

Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035

Osa 1.

Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila



Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035

Osa 1. Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila

Taustaraportti

Lopullinen versio

28.5.2020

*Anna Laine, Tuomas Raivio, Håkan Jonsson, Anna Heino, Markus Klimscheffskij,
Jenny Lehtomäki
Gaia Consulting Oy*

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	3
1.1	Alan rakenne tässä raportissa	3
1.2	Raportin rakenne	4
2	Rakennettu ympäristö Suomessa	5
2.1	Yleiskuvaus.....	5
2.2	Suomen rakennuskanta	6
2.3	Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen).....	7
2.4	Rakennetun ympäristön toimijat ja käyttäjät	8
2.5	Rakennetun ympäristön energian käyttö ja tuotanto	8
3	Rakennetun ympäristön toiminnot	11
3.1	Yleiskuvaus.....	11
3.2	Uudisrakentaminen	12
3.3	Korjausrakentaminen	16
3.4	Hoito, ylläpito ja kunnossapito	18
3.5	Purkaminen.....	19
3.6	Rakentamisen keskeisiä materiaaleja ja tuotantoprosesseja.....	20
4	Rakennusteollisuus toteuttaa rakennetun ympäristön toiminnot....	27
4.1	Alan toimijat ja yritys rakenne.....	27
4.2	Ala työllistäjänä.....	28
4.3	Toimialan dynamiikka	29
4.4	Rakennusalan sääntely.....	31
5	Rakennusalan kytkentä ilmastotavoitteisiin	36
5.1	EU:n ilmastotavoitteet ja rakentaminen.....	36
5.2	Suomen ilmastopolitiikka ja rakentaminen.....	38
5.3	Ilmastotyön kannalta keskeisiä alan organisaatioita.....	39
5.4	Keskeisiä aloitteita Suomessa ja Pohjoismaissa	40
5.5	Maankäytön suunnittelu ja luonnon monimuotoisuus	41
6	Rakennetun ympäristön ja rakennusteollisuuden hiilijalanjälki	42
6.1	Rakennetun ympäristön elinkaaripäästö.....	43
6.2	Laskentaperusteet	45
6.3	Laskennan tulokset	56
7	Rakennetun ympäristön hiilikädenjälki	62
7.2	Tulokset ja pohdintaa.....	64

<i>Liite 1: Päästökertoimet.....</i>	67
<i>Liite 2: Työmaatoimintojen päästöjen jakautuminen talon- ja infrarakentamisen välillä</i>	71

1 Johdanto

Tässä raportissa arvioidaan Suomen rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön hiilijalanjälki ja annetaan esimerkkejä rakennusteollisuuden hiilikädenjäljestä. Samalla kuvataan ensin rakennusala ja rakennetun ympäristön toimintoja sekä toimintojen toteuttajaa, rakennusteollisuutta sekä rakennusalan kytkentäpintoja ilmastopolitiikkaan.

Tämä raportti on taustaraportti Rakennusteollisuus RT:n ”Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035” -tiekarttatyöhön, jota Rakennusteollisuus RT tekee yhteistyössä ympäristöministeriön, työ- ja elinkeinoministeriön ja eri sidosryhmiensä kanssa. Tiekarttatyössä selvitetään keinoja päästöjen tehokkaaseen vähentämiseen rakennetussa ympäristössä. Tiekarttatyön tavoitteena on tunnistaa vähähiilisuuden mahdollistavat toimenpiteet ja keskeiset epävarmuudet sekä asettaa aikataulullisia välitavoitteita rakennusteollisuuden eri toimijoille. Hiilitiekarttatyön lähtökohtana on Suomen hallitusohjelma, jonka mukaan tavoitteena on Suomen hiilineutraalisuus 2035 ja hiilinegatiivisuus nopeasti sen jälkeen.

Rakennetulla ympäristöllä on hyvin laaja yhteiskunnallinen ja taloudellinen merkitys. Rakennukset ja infrastruktuurit edustavat 83 % kiinteästä pääomakannastamme. Kiinteistö- ja rakentamisala vastaa 15 % bruttokansantuotteestamme ja työllistää 500 000 ihmistä eli 20 % kaikista työllisistä¹. Yksittäiselle ihmiselle asunto on suurin varallisuuserä ja elämän merkittävin investointi. Toimitilat ovat henkilöstön ohella yritysten tärkein voimavara. Ilman infrastruktuureja, väyliä ja verkostoja tavarat ja materiaalit eivät kulkisi, puhdas vesi ja jätevesi eivät virtaisi, sähkö ei siirtyisi ja tieto ei leviäisi. Ilman infrastruktuureja yhteiskunta, sellaisena kuin tunnemme sen, lakkaisi olemasta.

Rakennettu ympäristö käyttää kansakunnan käyttämästä energiasta yli kolmanneksen ja vastaa noin kolmanneksesta Suomen kulutuksen ilmastopäästöistä. Tällä hetkellä suurin osa rakennetun ympäristön päästöistä syntyy käytönaikaisesta energiankulutuksesta. Rakennettu ympäristö on teollisuuden ohella yksi merkittävimpiä CO₂-päästöjen tuottajia ja sen merkitys ilmastomuutoksen hillitsemisessä on kiistaton.

1.1 Alan rakenne tässä raportissa

Kuva 1 on esitetty periaatekuva rakennetusta ympäristöstä ja rakennusalaista sellaisena kuin se on jäsennetty tässä raportissa.

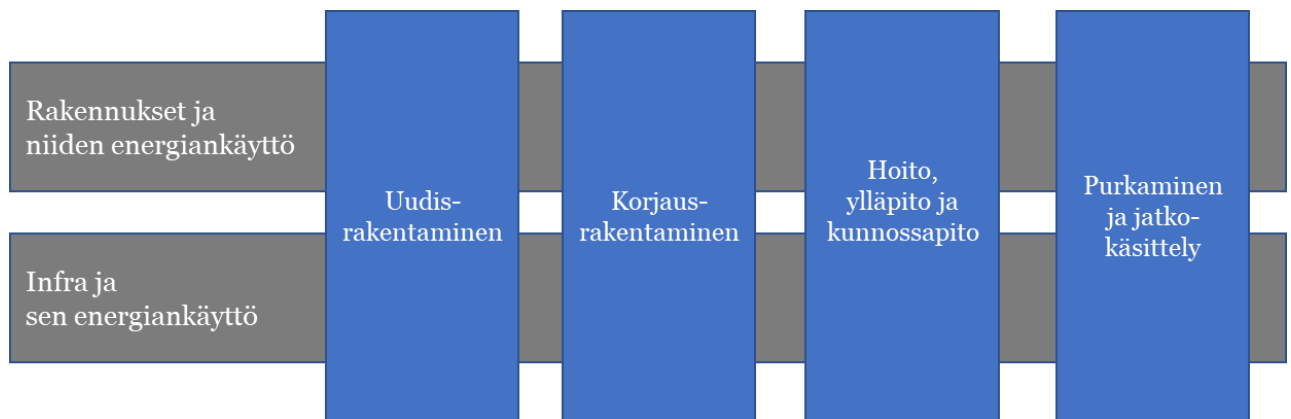
Rakennukset käsittävät Suomen rakennuskannan. **Infrastruktuureihin (infraan)** sisältyvät Suomen liikenneverkot (tie- ja rataverkko, metro, raitiotiet, satamat ja vesiväylät sekä lentokentät) sekä yhdyskuntateknikka, joka koostuu kaukolämpö-, sähkö-, maakaasu-,

¹ Ks. esim. www.rakennusteollisuus.fi

vesijohto-, viemäri- ja dataverkoista. Hiilijalanjäljen laskennassa on infran osalta käsitelty tie- ja rataverkko ja yhdyskuntatekniikka. Kaukojäähdytystä ei ole tarkasteltu.

Rakennetun ympäristön **käytönaikaiseen energiankäyttöön** lasketaan **rakennusten** lämmitys, sähkönkäyttö ja muut vastaavat energiankäyttötavat sekä myös rakennusten tuottama energia. **Infrastruktuurien** käytönaikaista energiankäyttöä on toiminta, jolla infrastruktuurit pidetään toimintakuntoisina. Infrastruktuurien käytön energiankäyttöä (liikenne, siirretty vesi, siirretty energia, siirtohäviöt) ei lasketa rakennetun ympäristön energiankäyttöön.

Rakennetun ympäristön **toimintoja** ovat **uudisrakentaminen, korjausrakentaminen, hoito, ylläpito ja kunnossapito sekä purkaminen ja jatkokäsittely**. Uudisrakentaminen viittaa uusien rakennusten ja infrastruktuurien rakentamiseen, korjausrakentaminen olemassa olevan rakennetun ympäristön korjaamiseen, hoito, ylläpito ja kunnossapito rakennusten ja infrastruktuurien vaatimiin hoitotoimiin ja purkaminen rakennetun ympäristön kohteiden elinkaaren päättämiseen.



Kuva 1 Periaatekuva rakennetusta ympäristöstä ja rakennusalaista tässä raportissa.

Rakennetun ympäristön hiilijalanjälki viittaa tässä työssä siihen hiilidioksidipäästöön, joka syntyy yhden vuoden aikana olemassa olevan rakennetun ympäristön energiankäytöstä sekä rakentamisen toiminnoista Suomessa.

Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun aikaansaamaa positiivista ilmastovaiikutuksista eli yhden osapuolen hiilijalanjäljen pienenemistä toisen osapuolen (vähemmän) kasvavan hiilijalanjäljen avulla. Alun perin hankkeessa oli tarkoitus määrittää rakennusalan hiilikädenjälki, mutta hankkeen aikana on osoittautunut, että sekä määrittelykysymysten, monimutkaisuuden että datan saatavuuden vuoksi rakennusalan hiilikädenjälkeä ei voida kvantifioida. Sen sijaan pystytään kuvaamaan erilaisia esimerkkejä siitä, millaisia hiilikädenjälki-ilmiöitä alalla voidaan tunnistaa.

1.2 Raportin rakenne

Raportin **luku 2** kuvaa rakennetun ympäristön Suomessa, rakennetun ympäristön toimijat, sekä energian käytön ja tuotannon. Luku kuvaa myöhemässä hiilijalanjälkilaskennassa

tarkasteltavia rakennetun ympäristön osakokonaisuuksia. Laskennan tarkat rajaukset esitetään laskennan yhteydessä luvussa 6.

Luku 3 kuvaa rakennetun ympäristön toiminnot. Nämä tekijät huomioidaan alan hiilijalanjäljen laskennassa. Lisäksi kuvataan eräitä hiilijalanjäljen kannalta keskeisiä rakennusmateriaalivalmistuksen prosesseja ja materiaalien yksikköpäästöjä. Keskeisiin prosesseihin palataan hankkeen myöhemmässä vaiheessa.

Luku 4 kuvailee rakennusteollisuutta rakennetun ympäristön toimintojen toteuttajana. Luvun tavoite on auttaa lukijaa hahmottamaan alan rakennetta ja ymmärtämään erilaisten hiili-neutraalisuustoimenpiteiden toteuttamisen kokonaisvaikutuksia, mahdollisuuksia ja haasteita.

Luku 5 kuvaa lyhyesti rakennetun ympäristön ja rakennusteollisuuden liittymäpintoja EU:n ja Suomen ilmastopolitiikkaan sekä alan ilmastotyön kannalta keskeisiä organisaatioita ja aloitteita.

Luvussa 6 on laskettu rakennetun ympäristön hiilijalanjälki. Laskennassa on huomioitu luvussa 3 kuvatut toiminnot talonrakentamisen ja infrarakentamisen osalta sekä rakennusten käytönaikainen energiankäyttö. Tie- ja rataverkoista on huomioitu myös kunnossapidon päästöt. Erityisesti infran osalta lähtötietoja ja tilastoja on ollut käytettävissä niukasti, joten laskennassa on jouduttu tekemään merkittäviä rajauksia ja oletuksia.

Luvussa 7 on kuvailtu kvalitatiivisesti rakennetun ympäristön hiilikädenjälkeä ja esitetään esimerkkejä erilaisista hiilikädenjälkivaikutuksista.

2 Rakennettu ympäristö Suomessa

2.1 Yleiskuvaus

Rakennettuun ympäristöön kuuluu kaikki ihmisen rakentama, ja se koostuu pääosin rakennuksista, liikenneverkoista ja yhdyskuntatekniikasta. Rakennetun ympäristön osuus Suomen energiankulutuksesta ja kasvihuonekaasupäästöistä on tällä hetkellä hyvin merkittävä. Rakennuksissa käytetään lähes 40 % kokonaisenergian kulutuksesta, ja rakentaminen, rakennusten lämmitys ja sähkönkäyttö aiheuttavat n. 30 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.² Rakennettuun ympäristöön lasketaan usein mukaan myös puistot, pihat ja viheralueet, mutta

² Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa - TALO-hankkeen loppuraportti

nämä on rajattu pois tämän raportin tarkastelusta, koska ne eivät ole kasvihuonekaasupäästöjen kannalta merkittäviä rakennetun ympäristön kokonaisuudessa.

Rakennettu ympäristö on taloudellisesti erittäin merkittävä, sillä Suomen kansallisvarallisuudesta yli neljä viidesosaa on kiinni rakennetussa ympäristössä ja kotitalouksien varallisuuseristä asunto on suurin.³ Kansallisvarallisuudesta rakennuksiin on sitoutunut 45 prosenttia, eli noin 500 miljardia euroa. Kun siihen liitetään infran osuus, 83 prosenttia Suomen kiinteästä pääomakannasta on sidottu rakennettuun ympäristöön.⁴

Rakennettuun ympäristöön Suomessa vaikuttaa useita voimakkaita käynnissä olevia muutoksia, kuten kaupungistuminen, alueellinen rakennemuutos, väestön ikääntyminen, kestävä kehityksen vaatimukset ja digitalisaatio⁵. Noin 70 % suomalaisista asuu jo tällä hetkellä kaupunkiseuduilla⁶. Tutkimusten mukaan suurimmat kaupunkiseudut kasvattavat vetovoimaansa ja kasvavat muita seutuja nopeammin, ja samanaikaisesti väestö vähenee muualla.⁷

Rakennettuun ympäristöön kohdistuu monen tyyppisiä ja osin ristikkäisiä vaatimuksia, kuten kestävyys, energiatehokkuus, turvallisuus, terveellisyys (mm. sisäilman laatu), viihtyisyys, elämyksellisyys ja luonnon monimuotoisuus, perinteisten taloudellisten ja teknisten näkökohtien lisäksi. Ilmastonmuutoksen torjunta, kuten Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite vuodelle 2035 sekä ilmastonmuutokseen sopeutuminen, asettavat rakennetulle ympäristölle haasteita erityisesti sen pitkän käyttöajan ja mainittujen ristikkäisten vaatimusten vuoksi.⁸

2.2 Suomen rakennuskanta

Suomessa oli vuonna 2018 Tilastokeskuksen rakennuskantatilastojen mukaan yli 1,53 miljoonaa talorakennusta, joiden kerrosala on yhteensä runsaat 488 miljoonaa neliometriä (m²). Erillisiä pienasuuntaloja (omakoti-, rivi- ja paritaloja) on n. 201 miljoonaa m² ja muiden talojen kerrosala on n. 287 miljoonaa m². Muihin talorakennuksiin kuuluvat asuinkerrostalot, liike- ja toimistorakennukset, liikenteen rakennukset, hoitoalan rakennukset, opetus- ja kokoontumisrakennukset, teollisuus- ja varastorakennukset sekä maatalouden rakennukset. Jokaista suomalaista kohden on rakennettua kerrosalaa keskimäärin 89 neliometriä. Suomen rakennuskanta on suhteellisen nuorta, sillä kerrosalalla mitattuna rakennuksista 53 % on rakennettu vuoden 1980 jälkeen (Kuva 2).⁹

³ <https://www.tilastokeskus.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/huoneistotietojarjestelmasta-yhteinen-tietovaranto-rakennetun-ympariston-tilastointiin/>

⁴ ROTI - Rakennetun omaisuuden tila 2019

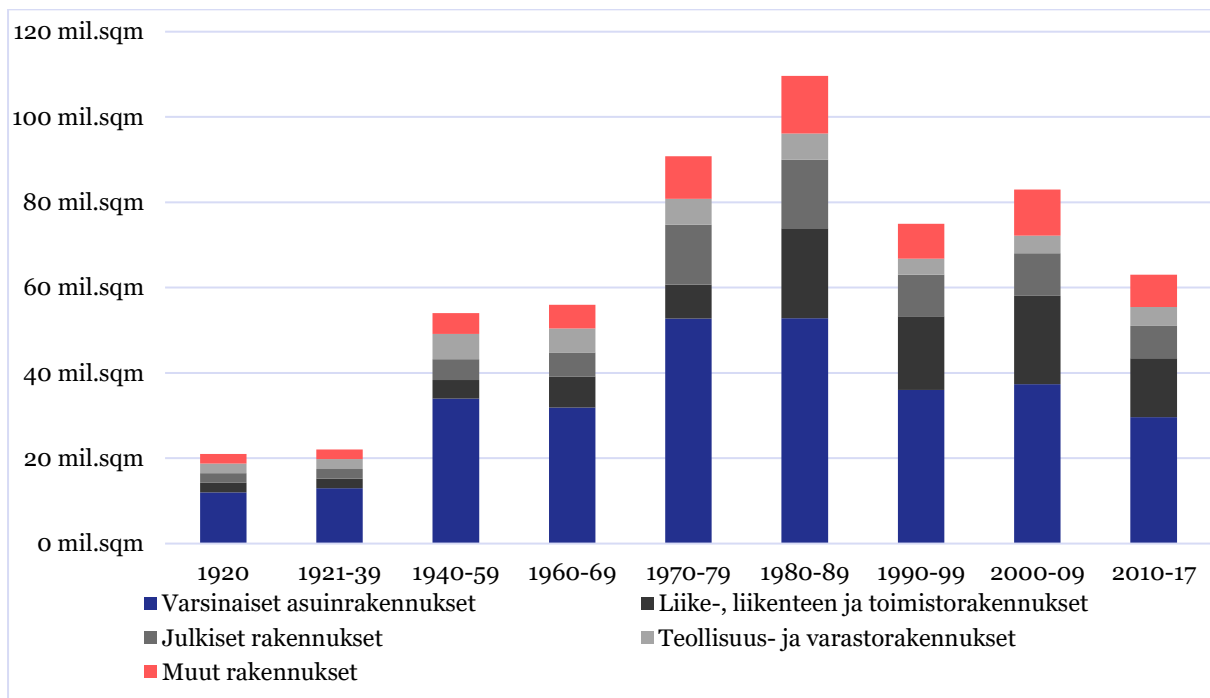
⁵ ROTI - Rakennetun omaisuuden tila 2019

⁶ <https://www.syke.fi/kaupungistuminen>

⁷ Esim. Demos Helsinki (2018). Kaupungistumisen käännekohdat – Skenaarioita Suomen kaupungistumisen tulevaisuudesta 2039.

⁸ ROTI - Rakennetun omaisuuden tila 2019

⁹ Pekka Lith (2019). Kiinteistöala Suomen kansantaloudessa - Raportti kiinteistöalan yritystoiminnasta, markkinoista ja kehityslinjoista 2018–2019.



Kuva 2 Suomen talorakennuskannan ikä (valmistumisvuosikymmen) rakennustyypeittäin (milj. m²).¹⁰

2.3 Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka (infraraken- taminen)

Suomen liikenneverkko koostuu tie- ja rataverkosta, metrosta, raitioteistä, satamista ja vesiväylistä, sekä lentokentistä. Tieverkkoon kuuluvat valtion vastuulla olevat maantiet (78 000 km), kuntien vastuulla olevat kadut (noin 30 000 km) sekä yksityistiet (noin 360 000 km)^{11, 12, 13}. 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. Näiden lisäksi on vielä huomattava määrä pääasiassa kiinteistökohtaisia kevyempi-rakenteisia ajouria, piha- ja peltoteitä ja vastaavia¹⁴.

Yhdyskuntatekniikka koostuu kaukolämpö-, sähkö-, maakaasu-, vesijohto- ja dataverkoista. Kaukolämpöverkkoja (15 140 km)¹⁵ hallinnoivat eri energiayhtiöt ympäri Suomea. Sähköverkko koostuu Fingridin vastuulla olevasta kantaverkosta (14 357 km)¹⁶ sekä energiayhtiöiden hallinnoimista jakelu- (408 400 km)¹⁶ ja alueverkoista (1 657 km)¹⁶. Maakaasuverkko koostuu Gasgrid Finlandin vastuulla olevasta siirtoverkosta (1 197 km)¹⁶ ja energiayhtiöiden

¹⁰ Tilastokeskus

¹¹ ROTI – Rakennetun omaisuuden tila 2019 ja Suomen tieyhdistys

¹² Tilastokeskus. Suomen tilastollinen vuosikirja 2017.

¹³ Suomen tieyhdistys: <https://www.tieyhdistys.fi/yksityistiet/yleista-yksityisteista/>

¹⁴ Suomen tieyhdistys: <https://www.tieyhdistys.fi/yksityistiet/yleista-yksityisteista/>

¹⁵ Energiategollisuus ry Kaukolämpötilasto. <https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html#material-view>

¹⁶ Energiavirasto Verkkotoiminnan julkaisut <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>

hallinnoimista jakeluverkoista (2 023 km)¹⁶. Vesijohtoverkot koostuvat vesijohtoverkoista (107 000 km)¹⁷ ja jätevesiviemäreistä (50 000 km)¹⁷. Dataverkkoja hallinnoivat eri teleyhtiöt, mutta kilometrimääristä ei ole tarkkaa tietoa.

2.4 Rakennetun ympäristön toimijat ja käyttäjät

Rakennuksia, kiinteistöjä, asuntoja ja toimitiloja omistavat ja vuokraavat yksityishenkilöt, yritykset ja julkinen sektori. Kaikki suomalaiset käyttävät rakennuksia jollakin tavalla esimerkiksi asumiseen, työntekoon tai julkisen sektorin palvelujen hyödyntämiseen. Suomalainen erikoisuus on lisäksi suurehko vapaa-ajan asuntojen määrä.

Infrastruktuurin omistaa usein yhteiskunta tai infrastruktuuripalvelujen tarjoaja. Erilaiset yhteisvastuulliset sopimusmallit ovat kuitenkin lisääntymässä. Niissä toimittaja ottaa yhä enemmän vastuuta infrastruktuurin elinkaarenaikaisesta toimivuudesta. Kuten rakennuksia, myös liikenne- ja verkostoinfrastruktuureja käyttävät kaikki yhteiskunnan toimijat jollain tavalla.

Rakennusten ja infrastruktuurien omistajat käyttävät usein erilaisia huolto- ja ylläpitopalveluja niiden käyttämiseen ja ylläpitämiseen. Kiinteistöpalveluntarjoajat tarjoavat tyypillisesti kiinteistön hoitoon liittyen kiinteistöhuolto- ja kiinteistöhoitopalveluja sekä esimerkiksi vahvistamari-, turvatekniikka, turvallisuus- ja hälytyspalveluja. Kiinteistöhuoltopalveluihin liittyy usein erilaisia täsmäpalveluja, kuten esim. energiankäytön hallintaa, ja sopimusmalleissa voi olla tavoitteena esimerkiksi jatkuva energiankäytön vähentäminen.

Infrastruktuurien palvelut ovat esimerkiksi liikenneverkon osalta auras- ja hiekoituspalveluja ja muuta kunnossapitoa, ja verkostoinfrastruktuurien osalta kunnonhallintaa. Eri infrastruktuurialoilla on omat palveluntarjoajamarkkinansa verkostojen käyttöön, ylläpitoon, kehittämiseen ja korjaamiseen.

Talonrakentaminen ja tietyt rajat ylittävä korjausrakentaminen on varsin säädeltyä. Sääntelyn tavoitteen on turvallisuus, terveellisyys, energiatehokkuus, laatu, käytettävyys, esteettömyys ja käyttötarkoituksen mukainen viihtyvyys. Rakennusten käyttö on suhteellisen sääntelemättömää, kunhan rakennusta käytetään sen ilmoitetun käyttötarkoituksen mukaisesti.

Infrastruktuurien rakentamista, kunnossapitoa ja käyttöä säätelevät erilaiset toimialakohtaiset säädökset.

2.5 Rakennetun ympäristön energian käyttö ja tuotanto

Rakennetun ympäristön energian käyttö jakautuu rakennetun ympäristön käytönaikaiseen energiankäyttöön ja rakentamisen energiankäyttöön. Infrastruktuurien käytön

¹⁷ ROTI -Rakennetun omaisuuden tila 2019

energiankäyttöä (liikenne, siirretty vesi, siirretty energia) ei lasketa rakennetun ympäristön energiankäyttöön, mutta rakennusten lämmitys, sähkönkäyttö ja muut vastaavat käyttötavat lasketaan.

Suurin osa rakennetun ympäristön energiankäytöstä suuntautuu vuositasolla rakennusten käytönaikaiseen lämmitykseen ja muuhun energiankäyttöön. Energiatehokkuuden parantumisessa käytönaikaisen energiankäytön painoarvo on kuitenkin vähenemään päin. Rakentamisen energiankäyttö koostuu rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksesta, sekä työmaatoiminnoista so. rakennusmateriaalien ja tuotteiden järjestämisestä ja liittämisestä toisiinsa rakennukseksi tai rakenteiksi.

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 minivesivoima.¹⁸

2.5.1 Energian käyttö

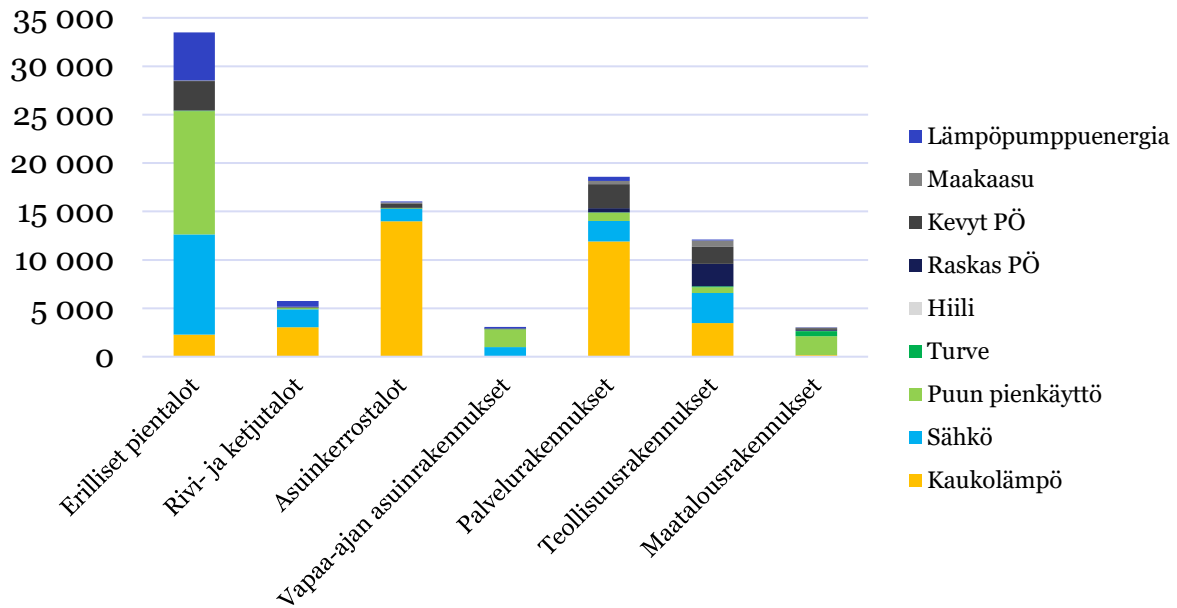
Vuonna 2018 asumisen energiankulutus ml. vapaa-ajan asunnot oli noin 64 TWh. Samaan aikaan Suomen energiankulutus oli noin 1,38 miljoonaa TJ so. 383 TWh. Asumisen energiankulutuksesta noin 68 % kohdistui tilojen lämmitykseen, 15 % käyttöveden lämmitykseen ja 5 % saunojen lämmitykseen. Sähkölaitteiden, ruuan valmistuksen ja valaistuksen osuus oli noin 13 %. Asumisen kokonaisenergiankulutuksesta sähköä oli kolmannes, kaukolämpöä kolmannes ja puunpolttoa noin viidennes. Sähköstä 47 % käytettiin lämmitykseen ja 36% kotitalouslaitteisiin ja loput käyttöveden ja saunojen lämmitykseen. Sähkönlämmityskäytön kulutus sisältää myös lämpöpumppujen käyttämän sähkön. Vapaa-ajan asuntojen osuus asuntojen lämmitysenergian kulutuksesta on 5 % luokkaa.¹⁹ Kaikkien rakennusten (asuin-, palvelu-, teollisuus-, maatalousrakennukset) lämmitysenergiankäyttö 2017 oli 92 TWh so. asumisen lämmitysenergian käyttö on kaksi kolmannesta kaikesta lämmitysenergian käytöstä.²⁰

Nykyisen rakennuskannan lämmitysmuodot vaihtelevat huomattavasti rakennustyypeittäin. Kuva 3 nähdään, että esimerkiksi puun pienkäyttö on merkittävässä roolissa erillisissä pientaloissa, vapaa-ajan rakennuksissa ja maatalousrakennuksissa, kun taas kaukolämmöllä tuotetaan suurin osa asuinkerrostalojen, rivitalojen ja palvelurakennusten lämmityksestä. Sähköllä on merkittävä rooli erityisesti erillisten pientalojen lämmityksessä. Lämpöpumppujen rooli on kasvanut ja niillä tuotetaan jo merkittävä osa erillisten pientalojen lämmityksestä.

