



METSÄBIOTALOUDEN  
TIEDEPANEELI

METSÄBIOTALOUDEN TIEDEPANEELIN RAPORTTI 1/2026

# Vähähiilisen rakentamisen lainsäädännön vaikutus puurakentamiseen

Ninni Westerholm, Sirje Vares, Antti Tuure, Matti Kuittinen, Markku Karjalainen



# Vähähiilisen rakentamisen lainsäädännön vaikutus puurakentamiseen

Ninni Westerholm, Sirje Vares, Antti Tuure, Matti Kuittinen, Markku Karjalainen



VIITTAUSOHJE:

Westerholm, N., Vares, S., Tuure, A., Kuittinen, M. & Karjalainen, M. 2026. Vähähiilisen rakentamisen lainsäädännön vaikutus puurakentamiseen. Metsäbiotalouden tiedepaneelin raportti 01/2026. Metsäbiotalouden tiedepaneeli. Helsinki. 89 s.

Pääkirjoittajan ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-5026-3947>

ISSN 2984-1836

ISBN 978-952-65456-7-7

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-65456-7-7>

Copyright: Metsäbiotalouden tiedepaneeli

Kirjoittajat: Ninni Westerholm, Sirje Vares, Antti Tuure, Matti Kuittinen ja Markku Karjalainen

Julkaisija ja kustantaja: Metsäbiotalouden tiedepaneeli, Helsinki 2026

Julkaisuvuosi: 2026

Kannen kuva: Collaboratio Oy.

## Tiivistelmä

Ninni Westerholm<sup>1</sup>, Sirje Vares<sup>2</sup>, Antti Tuure<sup>1</sup>, Matti Kuittinen<sup>2</sup> ja Markku Karjalainen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tampereen Yliopisto. Rakennetun Ympäristön Tiedekunta. Arkkitehtuurin Yksikkö.

<sup>2</sup>Aalto Yliopisto. Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Arkkitehtuurin Laitos.

Vuoden 2025 alusta voimaan astuneen Suomen rakentamislain tavoitteena on vähentää rakentamisen ympäristövaikutuksia. Tämän metsäbiotalouden tiedepaneelin tutkimushankkeen tehtävänä on ollut selvittää uudistetun rakentamislain mahdolliset vaikutukset puun ja metsien käyttöön sekä rakennussektorin kokonaispäästöihin vuoteen 2035 saakka.

Vähähiilisen rakentamisen lainsäädännön vaikutuksia puurakentamiseen on tutkittu niin lainsäädännön kuin myös rakennusten käyttötarkoituusluokkien vaikutuksien mukaisesti. Uusi rakentamislaki edellyttää rakennuksilta hiilijalanjäljen (ilmastohaittojen) ja hiilikädenjäljen (mahdollisten ilmastohyötyjen) laskentaa.

Rakennusten tuotteista syntyvä hiilijalanjälki riippuu rakennuksen laajuudesta, arkkitehtoni-sesta ratkaisusta sekä rakentamiseen käytetyistä rakennusaineista ja ennen kaikkea rakennus-aineiden määrästä. Lähtökohtana tarkastelussa on ollut, ettei metsien hakkuita enää lisätä.

Puun käyttöä rakentamisessa voidaan lisätä korvaamalla päästö- ja energiantensiivisiä materiaaleja mahdollisuuksien mukaan puulla tai puupohjaisilla tuotteilla. Mitä energiatehokkaampia rakennuksia rakennetaan, sitä suurempi suhteellinen merkitys on rakennusmateriaalien valinnalla.

Vuosittainen rakentamisen määrä pysynee Suomessa lähitulevaisuudessa vakiona ja nykyistä lamakautta edeltäneellä tasolla. Asuntorakentaminen muodostaa hiukan yli puolet Suomen uudisrakentamisen volyymistä. Vuosittaisista uudisasunnoista noin kolme neljäsosaa rakennetaan kerrostaloihin. Betoni on hallinnut kerrostalojen markkinoita noin kuusikymmentä vuotta. Suomen uusista pientaloista noin 90 prosenttia on puurunkoisia. Jos Suomen asuntotuotanto muuttuu tai sitä muutetaan nykyistä pientalovaltaisemmaksi, merkitsee tämä puun käytön lisääntymistä.

Kerrostaloissa on suurin potentiaali puun käytön lisäämiseen. Puuta voidaan käyttää niiden rungossa, sisä- ja ulkoverhouksissa, ovissa, ikkunoissa, parvekkeissa, kattorakenteissa ja lämmöneristeissä. Puukuitupohjaisten lämmöneristeiden käyttö yli kaksikerroksisissa rakennuksissa edellyttäisi kuitenkin muutosta kansallisissa palomääräyksissä.

Ilmaston kannalta puuta olisi hyvä käyttää mahdollisimman pitkäikäisiin käyttökohteisiin, kuten rakentamiseen. Hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyisten puutuotteiden kehitys edellyttää kuitenkin määrätietoista yhteiskunnallisia toimenpiteitä, monitieteellistä tutkimusta ja uusia innovaatioita. Puupohjaiset ratkaisut tulee tuoda osaksi koulutusta, teollisen rakentamisen järjestelmiä ja niitä ohjaavaa politiikkaa.

Uusi rakentamislaki sisältää ympäristövelvoitteita, joiden myötä puun suosio kotimaisena, paikallisena, uusiutuvana ja ympäristöystävällisenä rakennusmateriaalina todennäköisesti kasvaa. Esimerkiksi Tanskassa biopohjaisten rakennusmateriaalien suosio on lisääntynyt rakennusten päästörajojen kiristyessä. Tutkimushankkeen tulokset osoittavat, että lisäämällä puun käyttöä rakentamisessa tuetaan Suomen hiilineutraaliustavoitetta ja vastataan EU:n kiristyvään sääntelyyn ilmastonmuutoksen torjunnassa.

Raportissa esitellään kolme teoreettista skenaariota, joiden avulla saavutettaisiin 0,3 MtCO<sub>2</sub>e, 0,6 MtCO<sub>2</sub>e tai jopa 1,5 MtCO<sub>2</sub>e päästövähennykset vuoteen 2035 mennessä lisäämällä puurakentamista kerrostaloissa, toimistoissa, opetusrakennuksissa ja varastoissa. Skenariotarkasteluiden tulokset osoittavat puurakentamista lisäämisen olevan mahdollista, vaikka hakkuita vähennettäisiin. Kyse on ennen kaikkea siitä, mihin puu käytetään. Jos lisääntynyt kotimaan puun tarve katettaisiin vähentämällä vientiä, sahatavaran vienti pienenesi vain muutamia prosentteja nykyisestä.

**Avainsanat:** Rakentaminen, puurakentaminen, ilmasto, hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, EU

Tekijät kiittävät seuraavia tutkimusaineistoa toimittaneita tahoja:

Iisalmen kaupunki

Oulun kaupunki

Tampereen kaupunki

Turun kaupunki

QVIM Arkkitehdit Oy

Arkkitehtitoimisto Hirvilampi Oy

Arkkitehti Antti Tuure

Arkkitehti Jouni Ilmarinen

Arkkitehti Reijo Mitrunen

Professori Janne Pihlajaniemi

Professori Teemu Hirvilampi

Tuote- ja kehityspäällikkö Sauli Ylinen



**Kuva 1: Helsingin Jätkäsaaren Wood City korttelin Supercell -toimistotalo. (Valokuva: Markku Karjalainen)**



**Kuva 2: Kuokkalan Kalon, puukerrostalokortteli Jyväskylässä, sai Puupalkinnon 2025. Arkkitehtisuunnittelu ja valokuva: Collaboratio Oy.**

# Sisällysluettelo

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Työn tavoite ja menetelmät</b> .....	<b>9</b>
1.1 Tavoite .....	9
1.2 Menetelmät ja aineistot .....	9
Rakennuskanta .....	9
Puurakentamisen potentiaalin arviointi .....	10
Ilmastovaikutusten arviointi .....	11
Rakennusosien arviointi .....	11
Rakennusten arviointi .....	12
Vastuuvapaus .....	12
<b>2. Lainsäädäntö ja puurakentaminen</b> .....	<b>13</b>
2.1 Suomen lainsäädäntö .....	13
Lainsäädännön tavoitteet .....	13
Miten lainsäädännöllä voidaan suosia tai rajoittaa rakentamisen menetelmiä ja materiaaleja? .....	13
Teoreettisia vaikutuskeinoja .....	13
Mitkä lait ja asetukset voivat vaikuttaa puurakentamiseen? .....	13
Rakentamislaki 751/2023 .....	14
Ympäristöministeriön asetus 1027/2024 rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta .....	14
Valtioneuvoston asetus 2/2026 uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoista .....	15
Muut lait .....	15
Tulkinta keskeisten Suomen lakien ja asetusten vaikutuksesta puurakentamiseen .....	15
2.2 EU-lainsäädännön vaikutuksia puurakentamiseen .....	16
Uudelleenlaadittu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) ja sen nojalla annettu delegoitu säädös .....	16
Asetus pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta (CRCF) .....	17
2.3 Muut politiikkatoimet .....	17

<b>3. Rakennuskannan kehitysskenaariot ja ilmasto-vaikutukset .....</b>	<b>18</b>
3.1 Tausta, metsien puunkäyttö.....	18
3.2 Lainsäädännön soveltamisalaan kuuluva rakentaminen 2035 saakka .....	20
<b>4. Puun käytön mahdollisuudet rakentamisessa .....</b>	<b>23</b>
4.1 Rakentamisen määrät .....	23
Kerrostalot.....	25
Toimistot.....	26
Opetusrakennukset .....	27
Varastot.....	30
Yhteenveto.....	31
4.2 Rakennusaineen käyttö rakentamisen runkomateriaalina .....	31
Yhteenveto.....	35
4.3 Rakennusten julkisivumateriaalit .....	35
Yhteenveto.....	37
<b>5. Puutuotteet eri rakenneratkaisuissa .....</b>	<b>38</b>
5.1 Puutuotteiden ominaisuudet .....	38
Yhteenveto .....	38
5.2 Mallirakennetyypit .....	39
Käytetyt päärakennusaineet .....	40
Yhteenveto.....	40
5.3 Puun käyttö erityyppisissä rakennuksissa .....	41
Mallirakennukset.....	41
Kerrostalot.....	41
Toimistot.....	42
Opetusrakennukset .....	42
Varastot.....	43
Rakennuksien rakennustyyppien koot.....	43
Rakennusmateriaalien käyttö kerrostaloissa.....	43
Rakennusmateriaalien käyttö toimistoissa.....	43
Rakennusmateriaalien käyttö kouluissa.....	43
Rakennusmateriaalien käyttö päiväkodeissa .....	43

Rakennusmateriaalien käyttö varastoissa .....	43
Yhteenveto.....	44
<b>6. Ilmastovaikutukset.....</b>	<b>51</b>
6.1 Mallirakennusten hiilijalanjälki.....	51
Yhteenveto.....	51
6.2 Mallirakennusten hiilikädenjälki.....	55
Yhteenveto.....	55
6.3 Puujulkisivujen vaikutukset.....	57
Julkisivujen materiaalit rakennuksien käyttötarkoituksissa.....	57
Yhteenveto.....	57
6.4 Vaikutus rakennussektorin kokonaispäästöihin.....	61
Yhteenveto.....	64
6.5 Vaikutus rakennussektorin puun tarpeeseen.....	68
Yhteenveto.....	71
6.6 Sääntelyn kehittyminen.....	71
<b>7. Loppupäätelmät .....</b>	<b>73</b>
Lainsäädännön kehitys .....	73
Arvio rakentamisen määrän kehityksestä.....	73
Arvio puurakentamisen määrän kehityksestä.....	74
Arvio puurakentamisen ilmastovaikutuksista.....	74
Puun määrä eri rakennetyypeissä ja puurakentamisen ratkaisuissa.....	75
Vaikutukset hakkuisiin .....	76
Näkökulmia jatkotarkasteluun.....	77
<b>8. Liitteet .....</b>	<b>78</b>
Liite 1. Hiilijalanjälki ja -kädenjälkilaskennan oletukset.....	78
Liite 2. Rakennerratkaisut.....	79
Liite 3. Ennusteet .....	87
<b>9. Lähteet.....</b>	<b>89</b>

# 1. Työn tavoite ja menetelmät

## 1.1 Tavoite

Tämä tutkimus on tehty metsäbiotalouden tiedepaneelin hankkeena vuonna 2025. Työlle asetettuna tavoitteena on selvittää uuden rakentamislain ja sen myötä voimaan tulevien rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvojen vaikutuksia puun käyttöön rakentamisessa. Selvityksen aikajana ulottuu vuoteen 2035, eli Suomen hiilineutraaliuden tavoitevuoteen saakka.

Työ jakautuu seuraaviin kysymyksiin:

- Miten uusi rakentamislaki ja sen nojalla asetettavat uusien rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvot voivat vaikuttaa puurakentamisen määrään Suomessa?
- Mikä on rakentamisen ennustettu määrä vuoteen 2035 saakka niissä käyttötarkoituksiluokissa, joita hiilijalanjäljen raja-arvot koskevat?
- Paljonko puuta käytetään eri rakennetyypeissä ja puurakentamisen ratkaisuihin?
- Miten puurakentamisen eri tavat ja määrän vaihtelut vaikuttaisivat rakennusten hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen?
- Minkälainen vaikutus puurakentamisen suhteellisen osuuden lisäämisellä olisi Suomen rakennussektorin kokonaispäästöihin?

Työhypoteesina on, että puurakentamisen suhteellinen osuus lisääntyisi jonkin verran hiilijalanjäljen raja-arvojen astuessa voimaan ja erityisesti niiden kiristyessä. Oletus perustuu siihen, että useissa vertaisarvioituissa tutkimuksissa on osoitettu puurakennusten hiilijalanjäljen jäädvän alhaisemmaksi verrattuna esimerkiksi tavanomaisesta betonista tai teräksestä tehtyihin vastaaviin rakennuksiin tai rakenteisiin (ks. esim. Churkina ym., 2020).

## 1.2 Menetelmät ja aineistot

### Rakennuskanta

Tässä raportissa on käytetty Tilastokeskuksen määrittämiä rakennusten käyttötarkoituksiluokkia (Tilastokeskus 2018). Arviot rakentamisen määrästä kussakin käyttötarkoitukseluokassa perustuvat Tilastokeskuksen tietokantoihin, joista on tehty tähän tutkimushankkeeseen tarvittavia hakuja ja rajauksia.

Tilastokeskuksen rakennuskantatiedot ovat ilmoitettu kerrosalojen, bruttoalojen ja rakennusten tilavuuden mukaan. Tässä raportissa tuloksia on tarkasteltu uudisrakentamisen kerrosaloina (kem<sup>2</sup>). Tilastokeskuksen määritelmän mukaan rakennuksen kerrosalaan luetaan kerrosten pinta-alat ja se ullakon tai kellarikerrosten ala, jossa on asuin- tai työhuoneita tai muita rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja.

Rakennusten käyttötarkoitukseluokat ovat:

- 0110, 0111 Omakoti- ja paritalot
- 0112 Rivitalot
- 012 Kerrostalot
- 013, 014 Asuntolarakennukset ja erityisryhmien asuinrakennukset
- 02 Vapaa-ajan rakennukset
- 03 Liikerakennukset
- 04 Toimistorakennukset

- 05 Liikenteen rakennukset
- 06 Hoitoalan rakennukset
- 07 Kokoontumisrakennukset
- 08 Opetusrakennukset
- 09 Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset
- 10 Energiahuoltorakennukset
- 11 Yhdyskuntatekniikan rakennukset
- 12 Varastorakennukset
- 13 Pelastustoimen rakennukset
- 14 Maatalousrakennukset
- 19 Muut rakennukset

Nykyinen rakennuskanta ja sen oletetut kehitysskenaariot perustuvat rakentamisen volyyymiin vuosina 2000–2024. Tarkastelussa on käytetty rakentamisen keskiarvoja aikaväleillä 2000–2009, 2010–2019, sekä 2020–2024. Tämän lisäksi on oletettu, että rakentaminen vuonna 2025 on ollut samaa kokoluokkaa kuin vuosina 2020–2024.

Oletuksena on ollut, että niissä käyttötarkoituksiluokissa, joissa rakentaminen vähentynyt (mm. koronapandemian sekä sotien takia) 2020-luvulla, rakentaminen elpyisi 2035 vuoteen mennessä sille tasolle, mitä se parhaimmillaan on ollut aikavälillä 2000–2024. Niissä käyttötarkoituksiluokissa, joissa rakentamista on tehty eniten 2020-luvulla, on oletettu, että kasvu pysyy samana myös tulevana vuosina (Tilastokeskus 2025a). Mallinnuksessa on myös oletettu, että vihreän siirtymän myötä kaikki tuotesidonnaiset päästöt vähenevät 3 % aikavälillä 2026–2035. Edellä mainittujen päätelmien pohjalta on tehty arvioita rakentamisen määrästä, materiaalisidonnaisista päästöistä ja tukkipuun tarpeesta ilman että rakentamisen materiaali-paletti muuttuu (Perusskenaario) sekä kolme skenaariota, joissa puurakentamisen suhteellinen osuus kasvaa. Vaikka arvioissa esitetään ainoastaan tuotesidonnaiset päästöt, arvioinnissa on tarkistettu, että kaikki käytetyt päästöarvot yhdistettynä käyttötarkoituksiluokkien tyypillisiin rakennuksen käytöstä johtuviin päästöihin alittaisivat tiedossa olevat päästöraja-arvot vuosille 2026–2029.

Puurakennusten lisäosuuksia on mallinnettu suhteellisina osuuksina uusista rakennuksista. Suhteellisten osuuksien lähtötaso on asetettu sen mukaan, mikä puun käytön osuus on tällä hetkellä kussakin käyttötarkoitukseluokassa. Tehtyihin mallinnoihin on valittu kolme skenaariota, jotka vaihtelevat vaihteluvälin vaikutusten selvittämiseksi maltillisesta poikkeukselliseen suureen puurakentamisen kasvuun.

### **Puurakentamisen potentiaalin arviointi**

Selvitykseen on valikoitu sellaiset rakennusten käyttötarkoitukseluokat, joissa vaikuttaa olevan eniten potentiaalia puurakentamisen määrän lisäämiseen (Tilastokeskus 2018). Käyttötarkoitukseluokat on valittu niin luokkakohtaisen rakentamisen määrän sekä käytettyjen rakennusaineiden jakautuman mukaan. Näiden lisäksi valintaan on vaikuttanut typologian selkeys: esimerkiksi liikerakennukset on jätetty tarkemman arvioinnin ulkopuolelle, sillä kategoriaan kuuluu rakennuksia yksittäisestä ravintolasta kokonaiseen kauppakeskukseen. Valituille käyttötarkoitukseluokille on tehty arviot puurakentamisessa käytettyjen rakennetyyppien ja rakennusten hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä.

## Ilmastovaikutusten arviointi

Tässä työssä tarkastellaan rakentamisen ilmastovaikutuksia eurooppalaisten standardien ja lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Arviointi perustuu rakennusten osalta standardiin EN 15978 (CEN 2012) ja rakennustuotteiden osalta standardiin EN 15804 (CEN 2019). Käytetty elinkaariarvioinnin menetelmä täyttää standardien ja lainsäädännön vaatimukset. Se ei kuitenkaan ole tarkoitettu vastaamaan laajempiin kysymyksiin esimerkiksi Suomen metsien kokonaiskäytön ilmasto- tai talousvaikutuksista suhteessa puun käytön tai käyttämättä jättämisen eri vaihtoehtoihin. Tällaisia kysymyksiä tulee tarkastella erikseen muilla menetelmillä.

Rakentamislaki 751/2023 (YM 2023) velvoittaa laatimaan uudisrakennuksille ilmastoselvityksen ja rakennustuoteluettelon 1.1.2026 alkaen. Rakennusten ilmastoselvityksen laskenta perustuu ympäristöministeriön asetukseen 1027/2024 (YM 2024a), joka puolestaan pohjautuu standardiin EN 15978 (CEN 2012) ja EU:n yhteiseen Level(s)-arviointimenetelmään. Ilmastoselvityksen laatimisessa hyödynnetään kansallisesta päästötietokannasta ([www.CO2data.fi](http://www.CO2data.fi)) tai tuotteiden valmistajien ympäristöselosteista saatavia rakennustuotteiden päästötietoja. Suomessa käytettävien rakennustuotteiden ilmastovaikutusten lisäksi päästötietokannasta saatiin myös ilmastovaikutusten arvot rakentamisessa käytetyille prosesseille sekä järjestelmille. Osa käytetyistä arvoista ovat rakennustyyppikohtaisia vakioita.

Rakentamislain mukaiseen ilmastoselvitykseen tehdään arvio rakennuksen hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan rakennuksen elinkaaren aikana aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Hiilikädenjäljellä puolestaan tarkoitetaan sellaisia mahdollisia ilmastotohyötyjä, joita ei tapahtuisi ilman arvioitavaa rakennushanketta. Niitä ovat tuotteiden kiertäyksestä, uudelleen käytöstä, hiilivarastosta, ylimääräisen uusiutuvan energian tuotannosta sekä sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoitumisesta aiheutuvat hyödyt. Hiilikädenjälki ilmoitetaan negatiivisina hiilidioksidiekvivalentteina (kgCO<sub>2</sub>e), eikä sitä vähennetä rakennuksen hiilijalanjäljestä. Tulokset esitetään lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa. Laskenta on tehty 50 vuoden käyttöjaksolle. Lämmitetty nettoala on laskettu lämmitettyjen kerrostasoalojen summana kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan.

Vähähiilisyiden arvioinnin kohteena ovat rakennus ja rakennuspaikka. Tässä raportissa on tarkasteltu ainoastaan rakennusta, ja rakennuspaikka on jätetty arvioinnin ulkopuolelle. Sen valintaan ei usein voi vaikuttaa etenkään kasvukeskusten kaavoitetuilla alueilla. Puutuotteiden käytön lisäämisen osalta rakennuspaikan arvioinnilla ei oleteta olevan suurta merkitystä.

## Rakennusosien arviointi

Rakennusosien arviointi kattaa rakennusosat, tilaosat ja talotekniikan. Rakennusosiin kuuluvat alapohja, rakennuksen runko, julkisivut, ovet, ikkunat, parvekkeet, kattorakenteet. Rakennuksen perustukset on jätetty tässä raportissa arvioinnin ulkopuolelle. Ne kuuluvat rakennuspaikkakohtaiseen arviointiin, eivätkä sen vuoksi sisälly rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvon tarkasteluun. Tilaosista rakennuksen arviointiin kuuluvat väliseinät ja tilapinnat. Tilavarusteet kuten kiintokalusteet ja keittiövarusteet on tässä laskennassa jätetty tarkastelun ulkopuolelle, koska niiden määrästä eri käyttötarkoituksiluokkien rakennuksissa ei ollut saatavissa tietoja. Talotekniikkajärjestelmien osalta laskenta sisältää lämmitysjärjestelmän, vesi- ja viemärijärjestelmän, ilmastointijärjestelmän, jäähdytysjärjestelmän, sprinklerijärjestelmän ja sähköjärjestelmän pääosat sekä hissit.

Päästölaskennassa ja puun käytön eri skenaariotarkasteluiden pohjana on käytetty anonymisoituja vuosina 2008–2025 rakennettuja kohteita eri puolilta Suomea (Taulukko 1).

**Taulukko 1. Tarkastellut rakennuskohteet.**

Kohde	Kerrosala (kem <sup>2</sup> )	Lämmitetty nettoala (m <sup>2</sup> )	Kerrosten lukumäärä	Runkomateriaali	Valmistumisvuosi
Kerrostalo A	3 114	3 084	4	Puu	2022
Kerrostalo B	2 420	2 301	5	Puu	2022
Kerrostalo C	2 963	2 817	6	Puu	2022
Kerrostalo D	3 217	3 243	5	Puu	2021
Toimisto A	8 008	7 785	6	Betoni	2011
Toimisto B	5 333	5 130	7	Betoni	2009
Koulu A	1 197	1 130	2	Betoni	2024
Koulu B	2 078	2 006	2	Puu	2017
Päiväkoti A	1 175	1 119	1	Puu	2025
Päiväkoti B	1 875	1 808	2	Betoni	2024
Varasto A	1 527	1 486	2	Teräs	2020
Varasto B	1 920	1 862	2	Puu	2008

## Rakennusten arviointi

Laskennassa rakennuksen elinkaari on jaettu eri vaiheisiin. Jokaisen vaiheen arviointiin tarvitaan lisäksi päästötietoja sekä oletuksia, koska arvioinnissa käsitellään tulevaisuuden tapahtumia. Tässä raportissa käytetyt elinkaaren vaiheet, tiedot ja skenaariot on esitetty Liitteessä 1.

## Vastuuvapaus

Tässä raportissa on tehty erilaisia oletuksia rakentamisen ja sen ilmastovaikutusten kehityksestä tulevina vuosina. Vaikka oletukset pohjautuvat nykyisiin kehitysnäkymiin, tulevaisuutta koskevat arviot ovat aina epätarkkoja, eivätkä voi kuvastaa tulevien vuosien todellisuutta.

Raportin laatimisessa käytetyt rakentamisen materiaalien käytön osuudet ovat puhtaasti teoreettisia ja ainoastaan havainnollistamistarkoituksissa tehtyjä. Ne eivät ole tekijöiden tai tilaajan ehdotuksia eri rakennusmateriaalien tavoitetasoista eivätkä ennustuksia tulevista markkinaosuuksista.

Raportti on laadittu hyviä tieteellisiä käytäntöjä noudattaen ja sen tulokset on tarkistettu hankkeen aikataulun sallimalla laajuudella. Mikään johtopäätös tai osatulos ei ole sellaisenaan tarkoitettu käytettäväksi rakentamis- tai investointipäätösten pohjaksi.

## 2. Lainsäädäntö ja puurakentaminen

### 2.1 Suomen lainsäädäntö

#### Lainsäädännön tavoitteet

Suomessa ei tätä raporttia kirjoitettaessa ole lakeja tai asetuksia, joilla pyrittäisiin suoraan vaikuttamaan puurakentamisen määrään tai markkina-asemaan.

Epäsuorasti puurakentamiseen vaikuttavaa sääntelyä kuitenkin on esimerkiksi palomääräysten osalta. Vaatimukset pintojen tai rakenteiden palonkestosta käytännössä vähentävät puun käyttöä tietyissä käyttötarkoituksissa tai rakennuskorkeuksissa. Energiatehokkuuteen liittyvät helpotukset massiivipuurakennuksille tietyissä käyttötarkoituksissa ovat esimerkkejä sääntelystä, jolla on voinut olla puurakentamista lisääviä tai sitä säilyttäviä vaikutuksia.

Tässä raportissa tarkastellaan uuden rakentamislain 751/2023 (YM 2024a) ja sen ns. "korjaussarjan" 897/2024 (YM 2024b) sekä lain nojalla annettavien asetusten mahdollisia vaikutuksia puurakentamisen määrään. Eräs rakentamislain vaatimuksista on uusille rakennuksille säädetty hiilijalanjäljen yläraja. Vaikka keinoja vähentää rakennuksen hiilijalanjälkeä on useita, tavoite todennäköisesti vaikuttaa puurakentamisen kysyntää lisäävästi.

Käytännössä eri rakentamisen tapoihin vaikuttavat kuitenkin varsin monet eri tekijät. Markkinatilanne, raaka-aineiden saatavuus, ulkomaankauppa, osaavien suunnittelijoiden ja rakentajien saatavuus sekä rahoituksen erityisehdot ohjaavat rakentamisen valintoja. Usein onkin vaikea tunnistaa, johtuuko jonkun tietyn rakentamisen tavan lisääntyminen tai vähentyminen siihen epäsuorasti vaikuttavasta lainsäädännöstä tai muista seikoista.

#### Miten lainsäädännöllä voidaan suosia tai rajoittaa rakentamisen menetelmiä ja materiaaleja?

Teoreettisia vaikutuskeinoja:

Suora suosiminen

- o Materiaali A valittava aina tietyssä tilanteessa
- o Materiaalin A kanssa kilpaileva(t) materiaali(t) on kielletty tietyssä tilanteessa.

Epäsuora suosiminen

- o Materiaalille A ominaisen teknisen ratkaisun suosiminen
- o Materiaalin A pääkilpailijamateriaalin käytön kieltäminen tai rajoittaminen
- o Materiaalin A pääkilpailijamateriaalille ominaisten teknisten ratkaisujen käytön kieltäminen tai rajoittaminen.

#### Mitkä lait ja asetukset voivat vaikuttaa puurakentamiseen?

Seuraavassa tarkastellaan lainsäätäjän julkilausuttua tarkoitusta vaikuttaa puurakentamisen lisäämiseen tai sen markkinaosuuden kasvattamiseen säädösten ja niiden perustelumui-  
stien pohjalta.

Tarkasteltavat säädökset on listattu Taulukossa 2.

**Taulukko 2. Puurakentamiseen mahdollisesti vaikuttavia säädöksiä Suomessa.**

Säädös	Kirjaus	Mahdollinen vaikutus
Laki rakentamislain muuttamisesta 897/2024	38 § "Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että uusi rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla vähähiiliseksi."	Hiilijalanjäljen arviointi tuo esille eri rakennustuotteiden väliset erot, mikä saattaa johtaa puutuotteiden suosimiseen. Hiilikädenjäljen arviointiin sisältyy rakennustuotteissa olevat hiilivarastot. Jos tavoitteena olisi maksimoida hiilikädenjälki, tavoite saattaisi lisätä puutuotteiden käyttöä.
Ilmastaselvitys YMa 1027/2024	2 § "Ilmastaselvitykseen sisältyvän rakennuksen ja rakennuspaikan hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioinnin on perustuttava tässä asetuksessa tarkemmin säädettyyn rakentamislain 38 §:ssä tarkoitettuun rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmään. Vähähiilisyyden arvioinnin on sisällettävä sekä hiilijalanjäljen että hiilikädenjäljen arviointi."	
Laki rakentamislain muuttamisesta 897/2024	38a § "Uuden rakennuksen hiilijalanjälki ei saa ylittää 38 §:n 1–9 kohdassa tarkoitettujen rakennusten käyttötarkoituksiluokittain säädettyä raja-arvoa."	Puurakentaminen on yksi keino hiilijalanjäljen vähentämiseksi. Tiukentuva raja-arvosääntely todennäköisesti lisäisi puurakentamisen suhteellista osuutta, ellei muita vastaavia vähähiilisiä ratkaisuja tule markkinoille kilpailukykyisempään hintaan.
Raja-arvoasetus VNa 2/2026	Asetuksessa säädetään rakentamislain 38a §:n nojalla rakennusten hiilijalanjäljen enimmäismäärästä. Raja-arvot asetetaan erikseen rakennusten käyttötarkoituksiluokille.	
Ilmastolaki 423/2022	Ei suoria puurakentamiseen vaikuttavia kirjauksia.	Ei tunnistettuja vaikutuksia.
Metsälaki 1093/1996	Ei suoria puurakentamiseen vaikuttavia kirjauksia.	Ei tunnistettuja vaikutuksia.

## Rakentamislaki 751/2023

Rakentamislaisissa puuta ei mainita lainkaan. Lain perustelumuiostiossakin puun käyttö rakentamisessa mainitaan vain kerran. Asiayhteys liittyy rakennuksen ilmastaselvityksen laatimiseen ja sen hiilikädenjälkeä (ilmastohyötyjä) koskeviin perusteluihin:

"Hiilikädenjälki lisäisi puurakentamiseen liittyvien tuotteiden menekkiä sekä parantaisi keskipitkällä aikavälillä niiden vientipotentiaalia kotimarkkinoiden referenssien saamisen kautta." (perustelumuiostio, s.52).

Laki rakentamislain muuttamisesta (897/2024) ei sisällä merkittäviä muutoksia puurakentamisen kannalta.

## Ympäristöministeriön asetus 1027/2024 rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta

Asetuksen (YM 2024a) mukaan ilmastaselvitys ja rakennustuoteluettelo tulee laatia uusille rivitaloille, asuinkerrostaloille, toimistoille, liikerakennuksille, majoitusrakennuksille, opetusrakennuksille, liikuntahalleille, terveyskeskuksille ja sairaaloille, yli 1 000 m<sup>2</sup> varastoille ja liikenteen rakennuksille sekä lämmitetyltä nettoalaltaan yli 1 000 m<sup>2</sup> uima- ja jäähalleille. Muiden käyttötarkoituksiluokkien rakennuksille, laajennettavilla tai korjattavilla rakennuksille taikka rakenteille ei tarvita ilmastaselvitystä eikä rakennustuoteluettelo.

Asetuksessa puu mainitaan ainoastaan kerran, muttei rakennusmateriaaliin liittyen. Asiayhteys koskee ilmastaselvitykseen luettavien ja siitä pois jätettävien rakennusosien luetteloa (liite 1), jonka mukaan rakennuspaikalta pois raivattavia puita ei lueta osaksi arviointia.

Perustelumuistiossa puurakentamiseen liittyviä kohtia on useampia. Ne liittyvät keskeisesti puupohjaisten tuotteiden elinkaariarvioinnin periaatteiden selittämiseen standardien EN 15804 (CEN 2019) ja EN 15978 (CEN 2012) pohjalta. Perustelumuistion vaikutustenarviointia koskevassa osiossa ei ole mainintoja asetuksen soveltamisen vaikutuksista puurakentamiseen.

### **Valtioneuvoston asetus 2/2026 uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoista**

Asetuksessa säädetään tietyille uusille rakennuksille hiilijalanjäljen enimmäisrajat. Ne määräytyvät rakennuksen käyttötarkoitukseluokan mukaan, riippumatta rakennusmateriaalista, energiajärjestelmistä tai sijainnista.

Asetuksessa tai sen perustelumuistiossa ei mainita puurakentamista. Sen sijaan perustelumuistiossa nostetaan esille vähähiilinen betoni yhtenä keinona rakentamisen ilmastohaittojen vähentämiseksi.

### **Muut lait**

Ilmastolaki (423/2022), metsälaki (1093/1996) tai laki metsälain muuttamisesta (1085/2013) eivät ota kantaa puun käyttöön rakentamisessa.

### **Tulkinta keskeisten Suomen lakien ja asetusten vaikutuksesta puurakentamiseen**

Tarkasteltujen säädösten pohjalta voidaan tulkita, ettei lainsäätäjän tahtotila vaikuta olleen lisätä minkään tietyn materiaalin kysyntää, vaan vähentää rakentamisen ilmastohaittoja.

Rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvojen asetusluonnoksen perustelumuistiossa viitataan kuitenkin taustaselvitykseen vuodelta 2024 (YM 2024c), jossa puurakentaminen nostetaan esille yhtenä merkittävimmistä keinoista vähentää hiilijalanjälkeä. Massiivipuinen CLT-runko voisi vähentää hiilijalanjälkeä noin 12–31 %, rakennuksen käyttötarkoitukseluokan mukaan. Tätä vaikutusta voidaan pitää merkittävänä ja jopa joissain tapauksissa ratkaisevana keinona säädetyn raja-arvon alittamiseksi. Raportin mukaan muitakin vastaavassa vaikutusluokassa olevia päästövähennyskeinoja olisi, kuten esimerkiksi energiatehokkuuden parantaminen A-luokkaan tai hyvin vähäpäästöisen betonin käyttö.

