallisuus. Toisaalta kiertotalouden edistäminen vähentää tarvetta ottaa käyttöön neitseellisiä raaka-aineita ja prosessoida niitä, mikä puolestaan vähentää niihin liittyviä terveys- ja hyvinvointihaittoja.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin neluihin Suomessa

Ei olennainen.

¹⁷² Kaskadi-periaatteella viitataan raaka-aineiden käytön asettamista tärkeysjärjestykseen resurssitehokkuuden perusteella.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Puurakentaminen

Toimenpiteen kuvaus

Puurakentamisella voidaan vähentää tuotteiden valmistuksen (vaiheet A1-A3) päästöjä esimerkiksi perinteiseen betoniin verrattuna. Puun sitoma hiili myös säilyy rakenteissa ja kalusteissa pitkään hiilivarastona. Puun käytön lisäämisessä rakennusmateriaalina on kuitenkin huomioitava myös sen vaikutus metsänieluun, metsien hiilivarastoon, hiilidioksidin vapautumiseen maaperästä sekä biodiversiteettiin (ekosysteemivaikutukset lähialueisiin).

Suomen Ilmastopaneeli (2022) arvioi, että mikäli puurakentamisen tuotteiden osuutta pystytään lisäämään metsäteollisuuden tuotannossa kotimaista hakkuutasoa kasvattamatta, voidaan saavuttaa ilmastohyötyjä jo lyhyellä aikavälillä nykytilanteeseen verrattuna.¹⁷³ Mutta mikäli hakkuita kasvatetaan puurakentamisen lisäämisen vuoksi, on kokonaisvaikutus negatiivinen.

Keskeiset alatoimialat

Talonrakentaminen.

Energiateollisuudessa mahdollisuuksia on myös esimerkiksi puisten maatuulivoimaloiden rakentamisessa¹⁷⁴.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Puurunkoisten rakennusten osuus kaikista uusista rakennuksista on noin 30 % (2023) ja tässä on nähtävissä laskeva trendi, koska pientalorakentaminen on vähentynyt. Pientalorakentamisessa puurunkoisten osuus on suuri (n. 90 %), mutta kerrostalorakentamisessa pieni (n. 5 %). Julkisista uusista rakennuksista noin 10-20% on puurunkoisia.¹⁷⁵ Tavoitteena on kasvattaa puun käyttöä julkisessa rakentamisessa 45-47 prosenttiin vuoteen 2025 mennessä.¹⁷⁶

Hankkeessa toteutetun kyselyyn vastanneista talonrakentamisen ja rakennuttamisen alatoimialan toimijoista yli 60 % kertoi toteuttavansa puurakentamista. Vastanneista 33 % kertoi hyödyntävänsä puurakentamista useissa tai kaikissa rakennuskohteissaan.

Toimenpiteen päästövähennyspotentialiaali

¹⁷³ Ilmastopaneeli (2022). Metsät ja ilmasto: Hakkuut, hiilinielut ja puun käytön korvaushyödyt. Suomen ilmastopaneelin raportti 3/2022

¹⁷⁴ Tekniikka ja talous (2023). Nyt tulee puinen tuulivoimala - kehitys on jo pitkällä. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/nyt-tulee-puinen-tuulivoimala-kehitys-on-jo-pitkalla/d358de3e-6eac-49ce-bcc6-c50b1d160dc5>

¹⁷⁵ Puutuoteteollisuus (2023). Teollisen puurakentamisen toimialaraportti 2023

¹⁷⁶ <https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/puurakentaminen-ja-puutuotteet>

Puurunkoisen kerrostalon neliökohtainen päästökerroin (tuotteiden valmistuksen vaiheet A1-A3) on n. 250 kg CO₂/m², eli n. 30 % pienempi kuin betonisen asuinkerrostalon (350 kg CO₂/m²).¹⁷⁷ On hyvä huomioida, että vastaavaan (A1-A3) päästövähennykseen betonirakenteisessa kerrostalossa voidaan kuitenkin päästä myös vähähiilistä betonia hyödyntämällä, eli puurakentaminen on vaihtoehtoinen toimenpide vähähiilisen betonin hyödyntämiseen nähden.

Ero pienenee, mikäli otetaan mukaan myös rakennusten käyttövaiheen energiankulutus. Rakennusteollisuus RT:n KEKRI-hankkeessa toteutettujen vuonna 2022 päivitettyjen rakennusten hiilijalanlaskentojen perusteella 50 vuoden elinkaaren ajalla puurunkoisen (CLT) kaukolämpöä käyttävän asuinkerrostalon vuosittainen hiilijalanjälki oli 15,82 kg CO₂e/m²/a, eli vain alle 10 % pienempi kuin betonisen vastaavan asuinkerrostalon (17,14 kg CO₂e/m²/a).¹⁷⁸

Puutuoteteollisuuden vuonna 2020 toteuttaman tiekarttatyön mukaan koko suomalaisen uudisrakentamisen vuotuisia CO₂e-päästöjä voitaisiin pienentää nykyisillä puupohjaisilla ratkaisulla 7-11 % vuoteen 2035 mennessä. Tämä arvio perustuu oletukseen, että puurakentamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta nostettaisiin 55-64 %:iin, eli arvio pohjautuu merkittävään puurakentamisen kasvuennusteeseen.¹⁷⁹

Jotta positiivinen ilmastovaikutus saavutetaan, puurakentamisen ei tulisi lisätä metsien hakkuita, sillä lisähakkuilla on merkittävä vaikutus metsien hiilivarastoon. Esimerkiksi Suomen ilmastopaneelin (2022) mukaan fossiilisten materiaalien korvaamisella vältetyt päästöt ovat niin alhaiset, etteivät ne ja puutuotteiden hiilivarasto esimerkiksi puurakennuksissa pysty kompensoimaan hakkuiden lisäämisen kautta aiheutettuja hiilinielumenetyksiä ainakaan 150 vuoden aikajänteellä, jos hakkuutaso jää pysyvästi nykyistä suuremmaksi.¹⁸⁰

Toimenpiteen kustannukset

Puufon vuosina 2008-2019 keräämien hanketietojen mukaan puurakenteisenpäiväkodin kustannukset ovat olleet keskimäärin 3 852 €/netto-m² ja koulurakennusten 2921 €/netto-m² sisältäen suunnittelu- ja rakennuskustannukset. Vähähiilisen puurakentamisen tiekartan (2020) mukaan puurakennukset ovat olleet keskimäärin 5-10 % kalliimpia betonikerrostaloihin verrattaessa.¹⁸¹

Puurakentamisen hinta on nousi merkittävästi vuosien 2019 ja 2022 välissä, noin 20-25%.¹⁸² Vuonna 2023 kustannukset ovat kuitenkin Kauppalehden tietojen mukaan laskeneet huomattavasti edellisvuodesta, eli heinäkuun 2022 ja 2023 välillä puurakenteiden hinnat laskivat 22,5 %.¹⁸³

Kädenjälki vientipotentialista

Sahatavaran tuotannosta suuri osa (n. 75 %) menee vientiin. Vuonna 2022 sahatavaran tuotanto oli 11,2 miljoonaa m³ ja vienti 8,5 miljoonaa m³.¹⁸⁴ Mikäli vientiin menevä sahatavara korvaa kohdemaassa esimerkiksi tavanomaista betonia rakentamisessa, voidaan saavuttaa noin 10-30% vähennys rakentamisen

¹⁷⁷ Helsingin kaupungin tilasto Asuntotuotannon asuinkerrostalokohteiden (35 rakennusta) hiilijalanjäljestä

¹⁷⁸ Vesitaito ja Rakennusteollisuus RT (2022). KEKRI - Kestävät kriteerit rakennusten vähähiilisyden arviointiin - Rakennusten hiilijalanjälkitarkastelut (päivitys), Ympäristöministeriön ilmastoselvityksen asetusluonnoksen 9/2022 mukainen esitys rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmästä

¹⁷⁹ Puutuoteteollisuus ry ja Granlund (2020). Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta.

¹⁸⁰ Ilmastopaneeli (2022). Metsät ja ilmasto: Hakkuut, hiilinielut ja puun käytön korvaushyödyt. Suomen ilmastopaneelin raportti 3/2022

¹⁸¹ Puutuoteteollisuus ry ja Granlund (2020). Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta.

¹⁸² Puutuoteteollisuus (2023). Teollisen puurakentamisen toimialaraportti 2023

¹⁸³ Kauppalehti 21.7.2023. Puurakentaminen halpenee nyt hurjaa kyytiä - Pudotusta vuodentakaiseen 22,5 prosenttia

¹⁸⁴ <https://puutuoteteollisuus.fi/faktoja-ja-ohjeita/puunkaytto-ja-tuotanto>

hiilijalanjäljessä, riippuen siitä tarkastellaanko vain materiaalien tuotannon vai rakennuksen elinkaaren päästöjä (ks. kohta Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali yllä), ja riippuen myös kohdemaan betonintuotannon päästöistä (nämä voivat olla suuremmat kuin Suomessa, johon laskelma perustuu).

Myös kädenjäljen tapauksessa tulee huomioida se, ettei hakkuiden kokonaismäärä Suomessa saisi kasvaa viennin vuoksi, jotta ei menetetä metsien hiilinielupotentiaalia. Jos hakkuumäärät kokonaisuudessaan kasvavat, on kokonaisvaikutus Suomen ilmastotavoitteisiin nähden negatiivinen¹⁸⁵.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Suomessa on merkittäviä osaamis- ja koulutustarpeita puurakentamiseen liittyen, erityisesti (puu)rakenne suunnittelussa. Puutuoteteollisuuden mukaan puutekniikkaa voi opiskella Suomessa vain yhdessä ammattikorkeakoulussa, ja puurakennesuunnittelun laajempaa opetusta on saatavilla vain kahdessa ammattikorkeakoulusta. Esimerkiksi puukerrostalojen rakentamisen suunnittelupätevyys on saatavissa lähinnä vain projektirahoitteen täydennyskoulutuksen kautta.¹⁸⁶ Suomessa ei siis välttämättä ole tarpeeksi osaamista laajamittaiseen puurakentamisen lisäämiseen, erityisesti puukerrostalojen osalta.