¹⁸ [Ilmastopaneeli \(2013\). Rakennetun ympäristön hajautetut energijärjestelmät. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2013](#)

¹⁹ https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_tie_001_fi.html

²⁰ Tilastokeskus, energia: https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/vuosi-kirja2019/html/suom0002.htm



Kuva 3 Suomen talorakennuskannan lämmitysmuodot rakennustyypeittäin ja lämmityksen energiankulutus (GWh).²¹

Infrastruktuureissa käytönaikainen energiankulutus viittaa infrastruktuurien käyttökelpoisena pitämisen vaatimiin toimenpiteisiin, jotka ovat tyypillisesti tien- ja radanpitoon ja verkostoinfrastruktuurien huoltamiseen liittyvien työkoneiden energiankulutusta. Tätä energiankulutusta ei ole tilastoitu kattavasti.

Työkoneita käytetään teollisuudessa ja rakentamisessa, kaupassa, palveluissa ja julkisella sektorilla, kotitalouksissa ja maa- ja metsätaloudessa. Työkoneissa käytetään yleensä polttomootoreita, joiden polttoaineena käytetään määrällisesti eniten moottoripolttoöljyä, noin 8,2 TWh, mutta myös bensiniä 1 TWh.²² Rakentamistoiminnan energiankäyttö 2017 oli yhteensä noin 4.5 GWh, josta sähkön osuus oli 10% ja polttoaineiden 90%. Rakentamiseen liittyvien kuljetusten energiankäyttö 2017 oli noin 1.5 GWh liikennepolttoaineina.²³

Rakennustuoteteollisuus käytti energiaa 2017 noin 3.3 GWh. Tästä kaksi kolmannesta oli polttoaineita, neljäsosa sähköä ja loput kaukolämpöä.²⁴

2.5.2 Energian tuotanto

Energian paikallinen tuotanto rakennuksissa jakautuu lämmitysenergian ja sähköenergian tuotantoon. Vuonna 2017 rakennusten kuluttamasta lämmitysenergiasta (yht. 92 TWh) 29 %

²¹ Tilastokeskus, energia

²² [Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030](#)

²³ Tilastokeskuksen Energia 2018 taulukkopalvelu, Taulukot 3.2 ja 9.1: https://pxho-pea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2018/html/suom0002.htm

²⁴ Tilastokeskuksen energiatilinpito, toimiala 23 rakennusaineteollisuus: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ymp__entp/statfin_entp_pxt_11wx.px/

tuotettiin polttoaineita polttamalla. Puun osuus poltosta oli 19 prosenttiyksikköä ja fossiilisten polttoaineiden 10 prosenttiyksikköä. Asuinrakennuksissa puun osuus polttoaineista oli merkittävästi isompi.

Lämpöpumppuenergian osuus kaikkien rakennusten lämmitysenergiasta oli 7 % ja asuinrakennusten lämmitysenergiasta 10 %.²⁵ Lämpöpumppuenergian osuus on tilastojen osoittama nopeammassa kasvussa²⁶. Lämpöpumppuenergialla tarkoitetaan nettolämpöenergiaa, jota käytetään rakennuksen lämmittämiseen tai jäähdytykseen.

Aurinkolämmöntuotanto on niin ikään kasvussa, mutta osuudet ovat toistaiseksi varsin pieniä. Auringon säteily määrä on Suomessa vuositasolla 800-1000 kWh/m². Aurinkokeräimillä voidaan lämpöä tuottaa vuositasolla noin 400-500 kWh/m²²⁷, mutta tuotto on suurimmillaan kesällä, jolloin käyttö on pienimmillään. Sähköä voidaan Suomessa tuottaa keskimäärin 850 kWh paneelin huipputehokilowattia kohden.²⁸ V. 2018 aurinkoenergialla (mukaan lukien aurinkopaneeleilla tehty sähkö) tuotettiin noin 0,3 promillea Suomen kokonaisenergiantuotannosta. Suomen sähkönkulutuksesta 0,1% tuotettiin aurinkovoimalla. Asumisessa osuudet ovat todennäköisesti suurempia.²⁹

Aurinkopaneeleja oli 2018 n. 7000 omakotitalossa, ja kytketty aurinkopaneeliteho oli 2018 lopussa 120 MW³⁰.

3 Rakennetun ympäristön toiminnot

3.1 Yleiskuvaus

Rakennetun ympäristön ylläpitoon ja kehittämiseen liittyy useita erityyppisiä toimintoja rakennusten, liikenneverkkojen ja yhdyskuntatekniikan uudisrakentamisesta olemassa olevan rakennus- ja rakennekannan korjaukseen, kunnossapitoon, huoltoon ja purkamiseen.

Kiinteistö- ja rakennusala kattavat noin 15 % Suomen bruttokansantuotteesta. Jokainen euro, joka investoidaan rakennettuun ympäristöön, tuottaa itsensä yli kaksinkertaisena takaisin pienentyneinä logistiikka-, lämmitys-, tila- ja työvoimakustannuksina. Toisaalta rakennetun ympäristön kunnossapidon laiminlyönti maksaa vuotuisesti suorina vaikutuksina, kuten vesivuotoina, energianhukkana ja pidentyneinä kuljetusaikoina 3,4 miljardia euroa vuosittain.³¹

²⁵ https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/vuosikirja2019/html/suom0002.htm

²⁶ <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/uusiutuva-energia-valtaa-alaa-pientalojen-lammityksessa/>

²⁷ Motiva: Aurinkokeräinten hyötysuhteet. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/aurinkokerainten_hyotysuhteet

²⁸ <https://www.vsv.fi/sites/default/files/aurinkosahkoopas.pdf>

²⁹ Tilastokeskus (2020): Fossiilisten polttoaineiden ja uusiutuvan energian käyttö kasvoivat Suomessa vuonna 2018 https://www.stat.fi/til/ehk/2018/ehk_2018_2019-12-12_tie_001_fi.html

³⁰ <https://www.lahienenergia.org/aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-lisaantyi-82-vuodessa/>

³¹ ROTI – Rakennetun omaisuuden tila 2019

Rakentamisen ratkaisut tehdään pitkässä ketjussa. Rakennushankkeen elinkaari on esitetty Kuva 4. Se alkaa ajureista, etenee maankäytön ja suunnittelun kautta toteutukseen (materiaalit ja toteutustoiminta) sekä pitkään käyttöaikaan ja ylläpitoon, ja lopulta rakenteiden uusiokäyttöön. Eri näkökulmien kannalta oleellisia ratkaisuja tehdään jo hyvin alkuvaiheessa elinkaarta.



Kuva 4 Rakentamishankkeen elinkaari

3.2 Uudisrakentaminen

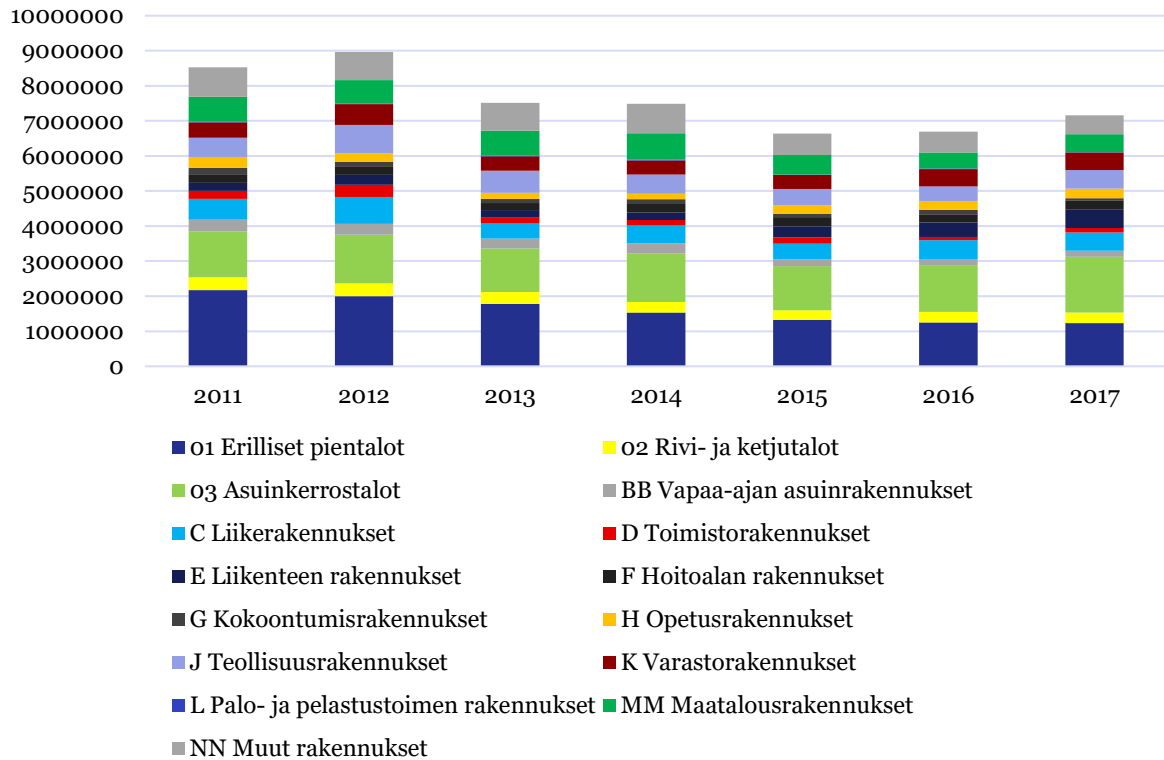
Rakentaminen koostuu kahdesta päätoimialasta, jotka ovat talonrakentaminen sekä maa- ja vesirakentaminen (ns. infrarakentaminen). Pääosa rakentamisesta on talonrakentamista, jonka osuus Suomen rakentamisen tuotoksesta (35 mrd. €) on noin 75 %. Talonrakentamista ovat varsinaisen talonrakentaminen, rakennusasennus ja -viimeistely kuten LVIS-asennukset, lasitus-, eristys-, rappaus- ja maalaustyöt sekä rakentamista palveleva toiminta, joita ovat nostureiden, kaivureiden yms. rakennuskoneiden vuokraus käyttäjineen.³²

3.2.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Vuonna 2018 rakennettiin Suomessa yhteensä 7,858 miljoonaa m² uutta kerrosalaa, josta 3,585 miljoonaa m² eli noin 45 % oli asuinrakennuksia. Teollisuus- ja varastorakennuksia valmistui seuraavaksi eniten, n. 1,195 miljoonaa m² ja liike- ja toimistorakennuksia valmistui n. 1,07 miljoonaa m² vuonna 2018.³³ Vuosina 2011-2017 talonrakentamisen kokonaisvolyymi on vaihdellut n. 6,5 – 9 miljoonan m² välillä (ks. Kuva 5).

³² Kiinteistöala Suomen kansantaloudessa

³³ Tilastokeskus: Rakennus- ja asuntotuotantotilasto, valmistuneet rakennushankkeet 2018

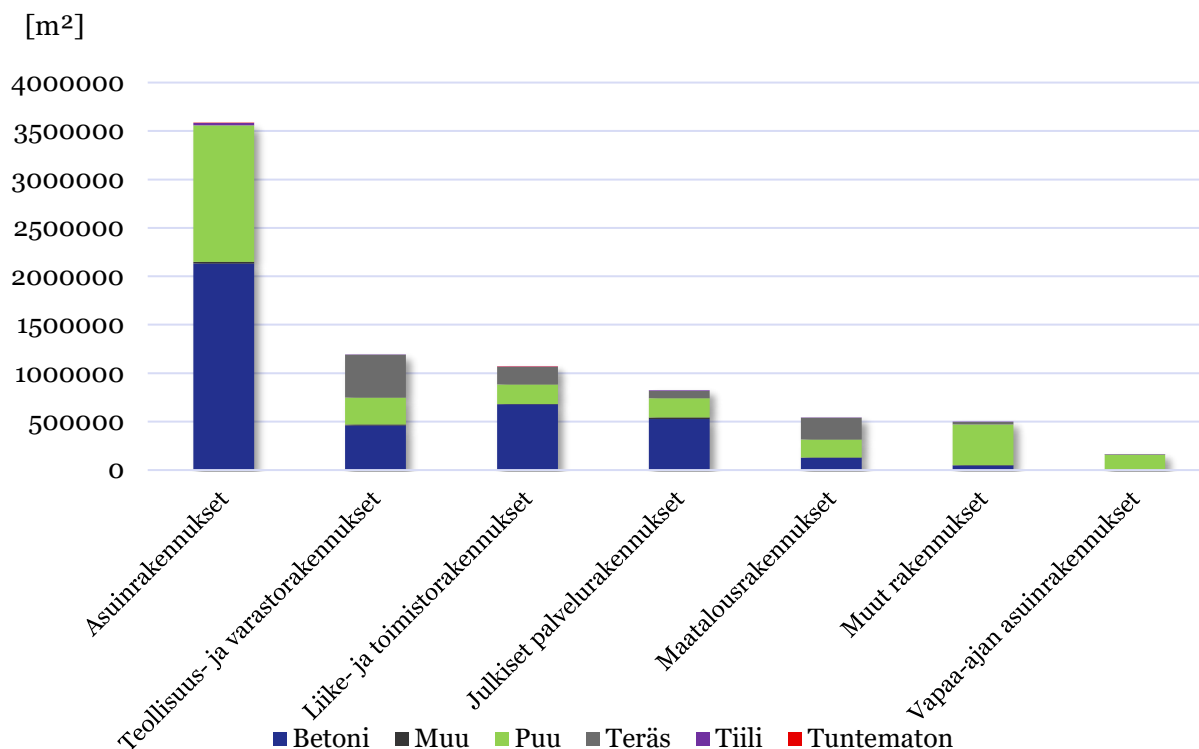


Kuva 5 Suomessa vuosina 2011-2017 rakennetut uudisrakennukset rakennustyypeittäin³⁴

Vuonna 2018 valmistuneissa rakennuksissa suosituin pääraaka-aine oli betoni (50 % kerrosalasta) ja toiseksi suosituin oli puu (36 % kerrosalasta). Lisäksi teräs oli pääraaka-aineena 12 %:ssa rakennuksissa, erityisesti teollisuus- ja varastorakennuksissa.³⁵ Kuva 6 alla esittää eri tyyppisten rakennusten päämateriaalit vuonna 2018. Liike- ja toimistorakennuksissa sekä julkisissa palvelurakennuksissa betoni on selvästi suosituin päämateriaali, kun taas vapaa-ajan asuinrakennuksissa ja muissa rakennuksissa suosituin päämateriaali on puu.

³⁴ Tilastokeskus: Rakennus- ja asuntotuotantotilasto

³⁵ Tilastokeskus: Rakennus- ja asuntotuotantotilasto, valmistuneet rakennushankkeet 2018



Kuva 6 Uudisrakennusten päämateriaalit vuonna 2018 rakennustyypeittäin, m²

3.2.2 Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)

3.2.2.1 Liikenneverkot

Maanteiden (valtion tieverkko) kokonaispituus on pysynyt tasolla 78 000 km viimeisimmät 25 vuotta³⁶. Viime vuosina määrä on vuosittain hieman vähentynyt, kun maanteitä on siirtynyt kuntien vastuulle (kaduiksi). Uusia maantieosuuksia otettiin liikenteen käyttöön Hamina-Vaalimaa-moottoritietä 15 km ja Oulu-Kajaani-hankkeen toinen ajorata 5 km³⁷.

Katujen osalta tilastointia ei tällä hetkellä tehdä Suomen tasolla. Viimeisin Tilastokeskuksen julkaisema luku on vuodelta 2014 (29 809 km)³⁸. Myöskään yksityisteistä ei ole olemassa keskitettyä tilastointia.

Rataverkko koostuu valtion rataverkosta ja yksityisraiteista. Rataverkon pituus vuonna 2018 oli 5926 km³⁹, josta yksityisraiteita on noin 1000 km⁴⁰. Uusia rataosuuksia otettiin käyttöön vuonna 2018 alle 10 km⁴¹.

³⁶ Traficom. Tietilasto 2018.

³⁷ Pekka Petäjaniemen sähköposti 10.2.2020

³⁸ Tilastokeskus. Suomen tilastollinen vuosikirja 2017.

³⁹ Traficom. Rautatietilasto 2018.

⁴⁰ <https://vayla.fi/rataverkko/yksityisraiteet#.XkFuLc4zY2w>

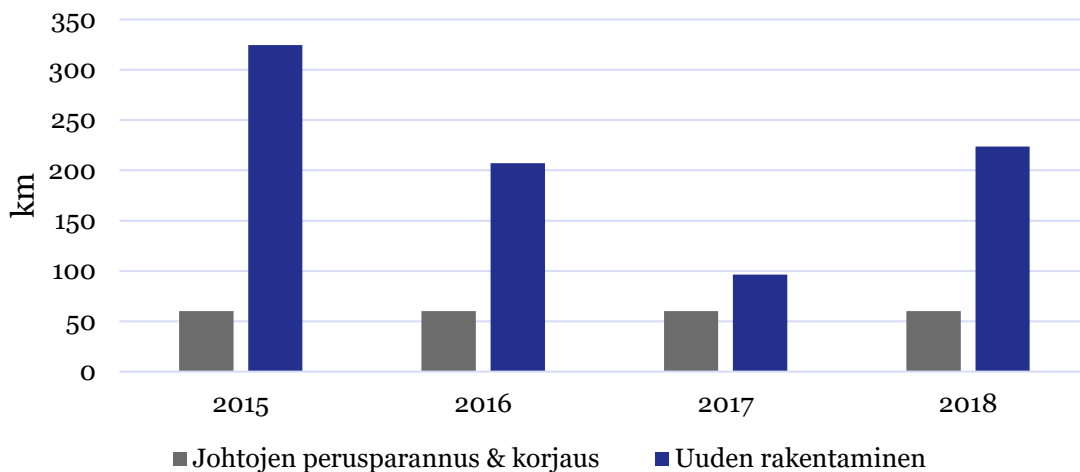
⁴¹ https://vayla.fi/ratahankkeet/rata_valmistuneet

Länsimetron rakentaminen on käynnissä Espoossa, yhteys Ruoholahdesta Matinkylään otettiin käyttöön 2017 ja rakentaminen jatkuu Matinkylästä länteen päin. Käynnissä on raitiotiehankkeet Tampereella ja pääkaupunkiseudulla.

Vesiväylien osalta käynnissä on mm. satamien ja väylien syventämishankkeita sekä väylien siirtohankkeita⁴². Lentoasemien osalta suurin kehityshanke on Helsinki-Vantaan laajennus- ja kehityshanke, jonka on tavoite olla valmiina 2022⁴³.

3.2.2.2 Yhdyskuntateknikka

Kaukolämpöverkon pituus kasvaa vuosittain 250-500 km⁴⁴ olemassa olevan verkon täydennysrakentamisena ja uusien alueiden kaukolämpöverkkoon liittämiseksi. Vanhoja kaukolämpöjohtoja saneerataan vuosittain noin 50-70 km⁴⁴. Kaukolämpöverkon rakentaminen vuosina 2015-2018 on esitetty alla (Kuva 7).



Kuva 7. Kaukolämpöverkon rakentaminen vuosina 2015-2018.⁴⁵

Sähköverkkoja rakennetaan vuosittain lisää 3600 -6400 km⁴⁶ (Kuva 8). Sähköverkkoa korjauksrakennetaan vuosittain erityisesti johtuen säävarman toimitusvarmuuden lisäämisvelvoitteesta. Jakeluverkkoverkkoyhtiöt investoivat vuonna 2018 keskimäärin 24%⁴⁶ liikevaihdostaan korjauksrakentamiseen.

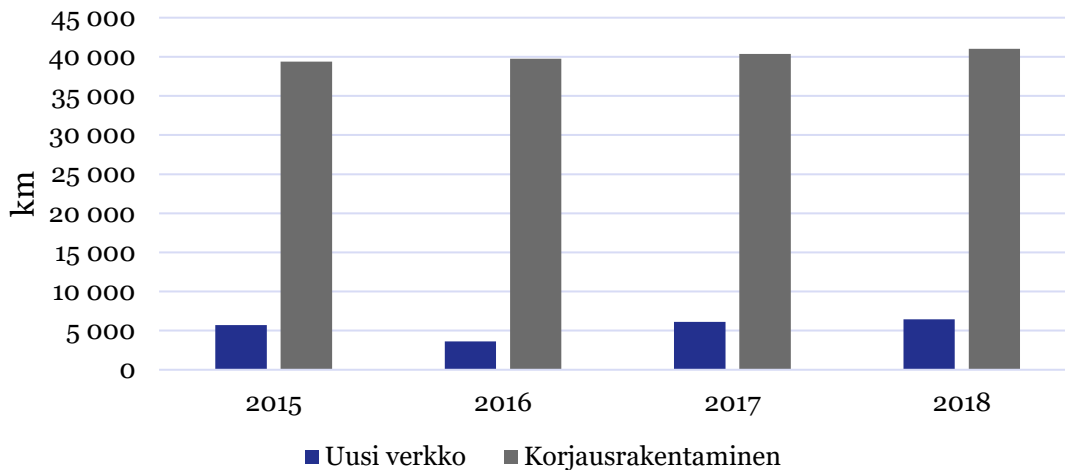
⁴² https://vayla.fi/vesivaylahankkeet/vesi_rakenteilla

⁴³ <https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/lentoasemat-kehittyvat/helsinki-vantaan-kehitysohjelma>

⁴⁴ <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>

⁴⁵ <https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html#material-view>

⁴⁶ <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>



Kuva 8. Sähköverkkojen rakentaminen vuosina 2015-2018.⁴⁷

Kaasuverkon kokonaismäärä pieneni vuosien 2017 ja 2016 välillä 90 km.⁴⁶

Vesijohtoverkkoja rakennettiin HSY:n mukaan lisää vuonna 1,3 %⁴⁸ ja jäteviemäreitä 0,8%⁴⁸ kokonaismäärästä. Suomen tasolla ei löytynyt kokonaistietoja vesijohtoverkoston rakentamisesta.

3.3 Korjausrakentaminen

3.3.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Korjausrakentaminen on määritelmän mukaan rakentamista, joka muuttaa aiemmin rakennettua kohdetta toivottuun suuntaan. Korjausrakentaminen voi olla esimerkiksi:

- **peruskorjausta**, joka on erillisenä hankkeena rahoitettavaa ja toteutettavaa korjausrakentamista, jossa kohteen laatutasoa ei paranneta olennaisesti;
- **perusparannusta**, eli korjausrakentamista, jossa kohteen suhteellinen laatutaso nostetaan olennaisesti aiempaa paremmaksi;
- **vuosikorjausta**, joka on rakennuksen vuosikorjaussuunnitelmaan perustuvaa ennakoitavissa olevaa korjausta; tai
- **muutosrakentamista**, eli korjausrakentamista, joka tehdään kohteen ulkonäön, rakenteiden, käyttötarkoituksen tai käyttötavan muuttamiseksi.⁴⁹

Korjausrakentamisen tilastointi ja seuranta on uudisrakentamiseen verrattuna puutteellista, mutta parantumassa. Talonrakennusten korjausrakentamisen arvo vuonna 2018 oli Foreconin tiedon mukaan 12,9 mrd. €. Korjausrakentamisen tarve on jatkuvassa kasvussa 1970- ja

⁴⁷ <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>

⁴⁸ Tietopyyntö Kia Aksela HSY

⁴⁹ Sanastokeskus TSK ja RAKLI (2016): Kiinteistö- ja rakentamisalan keskeinen sanasto, versio 1.0.

1980-luvuilla rakennetun suuren rakennuskannan tullessa rakenteellisia- ja järjestelmäkorojauksia vaativaan ikään. Rakennusalan suhdanneryhmä ennustaa korjausrakentamisen kasvavan noin 1,5 prosentin vauhtia lähivuosina. Myös purkaminen sekä lisä- ja täydennysrakentaminen yleistyvät ja käyttötarkoituksen muutoksia tehdään toimistoista asunnoiksi tai hotelleiksi. Asuinrakennuksissa korjaamisen kasvu on voimakkaampaa kuin muissa rakennuksissa. Kerrostaloissa korjataan tällä hetkellä yleisimmin putkistoja, piharakenteita, ja ulkovaippaa. Rivitaloyhtiöissä korjataan ulkovaippaa ja piha-alueita.⁵⁰

Merkittävä osa rakennuskannasta koostuu 1960–80-luvuilla rakennetuista asuinrakennuksista, joita kaikkia ei ole vielä peruskorjattu. Asuinrakennusten korjauksiin on Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) -raportin mukaan sijoitettava keskimäärin 9,4 miljoonaa euroa välillä 2016–2025, ja seuraavalla kymmenvuotiskaudella asuinrakennusten korjaustarve kasvaa 11,1 miljoonaa euroa. Lisäksi kuntien palvelurakennuskannassa korjausvaje on 9 miljardia euroa, joka nousee kaikki nykyajan toiminnalliset tarpeet ja laatuvaatimukset huomioiden 16,5 miljardiin euroon. Tämä korjausvaje on merkittävä haaste myös hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamisessa. Joissain tapauksissa rakennuksen purkaminen on korjausta taloudellisesti ja ympäristön kannalta parempi vaihtoehto.⁵¹

3.3.2 Liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)

Liikenneverkkojen osalta korjaamiseen sisältyy teiden päällysteiden ja rakenteiden korjaukset sekä tiemerkitöiden uusimiset. Ratojen osalta korjauksia ovat esimerkiksi pölkkyjen hajavaihdot, kuluneiden kiskojen vaihdot, vaihteen osien vaihdot sekä järjestelmien osien uusimiset. Rataverkon korvausinvestoinnit ovat puolestaan kunnossapitotöitä, joita tehdään, kun radan rakenteet ja komponentit ovat saavuttaneet niille määritellyt enimmäiskäyttöiät. Korvausinvestointien yhteydessä rakenteita pyritään uudistamaan nykyaikaisen tekniikan mukaisiksi. Korvausinvestointien yhteydessä voidaan tehdä myös pohjanvahvistusta ja muita perusrakennustoimenpiteitä.⁵²

Eryityisesti maanteiden ja katujen kunto on rapautumassa ja korjausvelkaa on paljon. Valtion väylien korjausvelka oli vuonna 2019 2,5 miljardia euroa - korjausvelan kasvu on saatu viime vuosina pysäytettyä, mutta korjausvelkaa ei ole pystytty pienentämään⁵³.

Yhdyskuntatekniikan verkostot uusitaan tyypillisesti vasta niiden tultua elinkaarensa päähän. Viat ja vauriot luonnollisesti korjataan; erityisen merkittävä vauriokorjaustarve liittyy sähköverkon ilmajohtojen myrskytuhoihin. Lisäksi sähköverkkoon kohdistuu merkittäviä korjausinvestointipaineita ilmastonmuutoksen ja tiukkenevien toimitusvaatimusten vuoksi.

⁵⁰ [Valtiovarainministeriö \(2019\). Rakentaminen 2019-2020, Rakennusalan suhdanneryhmä, syksy 2019](#)

⁵¹ [ROTI – Rakennetun omaisuuden tila 2019](#)

⁵² [Hagström M. et al. \(2011\). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.](#)

⁵³ [Väylä \(2019\). Väylien kunnossapidon näkymät vuodelle 2019](#)

Suurin osa vesijohto- ja viemäriverkoista on rakennettu 1960–1980-luvuilla. Saneeraustarve kasvaa voimakkaasti tulevina vuosina erityisesti pienemmissä kunnissa. Viemäriverkostoista 12 % ja vesijohtoverkoista 6 % on erittäin huonossa kunnossa.⁵⁴ Verkostojen korjausvelaksi on arvioitu 2,5 Mrd € 2016.⁵⁵ Vanhoja vesijohtoverkkoja saneerattiin vuonna 2019 0,4 %⁴⁸ ja jäteviemäreitä 0,2 %⁴⁸ kokonaismäärästä. Kaukolämpöverkkoja saneerataan vuosittain noin 50–70 km⁵⁶.

