

Arvoketjuyhteistyöstä vauhtia vähähiiliseen rakentamiseen

TULOKSET VÄHÄHIILISEN RAKENTAMISEN YHTEISTYÖPROJEKTISTA



RAMBOLL

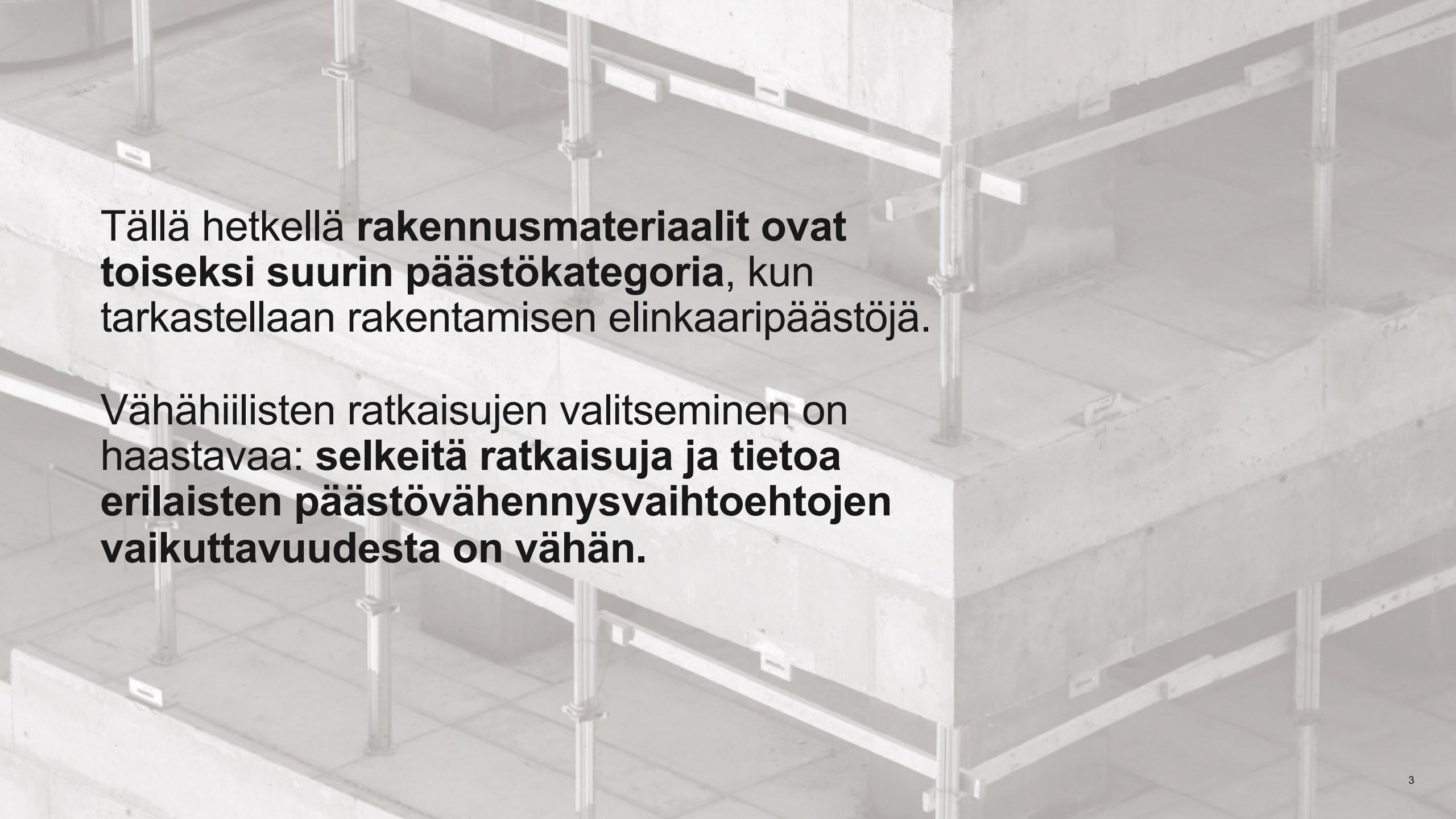


CombiPure

Rakennusalan osuus
kaikista energian
tuotantoon ja
kulutukseen liittyvistä
hiilidioksidipäästöistä
on lähes 40 %.