## 2.2 EU-lainsäädännön vaikutuksia puurakentamiseen

EU:n ilmasto- ja kiertotaloustavoitteet alkavat hiljalleen näkyä myös unionin rakentamista koskevassa lainsäädännössä. Merkittävimpiä EU-säädöksiä ovat tämä raportin kirjoittamisen aikaan rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) ja sen nojalla annettu delegoitu säädös rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan sekä hiilisertifikaatteja koskeva asetus (CRCF). Erityisesti jälkimmäisellä voi olla puurakentamista vahvasti lisäävä vaikutus.

**Taulukko 3. Puurakentamiseen mahdollisesti vaikuttavia EU-säädöksiä.**

Säädös	Kirjaus	Mahdollinen vaikutus
Uudelleenlaadittu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi 2024/1275 (EPBD)	Artikla 7.2. "Jäsenvaltioiden on varmistettava, että elinkaarenaikainen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaali lasketaan liitteen III mukaisesti ja ilmoitetaan rakennuksen energiatehokkuustodistuksessa"	Hiilijalanjäljen arviointi tuo esille eri rakennustuotteiden väliset erot, mikä saattaa johtaa puutuotteiden suosimiseen.
	Artikla 7.6. "Jäsenvaltioiden on myös otettava huomioon hiilidioksidipoistumat hiilidioksidin varastoinnissa rakennuksiin tai rakennuksen järjestelmillä."	Oletettavasti vähäinen, koska ei velvoiteta asettamaan tavoitetasoa
EPBD:n nojalla annettu delegoitu säädös rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan	Säädös tarkentaa ja täydentää EPBD-direktiivin liitteessä III määriteltyä menetelmää rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan.	Ei suoria vaikutuksia.
Asetus 2024/3012 pysyvää hiilen-poistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta (CRCF)	Artikla 1.1. "Tämän asetuksen tavoitteena on helpottaa ... hiilen varastointia tuotteisiin sekä luoda kannustimia niiden käyttöönotolle... Tätä varten tällä asetuksella perustetaan vapaaehtoinen hiilenpoistojen ja maaperäpäästöjen vähennyksiä koskeva unionin sertifiointikehyks..."	Mahdollistaa puutuotteiden vapaaehtoiset hiilivarastomarkkinat. Edellyttäneen kuitenkin erilaista ja huomattavasti tarkempaa arviointia kuin EPBD.

### Uudelleenlaadittu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) ja sen nojalla annettu delegoitu säädös

Direktiivissä 2024/1275 ei ole puurakentamista suoraan koskevia mainintoja. Direktiivin 7. artiklan mukaan EU:n jäsenvaltioissa tulee vuoteen 2030 olla voimassa kaikkia uusia rakennuksia koskevat hiilijalanjäljen raja-arvot. Samassa artiklassa mainitaan, että jäsenvaltioiden "on myös otettava huomioon hiilidioksidipoistumat hiilidioksidin varastoinnissa rakennuksiin tai rakennuksen järjestelmillä." Käytännössä tällä tarkoitetaan esimerkiksi puutuotteiden hiilivarastoja, mutta myös muut ratkaisut (esimerkiksi hiilidioksidikivetetty betoni) ovat mahdollisia. Direktiivi ei kuitenkaan velvoita jäsenvaltioita asettamaan vähimmäisvaatimuksia hiilidioksidipoistumille.

Direktiivin 7. artiklassa annetaan komissiolle valta säätää rakennusten hiilijalanjäljen laskentatavasta delegoidulla säädöksellä. Tarkoituksena on harmonisoida arviointitavat EU:ssa. Delegoitu säädös julkaistiin vuoden 2025 lopulla ja se sisältää tietoja laskentaan sisältyvistä rakennuksen osista ja elinkaaren vaiheista sekä muista laskennassa tarvittavista rajauksista. Delegoidussa säädöksessä ei ole mainintoja, jotka suoraan koskisivat puurakentamista. Komissio voi täydentää ja päivittää asetusta myöhemmin.

## Asetus pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta (CRCF)

Euroopan parlamentin asetus 2024/3012 ja sitä täydentävät tekniset kriteerit luovat kehyksen myös puurakentamisen tuotteiden hiilivarastojen sertifiointiin. Lainsäätäjän suorana tavoitteena on tukea puupohjaisten rakennustuotteiden kehittämistä. Asetuksen 8. artiklan mukaan ”komissio asettaa etusijalle puu- ja biopohjaisia rakennustuotteita koskevat sertifiointimenetelmät” silloin, kun kyse on nimenomaan hiilen varastoinnista.

Asetuksen mukaan hiilivarastot lasketaan nettomääräisinä, eli varastojen toteuttamisesta syntyneet kasvihuonekaasupäästöt vähennetään varastoidun hiilen määrästä. Esimerkiksi puutuotteiden kohdalla tuotteen sisältämästä hiilestä vähennettäisiin tuotannossa aiheutuneet päästöt. Ainoastaan ”lisäiset”<sup>1</sup> hiilivarastot voidaan sertifioida. Toisin sanoen, erilaisissa rakennuksissa tyypillisesti olevat puutuotteet eivät olisi sertifioitavia, vaan ainoastaan tämän perustason ylittävä osuus puutuotteista. Jotta lisäisyys voitaisiin arvioida, tulee rakennuskannan ja rakennuksen osien puun määrästä olla tarkempaa tietoa. Tässä raportissa on esitetty alustavat arviot puun määrästä eri rakennuksissa ja niiden osissa.

Tätä raporttia laadittaessa on käynnissä oleva komission työ sertifiointissa käytettävistä puurakennustuotteita koskevista teknisistä kriteereistä. Alkuvaiheessa sertifiointi koskisi rakenteellisia puutuotteita sekä puupohjaisia lämmöneristeitä. Rakennuksen ei-kantavat puuosat, julkisivut ja kiintokalusteet jäisivät sertifiointin ulkopuolelle. Sama poisrajaus koskisi muita kuin eloperäisistä raaka-aineista tehtyjä rakennustuotteita.

Asetuksen tavoitteena on synnyttää puurakennustuotteisiin liittyvät hiilisertifiointin markkinat. Näillä voi olla puurakentamista merkittävästi lisäävä vaikutus siinä tapauksessa, että tekniset kriteerit muodostuvat toimialan kannalta mielekkäiksi, ja jos markkinoilla hiilen varastoinnista maksettava korvaus on kannustava.

### 2.3 Muut politiikkatoimet

Lainsäädännön ulkopuolella puurakentamista on pyritty vauhdittamaan hallituksen edistämishjelmin. Puurakentamisen ohjelmat ovat sisältyneet hallitusohjelmiin vuosina 1996–2022. Tämän raportin kirjoitushetkellä käynnissä ei ole kansallista puurakentamisen edistämishjelmaa, joten sellaisen vaikutuksia ei ole erikseen arvioitu.

---

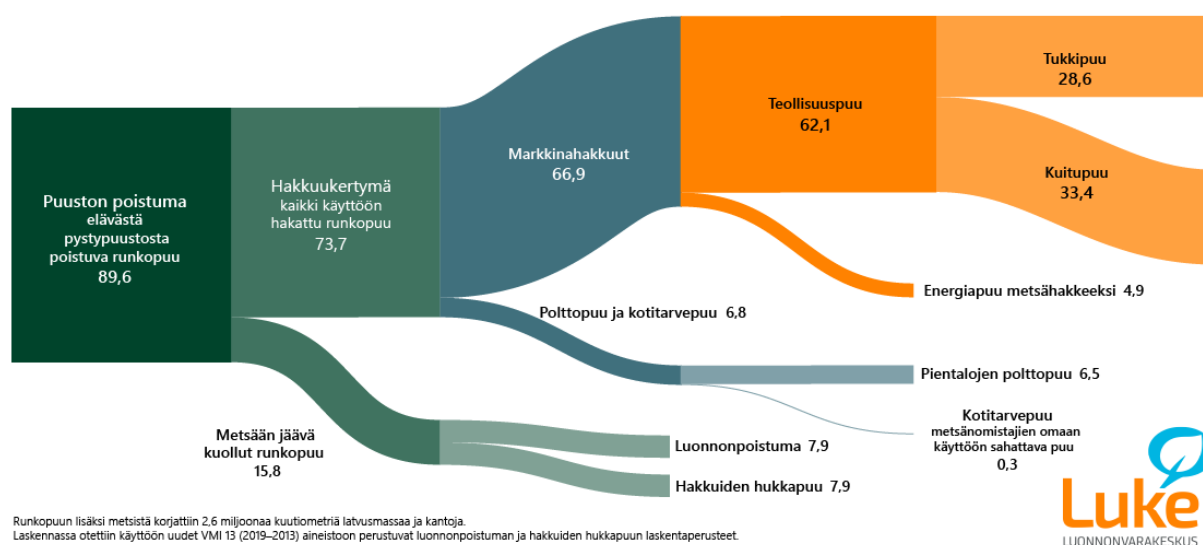
<sup>1</sup> Lisäisyys tarkoittaa, että hiilivaraston tulee lisääntyä verrattuna tavanomaiseen puun käyttöön rakentamisessa.

### 3. Rakennuskannan kehitysskenaariot ja ilmasto-vaikutukset

#### 3.1 Tausta, metsien puunkäyttö

Luonnonvarakeskuksen mukaan puuston poistuma vuonna 2024 oli 89,6 miljoonaa m<sup>3</sup>. Tästä tukkipuuna käytettiin 28,6 milj. m<sup>3</sup> ja kuitupuuna 33,4 milj. m<sup>3</sup> (LUKE, 2024) (Kuva 3).

Metsäteollisuuden tilaston mukaan (Metsäteollisuus ry 2024) saha- ja höylätavaran vienti on ollut 8,27 milj. m<sup>3</sup> ja puulevyjen vienti 0,81 milj. m<sup>3</sup> (Kuva 4 ja Taulukko 4). Viennin pieneneminen jo muutamalla prosentilla antaisi puutuotteiden kotimaiselle käytölle kasvuvaraa ja mahdollistaisi kotimaisen puurakentamisen lisäämisen ilman lisähakkuita. Viennin ja kotimaan käytön suhdemuutokset voisivat vaikuttaa kansantalouteen, joten talousvaikutusten merkityksen tarkastelu tulisi tehdä erikseen.

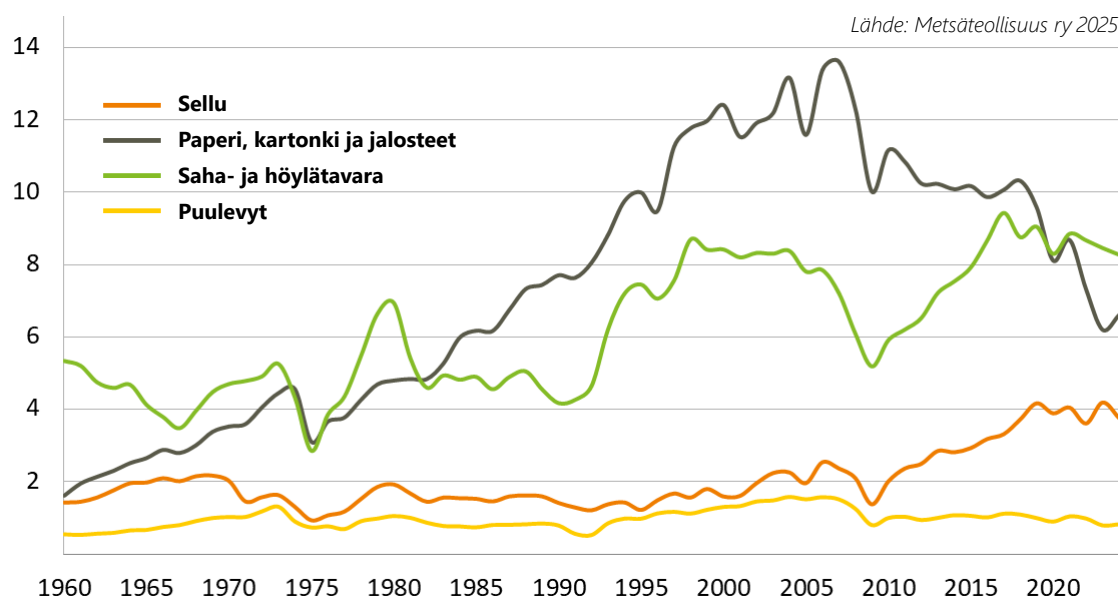


Kuva 3. Suomen Luonnonvarakeskuksen selvitys puuston poistumasta vuonna 2024 tilanteen mukaan.

Taulukko 4. Kemiallisen ja mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden vienti vuonna 2024.

Vienti	2024	Muutos ed. vuodesta
Paperi, kartonki ja jalosteet	6 000 000 t	+ 6,6 %
Sellu	3 740 000 t	- 10,2 %
Saha- ja höylätavara	8 270 000 t	- 2,2 %
Puulevyt	810 000 m <sup>3</sup>	+ 3,8 %

Lähde: (Metsäteollisuus ry 2025)



**Kuva 4. Kemiallisen ja mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden vienti vuosina 1960–2024.**

Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan lisätoimia sekä päästövähennyksiin että hiilinielujen vahvistamiseksi. Hakkuiden vähentäminen on nostettu julkiseen keskusteluun tällaisena hypoteettisena keinona (Suomen ilmastopaneeli, 2026). Koska hakkuiden vähentämisellä voisi olla merkitystä myös markkinoilla olevan puurakentamiseen soveltuvan raaka-aineen saatavuuteen ja hintaan, sen vaikutuksia on tässä raportissa mallinnettu. Mallinnus liittyy rakentamisen raaka-ainevirtojen skenaarioihin, eikä se ole kannanotto hakkuurajoituksiin.

Jos hakkuita vähennettäisiin esimerkiksi 10 miljoonaa m<sup>3</sup> vuodessa ja sen vaikutukset jyvitetäisiin metsien eri käyttökohteisiin nykyisen jakauman mukaisesti, puutuotteiden viennin pitäisi vähentyä 1,2 milj. m<sup>3</sup>, jolloin saha- ja höylätavaran vienti olisi 7,0 Mm<sup>3</sup>. Vähentymä olisi siis noin 15 % nykyiseen saha- ja höylätavaran vientiin verrattuna (Taulukko 5). Samassa suhteessa vähenisivät myös sektorin vientitulot ja metsäsektorin maksama verokertymä.

**Taulukko 5. Skenaariot metsien käytön kohdentumisesta saha-, höylä- ja levytavarakalle.**

Skenaario	Mm <sup>3</sup>	%
Hakkuiden kokonaismäärä vuosittain Suomessa (markkinahakkuut 2024)	66,9	100
Saha- ja höylätavaraksi päätyvä osuus	28,6	43
Vientiin päätyvä osuus saha- höylätavarasta	8,27	29
Hakkuiden määrä, jos 10 milj. m <sup>3</sup> hakkuuvähennyksestä jyvitetään saha- ja höylätavaran suhteelliselle osuudelle	56,9	85
Saha- ja höylätavaraksi päätyvä osuus hakkuuvähennyksen jälkeen	24,3	43
Saha- ja höylätavaran osuuden suhteellinen kokonaisvähentymä	4,3	15
Vientiin päätyvä osuus hakkuuvähennyksen jälkeen	7,0	29
Vientiin päätyvän osuuden kokonaisvähentymä	1,2	15
* verrattuna aiempaan viennin osuuteen		
** saha ja höylätavarasta		

Puurakentamisen skenaarioitten tarkastelussa on tässä raportissa oletettu, ettei hakkuita tarvitsisi lisätä. Tämän vuoksi myös tukkipuun tuotanto on oletettu samaksi kuin 2024. Oletuksena on myös, että lisääntynyt puutuotteiden käyttö rakentamiseen saataisiin raakapuun viennin vähenemisellä ja insinööripuutuotteiden käytön lisäämisellä kotimaassa.

### **3.2 Lainsäädännön soveltamisalaan kuuluva rakentaminen 2035 saakka**

Vuonna 2024 olemassa oleva rakennuskanta muodostuu pääosin omakoti- ja paritaloista (33 %), kerrostaloista (22 %), teollisuuden ja kaivannaistoimien rakennuksista (10 %), varastoista (5 %) sekä opetusrakennuksista (4 %) (Taulukko 6) (Tilastokeskus 2025a).

Ympäristöministeriön asetuksen YMa 1027/2024 mukaan (YM 2024a) ilmastaselvitys tulee laatia vuodesta 2026 alkaen uusille rivitaloille, asuinkerrostaloille, toimistoille, liikerakennuksille, majoitusrakennuksille, opetusrakennuksille, liikuntahalleille, terveyskeskuksille ja sairaaloille, yli 1 000 m<sup>2</sup> varastoille ja liikenteen rakennuksille sekä lämmitetyltä nettoalaltaan yli 1 000 m<sup>2</sup> uima- ja jäähalleille. Asetuksen mukaan vähähiilisyiden arvioinnin kohteena ovat rakennus ja rakennuspaikka.

Uutta kerrosalaa on rakennettu runsaimmin asuinrakennuksiin. Tilastojen perusteella voidaan havaita, että asuntorakentamisen osuus on noin puolet Suomen vuotuisesta uudisrakentamisen määrästä kerrosalan mukaan laskettuna. Eri asuinrakennusten joukossa eniten kerrosalaa on toteutettu omakoti- ja paritaloina. Niille ei kuitenkaan tarvitse laatia rakentamislain mukaista ilmastaselvitystä. Pientalojen jälkeen eniten asuinrakennuksia on toteutettu kerrostaloina, yhteensä 17 % koko uudisrakentamisen kerrosalasta 2000–2024 ja kerrostaloille tarvitaan ilmastaselvitys vuodesta 2026 eteenpäin (Taulukko 7).

Muissa rakennuksien käyttötarkoituksissa uudisrakentamisen kerrosalaa on ollut vain muutaman prosentin (Tilastokeskus 2025b) ja kunkin käyttötarkoituksen erillinen vaikutus rakentamisen päästöjen vähentämiseen on pieni (Taulukko 7). Yhdessä ne voivat kuitenkin muodostaa ryhmän, jolla voi olla merkittävä vaikutus päästöjen vähentämiseen.

Arvio talonrakentamisen kehityksestä vuoteen 2035 asti on tehty vuoden 2000 jälkeen rakennetun kannan perusteella. Rakentamisen perustaso selvitettiin Tilastokeskuksen tiedoista (Tilastokeskus 2025a). Valmistuneiden rakennusten määrinä käytettiin rakennuksen käyttötarkoituksiluokkakohtaista uudisrakentamisen kerrosalaa rakennusvuosittain (Tilastokeskus 2025b).

Rakennuskannan ennuste vuodelle 2035 on tehty omakoti- ja paritaloille (käyttötarkoituksiluokat 0110, 0111), rivitaloille (0112), kerrostaloille (012), liikerakennuksille (03), toimistorakennuksille (04), huoltoalan rakennuksille (06), opetusrakennuksille (08) ja varastorakennuksille (12).

**Taulukko 6. Olemassa oleva rakennuskanta vuonna 2024.**

Käyttötarkoitukseluokat	Rakennuskanta 2024*	
	kem <sup>2</sup> /kanta	%
0110, 0112 Omakoti- ja paritalot	168 717 386	33
0112 Rivitalot	35 993 887	7
012 Kerrostalot	113 749 704	<b>22</b>
013, 014 Asuntolarakennukset ja erityisryhmien asuinrakennukset	3 061 867	1
03 Liikerakennukset	31 599 721	6
04 Toimistorakennukset	19 932 366	<b>4</b>
05 Liikenteen rakennukset	14 301 352	3
06 Hoitoalan rakennukset	11 681 271	2
07 Kokoontumisrakennukset	11 835 945	2
08 Opetusrakennukset	22 478 048	<b>4</b>
09 Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset	51 927 027	10
10 Energiahuoltorakennukset	2 674 803	1
11 Yhdyskuntatekniikan rakennukset	1 698 091	<1
12 Varastorakennukset	26 017 419	<b>5</b>
13 Pelastustoimen rakennukset	1 559 067	<1
Muut rakennukset	682 760	<1
Yhteensä	517 920 714	100
*Lähde: Tilastokeskus 2025a		

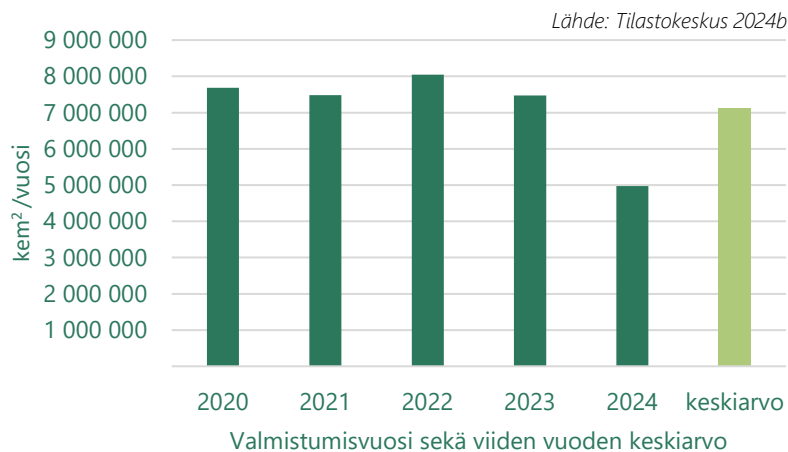
**Taulukko 7. Uudisrakentaminen keskiarvo ajalta 2000–2024 sekä arvio vuodelle 2035.**

Käyttötarkoituksluokat	Uudisrakentamisen keskiarvo (2000–2024)*		Uudisrakentamisen arvio (2035)	
	kem <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi	%
0110, 0112 Omakoti- ja paritalot	1 799 910	22	2 417 396	24
0112 Rivitalot	348 582	4	447 307	4
<b>012 Kerrostalot</b>	<b>1 366 590</b>	<b>17</b>	<b>1 830 607</b>	<b>18</b>
013, 014 Asuntolarakennukset ja erityisryhmien asuinrakennukset	55 140	1	43 109	<1
02 Vapaa-ajan rakennukset	313 993	4	201 806	2
03 Liikerakennukset	515 668	6	654 356	6
<b>04 Toimistorakennukset</b>	<b>220 838</b>	<b>3</b>	<b>299 482</b>	<b>3</b>
05 Liikenteen rakennukset	279 237	3	315 385	3
06 Hoitoalan rakennukset	171 602	2	235 648	2
07 Kokoontumisrakennukset	142 678	2	255 753	3
<b>08 Opetusrakennukset</b>	<b>328 854</b>	<b>4</b>	<b>415 902</b>	<b>4</b>
91-093, 101, 109,112,113 Teollisuuden ja energiantuotannon rakennukset	655 028	8	810 681	8
<b>12 Varastorakennukset</b>	<b>528 835</b>	<b>6</b>	<b>545 437</b>	<b>5</b>
13 Pelastustoimen rakennukset	21 775	<1	26 030	<1
14 Maatalousrakennukset	725 430	9	945 079	9
19 Muut rakennukset	702 690	9	751 472	7
Yhteensä	8 176 847	100	10 082 049	100
*Lähde: Tilastokeskus 2025a Projektio laskettu hyödyntäen ylläolevaa tilastoa.				

## 4. Puun käytön mahdollisuudet rakentamisessa

### 4.1 Rakentamisen määrät

Vuosien 2020–2023 aikana rakennettiin suhteellisen tasaisesti, noin 7,5–8 miljoonaa kerrosalaneliometriä vuodessa (kem<sup>2</sup>/vuosi). Vuonna 2024 uusia rakennuksia valmistui vain noin 5,0 miljoonaa kem<sup>2</sup> (Kuva 5). Tilastokeskuksen mukaan uudisrakennuksia valmistui vuositason tasolla (2020–2024) keskimäärin yli 7,1 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi (sisältäen kaikki rakennusluokat (YM 2018. Rakennusluokitus 2018), mukaan lukien luokan 14, 'Maatalousrakennukset ja eläinsuojat' sekä '19, 'Muut rakennukset'). Rakentamisen tilastojen tulkinnessa käytetään jatkossa tätä lukua uutisrakentamisen vuosikeskiarvona (Tilastokeskus 2025b).



**Kuva 5. Vuosittain valmistuneiden rakennusten kerrosalat.**

Vuosina 2020–2024 valmistuneista uusista rakennuksista suurin osa oli asuinrakennuksia. Niitä rakennettiin keskimäärin 3,2 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi. Asuinrakennusten käyttötarkoitukseluokan (01) muodostavat pientalot, kerrostalot, asuntolarakennukset sekä erityisryhmien asuinrakennukset. Toiseksi eniten valmistui teollisuus- ja varistorakennuksia (luokka 09-12), keskimäärin 1,1 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi.

Julkisia palvelurakennuksia ja pelastustoimen rakennuksia (luokat 06-08, 13) sekä liike- ja toimistorakennuksia (luokat 03-05) valmistui melkein yhtä paljon. Niitä rakennettiin keskimäärin vastaavasti 0,85 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi ja 0,83 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi.

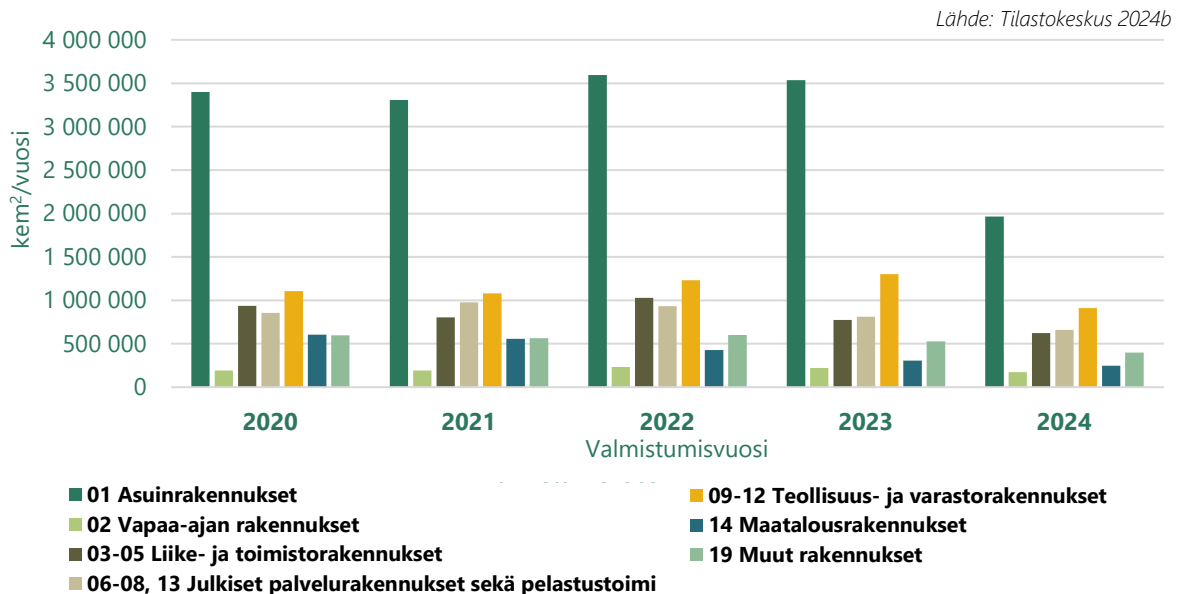
Julkisiin palvelurakennuksiin ja liikerakennuksiin kuuluu useita alaluokkia:

- Julkiset palvelu- ja pelastustoimen rakennukset (06-08, 13)
- Terveystieteiden rakennukset
- Sosiaalipalvelurakennukset
- Vankilarakennukset
- Kulttuurirakennukset
- Seura- ja kerhorakennukset
- Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset
- Urheilu- ja liikuntarakennukset
- Muut kokoontumisrakennukset
- Varhaiskasvatuksen rakennukset

- Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset
- Ammatillisten oppilaitosten rakennukset
- Korkeakoulu- ja tutkimuslaitosrakennukset
- Muut opetusrakennukset
- Pelastustoimen rakennukset
- Liike ja toimistorakennukset (03-05)
- Myymälärakennukset
- Majoitusliikerakennukset
- Ravintolarakennukset ja vastaavat liikerakennukset
- Toimistorakennukset
- Liikenne- ja kuljetusalan rakennukset
- Tieto- ja viestintätekniikan rakennukset
- Muut liikenteen rakennukset.

Edellä lueteltujen yksittäisten alaluokkien uusien rakennusten määrät ovat jääneet vuosina 2020–2024 alhaiseksi.

Kuvassa 4 esitetään rakennuksien käyttötarkoituksiluokkien valmistuneet kerrosalat vuosien 2020–2024 aikana (vain pääluokat).



**Kuva 6. Valmistuneiden rakennusten kerrosalat Suomessa (2020–2024) rakennuksien käyttötarkoitukseluokittain (kahden numeron tarkkuus).**

Edellä mainituista rakennuksien käyttötarkoitukseluokista valittiin seuraavat rakennuksien alaluokat tarkempaan tarkasteluun:

- Luokasta 'Asuinrakennukset' (01) valittiin 'Kerrostalot' (012)
- Luokasta 'Liike- ja toimistorakennukset' (03-05) valittiin 'Toimistorakennukset' (040) (jäljempänä toimistot)
- Luokasta 'Julkiset palvelurakennukset ja 'Pelastustoimi' (06-08 ja 13) valittiin kaksi luokkaa:
  - o 'Varhaiskasvatuksen rakennukset' (081) (jäljempänä päiväkodit)
  - o 'Yleissivistävien oppilaitoksien rakennukset' (082) (jäljempänä koulut)

- o Raportin skenaarioissa viitataan 'opetusrakennuksiin', ne pitävät sisällään keskiarvoja tarkastelluista kouluista ja päiväkodeista
- Luokasta Teollisuus- ja varastorakennukset' (09-12) valittiin luokka 'Varastorakennukset' (12) (jäljempänä varastot)

Rakennusmäärältään merkittävät omakotitalot ja rivitalot jätettiin arvioinnin ulkopuolelle, sillä puurakentamisen osuus käyttötarkoitukseluokassa on jo hyvin suuri.

## Kerrostalot

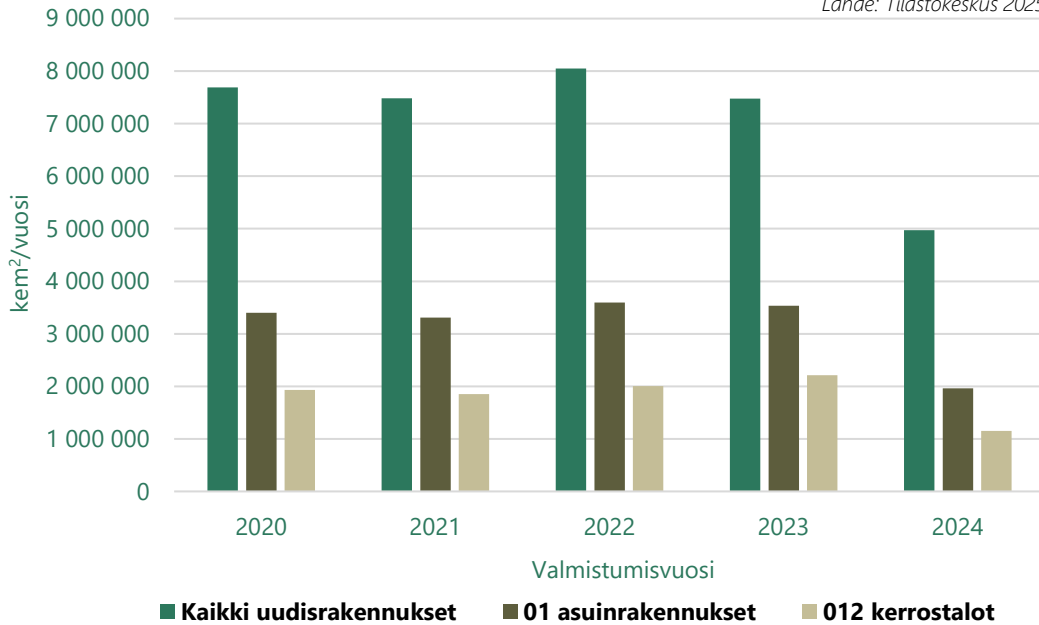
Kerrostalot kuuluvat rakennusten käyttötarkoitukseluokkaan asuintalot. Rakennuskannasta kerrostalot muodostavat noin 22 %. 2000-luvulla niitä rakennettiin keskimäärin 17 %. Viimeisen viiden vuoden aikana kerrostaloja rakennettiin keskimäärin vuodessa 1,8 milj. kem<sup>2</sup>, joka muodostaa uudisrakentamisesta n. 26 %. Riippuen rakentamisen suhdanteista viimeisen viiden vuoden aikana eniten kerrostaloja rakennettiin vuonna 2023 (2,2 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi) ja vähiten vuonna 2024 (1,7 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi).

Suomessa on noin 3,2 miljoonaa rekisteröityä asuntoa, ja viimeisen kahdenkymmenen vuoden ajan on rakennettu 35 000–45 000 uutta asuntoa vuosittain, eli asuinrakennuskantamme uudistuu reilun prosentin vuosivauhdilla. Suomi on Espanjan jälkeen Euroopan kerrostalovaltaisain maa: 47 % Suomen kaikista asunnoista sijaitsee kerrostaloissa. Vuosittaisista uudisasunnoista noin kolme neljäsosaa rakennetaan edelleen kerrostaloihin (Karjalainen ym. 2025).

Kerrostalot ovat keskeisin yksittäinen rakennusluokka uudisrakentamisen hiilijalanjäljen vähentämiseen. Kerrostaloja rakennetaan paljon, mutta vain vähän puurunkoisina. Palomääräysten mukaan Suomeen on saanut rakentaa yli kaksikerroksisia puukerrostaloja 1990-luvun puolivälistä lähtien. Vuoden 2025 loppuun mennessä Suomeen on rakennettu yli kaksikerroksisia puisia asuinkerrostaloja noin 200, joissa on yhteensä noin 6 200 asuntoa (Karjalainen ym. 2025).



**Kuva 7. Jyväskylän Puukuokka 1–3 on yksi tunnetuimmista Suomen puukerrostalokohteista. Sille on myönnetty Puupalkinto 2015, Arkkitehtuurin Finlandia-palkinto 2015 ja ARA:n palkinto 2019. OOEPEAA Architects. (Valokuva: Mikko Auerniitty)**



**Kuva 8. Valmistuneiden asuinrakennusten ja kerrostalojen määrä suhteessa kaikkiin valmistuneisiin rakennuksiin.**

## Toimistot

Liike- ja toimistorakennuksia valmistui keskimäärin 0,832 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa (keskiarvo 2020–2024), mikä on 12 % samana aikana rakennettujen rakennusten kerrosalasta. Siitä toimistoja valmistui keskimäärin 0,173 milj. kem<sup>2</sup>, mikä on 2,5 % rakennetusta kerrosalasta. Viimeisen viiden vuoden aikana eniten toimistoja rakennettiin vuonna 2020 (0,224 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi) ja vähiten vuonna 2022 (0,108 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi).