Valtioneuvoston selvityksen mukaan lyhyen aikavälin (1–5 v) tarvittavana toimenpiteenä ammatti- ja korkeakoulutuksessa on suunnitellun kiertotalouden ja teollisen puurakentamisen roolin vahvistaminen rakennusalan koulutusohjelmissa¹⁸⁷

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Puurakentamisen lisääminen vaikuttaa myös muiden sektoreiden (erityisesti metsäteollisuus) liiketoimintamahdollisuuksiin. Mikäli puurakentamista pyrittäisiin merkittävästi lisäämään ja saavuttamaan ilmastohyötyjä kansallisella tasolla, tulisi huomioida metsäteollisuuden tuotantojakauma, eli tuotantoa tulisi kokonaisuudessaan pyrkiä suuntaamaan lyhytaikaisista tuotteista enemmän pitkäikäisiin puutuotteisiin, kokonaishakkuumääriä merkittävästi kasvattamatta.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Raaka-aineena puuta voidaan käyttää kestävällä tasolla biodiversiteetin näkökulmasta, mutta tällä hetkellä Suomessa valtavirtainen puun kasvatustapa ei ole biodiversiteettiä tukevaa vaan heikentävää, ja Suomen metsäluonnon monimuotoisuus on laskussa.

Puurakentamisen puuraaka-aine saadaan hakkuukierrosta, joka palvelee myös kuitupuun hankintaa. Tämän takia puurakentamisen biodiversiteettivaikutusten voidaan ajatella jakaantuvan kuitupuun ja tukkipuun kesken niiden puumäärien suhteessa. On huomioitava myös, että vain osa tukkipuun jalostukseen päätyvästä puusta päätyy pitkäikäisiin rakenteisiin, ja loput päätyvät pääosin energiakäyttöön muutaman vuoden sisällä. Puurakennusmateriaalin kierrätystä ja jatkohyödyntämistä (kaskadikäyttö) parantamalla voidaan vaikuttaa myönteisesti biodiversiteettiin verrattuna nykyisiin käytäntöihin.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Laine, A., Kilpinen, S. et al (2021). Vähähiilisten rakennusmateriaalien hiilikädenjälki osana sääntelyä – haasteet ja mahdollisuudet. Rakennusteollisuus RT:n julkaisu https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/12/vahahiilisten-rakennusmateriaalien-hiilikadenjalki-osana-saantelya_loppuraportti.pdf

¹⁸⁶ Puutuoteteollisuus (2019). Puutuoteteollisuuden ja puurakentamisen kilpailukyvyyn varmistaminen koulutuksen kehittämisen avulla.

¹⁸⁷ Kuusela, O-P. et al (2023). Vihreän siirtymän osaamis- ja koulutustarpeet VISIOS. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:31

¹⁸⁸ Ruokamo, E. et al (2021). Kiertotalous vähähiilisyden edistäjänä ja luonnon monimuotoisuuden turvaajana. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:6

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Puurakentaminen voi luoda työpaikkoja erityisesti paikallisille ja pienille yrityksille sekä lisätä asukasviihtyvyyttä rakennuksissa. Toisaalta puurakennukset eivät toistaiseksi pienen markkinaosuutensa myötä ole saatavissa kaikille rajatun sijainnin ja korkeampien kustannusten myötä. Lisäksi puurakennusten suunnitteluratkaisut voivat asettaa haasteita esteettömyyden toteutumiselle.¹⁸⁹

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Toimenpiteellä ei ole vaikutusta hiilidioksidin teolliseen talteenottoon tai teknisiin nieluihin.

Puurakennukset kuitenkin toimivat elinkaarensa aikana hiilen varastona. Puutuoteollisuuden Vähähiilisen puurakentamisen tiekarttaselvityksen (2020) mukaan puurakentamista merkittävästi lisäämällä voitaisiin Suomen koko rakennuskannan pitkäikäistä hiilivarastoa kasvattaa jopa 4 - 5 miljoonaa tCO₂ vuoteen 2035 mennessä.¹⁹⁰ Hiilivaraston arvioinnissa tulee kuitenkin huomioida myös metsänielun kehitys, eli mikäli hakkuumäärät kasvavat puurakentamisen lisääntyessä, jää nettohiilinielu-/varastovaikutus pienemmäksi.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Rakennusten ja rakenteiden elinkaaren pidentäminen (ml. korjausrakentaminen)

Toimenpiteen kuvaus

Rakennusten ja rakenteiden pitkäikäisyyttä voidaan edistää rakennusten asianmukaisella suunnittelulla, huollolla ja korjauksella. Elinkaaren pidentämisen keskeisiä toimenpiteitä ovat esimerkiksi rakennusten kosteudenhallinta ja sääsuojaus. Rakennusten pitkäikäisyyteen voidaan vaikuttaa rakennusmateriaalien valinnalla, kiinteistöjen huollolla ja korjaamisella. Tässä raportissa rakennusten ja rakenteiden elinkaaren pidentämistä tarkastellaan ainoastaan korjausrakentamisen näkökulmasta huollon vaikutuksiin liittyvien tietopuutten takia.

Keskeiset alatoimialat

Rakenteiden elinkaaren pidentäminen: Rakennustuotteiden valmistaminen ja talonrakentaminen

Korjausrakentaminen: talonrakentaminen sekä rakennusten omistaminen ja käyttö

¹⁸⁹ Laitinen, E. (2023). Sosiaalinen kestävyys puukerrostaloissa Suomessa. LUT, School of Energy Systems, Ympäristötekniikka.

¹⁹⁰ Puutuoteollisuus ry ja Granlund (2020). Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Kansallista kiinteistökantaa korjataan toistaiseksi liian vähän ja korjausrakentamisen tarve kasvaa jatkuvasti¹⁹¹. Suomen rakennuskannan kuntotaso on laskenut 2010-luvulla lähes kaikissa kiinteistöluokissa, ja talokannan korjausvelan määrä on kasvanut vuodesta 2000 vuoteen 2023 24,9 miljardista eurosta 77,5 miljardiin euroon.¹⁹² Korjausrakentamisen määrä on kuitenkin Tilastokeskuksen korjausrakentamisen tilaston mukaan kasvanut 2020–2022. Esimerkiksi vuodesta 2021 vuoteen 2022 korjausrakentamiseen kohdistuneiden urakoiden arvo nousi 19 %.¹⁹³ Kosteudenhallinnasta aiheutuvat korjaus- ja huoltotarpeet korostuvat nykyisessä matalaenergiarakentamisessa, kun rakennusten energiankäyttö ei enää edistä rakenteiden kuivumista samalla tavalla kuin aikaisemmin¹⁹⁴.

Hankkeessa toteutetun kyselyyn vastanneista talonrakentamisen ja rakennuttamisen alatoimialan toimijoista 43 % vastasi toteuttavansa korjausrakentamista ja/tai käyttötarkoituksen muutoksia päästövähennystoimenpiteenä. Vastaajista 50 % toteuttaa kyselyn mukaan rakenteiden elinkaaren pidentämiseen liittyviä toimenpiteitä.

Toimenpiteen päästövähennyspotentialiaali

Korjausrakentamisella voidaan merkittävästi pidentää olemassa olevan rakennuksen elinkaarta. Korjausrakentamisella voidaan näin ollen vähentää rakennusmateriaaleihin liittyviä päästöjä uudisrakentamiseen verrattuna. Lisäksi korjausrakentamisella parannetaan olemassa olevien rakennusten energiatehokkuutta sekä energiaratkaisuita. Sekä uudis- että korjausrakentamisen hiilipiikki kohdistuu erityisesti materiaalivaiheen (A1-3) päästöihin. Korjausrakentamisen hiilipiikki on noin 70 % uudisrakentamisen hiilipiikkiä matalampi.¹⁹⁵ Viimeaikaisten elinkaariarvioiden mukaan korjausrakentaminen on aina uudisrakentamista vähäpäästöisempää. Esimerkiksi Tuomisen (2021) mukaan korjausrakentamisella saavutetaan vähintään 10 % kokonaispäästövähennys uudisrakennukseen verrattuna¹⁹⁶. EU:n tavoitteena on korjausrakentamisen avulla saavuttaa energiankäytöltään päästötön rakennuskanta vuoteen 2050 mennessä.

Toimenpiteen kustannukset

Koko rakennuskannan korjauskustannukset ovat kansallisella tasolla pysyneet pääasiassa tasaisina vuodesta 2015 vuoteen 2022. Korjausrakentamisen kustannukset kasvoivat vuodesta 2021 vuoteen 2022 noin 3 prosenttia ja niiden arvo oli yhteensä 11,2 miljardia euroa.¹⁹⁷ Korjausrakentamisen hinnat ovat nousseet kolmen viimevuoden aikana¹⁹⁸.

Peruskorjauksen 50 vuoden elinkaarikustannukset muodostuvat peruskorjauksen ja rakennusosien uusimisen investointikustannuksista, huollosta ja kunnossapidosta ja energiankulutuksesta. Korjausrakentamisella

¹⁹¹ Rakennetun omaisuuden tila (2023), https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/10/ROTI_2023.pdf

¹⁹² Rakennetun omaisuuden tila (2023), https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/10/ROTI_2023.pdf

¹⁹³ Tilastokeskus (7.12.2023), Tiedote: Rakennusyritysten tekemien korjausurakoiden arvo oli 11,7 miljardia euroa vuonna 2022. <https://stat.fi/julkaisu/cl7r8xmzhhb5x80cw3gl93y3de>

¹⁹⁴ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

¹⁹⁵ Huuhka (2021), https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y, Tuominen (2021)

¹⁹⁶ Tuominen, T-L. (2021). Purkavan uudis- ja korjausrakentamisen elinkaaren aikaiset CO₂-päästöt toimistorakennuksessa. Diplomityö, Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/134828/TuominenTiia-Lotta.pdf?sequence=2>

¹⁹⁷ Tilastokeskus (2023). Toimitiloja korjattiin 3,8 miljardilla eurolla vuonna 2022. <https://stat.fi/julkaisu/cl7svp4i11gz30cvy8jjnookj>

¹⁹⁸ Tilastokeskus (2023). Korjausrakentamisen hinnat nousivat 5,0 % vuodentakaisesta. <https://www.stat.fi/tup/kokeelliset-tilastot/korjausrakentamisen-hintaindikaattori/2023-11-13/index.html>

voidaan yleisesti pienentää rakentamisen kokonaiskustannuksia, kun rakentamiseen käytetty kustannus per neliometri pienenee. Toisaalta kustannusvaikutukset riippuvat merkittävästi hankekohtaisesti. Esimerkiksi hankkeessa, jossa tehdään merkittäviä käyttötarkoituksen muutoksia, korjausrakentamisen kustannukset saattavat kasvaa uudisrakentamista korkeammiksi. Elinkaarikustannusten nettohyötyarvo on nykytiedon valossa noin 4 240 €/lämmitetty m². Peruskorjauksen yhteydessä rakennuksen ostoenergiankulutus vähenee noin 4 %. Peruskorjauksen elinkaarikustannukset ovat 17 % pienemmät kuin uuden rakennuksen elinkaarikustannukset.¹⁹⁹

Rakenteiden elinkaaren pidentämiseen liittyvistä kustannuksista ei ollut selvityksen tekohetkellä tarvittavia kustannusarviota.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Ei olennainen.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Korjausrakentamisen osalta rakennusten elinkaaren pidentämiseen on tunnistettu seuraavia osaamistarpeita: korjaushankkeiden prosessihallinto, digitaalisella tiedolla johtaminen sekä tietomallintaminen. Hankkeiden suunnittelun ja toteutuksen kannalta tärkeää olisi tehdä korjausrakentamisesta tietomallipohjaista uudisrakentamisen tapaan. Lisäksi digitaalisella tiedolla johtaminen voisi auttaa korjausrakennushankkeille tyypillisissä prosessihallinnan haasteissa. Digitaalisten työkalujen avulla korjaushankkeiden eri vaiheiden tietoja voitaisiin kerätä, hallita ja jakaa tarkoituksenmukaisesti ja oikea-aikaisesti eri osapuolille.²⁰⁰

Lisäksi Suomessa on toistaiseksi vain vähän osaamista ja kokemusta laajoista käyttötarkoituksen muutoksista ja rakennusten laajennushankkeista, joita tehdään Suomea enemmän esimerkiksi muualla Euroopassa.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Ei olennainen.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Korjausrakentamisella voidaan tehokkaasti välttää uudisrakentamiseen liittyviä maankäytön muutosten aiheuttamia biodiversiteettivaikutuksia. Toisaalta mikäli korjausrakentamista verrataan purkavaan uudisrakentamiseen, uudis- ja korjausrakentamisen ero on maankäytön muutoksiin liittyvien biodiversiteettivaikutusten osalta vähäinen tai mitätön.