1,5

NÄIDEN PÄÄSTÖJEN
LEIKKAAMINEN ON
VÄLTTÄMÄTÖNTÄ 1,5 ASTEEN
LÄMPENEMISPOLUN
SAAVUTTAMISEKSI



Tällä hetkellä **rakennusmateriaalit ovat toiseksi suurin päästökategoria**, kun tarkastellaan rakentamisen elinkaaripäästöjä.

Vähähiilisten ratkaisujen valitseminen on haastavaa: **selkeitä ratkaisuja ja tietoa erilaisten päästövähennysvaihtoehtojen vaikuttavuudesta on vähän.**



Combient Pure

NCC Suomi, Stora Enso, Ramboll ja Combient Pure ovat yhdistäneet voimansa auttaakseen kiinteistökehittäjiä ja -sijoittajia tekemään tietoon perustuvia vähäpäästöisiä materiaalivalintoja ja siten vähentämään toimialan päästöjä.

CombiEnt Puren johtama moniyritysyhteistyö keskittyi kuuteen teemaan:

1. Vähähiilisten rakennusmateriaalien tutkiminen asuinkerrostalo- ja toimistorakennuksen malliprojektien pohjalta yhdessä NCC:n ja Stora Enson kanssa
2. Kiinteistösijoittajien ja -omistajien tarpeiden kartoittaminen haastattelujen sekä NCC:n ja Stora Enson sisäisten työpajojen avulla
3. Yrityskohtaisten vähähiilistä rakentamista edistävien sisäisten prosessien kehittäminen
4. Yhteistyön laajentaminen ottamalla suunnitteluyritys mukaan ja uusien suunnitelmien kehittäminen mallihankkeita varten - Ramboll liittyi mukaan yhteistyöhön
5. Massiivipuun päästövähennyspotentiaalın tutkiminen vaiheissa 1 ja 4 käytettyjen ja tuotettujen suunnitelmien pohjalta
6. Kehitettyjen vähähiilisten ratkaisujen ja laskelmien viimeistely ja keskeisten havaintojen kokoaminen, viestinnän valmistelu ja liiketoiminnallisista johtopäätöksistä keskusteleminen

PROJEKTIN LÖYDÖKSET

1 Vähähiiliset rakennusratkaisut

2 Massiivipuun päästövähennyspotentiaali

3 Arvoketjuyhteistyö

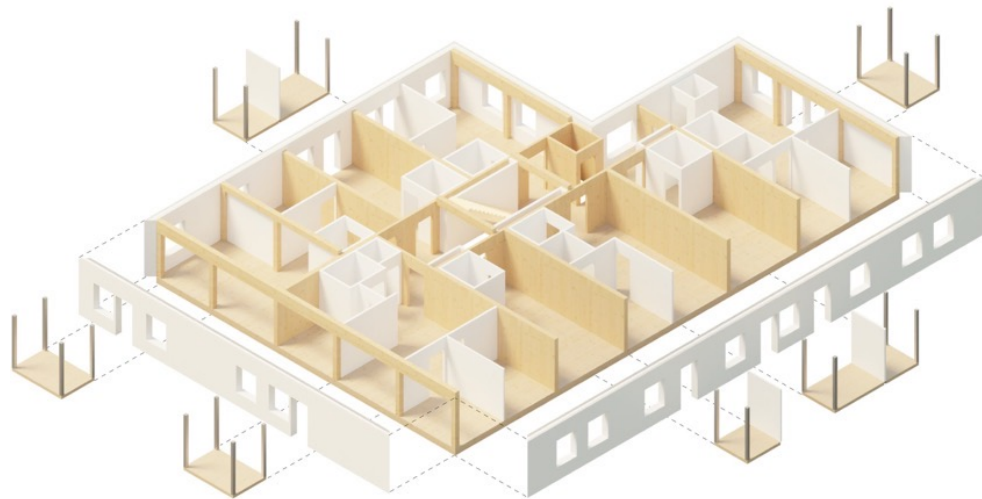
PROJEKTIN LÖYDÖKSET

1. Vähähiiliset rakennusratkaisut

Moniyritysyhteistyö mahdollistaa uusia vähähiilisiä runkorakennusratkaisuja

- Yhteistyö mahdollisti vähähiilisten rakennusratkaisujen yhteiskehittämisen tutkimalla erityisesti puupohjaisten rakennejärjestelmien ja rakennustapojen soveltamista.
- Tavoitteena oli myös mahdollisimman korkean tehdasvalmistusasteen saavuttaminen vallitsevien käytäntöjen ja olosuhteiden sallimissa rajoissa.
- Kehitystyön tuloksena laadittiin rakennustyyppikohtaiset case study -selvitykset toimisto- ja asuinrakennuksia varten.