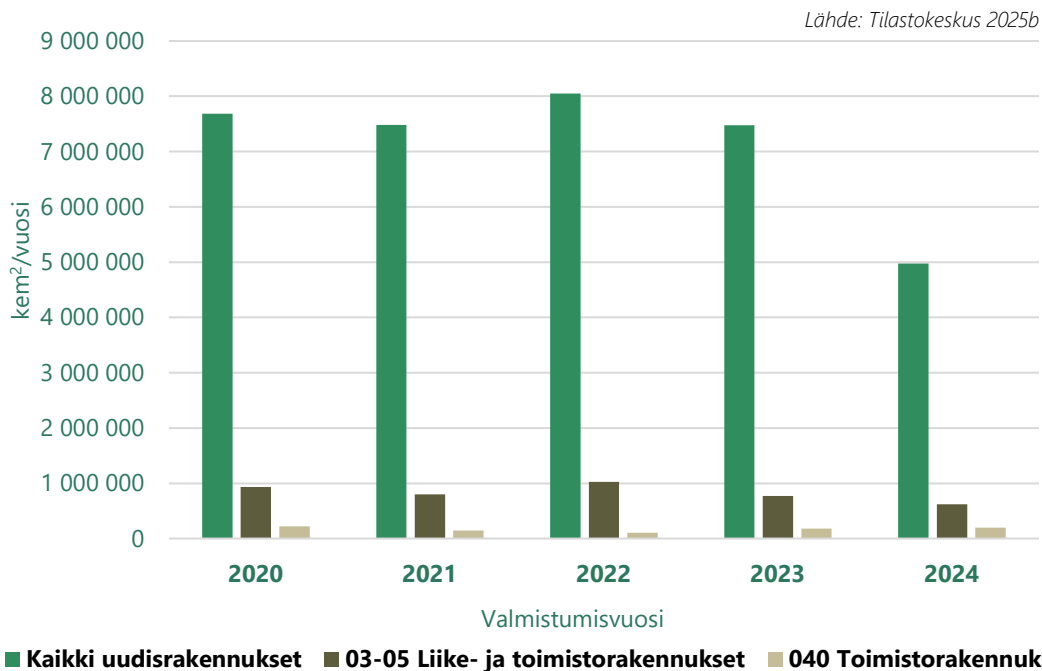
Vaikka toimistoja rakennetaan varsin vähän, ne toteutetaan yleensä muista kuin puumateriaaleista. Sen vuoksi toimistoissa voi olla jonkin verran potentiaalia lisätä puutuotteiden käyttöä.

Toimistot kuuluvat käyttötarkoitukseluokkaan 'Liike ja toimistorakennukset'. Niistä rakennettiin eniten 'Myymläarakennuksia' (031) sekä 'Liikenne- ja kuljetusalan rakennuksia' (051). Näissä rakennusluokissa on vaikea määrittää tyypillistä mallirakennusta, koska rakennukset voivat sisältää erilaisia toimintoja. Esimerkiksi kauppakeskuksessa voi olla muutakin palvelutoimintaa, kuten terveyskeskuksia, elokuvateatteri tai liikuntatiloja. Koon lisäksi rakennukset eroavat merkit-



**Kuva 9. Katajanokan laituri, Helsinki. Vuoden 2024 Puupalkinnon saanut puinen toimistorakennus. Arkkitehtisuunnittelu: Anttinen Oiva Arkkitehdit Oy. (Valokuva: Teemu Hirvilammi)**

tävästi myös rakennussuunnittelun osalta. Jotta variaatioita olisi vähemmän, tarkasteluun valittiin toimistorakennukset. Silti myös toimistojen arkkitehtuuri voi olla hyvin vaihtelevaa.



**Kuva 10. Kaikkien valmistuneiden rakennusten, liike- ja toimistorakennusten sekä toimistojen määrä.**

## Opetusrakennukset

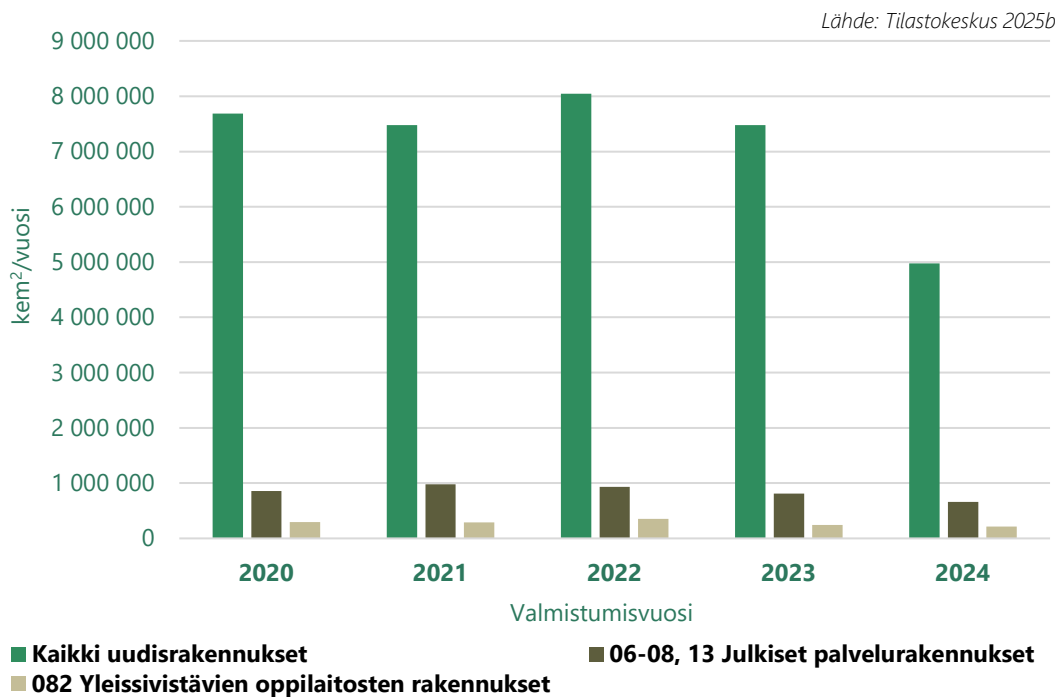
Opetusrakennuksista tarkasteluun valittiin koulut sekä päiväkodit ja keskiarvot tarkasteluun päätyneistä kouluista ja päiväkodeista edustavat arvioissa koko opetusrakennusten luokkaa.

- Vuosina 2020–2024 kouluja valmistui keskimäärin 0,279 milj. kem<sup>2</sup>, mikä on 4 % kaikesta rakennetusta kerrosalasta. Eniten kouluja rakennettiin vuonna 2022 (0,353 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi) ja vähiten vuonna 2024 (0,212 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi).
- Vuosina 2020–2024 päiväkoteja valmistui keskimäärin 0,071 milj. kem<sup>2</sup>, mikä on noin 1 % kaikesta rakennetusta kerrosalasta. Viimeisen viiden vuoden aikana eniten päiväkoteja rakennettiin vuonna 2020 (0,092 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi) ja vähiten vuonna 2024 (0,058 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi).

Vaikka puurunkoisia kouluja on jo rakennettu, oletuksena on, että tässä rakennusluokassa olisi vielä potentiaalia lisätä puutuotteiden käyttöä. Myös puurunkoisia päiväkoteja on rakennettu paljon, mutta kiinnostus niitä kohtaan on edelleen suurta. Koko uudisrakentamisen volyymin osalta tulos jää kuitenkin vähäiseksi, koska yleissivistäviä oppilaitoksia ja varhaiskasvatuksen rakennuksia rakennetaan vuosittain suhteellisen vähän.



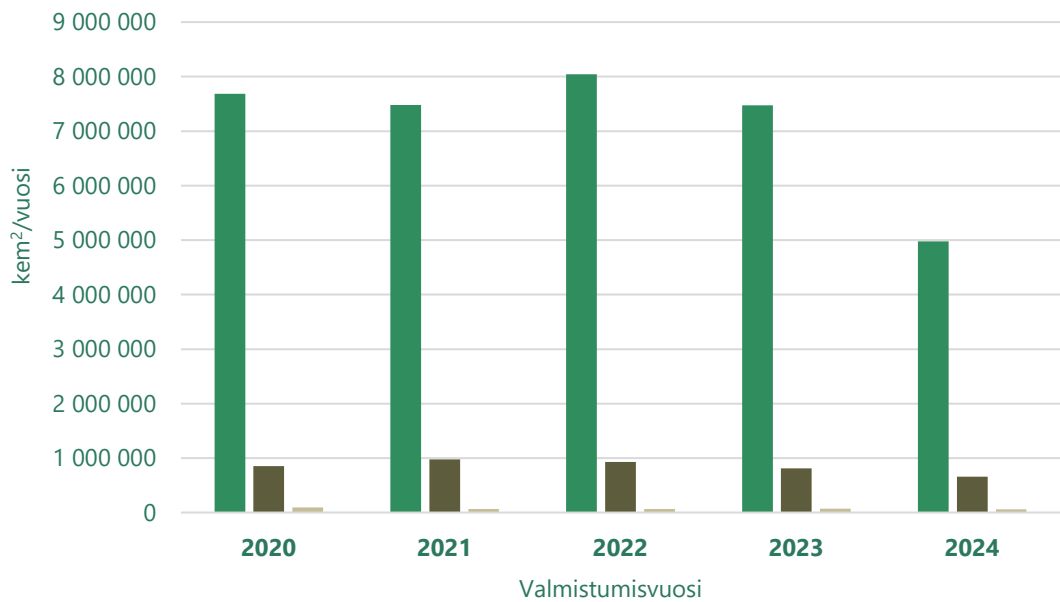
**Kuva 11. Maatullin peruskoulu, Tapulikaupunki, Helsinki. Vuoden 2024 Puupalkinnon yleisöäänestyksen voittanut koulu- ja päiväkotirakennus. Arkkitehtisuunnittelu: Fors Arkitekter ja Arkkitehtuuri- ja muotoilutoimisto Talli. (Valokuva: Teemu Hirvilammi)**



**Kuva 12. Kaikkien valmistuneiden rakennusten, julkisten palvelurakennusten sekä yleissivistävien oppilaitoksien määrä.**



**Kuva 13. CLT-rakenteinen Kuhmon Tuupalan alakoulu ja päiväkoti sai Puupalkinnon 2018. Arkkitehtitoimisto Karsikas Oy. (Valokuva: Puuinfo Oy)**



■ Kaikki uudisrakennukset ■ 06-08, 13 Julkiset palvelurakennukset ■ 081 Varhaiskasvatuksen rakennukset

**Kuva 14. Kaikkien valmistuneiden rakennusten, julkisten palvelurakennusten sekä varhaiskasvatuksen rakennusten määrä.**

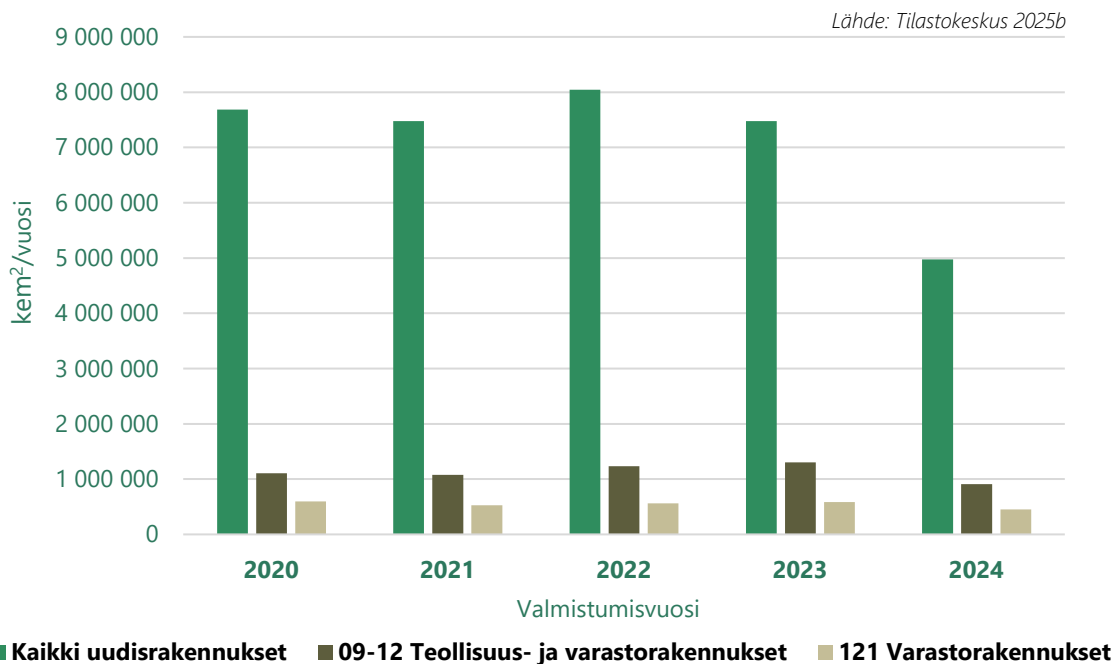
## Varastot

Varastot kuuluvat rakennuksien käyttötarkoitukseluokkaan 'Teollisuus ja varastorakennukset', joita valmistui yhteensä 1,124 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa (keskiarvo 2020–2024). Tämä on 16 % samana aikana rakennettujen kaikkien rakennusten kerrosalasta. Teollisuus- ja varastorakennusten luokasta varastorakennuksia rakennettiin keskimäärin noin puolet (0,544 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi), eli noin 8 % kaikesta rakennetusta kerrosalasta. Viimeisen viiden vuoden aikana eniten varastoja rakennettiin vuonna 2020 (0,594 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi) ja vähiten vuonna 2024 (0,449 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi).

Varastojen runkorakenteissa käytetään jo nyt puuta. Tässä tarkastelussa on kuitenkin oletettu, että varastoissa olisi potentiaalia lisätä puun käyttöä.



**Kuva 15. Mustikkamaan huolto- ja varastorakennus Helsingissä on vuoden 2025 Puupalkinnon kunniamaininnalla palkittu rakennuskohde, joka edustaa kierrätyspuun käyttöä uudisrakentamisessa. Suunnittelu: Aalto-yliopisto. (Valokuva: Markku Karjalainen)**



**Kuva 16. Kaikkien valmistuneiden rakennusten, teollisuus- ja varastorakennuksien sekä varastojen määrä.**

## Yhteenveto

- Vuosina 2020–2024 valmistui kerrosalalla mitattuna eniten asuinrakennuksia (01), liike- ja toimistorakennuksia (03-05), julkisia palvelurakennuksia (06-08 ja 13) sekä teollisuus- ja varastorakennuksia (09-12).
- Valmistusmäärien mukaan nämä ovat rakennusluokat, jossa voisi olla eniten potentiaalia kasvattaa puurakennusten määrää.
- Puurakentamisen lisäpotentiaalin selvittämiseksi näiden käyttötarkoituksiluokkien rakennusten runko- ja julkisivumateriaalit kartoitettiin.

## 4.2 Rakennusaineen käyttö rakentamisen runkomateriaalina

Uudisrakentamisen rakennusaineet tilastoidaan rakentamisluvan yhteydessä. Rakennusaineet sekä julkisivumateriaalit tilastoidaan pääsiallisen rakennusmateriaalin mukaan. Tilaston käyttämä nimitys 'rakennusaine' kuvaa niitä rakennusmateriaaleja, joita on käytetty rakentamisen runkorakenteissa. Tilasto esittää rakentamisen tilavuudet sekä kerrosalat rakennusluvan saaneille, aloitetuille ja valmistuneille kerrosaloille rakennusaineen mukaan. Tässä tarkastelussa on käytetty kerrosalaa kuvaamaan rakennusaineiden käyttöä uudisrakentamisessa valmistuneiden rakennuksien osalta.

Suomen tilaston mukaan (Tilastokeskus 2025b) viimeisen viiden vuoden aikana eniten on valmistunut betonirunkoisia rakennuksia, keskimäärin n. 3,6 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa (51 % kaikesta rakennetusta kerrosalasta). Seuraavaksi eniten on valmistunut puurunkoisia rakennuksia, keskimäärin 2,5 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa (35 % kaikesta rakennetusta kerrosalasta). Tutkituissa rakennusluokissa valmistuneiden puurunkoisten rakennusten kerrosalat ovat vaihdelleet, vähiten puurunkoisia rakennettiin luokassa kerrostalot (4 %) ja eniten luokassa koulut (64 %) (Taulukko 8).

Suurin osa rakennetusta kerrosalasta on asuinrakennuksia. Niistä puurunkoisina on rakennettu noin 1,2 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi ja betonirunkoisina noin 1,9 milj. kem<sup>2</sup>. Nämä muodostavat 2020–2024 kaikista puurunkoisista rakennuksista 48 % ja betonirunkoisista 52 % (Kuva 17).

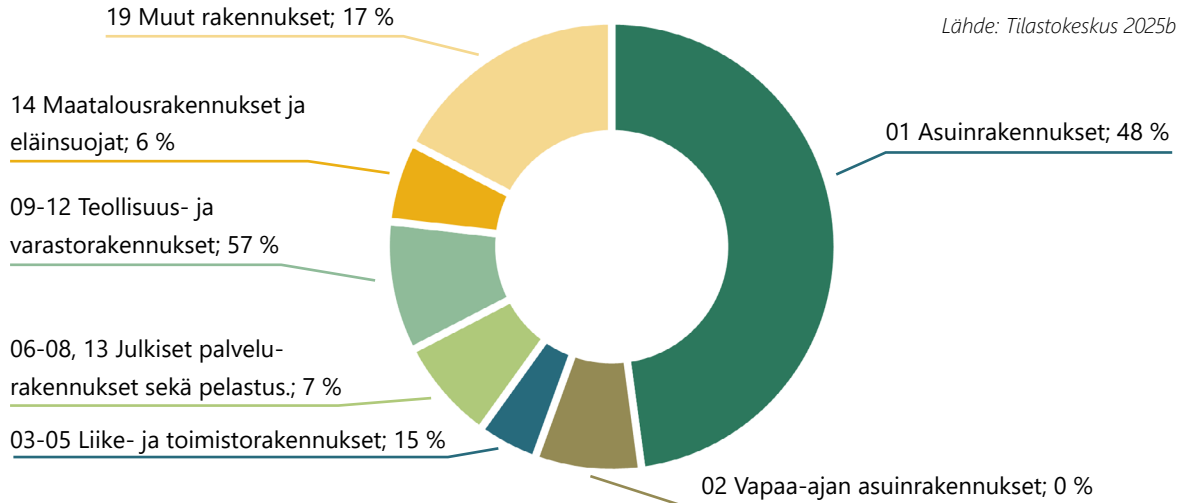
Eniten betonirunkoisia rakennuksia rakennettiin rakennusluokassa 'Asuintalot', 1,8 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi, joka tekee 52 % kaikista rakennetuista kem<sup>2</sup>:stä (2020–2024). Kerrostaloissa betonirunkoisia taloja oli 1,7 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi, mikä on 94 % rakennetusta kerrostalon kerrosalasta (2020–2024).

Seuraavissa Kuvissa 17–20 esitetään puurunkoisten, betonirunkoisten, tiilirunkoisten ja teräsrunkoisten rakennusten kerrosalan jakauma rakennuksien käyttötarkoituksiluokittain.

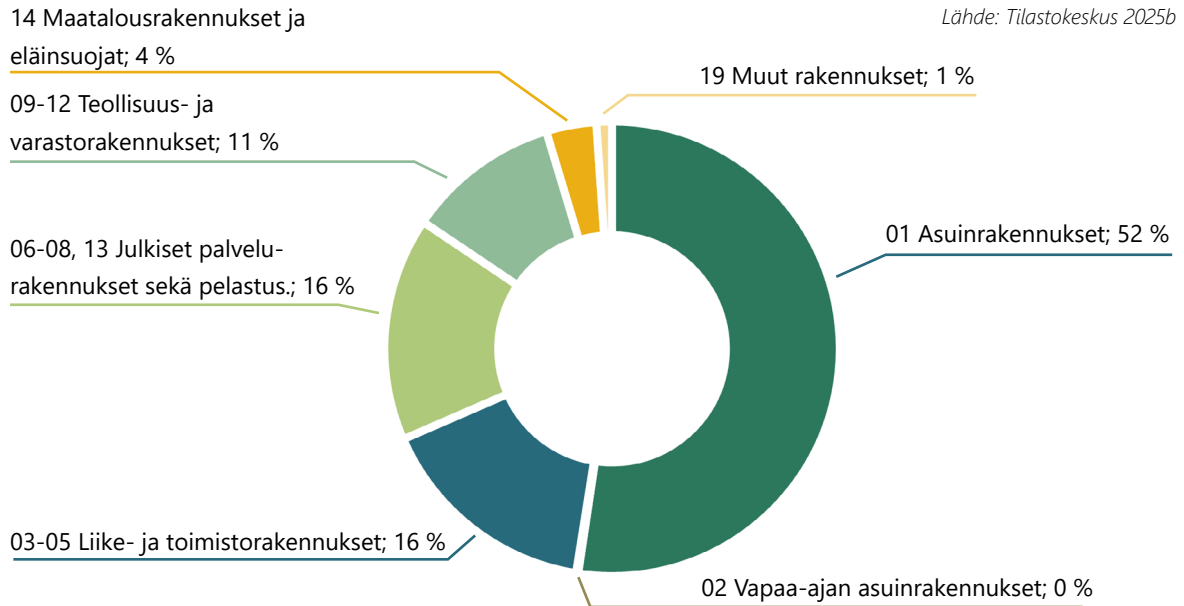
**Taulukko 8. Tutkittujen uudisrakennusten kerrosala sekä kerrosalan osuudet rakennusaineittain vuosien 2020–2024 keskiarvona.**

	Määrä yhteensä, kem <sup>2</sup> /vuosi	Betoni, %	Puu, %	Teräs, %	Tiili, %	Muu, %	Yhteensä, %
Uudisrakentaminen yhteensä	7 132 631	51	35	12	0,5	1	100
Kerrostalot	1 830 959	95	4	0,01	0,5	0,2	100
Toimistot	173 040	77	12	9	2	0,05	100
Koulut	279 020	75	23	2	1	0	100
Päiväkodit	71 336	35	64	1	0,2	1	100
Varastot	543 960	32	24	43	0,1	0,3	100

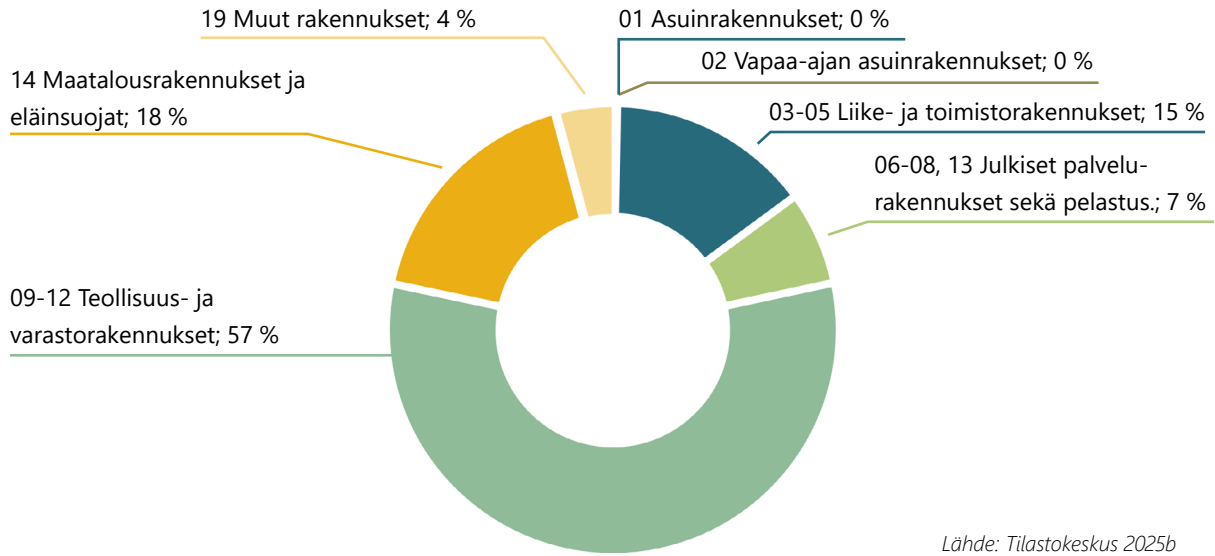
Lähde: Tilastokeskus 2025b



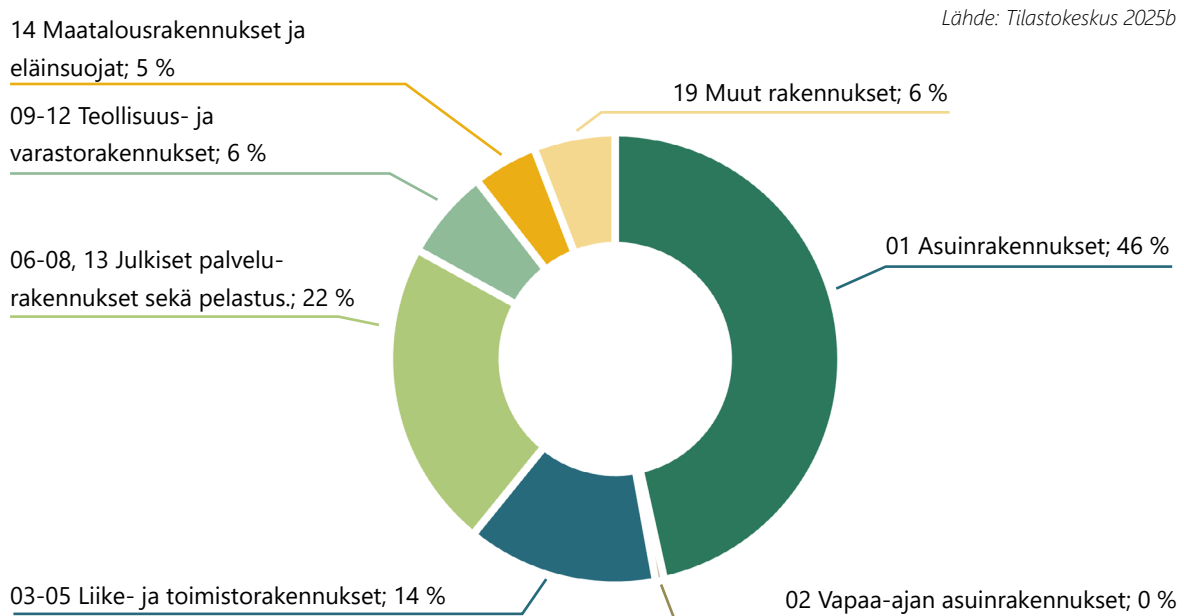
**Kuva 17. Valmistuneiden puurunkoisten rakennusten kerrosalaosuudet pääkäyttötarkoitusluokissa. Yhteensä puurunkoista kerrosalaa rakennettiin keskimäärin 2,5 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi (2020–2024).**



**Kuva 18. Valmistuneiden betonirunkoisten rakennusten kerrosalaosuudet pääkäyttötarkoitusluokissa. Yhteensä betonirunkoista kerrosalaa rakennettiin keskimäärin 3,6 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi (2020–2024).**

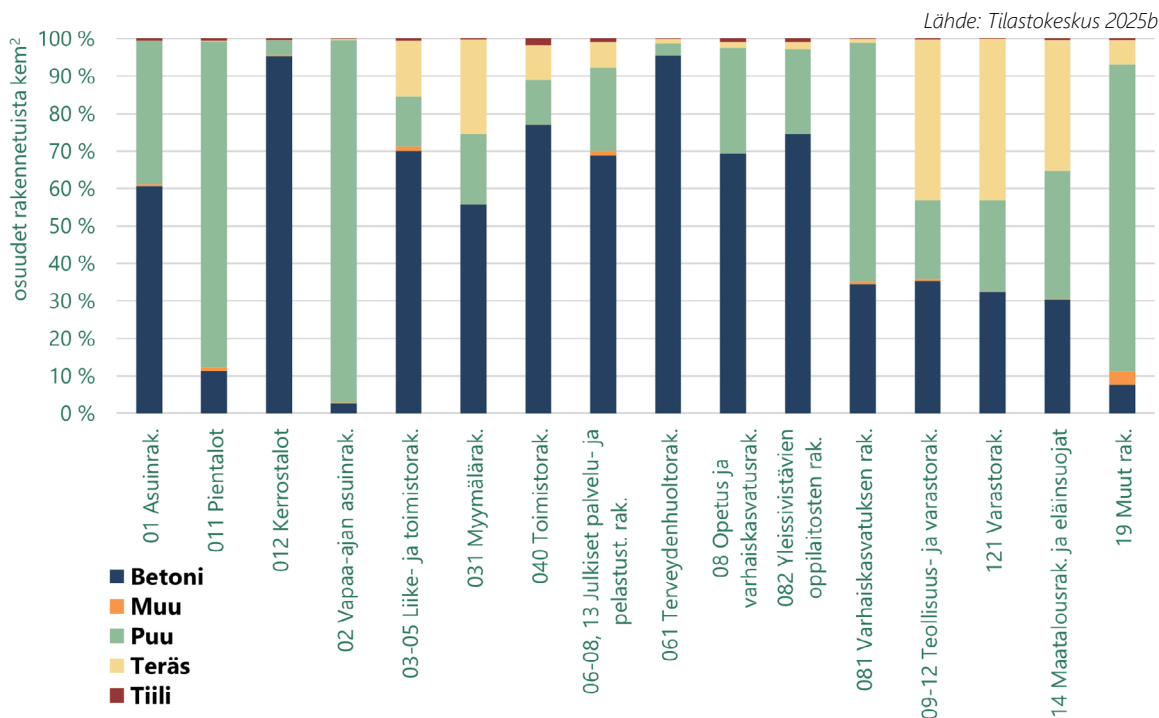


**Kuva 19. Valmistuneiden teräsrunkoisten rakennusten kerrosalaosuudet pääkäyttötarkoituksaluokissa. Yhteensä teräsrunkoista kerrosalaa rakennettiin 0,8 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi (2020–2024).**

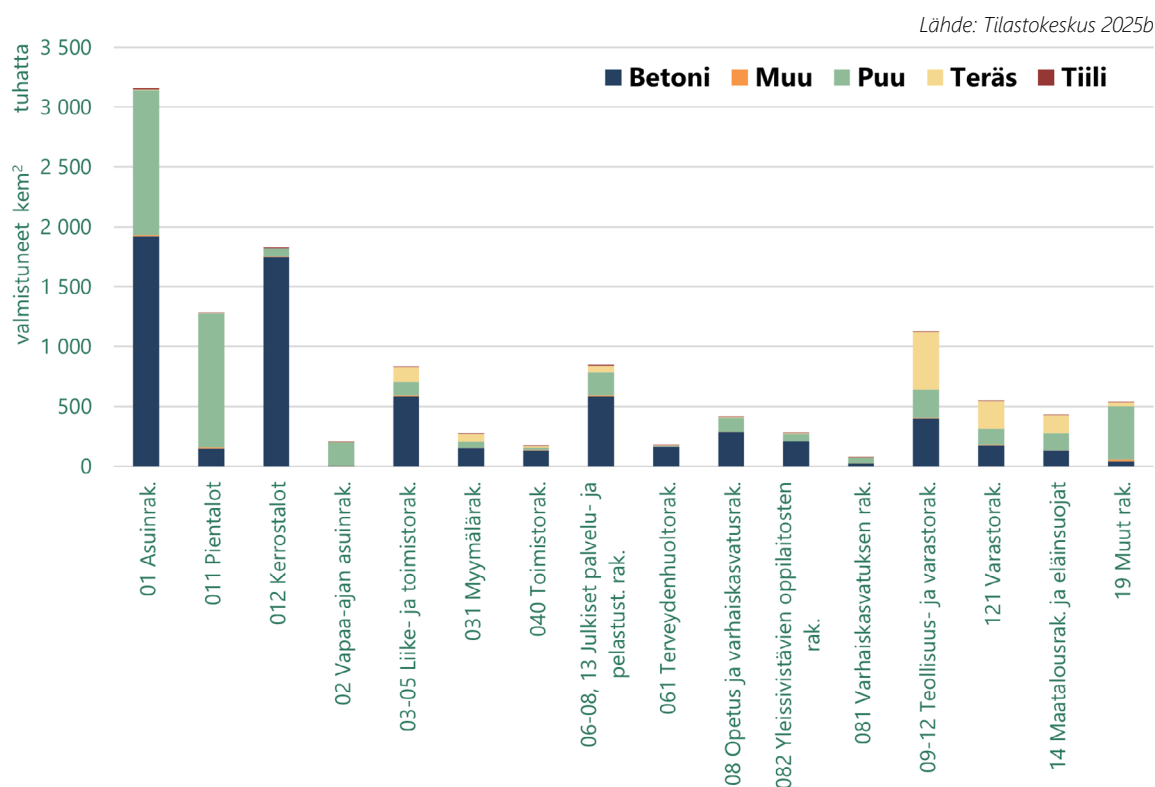


**Kuva 20. Valmistuneiden tiilirunkoisten rakennusten kerrosala osuudet pääkäyttötarkoituksaluokissa. Yhteensä tiilirunkoista kerrosalaa rakennettiin keskimäärin 0,04 milj. kem<sup>2</sup>/a (2020–2024).**

Joissain käyttötarkoituseräluokissa valtaosa rakennuksista on puurunkoisia. Näitä ovat käyttötarkoituseräluokat vapaa-ajan rakennukset (02), pientalot (011) ja 'muut rakennukset' (19) (Kuva 21). Kuitenkin vain pientalot ovat rakennettujen kerrosalojen osalta merkittävä luokka (Kuva 22). Ne rakennuseräluokat, joissa on jo paljon puuta eivät muodosta merkittävää lisäpotentiaalia puurakentamisen osalta.



Kuva 21. Valmistuneiden rakennusten rakennusaineiden kerrosalaosuudet eri käyttötarkoituseräluokissa (viiden vuoden keskiarvo, 2020–2024).



Kuva 22. Valmistuneiden rakennusten kerrosalat vuosittain.

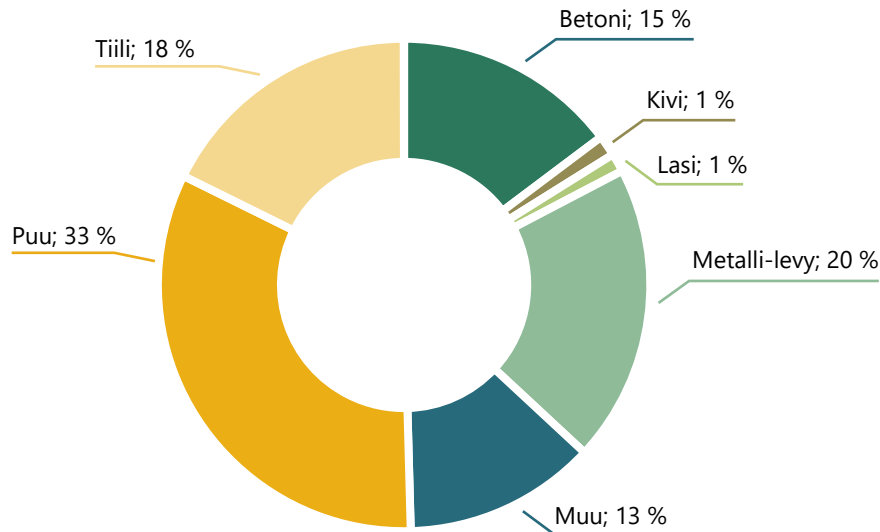
Kuva 22 esittää valittujen rakennusten käyttötarkoituusluokkien rakennusainejakauman ja valmistuneet kerrosalat vuodessa. Kuvassa ei ole esitetty sellaisia käyttötarkoituusluokkien alaluokkia, joiden rakennetut kerrosalat ovat pieniä. Esimerkkinä kuvassa on kuitenkin tuotu luokka 081, 'Varhaiskasvatuksen rakennukset', jossa vuositason rakentaminen on pientä ja jossa melkein puolet rakennetaan jo nyt puurunkoisena.