3.4 Hoito, ylläpito ja kunnossapito

3.4.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Kiinteistön ylläpitoon kuuluu kahdentyyppistä toimintaa: kiinteistönhoitoa ja kunnossapitoa. Kiinteistönhoito on säännöllistä toimintaa, jolla pidetään kiinteistön olosuhteet halutulla tasolla. Se sisältää kiinteistönhuollon ja teknisten järjestelmien hoidon, viallisten kohteiden korjaamisen, siivouksen, jätehuollon ja ulkoalueiden hoidon. Kunnossapitoa on kiinteistön ominaisuuksien säilyttäminen joko uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kuluneet osat siten, että kohteen suhteellinen laatutaso ei olennaisesti muutu.⁵⁷

Kiinteistön hoito- ja ylläpitopalvelut ovat ennakoivaa toimintaa, jolla pyritään vähentämään kiinteistön korjaustoimintaa, joka on osa kiinteistön ylläpitoa. Korjaustarpeet määritellään kuntoarvioissa, -katselmuksissa ja -tutkimuksissa. Tilastokeskus käyttää korjaustoiminnasta nimitystä kunnossapito. Kiinteistöjen korjaustoiminnalla ei tarkoiteta tässä yhteydessä peruskorjausrakentamista, vaan vuosikorjaustyyppistä kiinteistöjen kunnossapitorakentamista, joka ei ole rakennusluvan alaista toimintaa. Riittämätön kiinteistöjen huolto, muu ylläpito ja korjaustoiminta voivat aiheuttaa kiinteistön omistajalle tai käyttäjälle ylimääräisiä kustannuksia ja johtaa peruskorjaustarpeen aikaistumiseen tai lyhentää kiinteistön elinkaarta.⁵⁸

3.4.2 Liikenneverkot ja yhdyskuntateknikka (infrarakentaminen)

Teiden talvihoidoksi luetaan teiden auraus, hiekoitus, suolaus ja tasaus. Muuhun kunnossapitoon sisältyvät liikenneympäristön ja sorateiden hoito sekä varusteiden, laitteiden ja siltojen ylläpito.⁵⁹

Ratojen hoitoon sisältyvät koneelliset tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset sekä lumityöt. Koneellisia tarkastuksia ovat muun muassa ultraäänitarkastukset ja aukean tilan ulottuman (ATU) tarkastukset. Lisäksi hoitoon kuuluvat mm. lumityöt, hoitotöissä tarvittavien materiaalien valmistus, kuljetus, käsittely ja asennus. Hoidon erillistyöt sisältävät

⁵⁴ ROTI – Rakennetun omaisuuden tila 2019

⁵⁵ [Taloustutkimus \(2016\). Kehtokuntien infra – yksityinen ja julkinen kumppanuus](#)

⁵⁶ <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>

⁵⁷ https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen

⁵⁸ Pekka Lith (2019). Kiinteistöala Suomen kansantaloudessa - Raportti kiinteistöalan yritystoiminnasta, markkinoista ja kehityslinjoista 2018–2019

⁵⁹ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.

kunnossapitotöitä, joita tehdään vain korvausinvestointien viivästyessä. Ylläpitoinvestointeihin luokitellaan pienet, korvausinvestointien kaltaiset toimenpiteet, joilla pyritään palauttamaan radan rakenteita alkuperäisen mukaisiksi.⁶⁰

Yhdyskuntatekniikan verkostoja, erityisesti sähköverkkoja, kunnossapidetään merkittäville summilla vuosittain. Kunnossapidon merkitys hiilijalanjäljen kannalta on kuitenkin pieni.

3.5 Purkaminen

Rakennuskannasta puretaan Suomessa noin 1 % vuodessa. Rakennusjätteiden määrää ja sen hyödyntämistä tai kierrätystä ei tilastoida tarkkaan, joten siitä on useita eri arvioita. Ympäristöministeriön arvion mukaan rakennus- ja purkujätettä arvioidaan syntyvän vuosittain Suomessa noin puolitoista miljoonaa tonnia, johon ei sisälly maamassoja. Tästä suurin osa, n. 58 %, syntyy korjaamisesta, n. 27 % kokonaisten rakennusten purkamisesta ja n. 15 % uudisrakentamisesta. Korjaamisessa ja kokonaispuruissa syntyvän purkujätteen osuus rakentamisen jätemäärästä on jatkuvasti kasvanut, ja tämän kehityksen voi odottaa jatkuvan.⁶¹ Toisen asiantuntija-arvion mukaan pelkän betonijätteen määrä on Suomessa vuosittain 1,5-2 miljoonaa tonnia, josta valtaosa tulee rakennusten purkamisesta eikä korjaamisesta, ja betonijätteen kierrätysaste on yli 90 %.⁶²

Rakennusjätteiden jatkokäsittely voidaan jakaa suoraan uudelleenkäyttöön (esimerkiksi teräspaalujen⁶³ tapauksessa), kierrätykseen (käyttöön raaka-aineena neitseellisen materiaalin sijasta), hyödyntämiseen (materiaalina tai energian tuottamisessa) ja jätteiden loppukäsittelyyn. Suomi on sitoutunut EU:n jätedirektiivin kautta hyödyntämään rakennus- ja purkujätteistä materiaalina vähintään 70 % tähän vuoteen (2020) mennessä. Tässä jätelainsäädännön velvoittamassa hyödyntämisessä ei siis lasketa mukaan hyödyntämistä energian tuottamisessa. Kokonaishyödyntämisaste materiaalina (kierrätys ja materiaalina hyödyntäminen) on Suomessa nyt luokkaa 50-60%, eli jonkin verran alle tavoitetason.⁶⁴ Betonijätteen kierrätysaste on jo yli 90% ja teräsjätteen hyödyntäminen n. 96 % (josta keskimäärin 5 % uudelleenkäyttöä ja 91 % kierrätystä⁶⁵), mutta puujätteen hyödyntäminen materiaalina on käytännössä olematonta, sillä se menee kokonaan energiahyödyntämiseen.⁶⁶

SYKE on arvioinut, että rakennusjäte koostuu puujätteestä (26 %), metallijätteestä (10 %), betoni- ja muusta mineraalipohjaisesta jätteestä (25 %) sekä sekajätteestä (20%) ja käsittelemättömästä jätteestä (19 %). Rakennuksen eri elinkaaren vaiheissa ennen purkamista tuotetut

⁶⁰ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

⁶¹ Ympäristöministeriö (2019). Purkutyöt – opas tekijälle ja teettäjälle. Ympäristöministeriön julkaisu ja 2019:29. Lisäksi tiedonanto INFRA ry 19.2.2020.

⁶² Asiantuntija-arvio Kreate Oy 6.3.2020

⁶³ https://www.steelconstruction.info/The_recycling_and_reuse_survey

⁶⁴ Ympäristöministeriö (2019). Purkutyöt – opas tekijälle ja teettäjälle. Ympäristöministeriön julkaisu ja 2019:29. Lisäksi tiedonanto RT 6.3.2020

⁶⁵ https://www.steelconstruction.info/The_recycling_and_reuse_survey

⁶⁶ Tiedonanto RT 6.3.2020

jättemäärät ovat noin 10 % (50 vuoden elinkaari) ja n. 20 % (100 vuoden elinkaari) koko elinkaaren aikana kulutetuista materiaaleista, eli purkamisessa syntyy 80 - 90 % koko rakennuksen elinkaaren jätteistä.⁶⁷

Joskus rakennukset saatetaan purkaa niiden elinkaaren kannalta ennen aikaisesti, mikäli niiden peruskorjaukset, perusparannukset tai käyttötavan muutokset eivät ole taloudellisesti kannattavia. Suurten kaupunkikeskusten vaikutusalueen ulkopuolella asuntojen hinta- ja vuokratasot eivät välttämättä mahdollista mittavia lvis- tai ulkosivu- tai rakenteiden korjausinvestointeja, jolloin rakennusten purkaminen on varteenotettava vaihtoehto.⁶⁸

3.6 Rakentamisen keskeisiä materiaaleja ja tuotantoprosesseja

3.6.1 Yleistä

Rakentamiseen liittyy rakennustoiminnan lisäksi tärkeitä rakennusmateriaalien tuotantoprosesseja, jotka toimivat merkittävinä rakennuksiin sitoutuvan hiilen lähteinä. Kuvaamme seuraavassa yleisluontoisesti keskeisimpiä rakennustuotteiden ja -materiaalien valmistusprosesseja. Kuvauksessa ei ole huomioitu kuljetusten merkitystä, mutta sitä sivutaan lopuksi kuvattavassa maamassojen käsittelyssä. Teknologioita avataan tarkemmin hankkeen myöhemmissä raporteissa.

3.6.2 Sementti

Sementti on betonin tärkein raaka-aine. Sementin valmistus kuuluu päästökaupan piiriin, sillä se on energia- ja päästöintensiivistä. Sementinvalmistuksen päästöjä on pystytty EU:n päästökaupan aikana 2005-2020 vähentämään jo 24 % vuoden 1990 päästötasoon verrattuna, esimerkiksi valmistusprosessin tarkemmalla hallinnalla ja kierrätyspolttoaineiden hyödyntämisellä.⁶⁹

Sementtiklinkkeri valmistetaan kalkkikivestä ja muista mineraalisista raaka-aineista polttamalla kiertouunissa noin 1450 °C: n lämpötilassa. Raaka-aineita sementin valmistukseen on saatavilla runsaasti. Muodostanut sementtiklinkkeri jauhetaan hienoksi jauheeksi – sementiksi. Sementin valmistuksen korkea lämpötila sekä jauhaminen kuluttavat runsaasti energiaa. Lisäksi kalkkikivestä irtoaa sitä kuumennettaessa huomattava määrä hiilidioksidia. Sementin käyttö Suomessa 2018 oli noin 1 950 000 tonnia. Tästä tuontia oli 490 000 tonnia.⁶⁵ Sementin

⁶⁷ VTT ja SYKE (2013). Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset - Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013.

⁶⁸ Pekka Lith (2019). Kiinteistöala Suomen kansantaloudessa - Raportti kiinteistöalan yritystoiminnasta, markkinoista ja kehityslinjoista 2018–2019

⁶⁹ <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/sementti-seosaineiden-kaytto/>

valmistuksessa voidaan hyödyntää erilaisia uusiutuvia polttoaineita. Polttoprosessi on kuuma ja viipymäaika uunissa pitkä, joten jopa yhdyskuntajätevesilietettä voidaan polttaa klinkkerinpolton yhteydessä.

Sementin keskeiset ilmastovaikutukset ovat klinkkerinpolton energiankäyttö ja poltossa kemiallisesti vapautuva hiilidioksidi. Suomessa käytetyn sementin CO₂-päästö tonnia kohti on keskimäärin noin 730 kg CO₂e. Suurin osa Suomessa käytetystä sementistä on CEM2-tyypistä. Tästä n. 440 kg CO₂e tulee kalkkikiven kemiallisesta reaktiosta. Valmistusteknologia on varsin vakiintunutta. Prosessin energiatehokkuutta on kehitetty paljon, mm. prosessikaasut hyödynnetään kaukolämmön tuotantoon. Keskeiset alan päästövähennystoimet ovat keskittyneet energiatehokkuuden kehittämisen lisäksi, fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen kierätyspolttoaineilla, erityisesti biopolttoaineilla sekä sementin seostamiseen esimerkiksi maasuunikuonalla.

3.6.3 Betoni

Betoni on Suomessa ja koko maailmassa eniten käytetty rakennusmateriaali. Betonia käytetään rakennusteollisuudessa monenlaisissa kohteissa; asuintaloissa ja muissa rakennuksissa, tierakenteissa, tukimuureissa, silloissa, tunneleissa, tuulivoimaloissa, vesitorneissa, rautateissä, satamalaitureissa, aallonmurtajissa ja lentokentillä. Lisäksi betonia käytetään esimerkiksi teiden ja rakennusten perustuspaaluissa, maabetonina ja väestönsuojissa.⁷⁰ Betonin monimuotoinen käyttö ei kaikissa tilanteissa ole korvattavissa muilla materiaaleilla, erityisesti kun vaaditaan lujuutta. Betonia käytetään myös puurakenteisten talojen perustuksissa. Betoni koostuu vedestä, hiekasta tai kivistä, sementistä ja erilaisista lisäaineista. Kemiallinen reaktio aiheuttaa betonin kovettumisen. Betonirakenteet ovat hyvin pitkäikäisiä.

Vuotuinen betonin valmistusmäärä kotimaan kulutukseen (talonrakentaminen ja infrarakentaminen) on noin 5 miljoonaa kuutiometriä. Valtaosa betonin käytöstä on valmisbetonia. Talonrakentamisessa betonin osuus on runkorakenteista noin 45 % ja julkisivuista noin 15 %.⁷¹ Betoniteollisuuden arvion mukaan infrarakentamisen osuus betonin käytöstä on luokkaa 25-35%.⁷²

Betonin valmistus ei kuulu päästökauppaan, sillä se ei prosessina ole kovin päästöintensiivistä. Sementti on betonin tärkein raaka-aine ja betonin päästöjen suurin lähde, ja sen osuus betonista vaihtelee laadun ja tarpeen mukaan. Keskimäärin betonissa on sementtiä noin 300 kg/m³.⁷³ Betonin raaka-aineista n. 80 % on kuitenkin vähäpäästöisiä, kuten kiviaines, sementin seosaineet ja vesi. Betonin valmistusprosessissa käytetään energiamuotona Suomessa

⁷⁰ <https://www.kemia-lehti.fi/wp-content/uploads/2020/02/1-2020-Betonin-hiilijalanj%C3%A4lki-kutistuu.pdf>

⁷¹ <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/kaytto-talonrakentamisessa/>

⁷² Tiedonanto Betoniteollisuus

⁷³ Haastattelu Betoniteollisuus ry 13.2.2020

lähinnä öljyä, puupellettejä tai puuhaketta. Sähköä ei käytetä merkittävässä määrin itse prosessissa.⁷⁴

Valmisbetonin tuotanto on lähinnä raaka-aineiden sekoittamista, mutta betonielementtien valmistus on tarkka teollinen prosessi, jossa hyödynnetään mm. raudoitusta. Elementit tarvitsevat myös CE-merkinnän.⁷⁵ Betoniteollisuuden hiilijalanjälkeä Suomessa ei ole kokonaisuudessaan laskettu, mutta on arvioitu että kaikkiaan betonin hiilipäästöistä n. 70-90 % tulee raaka-aineista (sementistä) ja loput 10-30 % itse valmistusprosessin energiankäytöstä.⁷⁶ Aalto-yliopisto on arvioinut betonirakenteiden tyypillisiksi päästöiksi 100 - 200 kg CO₂e betonitonnia kohti.⁷⁷

3.6.4 Teräs

Teräs on maailman tärkein konepaja- ja rakennusmateriaali. Rautamalmipohjaisessa valmistustavassa rautaoksidi pelkistetään hiilen avulla raudaksi, joka muunnetaan teräkseksi poistamalla siitä liika hiili. Prosessin energiatehokkuutta on kehitetty paljon, mm. prosessikaasut ja jäännösenergia hyödynnetään sähkön ja kaukolämmön tuotantoon. Tästä huolimatta tekniikalla ei voida valmistaa terästä ilman että syntyy hiilidioksidia.

Romumetallipohjaisessa valmistuksessa romumetalli sulatetaan valokaariuunissa ja jalostetaan uudelleen teräkseksi. Kierrätysvalmistuksen hiilidioksidipäästö on noin neljännes malmivalmistuksen päästöistä. Kierrätysterästä ei kuitenkaan riitä markkinoilla tyydyttämään kysyntää, joten malmipohjaista valmistusta tarvitaan.

Ruostumattomiksi teräksiksi nimitetään joukkoa korroosiota ja tulta kestäviä sekä vähintään 10,5 % kromia sisältäviä teräksiä. Ruostumattoman teräksen ominaisuudet perustuvat kontrolloituun seostamiseen, jolloin jokainen seosaine vaikuttaa mekaanisiin ominaisuuksiin ja kykyyn vastustaa korroosiota. Ruostumatonta terästä valmistetaan sulattamalla rautaa ja niukkahiilistä ferrokromia valokaariuunissa ilman mellotusta so. hiilen poistamista happipuhalluksella.

Rautaoksidi voidaan pelkistää raudaksi myös vedyn avulla. Prosessin hiilidioksidipäästöt ovat murto-osa hiilipohjaisen pelkistykseen päästöistä, mutta vedyn valmistukseen tarvitaan moninkertainen määrä sähköä nykytilanteeseen verrattuna.

Teräsrakenteet ovat pitkäikäisiä, ja RST-rakenteet ovat lähes huoltovapaita.

Teräksen keskeiset ilmastovaikutukset ovat valmistuksen energiankäyttö ja hiilipelkistyksessä vapautuva hiilidioksidi. Masuunipohjaisen valmistuksessa teräksen ominaispäästö on noin

⁷⁴ Haastattelu Betoniteollisuus ry 13.2.2020

⁷⁵<https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23913/Betonituotteiden%20CE-%20merkint%C3%A4%20laajenee.pdf>

⁷⁶ Haastattelu Betoniteollisuus ry 13.2.2020

⁷⁷ Jouni Punkki, Aalto-yliopisto: Hiilipihi valmistus- ja betoniteknologia. <https://betoni.com/wp-content/uploads/2019/08/10.-Jouni-Punkki.pdf>

1800 kg CO₂e/terästonni ja romumetallipohjaisessa noin 700 kg CO₂e/terästonni⁷⁸. Alan päästövähennystoimet ovat keskittyneet pääasiassa prosessien energiatehokkuuden parantamiseen ja kierrätysasteen kehittämiseen ja ylläpitämiseen. 2020 SSAB on ilmoittanut vetypelkistysteknologian käyttöönotosta Suomessa ja Ruotsissa vuonna 2026.

3.6.5 Tiili

Tiiltä käytetään rakennuksissa ulkoverhoilussa tai väliseinissä erityisesti kun tarvitaan esim. osastoivuutta. Tiili on hiekasta tai savesta polttamalla aikaansaatu keraaminen rakennusmateriaali. Poltetut tiilet valmistetaan luonnonmateriaaleista: maasta otettavasta savesta, hiekasta, kalkista ja sahanpurusta. Poltto tapahtuu uunissa yli 1000 asteen lämpötilassa. Valmistusprosessissa poltettuihin tiiliin sitoutuu primäärienergiaa; poltettujen tiilien uusiutumaton energiasisältö vaihtelee 2,2-4,0 MJ/kg ja uusiutuva energiasisältö n. 0,5 MJ / kg.⁷⁹

Tiilenpolton keskeinen ilmastovaikutus on polton energiankäyttö. Öljypohjaisella poltolla ominaispäästö on n. 200 CO₂e /tonni tiiltä⁸⁰. Alan päästövähennystoimet keskittyvät lähinnä polttoprosessiin.

3.6.6 Puu

Puusta voidaan valmistaa esimerkiksi kantavia seiniä, rankarunkoisia suurelementtejä, CLT (Cross Laminated Timber) -elementtejä, LVL (Laminated Veneer Lumber) -elementtejä, pila-reita, palkkeja, tilaelementtejä ja hirsirakenteita. Puuta käytetään paljon myös vuoraus- ja verhoilumateriaaleina erityisesti pientaloissa. Suomen sahatavaran tuotannosta 70-80% menee vientiin.

Mekaaninen metsäteollisuus jalostaa puuta mekaanisesti muotoilemalla sekä liimaamalla tai liittämällä puuta muuten erilaisiksi rakenteiksi. Alueeseen kuuluvat mm. saha-, kuitulevy-, lastulevy-, vaneri-, huonekalu-, insinööripuutuote-, puusepän-, puutalo-, ja rakennuspuuteollisuus.

Puutuoteala kytkeytyy voimakkaasti rakentamiseen. Suomen sahatavaran tuotannosta noin neljä viidesosaa menee rakentamiseen joko suoraan tai välillisesti jalostamisen kautta⁸¹. Rakennuspuusepäntuotteista yli 70% menee asuntorakentamiseen. Loput puutuoteollisuuden tuotteista käytetään enimmäkseen kalustamiseen ja sisustamiseen.

Päästöt tulevat rakentamiseen käytettyjen puutuotteiden valmistusprosessissa erityisesti fossiilisen energian käytöstä raaka-aineen hankinnassa eli mm. metsäkoneissa ja kuljetuksissa, sekä jossain määrin materiaaleista kuten liimasta ja pinnoitteista. Energiankäyttö valmistusprosessissa on suurelta osin uusiutuvaa bioenergiaa, jolla voidaan tuottaa lämpöenergiaa

⁷⁸ <http://cc oulu.fi/~kamahei/b/477420S/MVNJT-2019-T4.pdf>

⁷⁹ <https://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/tiilen-valmistus/>

⁸⁰ http://kivitalo.asiakkaat.sigmatic.fi/core/wp-content/images/2013/08/bionova_tilijulkisivun_elinkaari-vaikutus_2013.pdf, lisäksi tiedonanto RT 6.3.2020

⁸¹ [TEM \(2018\). Toimialaraportit – Puutuoteollisuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 37/2018](#)

myös tehtaan ulkopuolisiin rakennuksiin. Puu on raaka-aineena uusiutuva luonnonvara, ja puurakenteet toimivat periaatteessa hiilivarastoina. Esimerkiksi Stora Enson CLT-valmistuksen EPD:n (2017) mukaan tuotevaiheen päästöt ovat 60 kg CO₂e/m³ eli 128 kgCO₂e/tonni CLT:tä.⁸²

3.6.7 Lasi

Laakalasia käytetään rakennuksissa mm. ikkunoissa, lasisissa väliseinissä, ulkoseinärakenteissa ja parveke- tai terassilasituksissa. Lasia valmistetaan sulattamalla epäorgaanisia aineita ja antamalla näin saadun sulatteen jäähtyä. Tällöin saadaan massa, jossa sulate ei ole palautunut alkuperäiseen kiteiseen muotoon, vaan jää jähmeän, hauraan, useimmiten läpinäkyvän liuoksen asteelle. Lasin pääraaka-aine on puhdas ja seulottu kvartsihiekkä, joka on jokseenkin yksinomaan piidioksidia. Useimmissa lasilajeissa piidioksidin osuus on 40-80 %.

Keskeisin lasinvalmistuksen ympäristövaikutus on sulattamiseen vaadittavan energian tuottaminen. Raaka-aineet ovat yleisesti saatavilla olevia luonnonaineita. Lasinvalmistuksen keskeinen ilmastovaikutus on valmistuksen energiankäyttö. Lasin ominaispäästö tonnia kohti on noin 1200 kg CO₂e⁸³. Valmistuksen päästövähennystoimet keskittyvät pääasiassa sulatusprosessiin⁸⁴.

3.6.8 Kipsilevy

Kipsilevyn pääraaka-aineena ovat puhdas kipsikivi, vesi sekä kierrätyspaperista valmistettu uusiokartonki. Luonnonkipsin lisäksi voidaan käyttää voimalaitosten savukaasujen rikinpoistossa syntyvää synteettistä kipsiä.

Kipsikivi jauhetaan ja kalsinoidaan poistamalla kipsikivestä kuumentamalla ¾ siihen sitoutuneesta vedestä, jolloin saadaan ns. stukkokipsiä. Stukkokipsistä valmistetaan kipsimassa lisäämällä siihen kuiva-aineita, vettä ja vaahdotusainetta. Raaka-aineiden sekoituksen jälkeen massa pursotetaan kahden vahvan kartongin väliin. Muotoiluradalla kipsilevy viimeistellään tarkkoihin paksuus-, leveys- ja pituusmittoihin, minkä jälkeen levyt kuivataan kuivausuunissa.

Kipsilevyn valmistuksen keskeinen ilmastovaikutus on valmistuksen (raakakipsin kuivaus, kalsinointi ja lopputuotteen kuivaus) energiankäyttö, johon myös alan päästövähennystoimet keskittyvät⁸⁵. Kipsilevyn ominaispäästö on suuruusluokaltaan 300-400 kg CO₂e/tonni. Suomalaisen Gyproc-kipsilevyn päästö on moduuleissa A1-A3 n. 280 kgCO₂e/tonni.⁸⁶

⁸² CLT by Stora Enso. EPD, hyväksytty 1.6.2017

⁸³ <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T115.pdf>

⁸⁴ Esim. https://china.lbl.gov/sites/default/files/lbl_glass_final.pdf

⁸⁵ Esim. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/allowances/docs/bm_study-gypsum_en.pdf

⁸⁶ Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy / Gyproc kipsilevy EPD, hyväksytty

3.6.9 Eristeet

Lämpöeristeitä käytetään rakennusten ala- ja yläpohjissa sekä seinissä. Lämmöneristyksen tehtävä on muodostaa rakennuksen sisä- ja ulkopuolen välille lämpöä eristävä kerros, jotta sisätilojen lämpötila voidaan pitää haluttuna mahdollisimman vähällä energian käytöllä.

Keskeiset käytettävät materiaalit tällä hetkellä ovat kivi- ja lasivilla (yhteisnimityksen vuoriviljat tai mineraalivillat), puukuitueristeet (esim. selluvilla), polystyreenipohjaiset solumuovit (EPS ja XPS) sekä polyuretaanipohjaiset solumuovit PUR ja PIR. Mineraalivillat valmistetaan sulattamalla raaka-aine (kivi tai lasi) ja kuiduttamalla sulate. Puukuitueristeet valmistetaan yleensä kierrätyspuukuiduista, johon lisätään lahon- ja palonsuoja-aineita. EPS ja XPS valmistetaan polystyreenistä, joka on öljytuote. Polyuretaanieriste valmistetaan di-isosyanaateista ja polyoleista, jotka ovat pääasiassa öljypohjaisia. Kivi- ja lasivillan valmistuksessa päästöt syntyvät pääosin valmistusprosessin energiankäytöstä, ja polystyreeni- ja polyuretaanieristeiden valmistuksessa päästöt liittyvät raaka-aineiden fossiilisuuteen. Puukuituvillat sitovat hiiltä elinkaarensa ajan.

Villa- ja muovieristeiden hiilijalanjälki on varsin suuri, esimerkiksi kivivillalla noin 1700 kgCO₂e/t⁸⁷ ja polyuretaanilla noin 4200 kgCO₂e/t⁸⁸. Puukuituvillojen hiilijalanjälki on monta kertaluokkaa pienempi, noin 240 kgCO₂e/t⁸⁹. Vaikka erityisesti mineraalivilla- ja muovieristeiden yksikköpäästöt ovat korkeat, rakennuksiin sitoutuvat päästöt ovat suhteellisen pieniä eristeiden pienen tiheyden vuoksi. Yleensä lämpöeristyksen vaikutus rakennuksen käytönaikaiseen energiankulutukseen on ratkaisevassa roolissa verrattuna eristeen omaan elinkaaren aikaiseen päästöön, joten eristeiden käyttö rakentamisessa on myös päästönäkökulmasta tärkeää.

3.6.10 Talotekniikka

Talotekniikka on yhteisnimitys kiinteistöjen teknisille laitteille, jotka tuottavat kiinteistössä halutut olosuhteet ja toiminnot. Yleensä talotekniikkaan luetaan LVIS-järjestelmät ja niihin liittyvä automaatio. Lämmön osalta talotekniikkaan kuuluvat lämmön tuotanto- ja jakelujärjestelmät ja mahdolliset höyryjärjestelmät, veden osalta käyttövesi, sen lämmityslaitteet ja viemärointi, ilmanvaihdon osalta ilmanvaihtokoneet ja ilmanvaihtoputkistot sekä sähkön osalta kiinteistön sähköistäminen. Lisäksi talotekniikkaan voivat kuulua esimerkiksi palontorjuntajärjestelmät, kaasujärjestelmät (maakaasu/nestekaasu, sairaalakaasu, teollisuuskaasut), jäähdytysjärjestelmät, uima-allaslaitteet sekä tietoliikennejärjestelmät. Rakennusautomaatiojärjestelmä huolehtii rakennuksen ja sen järjestelmien tilasta. Varavoimajärjestelmät tuottavat kiinteistölle sähköä, jos verkkoyhteys ei toimi.

⁸⁷ Esim. <https://www.rockwool.fi/siteassets/02-rockwool/dokumentit-ja-sertifikaatit/dokumentit/hyvaksynnat/environmental-product-declaration/environmental-product-declaration.pdf?f=20190201075531>

⁸⁸ <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T115.pdf>

⁸⁹ <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T115.pdf>

Rakennusten käytönaikaisen energiankulutuksen osalta keskeisiä alueita ovat lämmöntuotanto, ilmanvaihto ja käyttöveden lämmitys. Lämmöntuotannossa ja käyttöveden tuotannossa talotekniikan merkitys syntyy lämmönlähteen valinnasta ja hukkien minimoinnista, ja ilmanvaihdossa energiahukkaa pienentävistä ratkaisuista, kuten lämmön talteenotosta. Rakennusautomaation avulla talotekniikan tilaa voidaan säätää kulloisenkin kuormituksen ja käyttäjien tarpeen mukaisesti, mikä tuottaa niin ikään säästöjä. Oleellinen rooli on sillä, että talotekniikka toimii ja sitä käytetään oikein. Tässä talotekniikan kunnossapitopalveluilla on iso merkitys.

3.6.11 Bitumi ja asfaltti

Bitumi on raskaiden hiilivetyjen seos. Sitä muodostuu maaöljyn tislauksessa raskaimmista ja keista. Bitumin keskeiset käyttökohteet talonrakentamisessa ovat erilaiset kermit ja kattohuovat sekä vedeneristys. Väylärakentamisessa keskeinen käyttökohde on asfaltin valmistus. Asfaltti on bitumin ja murskeen sekä hiekan sekoitus, jossa on bitumia noin 5 %⁹⁰. Asfaltin valmistuksessa kiviaines kuumennetaan kuumennusrummussa ja sekoitetaan juoksevaksi lämmitettyyn bitumiin sekä muihin tarvittaviin aineisiin. Asfaltti varastoidaan lyhytaikaisesti siloissa ja kuljetetaan asfaltoitavaan kohteeseen kuumana. Asfaltin jäähtyessä se saavuttaa lopullisen kulutusta kestävän muotonsa.