Asuinrakennuksen case study



Selvityksen tarkoituksena oli tutkia vähähiilisten materiaalien tarjoamia mahdollisuuksia ja ratkaisuja laatimalla konkreettinen tyyppiprojekti massiivipuurunkoiselle asuinrakennukselle.

Asuinrakennuksen toteutusta tutkittiin kahden eri suunnitteluperusteen pohjalta:

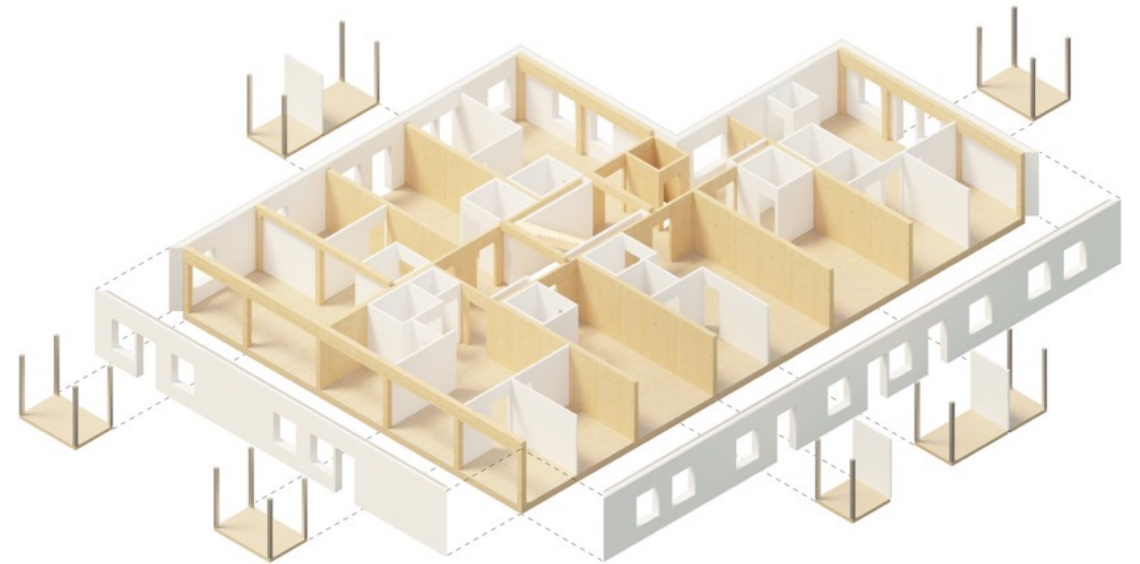
1. Muuntosuunnitelma (konversio), jossa rakennuksen rungon betonirakenteet korvattiin CLT-elementeillä.
2. Optimoitu puurakenneratkaisu, jossa yhdistyvät erilaiset puupohjaisten materiaalien hyödyntämiseen perustuvat menetelmät ja teknologiat mahdollisimman korkean tehdasvalmistusasteen ja alkuperäistä vastaavan lopputuloksen saavuttamiseksi massiivipuuprojektin asettamista lähtökohdista.

Asuinrakennuksen case study

Puurakenteiden optimoinnin lopputuloksena syntyi runkotyyppi, jossa kantavat ulkoseinät, pilarit ja palkit olivat puurakenteisia ja välipohjat CLT-elementeistä.

Ei-kantavat ulkoseinät suunniteltiin siten, että ne mahdollistivat joustavan suunnitteluun ja työmaasennusten toteutuksen.