### Yhteenveto

- Puurunkoisten rakennusten osuus uudisrakentamisessa vuosina 2020–2024 suuruusjärjestyksessä:
  - o Asuinrakennukset 48 %
  - o Luokka 'Muut rakennukset' 17 %
  - o Teollisuus- ja varastorakennukset 9 %
  - o Vapaa-ajan rakennukset 8 %
  - o Julkiset palvelurakennukset 7 %
  - o Maatalousrakennukset ja eläinsuojat 6 % s
  - o Liike- ja toimistorakennukset 4 %.
- Luokassa 'Muut rakennukset' on rakennettu kerrosalana mitattuna toiseksi eniten puurunkoisia rakennuksia. Koska niiden käytöstä ei ole tarkempia tietoja, ne on jouduttu jättämään huomiotta tässä tarkastelussa.
- Rakennusluokat, joissa uudisrakentamisessa on paljon puurunkoista kerrosalaa eivät muodosta merkittävää puurakentamisen lisäpotentiaalia.
- Asuinrakennuksen luokkaan kuuluvat pientalot, rivitalot ja kerrostalot. Vuosittain valmistuneesta kerrosalaista merkittävän osan muodostavat kerrostalot. Niistä puurunkoisina on rakennettu keskimäärin vain 4 % (2020–2024). Kerrostaloissa on siis merkittävä puun käytön lisäämisen potentiaali.
- Myös pientaloja rakennetaan suhteellisen paljon, mutta niistä jo noin 90 % on puurunkoisia. Siksi puun käytön lisäämisen potentiaalia ei juurikaan ole tai se on hyvin pieni, ellei nykyistä suurempaa osaa asuinrakennuksista tehdä pientaloina kerrostalojen sijaan. Pientaloille ei tällä hetkellä tarvita ilmastaselvitystä, joten suoraa kannustetta päästöjen vähentämiselle ei ole.
- Puunkäyttöä voitaisiin lisätä jonkin verran liike- ja toimistorakennuksissa. Esimerkiksi suuri osa toimistoista on tällä hetkellä betonirunkoisia. Silti liike- ja toimistorakentamisen vuosittainen volyyymi on suhteellisen pieni verrattuna asuinkerrostaloihin.
- Opetuksen ja varhaiskasvatuksen rakennuksista löytyisi pientä puurakentamisen lisäpotentiaalia. Esimerkiksi yleissivistävistä oppilaitoksista yli 70 % on rakennettu betonista, joten puurakentamista voitaisiin lisätä. Toisaalta niiden vuosittainen rakennusvolyymi on hyvin pieni.
- Teollisuusrakennuksista ja erityisesti varastoista voisi toteuttaa nykyistä suuremman osan puurunkoisina. Niistä yli 40 % on tehty teräsrakenteisena ja yli 30 % betonirakenteisena.

## 4.3 Rakennusten julkisivumateriaalit

Rakennuksien julkisivujen rakentamisessa on käytetty monia erilaisia pintaratkaisumenetelmiä. Rakennukset voidaan toteuttaa esimerkiksi betoni-, puu, tiili, metalli tai lasijulkisivuilla. Samassa julkisivussa voi olla myös eri pintaratkaisuja. Betonipintaratkaisuna on käytössä tiili, klinkkeri ja luonnonkivilaatta, lisäksi pinta voi olla myös rapattu. Tiilipinta voidaan toteuttaa



Lähde: Tilastokeskus 2025b

**Kuva 23. Uudisrakentamisessa käytetyt julkisivumateriaalit rakennetun kerrosalan mukaan vuosina 2020–2024.**

joku täystiiliratkaisuna tai tiililaattapintaisena, metallijulkisivuna voi olla metallilevy, kasetti, tai elementti. Julkisivujen osalta tilastokeskuksen tilastot ilmoittavat rakennushankkeiden pääasiallisen julkisivumateriaalin.

Viimeisen viiden vuoden aikana uudisrakentamisessa yleisin julkisivumateriaali rakennetun kerrosalan mukaan on ollut puu (Kuva 23).

Asuintaloissa on runsaasti puujulkisivuja, pääasiassa luokassa 'Pientalot'. Niitä ei ole otettu jatkotarkasteluun, koska pientaloissa on vain vähän tai ei ollenkaan potentiaalia lisätä puujulkisivuja.

Kerrostaloissa tiili- ja betonijulkisivut ovat yleisiä. Tilastossa ei kuitenkaan ole eritelty kuvaako tiilipinta vain julkisivutiiltä vai sisältäkö luku myös tiililaattapintaisia betonielementtejä. Runkorakenteet tilastoidaan rakennustavan mukaan, kuten elementtirakentaminen, paikalla tehty rakentaminen ja rakennustapa tuntematon. Kuitenkin viimeisen viiden vuoden aikana rakennustapa on aina ollut tiedossa. Paikalla rakentamisen osalta oletuksena on, että julkisivut tilastoidaan tarkasti. Sen sijaan elementtirakentamisen osalta tiililaattapintaiset elementit eivät välttämättä pääty luokkaan 'tiili' vaan saatetaan tilastoida betonina (betonielementti). Elementtikerrostaloja on rakennettu keskimäärin 86 % (1 577 627 kem<sup>2</sup>/vuosi), joten osa niistä lienee tiililaattapintaista.

Myös metallipintaisten rakennuksien osuus on merkittävä. Metallijulkisivuja on runsaimmin teollisuus- ja varistorakennuksissa sekä jonkun verran toimistorakennuksissa.

Taulukossa 9 esitetään uudisrakentamisessa käytettyjen julkisivumateriaalien osuudet sekä julkisivumäärät valittujen rakennusluokkien osalta.

**Taulukko 9. Uudisrakentamisen kerrosalat sekä kerrosalojen osuudet julkisivumateriaaleittain tutkituissa rakennuksien käyttötarkoituksissa.**

Julkisivut	Määrä yhteensä, kem <sup>2</sup> /vuosi	Betoni, %	Puu, %	Tiili, %	Metalli, %	Muu*, %	Tunnettu julkisivumateriaali, %
Uudisrakentaminen yhteensä	7 132 631	15	33	18	20	14	86
Kerrostalot	1 830 959	24	6	47	0,3	23	77
Toimistot	173 040	9	6	34	26	25	75
Koulut	279 020	10	32	41	1	16	84
Päiväkodit	71 336	3	72	16	-	9	91
Varastot	543 960	3	6	1	68	22	78

*Tulokset edustaa viiden vuoden keskiarvoa, 2020–2024. Lähde: Tilastokeskus 2025b. \*muu materiaali tai julkisivumateriaali tuntematon, %.*

**Yhteenveto**

- Uudisrakentamisessa on valmistunut melko paljon kerrosalaa, jossa julkisivumateriaali on ollut puu (33 %), näin olleen puujulkisivujen lisäämisen mahdollisuus on rajallinen.
- Tutkituista rakennusluokista eniten puujulkisivuja on valmistunut rakennusluokissa päiväkodit (72 % kerrosalasta) ja koulut (32 % kerrosalasta).
- Asuinrakennusten kerrosalaa rakennetaan paljon. Pientaloissa puurunkoa ja puujulkisivua on paljon. Kerrostaloista puurunkoisina on rakennettu vain 4 % ja puujulkisivuilla vain 6 %. Tässä rakennusluokassa olisi suurin potentiaali lisätä puun määrää runkorakenteiden lisäksi myös julkisivuissa, palomääräykset ja huollettavuus huomioiden.
- Toimistoja ja varastoja on rakennettu vain vähän puujulkisivulla (molemmissa rakennusluokissa vain 6 % kerrosalasta). Puujulkisivujen lisäarakentamisen vaikutukset jäävät paljon pienemmäksi kuin kerrostalojen osalta, koska vuosittain rakennetaan vain vähän lisää toimistoja ja varastoja.

## 5. Puutuotteet eri rakenneratkaisuissa

### 5.1 Puutuotteiden ominaisuudet

Monet rakennusosat voidaan toteuttaa puusta. Puuta käytetään esimerkiksi kantavana ja ei-kantavana runkona, julkisivuverhouksessa, pintarakenteena seinissä ja lattioissa, kiintokalusteissa. Myös muissa kuin puurunkoisissa rakennuksissa käytetään puisia osia, esimerkiksi parvekkeissa, yläpohja- ja kattorakenteissa sekä kevyissä väliseinissä.

Taulukko 10 esittää puupohjaisten tuotteiden tilavuuspainot ja tyypilliset hiilijalanjäljet elinkaaren eri vaiheissa. Tiedot perustuvat kansalliseen talorakentamisen päästötietokantaan (CO2data.fi). Tyypillinen hiilijalanjälki on esitetty fossiilisten ja eloperäisten kasvihuonekaasupäästöjen summana. Tietokanta ei vielä sisällä maankäytöstä ja maankäytön muutoksista aiheutuvia päästöjä.

Taulukossa ei esitetä rakentamisvaiheen, käyttövaiheen, purkuvaiheen ja kuljetusvaiheen päästöjä, sillä ne riippuvat pitkälti tuotteen käyttökohteesta ja rakentamistavasta. Nämä kaikki vaiheet on kuitenkin huomioitu rakennustason elinkaarilaskennassa.

**Taulukko 10. Puumateriaalien tilavuuspaino, tyypilliset valmistusvaiheen, jätteen käsittelyn ja loppusijoituksen hiilijalanjälki.**

Puutuotteet	Tiheys	Valmistuksen hiilijalanjälki (A1-A3)	Elinkaaren lopun hiilijalanjälki (C3-C4)	Hiilijalanjälki yhteensä (A1-A3, C3-C4)	Hiilijalanjälki yhteensä (A1-A3, C3-C4)
	kg/m <sup>3</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>
Sahatavara	487	-747	789	42	0,086
Höylätavara	469	-714	760	46	0,098
Kyllästetty puu	480	-710	778	68	0,142
Lamellihirsi	480	-648	778	130	0,271
Liimapuu	470	-658	761	103	0,219
LVL, viilupuu	510	-561	775	214	0,420
CLT, ristinliimattu monikerroslevy	470	-625	714	89	0,189
Vaneri, havu, pinnoittamaton	470	-517	714	197	0,419
OSB, suurlastulevy	610	-744	927	183	0,300

*Laskettu Suomen kansallisen talonrakentamisen päästötietokantakertoimien mukaan (CO2data.fi, Rakentamisen päästötietokanta).*

#### Yhteenveto

- Eri puupohjaisilla tuotteilla on hyvin erilaiset ilmastovaikutukset. Esimerkiksi eri väliseinätölpillä voi olla 2,5...5-kertaiset päästöt sahatavaraan nähden.
- Kuitenkin tuotteet valitaan niiden teknisten ja toiminnallisten ominaisuuksien mukaan. Pidemmälle jalostetuilla puutuotteilla on yleensä suurempi hiilijalanjälki, mutta myös paremmat lujuus- tai kestävyysominaisuudet.

## 5.2 Mallirakennetyypit

Tarkasteluun valittiin puurakennuksien mallirakennetyypit pääasiassa Puuinfon RunkoPes 2.0 rakennetyypikirjastosta (Finnish Wood Research 2013).

Valitut mallirakennetyypit on tarkoitettu P2-paloluokan asuinkerrostaloon ja nämä täyttävät paloteknisesti 5–8 kerroksisen puurakennuksen vaatimukset. Paloteknisten vaatimusten mukaan kevyet rakenteet ovat suojattuna soveltuvalla kipsilevyllä (K<sub>2</sub>30), massiivisten rakenteiden suojana palotilanteessa toimi hiiltyvä puu.

Energiatehokkuusvaatimusten osalta rakennetyypejä parannettiin lämmöneristeitä lisäämällä siten, että ne täyttävät rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimukset asetuksen YMa 1010/2017 mukaan (YM 2017). Rakenteellisessa energiatehokkuudessa rakennuksen lämpöhäviön täytyy olla enintään yhtä suuri kuin rakenteellisen energiatehokkuuden vertailuarvo. Rakennusosille on annettu lämmönläpäisykertoimien (U-arvo), ilmanvuotoluvun ja poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen vertailuarvot. Tämän mukaan esimerkiksi vaatimukset U-arvolle kerrostalon yläpohjille ja ulkoilmaan rajoittuville alapohjille ovat 0,07 W/m<sup>2</sup>K, ikkunoille sekä ulko-oville 0,70 W/m<sup>2</sup>K ja ulkoseinärakenteille 0,14 W/m<sup>2</sup>K.

Rakennukset eivät lisäksi saa ylittää käyttötarkoituksiluokkien mukaan määriteltyä E-lukua. Esimerkiksi kerrostalojen E-luku on 90 kWhE/m<sup>2</sup>. Lähitulevaisuudessa E-lukuvaatimusten kustannusoptimaalisuutta tullaan tarkastelemaan. Tämän takia myös uudisrakentamisen U-arvot todennäköisesti kiristyvät. Tässä raportissa tulevaa muutosta on osittain jo ennakoitu: mallirakenteiden ulkoseinän U-arvo on nykyvaatimusta parempi (noin 0,12 W/m<sup>2</sup>K).

Rakennukset olisi voitu toteuttaa myös käyttämällä eri mallirakennetyypejä, jossa puun määrä olisi isompi. Mallirakenteiden valinta on kuitenkin tehty siten, että rakennetyypit ovat soveltuvia käytettäväksi rakennuskohteissa edellä mainittujen ominaisuuksien osalta. Puun käytön vaikutusta rakennusten hiilijalanjälkeen tutkittiin rankarungon ja massiivipuuratkaisujen avulla.

- Massiivipuorakennuksessa kantava runko koostuu nimensä mukaan massiivisista puutuotteista ja yleensä siihen käytetään ristiin laminoitua puuta (CLT), viilupuuta tai hirsä. Tämän raportin tarkasteluissa on käytetty CLT:tä.
- Laskentaa varioitiin käyttämällä joko tasoelementtejä tai tilaelementtejä.
  - o Tasoelementit ovat levymäisiä ja yleensä monikerroksisia puuelementtejä, joista tehdään seiniä, lattiaita tai kattoja.
  - o Tilaelementit ovat yhden tai useamman huoneen käsittäviä kokonaisuuksia, jotka voivat olla sisä- tai ulkopinnoiltaan täysin käyttövalmiita.
  - o Molemmat valmistetaan elementtitehtaalla ja toimitetaan työmaalle asennettavaksi.
- Vertailuna laskennassa oli kantava betonielementtiratkaisu. Sitäkin varioitiin puumateriaalin käytöllä.
  - o Betonielementtiratkaisussa kattorakenne oli toteutettu puisilla naulalevyristikoilla.
  - o Toisessa kantavassa betonielementtiratkaisussa on lisäksi puujulkisivu.
- Yhteensä puunkäytön määriä ja hiilijalanjälkeä tutkittiin neljän puurunkoisen rakennuksen ja kahden betonirunkoisen rakennuksen avulla:
  - o Rankarakenteinen tasoelementti (jäljempänä 'Ranka/taso')
  - o Rankarakenteinen tilaelementti (Ranka/tila)
  - o CLT-rakenteinen tilaelementti (CLT/tila)

- o CLT-rakenteinen massiivipuu-elementti (CLT/taso)
- o Kantava betonielementti, jossa kattorakenteena naulalevyristikot (Betoni 1)
- o Kantava betonielementti, jossa kattorakenteena naulalevyristikot sekä puujulkisivu (Betoni 2).

### Käytetyt päärakennusaineet

- Tasoelementtirakennuksessa vaakatasot on toteutettu elementtiratkaisuna, jossa rakenteena on LVL-ripalaatta.
- Rankarakenteisessa tilaelementtiratkaisussa huoneistojen väliseinät ovat toteutettu liimapuurunkoisina. Välipohjat ovat pääasiassa LVL-rakenteisia.
- Massiivipuurakenteiset seinäelementit taso- ja tilaelementtiratkaisussa on valittu CLT-rakenteisiksi.
- Julkisivuissa on käytetty ulkoeristyslautaa ja julkisivun aluskoolauksessa sahatavaraa.
- Kaikkien mallirakennusten vesikaton alusrakenteet on rakennettu naulalevyristikoisina myös betonirakennusten osalta. Vesikatteenä on kolmikerroksinen bitumikermi.
- Lämmöneristeenä on käytetty kivivillaa.
- Kaikissa vaakatason rakenneratkaisuissa on askeläänieristeenä käytetty EPS-solumuovia, lattioissa on sähköinen lattialämmitys, pinnoissa betonivalu ja laminaatti tai vinyylilattia. Kylpyhuoneissa seinät- ja lattiat ovat laatoitettuja.
- Kaikki alapohjat ovat tuulettuvia, maata vasten on sorakerros ja höyrysulku paitsi teollisuusvarastorakennuksien osalta alapohja on maavarainen betonilaatta.
- Rakennuslevyinä on käytetty vaneria ja OSB:tä.
- Toimistorakennusten välipohjien mallirakenteiden kantavuutta kasvatettiin, jotta ne soveltuisivat suuremman jännevälän kohteeseen (> 4 m).

Tutkitut mallirakennetyypit sekä mallirakenteissa käytettyjen puupohjaisten tuotteiden, eristeiden, kipsilevyjen ja muiden materiaalien massat sekä osuudet rakennetyypin pinta-alaa kohden ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) esitetään liitteessä (Liite 2).

### Yhteenveto

- Puurakenteisen ulkoseinän keskimääräinen paino on 98 kg ulkoseinän neliometriä kohden.
- Painavimmat puurakenteet ovat CLT-rakenteisia ja kevyimmät rankarakenteisia. Näiden massan ero ulkoseinissä oli 23 %.
- Puumateriaalien osuus koko rakenteen massasta oli ulkoseinässä 53–66 %, kantavissa väliseinissä 46–60 %, välipohjissa 17–31 %, alapohjissa 4–9 %, yläpohjissa 27–74 % ja vesikatossa 57 %. Eniten puupohjaisia materiaaleja oli CLT-yläpohjassa, jopa 74 % rakennetyypin massasta (YP CLT/tila).
- Puumateriaalia käytettiin lyhyen jännevälän (4 m) välipohjassa 37–67  $\text{kg}/\text{m}^2$  ja 41–79  $\text{kg}/\text{m}^2$  pidemmän jännevälän (7,5 m) välipohjassa. Jännevälän kasvattamista varten tarvittiin välipohjan lisäksi myös jonkun verran pilareita ja palkkeja. Välipohjarakenteen puumateriaalin käyttö kasvoi jännevälän takia noin 12  $\text{kg}/\text{välipohja-m}^2$  (joka on noin 15 %).
- Puu on kevyt materiaali betoniin, lasiin tai kipsilevyyn verrattuna. Siksi joissakin rakennetyypeissä puupohjaisten materiaalien massa jää alhaiseksi. Esimerkiksi sellaisessa puurakenteisessa välipohjassa, jossa tarvittiin betonista pintavalua ääneneristyksen parantamiseksi tai lattialämmitystä varten, puumateriaalien massa oli vain 17–31 % koko rakenteen massasta.

- Kun otetaan huomioon koko rakennus (ml perustukset, lämmöneristeet, ikkunalasit, vesikattomateriaalit, talotekniset järjestelmät) muiden rakennusmateriaalien suhteellinen osuus kasvaa. Siksi puumateriaalien osuus voi jäädä varsin alhaiseksi, vaikka kyseessä olisikin täysin puurunkoinen rakennus (kts. kappale 5.3).

## 5.3 Puun käyttö erityyppisissä rakennuksissa

### Mallirakennukset

Laskentaan valittiin eri käyttötarkoituseriä edustavia rakennuksia: kerrostaloja, toimistoja, kouluja, varastoja ja päiväkotia.

Eri materiaaleista ja eri rakennejärjestelmillä tehdyissä rakennuksissa on keskenään hieman eri määrä rakenteita suhteessa lämmitettyyn nettoalaan. Nämä eroavaisuudet vaikuttavat sekä materiaalien kulutukseen että hiilijalanjälkeen. Raaka-aineita kulutetaan runsaimmin rakennustuotteiden valmistusvaiheessa ja vähäisissä määrin täydentämään rakennustyömaalla mahdollisesti hukkaan meneviä materiaaleja. Myöhemmin tuotteita tarvitaan korjattaessa rakennuksen osia sen käytön aikana.

Erojen selvittämistä varten tässä selvityksessä laskettiin rakennetyyppien pinta-alat suhteessa rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden. Vertailussa käytetyistä rakennuksista laskettiin rakennetyyppien menekkien keskiarvot. Esimerkiksi neljän asuinkerrostalon ulkoseiniä on keskimäärin 0,635 m<sup>2</sup> jokaista rakennuksen lämmitettyä nettoalaneliömetriä kohti. Ilmasto-vaikutusten selvityksessä käytettiin valittuja mallirakennuksia, mallirakenteita ja kansallista CO<sub>2</sub>data.fi-päästötietokantaa (mallirakenteet Liite 2). Osa laskennassa käytetyistä kertoimista on pinta-alapohjaisia (mm. rakennustuotteiden vaihdot), eikä niissä ole tästä syystä eroja eri rakennetyyppien tai materiaalien välillä.

### Kerrostalot

Laskennassa tarkasteltiin neljää 4–6 kerroksista rakennusta, jotka valmistuivat vuosina 2021–2022. Rakennuksissa on yksi porrashuone, hissi, väestönsuoja ja huoneistokohtaiset parvekkeet. Kerrostalojen rakenneratkaisujen keskiarvo laskettiin seuraavien esimerkkien osalta:

- Kerrostalossa A on neljä kerrosta ja sen lämmitetty nettoala on 3 014 m<sup>2</sup>. Kerrostalo A on suorakulmaisen särmiön muotoinen lapekattoinen rakennus, jossa ei ole ulkoneuvia julkisivun osia. Rakennuksessa on 41 parvekkeellista asuntoa sekä väestönsuoja ensimmäisessä kerroksessa. Parvekkeet ovat sisäänvedettyjä ja lasitettuja.
- Kerrostalossa B on kuusi kerrosta ja sen lämmitetty nettoala on 2 746 m<sup>2</sup>. Kerrostalo B on pohjaltaan U:n mallinen, harjakattoinen rakennus. Rakennuksessa on 65 asuntoa, joissa on ranskalaiset parvekkeet.
- Kerrostalossa C on viisi kerrosta ja sen lämmitetty nettoala on 2 301 m<sup>2</sup>. Kerrostalo on suorakulmaisen särmiön muotoinen harjakattoinen rakennus, jonka yhden julkisivun keskellä on sisäänvedetty ulko-osa ja kulmissa sisäänvedetyt lasitetut parvekkeet. Rakennuksessa on 37 asuntoa.
- Kerrostalossa D on viisi kerrosta ja sen lämmitetty nettoala on 3 097 m<sup>2</sup>. Kerrostalo on suorakulmaisen särmiön muotoinen harjakattoinen rakennus, jonka kolmella sivulla on ulkonevat lasitetut parvekkeet. Rakennuksessa on harjakatto ja 42 asuntoa.

## Toimistot

Laskennassa tarkasteltiin kahta toimistorakennusta:

- Toimistorakennuksessa A on 6 kerrosta ja toimistorakennuksessa B on 7 kerrosta. Rakennusten lämmitetyt nettoalat ovat vastaavasti 7 785 m<sup>2</sup> ja 5 130 m<sup>2</sup>.
- Toimistorakennus A on suorakulmaisen särmiön muotoinen tasakattoinen rakennus, jossa ei ole ulkonevia julkisivun osia. Se koostuu pääosin yhdestä symmetrisestä massasta, jonka sisällä on koko rakennuksen korkuinen atriumtila. Rakennuksen katolla on massasta ulkoneva IV-konehuone.
- Toimistorakennus B on suorakulmaisen särmiön muotoinen tasakattoinen rakennus, jonka yhdellä julkisivulla on kaksi päämassasta ulkonevaa ulokesiivekettä. Rakennuksen katolla on massasta ulkoneva IV-konehuone ja saunaosastot.
- Molemmissa rakennuksissa on kaksi hissiä ja kahdet portaat (suora lepotasollinen kaksivartinen pääporras ja varatieporras (teräksinen kierreporras)).
- Molemmissa rakennuksissa on väestönsuoja.
- Lisäksi rakennuksissa on kantavat pilarit ja palkit pitkiä jännevälejä varten. Tätä varten välipohjan rakennetyyppien ratkaisussa on käytetty vahvempia rakenteita.
- Kattorakenteena on käytetty kattoristikoa.

## Opetusrakennukset

Laskennassa tarkasteltiin kahta koulurakennusta:

- Koulurakennukset A ja B ovat kaksikerroksisia, joskin yläkerrassa on vain IV-konehuone ja osittainen ullakko.
- Koulurakennus A on kolmesta massasta koostuva rakennus, jonka yksi massa on kahta muuta korkeampi. Kaikki massat ovat lapekattoisia.
- Koulurakennus B on pohjaltaan U:n mallinen massa, jonka katto on monimuotoinen. Katolla on massasta kohoava IV-konehuone.
- Rakennusten lämmitetyt nettoalat ovat vastaavasti 1 130 m<sup>2</sup> ja 2 006 m<sup>2</sup>
- Koulurakennuksessa A on paljon enemmän ulkoseinäneliöitä kuin koulurakennuksessa B.
- Koulurakennukset eroavat toisistaan myös kantavien ja ei kantavien väliseinien pinta-alan osalta. Koulurakennuksessa A on paljon enemmän väliseiniä, kuin koulurakennuksessa B.
- Koulurakennuksessa A on myös paljon enemmän palkkeja ja pilareita, jotka näkyvät myös koulurakennuksen sisätiloissa.

Laskennassa tarkasteltiin koulujen lisäksi kahta päiväkotia

- Päiväkoti A on pääasiassa yksikerroksinen, jossa on kylmä ullakotilaa. Päiväkoti B on kaksikerroksinen ja toisessa kerroksessa on useita toimintahuoneita.
- Päiväkoti A on pohjaltaan loivan V:n muotoinen rakennus, jonka kummatkin sakarat ovat keskenään samankokoisia ja harjakattoisia.
- Päiväkoti B on pohjaltaan kolmesta toisiinsa liittyvästä suorakulmiosta koostuva rakennus, jonka katto on monimuotoinen.
- Rakennusten lämmitetyt nettoalat ovat vastaavasti 1 119 m<sup>2</sup> ja 1 808 m<sup>2</sup>
- Päiväkodissa B on useita portaita ja hissi
- Päiväkodissa A on vähemmän pilareita ja palkkeja päiväkotiiin B verrattuna.

## Varastot

Laskennassa tarkasteltu keskimääräinen varastorakennus perustuu kahden kaksikerroksisen lämmitettyyn varastorakennuksen laskentaan. Molemmissa varastoissa on myös teollisuustoimintaa.

Molemmat varastot ovat pohjaltaan suorakulmion muotoisia rakennuksia, mutta varastossa A on loiva lapekatto ja varastossa B on loiva harjakatto.

- Varaston A lämmitetty nettoala on 1 486 m<sup>2</sup> ja varaston B lämmitetty nettoala on 1 862 m<sup>2</sup>.
- Varastoissa yksivartinen porras ja lisäksi kierreporras.
- Varastojen yläpohjissa käytetään kattoristikoita ja vesikatteena bitumikermiä.
- Varastojen alapohjana on betonilaatta.
- Varastoissa käytetään metallista nosto-ovea sekä metallista ulko-ovea
- Varastoissa käytetään myös pilareita ja palkkeja.

## Rakennuksien rakennustyyppien koot

Taulukossa 11 esitetään tarkasteltavien rakennusten rakennustyyppien keskiarvot (rakennustyyppi-neliöt suhteessa koko rakennuksen nettoalaan).

## Rakennusmateriaalien käyttö kerrostaloissa

Taulukoissa 12 ja 13 esitetään keskimääräisen asuinkerrostalon rakennusmateriaalien kokonaiskulutus sekä puumateriaalien kulutus elinkaaren vaiheittain. Taulukossa 14 esitetään vastaavasti puupohjaisten materiaalien tilavuus ja tarvittava tukkimäärä (oletuksena, jos saanto on noin 50 %). Tulokset laskettiin 2 862 kem<sup>2</sup> kerrostalolle.

## Rakennusmateriaalien käyttö toimistoissa

Taulukoissa 15 ja 16 esitetään keskimääräisen toimistorakennuksen rakennusmateriaalien kokonaiskulutus ja puumateriaalien kulutus elinkaaren vaiheittain. Taulukossa 17 esitetään vastaavasti puupohjaisten materiaalien tilavuus ja tarvittava tukkien määrä (oletuksena jos saanto on noin 50 %). Keskimääräinen toimisto, jolle tulokset laskettiin, oli noin 6 458 kem<sup>2</sup>.

## Rakennusmateriaalien käyttö kouluissa

Taulukoissa 18 ja 19 esitetään keskimääräisen koulun rakennusmateriaalien kokonaiskulutus ja puumateriaalien kulutus elinkaaren vaiheittain. Taulukossa 20 esitetään vastaavasti puupohjaisten materiaalien tilavuus ja tarvittava tukkien määrä, olettaen että saanto on noin 50 %. Tulokset laskettiin 1 568 kem<sup>2</sup> koululle.

## Rakennusmateriaalien käyttö päiväkodeissa

Taulukoissa 21 ja 22 esitetään keskimääräisen päiväkodin rakennusmateriaalien kokonaiskulutus ja puumateriaalien kulutus elinkaaren vaiheittain. Taulukossa 23 esitetään vastaavasti puupohjaisten materiaalien tilavuus ja tarvittava tukkien määrä. Tulokset laskettiin 1 464 kem<sup>2</sup> päiväkodille.

## Rakennusmateriaalien käyttö varastoissa

Taulukoissa 24 ja 25 esitetään keskimääräisen varaston rakennusmateriaalien kokonaiskulutus ja puumateriaalien kulutus elinkaaren vaiheittain. Taulukossa 26 esitetään vastaavasti puu-

pohjaisten materiaalien tilavuus ja tarvittava tukkien määrä (oletuksena noin 50 %:n saanto). Tulokset laskettiin 1 674 kem<sup>2</sup> varastolle.

### Yhteenveto

- Rakennusmateriaalien määrät vaihtelevat johtuen rakennuksen koosta, suunnitteluratkaisusta ja käytetyistä rakennejärjestelmistä.
- Eniten rakennusmateriaaleja lämmitettyä nettoalaa kohden tarvittiin betonirakenteisessa koulussa, noin 2 357 kg/m<sup>2</sup> (Betoni 1).
- Vähiten rakennusmateriaaleja, 560 kg/m<sup>2</sup>, tarvitaan puurankarakenteisissa kerrostaloissa ja toimistoissa (tila- ja tasoelementtiratkaisut; 555–569 kg/m<sup>2</sup>).
- Puurunkoisissa rakennuksissa tarvitaan rakennustasolla massan perusteella vähemmän materiaaleja betonirunkoiseen taloon verrattuna. Esimerkiksi kerrostaloissa ero voi olla jopa 1 t/m<sup>2</sup>.
- Puurakenteiset tilaelementit tarvitsevat elementtien välisen kaksoisrunkonsa takia enemmän materiaaleja kuin tasoelementeistä rakennetut ratkaisut. CLT-rakenteisessa tilaelementissä oli enemmän puumateriaaleja verrattuna vastaavaan tasoelementtiin.
- Eniten puuta tarvitaan CLT-rakenteiseen tilaelementtiin. Kerrostaloratkaisussa jokaista rakennettavaa lämmitettyä nettoalaa kohden puutuotteita tarvittiin noin 0,42 m<sup>3</sup>. Tätä vastaava tukkimäärä olisi noin 0,85 m<sup>3</sup>, jos saanto olisi 50 %.
- Suurissa puurakennuksissa puumateriaaleja tarvitaan suhteellisesti vähemmän kuin pienissä rakennuksissa. Esimerkiksi tutkituissa *puurakenteisissa* asuinkerrostaloissa ja toimistoissa puumateriaaleja tarvitaan lämmitettyä nettoalaa kohden keskimäärin 0,30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (asuinkerrostaloissa 0,32 m<sup>3</sup> ja toimistoissa 0,27 m<sup>3</sup>). Sen sijaan kouluissa ja päiväkodeissa 0,42 m<sup>3</sup> (kouluissa 0,41 m<sup>3</sup> ja päiväkodeissa 0,43 m<sup>3</sup>). Puurakenteisissa varastoissa keskimääräinen puumateriaalin tarve oli 0,29 m<sup>3</sup>, mutta tämä riippuu paljolti varaston koosta, teollisuustoiminnasta sekä myös toiminnan laadusta.
- Puupohjaisia rakennusmateriaaleja käytetään myös betonirakenteisissa kerrostaloissa, mutta niiden määrät ovat hyvin vähäiset. Tutkituissa betonirakennuksissa puupohjaisten materiaalien osuus kaikkien käytettyjen rakennusmateriaalien massasta oli noin 1–2 %.

**Taulukko 11. Laskennassa käytetyt päärakennetyyppien pinta-alat.\***

	<b>Kerrostalo, 2 862 m<sup>2</sup></b>	<b>Toimisto, 6 458 m<sup>2</sup></b>	<b>Koulu, 1 568 m<sup>2</sup></b>	<b>Päiväkoti, 1 464 m<sup>2</sup></b>	<b>Varasto, 1 674 m<sup>2</sup></b>
Kerroksia	5	6,5	2	1,5	2
	<b>m<sup>2</sup>/netto-m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup>/netto-m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup>/netto-m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup>/netto-m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup>/netto-m<sup>2</sup></b>
Ulkoseinät (eristämätön/ eristetty)	0,635	0,403	0,750	0,799	0,475
Väliseinät (kantavat ja ei-katavat)	1,191	0,677	0,927	1,108	0,338
Lasiseinäjärjestelmät	-	0,290	0,022	0,021	0,002
Alapohjat	0,184	0,167	0,927	0,709	0,847
Välipohjat	0,696	0,786	0,083	0,300	0,114
Yläpohjat	0,222	0,171	0,915	0,719	0,846
Vesikatot	0,262	0,172	1,25	0,743	0,846
Hissit	1 kpl	2 kpl	-	0,5 kpl	-
Pilarit ja palkit	-	0,046 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,019 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,023 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,007
Sokkeli	0,036	0,010	0,0514	0,058	0,064
Parvekelaatat + terassin pohjat	0,076	-	-	-	-
Ovet	0,193	0,091	0,140	0,137	0,051
Ikkunat	0,138	0,203	0,113	0,116	0,145
Parvekelasitukset	0,047	-	-	-	-
Portaikoit	1200 mm, kaksivarti- nen, lepota- sollinen	1200 mm, kaksivartinen, lepotasollinen ja d3000 mm teräksinen kierreporras	d3000 mm teräksinen kierreporras	1350 mm kaksivartinen ja 900 mm yksivartinen	1200 mm porras ja d3000mm teräksinen kierre- porras
* Luvut on ilmoitettu rakennuksen nettoalaa kohden. Esimerkiksi: Kerrostalon ulkoseinä on 1 817 m <sup>2</sup> ja rakennuksen lämmitettyyn nettoala on 2 862 m <sup>2</sup> Jaetaan ulkoseinän pinta-ala rakennuksen nettoalalla: 1 817 m <sup>2</sup> / 2 862 m <sup>2</sup> = 0,635 m <sup>2</sup> /netto-m <sup>2</sup> Tästä saadaan tulokseksi 0,635 ulkoseinä-m <sup>2</sup> /rakennuksen netto-m <sup>2</sup> .					