Bitumi on öljynjalostuksen sivutuote, mutta sen valmistuksen lasketaan tuottavan hiilidioksidia noin 173 kg CO₂e/tonni⁹¹. Bitumin ja asfaltinvalmistuksen ilmastovaikutuksia ovat sitoutuneen hiilidioksidin lisäksi seoksen lämmitys ja kiviaineksen murskaamisen energiankäyttö.

3.6.12 Kiviainekset

Jalostamaton kiviaines on luonnosta sellaisenaan otettua seulomatonta kiviainesta. Jalostettu kiviaines on yleensä kalliosta tai sorasta murskattua ja/tai seulottua kiviainesta. Tyypillisiä kiviainestuotteita ovat mm. sora, hiekka, louhe ja kalliomurske.

- Sora on kivennäismaalaji, jossa raekoko on kahdesta muutamaan kymmeneen millimetriin
- Hiekka on jalostamaton hienoista mineraali- tai kivennäisrakeista koostuva maalaji
- Louhe on kallion louhinnassa syntyvää suuren raekoon kiviainesta
- Kalliomurske on louheesta murskattua ja tiettyyn raekokoväliin seulottua kiviainesta.

Kiviaineksia käytetään Suomessa pääasiassa rakentamiseen suuruusluokaltaan 100 miljoonaa tonnia vuodessa. Määrä on EU-vertailussa suuri, koska mm. Suomen ilmasto edellyttää roudankestävää rakentamista. Suurin osa kiviaineksista käytetään teiden, katujen ja rautateiden

⁹⁰ Hagström M. et al. (2011). [Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.](#)

⁹¹ [Sustainability at Bombardier](#)

rakentamiseen. Jalostetusta kiviaineksesta noin 10% kuluu betonin ja 10% asfaltin valmistukseen. Kalliomurskeen osuus kokonaismäärästä on kasvanut viimeiset 20 vuotta.⁹²

Kiviainestuotteiden ja niiden jalostamisen hiilijalanjälki ei ole kovin suuri, esim. soralle on arvioitu hiilijalanjäljeksi 3.3 kg CO₂e/tonni⁹³. Neitseellisten raaka-aineiden käytön vähentämiseksi kiviainesten käyttöä pyritään korvaamaan erilaisilla kierrätysratkaisuilla, kuten betonimurskeella sekä erilaisilla teollisuuden sivutuotteilla tai jätteillä.

Kiviainesten merkittävin ilmastovaikutus syntyy niiden kuljettamisesta. Kiviaineksia sekä myös muita maamassoja siirrellään ja kuljetetaan vuosittain merkittäviä määriä. Esimerkiksi maanteiden rakentamisessa ja perustienpidossa käsiteltiin v. 2018 yli 24 miljoonaa tonnia erilaisia maamassoja. Jopa 50% tiehankkeen rakentamisen aikaisista päästöistä voi tulla maamassojen kuljetuksista⁹⁴. Verkostorakentamisessa kaivettavat maamassat tulee yleensä korvata toisen tyyppisellä maa-aineksella, mikä lisää kuljetustarpeita.

4 Rakennusteollisuus toteuttaa rakennetun ympäristön toiminnot

4.1 Alan toimijat ja yritys rakenne

Rakentamisen liikevaihto oli Tilastokeskuksen mukaan 37,7 mrd. euroa 2018. Rakennusala tuottaa noin 10 % Suomen yritysten liikevaihdosta. Kokonaissummasta 22,5 mrd. euroa kohdentuu pk-yrityksille ja 15 mrd. euroa suurille yrityksille.⁹⁵ Rakennustoimiala ei sisällä tässä rakennustuoteteollisuutta eikä materiaalien valmistusta.⁹⁶

Kaupparekisterin mukaan rakennustoimialalle on merkitty 40 000–50 000 yritystä. Päätoimisesti rakentamiseen keskittyvien yritysten määrä on kuitenkin huomattavasti pienempi.⁹⁷

Talonrakennusalan yrityksiä on Suomessa 17 600. Niistä alle yksi prosentti on liikevaihdolla mitattuna keskisuuria tai suuria yrityksiä. Näistä 30 suurinta yritystä/konsernia tuottaa kuitenkin 45 prosenttia koko talonrakentamisen liikevaihdosta. Loppuosa liikevaihdosta jakaantuu keskisuurille ja tuhansille pienille rakennusy yrityksille. Kaikkien Suomessa toimivien talonrakennusyri-tysten liikevaihto oli vuonna 2018 noin 28 miljardia euroa, josta Talonrakennusteollisuus ry:n jäsenyritysten osuus on 55–60 prosenttia⁹⁸.

⁹² TEM (2015). Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 54/2015

⁹³ VTT (2013). Carbon footprint for building products ECO2 data for materials and products with the focus on wooden building products

⁹⁴ Sähköpostitiedonanto Väylävirasto 29.1.2020

⁹⁵ http://www.tilastokeskus.fi/til/yrti/2018/yrti_2018_2019-12-19_tau_001_fi.html

⁹⁶ Tiedonanto RT 20.3.2020

⁹⁷ <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoelama/Tietoja-tyovoimasta-rakennusalalla/>

⁹⁸ Rakennusteollisuus (2019). Kannattavuus selvitys vuodelta 2018

Infra-ala työllistää Suomessa noin 45 000 henkeä. Infrarakentamisalan yrityksiä on Suomessa Infra Ry:n jäsenenä noin 1600. Liikevaihdoltaan yli 200 M€ yrityksiä on kaksi ja liikevaihdoltaan 20-200 M€ yrityksiä on 25 kpl. 15 yritystä työllistää yli 100 henkilöä, ja alle 5 henkeä työllistää 1136 yritystä. Noin 60% infrarakentamisen volyymista suuntautuu julkiselle sektorille (kunnat 40%, valtio 20%) ja loput 40% yksityiselle sektorille, esimerkiksi talonrakennus- ja kaivosteollisuudelle.⁹⁹

Rakennusalan liikevaihto on keskittynyt kasvukeskuksiin. 38% liikevaihdosta tulee Uudelta maalta ja 32% Turun, Tampereen, Kuopion ja Oulun seuduilta. Loppu 30% jakautuu muihin maakuntiin.¹⁰⁰

Rakennusala on siis pienyritysvaltainen veturiyritysala. Alalle ovat tyypillistä pitkät alihankintaketjut, joissa kilpailuttaminen ja erilaiset kumppanuudet ovat yleisiä.

4.2 Ala työllistäjänä

Rakentamiseen ja rakennetun ympäristön ylläpitoon osallistuu viidennes Suomen työllisistä -rakentamisessa ja kiinteistönpidossa sekä niihin liittyvissä palveluissa työskentelee kaikkiaan noin 520 000 henkilöä. Klusteri on suurin työllistäjä Suomessa. Ulkomaalaisten työntekijöiden osuus on merkittävä, talonrakennusalalla yli viidennes työntekijöistä, mutta osuuden kasvu on hidastunut.

Rakentaminen ja rakennustuoteteollisuus työllistävät yhteensä noin 250 000 henkilöä. Näistä rakennusala työllistää noin 175 000 ja rakennustuoteteollisuus 80 000 henkilöä Suomessa¹⁰¹. Rakennusalan työpaikat jakautuvat talonrakennuksen noin 130 000 työpaikkaan ja infrarakentamisen noin 45 000 työpaikkaan. Tilastokeskuksen toimialaluokittelussa rakentamisen työvoimasta puolet työskentelee erikoisurakoinnissa, noin 40 prosenttia talonrakentamisessa ja kymmenisen prosenttia infrarakentamisessa. Pienyritysten määrä näkyy alan työllisissä: noin 100 000 on työntekijöitä, 35 000 toimihenkilöitä ja loput yrittäjiä.¹⁰²

Rakennusalalla miljoonan euron investointi työllistää 7 henkeä välittömästi ja 8 henkeä välillisesti. Kaupan alalla, jossa automaation aste on alhaisempi, työllistävä vaikutus on suurempi, kun taas metsäteollisuudessa tyypillisesti korkean automaatioasteen vuoksi työllistävä vaikutus on pienempi.¹⁰³

⁹⁹ <http://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Tietoa-alasta/>

¹⁰⁰ http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__yri__alyr/stat-fin_alyr_pxt_11db.px/table/tableViewLayout1/

¹⁰¹ Mukaan lukien puutuoteteollisuus

¹⁰² <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoelama/Tietoja-tyovoimasta-rakennusalalla/>

¹⁰³ <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Tyomarkkinat/>

4.3 Toimialan dynamiikka

4.3.1 Taloudellisia suuruusluokkia

Vuonna 2018 rakennustuotannon kokonaisarvo oli 35 mrd. euroa. Talonrakentamisen arvo oli 28 mrd. euroa ja infrarakentamisen noin 7 mrd. euroa. Rakennusten uudistuotanto (15,2 mrd. euroa) ja korjausrakentaminen (12,9 mrd. euroa) jakautuivat melko tasan asuin- ja muiden rakennusten välille.

Talonrakennusyritysten kannattavuus on pysynyt suhteellisen vakiona. Alan keskimääräinen tulos ennen satunnaisia eriiä ja veroja on vaihdellut 2,5-4,5 % välillä viimeisten 10 vuoden aikana. Rakennustuoteteollisuuden liikevoittoprosentti on vaihdellut 3,3-11,2 % viimeisten 10 vuoden aikana. Betoniteollisuuden liikevoitto oli 2018 noin 8 %. Infra-alalla katetuotoksi on arvioitu noin 4 %.¹⁰⁴ Yhteenvetona voidaan todeta, että alan katteet ovat suhteellisen ohuet, mikä tarkoittaa sitä, että pienetkin muutokset kustannusrakenteessa vaikuttavat kannattavuuteen.

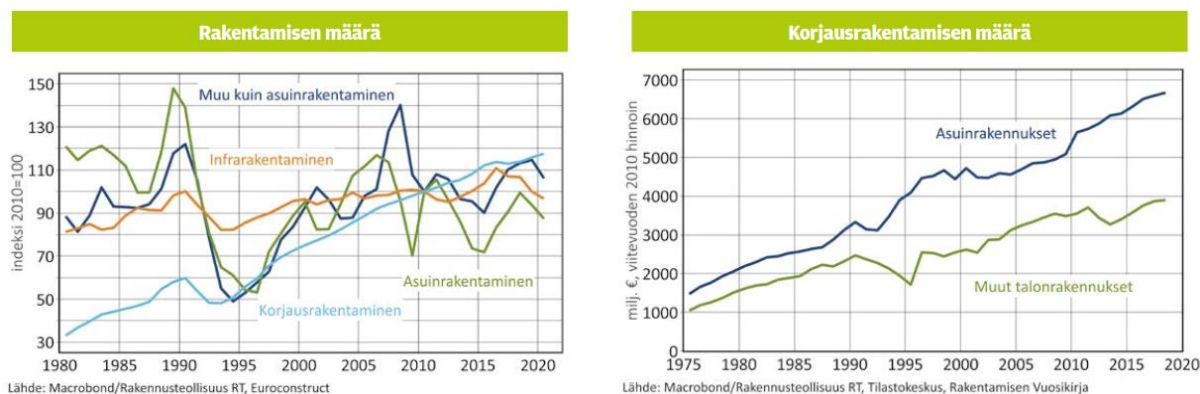
4.3.2 Rakentamisen kysyntä ja sen vaihtelut

Rakennusala on investointivaltainen ala ja varsin suhdanneherkkä. Kuva 9 on esitetty rakentamisen määräindeksit jaoteltuna asuinrakentamiseen, korjausrakentamiseen, infrarakentamiseen ja muuhun kuin asuinrakentamiseen – syklisyys ja suhdanteiden seuraaminen on ilmeistä.

Rakennuskannan ikääntyessä korjausrakentamisen kysyntä on tasaisessa nousussa. Tällä hetkellä korjausrakentamisen osuus talonrakentamisen volyyymistä on lähes puolet. Infrarakentamisessa kunnossapito muodostaa noin neljänneksen kokonaisvolyyymistä.

Rakennusyritysten rakennuksiin kohdistuvien korjausrakoiden arvo oli 9,2 miljardia euroa vuonna 2018. Tilastokeskuksen mukaan vähintään 5 henkilöä työllistävässä talonrakennusalan yrityksissä rakennusurakoiden arvo vuonna 2018 oli yhteensä 21,2 miljardia euroa. Yritysten tekemistä talonrakennustöistä 9,2 miljardia euroa kohdistui korjausrakentamiseen.

¹⁰⁴ <http://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Infra-rakentaminen/>



Kuva 9 Rakentamisen määrän vaihtelu ja korjausrakentamisen määrän tasainen kasvu¹⁰⁵

Infrarakentamisen kysyntä rakentuu paljolti väylien, verkostojen ja ympäristön investointi- ja kunnossapitotarpeiden varaan, ja tilaajana on useimmiten valtio tai kuntakonserni. Täten julkisen talouden tila on merkittävä infrarakentamisen kysynnän ohjaaja. Tällä hetkellä esimerkiksi kuntatalous velkaantuu jatkuvasti lisää, mikä heikentää kuntien mahdollisuuksia uusiin infrainvestointeihin. Myös raaka-aineiden, erityisesti bitumin ja öljyn, hinnalla on iso merkitys, sillä bitumi ja polttoaineet muodostavat noin viidenneksen infrarakentamisen kustannuksista. Tällä hetkellä arvioidaan, että infrarakentamisen kustannusten nousun hidastumista selettää erityisesti öljyn hinnan lasku.

4.3.3 Kilpailutilanne ja alan uudistuminen

Rakennusala muodostuu joukosta veturiyrityksiä ja niiden osin yhteisestä alihankintaverkostosta, jossa alihankinta- ja kumppanuussuhteet vaihtelevat. Suurten hankkeiden kilpailu käydään veturiyritysten välillä, ja veturiyritykset sekä suuremmat alihankkijayritykset kilpailuttavat alihankkijat. Vetureiden kokoerot ovat melko pieniä, joten kilpailutilanne on tasainen ja määräävän markkina-aseman saavuttaminen vaikeaa. Kilpailu on pääasiassa hintakilpailua ja alalle tulon kynnys on matala.

Rakennusliiketoiminta on luonteeltaan työvoima- ja materiaalivaltaista paikallista tuotantoa, jossa käytetään alihankkijoita. Rakennusliiketoiminta on myös vahvasti säädeltyä. Tämä asettaa kansainvälistymiselle omat haasteensa ja rajoittaa mahdollisia kansainvälistymisen mekanismeja. Ulkomaalaisen yrityksen on verrattain vaikea tulla suomalaisille rakennusmarkkinoille johtuen lähinnä maakohtaisen lainsäädännön edellyttämästä tietämyksestä, paikallisten rakennustapojen tuntemisesta ja paikallisten verkostojen puuttumisesta. Käytännössä Suomen rakennusmarkkinoille tullaan tytäryritysten ja yritysostojen kautta.

V. 2017 suomalaisten rakennusliikkeiden kansainvälinen toiminta muodosti noin 5 % suomalaisen rakennusteollisuuden kokonaisvolyymistä. Yksittäisistä maista Venäjän osuus on 35 %,

¹⁰⁵ https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/suhdannekatsaukset/2019/syky/rt_suhdannekatsaus_syky_2019_net.pdf

Viron 28 %, Ruotsin 12 %,Liettuan 9 % ja Latvian 7 %. Samaan aikaan ulkomaankaupan osuus Suomen bruttokansantuotteesta oli 38 %.¹⁰⁶

Työn tuottavuus rakentamisen toimialalla on Suomessa kasvanut 1980-luvulta lähtien heikommin kuin millään muulla yksityisen sektorin toimialalla¹⁰⁷. Alan tutkimus- ja kehitystoiminnan investointien taso on matala ja uusia innovaatioita syntyy hitaasti. Yhteistä perustutkimusta tai strategista tutkimusyhteistyötä ei juuri ole, ja alan digitalisoituminen on ollut hidasta.¹⁰⁸ Rakennustuoteollisuus, joka on luonteeltaan lähempänä valmistavaa teollisuutta, on uudistumiskyvyltäänkin todennäköisesti lähempänä sitä.

Tällä hetkellä rakennusalaalla on kuitenkin paljon erilaisia digitalisaatio- ja muita kehityshankkeita, ja monet alan yritykset ja yhteisöt ovat tarttuneet aktiivisesti ilmastonmuutoshaasteisiin.

4.4 Rakennusalan sääntely

4.4.1 Yleistä

Ympäristöministeriö vastaa valtioneuvoston ja eduskunnan käsittelyyn tulevien asioiden valmistelusta, jotka koskevat yhdyskuntia, rakennettua ympäristöä, asumista, luonnon monimuotoisuutta ja luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä ympäristönsuojelua.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) on kattosäädös, jossa säädetään alueidenkäytön suunnittelusta, eli kaavoituksesta, rakentamisen luvista, yhteiskuntainfran yleisistä vaatimuksista ja muusta rakentamisen normituksesta. Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus sisältävät säännöksiä muun muassa

- kaavoituksesta
- kuntien rakennusjärjestyksestä
- ranta-alueiden suunnittelusta ja rakentamisesta
- tonttijaosta
- yhdyskuntarakentamiseen liittyvästä lunastamisesta
- rakentamiselle asetettavista yleisistä vaatimuksista
- rakentamisen luvista ja muusta rakentamisen valvonnasta.

MRL:n kokonaisuudistus on parhaillaan käynnissä vuoden 2021 loppuun saakka. Uudistuksen tavoitteena on yksinkertaistaa alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, kehittää rakentamisen ohjausta, tukea kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa omaa elinympäristöä

¹⁰⁶ [Tervala, E. \(2017\). Rakennusalan yritysten kansainvälistymisstrategiat. Tampereen Teknillinen Yliopisto](#)

¹⁰⁷ [Rakentaminen 2018–2019, Valtiovarainministeriön julkaisu – 8/2018](#)

¹⁰⁸ [TEM \(2013\). License to SHOK? External evaluation of the strategic centres of science, technology and innovation](#)

koskevaan suunnitteluun ja päätöksentekoon sekä varmistaa, että lakiteksti on selkeä ja johdonmukainen. Uudistuksen valmistelusta vastaa ympäristöministeriö.¹⁰⁹

4.4.2 Talonrakentamisen säädökset

MRL:n nojalla on annettu useita asetustasoisia säädöksiä, jotka sisältävät yksityiskohtaiset rakentamiseen liittyvät normit. Normit voivat liittyä esimerkiksi rakennusten turvallisuuteen, kosteuserityksiin, energiatehokkuuteen, paloturvallisuuteen, esteettömyyteen ynnä muuhun.

Suomen **rakentamismääräyskokoelma** sisältää yksityiskohtaiset määräykset mm. seuraavista asiakokonaisuuksista:

- Suunnittelu ja valvonta
- Rakenteiden lujuus ja vakaus
- Paloturvallisuus
- Terveellisyys
- Käyttöturvallisuus
- Esteettömyys
- Meluntorjunta ja ääniolosuhteet
- Energiatehokkuus
- Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje
- Asuntosuunnittelu.

Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat ensisijaisesti uuden rakennuksen rakentamista. Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä määräyksiä sovelletaan vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapaedellyttävät. Rakennustyön turvallisuus on myös kansallisesti säädeltyä.¹¹⁰

Lisäksi rakennustuotteisiin liittyy vaatimuksia, kuten CE-merkintä tai sen vaihtoehtona kansalliset hyväksyntämenettelyt. Rakennustuotteeseen kiinnitetty CE-merkintä osoittaa, että tuote on testattu harmonisoidun tuotestandardin mukaisella testimenetelmällä ja että tuote on ilmoitetun suoritustason mukainen. CE-merkinnän saamiseen riittää yhden ominaisuuden testaaminen, eikä se yksinään takaa tuotteen käytettävyyttä rakennuskohteessa.¹¹¹ Kansalliset hyväksyntämenettelyt ovat Suomessa käytössä olevia rakennustuotteiden hyväksyntämenettelyjä niille tuotteille, joissa ei voida käyttää CE-merkintää. Kyse on siis rakennustuotteista,

¹⁰⁹ <https://mrluudistus.fi/>

¹¹⁰ Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

¹¹¹ https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/CEmerkinta

jotka eivät kuulu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai joille ei ole eurooppalaista teknistä arviointia (ETA).¹¹²

Myös talotekniset laitteet ovat rakennustuotteita, mutta niitä ohjaa eri sääntely. Kyseisten laitteiden CE-merkintä perustuu muiden kuin rakennustuoteasetuksen vaatimuksenmukaisuusvaatimukseen. Keskeisiä vaatimuksia asettavia säädöksiä ovat ekosuunnitteludirektiivi, tuoteryhmäkohtaiset ekosuunnitteluasetukset, energiamerkintäasetukset, konedirektiivi, pienjännittdirektiivi, sähkömagneettisen yhteensopivuuden säädökset, painelaittedirektiivi, radiolaittedirektiivi, RoHS-direktiivi vaarallisten materiaalien välttämistä sekä WEEE-kierrätysdirektiivi.¹¹³

4.4.3 Infrarakentamisen sääntely

4.4.3.1 Liikenne- ja viestintäverkot

Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) vastaa Suomen liikenne- ja viestintäverkkojen ja väylien sekä verkkomarkkinoiden toimivuudesta. LVM:ssä valmistellaan liikenneväyliin liittyvät lait. Niillä annetaan perussäännöt väylien suunnitteluun, rakentamiseen, ylläpitoon ja lakkauttamiseen. LVM:n tavoitteena on, että liikenne- ja viestintäverkkoja rakennetaan ja ylläpidetään uusinta teknologiaa ja osaamista käyttäen ja että rakentaminen ja ylläpito on kustannustehokasta, energiatehokasta ja ottaa huomioon ympäristönäkökohdat. LVM:n ohjaama Väylävirasto vastaa maanteiden, ratojen sekä vesiväylien rakentamisesta ja ylläpidosta.

Viestintäverkkoja rakennetaan Suomessa markkinaehtoisesti. Liikenne- ja viestintävirasto ohjaa verkkojen rakentamista ja huolehtii, että verkot toimivat häiriöttä ja tehokkaasti. Taajuuksien käyttöä säännellään. Kansainvälinen ja kansallinen sääntely kattaa 9 kHz:n ja 3 000 GHz:n välisen radiotaajuuksialueen. Liikenne- ja viestintäministeriö vastaa markkinoiden toimivuudesta ja kriittisten viestintäverkkojen toiminnan turvaamisesta. Taajuuksien käyttöä ohjaa Liikenne- ja viestintävirasto.¹¹⁴

4.4.3.2 Energiaverkot

Sähköverkko

Sähköverkon rakentaminen on säänneltyä toimintaa. Sähkön jakeluverkon haltija saa vastuualueellaan rakentaa yksinoikeudella jakeluverkkoa, eli alle 110 kV sähköverkkoa. Poikkeuksen tästä tekevät liittymisjohdot. 110 kV ja sitä suurempien sähköjohtojen rakentamista valvoo Energiavirasto ja rakentamiseen tarvitaan Energiaviraston hankelupa. Hankelupaa ei tarvita kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköjohdon rakentamiseen.

¹¹² https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt

¹¹³ https://www.talteka.fi/sites/default/files/file_attachments/39_taloteknisten_tuotteiden_ce-merkinta_ja_vaatimustenmukaisuuden_osoittaminen.pdf

¹¹⁴ <https://www.lvm.fi/verkot>

Maakaasuverkko

Maakaasuverkonhaltijat ovat vastuussa verkkojensa käytöstä, ylläpidosta ja kehittämisestä toiminta-alueellaan sekä verkon yhteyksistä muihin verkkoihin. Verkonhaltijoiden on myös varmistettava, että verkko pystyy täyttämään kohtuulliset kaasun jakelu- tai siirtovaatimukset pitkällä aikavälillä. Jakeluverkonhaltijan maakaasuverkkoluvalla saa harjoittaa luvanvaraista maakaasuverkkotoimintaa maakaasun jakeluverkossa. Erillisen linjan maakaasuverkkoluvalla luvan hakija saa harjoittaa maakaasuverkkotoimintaa rakentamassaan erillisessä linjassa.¹¹⁵

Kaukolämpöverkko

Kaukolämpöverkkoihin ei kohdistu sähköverkkojen kaltaista sääntelyä. Toiminnan tehokkuus, luotettavuus ja turvallisuus on taattu alan vapaaehtoisin toimin kuten rakentamisen laadunvarmistustoimilla sekä verkkotoiminnan tehokkuuden, verkon kunnon ja toimitusvarmuuden seurannalla ja tilastoinnilla.¹¹⁶ Teknistä rakentamista ohjataan pääasiassa standardein ja vastaavin.

4.4.3.3 Muu yhdyskuntatekniikka

Vesiverkostoja ohjaa vesihuoltolaki (9.2.2001/119), jonka tavoitteena on turvata sellainen vesihuolto, että moitteetonta talousvettä sekä terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi on saatavissa kohtuullisin kustannuksin.

Vesiverkostojen osalta kunnat päättävät verkoston piiriin saatettavien kaava-alueiden rakentamisesta. Vesihuoltoverkostojen piiriin liitettävät haja-asutusalueet määritellään kuntien vesihuollon kehittämissuunnitelmissa.¹¹⁷

Säädöksiä materiaaleille tai rakentamistavoille ei juurikaan ole, vaan toiminta perustuu standardeihin ja hyviin käytäntöihin.

4.4.3.4 Muut erityisrakenteet

Muita rakentamisen erityiskokonaisuuksia, joita koskevat omat erityissäädöksensä, ovat esimerkiksi vesistörakentaminen, padot, vaarallisten kemikaalien varastot sekä maapohjan omistus- ja hallintaoikeuteen liittyvät asiat (kiinteistöjen muodostus ja vaihdanta, maanvuokra, rasiteoikeudet, lunastus).

¹¹⁵ <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-luvanvaraisuus>

¹¹⁶ <https://energia.fi/linjaukset/energiapolitiikka/energiaverkot/regulaatio>

¹¹⁷ <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/vesiverkostot/Sivut/default.aspx>

4.4.4 Teollisuuden standardisointi ja omat ympäristöaloitteet

4.4.4.1 Standardisointi

Suomessa on hajautettu standardisointijärjestelmä, jossa SFS toimii keskusjärjestönä ja laatii standardit yhdessä toimialayhteisöjensä kanssa. SFS ja toimialayhteisöt koordinoivat suomalaisten osallistumista kansainväliseen standardisointityöhön. RTT vastaa SFS:n nimeämänä toimialayhteisönä rakennussektorin standardisoinnista Suomessa.

4.4.4.2 RT-kortisto

RT-kortisto on rakennusalan yhteinen tietopalvelu ja laatujärjestelmä. RT-kortit sisältävät hyvän rakennustavan määrittävät RT-ohjeet ja yleiset laatuvaatimukset RYL. Lisäksi kortisto veittää yhteen rakennusalaa koskevat keskeiset lait ja määräykset sekä alan tuotetietoa.¹¹⁸

4.4.4.3 Ympäristönäkökohtia huomioivia menettelyjä ja luokituksia

RTS-ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus on tarkoitettu rakennushankkeiden tilaajille, jotka haluavat rakentaa ympäristövastuullisesti. Ympäristöluokitusjärjestelmä on kehitetty Suomen oloihin ja siinä huomioidaan suomalaiset olosuhteet, lainsäädäntö ja kiinteistökannan monipuolisuus. RTS-ympäristöluokitus pohjautuu eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350 standardit¹¹⁹) ja sitoo yhteen alan yhteiset hyvät kotimaiset käytännöt, kuten Sisäilmastoluokituksen, M1-luokituksen, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10:n ja Viherkerroin-menetelmän.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) -luokitus on globaali rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmä, joka hyödyntää eurooppalaisia CEN TC 350 -standardeja.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) -luokitus on eurooppalainen, niinkään CEN TC 350 -standardeihin pohjautuva ympäristöluokitusjärjestelmä.

Joutsenmerkki on Pohjoismaissa käytetty ympäristömerkintä, jossa on määritelty yhteispohjoismaiset kriteerit myös rakennuksille. Kriteerien painopiste on energiatehokkuus, materiaalivalinnat, kemikaalit, kierrätys ja kierrätettävyyden.

Käyttäjien hyvinvointiin keskittyvät sertifikaatit ovat kasvattaneet suosiotaan viime vuosina. Vaikka perinteiset ympäristösertifiointijärjestelmät sisältävätkin osin mm. sisäilmastoon liittyviä kriteerejä, on käyttäjiin keskittyviä järjestelmille nähty erillinen tarve. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi **WELL**-sertifiointi ja **Fitwell**.

Green deal -sopimukset

¹¹⁸https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhBP/yH4c6Bfpt/RT-kortisto_esite.pdf

¹¹⁹ [CEN/TC 350 - Sustainability of construction works](#)

Green deal on vapaaehtoinen sopimus valtion ja elinkeinoelämän välillä. Sopimuksia voidaan solmia myös julkisen sektorin kanssa. Tavoitteena on yhdessä edistää kestävä kehityksen tavoitteita etsimällä ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja kiertotalouden edistämiseksi ilman, että julkinen sektori pakottaa muutoksia sääntelyllä.