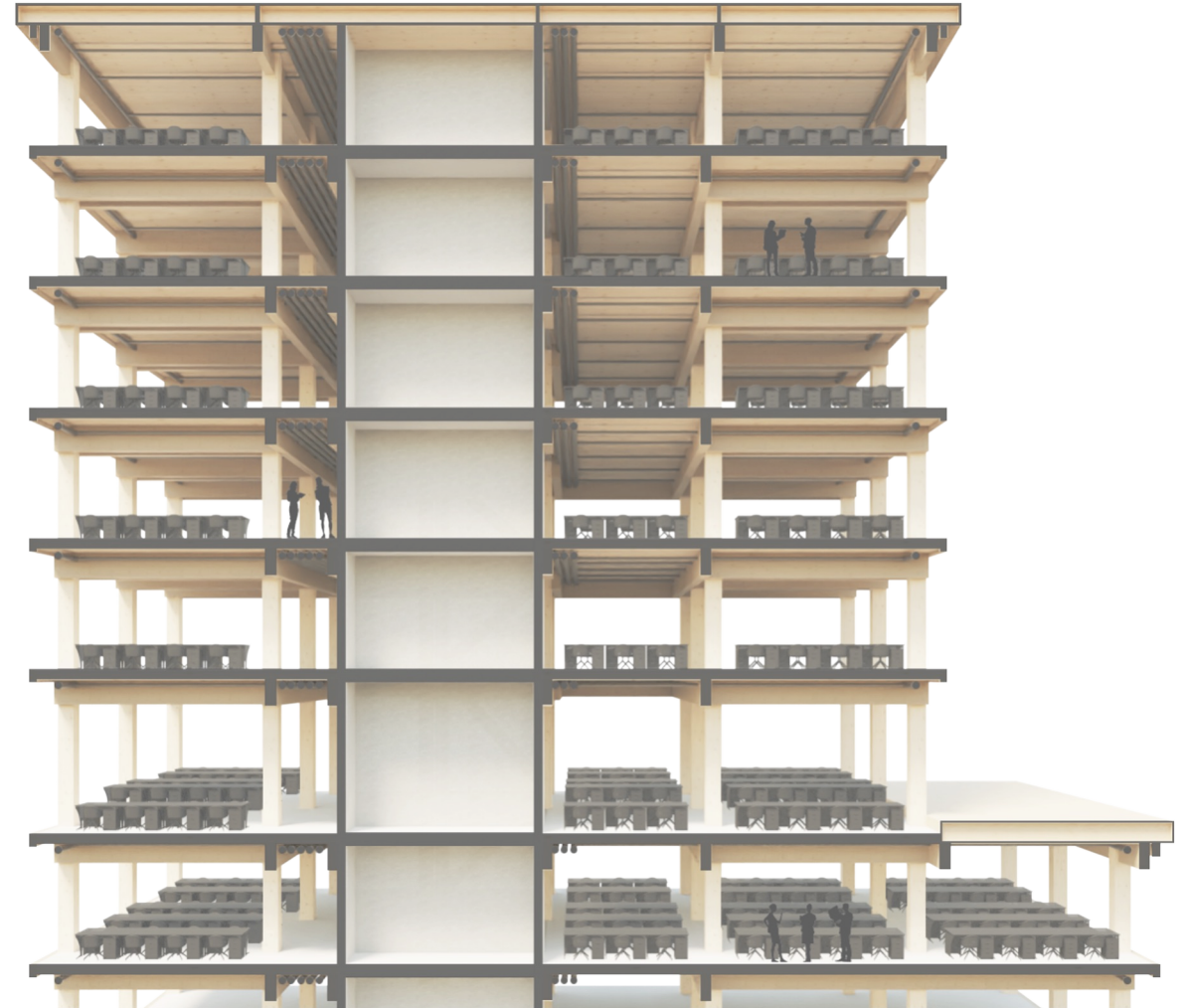
Järjestelmässä hyödynnettiin puurakenteille soveltuvia jännevälejä arkkitehtuurista tinkimättä.



VÄHÄHIILISET RAKENNUSRATKAISUT

Toimistorakennus- kohteen case study

Tavoitteena oli selvittää vähähiilisten rakennusmateriaalien ja ratkaisujen soveltuvuutta toimistokohteessa optimoimalla betonirunko massiivipuulle ja vähähiiliselle betonille.