Uudisrakentamisen tavoin myös korjausrakentamisessa käytettäviin materiaaleihin (A1-3) liittyy negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia. Toisaalta korjausrakentamisessa tarvittava materiaalien määrä on lähtökohtaisesti uudisrakentamista vähäisempi, mikä takaa materiaaleista aiheutuvien biodiversiteettivaikutusten voidaan olettaa olevan uudisrakentamista vähäisempi.

¹⁹⁹ Huuhka et al (2021). Purkaa vai korjata? https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y

²⁰⁰ Peltokorpi et al (2023). Teollinen ja digitalisoitu korjausrakentaminen https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2023-01/B2030-Korjausrakentaminen_loppuraportti_3.1.2023.pdf

Biodiversiteettivaikutuksia voitaisiin myös pienentää tai välttää pidentämällä rakenteiden ja rakennustuotteiden elinkaarta. Mitä lyhyempi rakenteiden ja rakennustuotteiden elinkaari on, sitä enemmän materiaalisia resursseja vaaditaan uusien tuotteiden valmistamiseen.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Korjausrakentaminen voi lisätä vähähiilisen asumisen tai muun kiinteistöjen käytön mahdollisuuksia laajemmalle joukolle ihmisiä oletuksen ollessa se, että korjausrakentamisella saavutetut päästövähennykset ovat kustannustehokkaampia kuin uudisrakentamisen mahdollistaman ratkaisut. Toisaalta korjausrakentaminen itsessään voi vaikuttaa kiinteistöjen käytön kustannuksiin, ja vaikuttaa joidenkin käyttäjäryhmien valmiuksiin jatkaa niiden käyttöä.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Korjausremonttien yhteydessä rakennusten taloteknisiä ominaisuuksia ja taloautomaatiota tyypillisesti parannetaan. Rakennuksiin voidaan korjausrakentamisen yhteydessä asentaa esimerkiksi lämpöpumppuja ja sähkönkulutuksen seurantaan soveltuvaa tekniikkaa, joilla kiinteistöjen omistajat voivat osallistua kulutusjoustoon eli säädellä sähkönkulutustaan sen hinnan mukaan. Kulutusjouston vaikutuksia on eritelty tarkemmin osana kulutusjoustoa koskevaa toimenpidettä.

Vähähiilisten työmaatoimintojen lisääminen

Toimenpiteen kuvaus

Vähähiilisillä työmaatoiminnoilla tarkoitetaan tässä työssä työkoneiden päästövähennystoimenpiteitä, joihin lukeutuvat esimerkiksi sähkökäyttöisten työkoneiden hankinta sekä biopolttoaineiden hyödyntäminen työkoneissa.

Keskeiset alatoimialat

Kaikki rakennuttaminen sekä työkoneiden valmistaminen, vuokraaminen, maahantuonti ja myynti.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Työmaatoimintojen vähähiilisyyttä ja päästöttömyyttä edistetään tällä hetkellä erityisesti päästöttömien työmaiden ja työkonealan Green Deal -sopimuksilla. Yleisesti työkoneiden päästökahtymiseen pyritään lisäksi

vaikuttamaan biopolttoaineiden jakeluvolvoitteella²⁰¹. Toistaiseksi työkoneista vaikeimmin ja hitaimmin sähköistyvät suuret koneet. Pienten sähköisten työkoneiden saatavuus on Suomessa nykytilanteessa hyvä, joskin saatavuus saattaa vaihdella alueellisesti sekä palveluntarjoajan mukaan.²⁰²

Päästöttömien työmaiden Green Deal -sopimuksen ovat allekirjoittaneet Senaatti-kiinteistöt, Espoo, Helsinki, Vantaa, HSY, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, Väylävirasto, sekä Helen Oy. Allekirjoittaneiden toimijoiden tulee luopua fossiilisista polttoaineista työmaatoiminnoissa vuoteen 2026 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä 50 % toimijoiden työkoneista ja kuljetuksista tulee toimia sähköllä, biokaasulla tai vedyllä.²⁰³ Green Deal sopimusten ja kuntien yleisen ilmastotyön kautta päästöttömät työmaat ovat julkisessa urakoinnissa yleisiä. Toistaiseksi päästöttömiä työmaita edellytetään vain harvoin yksityisen sektorin hankkeissa.²⁰⁴ Työkonealan Green Dealin on toistaiseksi allekirjoittanut 15 yritystä, jotka edustavat merkittävää osaa työkoneiden vuokrauksesta, maahantuonnista ja tukkumyynnistä kansallisesti. Sopimuksen tavoitteet täyssähköisten työkoneiden määrästä on sopimuksen väliarvioinnin mukaan saavutettu suunniteltua nopeammin. Esimerkiksi vuosittain toimitetuista vastapainotrukeista 70 % oli vuonna 2022 täyssähköisiä, kun kyseiselle vuodelle asetettu tavoite oli 50 %.²⁰⁵

Vähähiilisten työmaatoimintojen käyttöönottoaste näkyi myös hankkeessa toteutetussa kyselyssä, jossa talonrakennuttajista sekä infrarakentamisen toimijoista keskimäärin 74 % kertoi hyödyntävänsä biopolttoainetai sähkökäyttöisiä työkoneita jollain asteella toiminnassaan.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiali

Työkoneiden päästöjen vähentäminen lyhyellä aikavälillä on haastavaa. Kansallisella tasolla suurin vaikutus työkoneiden päästöihin saadaan lyhyellä aikavälillä aikaiseksi jakeluvolvoitetta korottamalla. Jakeluvolvoitteella voidaan saavuttaa jopa 48 % päästövähennys työkoneissa vuoteen 2035 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna. Tässä arvioissa on kuitenkin mukana myös muut kuin työmaatoiminnoissa käytetyt työkoneet (esim. maatalouskoneet).

Työmaatoiminnoissa hyödynnettävien työkoneiden vähähiilisyden edistymisestä Suomen kokotyökonekantaan verrattuna ei ole toistaiseksi toteutettu kattavaa analyysiä. Rakennustyömaat kuitenkin saattavat olla koko työkonekantaan paremmassa asemassa sähköistymisen osalta, sillä työmaille voidaan metsä- ja maatalouskohteita useammin toteuttaa tarvittava sähkönsyöttöinfrastruktuuri.

Työkoneiden päästövähennysarvio perustuu VTT:n²⁰⁶ tekemään arvioon työkoneiden päästövähennyspotentialista. Arvion mukaan työkoneiden päästöt olisivat vuonna 2035 noin 18 % ja vuonna 2050 noin 37 % vuoden 2021 päästöjä matalammat. Potentiaalinen realisoituminen kuitenkin edellyttää nopean latausinfrastruktuurin saatavuutta työmaille, jottei työkoneita jouduta kuljettamaan siirtoautolla toiseen paikkaan lataukseen.

Toimenpiteen kustannukset

²⁰¹ Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:63. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164372/VNTEAS_2022_63.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²⁰² Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

²⁰³ <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/paastottomat-tyomaat-green-deal-sopimus-vauhdittaa-fossiilisista-polttoaineista-irtautumista>

²⁰⁴ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

²⁰⁵ <https://ym.fi/-/green-deal-sopimus-on-lisannyt-tyokonealan-sahkoistymista->

²⁰⁶ Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot.

Työkoneiden käyttövoimamuutokset vaativat investointeja sekä työkoneiden valmistajilta että rakennuttajilta. Rakennuttajien osalta investointitarpeet liittyvät työmaalla vaadittavaan infrastruktuuriin esimerkiksi mahdollisuuksiin työkoneiden sähkönsyötölle.

Työkoneisiin kohdistuvalla jakeluvolteilla on merkittävä vaikutus kevyen polttoöljyn "pumppuhintaan", mikä saattaa näkyä myös työmailla työkoneiden käyttökustannusten kasvuna. Polttoöljyn hinta on kuitenkin sidoksissa öljyn maailman markkinahintoihin.²⁰⁷ Jakeluvolteen aiheuttama hintapaine saattaa polttoainekustannusten kasvun kautta myös siirtymää sähkökäyttöisiin työkoneisiin työmailla. Lisäksi uusiutuvan sähkön ja vähäpäästöisen kaukolämmön sopimukset saattavat lyhyellä aikavälillä aiheuttaa rakennuttajille lisäkustannuksia.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Vähähiilillä työmaatoiminnoilla ei ole merkittävää vientipotentiaalia. Työmaiden vähähiilisyys etenee myös kansainvälisesti päästöttömien työkoneiden kehittyessä ja saatavuuden parantuessa.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Vähäpäästöisiä työkoneita kehitetään jatkuvasti ja esimerkiksi sähkökäyttöisten työkoneiden akut ovat kehittyneet merkittävästi viimevuosien aikana. Sähkökäyttöisten työkoneiden käyttö työmaalla vaatii työmaainfrastruktuurin sähkönsyötön suunnittelua. Muutoin vähäpäästöiset työkoneet eivät työmaakäytössä vaadi erityisosaamista.