Energiatehokkuussopimukset ja toimintaohjelmat

Energiatehokkuussopimukset tähtäävät rakennusten käytönaikaisen energiankäytön vähentämiseen. Käytännössä niillä osoitetaan tehdyt vapaaehtoiset toimet, jotka tähtäävät EU-tason energiansäästötavoitteiden saavuttamiseen. Sopimusten avulla saatavalla energiansäästöllä on tarkoitus kattaa yli puolet Suomea sitovista energiansäästötavoitteista. Esimerkiksi RAKLI:n sopimukset jakautuvat kiinteistöalalla vuokra-asuinkiinteistöihin ja toimitilakiinteistöihin.¹²⁰

5 Rakennusalan kytkentä ilmastotavoitteisiin

5.1 EU:n ilmastotavoitteet ja rakentaminen

Euroopan unionin (EU:n) ilmastopolitiikalla ohjataan sekä alueen yhteisiä että jäsenmaiden toimia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi. EU:n ilmastopolitiikan ydintä ovat päästökauppa, kansalliset tavoitteet päästökaupan ulkopuolisille aloille (taakanjakosektori), uusiutuvan energian lisäämisvelvoite ja EU:n sopeutumisstrategia. Lisäksi EU:ssa ilmastopolitiikka ja energiapolitiikka on kytketty tiiviisti toisiinsa. Uusiutuvan energian osuuden lisäämisellä pyritään vähentämään kasvihuonekaasuja aiheuttavan fossiilisen energian käyttöä. Kasvihuonekaasujen vähentämiseen pyritään myös parantamalla energiatehokkuutta.

EU:n ilmastopolitiikan ytimessä on ilmasto- ja energiapaketti kutsuttu jäsenmaita sitova lainsäädäntökokonaisuus, jolla päästövähennystavoitteet pyritään saavuttamaan. Ilmasto- ja energiapaketti 2020 sisältää neljä direktiiviä: päästökauppadirektiivi¹²¹, kansallista taakanjakoa koskevan päätöksen¹²², uusiutuvan energian edistämistä koskevan RES-direktiivin¹²³ ja hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia koskevan direktiivin¹²⁴. Tavoitteiden saavuttamisen

¹²⁰ <https://www.rakli.fi/ilmastonmuutoksen-torjunta/kiinteistoalan-energiatehokkuussopimus/>

¹²¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY (EU:n päästökauppadirektiivi)

¹²² [Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 406/2009/EY \(Kansallista taakanjakoa koskeva päätös, päästökaupan ulkopuoliset alat\)](#)

¹²³ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY \(Uusiutuvan energian direktiivi, ns. RES-direktiivi\)](#)

¹²⁴ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/31/EY \(Hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia koskeva direktiivi\)](#)

kannalta myös energiatehokkuusdirektiivi¹²⁵ on tärkeä. Lisäksi ilmastotavoitteiden saavuttamista tukee myös EU:n kiertotalous-toimintaohjelma.¹²⁶

Ilmasto- ja energiapakettia on uudistettu vuoden 2030 päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. Uudistetut päästökauppadirektiivi¹²⁷ ja taakanjakoasetus¹²⁸ vastaavat EU:n tiukentuvia ilmastotavoitteita. Ilmasto- ja energiapaketti 2030 sisältää myös maankäyttöön, maankäytön muutoksiin ja metsiin liittyvät, niin sanottua LULUCF-sektoria (land use, land use change and forestry) koskevat tavoitteet ja toimet.¹²⁹ ¹³⁰ Pariisin ilmastosopimuksen mukaisesti EU:n on laadittava pitkän aikavälin ilmastosuunnitelma, joka toimitetaan YK:lle vuoden 2020 aikana. EU työittää parhaillaan omaa suunnitelmaansa miten ilmastoneutraalius on mahdollista saavuttaa EU:ssa 2050 mennessä.¹³¹ EU:n komissio on myös tehnyt maaliskuussa 2020 ehdotuksen Euroopan ilmastolaista, jossa käsiteltäisiin 2050 hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista, tavoitteen toteutumisen seuranta ja myös vuodelle 2030 asetettujen tavoitteiden kiristämistä, jotta ne ovat linjassa 2050 tavoitteen kanssa.¹³² Tärkeä osa kokonaisuutta on joulukuussa 2019 esitelty Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal), jossa hahmotellaan tarvittavat investoinnit, kartoitetaan käytettävissä olevat rahoitusvälineet ja kuvataan tavat varmistaa osallistava ja oikeudenmukainen siirtyminen hiilineutraaliin talouteen.¹³³

Konkreettisenä toimenä EU on rakentamassa luokitusjärjestelmää, jolla kannustetaan yksityisiä investointeja kestäväan kehitykseen ja edistetään ilmastoneutraalia taloutta. Luokitusjärjestelmä auttaa sijoittajia suuntaamaan investointinsa kestävämpiin teknologioihin ja yrityksiin. Komissio arvioi, että EU:n on täytettävä noin 180 mrd. €:n vuosittainen investointivaje kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi 40 prosentilla vuoteen 2030 mennessä.

Rakennussektori kytkeytyy EU-tavoitteisiin seuraavasti:

- Rakennusten erillislämmitys on taakanjakosektorin päästölähde (suuruusluokaltaan 10%) ja sitä koskevat taakanjakosektorin tavoitteet, eli Suomen taakanjakosektorin päästöjen tulee olla vuonna 2030 39 % pienemmät verrattuna vuoden 2005 tasoon eli 20,6 Mt CO₂e.¹³⁴ Rakennusten lämmitykseen taakanjakosektorille tilastoidaan käytännössä fossiilisten polttoaineiden hajakäyttö eli öljylämmitys, suuruusluokaltaan 2.5 MtCO₂e¹³⁵. Määrä on nopeassa laskussa.
- Päästökauppassektorille tilastoidaan kiinteistöjen lämmityssähkö ja kaukolämpö, ja niiden päästöjä koskevat päästökauppassektorin tavoitteet, eli Suomen

¹²⁵ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU](#)

¹²⁶ https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

¹²⁷ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi \(EU\) 2016/410](#)

¹²⁸ [Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus \(EU\) 2018/842](#)

¹²⁹ [Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus \(EU\) 2018/841](#)

¹³⁰ [Ympäristöministeriö 19.9.2018 \(Päivitetty\). Euroopan unionin ilmastopolitiikka](#)

¹³¹ <https://eu2019.fi/taustoitukset/ilmastostrategia>

¹³² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_335

¹³³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi

¹³⁴ [Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030](#)

¹³⁵ [VTT \(2016\). Taakanjakosektorin päästökehitys ja päästövähennystoimet vuoteen 2030](#)

päästökauppasektorin päästöjen tulee olla 43 % pienemmät vuonna 2030 verrattuna 2005 tasoon. Päästökauppasektorin päästökatto kiristyy vuosittain. Nykyvauhti päästöoikeuksien määrän vähentämiselle on 1,74 % vuosittain, joka kiristyy vuonna 2021 2,2 %:iin.¹³⁶

- Varsinaisen rakentamisen (kuten työmaatoimintojen ja työkoneiden) päästöt kuuluvat taakanjakosektorille. Päästökauppasektorille kuuluu rakennusmateriaaleista sementin, raudan ja teräksen sekä esimerkiksi kipsilevyjen valmistus.
- EU:n rakennustuoteasetus¹³⁷ antaa lainsäädäntökehiksen, jonka puitteissa olisi mahdollista velvoittaa ilmoittamaan rakennustuotteiden ympäristöominaisuuksista.

Lisäksi rakennusten energiatehokkuutta säätelee joukko direktiivejä.

- Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD). Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD (Energy Performance of Buildings Directive), on edellyttänyt, että kaikkien julkisten rakennusten tuli olla 31.12.2018 jälkeen lähes nollaenergiarakennuksia (nZEB). Vuoden 2020 päättyessä määräys kattaa kaikki uudet rakennukset, ei vain julkisia rakennuksia.

5.2 Suomen ilmastopolitiikka ja rakentaminen

Suomen ilmastopolitiikalle luovat puitteet EU:n ilmastopolitiikka, YK:n ilmastopöytäkirja ja Pariisin ilmastopöytäkirja. Kansallisesti politiikkaa ohjataan muun muassa energia- ja ilmastostrategian, keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman, ilmastolain ja sopeutumissuunnitelman avulla. Ilmasto- ja energiapolitiikallaan Suomi pyrkii vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään, lisäämään uusiutuvien energialähteiden osuutta, parantamaan energiatehokkuutta ja edistämään ilmastomuutokseen sopeutumista.

Ilmastolain (2015) päivitys on juuri käynnistynyt. Lakia päivitetään siten, että tavoite hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä toteutuu, ja siihen asetetaan hiilineutraaliuspolkua vastaavat päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Ilmastolain tavoitteiden toteuttamiseksi uudistetaan keskipitkän- ja pitkän aikavälin ilmastosuunnitelmat sekä valmistellaan maankäytön ilmasto-ohjelma.¹³⁸

Kuten edellä todettiin, rakentamisen vastuuministeriö Suomessa on ympäristöministeriö. Kun uudisrakentamisessa on vuonna 2018 uusien energiamääräysten myötä siirrytty lähes nollaenergiarakentamiseen, on uudisrakentamisen energiatehokkuuteen jäänyt vain niukasti

¹³⁶ https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka

¹³⁷ [Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset \(EU\) N:o 305/2011, annettu 9 päivänä maaliskuuta 2011, rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta ja neuvoston direktiivin 89/106/ETY kumoamisesta ETA:n kannalta merkityksellinen teksti](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0305)

¹³⁸ https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmistella_oleva_lainsaadanto/Ilmastolain_uudistus

varaa vähentämiseksi. Ympäristöministeriö on lähtenyt etsimään uusia avauksia rakentamisen hiilipäästöjen ja sitoutuvan hiilen rajoittamisen osalta. Ministeriö laatii vähähiilisen rakentamisen kriteeristöä ja on laatinut mm. rakennuksen hiilijalanjäljen arviointimenetelmän sekä hallinnon tiekartan kohti vähähiilistä rakentamista. Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ohjataan lainsäädännöllä 2020-luvun puoliväliin mennessä.

EPBD-direktiivi edellyttää kansallisia lainsäädäntötoimia lähes nollaenergiarakennuksiin siirtymisen toimeenpanemiseksi. Kansallisiin suunnitelmiin on sisällytettävä yksityiskohtainen kuvaus siitä, miten käytännössä sovelletaan lähes nollaenergiarakennusten määritelmää paikalliset olosuhteet ja normit huomioiden.¹³⁹ Ympäristöministeriö on toimittanut EU:n komissiolle tekniseen ilmoitusmenettelyyn vuonna 2017 asetukset uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta sekä energiamuotojen kertoimista.¹⁴⁰

5.3 Ilmastotyön kannalta keskeisiä alan organisaatioita

Rakennusteollisuus: Rakennusteollisuus RT ry on rakennusalan yritysten elinkeinopoliittisten, teknisten ja työmarkkina-asioiden edunvalvoja. RT-liittoyhteisöön kuuluvat keskusliitto ja kuusi toimialaa: Talonrakennus, Rakennustuoteteollisuus, Infra, Talotekniikka, LVI-tekninen urakointi ja Pinta. Rakennusteollisuus RT ry mm. tuottaa työn alla olevan hiilitiekartan.

RAKLI: RAKLI on kiinteistöjen ammattimaisten omistajien, kiinteistösijoittajien, toimitilajohdon ja rakennuttajien järjestö. RAKLI tekee työtä kestävän elinympäristön puolesta, tarjoaa tietoa alan tulevaisuudesta ja parhaista käytännöistä, sekä työkaluja toiminnan kehittämiseksi.

Kiinteistöliitto ja Omakotiliitto: Kiinteistöliitto on kiinteistönomistajien yhteisö, johon kuuluu asunto-osakeyhtiöitä, kiinteistöosakeyhtiöitä, asuinvuokratulojen omistajia sekä vuokranantajia. Suomen Omakotiliitto ry on valtakunnallinen pientaloasukkaiden ja vapaa-ajan asukkaiden edunvalvonta- ja palvelujärjestö. Ympäristönäkökulmiin liittyvää liiton toimintaa ovat mm. energiatehokkuudesta ja kunnossapidosta huolehtiminen.

Finnish Green Building Council: Yhdistyksen tarkoituksena on yhteistyöhakuisesti edistää rakennetun ympäristön kestäväan kehitykseen liittyvää tietoisuutta ja osaamista ja saada kestäväan kehityksen käytännöt osaksi kiinteistö- ja rakennusklusterin toimintaa.

¹³⁹ Motiva (2015). Vaikutusarviointi nZEB-lainsäädäntö. <http://www.ym.fi/download/none/%7BBB6EAD05-CCF2-4BA7-A22E-E400C288A91E%7D/117242>

¹⁴⁰ https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Lahes_nolla-energiarakentamisen_lainsaadanto

RIL: RIL on rakennetun ympäristön toimialan diplomi-insinöörien ja teekkareiden vuonna 1934 perustettu valtakunnallinen järjestö. Toimialan osia ovat mm. rakennus-, yhdyskunta- ja ympäristötekniikka sekä kiinteistöala. RIL:n kanssa rinnakkaisena henkilöjärjestönä talotekniikan alalla toimivat SuLVI ja VVS i Finland.

FINVAC: FINVAC on LVI-alan yleishyödyllinen yhdistys, joka toimii Suomen LVI-Liitto SuLVI:n, VVS Föreningen i Finland rf:n, LIVI:n ja Sisäilmayhdistyksen yhteistyöelimenä. FINVAC:in päätehtäviä ovat jäseniensä yhteistyön edistäminen, kansainvälisten yhteyksien hoitaminen ja alan tutkimus- ja kehitystoiminnan edistäminen.¹⁴¹

KIRA-foorumi: KIRA-foorumi kokoaa ja välittää tietoa alaan vaikuttavista tekijöistä, kertoo alan yhteisistä näkemyksistä ja linjauksista, järjestää yhteisiä tilaisuuksia ja käynnistää tavoitteidensa toteutumista edistäviä erillisprojekteja, kuten esimerkiksi KIRA-Akatemia, KIRA-digi ja KIRAHub.

Rakennustieto: Rakennustieto-yhteisö muodostuu Rakennustietosäätiö RTS sr:stä ja Rakennustieto Oy:stä. Rakennustieto edistää hyvää rakennustapaa toimimalla talonrakentamisen, talotekniikan, kiinteistönpidon sekä infra-alan tiedon tuottajana ja välittäjänä suunnittelusta ylläpitoon asti.

5.4 Keskeisiä aloitteita Suomessa ja Pohjoismaissa

5.4.1 Standardit

2019 on julkaistu ensimmäinen kansainvälinen standardi myös ilmastonmuutoksen vaikutusten hallintaan. Standardin avulla pystytään vähentämään taloudellisia riskejä ja ottamaan huomioon esimerkiksi infrastruktuurin ja energiajärjestelmien turvallisuus. Standardin, joka koskee ilmastonmuutokseen sopeutumista (ISO 14090 Adaptation to Climate Change).

Hiilijalanjäljen laskemista käsittelee standardi SFS-EN ISO 14067:2018 ja elinkaariarviointia standardit SFS-EN ISO 14040:2006 ja SFS-EN ISO 14044:2006 + A1:2018.

Näihin pohjautuen rakennussektorille on EU-komission mandaatin pohjalta kehitetty CEN/TC350 -standardisarja niin rakennuksille (EN 15804:2012+A2:2019 Rakennustuotteiden ympäristöselosteet ja EN 15978:2012 Rakennusten ympäristösuorituskyvyn arviointi) kuin myös infrarakentamiseen (työn alla).

5.4.2 Suomi: Rakennusteollisuuden hiilitiekartta

Rakennusteollisuus RT tekee Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -tiekartan yhteistyössä ympäristöministeriön ja eri sidosryhmiensä kanssa. Työssä selvitetään keinoja päästöjen

¹⁴¹ <https://www.finvac.org/>

tehokkaaseen vähentämiseen rakennetussa ympäristössä valtioneuvoston hiilineutraalisuustavoitteiden toteuttamisen pohjaksi.

5.4.3 Suomi: Building 2030

Building 2030 -konsortion tehtävänä on kehittää Suomen rakennusallalle visio vuodelle 2030 ja edistää sen toteutumista. Vision avulla halutaan varautua alaan kohdistuviin tulevaisuuden muutoksiin – kuten digitalisaatioon, nopeaan kaupungistumiseen ja ilmastomuutokseen – ja samalla varmistaa, että rakennusalan liiketoiminta on jatkossakin kestäväällä pohjalla.

5.4.4 Suomi: ROTI

Rakennetun omaisuuden tila ROTI on puolueeton asiantuntijoiden arvio rakennetun omaisuuden tilasta. ROTI 2019 -raportissa on tarkasteltu rakennetun ympäristön nykytilaa ja tulevaisuuden tarpeita kuuden paneelin kautta. Ne ovat rakennukset, liikenneverkot, yhdyskuntatekniset järjestelmät, koulutus ja kehitys, digitaaliset ratkaisut sekä arkkitehtuuri, suunnittelu, muotoilu ja taide.

5.4.5 Ruotsi: Fossilfritt Sverige

Fossilfritt Sverige (Fossiiliton Ruotsi) käynnistettiin Ruotsin hallituksen aloitteena ennen Pariisin 2015 ilmastokokousta. Aloitteen tavoitteena on tehdä Ruotsista yksi maailman ensimmäisistä fossiilittomista hyvinvointimaista. Fossiiliton Ruotsi on foorumi vuoropuheluun ja yhteistyöhön yritysten, kuntien ja muun tyyppisten toimijoiden välillä, jotka haluavat tehdä Ruotsista vapaan fossiilisista polttoaineista. Aloite toimii yhteiskunnan aloilla ja pyrkii saamaan näkyviin ympäri maata tapahtuvan ilmastotyön.

5.4.6 Norja: The property sector's roadmap towards 2050

Tiekartan on tarkoitus suositella norjalaisille omistajille ja liikerakennusten hallinnoijille lyhyen ja pitkän aikavälin ilmastoviisaita valintoja ja varmistaa, että kiinteistöala edistää kestävä yhteiskuntaa vuoteen 2050 mennessä. Suosituksia ovat antaneet Norsk Eiendom ja Grønn Byggallianse ja niiden jäsenet.

5.5 Maankäytön suunnittelu ja luonnon monimuotoisuus

Rakennetun ympäristön perusta on maankäytön suunnittelussa. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi maankäytön suunnittelujärjestelmään kuuluvat maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Sillä, mitä mihinkin kohtaan Suomea rakennetaan, on merkitystä myös luonnon monimuotoisuuden kannalta. Perustuslain mukaan julkishallinnolla on vastuu luonnosta ja sen monimuotoisuudesta. Kuntien tehtävänä on huolehtia, että maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa edistetään ekologisesti kestävä kehitystä ja että suunnitelmien vaikutukset ympäristöön otetaan huomioon. Euroopan ympäristöneuvosto hyväksyi

kokouksessaan 19.12.2019 päätelmät luonnon köyhtymisen nujertamisesta EU-maissa vuodesta 2020 eteenpäin. Suomi valmisteli päätelmät EU-puheenjohtajamaana.¹⁴²

Luonnon monimuotoisuuden kannalta keskeistä on, millaiselle alueelle uutta rakennus- ja infrastruktuuria rakennetaan, ja millaisia kasvi- ja eliölajeja alueella elää. Uudisrakentamisessa voidaan ottaa käyttöön niin kutsuttu ekologinen kompensatio. Ekologisella kompensatiolla tarkoitetaan toimenpiteiden joukkoa, jossa tavoitteena on hyvittää ihmistoiminnasta luonnon monimuotoisuudelle yhtäällä aiheutuneet heikennykset turvaamalla pysyvästi luonnon monimuotoisuutta toisaalla. Edellytykset ekologisen kompensatian kehittämiseksi ovat Suomessa hyvät, koska tiedot ja kokemus ekosysteemien tilan parantamisen keinoista ovat maassamme erinomaiset. Oikein toteutettuina ekologisilla kompensatioilla voidaan Suomen olosuhteissa parantaa luonnon monimuotoisuuden tilaa ja yhdessä jo tehtävän suojelutyön kanssa edistää Suomen sitoumuksia luonnonmonimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi.¹⁴³

Mikäli esimerkiksi metsää joudutaan kaatamaan rakentamisen tieltä, sillä on vaikutusta myös Suomen hiilinieluihin ja tätä kautta Suomen hiilineutraalisuustavoitteeseen. Rakentamisen vaikutusta metsien ja maaperän hiilinieluihin käsitellään tarkemmin luvussa 6.3.5..

6 Rakennetun ympäristön ja rakennusteollisuuden hiilijalanjälki

Rakennusteollisuuden hiilitiekartan nykytilan kartoituksen keskeinen osa on Suomen koko rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen laskeminen, joka on tehty tässä hankkeessa ensimmäistä kertaa tässä laajuudessa. Hiilijalanjäljen laskentaan on otettu elinkaariperusteinen laskentatapa, vaikka hiilijalanjälki lasketaan yhdelle vuodelle.

Rakennusteollisuus koostuu eri tyyppisistä toimijoista, jotka tuottavat eri tuotteita ja palveluita. Tästä syystä rakennusteollisuuden päästölaskenta on hybridi varsinaista hiilijalanjälkilaskentaa (organisaatio- ja tuotenäkökulmista) ja elinkaarilaskentaa siten että laskennan tuloksena on yhden vuoden kokonaispäästöt Suomen rakennetusta ympäristöstä. Laskentavuodeksi on datan saatavuuden vuoksi valittu 2017.

¹⁴² https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus

¹⁴³ Raunio, A., Anttila, S. et al. (2018). Luontotyyppien soveltuminen ekologiseen kompensatioon Suomessa. Suomen ympäristö 4/2018.

6.1 Rakennetun ympäristön elinkaaripäästö

Rakennusteollisuus eroaa muista keskeisistä toimialoista sen tuottaman tuotteen - rakennuksen tai infran - pitkän elinkaaren ansiosta. Talonrakennuksen elinkaari vaihtelee suuresti sen käyttötarkoituksen mukaan, ja voi olla 50 tai jopa 150 vuotta.

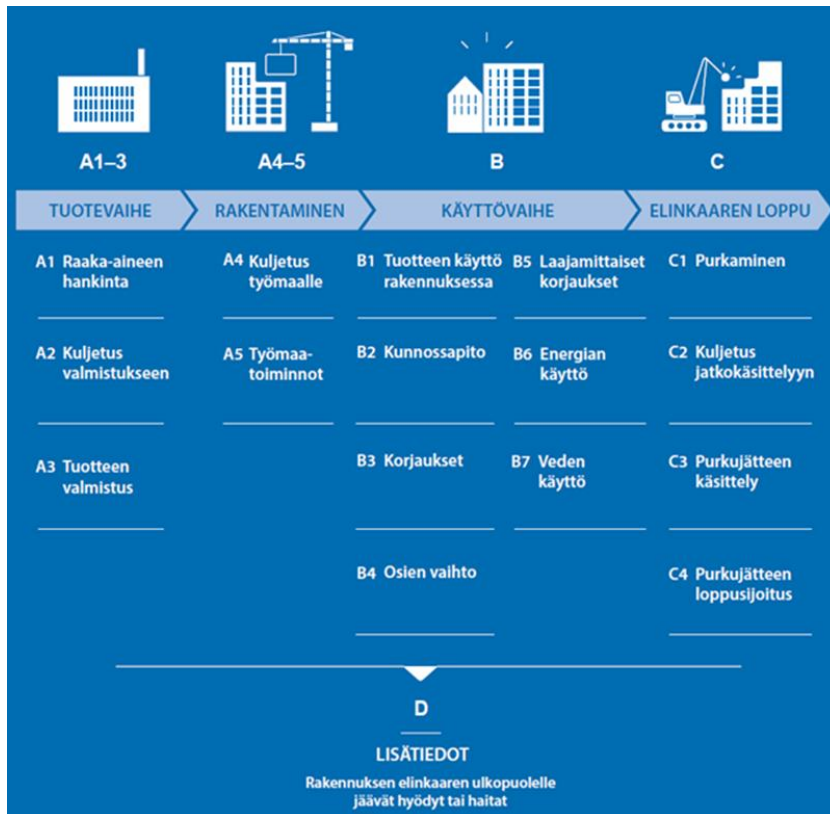
Käytämme tässä raportissa termiä ”rakennetun ympäristön elinkaaripäästö”, jolla tarkoitetaan Suomen koko rakennetun ympäristön elinkaaren päästöjä (raaka-aineista rakentamiseen, käyttöön, korjaukseen, purkuun ja kierrätykseen) tiettyinä vuosina. Rakennettu ympäristö koostuu tässä laskennassa koko olemassa olevasta rakennus- ja infrakannasta (sen käytön aikaisista päästöistä), sekä uudis- ja korjausrakentamisesta (talo- ja infrarakentaminen).

Rakennetun ympäristön elinkaaripäästön laskenta sisältää:

- raaka-aineet
- rakennustuotteiden valmistamisen raaka-aineista
- kuljetukset
- siirrot
- työmaatoiminnot
- rakennuksen käytön sisältäen ylläpidon
- huollon ja korjaukset sekä
- lopulta rakennuksen poiston käytöstä ja tästä purkamisen kautta syntyvien jätteiden uudelleen käytön, kierrätyksen tai loppusijoituksen.¹⁴⁴

Elinkaaripäästön laskennassa hyödynnetään talonrakentamisen osalta ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmässä tehtyä jaottelua rakennuksen elinkaaren vaiheisiin A1 – C4 (Kuva 10). Elinkaaripäästön laskennassa on käytetty prosessipohjaista mallia (panos-tuotos-mallin sijaan). Laskennassa on epävarmuuksia johtuen koko Suomen tasolla saatavilla olevan tiedon laadusta ja puutteista, erityisesti infrarakentamisen osalta.

¹⁴⁴ <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

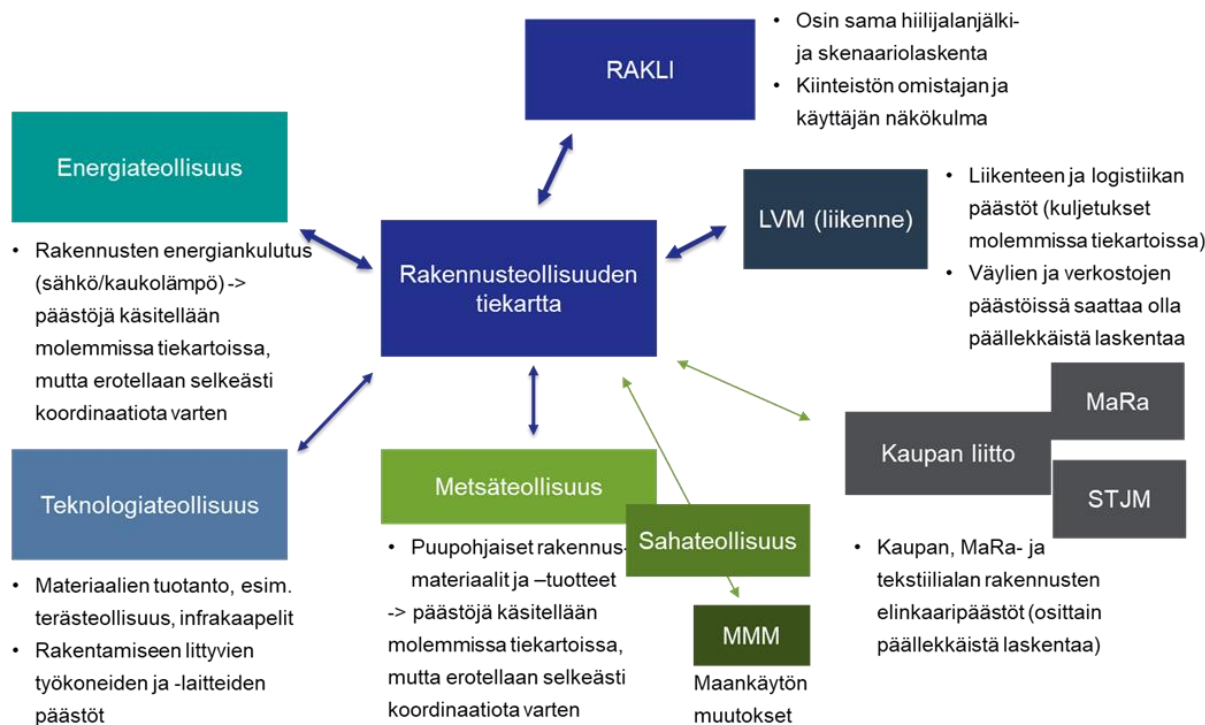


Kuva 10: Rakennuksen elinkaaren vaiheet.¹⁴⁵

Rakennusten elinkaaren vaiheita sovelletaan laskennassa myös infrakannan (väylät ja verkostot) laskentaan soveltuvin osin ja tietojen saatavuuden mukaan.