**Taulukko 12. Kerrostalon rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Materiaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	493	26	8,0	26,5	554
Ranka/tila	497	25	8,0	26,5	557
CLT /tila	533	29	8,0	26,5	597
CLT/taso	523	28	8,0	26,5	586
Betoni 1	1 442	52	6,5	26,5	1 527
Betoni 2	1 351	50	6,5	26,5	1 434

*A5 sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.*

**Taulukko 13. Kerrostalon puupohjaisten rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Puumateriaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	97	7	0	5,2	109
Ranka/tila	101	7	0	5,2	114
CLT /tila	178	11	0	5,2	194
CLT/taso	152	10	0	5,2	167
Betoni 1	14	1	0	5,2	20
Betoni 2	27	3	0	5,2	35

*\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.*

**Taulukko 14. Kerrostalon rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden sekä puupohjaisten materiaalien osuus ja tarvittava tukkipuun määrä.**

Materiaalien käyttö	Koko elinkaaren aikana	Puupohjaisia materiaaleja		Puupohjaisten materiaalien volyymi	Tarvittava tukkimäärä (jos saanto 50 %)
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	osuus %	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ranka/taso	554	109	20	0,23	0,46
Ranka/tila	557	114	20	0,24	0,48
CLT /tila	597	194	33	0,41	0,83
CLT/taso	586	167	29	0,36	0,71
Betoni 1	1 527	20	1	0,04	0,09
Betoni 2	1 434	36	2	0,08	0,15

**Taulukko 15. Toimiston materiaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Materiaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	479	24	5,0	49,3	557
Ranka/tila	477	24	5,0	49,3	555
CLT /tila	522	28	5,0	49,3	604
CLT/taso	495	26	5,0	49,3	575
Betoni 1	1 192	43	4,1	49,3	1 289
Betoni 2	1 133	42	4,1	49,3	1 228

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 16. Toimiston puumateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Puumateriaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	95	5	0,0	7,7	108
Ranka/tila	94	6	0,0	7,7	107
CLT /tila	150	8	0,0	7,7	166
CLT/taso	119	7	0,0	7,7	133
Betoni 1	9	0	0,0	7,7	17
Betoni 2	18	1	0,0	7,7	27

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 17. Toimiston rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden sekä puupohjaisten materiaalien osuus ja tarvittava tukkipuun määrä.**

Materiaalien käyttö	Koko elinkaaren aikana	Puupohjaisia materiaaleja		Puupohjaisten materiaalien volyymi	Tarvittava tukkimäärä (jos saanto 50 %)
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	osuus %	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ranka/taso	557	108	19 %	0,23	0,46
Ranka/tila	555	107	19 %	0,23	0,46
CLT /tila	604	166	28 %	0,35	0,71
CLT/taso	575	133	23 %	0,28	0,57
Betoni 1	1 289	17	1 %	0,04	0,07
Betoni 2	1 228	27	2 %	0,06	0,11

**Taulukko 18. Koulujen rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Materiaalien käyttö	Valmis- tusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossa- pito B2	Rakennustuot- teiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	931	43	8,0	41,2	1 023
Ranka/tila	934	40	8,0	41,2	1 023
CLT /tila	981	53	8,0	41,2	1 083
CLT/taso	981	52	8,0	41,2	1 082
Betoni 1	2 229	81	6,2	41,2	2 357
Betoni 2	2 141	79	6,2	41,2	2 267

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 19. Koulujen puumateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Puumateriaalien käyttö	Valmis- tusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossa- pito B2	Rakennustuot- teiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	131	9	0	4,3	144
Ranka/tila	132	9	0	4,3	145
CLT /tila	225	14	0	4,3	243
CLT/taso	218	14	0	4,3	236
Betoni 1	38	1	0	4,3	44
Betoni 2	63	3	0	4,3	70

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 20. Koulujen rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden sekä puupohjaisten materiaalien osuus ja tarvittava tukkipuun määrä.**

Materiaalien käyttö	Koko elinkaaren aikana	Puupohjaisia materiaaleja		Puupohjaisten materiaalien volyymi	Tarvittava tukkimäärä (jos saanto 50 %)
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	osuus %	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ranka/taso	1 023	144	14 %	0,31	0,61
Ranka/tila	1 023	145	14 %	0,31	0,62
CLT /tila	1 083	243	22 %	0,52	1,03
CLT/taso	1 082	236	22 %	0,50	1,00
Betoni 1	2 357	44	2 %	0,09	0,19
Betoni 2	2 267	70	3 %	0,15	0,30

**Taulukko 21. Päiväkotien rakennusmateriaalien käyttö rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Materiaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	840	40	8,9	44,9	934
Ranka/tila	847	38	8,9	44,9	939
CLT /tila	899	48	8,9	44,9	1 001
CLT/taso	891	48	8,9	44,9	993
Betoni 1	2 148	77	7,0	44,9	2 277
Betoni 2	2 045	75	7,0	44,9	2 172

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 22. Päiväkotien elinkaariperustainen puupohjaisten rakennusmateriaalien kokonaiskäyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Puumateriaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	140	9	0	4,4	153
Ranka/tila	142	9	0	4,4	156
CLT /tila	234	14	0	4,4	253
CLT/taso	217	13	0	4,4	235
Betoni 1	30	1	0	4,4	35
Betoni 2	53	3	0	4,4	61

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 23. Päiväkotien rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden sekä puupohjaisten materiaalien osuus ja tarvittava tukkipuun määrä.**

Materiaalien käyttö	Koko elinkaaren aikana	Puupohjaisia materiaaleja		Puupohjaisten materiaalien volyymi	Tarvittava tukkimäärä (jos saanto 50 %)
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	osuus %	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ranka/taso	934	153	16 %	0,33	0,65
Ranka/tila	939	156	17 %	0,33	0,66
CLT /tila	1 001	253	25 %	0,54	1,08
CLT/taso	993	235	24 %	0,50	1,00
Betoni 1	2 277	35	2 %	0,08	0,15
Betoni 2	2 172	61	3 %	0,13	0,26

**Taulukko 24. Varastojen rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Materiaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	772	33	3,9	11,6	820
Ranka/tila	770	29	3,9	11,6	815
CLT /tila	779	40	3,9	11,6	852
CLT/taso	802	40	3,9	11,6	858
Betoni 1	1 830	65	2,8	11,6	1 909
Betoni 2	1 755	63	2,8	11,6	1 833

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 25. Varastojen puumateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden.**

Puumateriaalien käyttö	Valmistusvaihe A1-A3	Rakentaminen A5*	Kunnossapito B2	Rakennustuotteiden vaihdot B4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Ranka/taso	90	6	0	5,5	101
Ranka/tila	89	6	0	5,5	101
CLT /tila	159	10	0	5,5	175
CLT/taso	158	10	0	5,5	173
Betoni 1	29	1	0	5,5	35
Betoni 2	50	2	0	5,5	58

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

**Taulukko 26. Varastojen rakennusmateriaalien käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden sekä puupohjaisten materiaalien osuus ja tarvittava tukkipuun määrä.**

Materiaalien käyttö	Koko elinkaaren aikana	Puupohjaisia materiaaleja		Puupohjaisten materiaalien volyyymi	Tarvittava tukkimäärä (jos saanto 50 %)
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	osuus %	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ranka/taso	802	101	12	0,22	0,43
Ranka/tila	815	101	12	0,21	0,43
CLT /tila	852	175	21	0,37	0,75
CLT/taso	858	173	20	0,37	0,74
Betoni 1	1 909	35	2	0,07	0,15
Betoni 2	1 833	58	3	0,12	0,25

\* Vaihe A5 on laskettu tilastollisesti ja se sisältää puuelementtien rakentamisen hukan, vaikka elementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan työmaalle, jossa hukkaa ei enää synny.

## 6. Ilmastovaikutukset

### 6.1 Mallirakennusten hiilijalanjälki

Mallinnuksen perusteella puutuotteiden määrää voitaisiin kasvattaa kerrostaloissa, toimistoissa, kouluissa ja varastoissa. Tarkastelussa otettiin huomioon käyttötarkoitukseluokkakohtaiset tyypilliset rakennukset laskemalla arvioitavien mallirakennuksien rakennetyyppien pinta-alojen keskiarvot (kts kohta mallirakennukset).

Rakennuksissa käytettiin aiemmin vakioituja puurakenteiden tyyppejä (Finnish Wood Research 2013), jotka muokattiin vastamaan nykyisiä energiatehokkuusvaatimuksia. Lisäksi välipohjarakenteita muokattiin, jotta niitä voisi käyttää pidemmällä jänneväleillä olevissa avotoimistoissa ja saleissa. Rakennetyyppien käyttökohteet jäivät kuitenkin alle 7,5 metrin jänneväliin.

Seuraavissa taulukoissa (Taulukot 27–31) on esitetty tutkittujen rakennusten hiilijalanjäljet 50 vuoden arviointijaksolta sekä tuotesidonnaiset päästöt, jotka eivät sisällä käytön aikaisia energiankulutuksen päästöjä.

#### Yhteenveto

- Puurakennuksista pienin hiilijalanjälki oli kerrostalolla, joka oli tehty rankarakenteisista tasoelementistä (480 kgCO<sub>2</sub>e/ lämmitetty nettoala) ja korkein hiilijalanjälki oli päiväkodilla, joka oli rakennettu rankarakenteisella tasoelementillä (748 kgCO<sub>2</sub>e/lämmitetty nettoala).
- Betonirakennuksista korkein hiilijalanjälki oli päiväkodilla (950 kgCO<sub>2</sub>e/lämmitetty nettoala) (Betoni 1)
- Betonirakenteisen koulun ulkokuoren vaihto puuverhoukseen (Betoni 2) alensi rakennuksen hiilijalanjälkeä noin 4 %.
- Puurakennuksien keskimääräinen tuotesidonnaisten päästöjen osuus oli pienin kerrostalolla (keskimäärin 73,6 % koko elinkaaren aikaisista päästöistä) ja suurin varastorakennuksilla (keskimäärin 85,3 % elinkaaren aikaisista päästöistä).
- Betonirakennuksien tuotesidonnaisten päästöjen osuus oli suurin varastorakennuksella (86,9 % koko elinkaaren aikaisista päästöistä)
- Kaikkien tutkittavien rakenneratkaisujen hiilijalanjälki jäi alle rakennusluokkakohtaisesti asetettujen raja-arvojen (vuosille 2026–2028).

**Taulukko 27. Kerrostalon elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa kohden (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Elinkaaren vaihe	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Valmistus (A1-3)	36	26	-89	-48	272	231
Rakentaminen (A4-5)	56	56	56	56	68	67
Ylläpito (B2)	17	17	18	18	14	14
Rakennusosien vaihto (B4)	39	39	39	39	39	39
Energian kulutus (B6) *	128	128	128	128	128	128
Purku (C1-2)	17	17	17	17	29	28
Purkujätteen hyödyntäminen (C3-4)	194	202	312	272	69	90
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup>	486	484	480	481	619	597
Tuotesidonnaiset päästöt yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup> , suluisa niiden osuus kokonaispäästöistä	358 (73,8 %)	356 (73,6 %)	352 (73,4 %)	353 (73,5 %)	491 (79,4 %)	469 (78,6 %)
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e /kem <sup>2</sup>	475	473	469	470	605	583
Päästöt vuotta kohden (kerrostalon raja-arvo 2026-2027 = 16 kgCO <sub>2</sub> e/vuosi)	9,7	9,7	9,6	9,6	12,4	11,9

\* Rakenteet on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joka selittää miksi tuotesidonnaisten päästöjen osuus on normaalia isompi.

**Taulukko 28. Toimiston elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa kohden (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Elinkaaren vaihe	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Valmistus (A1-3)	104	100	21	69	324	295
Rakentaminen (A4-5)	57	57	57	57	66	66
Ylläpito (B2)	11	11	11	11	9	9
Rakennusosien vaihto (B4)	174	174	174	174	174	174
Energian kulutus (B6) *	115	115	115	115	115	115
Purku (C1-2)	16	16	17	17	26	25
Purkujätteen hyödyntäminen (C3-4)	182	181	261	214	49	63
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup>	659	654	657	657	763	747
Tuotesidonnaiset päästöt yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup> , suluisa niiden osuus kokonaispäästöistä	544 (82,6 %)	539 (82,5 %)	542 (82,5 %)	543 (82,5 %)	648 (85,0 %)	632 (84,6 %)
Yhteensä, CO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	638	633	636	636	739	723
Päästöt vuotta kohden (toimiston raja-arvo 2026-2027 = 20 kgCO <sub>2</sub> e/vuosi)	13,2	13,1	13,1	13,1	15,3	14,9

\* Rakenteet on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joka selittää miksi tuotesidonnaisten päästöjen osuus on normaalia isompi.

**Taulukko 29. Koulujen elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa kohden (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Elinkaaren vaihe	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Valmistus (A1-3)	113	105	-28	-19	410	339
Rakentaminen (A4-5)	61	61	61	61	78	77
Ylläpito (B2)	17	17	17	17	13	13
Rakennusosien vaihto (B4)	154	154	154	154	154	154
Energian kulutus (B6) *	151	151	151	151	151	151
Purku (C1-2)	23	23	23	23	40	39
Purkujätteen hyödyntäminen (C3-4)	261	268	391	380	138	177
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup>	780	779	770	768	985	950
Tuotesidonnaiset päästöt yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup> , suluisa niiden osuus kokonaispäästöistä	629 (80,7 %)	629 (80,7 %)	619 (80,4 %)	618 (80,4 %)	834 (84,7 %)	799 (84,1 %)
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	747	746	737	736	943	910
Päästöt vuotta kohden (koulujen raja-arvo 2026-2027 = 20 kgCO <sub>2</sub> e/vuosi)	15,6	15,6	15,4	15,4	19,7	19,0

\* Rakenteet on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joka selittää miksi tuotesidonnaisten päästöjen osuus on normaalia isompi.

**Taulukko 30. Päiväkotien elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa kohden (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Elinkaaren vaihe	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Valmistus (A1-3)	93	79	-56	-31	414	345
Rakentaminen (A4-5)	61	61	62	61	78	77
Ylläpito (B2)	19	19	19	19	15	15
Rakennusosien vaihto (B4)	157	157	157	157	157	157
Energian kulutus (B6) *	126	126	126	126	126	126
Purku (C1-2)	21	21	22	22	39	38
Purkujätteen hyödyntäminen (C3-4)	271	285	408	382	121	158
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup>	748	747	737	736	950	915
Tuotesidonnaiset päästöt yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup> , suluisa niiden osuus kokonaispäästöistä	622 (83,2 %)	622 (83,2 %)	612 (82,9 %)	610 (82,9 %)	824 (86,8 %)	789 (86,3 %)
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	718	717	708	706	912	878
Päästöt vuotta kohden (päiväkotien raja-arvo 2026-2027 = 20 kgCO <sub>2</sub> e/vuosi)	15,0	14,9	14,7	14,7	19,0	18,3

\* Rakenteet on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joka selittää miksi tuotesidonnaisten päästöjen osuus on normaalia isompi.

**Taulukko 31. Varaston elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa kohden (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Elinkaaren vaihe	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Valmistus (A1-3)	240	238	172	177	383	321
Rakentaminen (A4-5)	54	50	61	61	78	77
Ylläpito (B2)	8	8	8	8	6	6
Rakennusosien vaihto (B4)	90	90	90	90	90	90
Energian kulutus (B6) *	102	102	102	102	102	102
Purku (C1-2)	20	20	21	21	34	33
Purkujätteen hyödyntäminen (C3-4)	165	164	255	252	86	119
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup>	680	673	709	711	780	749
Tuotesidonnaiset päästöt yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/netto-m <sup>2</sup> , suluissa niiden osuus kokonaispäästöistä	578 (85,0 %)	572 (84,9 %)	607 (85,7 %)	609 (85,7 %)	678 (86,9 %)	647 (86,4 %)
Yhteensä, kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	660	654	689	690	757	727
Päästöt vuotta kohden (yli 1 000 m <sup>2</sup> varastojen raja-arvo 2026-2027 = 24 kgCO <sub>2</sub> e/vuosi)	13,6	13,5	14,2	14,2	15,6	15,0
* Rakenteet on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joka selittää miksi tuotesidonnaisten päästöjen osuus on normaalia isompi.						

## 6.2 Mallirakennusten hiilikädenjälki

Hiilikädenjälki kuvaa sellaisia mahdollisia ilmastohyötyjä, joita ei olisi syntynyt ilman rakennushanketta. Siihen sisältyvät YMa 1027/2024 mukaan:

- Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasut
- Rakennuksessa tai sen tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia
- Rakennustuotteiden pitkäikäiset eloperäiset tai tekniset hiilivarastot
- Sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoituminen purkamisen jälkeen.

Seuraavissa taulukoissa (32–36) on esitetty arviot rakennusten hiilikädenjäljistä. Laskennassa ei ole tehty oletusta eri hyötyjen keskinäisestä suhteesta, vaan ne on laskettu kansallisen päästötietokannan skenaarioiden mukaan (CO2data.fi, versio 1.01.005). Tuotteiden uudelleenkäytöstä mahdollisesti koituvaan hyötyä ei ole arvioitu, koska laskenta on teoreettinen eikä tietoa materiaalien ja tuotteiden keskimääräisistä uudelleenkäyttösuuksista Suomessa ole käytettävissä. Laskennassa ei tehty oletuksia, että rakennuksessa tai sen tontilla tuotettaisiin uusiutuvaa energiaa. Lisätietona on laskettu myös purkujätteen energiahyödyntäminen, joka ei tällä hetkellä sisälly Ilmastoselvityksen laskentatapaan. Energiahyödyntäminen sisältyy kuitenkin standardiin EN 15978 (CEN 2012) mukaiseen arviointiin, sekä EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivin nojalla annetun delegoidun säädöksen mukaiseen arviointimenetelmään.

### Yhteenveto

- Rakennusten hiilikädenjäljen arvioitiin tuotteiden kierrätyksen, energiana hyödyntämisen, hiilivarastovaikutuksen ja betonin karbonatisoitumisen osalta.
- Tuotteiden kierrätyksestä syntyvä hyöty oli suurin betonirakenteisen päiväkodin osalta. Tämä johtui pääasiassa betonin ja raudoitteen kierrätyksestä.
- Betonin karbonatisoitumisen hyöty on luonnollisesti suurin sellaisilla ratkaisulla, joissa on käytetty paljon betonia. Tässä tarkastelussa suurin hyöty saavutettiin betonirakenteisella päiväkodilla (Betoni 1).
- Sellaisissa rakenneratkaisuissa, jossa käytetään paljon puutuotteita, hiilivarastohyöty on suurin. Tässä tarkastelussa kaikista suurin hyöty olikin hiilivarastosta syntyvä hyöty. Puurakennuksista suurin hiilivarasto oli päiväkotirakennuksella, joka oli rakennettu CLT/tilaelementti ratkaisuna.
- Energiana hyödyntämisen vaikutus oli suurin päiväkodilla, joka rakennettiin CLT-tilaelementtiratkaisulla. Tulevaisuudessa pitäisi kuitenkin välttää jätteen polttamista, ja pyrkiä hyödyntämään resurssit tuotteina tai raaka-aineina. Tämän takia energiahyödyntäminen ei sisälly tällä hetkellä hiilikädenjäljen laskentaan.

**Taulukko 32. Kerrostalon hiilikädenjälki (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Kädenjäljen osatekijä	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Kierrätys	-20	-19	-19	-20	-55	-53
Hiilivarastovaikutus	-156	-164	-273	-234	-26	-50
Betonin karbonatisoituminen	-3	-3	-3	-3	-27	-25
Hyödyntäminen energiana	-2	-2	-3	-2	0	0

**Taulukko 33. Toimiston hiilikädenjälki (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Kädenjäljen osatekijä	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Kierrätys	-37	-36	-36	-37	-64	-63
Hiilivarastovaikutus	-154	-154	-234	-187	-19	-34
Betonin karbonatisoituminen	-4	-4	-4	-4	-22	-21
Hyödyntäminen energiana	-1	-1	-2	-2	0	0

**Taulukko 34. Koulun hiilikädenjälki (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Kädenjäljen osatekijä	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Kierrätys	-46,4	-46,6	-46,6	-46,7	-81,5	-79,7
Hiilivarastovaikutus	-211,8	-219,0	-341,9	-331,8	-69,1	-108,4
Betonin karbonatisoituminen	-3,2	-3,2	-3,2	-3,2	-34,3	-32,1
Hyödyntäminen energiana	-2,1	-2,2	-3,4	-3,3	-0,7	-1,1

**Taulukko 35. Päiväkodin hiilikädenjälki (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Kädenjäljen osatekijä	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Kierrätys	-41,2	-41,2	-41,2	-41,6	-85,1	-83,0
Hiilivarastovaikutus	-224,5	-237,7	-361,5	-335,3	-58,7	-96,6
Betonin karbonatisoituminen	-3,2	-3,2	-3,2	-3,2	-35,2	-32,5
Hyödyntäminen energiana	-2,2	-2,4	-3,6	-3,3	-0,6	-0,9

**Taulukko 36. Varaston hiilikädenjälki (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).**

Kädenjäljen osatekijä	Ranka/taso	Ranka/tila	CLT/tila	CLT/taso	Betoni 1	Betoni 2
Kierrätys	-13,8	-13,6	-13,6	-13,8	-34,4	-32,9
Hiilivarastovaikutus	-144,7	-144,2	-235,3	-232,5	-47,4	-81,5
Betonin karbonatisoituminen	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-27,8	-25,8
Hyödyntäminen energiana	-1,4	-1,4	-2,3	-2,3	-0,4	-0,8

## 6.3 Puujulkisivujen vaikutukset

### Julkisivujen materiaalit rakennuksien käyttötarkoituksissa

Puujulkisivun hiilijalanjälki on pienempi kuin betonisen julkisivun, joten puurakentamisen osuutta kasvattamalla voidaan pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä myös betonirunkoisissa taloissa. Vaikutuksen merkittävyyden selvittämiseksi mallinnettiin puujulkisivujen käytön ilmastovaikutuksia valituissa rakennuksissa. Arviossa ei ole huomioitu mahdollisia paloturvallisuuden tai ääneneristävyyteen liittyviä tekijöitä, jotka voivat vähentää puujulkisivujen käyttömahdollisuuksia.

Viimeisen viiden vuoden aikana on keskimäärin rakennettu noin 7,1 miljoona kerrosneliömetriä vuodessa. Eri rakennusten julkisivuissa ja niiden materiaaleissa on eroja. Esimerkiksi pienissä ja keskikokoisissa rakennuksissa (kuten tämän tarkastelun 1–2 kerroksisissa kouluissa ja päiväkodeissa) on julkisivupintaa suhteessa lämmitettyyn nettoalaan enemmän kuin isoissa rakennuksissa. Taulukon 11 tulosten mukaan kouluissa ja päiväkodissa ulkoseinäpintaa nettoalaa kohden oli noin 0,8 m<sup>2</sup>, kerrostalossa 0,6 m<sup>2</sup> ja toimistossa vain 0,4 m<sup>2</sup>. Näin olleen puujulkisivujen lisääminen pienissä rakennuksissa tuottaa suhteellisesti enemmän hyötyjä kuin isommissa rakennuksissa. Puujulkisivujen lisäämisen mahdollisuus on kuitenkin rajallinen. Uudisrakentamisen keskimääräisestä rakennetusta kerrosalasta rakennettiin 33 % puujulkisivulla.

Kaikesta vuosittain rakennetusta kerrosalasta keskimäärin 24 % kerrostaloista, 9 % toimistoista, 10 % kouluista, 3 % päiväkodeista ja 3 % varastoista on betoninen julkisivu. Joissakin rakennuksissa julkisivumateriaali ei ole yksilöity, jolloin julkisivumateriaaliksi on merkitty 'Muu'. Joidenkin rakennusten julkisivumateriaalia ei ole ilmoitettu ja näin julkisivumateriaaliksi on merkitty 'Tuntematon'. Seuraavissa taulukoissa esitetään valittujen rakennusten keskimääräiset kerrosalat, julkisivujen alat materiaaleittain sekä parhaana vuonna rakennettu kerrosalan määrä.

Oletuksena laskelmassa on, että puujulkisivujen osuutta voitaisiin kasvattaa nykyisestä. Esimerkkinä laskettiin tapaus, jossa kaikissa tutkituissa rakennusluokissa 20 % betonijulkisivuista korvattaisiin puujulkisivuilla (Taulukko 44).

#### Yhteenveto

- Tarkastellun puujulkisivun elinkaaren hiilijalanjälki on 9,5 kgCO<sub>2</sub>e/julkisivu-m<sup>2</sup> ja betonisen ulkokuoren hiilijalanjälki on 31,5 kgCO<sub>2</sub>e/julkisivu-m<sup>2</sup>.
- Jos kerrostalojen, toimistojen, koulujen, päiväkotien ja varastojen betonisista julkisivuista 20 % rakennettaisiin puujulkisivulla, uudisrakentamisen päästösäästö olisi noin 1 333 t CO<sub>2</sub>e/vuosi.
- Lisäpotentiaalia puujulkisivujen lisäämiseen olisi myös korvamaan osittain tiilipintaisia julkisivuja kerrostalorakentamisessa ja metallilevyillä päällystettyjä julkisivuja varastorakentamisessa.
- Edellytyksenä puujulkisivujen lisäämiselle on, että ne ovat kohtuuhintaisesti huollettavia sekä täyttävät palo- ja äänitekniset vaatimukset.

**Taulukko 37. Kerrostalojen julkisivumateriaalit.**

Kerrostalojen julkisivumateriaali	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Osuus	Parhaana rakennusvuonna rakennettu määrä
	kem <sup>2</sup> /vuosi	julkisivu-m <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi
Betoni	430 571	267 105	24	531 974
Kivi	39 299	24 379	2	65 464
Lasi	13 750	8 530	1	33 287
Metallilevy	6 301	3 909	0,3	14 521
Muu	367 208	227 798	20	421 845
Puu	114 434	70 989	6	136 663
Tiili	859 397	533 128	47	1 114 727
Yhteensä	1 830 959	1 645 865	100	

**Taulukko 38. Toimistojen julkisivumateriaalit.**

Toimistojen, julkisivumateriaali	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Osuus	Parhaana rakennusvuonna rakennettu määrä
	kem <sup>2</sup> /vuosi	julkisivu-m <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi
Betoni	16 438	6 419	9	24 455
Kivi	1 970	769	1	3 535
Lasi	11 864	4 633	7	44 405
Metallilevy	44 298	17 298	26	88 694
Muu	28 605	11 170	17	44 934
Puu	11 012	4 300	6	20 433
Tiili	58 819	22 968	34	93 159
Julkisivu tuntematon	35	14	0	173
Yhteensä	173 040	67 571	100 %	

**Taulukko 39. Koulujen julkisivumateriaalit.**

Koulujen julkisivumateriaali	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Osuus	Parhaana rakennusvuonna rakennettu määrä
	kem <sup>2</sup> /vuosi	julkisivu-m <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi
Betoni	26 984	19 380	10	31 635
Kivi	6 673	4 793	2	12 308
Lasi	236	169	0	1 179
Metallilevy	2 218	1 593	1	5 197
Muu	41 700	29 949	15	53 943
Puu	88 096	63 271	32	103 197
Tiili	113 114	81 240	41	155 739
Yhteensä	279 020	200 396	100 %	

**Taulukko 40. Päiväkotien julkisivumateriaalit.**

Päiväkotien julkisivumateriaali	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Osuus	Parhaana rakennusvuonna rakennettu määrä
	kem <sup>2</sup> /vuosi	julkisivu-m <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi
Betoni	2 015	1545	3	4 465
Kivi	801	614	1	2 377
Lasi	0	0	0	0
Metallilevy	173	133	0	862
Muu	5 369	4117	8	12 690
Puu	51 220	39280	72	62 278
Tiili	11 758	9017	16	15 258
Yhteensä	71 336	54 706	100 %	

**Taulukko 41. Varastojen julkisivumateriaalit.**

Varastojen julkisivumateriaali	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Keskimääräinen uudisrakentaminen (2020–2024)	Osuus	Parhaana rakennusvuonna rakennettu määrä
	kem <sup>2</sup> /vuosi	julkisivu-m <sup>2</sup> /vuosi	%	kem <sup>2</sup> /vuosi
Betoni	18 523	8547	3	25 815
Kivi	1 008	465	0	1 492
Lasi	36	17	0	180
Metallilevy	368 043	169831	68	428 373
Muu	120 875	55777	22	150 957
Puu	32 702	15090	6	45 539
Tiili	2 773	1280	1	4 304
Yhteensä	543 960	251 007	100 %	

**Taulukko 42. Puujulkisivun elinkaaren hiilijalanjälki (kgCO<sub>2</sub>e/julkisivu-m<sup>2</sup>).**

Rakennekerros	Massa	Valmistus, A1-A3	Kuljetus, A4	Rakentaminen, A5	Rakennustuotteiden vaihdot, B4	Kuljetus, C2	Purkujätteen hyödyntäminen ja loppusijoitus, C3-4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/julkisivu-m <sup>2</sup>						
Maali	0,65	1,6		0,163			0,037	
Ulkoverhouslauta	13,6	-20,9		0,12			22,1	
Ristiin koolaus	3,0	-4,6		0,03			4,9	
Yhteensä	17,3	-23,9	0,234	0,313	5,6	0,234	27,04	9,5

**Taulukko 43. Betonisen ulkokuorielementin elinkaaren hiilijalanjälki (kgCO<sub>2</sub>e/julkisivu-m<sup>2</sup>).**

Rakennekerros	Massa	Valmistus, A1-A3	Kuljetus, A4	Rakentaminen, A5	Rakennustuotteiden vaihdot, B4	Kuljetus, C2	Purkujätteen hyödyntäminen ja loppusijoitus, C3-4	Yhteensä
	kg/m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/julkisivu-m <sup>2</sup>						
Betoni	168	25,2	2,27	0,79	0	2,27	1	31,5

**Taulukko 44. Päästösäästö, jos 20 % betonisten kerrostalojen, toimistojen, opetusrakennusten ja varastojen julkisivuista rakennettaisiin puusta.**

	Keskimääräinen vuodessa valmistunut rakennusala, kem <sup>2</sup> /vuosi	Keskimääräinen vuodessa valmistunut julkisivumäärä, m <sup>2</sup> /vuosi	Hiilijalanjälki vuodessa, tCO <sub>2</sub> e/a
Kerrostalon betonijulkisivu, 100 %	430 571	267 105	8 414
Jos 20 % puujulkisivua	172 228	53 421	508
Ja 80 % betonijulkisivua	258 343	213 684	6 731
Yhteensä 20 % puuta + 80 % betonia	430 571	267 105	7 239
<b>Kerrostalojen päästösäästöpotentiaali</b>			1175
Toimistojen betonijulkisivuja	16 438	6 419	202
Jos 20 % puujulkisivua	6 575	1 284	12
Ja jos 80 % betonista	9 863	5 135	162
Yhteensä 20 % puuta + 80 % betonia	16 438	6 419	174
<b>Toimistojen päästösäästöpotentiaali</b>			28,2
Koulujen betonijulkisivuja	26 984	19 380	610
Jos 20 % puujulkisivua	10 794	3 876	37
Ja jos 80 % betonista	16 190	15 504	488
Yhteensä 20 % puuta + 80 % betonia	26 984	19 380	525
<b>Koulujen päästösäästöpotentiaali</b>			85
Päiväkotien betonijulkisivuja	2 015	1 545	49
Jos 20 % puujulkisivua	806	309	3
Ja jos 80 % betonista	1 209	1 236	39
Yhteensä 20 % puuta + 80 % betonia	2015	1 545	42
<b>Päiväkotien päästösäästöpotentiaali</b>			7
Varastojen betonijulkisivuja	18 523	8 547	269
Jos 20 % puujulkisivua	7 409	1 709	16
Ja jos 80 % betonista	11 114	6 838	215
Yhteensä 20 % puuta + 80 % betonia	18 523	8 547	232
<b>Varastojen päästösäästöpotentiaali</b>			38
<b>Päästösäästöpotentiaali yhteensä</b>			1 333

## 6.4 Vaikutus rakennussektorin kokonaispäästöihin

Rakennussektorin kokonaispäästöjen laskennassa käytettiin lähtötietona ympäristöministeriön selvityksen mukaisia rakennusten käyttötarkoituusluokkien mukaan laskettuja keskimääräisiä hiilijalanjälkiä (YM 2024c). Siinä esitetystä rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjäljestä (viitteen Taulukko 8) on vähennetty elinkaaren tilastolaskennallinen energian käytön vaikutus (viitteen Taulukko 7). Puurakentamisen osalta on hyödynnetty tämän hankkeen laskelmia. Ennusteita varten tehdyt oletukset ja laskentatavat on tarkemmin kuvattu Liitteessä 3.

Skenaarioiden 1–3 arvioinneissa on hyödynnetty tämän selvityksen päästölaskentoja kerrostaloille, toimistoille, kouluille, päiväkodeille ja varastoille. Niiden arvioinnissa käytettiin kansallisen päästötietokannan tyypillisiä hiilijalanjälkiarvoja. Rakennustuoteteollisuudessa tilanne voi kuitenkin muuttua nopeasti. Innovaatiota tehdään, valmistusprosessit kehittyvät ja tuotteiden valmistuksen päästöt vähenevät.