Kansallisella tasolla työkonekannan (ml. rakennustyömaiden koneet) tiedonkeruussa ja tilastoinnissa on tunnistettu puutteita. Mikäli työkonekannasta olisi saatavilla tarkempaa tietoa työkoneiden päästöinventointia ja -projektioita voitaisiin tarkentaa.²⁰⁸

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Vähähiilisten työkoneiden kysynnän kasvu tarjoaa mahdollisuuksia työkoneiden tarjoajille tarjoaman kehittämiseen. Lisäksi kysyntä lisää tarvetta työkoneidenteknologian (esim. energiatehokkuus) kehitykselle ja laitevalmistajien uusille ratkaisuille päästöjen vähentämiseksi.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Työkoneiden päästöjen vähentymisellä on epäsuoria myönteisiä vaikutuksia biodiversiteettiin ilmastonmuutoksen hillinnän kautta. Työkoneiden päästöjen vähentäminen hillitsee ilmastonmuutosta, joka on eräs luontokadun merkittävimmistä ajureista.

Sähkökäyttöisillä työkoneilla saattaa olla negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia näiden ajoneuvojen akkujen valmistukseen liittyvän teollisuuden kautta. Akuissa käytettävien mineraalien ja metallien louhinnan aiheuttavat merkittävät maankäytön muutokset ja luontaisten elinympäristöjen tuhoutuminen vaikuttavat tyypillisesti merkittävästi kaivannaisalueen luontaisiin elinympäristöihin ja niillä esiintyvien lajien runsauteen ja monimuotoisuuteen.

²⁰⁷ Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:63.

²⁰⁸ Pihlatie, M. et al (2022). Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:63.

Biodiversiteettivaikutuksia voitaisiin myös pienentää tai välttää pidentämällä rakenteiden ja rakennustuotteiden elinkaarta. Mitä lyhyempi rakenteiden ja rakennustuotteiden elinkaari on, sitä enemmän materiaalisia resursseja vaaditaan uusien tuotteiden valmistamiseen.

Työkoneissa hyödynnetyillä biopolttoaineilla saattaa olla biodiversiteettivaikutuksia riippuen biopolttoaineen alkuperästä ja tuotantotavasta (esim. puupohjainen biomassa tai ruoantuotannon jäte- ja sivuvirrat). Biopolttoaineiden kokonaiskestävyyden ja biodiversiteettivaikutusten kannalta tulisi varmistaa, että polttoaineessa hyödynnetty biomassa tuotettaisiin kestäviksi katsotuista lähteistä, esim. pääasiassa maa- ja metsätalouden jätteistä ja sivuvirroista joita ei pystytä muutoin hyödyntämään.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Sähkökäyttöisten työkoneiden akkujen kehitys ja tuotanto vaatii useita ajoneuvojen akuissa käytettäviä kriittisiä mineraaleja ja metalleja (esim. litium, koboltti ja nikkeli).

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Sähkökäyttöisten työkoneiden akkujen kehitys ja tuotanto vaatii useita ajoneuvojen akuissa käytettäviä kriittisiä mineraaleja ja metalleja (esim. litium, koboltti ja nikkeli).

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin neluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Päästöttömien kuljetusten suosiminen

Toimenpiteen kuvaus

Kuljetusten päästövaikutusten minimoimisen kannalta keskeisiä toimenpiteitä ovat kuljetusmatkojen minimointi ja tehokkaampi suunnittelu sekä ajoneuvojen käyttövoiman muutokset päästöttömiin energianlähteisiin. Kuljetusten tehokkaammassa suunnittelussa tulee huomioida kuljetusmatkat sekä työmaan sisäisen logistiikan tehostaminen.

Keskeiset alatoimialat

Rakennustuoteteollisuus, rakennuttajat, kuljetuspalveluiden tarjoajat

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Kuljetuksista syntyviä päästövaikutuksia pyritään osin vähentämään samoin keinoin kuin työkoneiden päästöjä. Päästöttömät kuljetukset ovat esimerkiksi mukana päästöttömät työmaat Green Deal-sopimuksessa. Sopimuksen mukaan sopimuksen allekirjoittaneilla toimijoilla työmaakuljetuksista 50 % tulee toteuttaa sähkö-, biokaasu- tai vetykäyttöisillä ajoneuvoilla vuoteen 2030 mennessä.

Logistiikka-ala on yleisesti siirtymässä nopeasti kohti vähäpäästöisempiä ratkaisuja ja palveluja. Esimerkiksi useat logistiikka-alan palveluntarjoajat kuten Posti, PostNord, AtoB kehittävät ja tarjoavat päästöttömiä kuljetuspalveluita. Kehitys ei kuitenkaan heijastu suoraan rakennustyömaiden raskaisiin kuljetuksiin kuten maansiirtoihin sekä rakennuselementtien ja tarvikkeiden kuljetuksiin. Esimerkiksi hankkeessa toteutetun kyselyn perusteella työmaiden päästöttömien kuljetusten hyödyntäminen on vähäistä ja pääasiassa pilottias- teella talonrakentamisen sekä infrarakentamisen toimialalla.

Työmaiden kuljetusten kansallisesta päästökehityksestä ja päästövaikutusten vähentämiseen tähtäävien toi- menpiteiden käyttöönotosta on toistaiseksi vain vähän tietoa, sillä työmaakuljetuksia ja niihin käytettäviä ras- kaita ajoneuvoja ei tilastollisesti yksilöidä kaikista kuljetuksista tai raskaista ajoneuvoista. Osana CountEmis- sionsEU-aloitetta²⁰⁹ EU on säätämässä uutta direktiiviä, jonka tarkoituksena on edistää kuljetusten päästö- laskentaa ja -raportointia. Ehdotuksen mukaan kuljetustoimijan tulisi ilmoittaa vähintään päästöjen kokonais- määrä kuljetuspalvelua kohden.

Kuljetusten energialähteiden valinnassa pitäisi valikoima pitää mahdollisimman laajana, koska yksittäisten polttoaineiden saatavuus voi olla epävakaata ja ala kehitty jatkuvasti.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali

Työmaakuljetusten päästövähennyspotentiaali perustuu pääasiassa kuorma-autojen energiatehokkuudessa tapahtuviin muutoksiin sekä käyttövoimien hitaaseen muutokseen kohti sähkökäyttöisiä ajoneuvoja. Kuorma-autojen ohella työmaakuljetuksiin käytetään myös pakettiautoja, joiden päästökehitys on kuorma- autoja nopeamaa käyttövoimien nopeamman muutoksen takia.

Raskaan liikenteen päästöihin vaikuttavat erityisesti raskaan liikenteen kiristyvät CO₂-raja-arvot, jotka vaikut- tavat ajoneuvojen myyntiosuuksiin sekä kansalliseen ajoneuvokantaan. Hankkeessa toteutettu laskenta pe- rustuu Traficomin päivitettyyn WAM1 ennusteeseen, jossa on arvioitu raskaan liikenteen CO₂-raja-arvojen ja markkinamuutosten vaikutusta ajoneuvokannan käyttövoimaosuuksiin ja päästöihin.²¹⁰

Kuljetusten päästövähennyspotentiaali perustuu Traficomin²¹¹ tuottamiin ennusteisiin kuorma-autojen ja pakettiautojen päästövähennyksistä. Kun ennusteessa huomioidaan lainsäädännön muutokset sekä hankin- tatut kuorma- ja pakettiautoille kuorma-autojen päästöt perusuralla olisivat nykytilanteeseen verrattuna 40 % pienemmät vuonna 2035 ja 42 % pienemmät vuonna 2050. Pakettiautojen päästökehitys on ennusteen mukaan merkittävästi kuorma-autoja nopeampaa siten, että pakettiautojen päästöt olisivat nykytilanteeseen verrattuna 67 % pienemmät vuonna 2035 ja 94 % pienemmät vuonna 2050.

Toimenpiteen kustannukset

Uusien vähäpäästöisten ja sähköisten kuljetusajoneuvojen hankinnan investointikustannukset ohjautuvat pääasiassa kuljetuspalveluiden tarjoajille. Rakennusliikkeiden omissa kuljetusajoneuvoissa siirrytään oletet- tavasti ensin uusiutuviin polttoaineisiin, jonka jälkeen täyssähköisiin ajoneuvoihin. Siirtymää täyssähköisiin ajoneuvoihin saattaa vauhdittaa näiden edulliset käyttökustannukset.

²⁰⁹ European Commission (2021). Count your transport emissions - 'CountEmissions EU'. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13217-Count-your-transport-emissions-CountEmissions-EU_en

²¹⁰ Traficom (2023). Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf

²¹¹ Traficom (2023). Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf

Lyhyellä aikavälillä rakennuttajat pyrkivät vaikuttamaan kuljetusten kustannuksiin (ja päästövaikutuksiin) myös logististen matkojen suunnittelulla ja lyhentämällä siten, että rakentamisen materiaalit ja tuotteet tuotaisiin yhä enemmän hankkeen lähiympäristöstä.²¹²

Kädenjälki vientipotentiaalista

Vähäpäästöisillä kuljetuksilla ei ole merkittävää vientipotentiaalia. Kuljetuspalveluiden ja -ajoneuvojen vähähiilisyys etenee myös kansainvälisesti ajoneuvojen sääntelyn ja teknologian kehittyessä.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Vähäpäästöisiin kuljetuksiin liittyvistä osaamis- ja kehitystarpeista on toistaiseksi vain vähän tietoa kansallisesti. Päästöttömien työmaakuljetusten seuranta tehdään toistaiseksi työmailla vain harvoin siihen soveltuvien työkalujen ja toimintamallien puutteen vuoksi²¹³. Työmaiden kuljetusten päästövaikutusten minimoointia voitaisiin kuitenkin yleisesti edistää lisäämällä kuljetusten optimointia työmaiden raskaisiin kuljetuksiin keskittyneissä palveluissa. Lisäksi työmaiden kuljetusten päästöjä voidaan osin minimoida parantamalla ja tehostamalla työmaiden sisäistä logistiikkaa siten, että raskaiden kuljetusajoneuvojen sekä pakettiautojen odotusajat työmailla voitaisiin minimoida²¹⁴. Sisäisen logistiikan tehostaminen ja parempi suunnittelu eivät lähtökohtaisesti vaadi uudenlaista osaamista vaan olemassa olevan tietotaidon kohdentamista kuljetusten läpimenoajan tehostamiseen. Tätä saattaa edistää tehostamiseen liittyvät hyödyt rakennushankkeen tuottavuuteen²¹⁵.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Vähähiilisten kuljetusten kysynnän kasvu tarjoaa mahdollisuuksia logistiikkapalveluiden tarjoajille tarjoaman kehittämiseen. Lisäksi kysyntä lisää tarvetta kuljetusteknologian kehittymiselle ja laitevalmistajien uusille ratkaisuille päästöjen vähentämiseksi.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Kuljetusajoneuvojen päästöjen vähentymisellä on epäsuoria myönteisiä vaikutuksia biodiversiteettiin ilmastomuutoksen hillinnän kautta. Kuljetusajoneuvojen päästöjen vähentäminen hillitsee ilmastomuutosta, joka on eräs luontokadun merkittävimmistä ajureista.