Rakennetun ympäristön elinkaari päästön laskelmassa on suoria linkkejä ja osittain myös päällekkäisyyksiä muiden TEM:n koordinoimien toimialakohtaisten hiilitiekarttojen kanssa. Linkkejä on hahmoteltu alla olevassa Kuva 11:

¹⁴⁵ Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (Ympäristöministeriö 2019)



Kuva 11 Rakennetun ympäristön elinkaaripäästön laskennan linkit muiden toimialojen hiilitiekarttoihin ja mahdolliset päällekkäisyydet

6.2 Laskentaperusteet

Laskentaperusteet on jaettu tässä kappaleessa materiaalikäytön osalta kolmeen kokonaisuuteen: talonrakentamisen, liikenneverkkojen (infra) sekä yhdyskuntatekniikan (infra) materiaalit. Työmaatoimintojen laskentaperusteet on esitetty talonrakentamisen osiossa, ja kyseiset päästöt jaetaan talonrakentamisen ja infran välillä Liitteen 2 mukaisella periaatteella. Logistiikan päästöt jaetaan samalla suhteella.

Laskennassa käytetyt päästökertoimet on kerätty Liitteeseen 1. Muut laskennassa käytetyt periaatteet, lähteet, ja oletukset on kuvattu tässä luvussa.

6.2.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

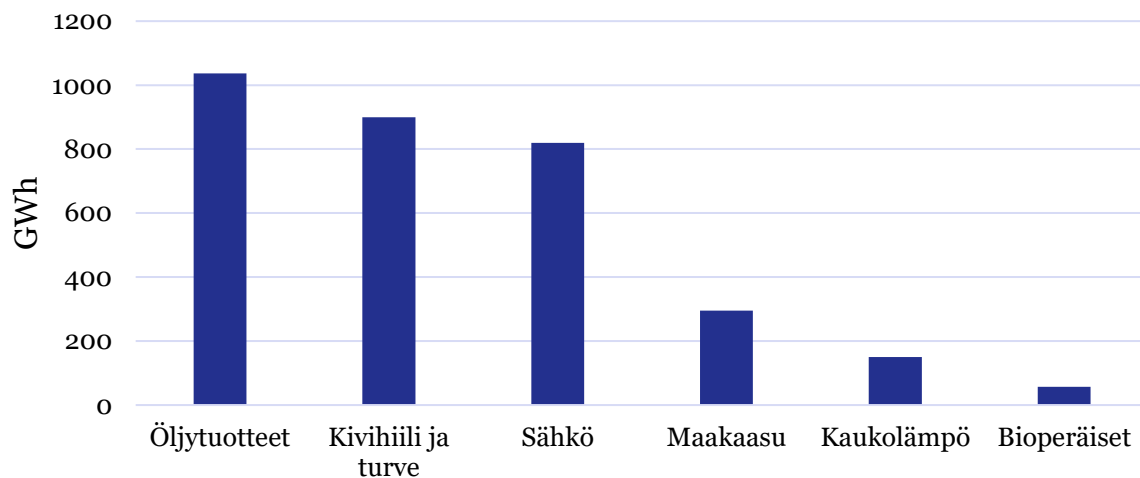
Laskennan perusteena toimii Kuva 10 mukainen jaottelu rakennuksen elinkaaren eri vaiheisiin (A-C). Laskenta on toteutettu yhden kalenterivuoden (2017) päästöille, jotka aiheutuvat 1. rakennusmateriaalien valmistuksesta (A1-A3), 2. rakentamisesta, kunnossapidosta ja korjausrakentamisesta (A5, B1-B5), 3. rakennustoiminnan logistiikasta (A4), 4. rakennusten energiankäytöstä (B6), sekä 5. purkamisesta ja jätteestä (C1, C3, C4). Seuraavassa esitellään kunkin vaiheen laskennan periaatteet, oletukset ja keskeiset tietolähteet.

6.2.1.1 Rakennusmateriaalien valmistus

Rakennusmateriaalien päästölaskenta perustuu sekä rakennusaineteollisuuden päästöihin Suomessa (tuotantoperusteinen laskenta) että rakennuksissa käytettävän

rakennusmateriaalin määrään (kulutusperusteinen laskenta). Lopullisissa tuloksissa huomioidaan kulutusperusteinen laskenta, joka pitää sisällään Suomessa vuonna 2017 *käytetyn* rakennusmateriaalin valmistuksen päästön, riippumatta siitä missä maassa materiaali on tuotettu.

Tuotantoperusteinen laskenta nojaa Tilastokeskuksen energiatilinpäiden (2011-2017)¹⁴⁶ toimialaluokan 23¹⁴⁷ energiankäyttöön. Kyseinen toimialaluokka määrittää tilastokeskuksen energiatilinpäidossa rakennusaineteollisuudeksi ja sen energiankäytön (3,3 TWh, Kuva 12) päästö oli noin 740 ktCO₂ vuonna 2017. Tämä tuotantoperusteinen laskenta ei kuitenkaan huomioi sellaisten materiaalien päästöjä, joiden ensisijainen käyttökohde ei ole rakennusteollisuus, kuten teräs.



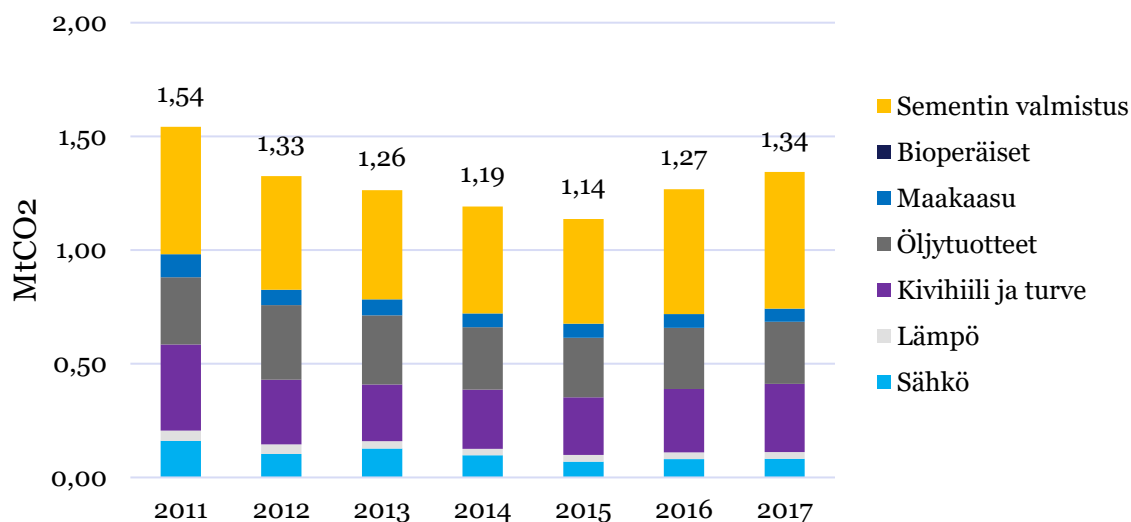
Kuva 12 Tilastokeskuksen rakennusaineteollisuus-toimiluokan energiankulutus 2017

Energiankäytön lisäksi rakennusaineteollisuudesta syntyy myös muita päästöjä sementin, kalkin ja lasin valmistuksessa. Suomen päästöinventaarion mukaan, sementin valmistuksen ei-energiankäytöstä syntyvät päästöt olivat noin 600 ktCO₂ vuonna 2017¹⁴⁸. Kuva 13 on esitetty tilastokeskuksen rakennusaineteollisuus -toimiluokan energiankäytön päästö sekä sementin valmistuksen päästön se osa, joka ei synny polttoaineiden käytöstä. Lasin ja kalkin ei-energiankäytöstä syntyvä päästö on esitetty Kuva 14, mutta sitä ei ole sisällytetty Kuva 13 päästöihin, koska ei ole selvillä käytetäänkö materiaali rakennusteollisuudessa.

¹⁴⁶ http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ymp__entp/statfin_entp_pxt_11wx.px/

¹⁴⁷ Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus; mukaan lukien lasituotteiden, laattojen, tiilen, betonin, kipsin, sementin ja kalkin valmistuksen (<https://www.stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/23.html>).

¹⁴⁸ GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FINLAND 1990 to 2017 National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol (2019) (taulukko 4.2-2)



Kuva 13 Rakennusainemateriaalien valmistuksen päästöt Suomessa (ei sisällä teräksen valmistusta)

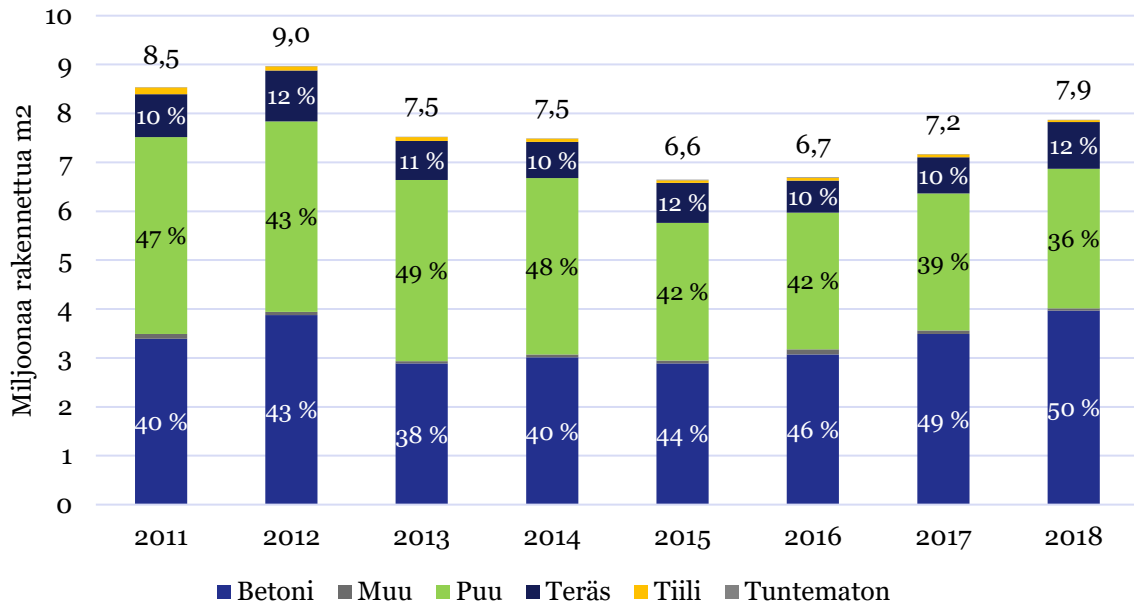
Table 4.2-2 CO₂ emissions from Mineral Products (Mt)

	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2.A 1 Cement production	0.73	0.38	0.50	0.54	0.62	0.39	0.53	0.56	0.50	0.48	0.47	0.46	0.55	0.60
2.A 2 Lime production	0.40	0.39	0.44	0.51	0.47	0.39	0.42	0.44	0.41	0.40	0.39	0.36	0.39	0.40
2.A 3 Glass production	0.021	0.020	0.021	0.020	0.019	0.009	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003
2.A 4 Other process uses of carbonates	0.07	0.08	0.11	0.10	0.12	0.13	0.22	0.26	0.21	0.17	0.17	0.14	0.14	0.13
- Ceramics	0.007	0.007	0.011	0.009	0.008	0.005	0.007	0.008	0.007	0.006	0.006	0.004	0.005	0.006
- Other uses of soda ash	0.013	0.016	0.017	0.018	0.020	0.016	0.017	0.022	0.021	0.021	0.017	0.017	0.019	0.017
- Other unspecified uses of carbonates	0.047	0.060	0.085	0.072	0.093	0.107	0.199	0.226	0.187	0.147	0.148	0.122	0.119	0.108
Total of Mineral industry	1.22	0.87	1.08	1.18	1.23	0.91	1.17	1.26	1.12	1.06	1.03	0.97	1.08	1.13

Kuva 14 Rakennusaineiden valmistuksen päästöt muusta kuin polttoainekäytöstä.

Kulutusperusteisessa laskennassa lähtöarvona on Tilastokeskuksen uudisrakentamisen neliömäärä Suomessa päärakennusmateriaaleittain eroteltuna (Kuva 15)¹⁴⁹. Tilaston mukaan vuosittainen kokonaisrakennusmäärä on laskenut vuoden 2011 8,5 miljoonasta kerrosneliömetristä vajaaseen 8 miljoonaan kerrosneliometriin vuonna 2017 (-7%). Rakennukset, joissa päärakennusmateriaali on betoni edustavat noin puolta vuonna 2017 rakennetusta neliömäärästä. Vastaavasti puurakennukset muodostivat reilun kolmasosan ja teräsrakennukset 12%. Muiden rakennusmateriaalien osuus on hyvin vähäinen rakennettavasta kerrosalasta (yhteensä 2% vuonna 2017).

¹⁴⁹ Rakennettavien uudisrakennusten neliömäärä päärakennusmateriaalin mukaan Tilastokeskuksen taulukosta: Rakennus- ja asuntotuotanto muuttujina Rakennusvaihe, Maakunta 2019, Rakennuksen ominaisuus, Periodi, Rakennuksen käyttötarkoitus ja Tiedot



Kuva 15 Rakennusten uudisrakentaminen Suomessa pääarakennusmateriaalin mukaan jaoteltuna, kaikki rakennustyypit yhteensä

Rakennusmateriaalien kulutusperusteista päästöä varten selvityksessä tutkittiin eri kirjallisuuslähteiden mukaisia kerrosneliökohtaisia materiaalin valmistuksen päästökertoimia eri päämateriaaleista rakennettaville rakennuksille. Kustakin päämateriaalista rakennettavan uudisrakentamisen kerrosneliömäärä kerrottiin laskennassa vastaavalla pääarakennusmateriaalikohtaisella päästökertoimella¹⁵⁰. Rakennusmateriaalien tuotannon päästökerroin betonikerrostalolle vaihteli kirjallisuuslähteiden mukaan välillä 330 – 440 kgCO₂/m² (Taulukko 1) ja puisen pientalon vastaavasti välillä 126 – 250 kgCO₂/m².

Taulukko 1 Eri kirjallisuuslähteiden päästökertoimia kerrostalorakennukselle, jonka päämateriaali on betoni

Lähde	Päästökerroin kgCO ₂ /m ²
Bionova 2018	330,2
Lounamaa 2010	356 (brm)
VTT 2018	389
Pöyry 2011	350
Ahola & Liljeström 2018	400 (brm)

¹⁵⁰

- YM 2019 Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa
- Bionova 2018: Puu- ja betonikerrostalojen elinkaaripäästöjen vertailu
- Lounamaa (2010): CO₂- Emissions During the Life Cycle of Apartments and Office Buildings- Effects of PrecastConcrete Elements"
- VTT 2018: Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi
- Pöyry 2011: Rakennusten energiankulutuksen ilmastovaikutusten arviointi Toukokuoren asemakaavaprosessissa
- Ahola & Liljeström 2018: Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratalokohteessa

Laskennassa käytettiin lähtöarvona VTT:n vuoden 2018¹⁵¹ tutkimusta kuitenkin niin, että kyseisen tutkimuksen betonisen esimerkkikerrostalon rakennusmateriaalin hiilijalanjälkeen sisällytettiin vain materiaalin valmistuksen päästö (A1-A3), jolloin neliökohtainen päästökerroin betonikerrostalolle on 389 kgCO₂/m² (Kuva 16).

Taulukko 4. Asuinkerrostalon arvioidut khk-päästöt.
Esimerkkiasuinkerrostalo kg KHK / kerros-m².

	CO ₂ -ekv. kg/krs-m ²		
	Perusarvo	Arvioitu minimiarvo	Arvioitu maksimiarvo
Maa-ainekset	0,4	0,0	2,9
Paalutus	8,6	0,0	30,6
Perustukset	13,9	7,7	22,0
Alapohjat	9,4	8,6	18,3
Erillinen, kantava rakennusrunko	0,0	8,6	0,0
Ulkoseinät	75,4	33,8	108,8
Väliseinät	51,3	20,4	51,3
Välipohjat	86,4	49,3	104,3
Yläpohjat	23,6	9,8	33,4
Parvekkeet	37,9	14,3	37,9
Hornit	6,5	1,6	18,7
Portaat	0,4	0,0	0,4
Ei-kantavat väliseinät	6,9	5,7	12,2
Ikkunat, ovet, lasitukset	22,0	17,1	28,1
Kiintokalusteet, varusteet, pintamateriaalit	26,5	20,0	33,4
Kiinnittämättömät materiaalit	7,3	5,3	9,0
Talotekniikka	12,6	9,4	15,5
Korjausrakentamisen materiaalit, 50 v	114	86,0	144
Rakentaminen	67,2	36,7	97,8
Korjausrakentaminen	5,1	4,1	6,1
Purkutyö	26,5	16,3	36,7
Yhteensä	602	355	812
Yhteensä ilman maa-aineksia, paalutusta, korjausta, korjausrakentamista ja purkutyötä	447	248	591

389 kgCO₂/krs-m²

Kuva 16 Betonisen asuinkerrostalon materiaalien valmistuksen päästökerroin perustuen (VTT 2018)

Muista päämateriaaleista rakennettävien rakennusten osalta laskennan lähtöarvot materiaallintuotannon päästökertoimille määritettiin seuraavasti (VTT 2018):

- Puu (pientalo): 160 kgCO₂/m² (johdettu arvo, selitys alla)
- Tiili: 264 kgCO₂/m² (johdettu arvo, selitys alla)
- Teräs: 360 kgCO₂/m²
- Muut: 500 kgCO₂/m²
- Puu (kerrostalo): 240 kgCO₂/m² (ohjausryhmältä saatu tieto, jota hyödynnetään työn myöhemmissä vaiheissa).

Pientalojen osalta (puu ja tiili), aiemmissa tutkimuksissa käytettyjä päästökertoimia (puu 126 kgCO₂/m² ja tiili 208 kgCO₂/m²) on korjattu siten, että niissä pyritään huomiomaan kaikki materiaalit ja prosessit (VTT 2018).

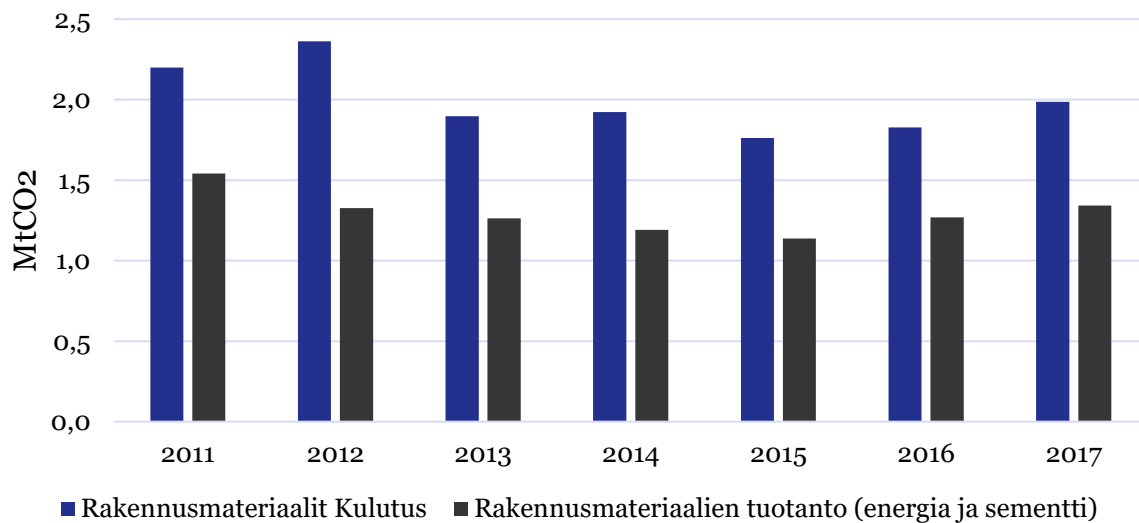
Huomionarvoista on, että tiilestä, teräksestä tai muusta päämateriaalista rakennettavia rakennuksia on vähän (alle 2% kokonaisneliömäärästä), joten niiden merkitys kokonaisuuden

¹⁵¹ VTT 2018: Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi

kannalta on vähäinen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että esimerkiksi teräksen päästö rakennusteollisuudessa olisi vähäinen, koska sitä käytetään oleellisesti muusta päämateriaalista rakennettavissa rakennuksissa, joten suurin osa teräksen valmistuksen päästöstä allokoituu esimerkiksi betonirakennuksiin.

Kulutusperusteinen laskenta on suuntaa-antava arvio Suomessa vuonna 2017 rakennettujen rakennusten materiaalien tuotannon päästöstä (Suomessa ja ulkomailla). Laskennan on tarkoitus antaa päästöjen suuruusluokka tiedon saatavuuden asettamissa rajoissa.

Rakennusmateriaalien tuotantoperusteisesti laskettu päästö on noin kolmasosan pienempi kuin kulutusperusteisesti laskettu päästö, mutta oleellista on huomata, että tuotannon päästö ei sisällä esimerkiksi teräksen valmistuksen päästöä.



Kuva 17 Rakennusmateriaalien tuotanto- ja kulutusperusteisen päästölaskennan vertailu

6.2.1.2 Rakennustoiminta, korjausrakentaminen ja kuljetukset

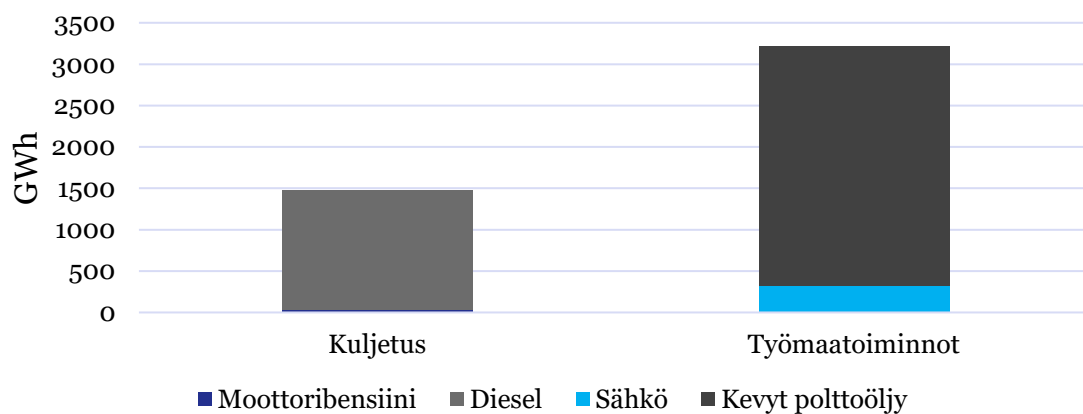
Rakentamistoiminnan päästö perustuu tilastokeskuksen Energia-tilustietopalvelun tietoihin sähkön, lämmön ja polttoaineiden kulutuksesta rakennustoiminnassa (tilustietopalvelun taulukot 3.2, 4.1 ja 9.1), kuitenkin niin, että kokonaiskulutusta on korjattu Liitteen 2 mukaisesti. Näin laskettu energiankulutus pitää sisällään myös infrarakentamisen energiankulutuksen¹⁵². Tilastokeskuksen mukaan Tilastokeskuksen rakennustoimintaan kohdistetussa energiatilustoinnissa on toistaiseksi huomioitu myös kaivannaisteollisuuden osuus (joka on arviolta noin 300 ktCO₂e vuosittaisesta päästöstä), joten lukuja on korjattu asiantuntija-arvion perusteella koskemaan pelkkää rakennusteollisuutta.¹⁵³

¹⁵² <https://www.stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/f.html>

¹⁵³ Kuvaus perustuu keskusteluun Tilastokeskus/Pekka Lösönen, Minna Niinen 6.3.2020

Kuljetusten osalta tieto perustuu tilastokeskuksen energiatilinpitoon¹⁵⁴ (luokka F rakentaminen), josta on poistettu edellisessä kappaleessa mainittu rakennustoiminnan polttoainekäyttö. Näin jäljelle jää lähinnä dieselin kulutusta, jonka oletetaan käytettävän rakennusteollisuuden kuljetuksissa¹⁵⁵.

Kuva 18 on esitetty rakentamiseen liittyvän kuljettamisen sekä työmaatoimintojen energiankulutus energialähteittäin. Rakennustoiminnan dieselin kulutus on allokoitu kokonaisuudessaan kuljetuksiin. Rakennustoiminnan työmaatoimintojen päästöt allokoidaan talonrakentamisen ja infrarakentamisen välillä Liitteen 2 mukaisella periaatteella. Logistiikan päästöille käytetään samaa jakosuhdetta.

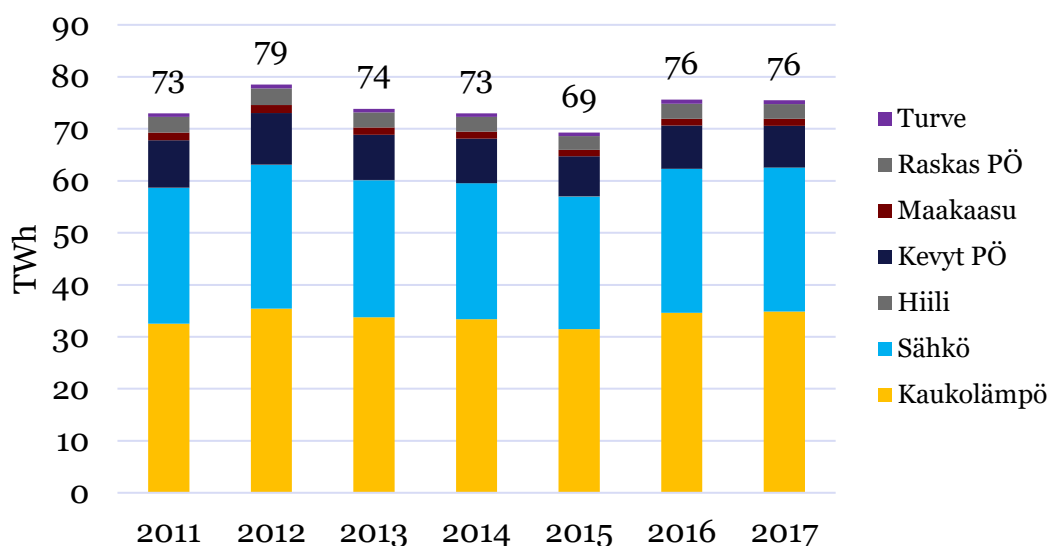


Kuva 18 Rakennusteollisuuden toimintojen energiankulutus

6.2.1.3 Rakennusten energiankäyttö

Rakennusten energiankäyttö perustuu Tilastokeskuksen Energia-2018 taulukkopalveluun. Sähkön osalta kulutus sisältää lämmityksen ja laitesähkön. Erillislämmitykseen sisältyy sähkön, kaukolämmön ja fossiilisten polttoaineiden kulutus asuntaloissa, teollisuuden rakennuksissa sekä muissa rakennuksissa.

¹⁵⁴ http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ymp__entp/statfin_entp_pxt_11wx.px/
¹⁵⁵ Todennäköisesti osa dieselistä käytetään myös rakennustyömailla, mutta tässä laskennassa rakennustyömaiden energiankulutukseen sisällytetään vain Energia 2018 -palvelun mukainen kulutus ja lopun energiankulutuksen (diesel) oletetaan olevan kuljetuskäyttöä. (Puhelu Tilastokeskus 3.12.2020)



Kuva 19 Kaukolämmön, sähkön sekä fossiilisten polttoaineiden käyttö rakennuksissa

6.2.1.4 Purku

Purkuvaiheen metaanipäästö perustuu Suomen päästöinventaarioon (taulukko 7.2-3)¹⁵⁶, eikä sitä ole eroteltu talonrakentamisen ja infrarakentamisen välillä. Purkamisen polttoaine- ja energiakäyttöön liittyvän päästön katsotaan sisältyvän työmaatoimintojen päästöihin. Vastavasti jätteenkäsittelyn epäsuoria päästöjä ei ole huomioitu, koska nämä päästöt kohdistuvat pääasiassa jätteestä valmistetun kierrätysmateriaalin käytön tai tuotetun energian päästöihin¹⁵⁷.