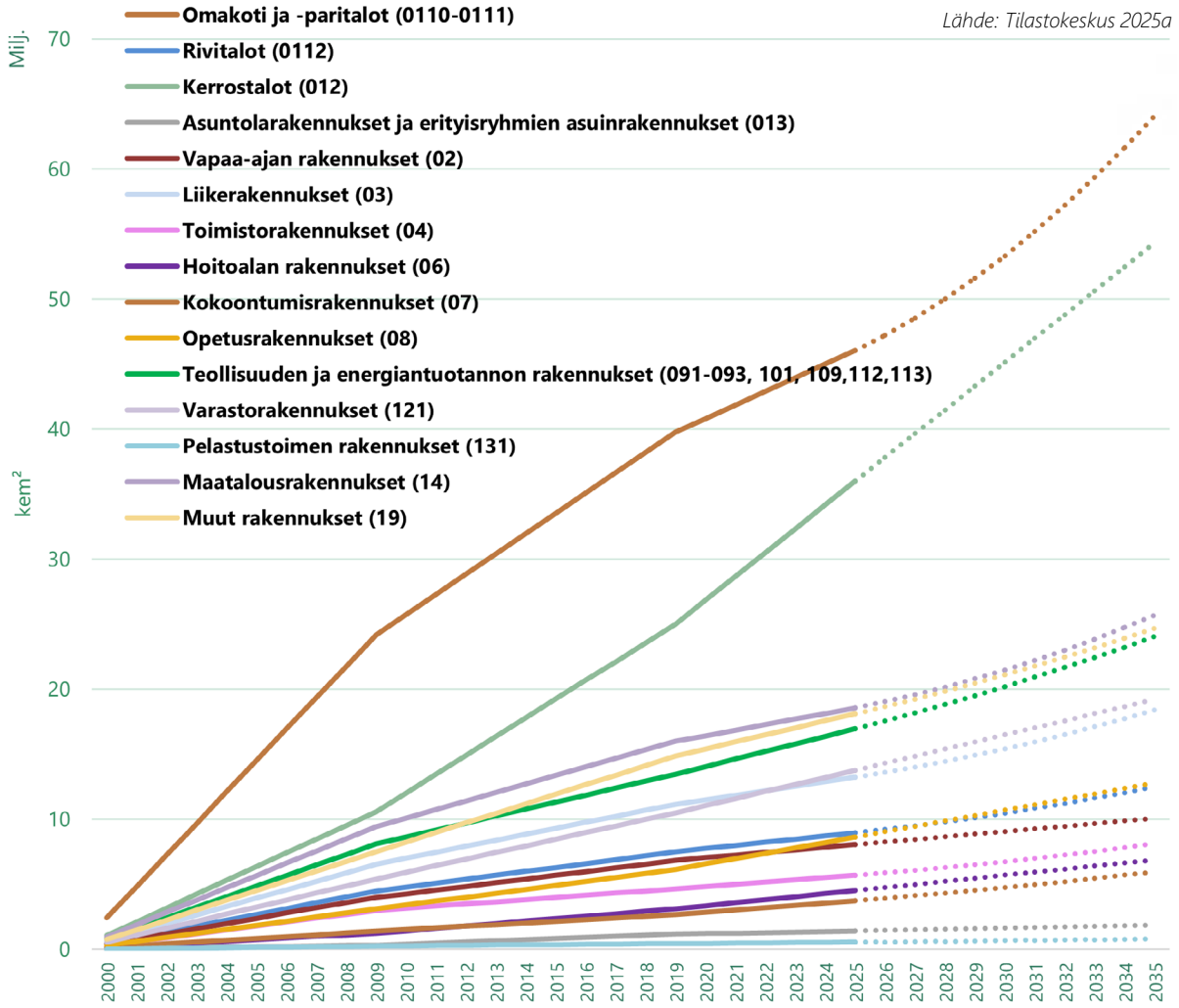
Kotimainen betoniteollisuus on jo ottanut käyttöön vähähiilisen betonin luokittelun. Markkinoille on tulossa betonituotteita, joiden hiilijalanjälki voi olla jopa alle puolet perinteiseen betonituotteeseen nähden. Hiilidioksidikövetetty betoni voi lähitulevaisuudessa saada merkittävän osuuden vähähiilisen rakentamisen markkinoista. Geopolymeeristä tehtävät betonin korvikkeet kehittyvät myös nopeasti, ja voivat mahdollistaa 50...80 % betonia pienemmät hiilijalanjäljet. Myös terästeollisuus on tekemässä isoa harppausta vetypelkistyksen ja uusiutuvan energian myötä. Markkinoilla on jo joitakin fossiilivapaita terästuotteita, joiden hiilijalanjälki on lähes nolla.

On kuitenkin huomattava, että uusien tuoteinnovaatioiden täytyy soveltua käyttökohteisiin ja täyttää muut tekniset vaatimukset. Betoni- ja terästuotteiden laadulle ja niiden käytölle työmaalla on lukuisia erilaisia vaatimuksia. Niiden täyttäminen voi käytännössä hidastaa uusien tuotteiden käyttöönottoa esimerkiksi toimialan sisäisen kilpailun, konservatiivisuuden tai riskienhallinnan vuoksi.

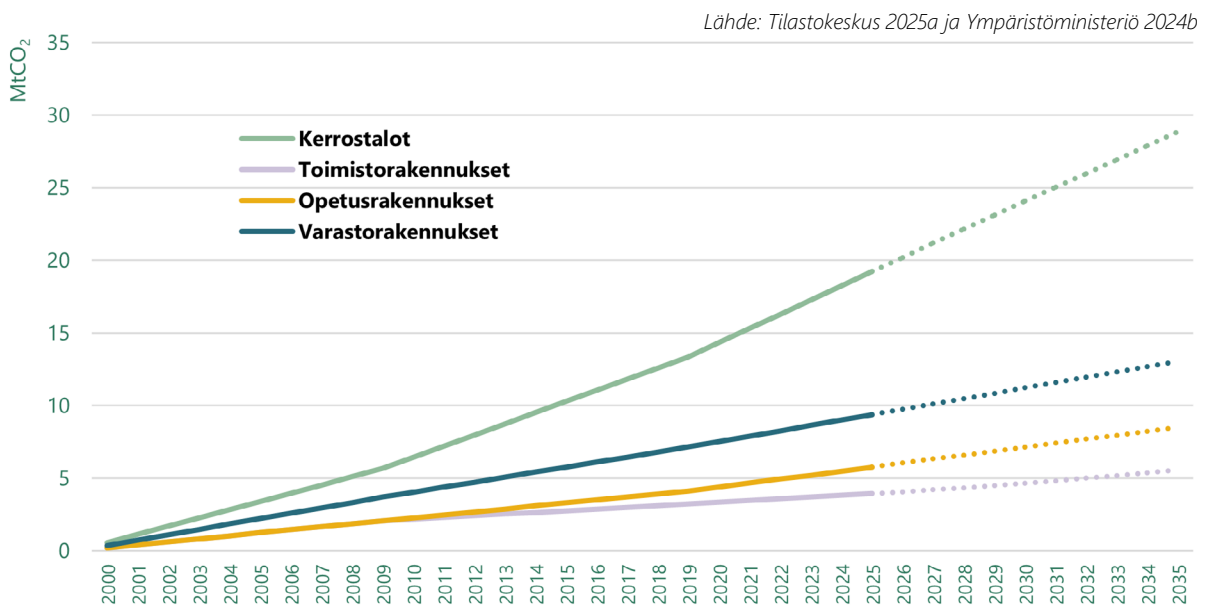
Vähähiilisydessä puurakenteiden kanssa kilpailevien uusien tuotteiden tuloa markkinoille on vaikea ennustaa. Tässä raportissa rakennusmateriaaliteollisuuden innovaatiot on kuitenkin otettu huomioon laskennoissa siten, että rakennuksen tuotesidonnaisten päästöjen osuuden oletetaan vähenevän 3 % aikajaksolla 2026–2035. Valmistuneiden rakennusten hiilijalanjälki laskettiin olettamalla, ettei rakennuksen käyttötarkoituusluokkakohtainen päästöprofiilikauma muutu.

Ennusteen mukaan esimerkiksi vuonna 2025 kaikkia rakennuksia tulnaisiin yhteensä rakentamaan noin 7,1 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi ja vuonna 2035 noin 10,1 milj. kem<sup>2</sup>/vuosi). Rakentamisen oletetaan siis palautuvan sellaiseksi, kun se on parhaimmillaan ollut 2000-luvulla, jos kyseessä on käyttötarkoituusluokka, jossa rakentamisen määrä on ollut selkeästi pienempi 2020-luvulla kuin sitä edeltävänä aikana (Kuva 24).

Rakennuskannan skenaarioiden arvioissa oletetaan, että kun valituissa käyttötarkoituusluokissa vuonna 2024 uuttaa kerrosalaa rakennettiin noin 2,96 milj. kem<sup>2</sup>, joka on noin 41 % kaikesta rakentamisesta, määrä vuonna 2035 olisi noin 3,09 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa ja sen osuus kaikesta rakentamisesta olisi 30 %. Perusskenaarion mukaan rakentamisen tuotesidonnainen hiilijalanjälki (joka ei sisällä käytönaikaisen energian vaikutusta) tulee olemaan valituille käyttötarkoituusluokille vuonna 2035 noin 1,8 MtCO<sub>2</sub>e/vuosi. Tarkasteluun valittujen käyttötarkoituusluokkien arvioidut tuotesidonnaiset päästöt sekä ennusteet aikavälillä 2000–2035 on esitetty Kuvassa 25 ilman olettamusta, että puurakentaminen lisääntyy.



**Kuva 24. Vuoden 2000 jälkeen rakennettu rakennuskanta ja ennuste sen kumulatiivisesta kasvusta vuoteen 2035.**



**Kuva 25. Vuoden 2000 jälkeen rakennetun rakennuskannan kumulatiiviset tuotesidonnaiset päästöt sekä projektiot vuoteen 2035 saakka valituissa käyttötarkoituksissa.**

Ilmastovaikutuksia mallinnettiin skaalaamalla puurakentamisen määrää niin, että sen avulla saavutettaisiin 0,3 MtCO<sub>2</sub>e, 0,6 MtCO<sub>2</sub>e sekä 1,5 MtCO<sub>2</sub>e päästövähennykset vuoteen 2035 (Kuva 26). Skenaarioissa on kokeiltu minkälaisia ilmastovaikutuksia syntyisi, jos puurakentamisen määrää kerrostaloissa, toimistoissa, opetusrakennuksissa ja varastoissa lisättäisiin nykyisestä maltillisesti (Skenaario 1), runsaasti (Skenaario 2) tai erittäin runsaasti (Skenaario 3). Tarkastelun on tarkoitus osoittaa teoreettiset päästövaikutukset. Käytännössä rakentamisen materiaalien valintaa ohjaavat monet muutkin tekijät.

Arvioinnissa käytetyt päästötiedot on esitetty Taulukossa 45. Puurakentamisen osuus edellä mainituissa käyttötarkoituksiluokissa tavoitevuonna 2035 eri skenaarioissa on esitetty Taulukossa 46. Skenaarioita 1–3 arvioidessa puurunkoisten rakennusten tuotesidonaiset päästöt kerrostalojen, toimistojen, opetusrakennusten ja varastojen osalta perustuvat tässä raportissa tehtyihin arviointeihin.

Arvioinnissa oletus on, että puurakentaminen ei lisääny vain jonkun tietyn materiaalin vähe-  
tessä, vaan että kaikkien muiden materiaalien osuus laskee suhteessa yhtä paljon. Ennusteiden pohjalla olevat yleistyksiset ja laskentakaavat löytyvät Liitteestä 3.

Taulukossa 47 esitetään vuotuiset päästöt (MtCO<sub>2</sub>e) vuonna 2035 tarkastelussa olleille käyttötarkoituksiluokille Skenaarioissa 1–3. Niitä verrataan Perusskenaarioon, jossa rakentamisen määrän oletetaan kasvavan ennusteiden mukaisesti ilman puurakentamisen osuuden lisääntymistä.

Puurakentamisen tavoitellut osuudet saavutettaisiin Skenaariossa 1 vuonna 2035, jolloin vuosittain yhteensä noin 670 000 kem<sup>2</sup> tarkastelluista rakennuksista tehtäisiin puurunkoisina. Tällöin vuotuiset päästöt vuonna 2035 olisivat 0,05 MtCO<sub>2</sub>e pienemmät (-3 %) kuin Perusskenaariossa. Vastaavasti Skenaariossa 2 yhteensä noin 880 000 kem<sup>2</sup> käyttötarkoitukseluokkien rakennuksista tehtäisiin puurunkoisina, jolloin vuotuiset päästöt olisivat 0,11 MtCO<sub>2</sub>e pienemmät (-6 %) kuin Perusskenaariossa. Skenaariossa 3 yhteensä noin 1 430 000 kem<sup>2</sup> rakennettaisiin puurunkoisina, ja vastaava vuosittainen päästövähennys olisi 0,28 MtCO<sub>2</sub>e (-16 %) Perusskenaarioon nähden.

Jos siirtymä puurakentamisen tavoitteisiin olisi tasaista, saavutettaisiin 0,1 MtCO<sub>2</sub>e vuotuinen päästövähennys Skenaariossa 2 vuoden 2033 aikana ja Skenaariossa 3 vuoden 2028 aikana. Tavoite jäisi saavuttamatta Skenaariossa 1 ennen vuotta 2035 (Kuva 27). Suurin vaikutus päästöväheneisiin olisi kerrostaloilla (40–69 % päästövähennyksestä) ja varastoilla (37–15 % päästövähennyksestä), kuten Kuvassa 28 on esitetty.

Skenaariossa 1 rakennettaisiin 360 000 kem<sup>2</sup> enemmän puusta vuonna 2035 suhteessa nykytasoon. Vastaavasti Skenaariossa 2 rakennettaisiin 760 000 kem<sup>2</sup> ja Skenaariossa 3 1 710 000 kem<sup>2</sup> enemmän nykytasoon nähden.

Edellä esitettyjä teoreettisia puurakentamisen lisäämisen tuomia mahdollisia päästösäästöjä voidaan verrata muihin suunniteltuihin ilmastotoimiin (Kuva 29). Vuonna 2025 laaditussa keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa (Kaisu) on esitetty joukko erilaisia sektorikohtaisia lisätoimia (Ympäristöministeriö, 2025). Ne ovat tarpeen, jotta Suomi saavuttaisi ilmastolain mukaisen hiilineutraaliuden vuoteen 2035 mennessä. Kaisussa esitettyjen lisätoimien vuosittainen päästövähennyspotentiaali vuonna 2030 vaihtelee 0,005–0,3 MtCO<sub>2</sub>e välillä. Näihin verrattuna tässä raportissa esitetyt puurakentamisen lisäämisellä saavutettavat mahdolliset 0,03–0,14 MtCO<sub>2</sub>e vuosittaisen päästövähennykset vuonna 2030 ovat epävarmuuksineenkin oikean suuntainen ja merkittävä lisä ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta. On lisäksi huomattava, että puurakentamisen lisäämisellä edellä mainittuja päästösäästöjä voisi syntyä kumulatiivisesti vuosittain. Kaisun päästösäästöt kuvaavat vain vuonna 2030 saavutettavaa tasoa.

Puurakentamista lisäämällä valituissa käyttötarkoituseraluokissa voidaan pienentää koko maan rakentamisen päästöjä merkittävästi. Skenaariossa 1 voitaisiin saada vuosikymmenessä aikaan 1,9 % päästövähennys suhteessa koko rakennetun ympäristön vuotuisiin nykypäästöihin (14,5 MtCO<sub>2</sub>e, sisältää talon- ja infrarakentamisen sekä energiankulutuksen (Laine ym. 2024). Skenaarioissa 2 ja 3 vastaavat vuosittaiset päästövähennykset olisivat 4,3 % ja 10,6 %.

### **Yhteenveto**

- Tarkastelluissa käyttötarkoituseraluokissa vuonna 2024 uuttaa kerrosalaa rakennettiin noin 2,96 milj. kem<sup>2</sup>, joka oli noin 41 % kaikesta rakentamisesta. Mallinnuksen mukaan vuonna 2035 määrä olisi noin 3,09 milj. kem<sup>2</sup> vuodessa (+4 %) ja sen osuus kaikesta rakentamisesta on 30 %.
- Perusskenaarion mukaan rakentamisen tuotesidonnainen hiilijalanjälki tulisi vuonna 2035 olemaan noin 1,78 MtCO<sub>2</sub>e/vuosi valituille käyttötarkoituseraluokille (kerrostalot, toimistot, opetusrakennukset ja varastot).
- Puurakentamisen kolme skenaariota asetettiin niin, että niillä saavutettaisiin 0,3 MtCO<sub>2</sub>e (-3 %, Skenaario 1), 0,6 MtCO<sub>2</sub>e (-6 %, Skenaario 2) sekä 1,5 MtCO<sub>2</sub>e (-16 %, Skenaario 3) päästövähennykset vuoteen 2035 mennessä lisäämällä puurakentamista kerrostaloissa, toimistoissa, opetusrakennuksissa sekä varastoissa.
  - o Skenaariossa 1 puurakentamisen osuudet valituissa käyttötarkoituseraluokissa vuonna 2035 olisivat kerrostaloissa 10 %, toimistoissa 25 %, opetusrakennuksissa 30 % ja varastoissa 50 %.
  - o Skenaariossa 2 vastaavat osuudet olisivat 20 %, 40 %, 45 % ja 70 %.
  - o Skenaariossa 3 osuudet olisivat 60 %, 60 %, 70 % ja 80 %.
- Suurin vaikutus päästöjen kannalta on kerrostalorakentamisella. Nykyään 4 % kerrostaloista on puurunkoisia, mutta Skenaariossa 1 puurakentamisen osuus olisi 10 %, Skenaariossa 2 se olisi 20 % ja Skenaariossa 3 se olisi 60 %.
- Skenaariotarkastelut ovat teoreettisia ja niihin sisältyy epävarmuuksia. Ne kuitenkin näyttävät puurakentamisen lisäämisen ilmastovaikutuksien suuruusluokat rakennetussa ympäristössä.

**Taulukko 45. Ennusteessa käytetyt päästötiedot.**

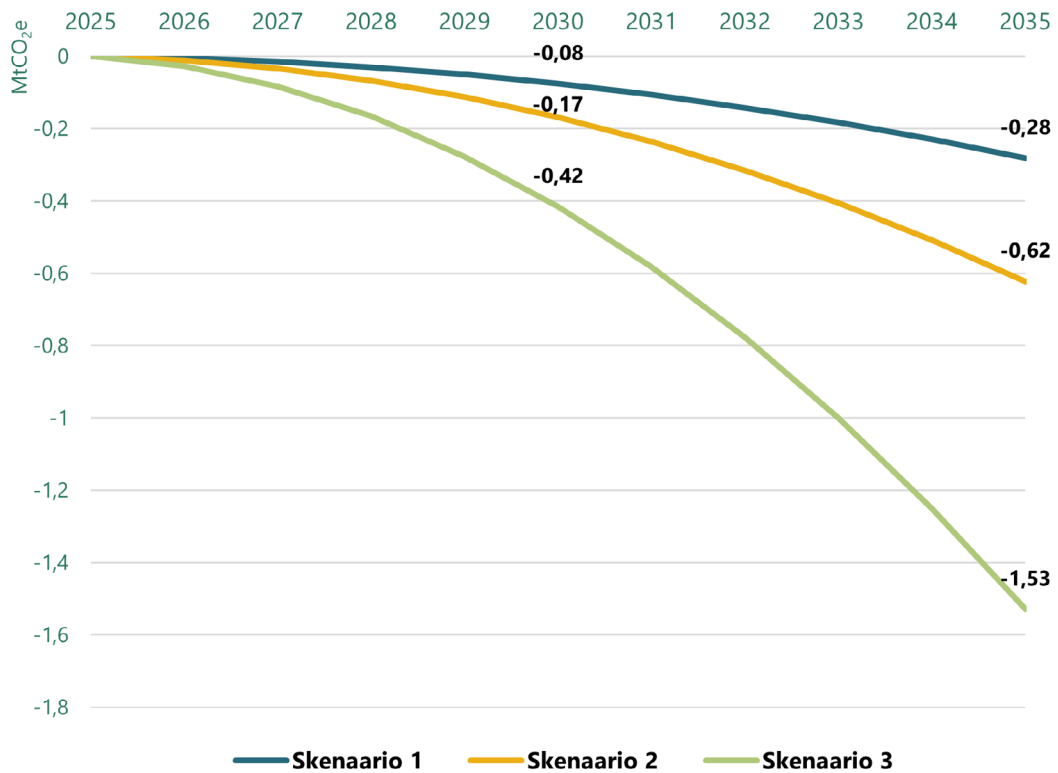
Käyttötarkoitussuokka	Kaiken rakentamisen keskiarvo		Puurunkoisen rakentamisen keskiarvo		Muun kuin puurunkoisen rakentamisen keskiarvo	
	kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2*</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2*</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/kem <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2*</sup>
Kerrostalo	534	548	347	355	542	556
Toimistot	690	714	529	542	713	737
Opetusrakennukset	668	698	598	620	681	713
Varastot	681	701	575	592	715	736
*lämmitetty nettoala						

**Taulukko 46. Puurakentamisen osuudet eri käyttötarkoitussuokissa ja skenaarioissa.**

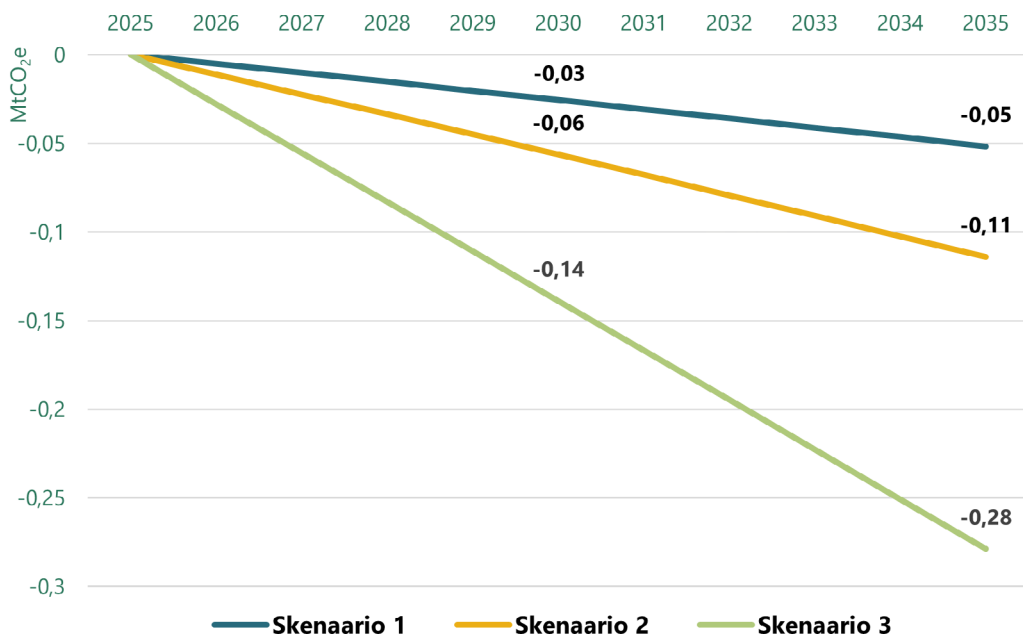
Käyttötarkoitussuokka	Nykytaso/ Perusskenaario		Skenaario 1		Skenaario 2		Skenaario 3	
	%	kem <sup>2</sup> / vuosi	%	kem <sup>2</sup> / vuosi	%	kem <sup>2</sup> / vuosi	%	kem <sup>2</sup> / vuosi
Kerrostalo	4	73 224	10	183 061	20	366 121	60	1 098 364
Toimistot	12	35 938	25	74 871	40	119 793	60	179 689
Opetusrakennukset	16	66 544	30	124 770	45	187 156	70	291 131
Varastot	24	130 905	50	272 718	70	381 806	80	436 349
<i>Yhteensä</i>	-	<i>306 611</i>	-	<i>655 420</i>	-	<i>1 054 876</i>	-	<i>2 005 534</i>
*lämmitetty nettoala								

**Taulukko 47. Puurakentamisen lisäämisen vaikutus tuotesidonnaisiin vuotuisiin päästöihin valikoiduissa käyttötarkoitussuokissa vuonna 2035.**

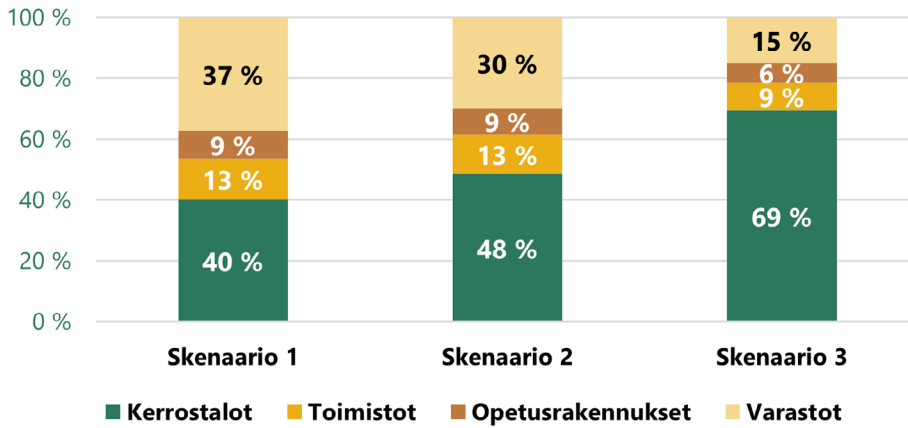
Käyttötarkoitussuokka	Nykytaso	Perusskenaario	Skenaario 1		Skenaario 2		Skenaario 3	
	MtCO <sub>2</sub> e/ vuosi	MtCO <sub>2</sub> e/vuosi	MtCO <sub>2</sub> e/ vuosi	Säästö %	MtCO <sub>2</sub> e/ vuosi	Säästö %	MtCO <sub>2</sub> e/ vuosi	Säästö %
Kerrostalo	0,98	0,95	0,93	- 2,2	0,89	- 5,8	0,75	- 20,4
Toimistot	0,12	0,20	0,19	- 3,5	0,19	- 7,5	0,17	- 12,8
Opetusrakennukset	0,28	0,27	0,26	- 1,7	0,26	- 3,6	0,25	- 6,7
Varastot	0,37	0,36	0,34	- 5,3	0,33	- 9,5	0,32	- 11,5
<i>Yhteensä</i>	<i>1,75</i>	<i>1,78</i>	<i>1,73</i>	<i>- 2,9</i>	<i>1,66</i>	<i>- 6,4</i>	<i>1,50</i>	<i>- 15,7</i>
<i>Säästö % on ilmoitettu suhteessa Perusskenaarion päästöihin eri käyttötarkoitussuokissa.</i>								



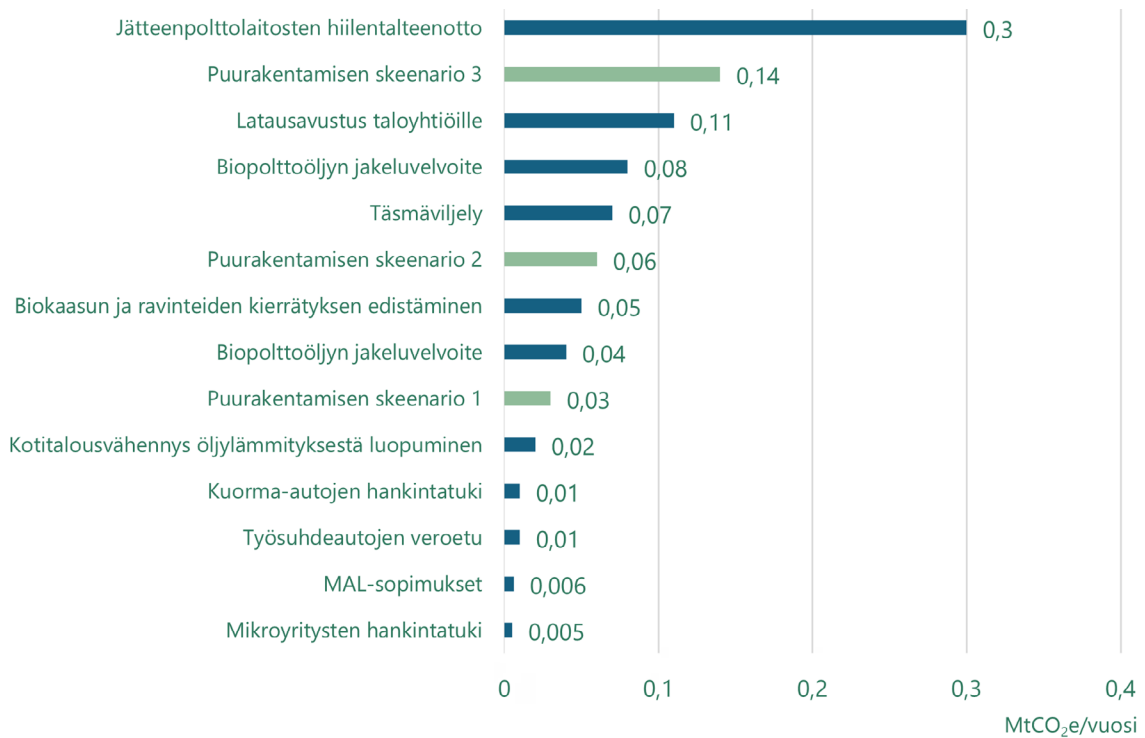
**Kuva 26. Skenaarioiden 1-3 avulla vältetyt kumulatiiviset tuotesidonnaiset päästöt ajalta 2025-2035.**



**Kuva 27. Skenaarioiden 1-3 vuotuiset päästövähennykset suhteessa Perusskenaarioon.**



**Kuva 28. Valittujen käyttötarkoituksiluokkien osuudet (%) päästövähennyksistä vuonna 2035 Skenaarioissa 1–3 suhteessa Perusskenaarioon.**



**Kuva 29. Puurakentamisen skenaarioiden päästösäästöt vuonna 2030 suhteessa keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman päästövähennystoimiin (MtCO<sub>2</sub>e/vuosi).**

## 6.5 Vaikutus rakennussektorin puun tarpeeseen

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on ollut, että puun käytön lisääminen rakentamisessa tapahtuisi metsien hakkuita lisäämättä. Ilmastovaikutusten kannalta puuta olisi hyvä käyttää vähemmän lyhytikäisiin tarkoituksiin, kuten paperiin, pakkaustuotteisiin ja polttoon, ja enemmän pitkäikäisiin käyttökohteisiin, kuten rakentamisen puutuotteisiin. Puun tuottavuutta ja arvonlisää voitaisiin nostaa merkittävästi, jos mekaanisen metsäteollisuuden tuotteita jatkojalostettaisiin nykyistä enemmän kotimaassa ja esimerkiksi sahatavaran vientiä vähennettäisiin. Myös vähempiarvoisista metsien puujakeista voitaisiin tuottaa nykyistä enemmän uusia puutuotteita rakentamiseen. Hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyiset puutuotteet edellyttävät kuitenkin määrätietoisia yhteiskunnallisia toimenpiteitä, monitieteellistä tutkimusta ja uusia innovaatioita (Österberg ym. 2024).

Suomessa vuotuinen sahatavaratuotanto on noin 12 milj. m<sup>3</sup> ja siitä noin 75 % menee vientiin (Österberg ym. 2024). Rakentamiseen päätyvä puun määrä on metsävaroihimme nähden pientä. Vuonna 2021 Suomen uudisrakennuksiin sitoutui 0,89 milj. m<sup>3</sup> ja korjausrakentamiseen 0,78 milj. m<sup>3</sup> puuta (Forecon Oy 2022).

Skenaariossa 1 puutuotteita tarvittaisiin valituille käyttötarkoituseroille vuonna 2035 noin 0,33 milj. m<sup>3</sup> (sisältää myös muutaman prosentin osalta liimoja). Tukkeina tämä tarkoittaisi noin 0,67 milj. m<sup>3</sup> (Taulukko 49), jos sahatavaran saanto kaadetuista tukeista olisi noin 50 %. Vastaavasti vuonna 2036 Skenaariossa 2 puutuotteita tarvittaisiin noin 0,44 milj. m<sup>3</sup> ja tukkipuuta noin 0,88 milj. m<sup>3</sup>. Skenaariossa 3 puutuotteita tarvittaisiin noin 0,72 milj. m<sup>3</sup> ja tukkipuuta noin 1,43 milj. m<sup>3</sup>.

Tukkipuun tarve olisi siis eri skenaarioissa 37–195 % korkeampi kuin Perusskenaariossa. Skenaariotarkasteluissa tukkipuun tarve (Taulukko 49) on laskettu tässä raportissa käytettyjen rakenneratkaisujen edellyttämän puun tarpeen keskiarvona. Tukkipuun tarve kasvaa luonnollisesti vielä näitä projektioita enemmän, jos puurakentamista lisätään suosimalla massiivipuista CLT-rakentamista kevyemmän rankarakentamisen sijaan.

**Taulukko 48. Arvioinnissa käytetyt tukkipuutarpeet valituille käyttötarkoituseroille.**

Käyttötarkoitusero	Kaiken rakentamisen keskiarvo		Puurunkoisen rakentamisen keskiarvo		Muun kuin puurunkoisen rakentamisen keskiarvo	
	m <sup>3</sup> /kem <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *	m <sup>3</sup> /kem <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *	m <sup>3</sup> /kem <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *
Kerrostalo	0,11	0,11	0,68	0,62	0,09	0,09
Toimistot	0,12	0,13	0,53	0,55	0,07	0,07
Opetusrakennukset	0,26	0,28	0,80	0,83	0,16	0,17
Varastot	0,25	0,26	0,57	0,59	0,15	0,15

\*m<sup>2</sup> = lämmitetty nettoala

Kaikkien rakennusten puuntarpeet perustuvat tämän raportin laskelmiin. Puurunkoisten rakennusten keskiarvot perustuvat tämän raportin laskelmiin ja puun tarve muille kuin puurunkoisille rakennuksille on oletettu olevan sama, kun mitä se on tässä arvioinnissa tehdyille betonirunkoisille rakennuksille.

Sahatavaran saanto kaadetuista tukeista on noin 50 %.

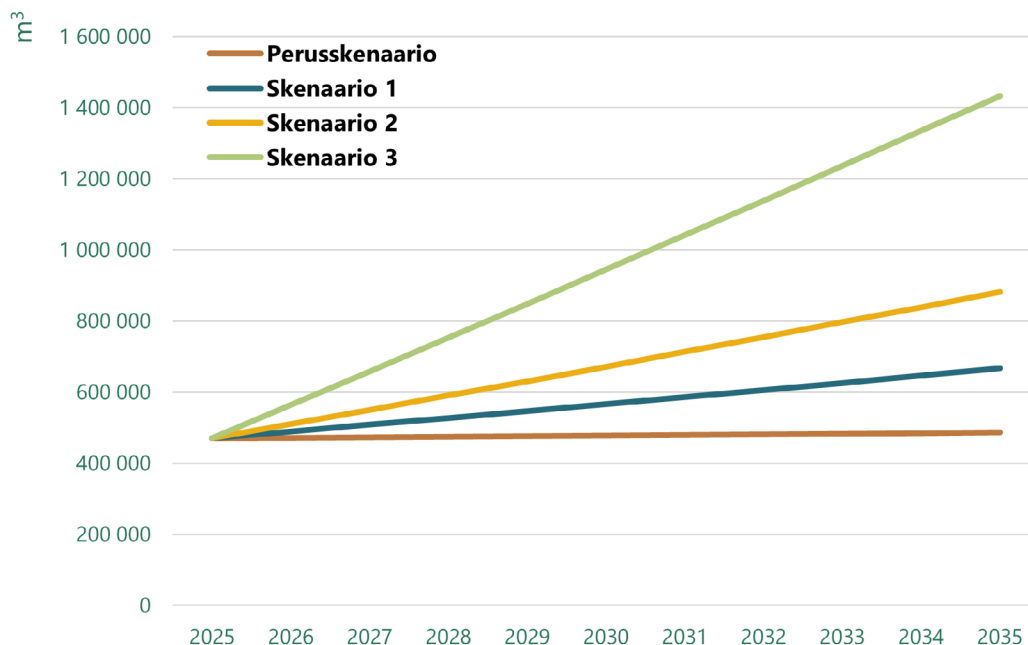
**Taulukko 49. Puurakentamisen lisäämisen vaikutus tukkipuun vuotuisen tarpeiseen valikoiduissa käyttötarkoituserissä vuonna 2035.**

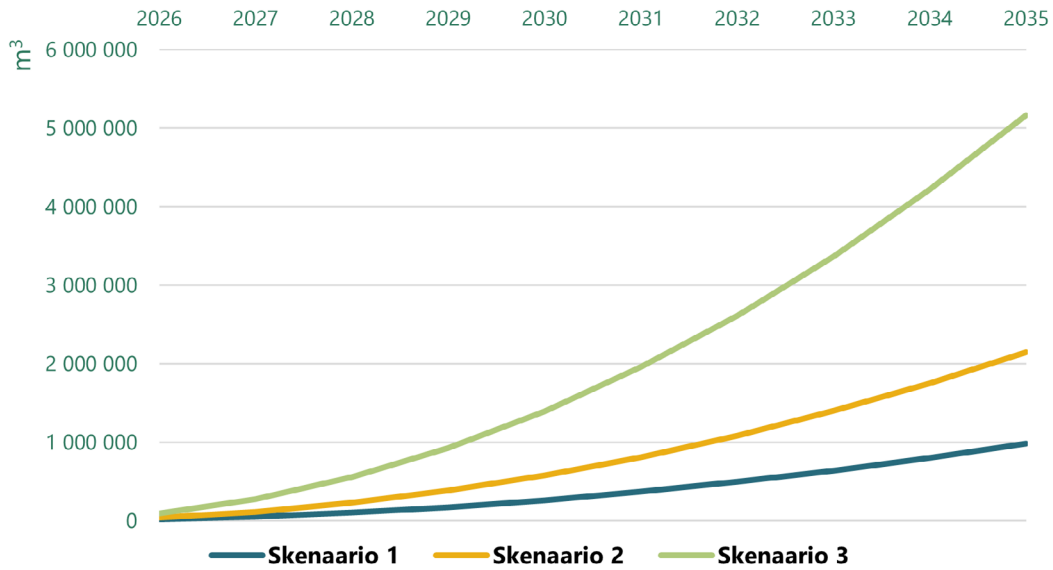
Käyttötarkoituseriluokka	Nykytaso	Perusskenaario	Skenaario 1		Skenaario 2		Skenaario 3	
	m <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /vuosi	Kasvu %	m <sup>3</sup> /vuosi	Kasvu %	m <sup>3</sup> /vuosi	Kasvu %
Kerrostalo	204 049	204 049	269 307	32	378 070	85	813 123	298
Toimistot	21 351	36 953	55 025	49	75 876	105	103 678	181
Opetusrakennukset	109 706	109 706	146 530	34	185 984	70	251 741	129
Varastot	135 118	135 118	195 391	45	241 755	79	264 937	96
<i>Yhteensä</i>	<i>470 224</i>	<i>485 253</i>	<i>666 253</i>	<i>37</i>	<i>881 686</i>	<i>81</i>	<i>1 433 480</i>	<i>195</i>

*Kasvu % on ilmoitettu suhteessa Perusskenaarion tukkipuun tarpeeseen eri käyttötarkoituseriluokissa.*

Tukkipuun tarve kasvaa selvästi käytettyjen skenaarioiden välillä (Kuva 20). Tästä huolimatta kasvun osuus hakkuista jää pieneksi sekä suhteessa nykyisiin hakkuisiin (0,3–1,4 %) että tuleviin hakkuisiin, vaikka niitä vähennettäisiin 10 milj. m<sup>3</sup> (0,3–1,7 %, ks. Taulukko 60). Puurakentamisen lisääminen ei siis olisi metsätalouden mittakaavassa pullonkaula. Kyseessä olisi pikemminkin puutuotteiden jalostuksen ja tuotantorakenteen muutos.