Sähkökäyttöisillä kuljetusajoneuvoilla saattaa olla negatiivisia biodiversiteettivaikutuksia näiden ajoneuvojen akkujen valmistukseen liittyvän teollisuuden kautta. Akuissa käytettävien mineraalien ja metallien louhinnan aiheuttavat merkittävät maankäytön muutokset ja luontaisten elinympäristöjen tuhoutuminen vaikuttavat tyypillisesti merkittävästi kaivannaisalueen luontaisiin elinympäristöihin ja niillä esiintyvien lajien runsauteen ja monimuotoisuuteen. Kuljetusajoneuvoissa hyödynnetyillä biopolttoaineilla saattaa olla biodiversiteettivaikutuksia riippuen biopolttoaineen alkuperästä ja tuotantotavasta (esim. puupohjainen biomassa tai ruoantuotannon jäte- ja sivuvirrat). Biopolttoaineiden kokonaiskestävyyden ja biodiversiteettivaikutusten

²¹² Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

²¹³ Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

²¹⁴ Mallat, E. (2022). Toimenpiteitä hiilipäästöjen alentamiseksi rakennustyömailla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/744753/Mallat_Eetu.pdf?sequence=2

²¹⁵ Mallat, E. (2022). Toimenpiteitä hiilipäästöjen alentamiseksi rakennustyömailla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/744753/Mallat_Eetu.pdf?sequence=2

kannalta tulisi varmistaa, että polttoaineessa hyödynnetty biomassa tuotettaisiin kestäviksi katsotuista lähteistä, esim. pääasiassa maa- ja metsätalouden jätteistä ja sivuvirroista joita ei pystytä muutoin hyödyntämään.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Biopolttoaineiden valmistamisen sosiaaliset vaikutukset ovat kiinteästi sidoksissa niiden raaka-aineisiin, joiden tuotanto voi johtaa myös sosiaalisen oikeudenmukaisuuden kannalta problemaattisiin maankäytön muutoksiin ja esimerkiksi vaarantaa ruokaturvaa. Toisaalta biopolttoaineet vähentävät fossiilisten polttoaineiden tuotannon arvoketjun negatiivisia sosiaalisia kestävyysvaikutuksia ja niiden valmistaminen voi lisätä työpaikkoja myös kotimaassa tasapainottaen fossiilitalouden alasajon aiheuttamaa työpaikkojen ja kokonaisten elinkeinojen vähentymistä. Fossiilisista polttoaineista irtautuminen lisää myös energiaomavaraisuutta Suomessa.

Sähköistymisen kustannukset jakautuvat kokonaisuudessaan epätasaisesti verkon käyttäjien ja alueiden välillä, mikä voi ajoneuvojen sähköistymisen kustannusvaikutusten keskittymistä.²¹⁶ Lisäksi akkumateriaalien tuotantoon liittyy oikeudenmukaisuuskysymyksiä toistaiseksi ennen kaikkea kansainvälisellä tasolla.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen akkujen kehitys ja tuotanto vaatii useita ajoneuvojen akuissa käytettäviä kriittisiä mineraaleja ja metalleja (esim. litium, koboltti ja nikkeli).

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Kiviainesten ja maamassojen hallinnan ja käytön tehostaminen

Toimenpiteen kuvaus

Kiviaineksiin lukeutuvat hiekka ja sora, kalliosta louhitut jalostetut kiviainekset (murskeet ja sepelit) sekä teolliset ja kierrätyskiviainekset (esim. betonimurske ja asfalttirouhe).²¹⁷ Maamassoilla taas viitataan maanrakennuksessa syntyviin erottelemattomiin maa-aineksiin. Kiviaineksiä käytetään talon- ja infrarakentamisen toimialoilla muun muassa rakennusten ja väylien perustamiseen, rakennukseen sekä kunnossapitoon sekä muihin kaupunkiympäristöjen rakenteiden ja infrastruktuurin rakentamiseen (esim. meluvallit). Kiviainesten

²¹⁶ Kivimaa et al (2021). Sähköistyvän yhteiskunnan ja energiamurroksen vaikutukset sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen. Suomen ilmastopaneelin raportti 3/2021.

²¹⁷ Nippala (2019). Inframarkkina ja kiviaineskäyttö Suomessa 2019–2020.

käytöstä aiheutuvat merkittävimmät haitalliset ympäristövaikutukset liittyvät niiden kuljetuksiin ja käsitte-
lyyn.²¹⁸

Keskeiset alatoimialat

Kaikki rakennuttaminen

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

2010-luvulla kiviaineksia on käytetty Suomessa noin 130–145 miljoonaa tonnia vuodessa.²¹⁹ Tyypillisesti 20–30 % rakennus- tai infraprojektien tarvitsemista kiviaineksista saadaan työmaalta. Loput aineksista tuodaan työmaan ulkopuolelta. Suomessa on huomattavia määriä sora-, hiekka- ja kalliokiviainesta, mutta niiden laatu ja määrä vaihtelevat merkittävästi alueittain. Käyttökelpoiset varannot eivät ole optimaalisesti sijoittuneet vastaamaan kiviainestarpeita eri alueilla.²²⁰

Kiviainesten kuljetuksista ja käytöstä aiheutuvien haitallisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi rakennushankkeiden suunnittelussa pyritään massatasapainoon siten, että kohdealue (esim. osayleiskaavan alue) olisi maa-aineshuollon suhteen mahdollisimman omavarainen. Tämä tarkoittaa sitä, että maa-ainesten siirrot, käyttö ja loppusijoittaminen pyritään toteuttamaan ennalta määritetyn kohdealueen sisällä. Kiviainesten ja maamassojen tuotannosta ja logistiikasta aiheutuvien päästöjen vähentämiseksi ja minimoimiseksi rakennushankkeissa syntyvä ylijäämäainekset tulisi käyttää muilla työmailla tai muissa hyötykäyttökohteissa. Maamassojen (ml. kiviainekset) hallinta ja resurssiviisas käyttö vaatii maamassojen koordinaatiota sekä esim. kiviainesten uudelleenkäytön mahdollistamista ja kehittämistä.

Hankkeessa toteutetun kyselyn perusteella kiviainesten ja maamassojen hallinnassa ollaan toistaiseksi alkutaipaleella. Kyselyn neljästä infratoimialan vastaajasta kaksi ei ollut ottanut massahallintaan liittyviä toimenpiteitä käyttöön ja kahdella toimenpiteet olivat pilottivaiheessa. Kyselyyn vastanneiden infratoimialan toimijoiden määrä ei ole kattava eikä muodosta kattavaa kuvaa maamassojen hallinnasta koko alalla. Kysely antaa kuitenkin viitteitä maamassojen hallintaan liittyvistä toimenpiteistä toimijatasolla.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali

Kiviainesten ja maamassojen hallinnan kansallisia päästövaikutuksia ja päästövähennyspotentiaalia ei toistaiseksi ole arvioitu kansallisella tasolla. Viitteitä toimenpiteellä saavutetuista mahdollisista päästövähennyksistä löytyy kuitenkin tapausesimerkeistä. Esimerkiksi vuoden 2015 Helsingin kaupungin kaivuumaisten hyödyntämisen kehittämissuunnitelmassa saavutettiin 2,1 miljoonan litran säästö polttoainekäytössä sekä 30 300 tCO²-päästöjen vähennys. Kehittämissuunnitelman tulokset saavutettiin 1) vähentämällä kaivuumaan määrää ja parantamalla resurssitehokkuutta, 2) edistämällä kaivuumaisten uudelleenkäyttöä ja 3) turvaamalla ylijäämämaiden loppusijoitus. Vuonna 2020 valmistuneen Santalahden rantapuiston ratikkahankkeessa hiilidioksidipäästöjä pystyttiin vähentämään jopa 54 % ylijäämämassojen hallinnalla ja hyötykäytöllä verrattuna tilanteeseen, jossa massoja ei olisi voitu hyödyntää lähellä rakennuskohdetta. Vastaavaa tarkastelua toteutettiin Tampereen Tesoman koulun rakennushankkeen yhteydessä. Hankkeessa tarkasteltiin eri vaihtoehtoja

²¹⁸ Huhtinen, T. et al (2018). Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13:2018. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160707/YMra_13_2018_Kiviaineshuollon_kehittaminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²¹⁹ Nippala (2019). Inframarkkina ja kiviaineskäyttö Suomessa 2019-2020.

²²⁰ Lonka H. et al. (2015). Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 54/2015.

maamassojen hyödyntämisteelle. Korkean hyödyntämisteeseen skenaariossa hankealueen ulkopuolelta tulevien maamassojen minimoinnilla saavutettiin 75 % päästövähennys kuljetuspäästöissä²²¹.

Hankkeessa toteutetussa laskennassa kiviainesten ja maamassojen hallinnan päästöt sisältyvät rakentamisen kuljetusten päästöihin, eikä niiden päästövähennyspotentiaalille luotu tarkkaa erillistä arviota.

Toimenpiteen kustannukset

Kuljetuskustannukset kattavat noin puolet kiviainesten hinnasta²²². Kiviainesten ja maamassojen hallinnan tehostaminen ja uudelleenkäyttö aiheuttaa pääasiassa kustannussäästöjä. Mikäli lisäkustannuksia syntyy ne kohdistuvat rakentamisen suunnitteluun.

Toimenpiteellä onkin pääasiassa merkittäviä positiivisia kustannusvaikutuksia, kun kiviainesten ja maamassojen kuljetuksia voidaan tehostaa massakoordinaation ja uudelleenkäytön avulla. Arviota kiviainesten ja maamassojen hallinnan parantamisen ja tehostamisen tuomista kustannussäästöistä ei ole tehty kansallisella tasolla. Viitteitä toimenpiteellä saavutetuista mahdollisista päästövähennyksistä löytyy kuitenkin tapausesimerkeistä. Esimerkiksi vuoden 2015 Helsingin kaupungin kaivuumaisten hyödyntämisen kehittämissuunnitelmassa säästettiin yhteensä 17 miljoonaa euroa vuosina 2014–2015.²²³

Kädenjälki vientipotentiaalista

Kiviainesten ja maamassojen hallinnalla ei palveluna ole merkittävää vientipotentiaalia. Massakoordinaatiota ja maamassojen hallintaa edistetään myös kansainvälisesti kuljetuskustannusten ajamana.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Kiviainesten ja maamassojen parempi ja tehokkaampi hallinta vaativat hyvin toimivaa massakoordinaatiota, jonka edellytyksinä ovat tarkat tiedot rakennustyömailta syntyvistä kiviaines- ja maamassoista ja niiden laadusta (tarjonta) sekä niiden tarpeesta (kysyntä). Tarvittavien tietojen lisäksi massakoordinaatioon vaaditaan järjestelmä maamassojen kuljetusten seurantaan.²²⁴ Tällaista tietoa työmailta syntyvistä maa-aineksista ei toistaiseksi ole ollut kattavasti saatavilla²²⁵.