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

	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Municipal solid waste	2.49	2.40	2.02	1.42	1.39	1.35	1.35	1.30	1.28	1.20	1.10	1.06	0.97	0.90
Municipal sludge	0.17	0.16	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Industrial sludge	0.63	0.63	0.48	0.25	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.09	0.08	0.07
Industrial solid waste	0.51	0.54	0.47	0.41	0.38	0.38	0.36	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29
Construction and demolition waste	0.53	0.53	0.45	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27
Total	4.33	4.25	3.49	2.44	2.29	2.20	2.19	2.11	2.07	1.95	1.83	1.77	1.64	1.53

Kuva 20 Rakennus ja tuhoamisjätteen päästö

¹⁵⁶ GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FINLAND 1990 to 2017 National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol

¹⁵⁷ Syke 2011, Julia 2030 hanke: HSY:n alueella tuotettujen, käsiteltyjen ja hyödynnettyjen jätelajien khk-päästökertoimet – Laskelmien taustatietoa

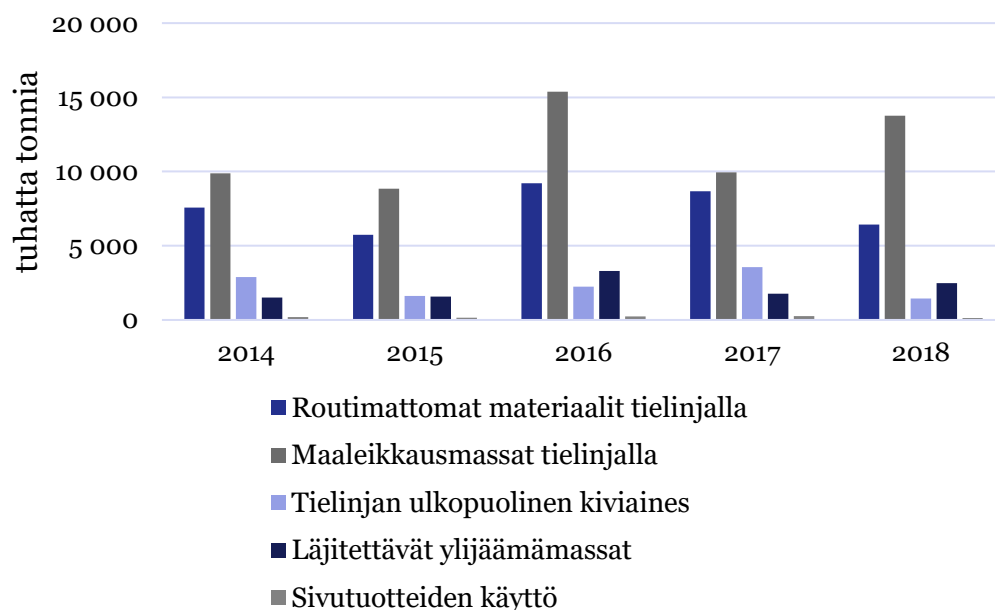
6.2.2 Liikenneverkot (infrarakentaminen)

Liikenneverkkojen osalta laskenta on lähtötietojen saatavuuden vuoksi rajattu tässä selvityksessä tie- ja rataverkkoon (sisältäen ratapihat). Maanteiden (valtion tieverkko) tietoja tilastoidaan vuosittain¹⁵⁸, samoin rataverkon¹⁵⁹. Kuntien katuverkon keskitetty tilastointi loppuu vuoteen 2014¹⁶⁰. Katuverkon päästöt on karkeasti arvioitu maantieverkon kokonaiskilometrien suhteessa (oletuksella katujen keskimääräinen leveys 5,5 m). Yksityisteistä ei ole tilastotietoja. Ne on rajattu laskennan ulkopuolelle, koska maantiet ja yksityistiet ovat keskimäärin hyvin eri tyyppisiä ja siten skaalaus maanteiden tuloksista ei ole riittävällä luotettavuudella mahdollinen.

Viimeisintä saatavilla olevaa tilastodataa on käytetty (viimeisin tilastointivuosi).

6.2.2.1 Materiaalien valmistus

Maanteiden osalta tiedot materiaalikulutuksesta on saatu Väyläviraston rakentamisen ympäristöraportoinnista, johon kerätään materiaalitiedot hankekohtaisesti (Kuva 21)¹⁶¹. Lisäksi Väylävirastolta saatiin tiedot päällystykseen osalta (Kuva 22)¹⁶². Lisäksi Betoniteollisuus ry:n oma arvio betonin käytöstä infrarakentamisessa on 200 000 m³ betonielementteinä ja 680 000 – 940 000 m³ valmisbetonina vuosittain¹⁶³.



Kuva 21 Väyläviraston materiaalitilasto maantiehankkeista (ei sisällä päällystystä)

¹⁵⁸ Traficom, Tietilasto 2018.

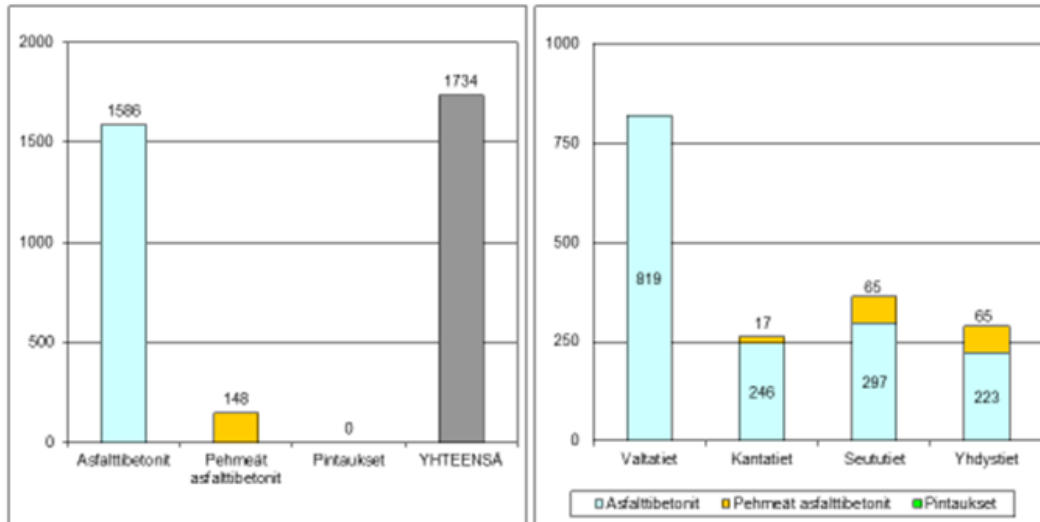
¹⁵⁹ Traficom, Rautatietilasto 2018.

¹⁶⁰ Tilastokeskus. Suomen tilastollinen vuosikirja 2017.

¹⁶¹ Väyläviraston materiaalitilasto (saatu Tuula Säämäselältä 24.1.2020)

¹⁶² Sähköpostitiedonanto Magnus Nygårdilta 3.2.2020

¹⁶³ Sähköpostitiedonanto Jussi Mattilalta 16.3.2020



Kuva 22 Vuoden 2019 päällystysohjelman toteuma (maantiet, km)¹⁶⁴

Rataverkon materiaalikäytön laskenta perustuu Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) vuonna 2011 teettämään hankkeeseen, jossa kerättiin tiedot erilaisista toteutetuista tie- ja ratakankkeista ja laskettiin näiden kasvihuonekaasupäästöt. Hankkeessa myös arvioitiin Suomen koko maantie- ja rataverkon hiilijalanjäljet.¹⁶⁵ 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 kehittämällä, mutta näiden yleistettävyyden koko Suomen väyläverkolle on haastavaa erilaisista menetelmistä johtuen.

Uuden radan rakentaminen on vuositasolla vähäistä, vuoden 2018 arvio on alle 10 km¹⁶⁶. Materiaalikäyttö on karkeasti arvioitu 10 km uutta rataa Liikennevirastolle vuonna 2011 kehitettyä laskuria käyttäen¹⁶⁷.

Päästökertoimet materiaaleille on otettu Väylävirastolle VTT:n ja Rapal Oy:n kehittämästä päästötietokannasta¹⁶⁸. Tietokantaa, jossa on nykyään noin 550 panoslajia, on täydennetty viimeksi keväällä 2019 Väylän ja kuntien yhteisprojektin tuloksena¹⁶⁹.

6.2.2.2 Rakentaminen, korjausrakentaminen ja kuljetukset

Myös infrarakentamisen osalta rakentamisen, korjausrakentamisen ja kuljetusten tiedot sisältyvät Tilastokeskuksen rakentamisen tilastoihin ja niitä ei voida erottaa talonrakentamisen tiedoista. Päästöjen laskenta on tältä osin esitelty kappaleessa 6.2.1.

¹⁶⁴ Sähköpostitiedonanto Magnus Nygårdilta 3.2.2020

¹⁶⁵ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

¹⁶⁶ <https://vayla.fi/ratahankkeet>

¹⁶⁷ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

¹⁶⁸ Rapal Oy (2019). Päästölaskennan kehityshanke.

¹⁶⁹ Mannola M. (2019). Väylänpidon hiilijalanjälki ja sen laskeminen. Väyläviraston julkaisu 50/2019.

6.2.2.3 Kunnossapito

Kunnossapitotoimintojen energiakäytön laskenta perustuu Liikenneviraston vuonna 2011 teettämään hankkeeseen¹⁷⁰. Maanteiden osalta on arvioitu talvihoidon päästöt. Rataverkon osalta on arvioitu hoito sisältäen koneelliset tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt.

6.2.2.4 Käyttövaiheen energia ja purku

Käyttövaiheen energiakäyttöä ei ole tässä selvityksessä huomioitu. Tähän sisältyisivät mm. väylien valaistus, vaihteiden lämmitys ja liikenteen ohjauslaitteet, mutta nämä eivät riipu infrarakentamisen laadusta.

Purku arvioitiin aiemmassa hankkeessa epäolennaiseksi hiilijalanjäljen kannalta ja siksi sitä ei ole huomioitu tässäkin selvityksessä¹⁷¹.

6.2.2.5 Laskennan epävarmuudet

Suurimmat epävarmuudet laskennassa liittyvät käytettyihin päästökertoimiin.

6.2.3 Yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)

Yhdyskuntatekniikan päästöjen laskennasta on lähtötietojen saatavuuden vuoksi rajattu pois dataverkot. Kaasuverkkojen osalta vuosien 2016 ja 2017 välillä verkon määrä väheni¹⁷² sekä Gasgrid Finland arvioi, että kaasuverkon saneeraus on vuosittain hyvin vähäistä¹⁷³. Tämän perusteella myös kaasuverkko rajattiin ulos tarkastelusta.

Kaukolämpöverkoista on huomioitu uudisrakentamisena tilastoitu muutos kaukolämpöverkkojen pituudessa. Korjausrakentamisessa on käytetty Energiategollisuuden arviosta keskiarvoa (60 km)¹⁷⁴.

Sähköverkoista on huomioitu sähköverkkojen investoinnit¹⁷⁵, josta on suhteutettu Gaian aikaisempiin selvityksiin sähköverkkoyhtiöiden päästöistä.

Vesijohtoverkkojen rakennusmäärät perustuvat HSY:n tilastoon vuodelta 2019 uudis- ja korjausrakentamisesta.¹⁷⁶

6.2.3.1 Materiaalien valmistus

Kaukolämpö- ja jakeluverkkojen materiaalit perustuvat Gaian aikaisempiin selvityksiin energiayhtiöiden hiilijalanjälkilaskennasta. Materiaalimäärät perustuvat oikeisiin tietoihin

¹⁷⁰ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

¹⁷¹ Hagström M. et al. (2011). Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisu 38/2011.

¹⁷² <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>

¹⁷³ Tiedonanto Marko Ikävalko Gasgrid Finland

¹⁷⁴ <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>

¹⁷⁵ <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>

¹⁷⁶ Tiedonanto Kia Aksela HSY

käytetyistä materiaaleista. Sähkön siirtoverkon osalta materiaalit perustuvat kantaverkkoyhtiön Fingridin aikaisempaan selvitykseen¹⁷⁷.

Vesijohtoverkkojen materiaalit perustuvat vesihuoltolaitosten raportteihin¹⁷⁸.

6.2.3.2 Rakentaminen, korjausrakentaminen ja kuljetukset

Infrarakentamisen osalta rakentamisen, korjausrakentamisen ja kuljetusten tiedot sisältyvät Tilastokeskuksen rakentamisen tilastoihin ja niitä ei voida erottaa talonrakentamisen tiedoista. Päästöjen laskenta on tältä osin esitelty kappaleessa 5.2.1.

6.2.3.3 Käyttövaiheen energia ja purku

Kaukolämpö- ja sähköverkoissa käyttövaiheen energiaa kuluu siirtohäviöihin. Käyttövaiheen energia ja purku on rajattu ulos tästä tarkastelusta.

6.3 Laskennan tulokset

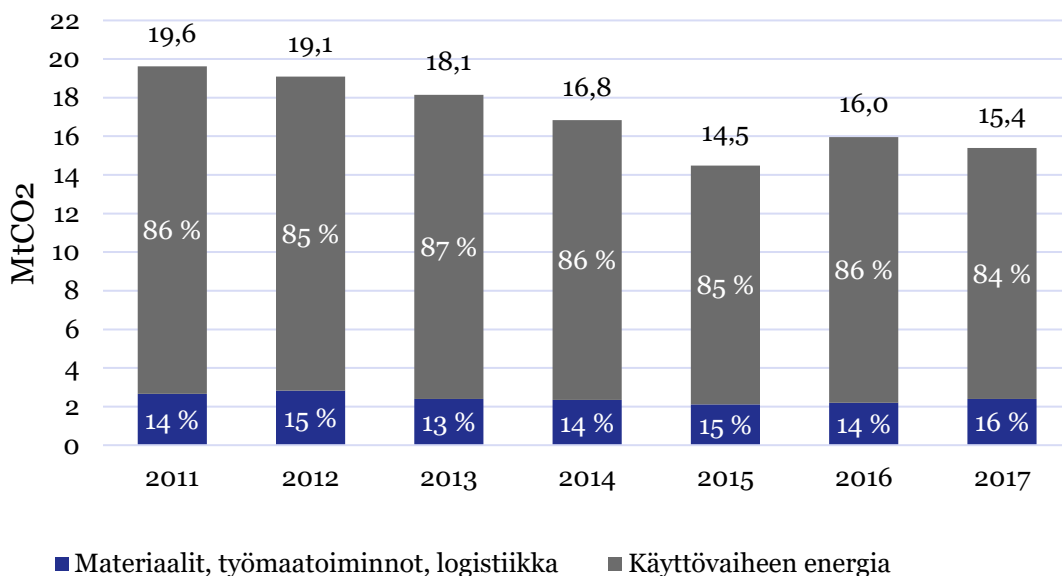
6.3.1 Rakennukset (talonrakentaminen)

Tässä luvussa esitetyt tulokset sisältävät rakennusmateriaalien osalta vain rakennuksiin käytettävät materiaalit, mutta työmaatoiminnot, logistiikka ja purkaminen sisältävät kaiken rakentamisen (infrarakentaminen).

Rakennusten suurin päästölähde on käytönaikainen energiankulutus (sähkö, kaukolämpö ja erillislämmitys), mikä vastaa noin 85 %:a koko vuosittaisesta hiilijalanjäljestä ilman purkujätettä (Kuva 23). Seitsemässä vuodessa käyttövaiheen hiilijalanjälki on laskenut 22 % pääasiassa johtuen energianlähteiden muutoksissa sähkön- ja lämmöntuotannossa. Samalla aikavälillä muiden vaiheiden kuin käyttövaiheen hiilijalanjälki on laskenut 10 %, mutta rakennettua neliötä kohden hiilijalanjälki on kasvanut 7 %.

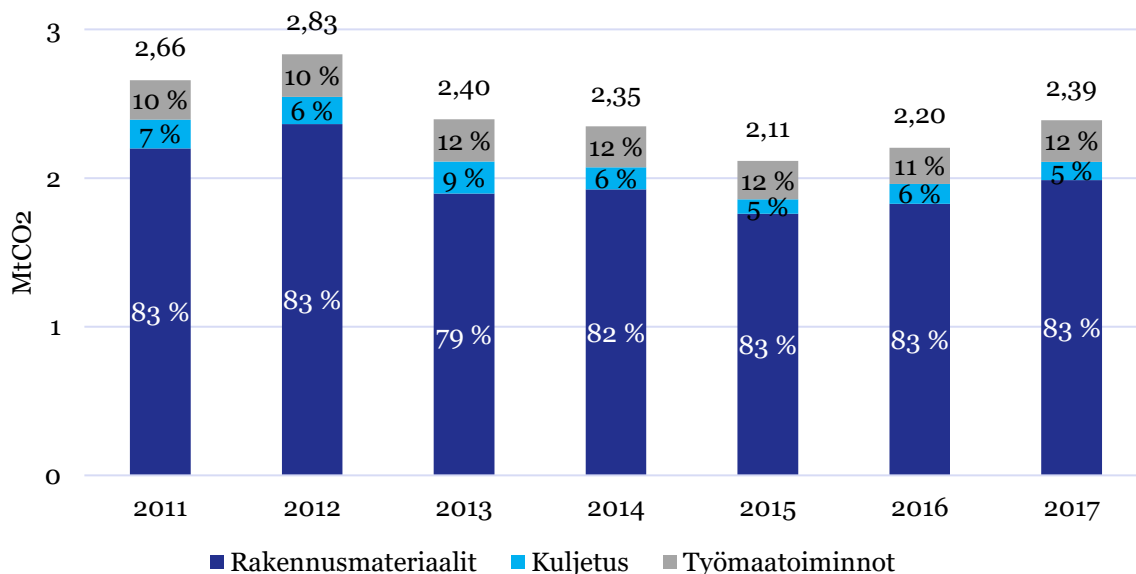
¹⁷⁷ Pohjalainen (2018). Suomen kantaverkkoyhtiön epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen tunnistaminen ja suuruuden määrittäminen.

¹⁷⁸ [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten_raportit/Vesihuoltolaitosten_raportteja\(37092\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten_raportit/Vesihuoltolaitosten_raportteja(37092))



Kuva 23 Rakennusten käyttövaiheen energiankäytön vuosittainen hiilijalanjälki suhteessa muihin vaiheisiin 2011-2017

Talonrakentamisen rakennusmateriaalien, logistiikan ja työmaatoimintojen päästöistä (2,4 MtCO₂ vuonna 2017) rakennusmateriaalien osuus on yli 80 %.



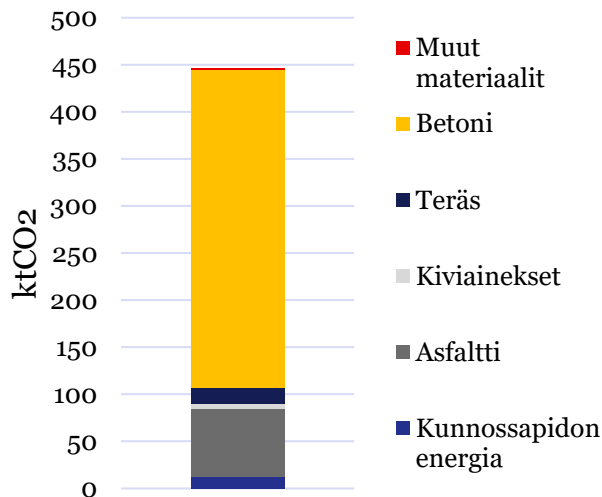
Kuva 24 Rakennusten vuosittainen hiilijalanjälki ilman käyttövaiheen energiaa.

6.3.2 Liikenneverkkojen materiaalit ja kunnossapito (infrarakentaminen)

Väylien rakentamisen materiaalien ja kunnossapidon vuosittainen hiilijalanjälki on noin 446 ktCO₂. Suurimmat päästöt aiheutuvat materiaalikäytöstä (434 ktCO₂): betonista (338 ktCO₂), asfaltista (73 ktCO₂) ja teräksestä (17 ktCO₂). Kunnossapidon energiankulutuksen päästö on noin 12 ktCO₂/vuosi. Kuva 25 on esitetty päästölähteiden keskinäiset suuruusluokat. Huomionarvoista on, että päästöihin on kuvassa sisällytetty energiankulutuksen osalta vain

kunnossapito, koska rakentaminen ja korjaus infrarakentamisen osalta sisältyvät kappaleessa 6.3.1 esitettyyn työmaatoimintojen päästöön, sen vuoksi että Tilastokeskuksen datassa nämä on luokiteltu yhdeksi kokonaisuudeksi. Käytön ja purkamisen päästöjä ei ole arvioitu datan saatavuuden ja vähäisen merkityksen vuoksi.

Tieverkon päästöissä on mukana maantiet ja kadut ilman siltoja ja vastaavia muita rakenteita. Rataverkon päästöissä on arvioitu uuden radan rakentaminen 10 kilometriksi.

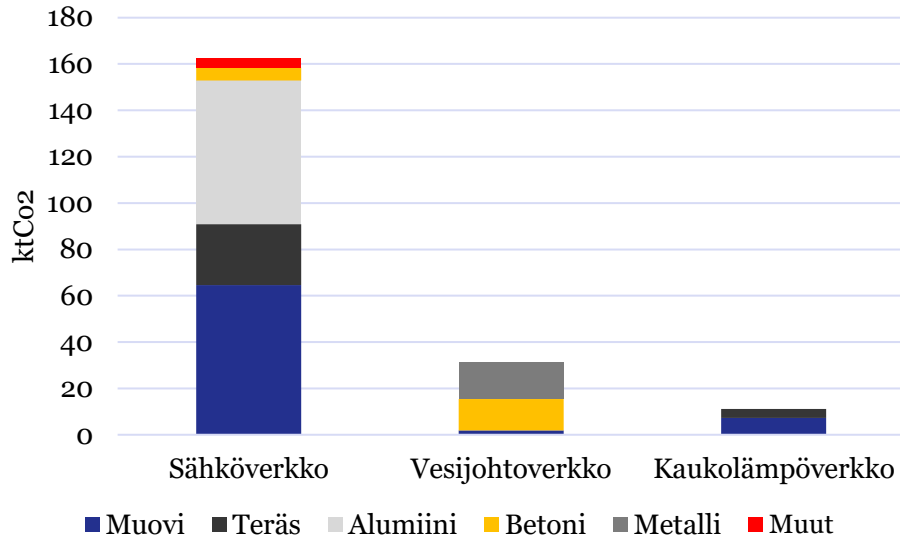


Kuva 25. Tien- ja radanpidon vuosittainen materiaalien ja kunnossapidon hiilijalanjälki

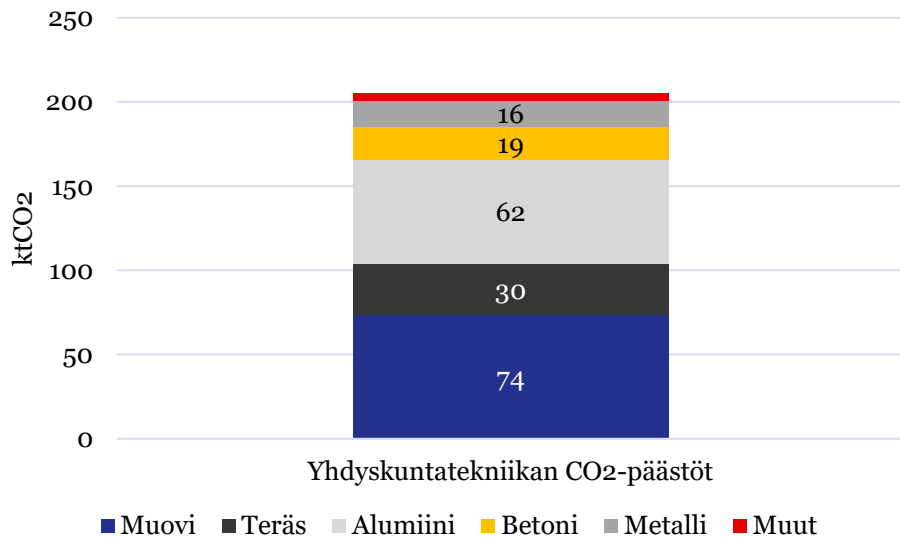
6.3.3 Yhdyskuntatekniikan materiaalit (infrarakentaminen)

Yhdyskuntatekniikan suurimmat päästöt aiheutuvat sähköverkon rakentamisesta (164 ktCO_{2e}), vesijohtoverkon päästöt ovat alle puolet tästä (39 ktCO_{2e}) ja kaukolämpöverkon vain 11 ktCO_{2e}. Yhdyskuntatekniikan materiaalien hiilijalanjälki on esitetty kuvassa alla (Kuva 26. Yhdyskuntatekniikan materiaalien vuosittaiset päästöt rakentamisessa. Kuva 26)

Sähköverkoissa suurimmat materiaalipäästöt aiheutuvat alumiinin ja muovin käytöstä. Vesijohtoverkoilla suurimmat materiaalipäästöt aiheutuvat betonista (sementistä) ja metallista. Kaukolämpöverkoissa suurin materiaalipäästö aiheutuu muovista.



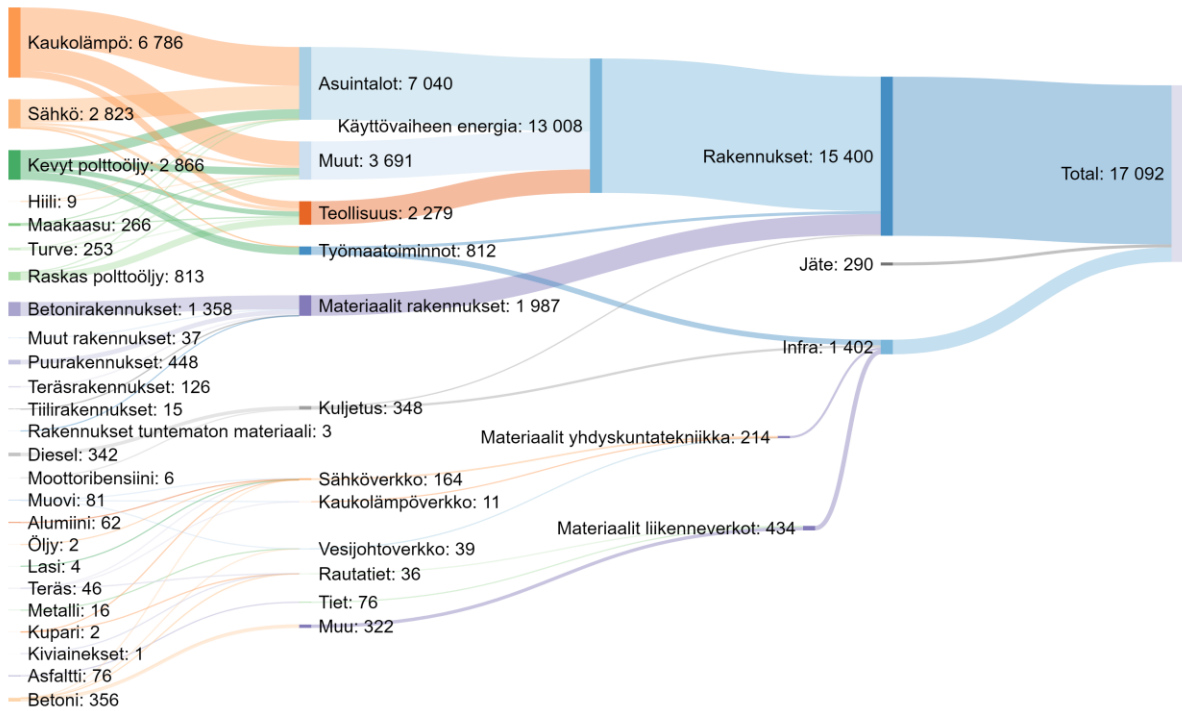
Kuva 26. Yhdyskuntatekniikan materiaalien vuosittaiset päästöt rakentamisessa.



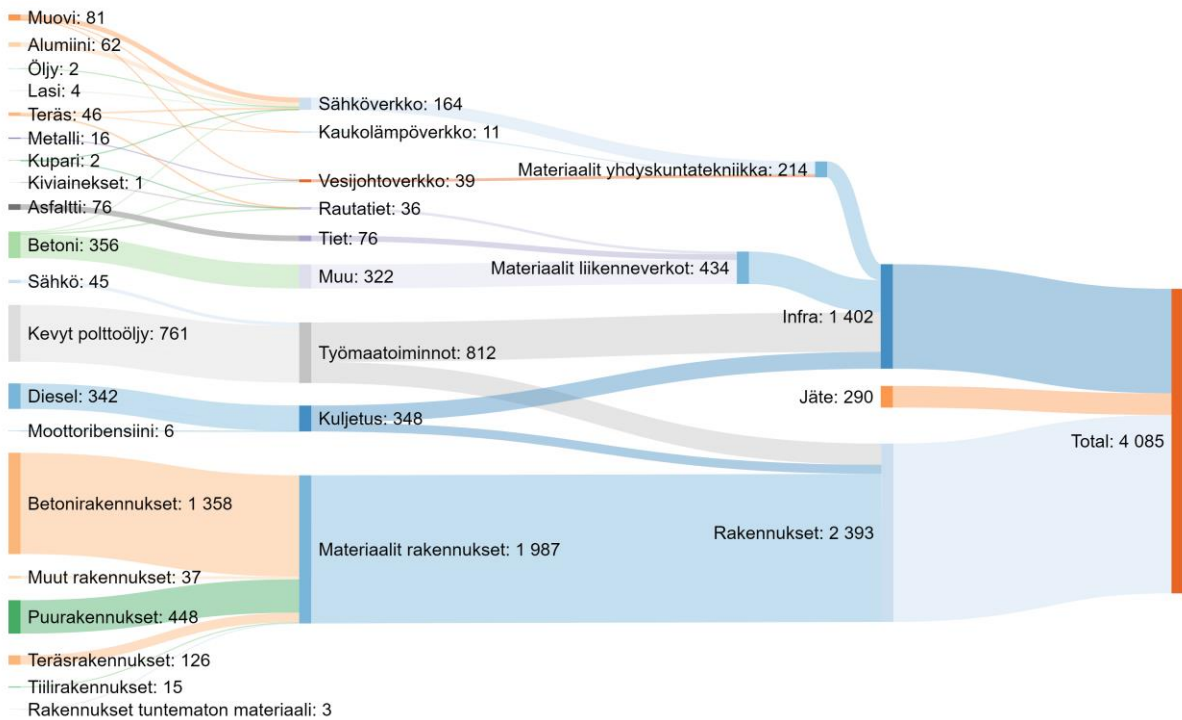
Kuva 27. Yhdyskuntatekniikan materiaalien CO₂-päästöt ja niiden lähteet.