Suurin osa tukkipuun lisätarpeesta johtuisi lisääntyvästä puukerrostalojen rakentamisesta. Valituissa skenaarioissa kerrostalojen osuus tukkipuutarpeesta on 36–64 % (Kuva 22). Tämä korostaa erityisesti asuinkerrostalorakentamisen roolia puun kysynnän kasvun ajurina. Kansainvälisesti vastaava kehitys on nähtävissä myös muissa maissa, joissa puukerrostalojen rakentaminen on tunnistettu yhdeksi keskeisimmistä keinoista lisätä puun käyttöä rakennussektorilla (Hurmekoski ym. 2015). Puukerrostalojen yleistymistä edistävät erityisesti teollisen esivalmistuksen tuoma kustannustehokkuus sekä arkkitehtien ja kuluttajien myönteinen suhtautuminen puuhun kestäväksi ja ympäristöystävälliseksi rakennusmateriaaliksi. Kehitystä

**Kuva 29. Projektio tukkipuun vuotuisen tarpeen (m<sup>3</sup>) kehityksestä käyttötarkoituseriluokille kerrostalot, toimistot, opetusrakennukset ja varastot eri skenaarioissa.**



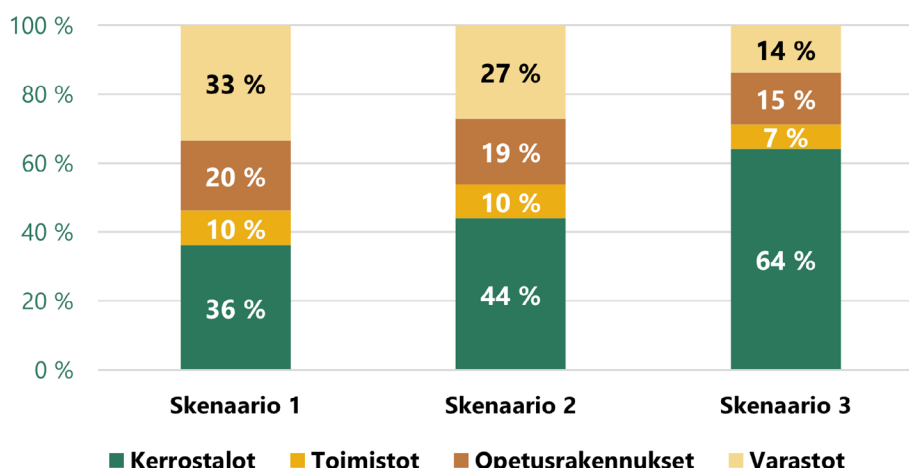
**Kuva 30. Lisääntyvä kumulatiivinen tarve tukkipuulle Skenaarioissa 1–3 suhteessa Perusskenaarioon aikajaksolla 2026–2035.**

hidastavat puolestaan vähäinen kokemus puurakentamisesta sekä rakennusalan vakiintuneet toimintatavat, jotka suosivat betonin ja teräksen käyttöä erityisesti kerrostalorakentamisessa (Jussila 2022).

Jos skenaarioissa esitetty puuntarpeen kasvu ratkaistaisiin vientiä vähentämällä, se pieneni 2,2–10,4 % suhteessa nykytasoon. Jos lisäksi hakkuita vähennettäisiin ilmastopoliittisista syistä, vienti pieneni eri skenaarioiden myötä 2,6–13,5 % (Taulukko 50). Tämä osoittaa, että rakennussektorin puuntarpeen kasvu on ennen kaikkea strateginen allokaatiokysymys: puuta voidaan ohjata korkeampaa jalostusarvoa tuottavaan kotimaiseen rakentamiseen sen sijaan, että se viedään raaka-aineena tai alhaisen jalostusasteen tuotteina ulkomaille.

**Taulukko 50. Tukkipuun kasvaneen tarpeen (Skenaariot 1–3 suhteessa Peruskenaarioon) osuus hakkuista, saha- ja höylätavaraksi päätyvästä tukkipuusta sekä vientiin päätyvästä saha- ja höylätavarasta suhteessa hakkuihin 2024 sekä skenaarioon, jossa hakkuita vähennetään.**

	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3
Osuus hakkuiden kokonaismäärästä (2024)	0,27 %	0,59 %	1,42 %
Osuus saha- ja höylätavaraksi päätyvästä tukkipuusta	0,63 %	1,38 %	3,31 %
Osuus saha- ja höylätavaran viennistä, jos vienti sama kuin 2024	2,18 %	4,79 %	11,46 %
Osuus hakkuiden kokonaismäärästä, jos hakkuita vähennetään 10 milj. m <sup>3</sup>	0,32 %	0,69 %	1,67 %
Osuus saha- ja höylätavaraksi päätyvästä tukkipuusta, jos hakkuita vähennetään 10 milj. m <sup>3</sup>	0,74 %	1,63 %	3,90 %
Osuus saha- ja höylätavaran viennistä, jos hakkuita vähennetään 10 milj. m <sup>3</sup>	2,58 %	5,66 %	13,54 %



Kuva 30. Puun tarpeen osuudet (%) eri käyttötarkoitusluokille vuonna 2035 Skenaarioissa 1–3.

### Yhteenveto

- Puurakentamisen tukkipuun tarve on arvioitu erilaisten ranka- ja CLT-ratkaisujen keskiarvona. Pelkästään massiivipuinen puurakentaminen kasvattaisi tarvetta näitä skenaarioprojektioita enemmän.
- Suomessa sahatavaratuotanto on noin 12 milj. m<sup>3</sup> vuodessa, josta noin 75 % menee vientiin. Rakentamisen osuus puunkäytöstä on metsävaaroihin nähden pieni, vaikka sitä kasvatettaisiin tässä raportissa käytettyjen ennusteiden mukaan.
- Vuonna 2021 rakentamiseen käytettiin yhteensä noin 1,67 milj. m<sup>3</sup> puuta
  - o 0,89 milj. m<sup>3</sup> uudisrakentamiseen
  - o 0,78 milj. m<sup>3</sup> korjausrakentamiseen
- Vuonna 2035 puurakentamisen tukkipuun tarve olisi skenaarioitten mukaan noin 0,66–1,35 milj. m<sup>3</sup> vuodessa. Tukkipuun tarve olisi tarkastelluissa skenaarioissa 37–177 % korkeampi kuin Perusskenaariossa. Siitä huolimatta skenaarioiden puuntarve kokonaisuudessaan vastaisi vain noin 0,3–1,5 % nykyisistä tai jopa alennetuista hakkuumääristä.
  - o Suurin osa kasvavasta tukkipuun tarpeesta johtuu puukerrostalorakentamisen lisääntymisestä, jonka osuus skenaarioiden vuoden 2035 tukkipuun tarpeesta olisi 36–58 %.
  - o Kasvava puunkäyttö voitaisiin kattaa pääosin viennistä, mikä vähentäisi sahatavaran vientiä arviolta noin 2–12 % skenaariosta ja hakkuumääristä riippuen.

## 6.6 Sääntelyn kehittyminen

Teoriassa rakentamisen sääntelyä voitaisiin kehittää niin, että sen avulla rajoitettaisiin tehokkaammin rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeä ja kasvatettaisiin sen hiilikädenjälkeä. Kansallisesti hiilijalanjäljen rajoittaminen voisi toteutua esimerkiksi EU:n EPBD-direktiivin toimeenpanon yhteydessä säätämällä nykyistä progressiivisemmin alenevat hiilijalanjälkirajat rakennuksille. Vaikka sääntely olisi teknologianeutraali, se suosisi vähähiilisiä tuotteita ja ratkaisuyhdistelmiä.

Toinen vaihtoehto olisi vaikuttaa vähähiilisten tuotteiden yleistymiseen tai suuripäästöisten tuotteiden vähenemiseen rakennustuotteita koskevan lainsäädännön kautta. EU:ssa rakennustuotteiden lainsäädäntö perustuu koko unionin alueella yhteiseen rakennustuotease-

tukseen, eivätkä jäsenvaltiot voi säätää siitä poikkeavasti. Koska rakennustuoteasetus on vastikään päivitetty, sen uudelleen avaaminen vaatisi vahvasti ilmastotoimia painottavan EU-parlamentin kokoonpanon. Tämän raportin kirjoittamisen aikaan parlamentti on heikentänyt tai lykännyt unionin aiempaa ilmasto- ja ympäristölainsäädäntöä.

Ilmasto- ja ympäristösääntelyn heikentyminen on periaatteessa mahdollista myös Suomessa. Ilmastolain mukainen hiilineutraalius on noussut poliittiseen keskusteluun tämän raportin kirjoittamisen aikoihin. Jos ilmastolakia muutettaisiin ja hiilineutraaliuden tavoitetta lykättäisiin vuodesta 2035 esimerkiksi EU:n yhteiseen takarajaan 2050, se todennäköisesti johtaisi myös rakentamisen päästösääntelyn lievempään kiristymistähtiin. Joka tapauksessa kyseessä olisi kuitenkin vain siirtymäajan pidentyminen EU:n yhteisten ilmastotavoitteiden vuoksi.

Markkinoille on tulossa vapaaehtoinen EU-kriteeristö, jonka avulla voidaan sertifioida rakennusten pitkäikäisiä hiilivarastoja. Syntyvät hiilivarastomarkkinat voivat muodostua hyvin merkittäväksi lisäkannusteeksi puurakentamiselle, koska tällä hetkellä sertifikaattien kehitys koskee vain eloperäisten tuotteiden hiilivarastoja. Hiilisertifikaateilla ansaittavat tulot voivat lisätä puurakentamisen taloudellista houkuttelevuutta myös kiinteistösijoittajien näkökulmasta.



**Kuva 31. Oulun Puu-Linnamaan puukerrostaloalue. Alueen laajuus on 12 hehtaaria, jossa sijaitsee 45 kpl 2–3-kerroksista puukerrostaloa. Niissä on yhteensä noin 20 000 kerrosalaneliömetriä ja 308 asuntoa noin 450 asukkaalle. Kohteelle myönnettiin Puupalkinto 2003. (Valokuva: Oulun yliopiston Puustudio)**

## 7. Loppupäätelmät

Tässä selvityksessä on tarkasteltu lainsäädännön vaikutusta puurakentamiseen. Tarkastelun kohteena on ollut pääasiassa Suomen uusi rakentamislaki ja sen nojalla annetut asetukset rakennuksen ilmastaselvityksestä sekä uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoista.

Arviointia varten analysoitiin rakentamisen määrän kehitystä Suomessa ja rakentamisen ilmastovaikutuksia. Selvitettävät kysymykset olivat:

- Miten uusi rakentamislaki ja sen nojalla asetettavat uusien rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvot voivat vaikuttaa puurakentamisen määrään Suomessa?
- Mikä on rakentamisen ennustettu määrä vuoteen 2035 saakka niissä käyttötarkoituusluokissa, joita hiilijalanjäljen raja-arvot koskevat?
- Paljonko puuta käytetään eri rakennetyypeissä ja puurakentamisen ratkaisuisissa?
- Miten puurakentamisen eri tavat ja määrän vaihtelut vaikuttaisivat rakennusten hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen?
- Minkälainen vaikutus puurakentamisen suhteellisen osuuden lisäämisellä olisi Suomen rakennussektorin kokonaispäästöihin?

Työ tehtiin kirjallisuusselvitysten ja laskennallisten tarkastelujen yhdistelmänä.

### Lainsäädännön kehitys

Vähähiilisiä rakentamisen ratkaisuja tukemaan on laadittu joukko säädöksiä. Niillä on todennäköisesti epäsuora vaikutus puurakentamiseen.

Suomen uuden rakentamislain ja EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kautta asetettavat rakennusten hiilijalanjäljen rajat tulevat suosimaan vähähiilisiä rakentamisen tapoja. Puurakentaminen on yksi keskeisistä keinoista, mutta myös muut rakennusmateriaalit kehittyvät. Kilpailukyky markkinoilla sekä rakentamisen muut tekniset vaatimukset ratkaissevat, miten paljon puurakentaminen lisääntyy päästösääntelyn vuoksi. On kuitenkin todennäköistä, että puurakentamisen kysyntä lisääntyy kohtuullisesti. Kysynnän kasvu on sitä suurempaa, mitä kohtuuhintaisempaa puurakentaminen on, ja mitä hitaammin kilpailevia vähähiilisen rakentamisen ratkaisuja tulee markkinoille.

Suomessa vuonna 2026 voimaan tulleet rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvot ovat aluksi niin väljät, ettei niillä todennäköisesti ole voimakasta vaikutusta vähähiilisten rakennustuotteiden kysynnän kasvuun. Jos raja-arvoja kiristetään suunnitellun mukaisesti, vaikutus voi nousta merkittäväksi. Esimerkiksi Tanskassa toimialan toiveesta tehdyt raja-arvojen kiristykset ovat jo johtaneet vähähiilisten tuotteiden ja puurakentamisen kysynnän kasvuun.

EU:n vapaaehtoiset hiilivarastomarkkinat voivat toteutuessaan lisätä puurakentamisen kysyntää ja myös hintakilpailukykyä merkittävästi. Sertifikaatin edellytys on kuitenkin hiilivaraston lisäisyys, joten pelkkä muutenkin tapahtuva puurakentaminen ei olisi sertifiointikelpoista. Tässä raportissa on tunnistettu erityisesti asuinkerrostalot ja varastot sellaisiksi käyttötarkoituusluokiksi, joissa puurakentaminen voisi olla tavanomaiseen rakentamisen puun käyttöön nähden lisääntymistä.

### Arvio rakentamisen määrän kehityksestä

Suomessa vuosittainen rakentamisen määrä pysynee lähitulevaisuudessa nykyistä rakentamisen lamakautta edeltäneellä tasolla.

Suomessa on noin 3,2 miljoonaa rekisteröityä asuntoa, ja viimeisen kahdenkymmenen vuoden ajan on rakennettu 35 000–45 000 uutta asuntoa vuosittain, eli asuinrakennuskantamme uudistuu reilun prosentin vuosivauhdilla. Suomi on Espanjan jälkeen Euroopan kerrostalovaltaisimaa: 47 % Suomen kaikista asunnoista sijaitsee kerrostaloissa. Vuosittaisista uudisasunnoista noin kolme neljäsosaa rakennetaan edelleen kerrostaloihin (Karjalainen ym. 2025).

## Arvio puurakentamisen määrän kehityksestä

Uuden rakentamislain mukaisten ympäristövelvoitteiden myötä puun suosio kotimaisena, paikallisena, uusiutuvana ja ympäristöystävällisenä rakennusmateriaalina tulee todennäköisesti vuosien saatossa nousemaan. Esimerkiksi Tanskassa eloperäiset rakennusmateriaalit ovat lisänneet suosiotaan rakennusten päästörajojen kiristyessä. Jos puuta käytetään rakentamisessa enemmän, muita rakennusmateriaaleja tullaan käyttämään vastaavasti vähemmän.

Asuntorakentaminen muodostaa hiukan yli puolet Suomen uudisrakentamisen volyymistä. Betoni on hallinnut kerrostalojen markkinoita noin kuusi edellistä vuosikymmentä. Suomen uusista pientaloista noin 90 % on kuitenkin puurunkoisia. Jos Suomen asuntotuotanto muuttuu tai sitä muutetaan nykyistä pientalovaltaisemmaksi, merkitsee tämä puun käytön lisääntymistä. Pientaloille ei kuitenkaan vielä ole asetettu hiilijalanjäljen raja-arvoja. Pientalorakentamisen lisääminen ei tosin tukisi kestävästä kaupunkikehityksestä, sillä se lisäisi yhdyskuntarakenteen hajautumisen kautta liikenteen päästöjä, väylien ja kunnallistekniikan rakentamista sekä maankäyttöä.

## Arvio puurakentamisen ilmastovaikutuksista

Puun käyttöä rakentamisessa voidaan lisätä korvaamalla päästö- ja energiantensiivisiä materiaaleja mahdollisuuksien mukaan puulla tai puupohjaisilla tuotteilla. Tämä onnistuu silloin, kun se on rakennusmääräysten (esimerkiksi paloturvallisuuden, ääni- ja lämmöneristyksen), rakennusteknisten ja toiminnallisten vaatimusten sekä kustannusten kannalta tarkoituksenmukaista. Mitä energiatehokkaampia rakennuksia rakennetaan, sitä suurempi suhteellinen merkitys on rakennusmateriaalien valinnalla.

Tässä työssä arvioitiin, miten Suomen rakennussektorin ilmastopäästöjä voidaan vähentää lisäämällä puurakentamista. Laskelmat perustuvat rakennustyyppien keskimääräisiin hiilijalanjälkiin ja kuvaavat erityisesti rakennusmateriaalien valmistuksesta syntyviä päästöjä. Ennusteissa energiankulutus rakennusten käytön aikana on rajattu tarkastelun ulkopuolelle, jotta eri rakennusmateriaalien vaikutuksia voidaan vertailla keskenään. Tarkasteluun ei ole otettu metsien hiilinieluja tai hiilivarastoja taikka niiden muutoksia. Mallinnus on tehty olettamalla, että hakkumääriä voitaisiin hieman pienentää, samalla kun kotimaisen puurakentamisen osuutta kasvatettaisiin.

Laskelmissa on huomioitu myös se, että rakennustuoteteollisuus kehittyy nopeasti. Betonista, teräksestä ja muista materiaaleista on jo tulossa markkinoille huomattavasti nykyistä vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja. Tästä huolimatta on epävarmaa, kuinka nopeasti ne yleistyvät. Siksi tässä tarkastelussa on oletettu, että rakennustuotteiden valmistuksen päästöt vähenevät maltillisesti, noin kolme prosenttia vuoteen 2035 mennessä.

Puurakentamisen vaikutuksia tarkasteltiin kolmessa eri skenaariossa, joissa puurakentamista lisätään kerrostaloissa, toimistoissa, opetusrakennuksissa ja varastoissa. Tavoitteena oli selvittää, millaiset puurakentamisen osuudet tarvitaan, jotta kumulatiivisia päästöjä saataisiin vuoteen 2035 mennessä vähennettyä yhteensä 0,3, 0,6 tai 1,5 MtCO<sub>2</sub>e. Tämä vähennys vastaisi 2–16 % päästövähennyksestä suhteessa Perusskenaarioon, jossa rakentaminen lähtisi toipumaan

viime vuosien vaikeuksista ilman että puurakentamisen osuus kasvaisi. Mitä enemmän puurakentamista lisätään, sitä suuremmat päästövähennykset saavutetaan.

Tulokset osoittavat, että puurakentamisen lisääminen pienentää rakennussektorin päästöjä selvästi. Konservatiivisimmassa skenaariossa puurakentaminen vähentää tarkasteltujen rakennusluokkien vuotuisia päästöjä vuonna 2035 noin 3 % verrattuna tilanteeseen, jossa puurakentaminen ei lisäänty. Keskimmaisessä skenaariossa päästöt vähenevät noin 6 % ja kunnianhimoisimmassa skenaariossa noin 16 %. Tämä vastaa koko Suomen rakennusalan (sisältää talon- ja infrarakentamisen sekä energiankulutuksen) nykyisistä vuotuisista päästöistä noin 2–11 % vähennystä.

Suhteessa keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa esitettyihin päästövähennystoimiin puurakentamisen lisääminen olisi merkittävä lisätoimi. Maltillinen puurakentamisen lisäys toisi biopolttoöljyn jakeluvaihtetta vastaavat päästövähennykset. Runsaampi puurakentaminen vastaisi maanviljelyn täsmätoimien kanssa samansuuruisia päästövähennyksiä. Erittäin runsaan puurakentamisen kautta voitaisiin saavuttaa koko keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman merkittävimmät päästösäästöt heti jätteenpolton hiilentalteenoton jälkeen.

Suurin osa päästövähennyksistä syntyy puukerrostalojen ja puuvarastojen lisääntymisestä, koska näitä rakennetaan paljon ja niihin kuuluu paljon materiaaleja. Kunnianhimoisimmassa skenaariossa rakennettaisiin jo yli 1,7 miljoonaa  $\text{m}^2$  vuodessa enemmän kuin nykyisin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että puurakentamisen lisääminen on tehokas keino vähentää rakentamisen ilmastopäästöjä Suomessa. Vaikka muutkin rakennusmateriaalit kehittyvät vähäpäästöisemmiksi, puun käyttö erityisesti kerrostaloissa ja suurissa rakennuksissa tarjoaa merkittävän ja nopeasti toteutettavan mahdollisuuden pienentää rakennussektorin hiilijalanjälkeä.

## Puun määrä eri rakennetyypeissä ja puurakentamisen ratkaisuissa

Kerrostaloissa on suurin potentiaali lisätä puun käyttöä rakentamisessa. Myös koulut, päiväkodit, toimistot ja suuret varastorakennukset tarjoavat lisäpotentiaalia puurakentamiselle.

Puun mahdollisia käyttökohteita rakentamisessa ovat rakennuksen runko, sisä- ja ulkoverhoukset, ovet, ikkunat, parvekkeet, kattorakenteet ja lämmöneristeet. Puukuitupohjaisten lämmöneristeiden salliminen Suomessa yli kaksikerroksisissa rakennuksissa edellyttää palomääräsystemme muutosta. Mahdollinen muutos tukisi myös EU:n hiilisertifikaattimarkkinoiden tulojen kohdistumista suomalaisiin rakennuksiin.

Tutkittujen puurakennuksien keskimääräinen rakennusmateriaalin käyttö lämmitettyä nettoalaa kohden oli kerrostaloissa ja toimistoissa  $573 \text{ kg/m}^2$ , koulurakennuksissa  $1\,053 \text{ kg/m}^2$ , päiväkodeissa  $967 \text{ kg/m}^2$  ja varastoissa  $836 \text{ kg/m}^2$ . Keskiarvo pitää sisällään niin rankarakentamisen kuin massiivipuurakentamisen sekä tilaelementit ja tasoelementit. Rakennusmateriaalien käytöstä puupohjaisia materiaaleja, oli kerrostaloissa  $146 \text{ kg/m}^2$ , toimistoissa  $129 \text{ kg/m}^2$ , kouluissa  $192 \text{ kg/m}^2$ , päiväkodeissa  $199 \text{ kg/m}^2$  ja varastoissa  $138 \text{ kg/m}^2$  nettoalaa kohden. Tämän mukaan keskimääräinen puumateriaalien käyttö tutkituissa rakennusluokkien jää noin 16–25 %:iin. Yksittäisistä ratkaisuista eniten puumateriaaleja käytettiin lämmitettyä nettoalaa kohden päiväkotiratkaisussa (CLT/tilaelementti), yhteensä  $253 \text{ kg/m}^2$ , mikä on 25 %, päiväkodin elinkaarenaikaisesta materiaalikäytöstä.

Tilavuuden perusteella tarkasteltuna puupohjaisia materiaaleja käytettiin lämmitettyä nettoalaa kohden kerrostaloissa  $0,23\text{--}0,41 \text{ m}^3$ , toimistoissa  $0,23\text{--}0,35 \text{ m}^3$ , kouluissa  $0,31\text{--}0,52 \text{ m}^3$ ,

päiväkodeissa 0,33–0,54 m<sup>3</sup> ja varastoissa 0,21–0,37 m<sup>3</sup>. Tämän tuloksen valossa kannattaisi suosia pienikokoisia puurakennuksia, kuten kouluja ja päiväkoteja, koska puun suhteellinen osuus on niissä suurempi kuin monikerroksisissa asuinkestoaloissa ja toimistoissa. Toisaalta koulujen ja päiväkotien vuosittainen rakentamisvolyymi on pieni, vaikka opetusrakennukset voivatkin olla joillakin paikkakunnilla merkittävä uudisrakentamisen kohde. Lisäksi päiväkoiteista on jo nyt 64 % puurakenteisia.

Uudisrakentamisen kerrosalan mukaan eniten rakennetaan asuintaloja. Pientaloissa käytetään jo nyt runsaasti puuta, noin 90 % niiden kerrosalasta on rakennettu puurunkoisena. Sen sijaan puumateriaaleja käytetään hyvin vähän kerrostalorakentamisessa. Vain 4 % asuinkestoalojen ja 12 % toimistojen kerrosalasta on rakennettu puurunkoisena. Molemmat käyttötarkoitukset tarjoavat mahdollisuuden puurakentamisen lisäämiselle, etenkin kun 26 % koko uudisrakentamisesta on kerrostaloja (2020–2024). Puurakenteisten toimistojen lisärakentamisen osalta hyöty on paljon pienempi. Vaikka toimistojen kerrosalasta ainoastaan 12 % on puurunkoista, toimistoja tehdään vain 2 % vuosittaisesta uudisrakentamisesta.

Puurakentamista voidaan lisätä käyttämällä jonkun verran enemmän puujulkisivuja, joskin jo 33 % uudisrakentamisen kerrosalasta on tehty puujulkisivuisiin rakennuksiin. Asuinkestoaloja rakennetaan runsaasti, mutta puujulkisivuilla niistä on rakennettu vain 6 % kerrosalasta. Niiden julkisivuissa voisi olla potentiaalia lisätä puun määrää palomääräykset ja huollettavuus huomioiden. Lisäksi toimistoissa ja varastoissa käytetään toistaiseksi varsin vähän puujulkisivuja, ja mahdollisuuksia puunkäytön lisäämiselle löytyisi.

Puurunkoisissa rakennuksissa tarvitaan rakennustasolla massan perusteella vähemmän materiaaleja betonirunkoiseen taloon verrattuna. Puukerrostalossa keskimääräinen rakennusmateriaalien käyttö oli 573 kg/m<sup>2</sup> ja betonirakenteisessa kerrostalossa rakennusmateriaalien käyttö oli 1 527 kg/m<sup>2</sup> lämmitettyä nettoalaa kohden. Esimerkiksi kerrostaloissa rakennuskohtainen ero materiaalien kulutuksessa voi olla melkein 1 t/m<sup>2</sup>. Puurakentamista lisäämällä voitaisiin siis välttää jopa 2/3 materiaalien kulutuksesta, joilla on todennäköisesti myös suuremmat ilmastohaitat.

## Vaikutukset hakkuisiin

Suomen pinta-ala maapallon pinta-alasta on 0,07 %. Metsiemme osuus maailman metsäpinta-alasta on 0,6 %, eli miltei kymmenkertainen. Suomen metsien nykyinen vuotuinen kasvu on noin 103 miljoonaa m<sup>3</sup> raakapuuta. Maamme uudis- ja korjausrakentamiseen sitoutui puuta vuonna 2021 noin 1,5 miljoonaa m<sup>3</sup> (Forecon Oy 2022), minkä metsämme kasvavat muutamassa vuorokaudessa, kun metsien kasvupäiviä on noin sata vuodessa.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on, että puun käyttöä rakentamisessa voitaisiin lisätä ilman lisähakkuita tai jopa hakkuita vähentämällä. Ilmastovaikutusten kannalta olisi suotavampaa ohjata puuta pois lyhytikäisistä käyttökohteista, kuten paperista, pakkauksista ja energiantuotannosta, joissa puun sisältämä hiili vapautuu nopeasti takaisin ilmakehään. Niiden sijaan puuta tulisi käyttää enemmän pitkäikäisissä tuotteissa, kuten rakennuksissa. Puun tuottavuutta ja arvonlisää voitaisiin nostaa merkittävästi, jos mekaanisen metsäteollisuuden tuotteita jatkojalostettaisiin nykyistä enemmän kotimaassa ja esimerkiksi sahatavaran vienti vähenisi. Myös vähempiarvoisista metsien puujakeista voitaisiin tuottaa nykyistä enemmän uusia puutuotteita rakentamiseen. Hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyiset puutuotteet edellyttävät kuitenkin määrätietoista yhteiskunnallista toimenpiteitä, monitieteellistä tutkimusta ja uusia innovaatioita (Österberg ym. 2024).

Suomessa sahataan vuosittain noin 12 miljoonaa m<sup>3</sup> puuta, josta noin kolme neljäsosaa menee vientiin. Rakentamiseen käytetään tästä vain pieni osa. Vuonna 2021 uudisrakentamiseen

sitoutui noin 0,89 miljoonaa m<sup>3</sup> ja korjausrakentamiseen 0,78 miljoonaa m<sup>3</sup> puuta. Tutkimuksen skenaarioissa puurakentamisen kasvu lisää puutuotteiden ja tukkipuun tarvetta, mutta kokonaismäärät pysyvät edelleen hyvin maltillisina suhteessa Suomen metsien hakkuumääriin. Vaikka puurakentaminen yleistyisi merkittävästi, lisätarve vastaisi vain noin 0,3–1,7 % nykyisistä tai jopa vähennetyistä hakkuumääristä.

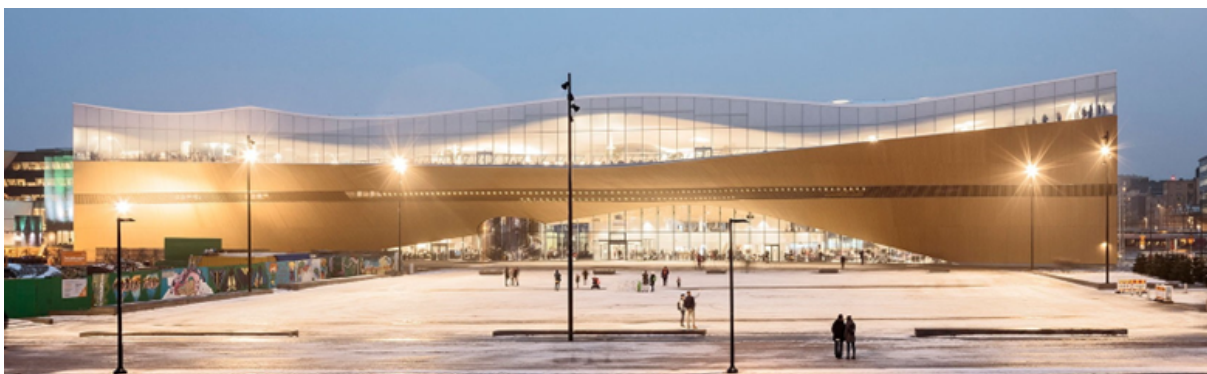
Suurin osa puun kysynnän kasvusta liittyy puukerrostalojen yleistymiseen. Niiden osuus puurakentamisen tukkipuun tarpeesta on eri skenaarioissa noin 36–64 %. Tämä heijastaa kansainvälistä kehitystä, jossa monikerroksinen puurakentaminen nähdään yhtenä tehokkaimmista tavoista lisätä puun käyttöä rakennussektorilla. Puukerrostaloja tukevat erityisesti teollinen esivalmistus, joka parantaa kustannustehokkuutta, sekä arkkitehtien ja asukkaiden myönteinen suhtautuminen puuhun ympäristöystävällisenä rakennusmateriaalina. Toisaalta kehitystä hidastavat alan vähäinen kokemus puurakentamisesta ja rakennusalan pitkät perinteet betonin ja teräksen käytössä.

Tulokset osoittavat, että puurakentamisen kasvu ei tarvitse olla metsien käytön tai hakkuumäärien näkökulmasta ongelma. Kyse on ennen kaikkea siitä, mihin käyttöön puu ohjataan. Jos lisääntynyt puun tarve katettaisiin vähentämällä vientiä, sahatavaran vienti pieneneisi vain muutamia prosentteja. Tämä korostaa, että puun käyttö rakentamisessa on ennen kaikkea strateginen valinta: puuta voidaan käyttää kotimaassa korkeamman jalostusarvon ja pidemmän käyttöiän tuotteisiin sen sijaan, että se viedään ulkomaille raaka-aineena tai alhaisen jalostusasteen tuotteina.

## Näkökulmia jatkotarkasteluun

Puun käyttöä voidaan myös lisätä hyödyntämällä sitä yhä enemmän hybridirakentamisen ja kiertotalouden osana esimerkiksi betonin, teräksen ja erilaisten komposiittimateriaalien kanssa. Purettavien rakennusten puuosia voidaan käyttää uudelleen joko sellaisenaan tai valmistaa niistä uusia jalostettuja puupohjaisia tuotteita, kuten levyjä ja lämmöneristeitä.

Puurakentamisen sijaan jatkossa voitaisiin puhua enemmän ”puun käytöstä rakentamisessa”. Suomen rakentamisen päästöjen vähentäminen edellyttää vastakkainasettelun sijaan parempaa yhteistyötä eri rakennusmateriaalien parissa työskentelevien tahojen välillä. Puurakentamisen ei tarvitse olla täysin puupohjaista. Mustavalkoinen ajattelutapa on hidastanut teollisen mittakaavan puurakentamisen ja puukerrostalojen läpimurtoa 1990-luvun puolivälistä aina tähän päivään.