Kiviainesten ja maamassojen tehokkaampi hallinta vaatii osaamisen kehittämistä sekä työmaiden kiviainesten ja maamassojen määrän ja laadun seurannassa sekä massojen uudelleenkäytön mahdollisuuksien tunnistamisessa ja sijoituksen koordinaatiossa. Lisäksi kansallisella tasolla massakoordinaation kehittäminen vaatii järjestelmien ja niihin liittyvät osaamisen kehittämistä.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Kysyntä kiviainesten ja maamassojen tehokkaammalle hallinnalle luo mahdollisesti kysyntää massakoordinaatiota helpottavien järjestelmien kehittäjille.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

²²¹ Rauhala K. Kiertotalous rakentamisessa – Tampere. Esitys (saatu Juha Laurilalta Infra ry:stä 18.12.2019).

²²² Huhtinen, T. et al (2018). Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13:2018.

²²³ Huhtinen, T. et al (2018). Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13:2018.

²²⁴ Huhtinen, T. et al (2018). Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13:2018.

²²⁵ Nätti, J. (2020). Maamassojen hallinta ja uusiokäyttö Jyväskylän kaupungilla. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/353618/N%C3%A4tti_Joonas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kiviainesten kuljetusten ja uudelleenkäytön tehostaminen ja parantaminen voivat parhaimmillaan tuottaa merkittäviä myönteisiä luontovaikutuksia verrattuna tilanteeseen, jossa kuljetuksia ei pystytä tehostamaan ja ylijäämämaata ja kiviainesta ei saada hyötykäytettyä. Erityisiä myönteisiä vaikutuksia voidaan saavuttaa maa-ainesten tehokkaalla hyötykäytöllä, jolloin neitseellisen louhittavan kivi- ja maa-aineksen määrää voidaan vähentää. Tällöin myös vaikutukset kivi- ja maa-ainesten ottopaikkojen läheisiin elinympäristöihin oletettavasti vähentyvät ja uusien ottopaikkojen perustamisen määrää voidaan vähentää.

Mikäli tehostaminen vähentää maamassojen ja kiviainesten kuljetustarpeita alueelta toiselle, se ehkäisee vieraslajien leviämistä ja niistä paikalliselle luonnolle koituvaa haittaa.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Kun kuljetusmatkoja pyritään lyhentämään, maamassojen ottopaikkojen sijoittuminen lähemmäs asutusta voi aiheuttaa maisema- ja meluhaittoja sekä huonontaa ilmanlaatua paikallisesti.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Kiviainesten ja maamassojen hallinnan ja käytön tehostaminen eivät vaadi kriittisiä materiaaleja.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Rakennuksen talotekniset energiatehokkuustoimenpiteet (mm. rakennusautomaatio)

Toimenpiteen kuvaus

Rakennusten talotekniset energiatehokkuustoimenpiteet kattavat tässä hankkeessa lämmitysjärjestelmään, ilmanvaihtojärjestelmään, sekä sähköön liittyvät toimenpiteet. Energiatehokkuuden parantaminen, rakennusautomaatio ja energian kulutusjousto ovat avainasemassa rakennusten taloteknisten energiatehokkuustoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

Keskeiset alatoimialat

Talotekniikka, talonrakentaminen sekä rakennusten omistaminen ja käyttö.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Hankkeessa teetetyin kyselyn vastausten perusteella taloteknisten energiatehokkuustoimenpiteiden toteutus on käytössä jollain tasolla kahdessa kolmesta talonrakennus- ja rakennuttamisyriyksestä. Joka kymmenes vastaaja kertoi taloteknisten energiatehokkuustoimenpiteiden olevan osa toiminnan perusmenettelyjä.

Niistä yrityksistä, joissa talotekniset energiatehokkuustoimenpiteet ovat pilottivaiheessa, 72 % näkee toimien skaalautuvan vuoteen 2030 mennessä.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiali

Rakennusten käyttövaiheen energian päästöt ovat vuonna 2021 6,46 milj. tCO₂e muodostaen 69 % koko Suomen talonrakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä ja 62 % koko rakennetun ympäristön hiilijalanjäljestä.

Mikäli taloteknisten energiatehokkuustoimien vaikutus mukailisi EU:n energiatehokkuusdirektiivissä asetettua loppukulutuksen vähenemää (11,7 % vuoteen 2030 mennessä)²²⁶, olisi rakennusten käyttövaiheen energiankulutuksen päästövähennyspotentiali nykyisillä energioiden ominaispäästökertoimilla laskettuna 0,76 milj. tCO₂e. On kuteinkin huomioitava, että sähkön tuotannon ominaispäästöjen ennustetaan laskevan lähelle nollaa vuoteen 2030 mennessä²²⁷, minkä lisäksi kaukolämmön ominaispäästöjen ennustetaan laskevan 80 % samalla aikajaksolla²²⁸.

Toimenpiteen kustannukset

Motivan tuettujen energiakatselmuksien ehdotettujen säästötoimenpiteiden mukaan taloteknisten energiatehokkuustoimien investointimahdollisuudet ovat yhteensä 58,6 milj. € noin 1400 katselmuksen otannalla²²⁹. Taloteknisiksi energiatehokkuustoimiksi on katsottu lämmitysjärjestelmään, ilmanvaihtojärjestelmään ja sähkseen liittyviä toimia. Kun Motivan laskema investointipotentiali skaalataan kattamaan kaikki Suomen rakennukset (192617 kpl)²³⁰, ovat koko rakennetun ympäristön taloteknisten energiatehokkuustoimien kustannukset suurimmillaan 8,03 miljardia euroa.

Kädenjälki vientipotentialista

Sekä laitteistoilla että osaamisella on vientipotentialia.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Taloteknisten järjestelmien asennus vaatii sähkötekniikan koulutuksen ja tällä hetkellä sähkötekniikan erityisasiantuntijat luokitellaan työvoimapula-ammattiksi. Tämän raportin kirjoitushetkellä työvoimatarve

²²⁶ Eurooppa-neuvosto (2023). Neuvosto hyväksyi energiatehokkuusdirektiivin. <https://www.consilium.europa.eu/press/press-releases/2023/07/25/council-adopts-energy-efficiency-directive/>

²²⁷ Lund, P. (2022). Sähköistymisen vaikutuksia ja mahdollisuuksia Suomen energijärjestelmässä - skenaariotarkasteluja. Ilmastopaneelin raportteja. <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2022/03/ilmastopaneelin-raportti-1-2022-sahkoistamisen-vaikutuksia-ja-mahdollisuuksia-suomen-energiajarjestelmassa-skenaariotarkasteluja.pdf>

²²⁸ Energiateollisuus (2022). Energia-alan vähähiilisyystiekartta. https://energia.fi/files/6691/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_paivitetty_1_2022.pdf

²²⁹ Motiva (2022). Tuetut energiakatselmuksset. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmuksset/toiminta/tuetut_energiakatselmuksset/tilastotietoa_katselmuksista/saastotoimenpiteet

²³⁰ Energiatodistusrekisteri (2024). <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot>

sähkötekniikan erityisasiantuntijoille on 125 kpl²³¹, mutta mm. EU:n energiatehokkuusdirektiivin vaikutuksesta työntekijöitä tarvitaan lähitulevaisuudessa entistä suurempi määrä. Taloteknisten energiatehokkuustoimien toteutuksen muita osaamistarpeita ovat mm. automaatioasennus, kylmätekniikka ja LVI²³². Ratkaisujen hyödyntämisen edellyttämä osaaminen ei rajoitu toimenpidespesifiin teknologiaosaamiseen vaan ulottuu yleisten teknisten valmiuksien kasvamiseen sekä asentajien että käyttäjien osalta.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

Ei olennainen.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Rakennusautomaatio saattaa luoda tarvetta uusille kaivannaismateriaaleille tai tehdä rakennukset teknologiariippuvaisemmiksi, mikä saattaa lisätä luonnonvarojen kulutusta tai raaka-aineiden hankinnan kautta maankäyttöä.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Erityisesti älyratkaisut herättävät kuluttajissa huolta järjestelmien keräämien yksityisyydensuojaa uhkaavien tietojen väärinkäytöksistä. Kuluttajien taustatekijät kuten koulutus, varallisuus ja asumismuoto vaikuttavat teknologioiden käyttöön. Tukien ja avustusten jakautumisessa on isoja eroja kuluttajaryhmien välillä, mikä voi rajoittaa tiettyjen teknologioiden saatavuutta. Digitalisaatiossa on puutteita osallistumisessa ja monimuotoisuudessa, mikä voi pahentaa digikuiluja, ellei haavoittuvia kuluttajia oteta mukaan.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Ei olennainen.

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Talotekniikan mahdollisuuksia edistää energiankäytön kulutusjoustoa tarkastellaan erillisenä toimenpiteenä.

Päästöttömien lämmöntuotantojärjestelmien lisääminen rakennuksissa

Toimenpiteen kuvaus

²³¹ Larja, L., Peltonen, J. (2023). Työvoiman saatavuus, työvoimapula ja kohtaanto-ongelmat vuonna 2022. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164550/Ty%C3%B6voimatiekartat_hankkeen%20loppuraportti_tarkistettu.pdf

²³² Hankkeen ensimmäinen sidosryhmätyöpaja (5.4.2024)

Päästöttömillä lämmöntuotantojärjestelmillä tarkoitetaan tässä raportissa maalämpöä sekä erilaisia lämpöpumppuja (esim. ilma-vesilämpöpumput sekä poistoilmalämpöpumput. Päästöttömien lämmöntuotantojärjestelmien käyttöönotolla pyritään irtautumaan rakennusten fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta erillislämmityksestä. Maalämmöllä tai lämpöpumpuilla voidaan kattaa merkittävä osa rakennusten vuotuisesta lämmöntarpeesta taloudellisesti kannattavasti öljylämmitykseen verrattuna.²³³

Keskeiset alatoimialat

Talonrakentaminen ja rakennusten omistaminen ja käyttö.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Lämpöpumppujen suosio on kasvanut EU:ssa ja Suomessa merkittävästi viime vuosien aikana. Viimeisen kahden vuoden aikana lämpöpumppujen suosiota ja kysyntää on käytönaikaisten kustannussäästöjen sekä myönteisten ympäristövaikutusten lisäksi ajanut vuonna 2022 alkanut Ukrainan sota. Lämpöpumppujen myyntiä ja käyttöönottoa niin uudisrakentamisessa kuin olemassa olevissa rakennuksissa vauhdittavaa myös EU-lainsäädäntö ja -tavoitteet. EU:n uuden rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan vuodesta 2030 alkaen uusien rakennusten ja vuodesta 2050 alkaen koko EU:n rakennuskannan tulee uuden rakennusten energiatehokkuuslainsäädännön nojalla olla nollapäästörakennuksia. Nollapäästörakennuksella on vähäinen energiankulutus ja olemattomat tai hyvin vähäiset käytönaikaiset päästövaikutukset. Lisäksi esimerkiksi RePowerEU ohjelman tavoitteena on asentaa 30 miljoonaa uutta lämpöpumppua vuoteen 2030 mennessä²³⁴. Suomelle tämä tarkoittaisi noin 1,4 miljoonaa uutta lämpöpumppua vuoteen 2030 mennessä²³⁵.