6.3.4 Laskennan tulokset Sankey-kuvaajina

Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren laskennan tulokset on koottu alla kahteen kuvaan (Kuva 28 ja Kuva 29).



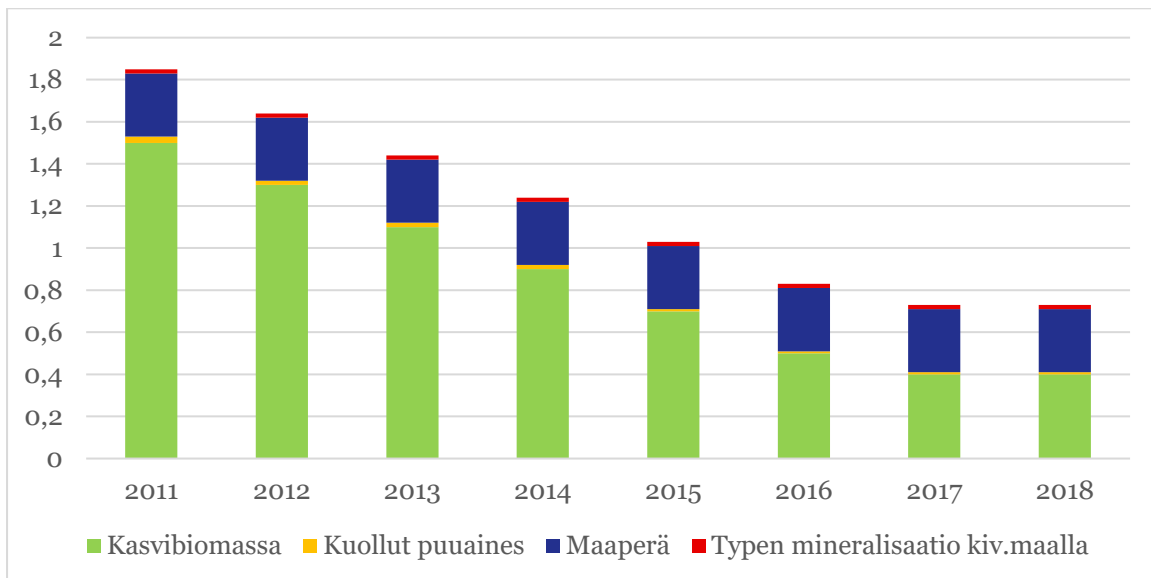
Kuva 28 Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (kt CO₂), laskennan kokonaistulos (sis. käyttövaiheen energian päästöt)



Kuva 29 Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (ktCO₂), laskennan tulos ilman käyttövaiheen energian päästöjä

6.3.5 Rakentamisen aiheuttamien maankäytön muutosten vaikutus hiilinieluihin

Rakentaminen (infra- ja talonrakentaminen) aiheuttaa maankäytön muutoksia, ja vaikuttaa täten myös maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous -sektorin (LULUCF) päästöihin. Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa on arvioitu rakentamisen aiheuttamiksi päästöiksi (nielun vähenemiksi) vuosina 2017 ja 2018 n. 0,7 miljoonaa tonnia CO₂e/vuosi. Kasvihuonekaasuinventaariossa rakentamisen aiheuttama nieluvaikutus kuvataan termillä ”Rakennettu alue”, ja se sisältää mm. metsämaan muuttamisen rakennetuksi maaksi. Rakentamisen vaikutus nieluihin on kuitenkin ollut laskusuunnassa koko 2010-luvun, kuten Kuva 30 voidaan todeta. Suurin osa rakentamisen aiheuttamasta nielun muutoksesta tulee kasvibiomassan vähenemisestä (57 % vuonna 2017) ja toiseksi suurin osa maaperän nielun muutoksesta (43 % vuonna 2018).¹⁷⁹ Vuodesta 2011 vuoteen 2018 nielun vähenemä on laskenut alle puoleen, joten kehitys on hyvin myönteinen. Nieluvaikutusta ei ole laskettu mukaan edellä kuvattuun hiilijalanjälkilaskelmaan, sillä kyse on biogeenisistä päästöistä jotka tulee ilmoittaa erikseen fossiilisista päästöistä.



Kuva 30 Rakentamisen (rakennettu alue) aiheuttamien maankäytön muutosten vaikutus Suomen hiilinieluihin vuosina 2011-2018, miljoonaa tonnia CO₂e.¹⁸⁰

6.3.6 Arvio tulosten laadusta

Rakennusten energiankäyttö

Rakennusten energiankäyttö perustuu Tilastokeskuksen Energia-2018 taulukkopalveluun, joka on osa Suomen virallista tilastoa. Päästökerroninten laatu on hyvä. Arviota voidaan pitää varsin luotettavana.

¹⁷⁹ Tilastokeskus, Suomen Kasvihuonekaasupäästöt 1990-2018

¹⁸⁰ Tilastokeskus, Suomen Kasvihuonekaasupäästöt 1990-2018

Talonrakennusmateriaalien valmistus

Yksittäisten rakennusmateriaalien päästökertoimet tunnetaan suhteellisen tarkasti. Tässä käytetyn kulutusperäisen laskennan tärkeä virhelähde on tarkan kulutustiedon puuttuminen. Koska hankkeessa ei ole ollut käytettävissä tarkkaa tietoa siitä, miten paljon Suomessa rakennusmateriaaleja käytetään, tarkastelu on jouduttu perustamaan sille, miten tyyppitutkimusten mukaan tietyn pääraaka-aineen omaavan rakennuksen keskimääräinen rakennusmateriaalien käyttö ja sitoutuva päästö on. Arvion tarkkuus perustuu tapaustutkimusten tarkkuudelle. Käytössä on kuitenkin ollut useita tapaustutkimuksia, joten arvion tarkkuutta voidaan pitää kohtuullisena.

Liikenneverkkojen rakentamisen materiaalit

Lähtötietojen saatavuuden vuoksi laskennasta puuttuu eräitä kokonaisuuksia, mm. yksityistiet. Lisäksi infrarakentamisen materiaalien tilastointi on heikkoa. Laskenta perustuu tapaustutkimuksille. Materiaalien päästökertoimet ovat todennäköisesti melko tarkkoja. Kokonaisuutena arvion tarkkuutta voidaan pitää suuntaa antavana.

Verkostojen materiaalit

Kaukolämpö- ja sähkönjakeluverkkojen materiaalit perustuvat Gaian aikaisempiin selvityksiin energiayhtiöiden hiilijalanjälkilaskennasta. Sähkön siirtoverkon osalta materiaalit perustuvat kantaverkkoyhtiö Fingridin aikaisempaan selvitykseen. Selvitykset ovat luonteeltaan tapaustutkimuksia, ja niistä johdettuihin päästökertoimiin sisältyy suuria epävarmuuksia. Kokonaisuutena arvion tarkkuutta voidaan pitää suuntaa antavana.

Rakennustoiminnan päästöt

Rakennustoiminnan sähkön- ja kaukolämmönkulutus sekä työkoneiden energiankäyttö ja päästöt perustuvat Tilastokeskuksen arvioon, joka on muodostettu erilaisten mallien pohjalta. Lisäksi työkoneiden päästöt perustuvat VTT:n teoreettiseen malliin, jolla arvioidaan virallisesti Suomen taakanjakosektorin päästöt. Kuljetusten osuus perustuu Tilastokeskuksen energiatilinpitoon. Arvioiden tarkkuutta ei voida arvioida, mutta arviot ovat statukseltaan virallisia.

7 Rakennetun ympäristön hiilikädenjälki

7.1.1 Hiilikädenjäljen määrittely tässä hankkeessa

Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun aikaansaamista positiivisista ilmastovaiikutuksista eli asiakkaan hiilijalanjäljen pienentämistä. Hiilikädenjäljen laskentaan ei ole vielä vakiintunutta kansainvälistä standardia, koska aihe on sen verran uusi, ja kädenjäljen voi määrittellä eri tavoin eri yhteyksissä. Rakennusteollisuuden toimiala ja rakennettu ympäristö Suomessa on monipuolinen kokonaisuus, joka muodostuu kymmenistä tuhansista tuotteita ja palveluja tarjoavista yrityksistä ja niiden miljoonista asiakkaista/käyttäjistä, joten kokonaisuuden laskenta kädenjäljen osalta on käytännössä mahdotonta nykytiedon valossa. Yksittäiselle toimijalle tai toiminnolle kädenjäljen määrittäminen on mahdollista, mutta koko rakennetun ympäristön tapauksessa näiden kokonaisuus on vielä epäselvä, eikä varsinaista

laskentaa ole mahdollista toteuttaa rakennusteollisuuden kädenjäljen kokonaisuudesta tässä hankkeessa. Alla on pohdintaa kädenjäljen määritelmästä ja alustavista laadullisista tuloksista.

7.1.2 Yleistä hiilikädenjäljen laskennasta

VTT on tuottanut vuonna 2018 yhdessä LUT:n kanssa oppaan hiilikädenjäljen laskentaan¹⁸¹. Opas määrittelee yksittäisen tuotteen hiilikädenjäljen laskennan perusteet. Hiilijalanjäljen laskenta perustuu perusuran päästöjen määrittelyyn (mitä tapahtuisi ilman tuotetta) ja tuotteen aiheuttamaan vähennykseen asiakkaan päästöissä. Yksinkertaistettu laskentakaava on ”perusuran hiilijalanjälki miinus kädenjälki-tuotteen hiilijalanjälki”. Opasta tai sen laskentakaavaa ei kuitenkaan voi suoraan hyödyntää koko rakennetun ympäristön hiilikädenjäljen laskentaan, sillä toimiala koostuu tuhansista toimijoista ja lukuisista eri tuotteista ja palveluista. Teoriassa rakennusteollisuuden hiilikädenjälki olisi näiden kaikkien tuotteiden ja palveluiden yhteenlaskettu kädenjälki, huomioiden hiilielinkaartilaskennan laaja rajaus.

Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä sisältää erityyppisen, absoluuttisen määritelmän hiilikädenjäljelle (vrt. VTT:n ja LUT:n suhteellinen, perusuraan pohjautuva määritelmä). YM:n laskentamenetelmän mukaan hiilikädenjäljellä tarkoitetaan sellaisia ilmastohyötyjä, joita rakennuksen elinkaaren aikana voidaan saavuttaa ja joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Näitä ovat esimerkiksi:

- Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvi-huonekaasupäästöt (moduuli D).
- Rakennuksessa tai tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia (moduuli B).
- Rakennusmateriaaleihin varastoitunut eloperäinen hiili sekä niihin elinkaaren aikana mahdollisesti sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi (moduulit A–C).

Hiilikädenjälkeä ei vähennetä hiilijalanjäljestä.¹⁸²

Vaihtoehtoinen mutta VTT:n määritelmän kanssa samantyyppinen kädenjäljen laskentaohjeistus on Research Institution of Sweden:in (RISE) ja Mission Innovationin toteuttama The Avoided Emissions Framework¹⁸³, jonka laskentaprosessi on kuvattu Kuva 31.

¹⁸¹ VTT ja LUT (2018). Carbon Handprint Guide.

¹⁸² http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyden_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁸³ Andie Stephens, Veronika Thieme (2019). The Avoided Emissions Framework.



Kuva 31 The Avoided Emissions Framework:n hiilikädenjäljen laskentaprosessi

Tiekarttatyössä hiilikädenjäljen laskennan tekee entistä monimutkaisemmaksi tiekarttojen väliset linkit ja se, mille toimialalle kädenjälki kuuluu. Materiaalit ja tuotteet liikkuvat toimialojen välillä, ja se kuka on ”asiakas” vaihtelee eri yhteyksissä. Oman toimialan hiilijalanjäljen vähentäminen ei ole kädenjälkeä. Koska rakennusteollisuuden laskentaan on sisällytetty rakennusten käytön aikaisen energiankulutuksen päästöt, esimerkiksi energiatehokkuustoimien toteuttaminen on oman hiilijalanjäljen pienentämistä eikä hiilikädenjälkeä. Toisaalta, esimerkiksi puurakennuksen hiilivarasto voidaan laskea usean toimialan hiilikädenjäljeksi (mm. metsäteollisuus, sahateollisuus, puutuoteteollisuus, rakennusteollisuus).

7.2 Tulokset ja pohdintaa

Taulukko 2 on pohdintaa eri rakennusalan toimijoiden mahdollisuuksista oman hiilijalanjäljen pienentämiseen ja toisaalta kädenjäljen vahvistamiseen. Lisäksi tunnistetaan rajapinnat muihin tiekarttoihin, joissa mahdollisesti lasketaan sama hiilikädenjälki.

Taulukko 2 Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilikädenjäljen muodostumisen alustava kartoitus

	Elinkaaren vaihe	Oman jalanjäljen pienentäminen	Kädenjäljen vahvistaminen	Rajapinnat muihin tiekarttoihin
	Suunnittelu			
	Maankäyttö		- Maankäytön päästöt vähenevät tehokkaamalla maankäytön suunnittelulla	- MMM

	Materiaali- ja teknologiavalinnat	-Energiatehokkuuden kehittäminen		-Energiateollisuus - Teknologiateollisuus
A1- A3	Rakennusmateriaalit			
	Sementti/betoni	- Uusiutuvan energian käyttö valmistuksessa - Vaihtoehtoiset klinkkerin raaka-aineet - Vaihtoehtoiset betonin raaka-aineet - Betonin kierrätys	- Hiilen sidonta betoniin rakennuksen purkamisen ja murskauksen jälkeen (karbonatisoituminen) = YM:n laskentamenetelmän Moduuli D	
	Teräs	- Valmistusprosessin kehittäminen - Koksen korvaaminen vedyllä		- Teknologiateollisuus
	Puu	- Valmistusprosessin kehittäminen - Puurakentamisen lisääminen (soveltuviin kohteisiin)	- Rakennusten hiilivahvistaminen (puuta voidaan lisätä myös ei-puurakennuksiin) = YM:n laskentamenetelmän Moduuli D	-Metsäteollisuus - Sahateollisuus
	Bitumi	- Vaihtoehtoiset materiaalit / bio-bitumi		
A4- A5	Rakentaminen	- Toimintojen sähköistämisen - Uusiutuvan energian käyttö työmaatoiminoissa ja logistiikassa - Uudet erillislämmitysratkaisut - Energiatehokkuustoimien vaikutukset energiankäytön päästöihin - Energiatehokas infra (tiet, kunnallis, ICT)	- Uusiutuvan energian pientuotanto - Rakennuskohtaiset lämmitysratkaisut osastoenergian vähentämiseksi	-Energiateollisuus -Liikenne (LVM) - Teknologiateollisuus

B	Käyttövaihe (korjaus ja kunnossapito)	Kuten rakentamisessa	- Infra: tiepäällysteiden kunnostaminen (vähentää liikenteen päästöjä, kun vierintävastus alenee; toisaalta lisää liikenteen päästöjä, kun nopeudet kasvavat)	- Energiateollisuus - Liikenne (LVM) - Teknologiateollisuus
C	Elinkaaren loppu	<ul style="list-style-type: none"> - Purkumateriaalin kierrätys - Toimintojen sähköistämisen - Uusiutuvan energian käyttö 	<ul style="list-style-type: none"> - Kierrätysmateriaalin toimittaminen muille sektoreille - Maamassan hyötykäyttö - Maankäytön päästöt 	- Monta mahdollista rajapintaa

Varsinaista laskentaa hiilikädenjäljestä ei hankkeessa tehty, sen monitahoisuuden, elinkaaren monivaiheisuuden ja useiden päällekkäisyyksien vuoksi. Rakennetun ympäristön toimijat koostuvat niin monipuolisesta joukosta toimijoita rakennetun ympäristön elinkaaren eri vaiheissa, ja heidän asiakkaansa niin oman toimialan kuin muidenkin toimialojen toimijoista, että näistä muodostuvan kokonaisuuden laskenta on nykytilanteessa mahdotonta. Mikäli hiilikädenjäljestä kerätään toimialakohtaisesti tulevaisuudessa enemmän tietoa, voi varsinaisen laskennan suorittaa myöhemmässä vaiheessa.

Liite 1: Päästökertoimet

Päästölähde	Kerroin	Yksikkö	Lähde
Energia			
Sähkö	100,2	gCO ₂ /kWh	Tilastokeskus, Energia 2018 -taulukkopalvelu, Sähkön tuotannon ominaishiilidioksidipäästö 2018 (energiamenetelmä)
Diesel	2 267	gCO ₂ /l	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus 2019
Materiaalit (käytetty infrarakentamisen laskelmissa) ¹⁸⁴			
Alumiini	3 250	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: alumiini
Alumiiniseos	7000	gCO _{2e} /kg	Pohjalainen 2018 ¹⁸⁵
Asfalttibetoni	37,75	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: keskiarvo kertoimista AB 11/70 (36,0 gCO ₂ /kg), AB 16/100 (39,5), AB 20/120 (39,5), AB 6/50 (36,0) Asfalteissa oletus päästöjen muodostumisesta ¹⁸⁶ : <ul style="list-style-type: none"> • Bitumi 25,0 % • Murske 6,9 % • Massan teko 68,1 % (rpö-kulutus 7,7 kg/tonni)
Asfalttibetoni, pehmeä	15,6	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: PAB (pehmeäasfaltti)
Betoni	335	kgCO ₂ /m ³	Väyläviraston päästökerrointietokanta: Betoni C35/45 (K45) (107 gCO ₂ /kg) ¹⁸⁷

¹⁸⁴ Käytetty näissä ensisijaisesti Väyläviraston päästökerrointietokantaa, joka on saatu Ari Huomolta 6.2.2020. Tietokanta on kuvattu raportissa Rapal Oy (2019). Päästölaskennan kehityshanke. Jos Väyläviraston tietokannassa ei ole ollut kerrointa käytetyille materiaalille, on muita lähteitä käytetty.

¹⁸⁵ Pohjalainen (2018). Suomen kantaverkkoyhtiön epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen tunnistaminen ja suuruuden määrittäminen.

¹⁸⁶ Perustuen lähteeseen Aulakoski A. et al. (2014). Panospohjaisen CO₂-laskennan pilotointi väylähankkeessa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2014.

¹⁸⁷ Eri betonilaatujen kertoimet vaihtelevat Väylän tietokannassa välillä 89-137 gCO₂/kg.

Betoniputkirumpu 1000 mm Dr	93	kgCO ₂ /m	Väyläviraston päästökerrointietokanta: betoni- putkirumpu. Käytetty vesijohtoverkoston be- tonille.
Betonipölkky	110	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: betoni- pölkky
Kiviaines	1,5	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: kallio- murske
Kupari	1 920	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: kupari
Lasi	54	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: lasi
Metalli	1000	gCO ₂ /m	Väyläviraston päästökerrointietokanta: Sähkö- putkitukset < 50 metalli
Muovi	4300	gCO ₂ /m	Väyläviraston päästökerrointietokanta: Muovi- putki PE, 110 mm, PN 10
Muovi	2 300	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: PE Muovi
Muovi	1900	gCO ₂ /m	Väyläviraston päästökerrointietokanta: Sähkö- putkitukset > 110 muovi
PVC	3 413	gCO _{2e} /kg	Defra 2019 ¹⁸⁸
Puu	90	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: puu
Sementti / Sementti, stabi- lointi	1 739 / 773	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: se- mentti / sementti, stabilointi
Sepeli	0,87	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: raide- sepele ES LARB12
Silikoni	3400	gCO ₂ /kg	Pohjalainen 2018 ¹⁸⁹

¹⁸⁸ <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>

¹⁸⁹ Pohjalainen (2018). Suomen kantaverkkoyhtiön epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen tunnistaminen ja suuruuden määrittäminen.

Teräs	1 070	gCO ₂ /kg	Väyläviraston päästökerrointietokanta: teräspalkki / teräspilari (eri teräselementtien ker- toimet vaihtelevat tietokannassa välillä 1070- 1110 gCO ₂ /kg, valittu parhaiten kuvaava ker- roin)
Teräs	93	gCO ₂ /m	Väyläviraston päästökerrointietokanta: Teräs- putki 1400
Öljyt	1570	gCO ₂ e/kg	Ecoinvent database 21.2.2011: kreosoottijöly 190
Rataverkon laitteet			
Asetinlaite	981,00	kgCO ₂ e/kpl	Bombardier (alkuperäinen lähde) ¹⁹¹
Balliisi	20,64	kgCO ₂ e/kpl	Bombardier (alkuperäinen lähde) ¹⁹²
Opastin	52,17	kgCO ₂ /kpl	Väyläviraston päästökerrointietokanta: esiopastin
Rakennustoiminta			
Rakennustoiminnan energiankäyttö		Tilastokeskuksen Energia 2018-taulukkopä- velu	
Rakennusaineteollisuuden energiankäyttö		Tilastokeskuksen energiatilepito	
Rakennustoiminnan logistiikan energiankäyttö		Tilastokeskuksen energiatilepito	
Rakennusmateriaalien ei-energiankäytöstä aiheutu- vat päästöt		GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FIN- LAND 1990 to 2017 National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol (2019) (taulukko 4.2-2)	
Purkamisen ja jätteen päästöt		GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FIN- LAND 1990 to 2017 National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol (taulukko 7.2-3)	

¹⁹⁰ Käytetty laskennoissa hankkeessa Hagström M. et al. (2011). [Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.](#)

¹⁹¹ Käytetty laskennoissa hankkeessa Hagström M. et al. (2011). [Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.](#)

¹⁹² Käytetty laskennoissa hankkeessa Hagström M. et al. (2011). [Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston julkaisuja 38/2011.](#)

Polttoaineiden päästökertoimet	Tilastokeskuksen polttoaineluokitus
Rakennusmateriaalien käytön päästökertoimet rakennuksissa	
<ul style="list-style-type: none"> • Betonirakennus 389 kgCO₂/m² • Puurakennus: 160 kgCO₂/m² • Tiilirakennus: 264 kgCO₂/m² • Teräsrakennus: 360 kgCO₂/m² • Muut rakennukset: 500 kgCO₂/m² 	<p>Päälähde: VTT 2018: Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi.</p> <p>Muut lähteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • YM 2019 Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa • Bionova 2018: Puu- ja betonikerrosten elinkaaripäästöjen vertailu • Lounanmaa (2010): CO₂- Emissions During the Life Cycle of Apartments and Office Buildings- Effects of Pre-castConcrete Elements" • VTT 2018: Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi • Pöyry 2011: Rakennusten energiankulutuksen ilmastovaikutusten arviointi Toukokuoren asemakaavaprosessissa • Ahola & Liljeström 2018: Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratokohteessa

Liite 2: Työmaatoimintojen päästöjen jakautuminen talon- ja infrarakentamisen välillä

Rakentamisen työmaatoiminnan päästöt ovat noin 800 kt vuonna 2017 jakautuen seuraavasti:

- Kevyt polttoöljy: 760 kt
- Sähkö: 40 kt)
- Kaukolämpö (ei merkityksellinen määrä)

Lisäksi kuljetusten päästöt ovat noin 350 kt. Arvio perustuu verollisen polttoaineen tilastointiin.

Kevyen polttoöljyn osalta arvio perustuu Tilastokeskuksen energiatilastointiin, joka puolestaan perustuu VTT:n LIPASTO-päästölaskentajärjestelmän TYKO-työkonemalliin. TYKO on VTT:ssä kehitetty Suomen työkonoiden päästölaskentamalli. Mallilla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästömäärät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin. TYKO on baseline-malli, eli toimenpiteet (biosekoitevelvoite, energiatehokkuusvaatimukset jne.) otetaan ennusteissa huomioon vain niille vuosille, joille toimenpiteet on määrätty. Konetyyppejä on kaikkiaan 50. Malli sisältää työkonoiden lisäksi myös maastoajoneuvot.

Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin: suoritteeseen eli kunkin työkonetyypin vuotuisen työn määrään (kWh/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin ja kulutukseen (g/kWh). Laskentamenetelmä on pääosin sama kuin USA:n ympäristöviraston mallissa (EPA, Environmental Protection Agency). Menetelmää on mukautettu Suomen olosuhteisiin mm. työkonoiden iän, poistuman ja muun vastaavan suhteen. TYKO-malli on teoreettinen laskentamalli, joka ei perustu tilastointiin.

Rakentamisen tilastointiin poimitaan TYKO-mallista seuraavien konetyyppien päästöt:

- Nosturit
- Jyrät
- Traktorikaivurit
- Kaivukoneet, pyöräalusta
- Teleskooppikurottajat
- Minikaivukone
- Dieselgeneraattorit
- Kompressorit
- Täryttimet.

Seuraavien konetyyppien päästöt huomioidaan rakentamiseen 60-prosenttisesti ja kaivannaisteollisuuteen 40-prosenttisesti:

- Telapuskutraktorit
- Pyöräkuormaajat
- Kaivukoneet, tela-alusta
- Dumpperit

- Muut siirrettävät.

Jaottelu on Tilastokeskuksen asiantuntija-arvio.¹⁹³ Sähkön ja kaukolämmön tilastointi perustuu Tilastokeskuksen energiatilaston taulukoihin 3.2 ja 4.1.¹⁹⁴

Energiankäytön jakautuminen infrarakentamisen ja talonrakentamisen välillä

Käytetty tilastointitapa ei ota kantaa siihen, missä energia käytetään. Voidaan olettaa, että sähkö ja kaukolämpö käytetään pelkästään talonrakentamisessa. Sähköä käytetään koneisiin ja laitteisiin, mutta keskeisin käyttökohde sähköllä ja kaukolämmöllä on rakenteiden kuivataminen.

Polttoöljyn kannalta yksikäsitteistä jakoa ei voida antaa. Verkostojen osalta voidaan käyttää tässä raportissa mainittuja rakentamismääriä ja kilometrikohtaisia päästökertoimia, jotka kuitenkin perustuvat tapaustutkimuksiin ja vaihtelevat paljon. Arviot uusien teiden määrästä ovat tilastointisyistä epävarmoja, ja tienrakentamisen päästökertoimet perustuvat niin ikään tapaustutkimuksiin. Karkea arvio infra- ja talonrakentamisen työkoneiden energiankäytön jakautumisesta saadaan arvioimalla käytön jakautuminen konetyypeittäin. Taulukko 3 on esitetty subjektiivinen asiantuntija-arvio. Sen perusteella noin kolmasosa polttoöljystä syntyvistä päästöistä syntyisi talonrakentamisessa (maansiirtotyöt, perustustyöt, paalutus, nostot, työmaalogistiikka) ja kaksi kolmannesta infrarakentamisessa. Edelleen voidaan arvioida karkeasti edellä mainittujen päästökerrointen ja verkostoille arvioidun lisärakentamiskilometrien perusteella, että verkostojen osuus infrarakentamisen päästöistä on 100 kt luokkaa. On kuitenkin huomattava, että sekä TYKO-malli että tässä esitetty arvio ovat teoreettisia.

Taulukko 3 Arvio polttoöljyenergian päästöjen jakautumisesta infra- ja talonrakennusalan kesken 2017.

TYKO-konetyyppi	Päästö 2017, t (TYKO)	Arvioitu osuus, infrarakentaminen, %	Arvioitu osuus, talonrakentaminen, %
Minikaivukone	16600	0	100
Kaivukone pyörä	74160	50	50
Traktorikaivuri	28670	50	50
Nosturit	15283	0	100
Jyrät	8449	100	0
Teleskooppikurottajat	26582	0	100
Dieselgeneraattorit	106568	30	70
Kompressorit	28501	50	50
Täryttimet	2450	50	50
Kaivukone tela (60 %)	210925	80	20
Pyöräkuormaajat (60 %)	221345	90	10
Dumpperit (60%)	12406	90	10

¹⁹³ Kuvaus perustuu keskusteluun Tilastokeskus/Pekka Lösönen, Minna Niininen 6.3.2020. Keskustelussa todettiin, että Tilastokeskuksen energiatilastoinnissa on toistaiseksi huomioitu myös kaivannais-teollisuuden osuus, joten tässä esitetty arvio on pienempi.

¹⁹⁴ <https://www.stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/f.html>

Telapuskutraktori (60%)	3563	100	0
Muut siirrettävät (60%)	4248	50	50
Yhteensä t / %	760000	492000 / 65%	268000 / 35%

Yhteenvedo arviosta on esitetty Taulukko 4 alla.

Taulukko 4 Yhteenvedo sektorittaisista päästöistä energiatyypeittäin 2017.

Sektori	Sähkönkäytön päästöt, t	Polttoöljyn päästöt, t
Liikenneverkot (infrarakentaminen)	0	392000
Yhdyskuntatekniikka (infrarakentaminen)	0	100000
Talonrakentaminen	40000	268000



Gaia Group Oy

Bulevardi 6 A,

FI-00120

HELSINKI, Finland

Tel +358 9686 6620

Fax +358 9686 66210

ADDIS ABABA | BEIJING |
BUENOS AIRES | GOTHENBURG |
HELSINKI | SAN FRANCISCO |
TURKU | ZÜRICH

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