**Kuva 32. Helsingin keskuskirjasto OODI edustaa hybridirakentamista. Rakennuksen kantava runko on terästä ja betonia, julkisivut ovat palosuojakäsiteltyä puuta. ALA Arkkitehdit. (Kuva: Puuinfo Oy).**

## 8. Liitteet

### Liite 1. Hiilijalanjälki ja -kädenjälkilaskennan oletukset

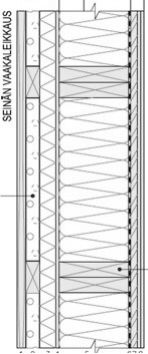
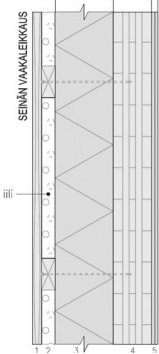
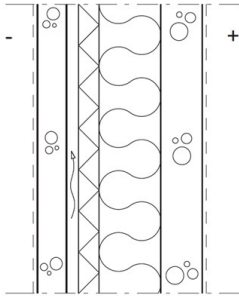
**Taulukko 1. Raporttiin sisällytetyt rakennuksen elinkaaren vaiheet, niissä käytetyt tiedot ja oletukset.**

Elinkaaren vaihe:	Oletukset:	Lähde:
Rakennustuotteiden valmistusvaihe (A1-3)	Materiaalien käyttömäärät arvioitiin valittujen rakennetyyppien perusteella. Rakennetyyppien määrät arvioitiin (/kem <sup>2</sup> ) lupapiirustuksista.	Rakennetyypit valittiin pääasiallisesti RunkoPes 2.0 'Rakennetyyppikirjastosta' (Finnish Wood Research 2013), joita muokattiin vastamaan nykyvaatimuksia. Rakennustuotteiden hiilijalanjäljen ja kädenjäljen arvioissa käytettiin kansallisen päästötietokannan tyypillisiä tietoja (CO2data.fi, versio 1_01_005' data materials' osioon).
Tuotteiden kuljetus rakennuspaikalle (A4)	Rakennuksen massalaskennan mukaiset tonnit kuljetettiin työmaalle, arviona käytettiin etäisyyttä 100 km (laskettiin tkm)	Perustuu kansallisen päästötietokantaan (CO2data.fi, 'processes' osioon). Arviona käytettiin kuljetussuoritetta puoliperävaunuyhdistelmä (40 t), kuorma 50 % (100 % / 0 %), katuajo).
Rakentaminen (A5)	vakio	Perustuu kansalliseen päästötietokantaan (CO2data.fi, osioon 'processes').
Kunnossapito (B2)	Perustuu arvioon, että puujulkisivut ja sisäseinät maalataan 15 vuoden välein. Oletus, että betonijulkisivut eivät tarvitse maalausta.	Oletus, että maalaus tehdään käsin, joten maalaustyölle ei kohdenneta päästöjä. Päästöjä syntyy käytetyistä maaleista ja niiden kuljetuksista (CO2data.fi, data materials' osioon).
Rakennustuotteiden vaihdot (B4)	Perustuu arvioon, että laatat ja ikkunat vaihdetaan 30 vuoden välein, lisäksi tehdään osin talotekniikkaosien vaihtoja.	Oletus, että vaihdot tehdään käsin, joten vaihdoille ei kohdenneta päästöjä. Päästöjä syntyy materiaalien kulutuksesta, kuljetuksesta ja jätteen hävittämisestä (CO2data.fi).
Käytönaikainen energiankulutus (B6)	Rakennuksien käyttöenergiankulutuksena käytettiin A-energialuokkaa olevan rakennuksen tietoja.	Rakennerratkaisut mitoitettiin vastamaan rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimuksia (YM 2017). Energiankäytön päästöt perustuvat kansalliseen päästötietokantaan (CO2data.fi) ja siinä 'energy scenarios' arvioon päästöjen pienentymisestä.
Rakennuksen purku (C1)	vakio	Perustuu kansalliseen päästötietokantaan (CO2data.fi) 'processes' osioon.
Purkutuotteiden kuljetus käsittelypaikalle (C2)	Rakennuksen massalaskennan mukaiset tonnit kuljetettiin käsittelylaitokselle, arviona käytettiin etäisyyttä 100 km (laskettiin tkm)	Perustuu kansalliseen päästötietokantaan (CO2data.fi) 'processes' osioon. Arviona käytettiin kuljetussuoritetta puoliperävaunuyhdistelmä (40 t), kuorma 50 % (100 % / 0 %), katuajo).
Purkutuotteiden hyödyntäminen ja loppusijoitus (C3-4)		Perustuu CO2data.fi tietoihin ('data materials versio 1_01_005).
Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D)		Perustuu CO2data.fi 'materials' osioon ('data materials versio 1_01_005) tuotteiden kierrätyksestä, energiatuotannosta ja hiilivarastosta (hiilikädenjälki arvio).

## Liite 2. Rakenneratkaisut

Seuraavissa taulukoissa esitetään laskennassa käytetyt tärkeämmät rakeneratkaisut, sekä rakennusaineiden määrät. Niiden lisäksi tarkasteluissa käytettiin vähäisessä määrin myös muita rakennetyyppejä.

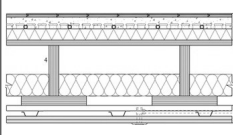
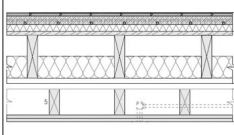
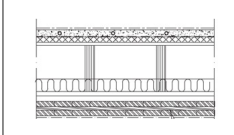
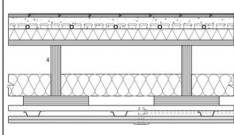
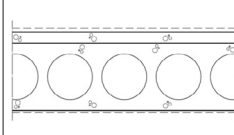
**Taulukko 1. Ulkoseinät.**

US ranka/taso ja US ranka/tila	US CLT/tila ja US CLT/taso	US Betoni 1	US Betoni 2
RunkoPes 2.0, US804KR, korjattu U-arvo 0,12 W/m <sup>2</sup> K	RunkoPes 2.0 US801KM, korjattu U-arvo 0,12 W/m <sup>2</sup> K	RT 82-11006, korjattu U-arvo 0,12 W/m <sup>2</sup> K	RT 82-11006, korjattu U-arvo n. 0,12 W/m <sup>2</sup> K
			Sama kuin viereinen paitsi että tässä on puujulkisivu
-Maalattu ulkoverhouslauta 28 mm ja ristiinkoolaus 22+22 k600 mm, -tuulensuojakivivilla 50 mm, -tuulensuojakipsilevy 10 mm, -liimapuu 2x220 k600mm ja -kivivilla 220, -höyrynsulku, -vaneri, -kipsilevy 2x.	- Maalattu ulkoverhouslauta 28 mm ja ristiin koolaus 22+22 mm k600 mm, - tuulensuojakivivilla 30 mm, - kivivilla 220 mm, - 120 mm CLT, - kipsilevy 2 x.	- Betoninen ulkokuori 70 mm, - kivivilla 300 mm, - kantava betoninen sisäkuori 150 mm.	-Maalattu ulkoverhouslauta, 28 mm ja ristiin koolaus 22+ 22 k 600 mm, - kivivilla 300 mm, - kantava betoninen sisäkuori 150 mm.
Paksuus 400 mm	Paksuus 470 mm	Paksuus 520 mm	Paksuus 520 mm

**Taulukko 2. Rakennusaineiden käyttö ulkoseinissä (US) rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden sekä rakennusaineiden osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
US ranka/taso	85	53 %	11 %	34 %	1 %
US ranka/tila	85	53 %	11 %	34 %	1 %
US CLT/tila	111	66 %	14 %	20 %	1 %
US CLT/taso	111	66 %	14 %	20 %	1 %
US Betoni 1	543	0 %	2 %	0 %	98 %
US Betoni 2	386	4 %	2 %	0 %	93 %

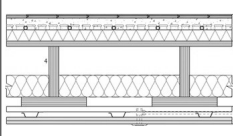
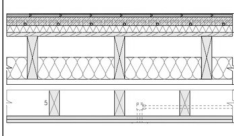
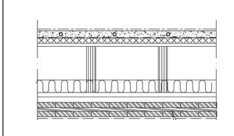
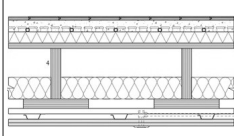
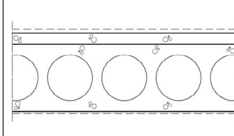
**Taulukko 3. Välipohjat (jänneväli 4 m saakka).**

VP ranka/taso	VP ranka/tila	VP CLT/tila	VP CLT/taso	VP Betoni 1 ja VP Betoni 2
RunkoPes 2.0, VP801LRL (ripalaatta)	RunkoPes 2.0, TVP801R (alapuolelle lisätty villakerros)	RunkoPes 2.0, TVP801MR	RunkoPes 2.0 VP801LRL (ripalaatta)	RT 83-10902
				
-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 30 mm EPS, - LVL-ripalaatta: 30 mm kansilevy, 45x300 k600 mm palkit ja 300x40 k600 mm alalaippa, - kivivilla 100 mm, - puurangat 25x84 k400 mm, - akustiset jousirangat, - kipsilevy 2x.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 30 mm EPS, -LVL-kansilevy 30 mm, - palkit 45x215 k600 mm, - kivivilla 100 mm, -eristeen kannatus (puukoolaus) 25x84 k400 mm, - alakaton kannatus, puupalkit 45x120 k400 mm - kipsilevy 2 x.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys) - askeläänieriste 30 mm EPS,, - OSB-levy 15 mm, - LVL-palkit 51x260 k400 mm, - kivivilla 100 mm, - eristeen kannatus (puukoolaus) 25x100 k400 mm, - 80 mm CLT, - ei tarvitse palosuojauskipsilevyjä.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 30 mm EPS, - LVL-kansilevy 30 mm kansilevy, - palkit 45x300 k600 mm palkit, -alalaippa 300x43 k600 mm alalaippa, - kivivilla 100 mm, - puurangat 25x84 k400 mm, - akustiset jousirangat, - kipsilevy 2x.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys) - ontelolaatta 320 mm.
Paksuus 470 mm	Paksuus 480 mm	Paksuus 470 mm	Paksuus 543 mm	Paksuus 380 mm

**Taulukko 4. Rakennusaineiden käyttö välipohjissa (VP) rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden (kohteet, jossa jänneväli ei ylitä 4 m) sekä rakennusaineiden osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
VP ranka/taso	215	17 %	2 %	12 %	69 %
VP ranka/tila	212	17 %	2 %	12 %	69 %
VP CLT/tila	217	31 %	2 %	0 %	68 %
VP CLT/taso	218	18 %	2 %	12 %	68 %
VP Betoni 1 ja Betoni 2	529	0 %	0 %	0 %	100 %

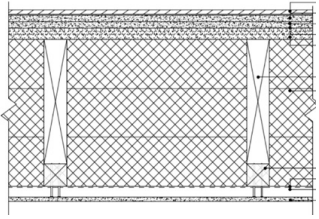
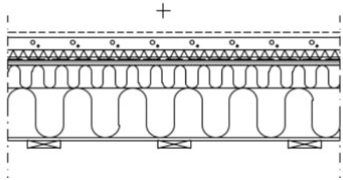
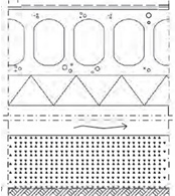
**Taulukko 5. Välipohjat (jänneväli 7,5 m saakka).**

VP ranka/taso	VP ranka/tila	VP CLT/tila	VP CLT/taso	VP Betoni 1 ja VP Betoni 2
RunkoPes 2.0, VP802LRL (ripalaatta)	RunkoPes 2.0, TVP801R (palkin kokoa kasvatettu)	RunkoPes 2.0, TVP801MR (palkin kokoa kasvatettu)	RunkoPes 2.0 VP802LRL (ripalaatta)	RT 83-10902
				
-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 50 mm EPS, - LVL-ripalaatta: 30 mm kansilevy, 45x330 k600 mm palkit ja 300x40 k600 mm alalaippa, - kivivilla 100 mm, - puurangat 25x84 k400 mm, - akustiset jousirangat, - kipsilevy 2x.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 50 mm EPS, -LVL-kansilevy 30 mm, - palkit 45x345 k600 mm, - kivivilla 100 mm, -eristeen kannatus (puukoolaus) 25x84 k400 mm, - alakaton kannatus, puupalkit 45x120 k400 mm - kipsilevy 2 x.	-Pintabetoni 60 mm (-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys - askeläänieriste 30 mm EPS,) - OSB-levy 15 mm, - LVL-palkit 50x320 k400 mm, - kivivilla 100 mm, - eristeen kannatus (puukoolaus) 25x100 k400 mm, - 80 mm CLT, - kipsilevy -puurangat installaatiota varten -kipsilevy.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys), - askeläänieriste 50 mm EPS, - LVL-kansilevy 30 mm kansilevy, - palkit 45x330 k600 mm palkit, -alalaippa 300x40 k600 mm alalaippa, - kivivilla 100 mm, - puurangat 25x84 k400 mm, - akustiset jousirangat, - kipsilevy 2x.	-Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys) - ontelolaatta 320 mm.
Paksuus 590 mm	Paksuus 660 mm	Paksuus 615 mm	Paksuus 590 mm	Paksuus 380 mm

**Taulukko 6. Päämateriaalien käyttö valituissa isomman jännevälin soveltuissa välipohjissa (VP) per rakennetyyppi-m<sup>2</sup>.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
VP ranka/taso	219	19 %	2 %	12 %	68 %
VP ranka/tila	214	17 %	2 %	12 %	69 %
VP CLT/tila	252	31 %	1 %	0 %	67 %
VP CLT/taso	219	19 %	2 %	12 %	67 %
VP Betoni 1 ja Betoni 2	529	0 %	0 %	0 %	100 %

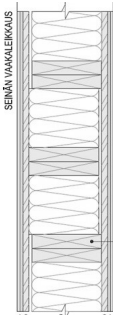
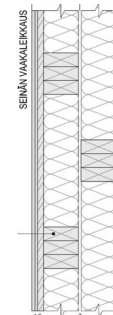
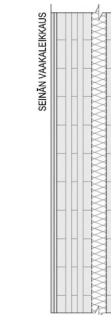
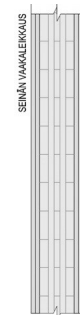
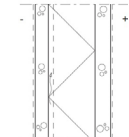
**Taulukko 7. Tuuletetut alapohjat.**

AP ranka/taso ja AP ranka/tila	AP CLT/taso ja AP CLT/tila	AP Betoni 1 ja AP Betoni 2
Anonymisoitu ratkaisu	Anonymisoitu ratkaisu	Make 2.0 (Insinööritoimisto A. Keronen 2022)
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys),</li> <li>- askeläänieriste 30 mm EPS,</li> <li>- OSB 15 mm,</li> <li>- lattiapalkit 45x425 k600 mm ja 45x45 k600mm,</li> <li>- tuulensuojakipsilevy</li> <li>- tuuletettu alustila,</li> <li>- 300 mm sepeli,</li> <li>- höyrysulku 0,2 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys),</li> <li>- askeläänieriste 30 mm EPS,</li> <li>- OSB 15 mm,</li> <li>- lattiapalkit 2 kpl 48x500 k600 m,</li> <li>- kivivilla 500 mm,</li> <li>- kuitusementtilevy 9mm,</li> <li>- puukoolaus 25x84 k400 mm,</li> <li>-tuulensuojakipsilevy 9,5 mm,</li> <li>-tuuletettu alustila,</li> <li>- 300 mm sepeli,</li> <li>- höyrysulku 0,2 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintabetoni 60 mm (esim. lattialämmitys),</li> <li>- askeläänieriste 30 mm EPS,</li> <li>- ontelolaatta 370 mm,</li> <li>- 400 mm EPS eriste,</li> <li>-tuuletettu alustila,</li> <li>- 300 mm sepeli,</li> <li>- höyrysulku 0,2 mm.</li> </ul>
Paksuus 2590 mm	Paksuus 2159 mm	Paksuus 2370 mm

**Taulukko 8. Rakennusaineiden käyttö alapohjissa (AP) rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden sekä rakennusaineiden osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
AP ranka/taso	666	4 %	4 %	1 %	90 %
AP ranka/tila	666	4 %	4 %	1 %	90 %
AP CLT/tila	685	9 %	2 %	1 %	88 %
AP CLT/taso	685	9 %	2 %	1 %	88 %
AP Betoni 1 ja Betoni 2	1148	0 %	1 %	0 %	99 %

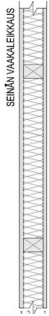

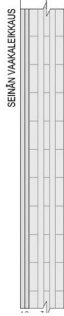

**Taulukko 9. Kantavat väliseinät.**

HVS ranka/taso	HVS ranka/tila	HVS CLT/tila	HVS CLT/taso	HVS Betoni 1 ja HVS Betoni 2
RunkoPes 2.0 HVS801KR	RunkoPes 2.0 THVS801KR	RunkoPes 2.0 THVS801KM	RunkoPes 2.0 VS 801KM	RT 82-11006
				
- 2 x kipsilevy, - 20 mm jäykistävä vaneri, - 2x liimapuu, 240x48 k550 mm, - kivivilla 240 mm, - 20 mm jäykistävä vaneri, - 2x kipsilevy.	- 2 x kipsilevy, - 20 mm jäykistävä vaneri, - 3x liimapuu 120x42 k400 mm, - kivivilla 120 mm, - ilmaväli, - kivivilla 120 mm, - 3x liimapuu 120x42 K400 mm, - 20 mm jäykistävä vaneri, - 2x kipsilevy.	- 2x kipsilevy, - 80 mm CLT, - kivivilla 50 mm, - 80 mm CLT, - 2x kipsilevy.	- 2x kipsilevy, - 120 mm CLT, - 2x kipsilevy.	- Betoninen ulko-kuori 70 mm, -kivivilla 70 mm, - kantava betoninen sisäkuori 100 mm.
Paksuus 320 mm	Paksuus 320 mm	Paksuus 320 mm	Paksuus 180 mm	Paksuus 240 mm

**Taulukko 10. Rakennusaineiden käyttö kantavissa väliseinissä (esim. huoneistojen väliset seinät) rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden sekä rakennusaineiden osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
HVS ranka/taso	84	46 %	17 %	37 %	0 %
HVS ranka/tila	100	54 %	15 %	31 %	0 %
HVS CLT/tila	125	60 %	2 %	37 %	0 %
HVS CLT/taso	103	55 %	0 %	45 %	0 %
HVS Betoni 1	425	0 %	1 %	0 %	99 %
HVS Betoni 2	423	1 %	1 %	0 %	99 %

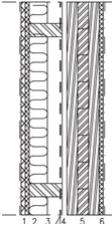

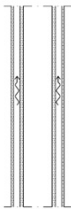


**Taulukko 11. Kevyet väliseinät sekä asunto ja porrashuoneen välinen seinä.**

KVS kaikki puura- kennukset (ranka/ taso, ranka/tila, CLT/taso, CLT/tila)	KVS kaikki betoni- rakennukset (Beto- ni 1 ja Betoni 2)	VS asunto/porras- huone, ranka/taso ja ranka/tila	VS asunto/porras- huone, CLT/taso ja CLT/tila	VS asunto/porras- huone, Betoni 1 ja Betoni 2
RunkoPes 2.0 VS801ER	RT 82-10903,	RunkoPes 2.0 VS 801 KR	RunkoPes 2.0 VS 801 KM	RT 82-10903
	Samaa kuin vasem- manpuoleinen paitsi teräsranka			
- Kipsilevy 13 mm, - puukoolaus 42x 66 k600 mm, - kivivilla 66 mm, - kipsilevy 13mm.	- Kipsilevy 13 mm, - teräsranka, - kivivilla 66 mm, - kipsilevy 13mm.	- 2x kipsilevy, - kantava puinen rankarunko 120x140 k400mm, - kivivilla 120 mm, - 2x kipsilevy.	- 2x kipsilevy, - 120 mm CLT, - 2x kipsilevy.	- Betoni 200 mm.
Paksuus 92 mm	Paksuus 92 mm	Paksuus 320 mm	Paksuus 180 mm	Paksuus 240 mm

**Taulukko 12. Rakennusaineiden käyttö kevyissä väliseinissä sekä asunto ja porrashuoneen väliseinissä rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden sekä rakennusaineiden osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
KVS kaikki puurakennukset	25,9	18 %	15 %	67 %	0 %
KVS kaikki betonirakennukset	22,8	0 %	18 %	76 %	6 %
VS asunto/porrashuone, ranka/taso ja ranka/tila	80,3	26 %	9 %	65 %	0 %
VS asunto/porrashuone, CLT/taso ja CLT tila	102,8	55 %	0 %	45 %	0 %
VS asunto/porrashuone, Betoni 1 ja Betoni 2	486,3	0 %	0 %	0 %	100 %

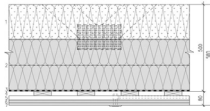
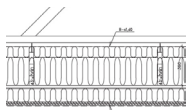
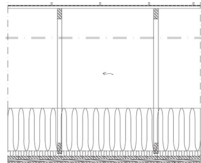
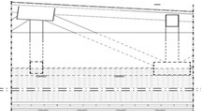
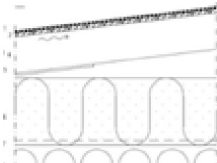
**Taulukko 13. Asunto ja hissikuilun väliseinät sekä parvekkeiden väliset seinät.**

VS asunto/hissikuilu, kaikki puurakennukset (ranka/taso, ranka/tila, CLT/taso, CLT/tila)	VS asunto/hissikuilu, kaikki betonirakennukset (Betoni 1 ja Betoni 2)	VS parvekkeiden välinen, ranka/taso ja ranka/tila	VS parvekkeiden välinen, CLT/taso ja CLT/tila	VS parvekkeiden välinen, kaikki betonirakennukset (Betoni 1 ja Betoni 2).
Make 2.0 (Insinööri-toimisto A. Keronen 2022)	RT 82-10903, väliseinä, asunto/hissikuilu	väliseinä, parvekkeiden välinen	väliseinä, parvekkeiden välinen	RT 82-10903, väliseinä, parvekkeiden välinen
				
- 2 x kipsilevy, - kantava puukoolaus 48x90 k550 mm, - kivivilla 70 mm, - ilmaväli, - 120 mm kantava CLT, - kipsilevy 13mm.	- Betoni 150 mm.	- maalattu ulkoverhouslauta 28 mm, - rankarunko 48x66 k600mm, - ilmaväli, - rankarunko 48x66 k600mm, - maalattu ulkoverhouslauta 28 mm.	- maalattu ulkoverhouslauta 28 mm, - 80 mm CLT, - maalattu ulkoverhouslauta 28 mm.	- Betoni 80 mm.
Paksuus 135 mm	Paksuus 150 mm	Paksuus 152 mm	Paksuus 137 mm	Paksuus 80 mm

**Taulukko 14 Rakennusaineen käyttö asunto ja hissikuilun väliseinissä sekä parvekkeiden välisissä seinissä rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden sekä rakennusaineen osuudet.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
VS asunto/hissikuilu, kaikki puuraken.	100	60 %	4 %	36 %	0 %
VS asunto/hissikuilu, kaikki betoniraken.	366	0 %	0 %	0 %	100 %
VS parvekkeiden välinen, ranka/taso ja ranka/tila	34	96 %	0 %	0 %	4 %
VS parvekkeiden välinen, CLT/taso ja CLT/tila	66	98 %	0 %	0 %	2 %
VS parvekkeiden välinen, kaikki betoniraken.	185	0 %	0 %	0 %	100 %

**Taulukko 15. Yläpohjat.**

VP ranka/taso	VP ranka/tila	VP CLT/ tila	VP CLT/taso	VP Betoni 1 ja VP Betoni 2
RunkoPes 2.0, YP801NR	Make 2.0 (Insinööri-toimisto A. Keronen 2022)	Make 2.0 (Insinööri-toimisto A. Keronen 2022)	Anonymisoitu ratkaisu	Anonymisoitu ratkaisu
				
-puhalluskivivilla 200 mm, -ristikon alapaarre liimapuu 75x300 k900 mm, -kivivilla 300 mm, -höyrysulku - 2x puurangat 25x100 k250 mm ja k400 mm - 2x kipsilevy.	- kantava liimapuu-palkisto 42x420 k900 mm, - kivivilla 100 mm, - puhalluskivivilla 315 mm, -koolaus 25x100 k400 mm, - kivivilla 120 mm, - koolaus 48x123 k400 mm, - 2x kipsilevy.	- ristikon alapaarre liimapuu, 75x300 k900 mm, - puhalluskivivilla 430 mm, - kivivillalevy 50 mm, - CLT 80 mm.	- ristikon alapaarre liimapuu, 75x300 k900 mm, - koolaus 20x75 k600 mm, -kipsilevy, -puhalluskivivilla 485 mm, - CLT 80 mm.	-Ristikon alapaarre 75x300 mm, - kivivilla 490 mm, -ontelolaatta 370 mm.
Paksuus 580 mm	Paksuus 500 mm	Paksuus 560 mm	Paksuus 565 mm	Paksuus 860 mm

**Taulukko 16. Rakennusaineen käyttö yläpohjissa (YP) ja vesikatossa rakennetyyppi-m<sup>2</sup> kohden.**

Rakennetyyppi	Ratkaisun massa, kg/m <sup>2</sup>	Puu	Eriste	Kipsilevy	Muu
YP ranka/taso	72	27 %	36 %	37 %	0 %
YP ranka/tila	70	28 %	35 %	37 %	0 %
YP CLT/tila	67	74 %	26 %	0 %	0 %
YP CLT/taso	73	69 %	22 %	9 %	0 %
YP Betoni 1 ja 2	509	2 %	3 %	0 %	95 %
vesikatto (sisältää myös NR ristikot)	42	57 %	0 %	0 %	43 %

### Liite 3. Ennusteet

Tässä raportissa tehdyt ennusteet pohjautuvat seuraaviin olettamuksiin:

- Ennusteet hyödyntävät Tilastokeskuksen tilastoja (2025a) ja niistä laskettuja keskiarvoja aikaväleille 2000-2009, 2010-2019 ja 2000-2024
- Rakentamisen kasvu ja päästöt vuonna 2025 ovat samanlaiset kuin keskimäärin aikavälillä 2000–2024.
- Oletuksena on ollut, että niissä käyttötarkoituluokissa, joissa rakentaminen vähentynyt (mm. koronapandemian sekä sotien takia) 2020-luvulla, rakentaminen elpyisi 2035 vuoteen mennessä sille tasolle, mitä se parhaimmillaan on ollut aikavälillä 2000–2024. Niissä käyttötarkoituluokissa, joissa rakentamista on tehty eniten 2020-luvulla, on oletettu, että kasvu pysyy samana myös tulevinä vuosina
- Kaikkien materiaalien päästöt laskevat 3 % aikavälillä 2026–2035. Tässä raportissa ei kuitenkaan oteta kantaa siihen, miten esimerkiksi betoni- tai teräsrunkoisten rakennusten päästöt vähentyisivät.
- Kaikki tuotesidonnaiset päästöt on mallinnettu aiheutuvaksi rakentamisvuonna, vaikka osa aiheutuu käytön aikana rakennustuotteiden vaihtojen yhteydessä. Tarkastelujakso on 50 vuotta.
- Ennusteissa on verrattu rakennusten päästöjä tiedossa oleviin raja-arvoihin, ja varmistettu että arvioinnissa käyttämämme arvot alittavat vuosina 2026 voimaan astuvat raja-arvot.
- Tilastokeskuksen rakennuskannan tilastoissa yksikkö on kerrosala, mutta päästöt Suomessa lasketaan tyypillisesti suhteessa lämmitettyyn nettoalaan. Arvioitaville rakennuksille on laskettu lämmitetyn nettoalan suhde kerrosalaan ja tästä saatua kerrointa on käytetty jotta Ympäristöministeriön (2024b) raportista otetut tyypilliset päästöt eri käyttötarkoituluokille on muutettu kerrosalakohtaisiksi.
- Puun osuus muissa kuin betoni- tai puurunkoisissa rakennuksissa (esim. teräsrunkoisissa) on oletettu olevan samankaltainen kuin tarkastelluissa betonirakennuksissa.
- Emme ota kantaa siihen, missä suhteessa puurakentaminen on CLT- tai rankarakentamista, taikka taso- tai tilaelementtirakentamista. Ennusteet on laadittu näiden keskiarvona.
- Muiden kuin puurunkoistenrakennusten päästöt arvioitiin seuraavan kaavan mukaan:

$$E_{\text{kaikki}} = p_{\text{puu}} \cdot E_{\text{puu}} + (1 - p_{\text{puu}}) \cdot E_{\text{muut}}$$

jossa:

$E_{\text{kaikki}}$  = Keskiarvopäästöt käyttötarkoituluokalle (Ympäristöministeriön 2024b raportista)

$E_{\text{puu}}$  = Keskiarvopäästöt käyttötarkoituluokan puurunkoisille rakennuksille (tämän selvityksen tulokset)

$E_{\text{muut}}$  = Keskiarvopäästöt käyttötarkoituluokan muille kuin puurunkoisille rakennuksille

$p_{\text{puu}}$  = Puurakentamisen osuus (%) kyseisessä käyttötarkoituluokassa

## 9. Lähteet

CEN (2019). SFS-EN 15804:2012+A2:2019. Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt. 70 s.

CEN (2012). SFS-EN 15978:2012. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. 61 s.

Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C. P. O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E. & Schellnhuber, H. J. (2020). Buildings as Global Carbon Sink. *Nature Sustainability*, 3:269-276. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2024). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset 2024/3012 pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta. 29 s.

Finnish Wood Research (2013). RunkoPES 2.0. Osa 11: Rakennetyypikirjasto. 31.2012.2013

Forecon Oy 3.2.2022. Puun käytön määrä Suomessa. [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/65832289-76ba-426e-a84a-7d3145c33ee6/RA-PORTTI\\_20230308132013.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/65832289-76ba-426e-a84a-7d3145c33ee6/RA-PORTTI_20230308132013.pdf). Viitattu 21.12.2025.

Hurmekoski, E., Jonsson, R. & Nord, T. (2015). Context, drivers, and future potential for wood-frame multi-story construction in Europe. *Technological Forecasting and Social Change* 99, 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.07.002>

Insinööritoimisto A. Keronen 2022. Make 2.0. Puinen mallikerrostalo. Konsepti ja viitesuunnitelma 31.5.2022. 62 s.

Jussila J. (2022). Puukerrostalorakentaminen – kirjallisuusanalyysi markkinoiden kehityksestä Pohjoismaissa. *Metsätieteen aikakauskirja, vuosikerta 2022* artikkeli 10731. <https://doi.org/10.14214/ma.10731>

Karjalainen, M., Ilgin, H.E. and Pajunen, S. (2025). Case studies from Finland: Improving the productivity of industrial wood apartment building construction, 14th World Conference on Timber Engineering 2025 (WCTE 2025), Brisbane, Australia, 22 – 26 June 2025, pp. 3619-3627. <https://doi.org/10.52202/080513-0444>

Kuittinen, M. & Tähtinen, L. (2025). Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2025. Luonnos koekäyttöön 10–2025. 55 s.

Laine, A., Pohjalainen, S., Mäntylä, I., Eloranta, A., Lehtomäki, J., Raivio, T. (2024). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 – tiekartan päivitys. Gaia Consulting Oy. [https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/06/Loppuraportti-RT-vahahiilisyys-7.6.2024\\_FINAL.pdf](https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/06/Loppuraportti-RT-vahahiilisyys-7.6.2024_FINAL.pdf) Viitattu 4.2.2026.

Luke (2024). Hakkuukertymä ja puuston poistuma alueittain 2024. Luonnonvarakeskus. Julkaistu 24.4.2025. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma-alueittain-2024> Viitattu 16.11.2025.

Maa- ja metsätalousministeriö (1996). Metsälaki 1093/1996.

Metsäteollisuus ry 2025. Metsäteollisuuden vienti. <https://metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-vienti/> Viitattu 16.11.2025.

Rakennustieto RT (2007). RT 83-10902. Ohjetiedosto. Välipohjarakenteita. 36 s.

Rakennustieto RT (2007). RT 82-10903. Ohjetiedosto. Väliseinärakenteita. 38 s.

Rakennustieto RT (2010). RT 82-11006. Ohjetiedosto. Ulkoseinärakenteita. 32 s.

Suomen ilmastopaneeli (2026). Seppälä, J., Pukkala, T., Kotiaho, J., Aalto, J., Bäck, J., Kallio, K.P., Karttunen, M., Koivula, M., Laine, I., Oksanen, E., Ollikainen, M., Silfverberg, O., Salo, M., Soimakallio, S., Weaver, S., Vesala, T. Metsien hakkuiden, ilmastotavoitteiden ja luonnon monimuotoisuuden suojelun yhteensovittaminen – Skenaariotarkastelu eri hakkuutasoilla. Suomen ilmastopaneeli (2026). Metsien hakkuiden, ilmastotavoitteiden ja luonnon monimuotoisuuden suojelun yhteensovittaminen – Skenaariotarkastelu eri hakkuutasoilla ja suoje-  
lupinta-aloilla – Ilmastopaneelin raportti 1/2026.

Suomen Ympäristökeskus. Kansallinen päästötietokanta CO2data. [www.CO2data.fi](http://www.CO2data.fi).

Tilastokeskus (2018). Rakennusluokitus 2018. [https://stat.fi/fi/luokitukset/rakennus/rakennus\\_1\\_20180712](https://stat.fi/fi/luokitukset/rakennus/rakennus_1_20180712). Viitattu 01.09.2025. Tilastokeskus (2025a). Rakennukset ja kesämökit. Viitattu 01.09.2025.

Tilastokeskus (2025b). Rakennuskanta ja uudistuotanto. Tilastokeskuksen tiedot ovat päivitetty 22. heinäkuuta, 2025. Viitattu 01.09.2025. Ympäristöministeriö (2017). Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Suomen säädöskokoelma. Finlex. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2017/1010> Viitattu 01.09.2025.

Valtioneuvosto (2026). Valtioneuvoston asetus uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoista VNa 2/2026.

Ympäristöministeriö (2022). Ilmastolaki 423/2022.

Ympäristöministeriö (2023). Rakentamislaki 751/2023.

Ympäristöministeriö (2024a). Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastoselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta 1027/2024.

Ympäristöministeriö (2024b). Laki 897/2024 rakentamislain muuttamisesta.

Ympäristöministeriö (2024c). Carbon Footprint Limits for Common Building Types. Methodology update revision. One Click LCA. September 2024. 36 pages + 3 app SFS-EN

Ympäristöministeriö (2025). Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma. Ympäristöministeriön julkaisuja 2025:33. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Österberg, M., Karjalainen, M., Lintunen, J., Tammelin, T., Asikainen, A., Vakkilainen, E., Toivonen, R., Virta, P., Henn, A., Nuutinen, E-M., Kohl, J., Hassinen, J. 2024. Lankusta lääkkeisiin - Tuoteportfolion arvonnoususta uutta arvonnollista metsäsektorille. Metsäbiotalouden tiedepaneelin raportti 1/2024. Metsäbiotalouden tiedepaneeli. Helsinki. 36 s <https://metsatiedepaneeli.fi/julkaisut/> Viitattu 21.12.2025.



**METSÄBIOTALOUDEN  
TIEDEPANEELI**

**Metsäbiotalouden tiedepaneeli**

[www.metsatiedepaneeli.fi](http://www.metsatiedepaneeli.fi)