Vuonna 2023 Suomessa oli yhteensä 1,45 miljoonaa lämpöpumppua. Suhteutettuna talouksien määrään Suomessa on eniten lämpöpumppuja Euroopan maista²³⁶. Suomessa suurin osa myytävistä lämpöpumpuista on ilmalämpöpumppuja²³⁷.

Rakennusten vähäpäästöisten ja päästöttömien lämmöntuotantojärjestelmien käyttöönottoa edistetään uudis- ja korjausrakentamisessa rakennusten energiatehokkuutta ohjaavalla lainsäädännöllä. Lisäksi olemassa olevan rakennuskannan lämmöntuotantojärjestelmien muutosta edistetään kansallisen korjausrakentamisen strategian kautta. Nykyisen korjausrakentamisen strategian tavoitteena on vähentää rakennusten lämpöenergiankulutusta 60 % vuoteen 2050 mennessä. Strategia tullaan kuitenkin päivittämään EU-lainsäädännön päivitysten takia.

Vähäpäästöiset tai päästöttömät lämmöntuotantojärjestelmien kuten maalämmön ja lämpöpumppujen käyttöönotto on erityisesti uudisrakentamisessa valtavirtaistunut nopeasti. Vuosina 2015–2021 asuintalojen lämpöpumppujen energiankulutus on kasvanut 4 460 GWh:sta 7 345 GWh:iin. Korjausrakentamisen strategiaan perustuen hankkeessa oletettiin, että lämpöpumppujen käyttämän energian määrä kasvaa vuoteen 2050 mennessä noin 10 770 GWh:n. Sähkölämmityksen osuuden taas odotetaan pienentyvän merkittävästi

²³³ Raivio, T. et al (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, Osa 2: Vähähiilisyyden mahdollisuuksien tarkastelu. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-2-vahahiilisyyden-mahdollisuudet.pdf>

²³⁴ Toileikyte, A. et al (2023). The Heat Pump Wave: Opportunities and Challenges. European Commission, Joint Research Centre publication. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC134045/JRC134045_01.pdf

²³⁵ Toileikyte, A. et al (2023). The Heat Pump Wave: Opportunities and Challenges. European Commission, Joint Research Centre publication.

²³⁶ <https://www.ehpa.org/market-data/>, luvussa mukana myös tukilämmitysmuotona hyödynnetyt pumput.

²³⁷ <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69977210/suomesta-tuli-lampopumppujen-suurvalta-euroopassa-suomessa-eniten-lampopumppuja-per-1-000-kotitaloutta-kohden?publisherId=69819350>

vuoteen 2050 mennessä vuoden 2021 tasosta. Vuonna 2021 asuinrakennusten sähkölämmitys kulutti noin 15 120 GWh:ta, kun sen 2050 oletetaan kuluttavan noin 6 230 GWh:ta.

Hankkeessa toteutetun kyselyyn vastanneista talonrakentamisen ja rakennuttamisen alatoimialan toimijoista noin lähes 80 % kertoi hyödyntävänsä vähäpäästöisiä rakennusten lämmitysjärjestelmäratkaisuita (esim. maalämpö ja lämpöpumput). Talonrakennuttajista 13 % kertoi hyödyntävänsä päästöttömiä lämmöntuotantojärjestelmiä kaikissa kohteissa ja 41 % useissa kohteissa. Kyselyyn vastanneista kiinteistöjen omistajista yli 80 % kertoi hyödyntävänsä vähäpäästöisiä rakennusten lämmitysjärjestelmäratkaisuita.

Toimenpiteen päästövähennyspotentialiaali

Rakennusten energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen oletetaan vähentyvän merkittävästi vuoteen 2035 ja 2050 mennessä EU:n rakennusten energiatehokkuuslainsäädännön ansiosta. Maalämpö- sekä vesi- ja ilmalämpöpumpuilla voidaan merkittävästi edistää Suomen siirtymää kohti rakennuskannan käytönaikaista päästöttömyyttä. Rakennusten energiakorjauksilla ja lämmitysjärjestelmien vaihdon päästövähennyspotentialiaalin on arvioitu olevan yli 80 %²³⁸.

Toimenpiteen kustannukset

Maalämpöpumpun investointikustannukset ovat kaukolämmön käyttöönottoa korkeammat. Toisaalta maalämmön käytönaikaiset kustannukset ovat tyypillisesti muita lämmitysmuotoja alaisemmat. Suurimmat kustannussäästöt saadaan aikaiseksi vaihdettaessa öljylämmityksestä maalämpöön. Maalämpöpumpun ohella myös ilma- ja vesilämpöpumppujen investointikustannukset ovat korkeat, mutta niillä voidaan saavuttaa merkittäviä kustannushyötyjä käytönaikaisen energiankulutuksen hinnassa.

Kädenjälki vientipotentiaalista

Sekä laitteistoilla että osaamisella on vientipotentiaalia. Euroopan markkinassa myös viilentämisratkaisut ovat mahdollinen kärki.

Osaamistarpeet alalla toimenpiteen toteuttamiseksi

Lämpöpumpputeollisuus on viime vuosina kasvanut yhdeksi suurimmaksi työnantajaksi uusiutuvan energian alalla EU:ssa ja työllistää nykyisin lähes 320 000 ihmistä²³⁹. Lämmitysjärjestelmien vaihdoksiin liittyvä merkittävä kasvu lisää työvoiman kysyntää ja lämpöjärjestelmien osalta osaamistarpeiden kannalta keskeistä onkin uusien lämmitys- ja jäähdytysalan asentajien koulutus. Arvioiden mukaan noin 500 000–750 000 uutta lämpöpumppuasentajaa tulisi kouluttaa markkinoille vuoteen 2030 mennessä, jotta kasvavaan kysyntään voitaisiin vastata²⁴⁰. Lisäksi lämpöpumppujen kysynnän kasvun oletetaan lisäävän merkittävästi työpaikkoja lämpöpumppujen arvoketjussa.

Toimenpiteen luoman sektorirajat ylittävät liiketoimintamahdollisuudet

²³⁸ Hirvonen, J. et al (2018). Towards the EU emissions targets of 2050: optimal energy renovation measures of Finnish apartment buildings. International Journal of Sustainable Energy, DOI:10.1080/14786451.2018.1559164.

²³⁹ EurObserv'ER. (2021). The state of renewable energies in Europe. <https://www.eurobserv-er.org/category/all-annual-overview-barometers/>

²⁴⁰ Toleikyte, A. et al (2023). The Heat Pump Wave: Opportunities and Challenges. European Commission, Joint Research Centre publication.

Kysyntä päästöttömille talokohtaisille lämmöntuotantojärjestelmille luo mahdollisuuksia näin järjestelmien laitekehittäjille sekä esimerkiksi lämpöpumppujen huoltopalveluiden tarjoajille.

Toimenpiteiden biodiversiteettivaikutukset Suomessa

Lämmitysjärjestelmien vaihdoksista aiheutuvalla päästöjen vähentymisellä on epäsuoria myönteisiä vaikutuksia biodiversiteettiin ilmastonmuutoksen hillinnän kautta. Päästöjen vähentyminen hillitsee ilmastonmuutosta, joka on eräs luontokadun merkittävimmistä ajureista.

Rakennusten lämmitysjärjestelmistä aiheutuvat mahdolliset haitalliset biodiversiteettivaikutukset sijoittuvat pääasiassa lämpöpumppujen arvoketjun alkupäähän pumpuissa hyödynnettävien metallien ja mineraalien louhintaan. Lämpöpumpuissa hyödynnetään useita metalleja (esim. kromi, rauta, nikkeli ja kupari), joiden louhintaan liittyvä kaivostoiminta aiheuttaa tyypillisesti merkittäviä maankäytön muutoksia ja luontaisten ekosysteemien ja elinympäristöjen tuhoutumista. Kaivostoiminta vaikuttaa pääsääntöisesti merkittävästi alueen luontaisiin elinympäristöihin ja niillä esiintyvien lajien runsauteen ja monimuotoisuuteen.

Toimenpiteen sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Energiainvestointeihin kohdistuvat tuet ovat keskeisessä roolissa toimenpiteen sosiaalisen oikeudenmukaisuuden varmistamisessa. Myös yksilö- ja kuluttajatasolla haasteena voidaan nähdä luopuminen tutusta kiinteistön lämmitysmuodoista, kun se koetaan oikeuksien loukkaamisena. Lisäksi esimerkiksi taloyhtiötasolla toteutettavat investoinnit edellyttävät osaamista ja tietoa yksityishenkilöiltä, jolloin päätöksenteko ei välttämättä ole inklusiivista vaan se nojaa vahvasti valvutuneempien osakkaiden tai palveluntarjoajan markkinointiin.²⁴¹

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Lämpöpumpuissa käytetään useita metalleja ja mineraaleja, joista osa on luokiteltu kriittisiksi materiaaleiksi. Tällaisia erilaisissa lämpöpumpuissa hyödynnettyjä kriittisiä materiaaleja ovat esimerkiksi nikkeli, kupari ja neodyymi.²⁴²

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Rakennusten energijärjestelmien vaihdokset tarjoavat yhdessä kiinteistöautomaatio- ja energiahallintajärjestelmien kanssa kuluttajille mahdollisuuden sähkön kulutusjoustopuun hyödyntämiseen. Energiahallintajärjestelmien kautta kuluttaja voi seurata reaaliaikaisesti kiinteistön laitteiden sähkönkulutusta ja ohjata sitä esimerkiksi lämpöpumpun avulla. Suuremmissa kiinteistöissä ja esimerkiksi toimitiloissa tämänkaltaisen energiankäytön hallinta on tyypillisesti automatisoitu. Monissa markkinoilla olevissa lämpöpumpuissa on nykyisin

²⁴¹ Lipsanen, A., Kivimaa, P. & Leino, M. 2021. Sähköistyvän yhteiskunnan ja energiamurroksen vaikutukset sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen. Suomen ilmastopaneelin raportti 3/2021. DOI: <https://doi.org/10.31885/9789527457054>

²⁴² U.S. Department of Energy (2023). Critical Materials Assessment. https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-07/doe-critical-material-assessment_07312023.pdf

nk. *smart grid* -valmius, eli niillä on mahdollista toteuttaa sähkön hintajoustoa tai kuormanohjausta. Lämpöpumppujen kulutusjoustopotentiali kuitenkin riippuu osin lämpöpumpun tyypistä ja parhaiten kulutusjousto soveltuvat suuren varauskapasiteetin pumput, jotka vesivaraajan vettä.²⁴³

Kulutusjouston hyödyntäminen

Toimenpiteen kuvaus

Kulutusjoustolla tarkoitetaan energiankäytön muutoksia, joita ohjaavat energian hinta. Kulutusjoustolla kiinteistönomistaja voi välttää energiankulutuksessaan energiantuotannon hintapiikkejä ja siirtää kulutusta edullisempiin ajankohtiin. Tulevaisuudessa energian kulutuksen on kyettävä entistä paremmin joustamaan saatavilla olevan uusiutuvan energiantuotannon mukaan. Taloteknisillä ratkaisulla kuten älykkäillä termostaateilla voidaan luoda automaatiojärjestelmä, jolla voidaan ohjata kiinteistön laitteiden kulutusta hintasignaalien perusteella.

Keskeiset alatoimialat

Talonrakentaminen ja rakennusten omistaminen ja käyttö.

Toimenpiteen toteutuksen tila tällä hetkellä

Suomessa kulutusjoustoa on sähköntuotannossa toteutettu jo pitkään suurilla teollisuudenaloilla kuten metsä-, metalli- ja kemianteollisuudessa. Asuinkiinteistöissä kulutusjouston hyödyntämiseen on kiinnitetty viime vuosina erityistä huomiota sähkön korkeiden hintojen takia.²⁴⁴

Kaukolämmön osalta kulutusjouston hyödyntäminen on vielä tällä hetkellä tutkimusvaiheessa²⁴⁵.

Kulutusjouston avulla rakennukset voivat toimia hajautettuina väliaikaisina energiavarastoina, tasata energian tarvetta ja mahdollistaa sähkön tarjonnan ja kysynnän tasapainottamisen.²⁴⁶

Toimenpiteen päästövähennyspotentialiaali

Kulutusjouston päästövähennyspotentialiaalia rakennusten sähkön- ja lämmönkäytössä ei ole kattavasti tutkittu Suomessa. Globaaleissa selvityksissä on kuitenkin arvioitu, että kulutusjouston avulla vähentää päästöjä

²⁴³ Salonen, O. (2017). Sähkön kysyntäjoustopuun kuormanohjausten tekniset toteutusmallit pienikiinteistöissä. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/133874/diplomityo_salonen_otso.pdf?sequence=2

²⁴⁴ <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyss/sahkomarkkinoiden-kehityshankkeet/kysyntajousto/>

²⁴⁵ Jokisalo et al (2023). Talotekniikka 2030 - Rakennusten energijoustavuus ja kulutusjousto. TH2. Energijoustavat rakennukset_loppuraportti.pdf (aalto.fi)

²⁴⁶ Jokisalo et al (2023). Talotekniikka 2030 - Rakennusten energijoustavuus ja kulutusjousto. TH2. Energijoustavat rakennukset_loppuraportti.pdf (aalto.fi)

Kulutusjouoston hyödyntäminen osallistaa kuluttajia energiamurroksen toteuttamiseen ja lisää kokemusta oman toiminnan vaikuttavuudesta. Toisaalta kulutusjouoston tuomat hyödyt energian kustannuksissa edellyttävät mahdollisuuksia optimoida omaa kulutusta, mikä ei ole kaikille käyttäjäryhmille mahdollista.

Toimenpiteeseen tarvittavat kriittiset materiaalit

Kulutusjouoston mahdolliset vaikutukset tarvittaviin kriittisiin materiaaleihin liittyvät kulutusjouoston hyödyntämisessä käytettyihin laitteisiin kuten lämpöpumppuihin ja niiden arvoketjuun (ks. lisää päästöttömien lämmöntuotantojärjestelmien (mm. maalämpö- ja ilmalämpöpumput) lisääminen rakennuksissa).

Toimenpiteen vaikutus hiilidioksidin talteenottoon ja teknisiin nieluihin Suomessa

Ei olennainen.

Mahdollisuudet sähkön kulutusjoustoihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen toimenpiteen toteuttamisessa

Ei olennainen.

Liite 3: Laskennassa käytetyt päästökertoimet

Materiaalit	Materiaali/polttoaine	Yksikkö	Päästökerroin	Lähde
	Betonirakennukset	kgCO ₂ /m ²	350,0	Helsingin kaupungin Asuntotuotanto ATT, 2024
	Muut rakennukset	kgCO ₂ /m ²	500,0	VTT, 2018
	Puurakennukset	kgCO ₂ /m ²	250,0	Helsingin kaupungin Asuntotuotanto ATT, 2024
	Teräsrakennukset	kgCO ₂ /m ²	360,0	VTT, 2018
	Tiilirakennukset	kgCO ₂ /m ²	264,2	Mukaillen VTT, 2018
	Päämateriaali tuntematon	kgCO ₂ /m ²	500,0	VTT, 2018
	Polystyreeni	kgCO ₂ e/m ²	9,6	SYKE, 2024
	Teräs, ratakisko	kgCO ₂ e/kg	2,6	SYKE, 2024
	Betoni, betoniratapölkky	kgCO ₂ e/kg	0,2	SYKE, 2024
	Sepeli, raidesepeli	kgCO ₂ e/kg	0,01	SYKE, 2024
	Alumiini	kgCO ₂ e/kg	2,6	SYKE, 2024
	Kuparilanka	kgCO ₂ e/kg	4,2	SYKE, 2024
	Öljy, mineral oil	kgCO ₂ e/kg	1,4	Defra, 2021
	Laitteet	kgCO ₂ e/kpl	351,3	Keskiarvo rataverkon laitteista
	Asfalttibetoni	kgCO ₂ e/kg	0,05	SYKE, 2024
	Pehmeä asfalttibetoni	kgCO ₂ e/kg	0,05	SYKE, 2024
	Kalliomurske	kgCO ₂ e/m ³	0,01	SYKE, 2024
	Betonielementti	kgCO ₂ e/m ³	340,0	SYKE, 2024
	Valmisbetoni	kgCO ₂ e/m ³	340,0	SYKE, 2024
	Asetinlaitteet	kgCO ₂ e/kpl	981,0	Edellinen hanke, 2020
	Opastimet	kgCO ₂ e/kpl	52,2	Edellinen hanke, 2020
	Balliisit	kgCO ₂ e/kpl	20,6	Edellinen hanke, 2020
	Galvanoitu teräs	kgCO ₂ e/kg	2,8	World Steel Association, 2019
	Primäärialumiini	kgCO ₂ e/kg	17,0	International Aluminium Association, 2018
	Alumiiniseos	kgCO ₂ e/kg	6,9	Ecoinvent, 2016
	Betoniputki	kgCO ₂ e/m	215,0	SYKE, 2024
	Muoviputki	kgCO ₂ e/m	2,1	SYKE, 2024
	Sähköputkitukset	kgCO ₂ e/kg	2,4	SYKE, 2024
	Muoviputki	kgCO ₂ e/kg	2,4	SYKE, 2024
	Teräsputki	kgCO ₂ e/kg	2,6	SYKE, 2024
	PVC-muoviputki	kgCO ₂ e/m	28,4	SYKE, 2024
	Alumiini	kgCO ₂ e/kg	3,1	SYKE, 2024
	Jänneteräslanka	kgCO ₂ e/kg	1,0	SYKE, 2024
	Paalupuu	kgCO ₂ e/kg	0,1	SYKE, 2024

	Muoviputki PP	kgCO ₂ e/kg	2,2	SYKE, 2024
	Vesijohtoputki PE	kgCO ₂ e/m	28,3	SYKE, 2024
	Metalliputket	kgCO ₂ e/m	131,0	SYKE, 2024
	Asbestisementtiputket	kgCO ₂ e/m	215,0	Betoniputkien kerroin
	Muut putket	kgCO ₂ e/m	28,3	Muoviputkien kerroin
Polttoaineet	Moottoribensiini	kgCO ₂ e/kWh	0,24	Defra, 2021
	Diesel	kgCO ₂ e/kWh	0,25	Defra, 2021
	Kevyt polttoöljy	kgCO ₂ e/kWh	0,27	Defra, 2021
Rakennusten energiankäyttö	Kaukolämpö (hyödynjakomenetelmä)	gCO ₂ /kWh	110,5	Tilastokeskus, 2021
	Sähkö (hyödynjakomenetelmä)	gCO ₂ /kWh	95,7	Tilastokeskus, 2021
	Raskas polttoöljy	kgCO ₂ e/kWh	0,29	Defra, 2021
	Kevyt polttoöljy	kgCO ₂ e/kWh	0,27	Defra, 2021
	Hiili	kgCO ₂ e/kWh	0,34	Defra, 2021
	Turve	kgCO ₂ /kWh	0,40	Tilastokeskus, 2024
	Maakaasu	kgCO ₂ e/kWh	0,20	Defra, 2021

Kuva 44. Laskennassa käytetyt päästökertoimet

Laskentaan haettiin Kuva 44 mukaisesti päästökertoimia mm. alla listatuista lähteistä. Osaa käytetyistä päästökertoimista ei voida julkaista lisenssiehtoihin vedoten.

- Helsingin kaupungin Asuntotuotanto ATT²⁵⁰
- VTT²⁵¹
- SYKE²⁵²
- Defra²⁵³
- Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -hanke²⁵⁴
- World Steel Association²⁵⁵
- International Aluminium Association²⁵⁶
- Tilastokeskus^{257,258}

²⁵⁰ Sähköpostitiedonanto, Jonna Seppänen (22.2.2024), Helsingin kaupungin Asuntotuotanto ATT.

²⁵¹ Häkkinen, T. ja Vares, S. (2018). Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen arviointi. VTT:n julkaisuja. <https://cris.vtt.fi/en/publications/rakennusten-khk-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6jen-ohjauksen-vaikutusten-arviointi>

²⁵² SYKE. (2024). Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat. <https://co2data.fi/>

²⁵³ Defra. (2021). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2021. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2021>

²⁵⁴ Laine, A., et al. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/vahahiilisyyden-tiekartta/>

²⁵⁵ World Steel Association. (2019). <https://worldsteel.org/>

²⁵⁶ International Aluminium Association. (2018). <https://international-aluminium.org/>

²⁵⁷ Tilastokeskus. (2022). Polttoaineluokitus 2021. https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2021.xlsx

²⁵⁸ Tilastokeskus. (2022). Sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt. https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2022/data/t12_03.xlsx

Gaia Consulting Oy

Bulevardi 6 A,
FI-00120
HELSINKI, Finland
Tel +358 9686 6620

HELSINKI | TURKU

You will find the presentation of our staff,
and their contact information, at www.gaia.fi