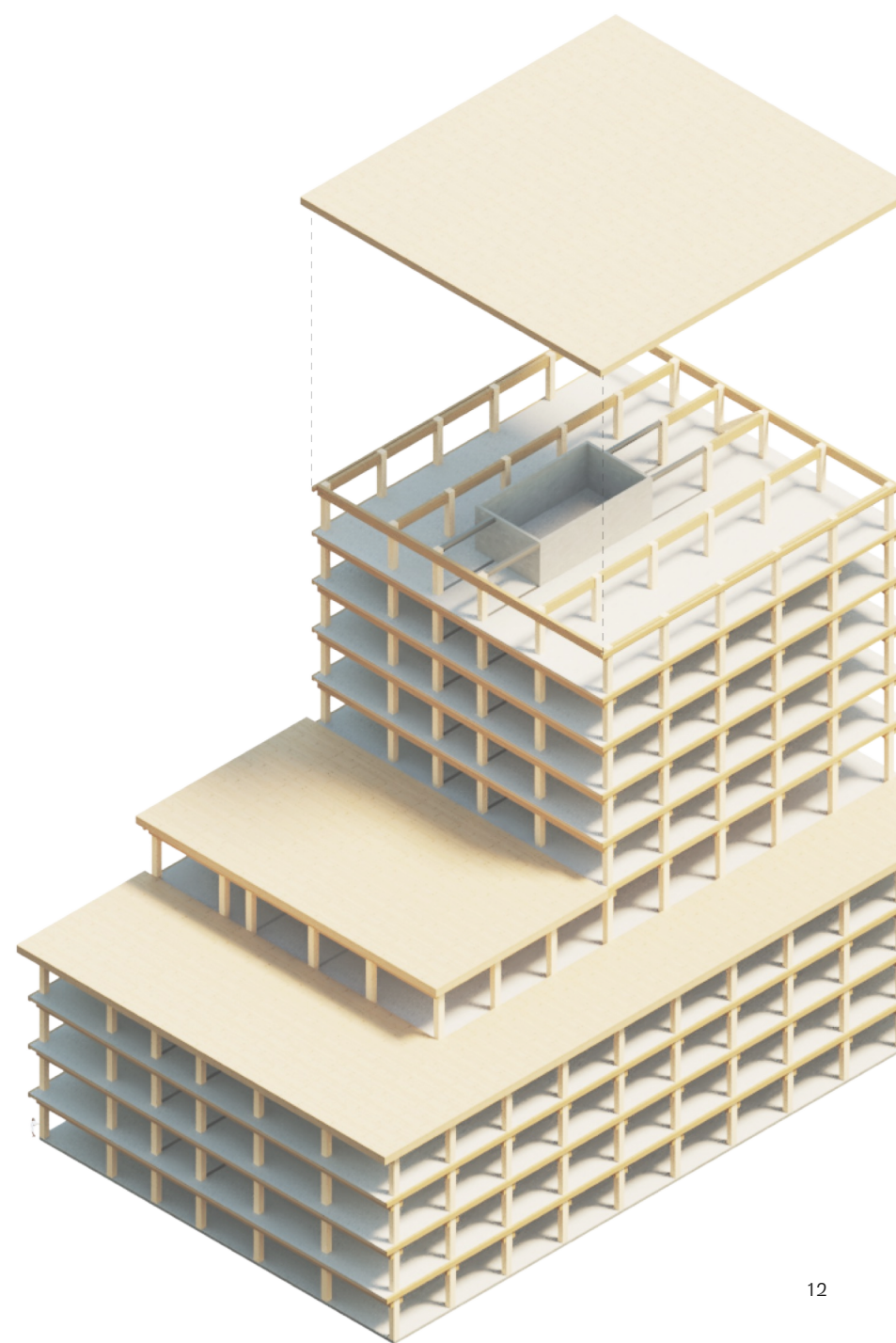


Toimistorakennus- kohteen case study

Selvityksessä lanseerattiin uudentyyppinen toimistorakennuksen runko:

Toimistotilojen runkorakenteina toimivat massiivipuiset levy-, pilari- ja palkkirakenteet. Rakennuksen jäykistävä runko suunniteltiin vähähiilisestä betonista valetuista hissikuiluista, porrashuoneista ja wc-tiloista. Puurakenteista toimistotilaa varten määriteltiin massiivipuurakenteelle soveltuva pilarijako, joka täyttää toimistokohteen käytön asettamat vaatimukset.

Vaihtoehtoisia runkorakenteita tutkimalla löysimme tapoja, joilla vähähiilisiä ratkaisuja voidaan hyödyntää tehokkaasti. Tämä NCC:n, Stora Enson ja Rambollin yhteistyössä kehittämä ratkaisu tarjoaa kiinteistösijoittajille ja rakennuttajille mahdollisuuden valita uusi vähähiilinen vaihtoehto rakennuksen runkorakenteelle.



Case study -selvitysten johtopäätökset

- Rakenteiden konversio nopeuttaa rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa huomattavasti. Se ei sinällään takaa parasta ratkaisua, mutta auttaa ohjaamaan vähähiilisen rakennuksen suunnittelua.
- Vertailemalla erityyppisiä massiivipuurakenteita löydettiin kustannustehokas, toteutuskelpoinen ja vähähiilinen ratkaisu.
- Massiivipuurakenteisen rakennuksen suunnittelu vaatii aluksi merkittävää panostusta, mutta sen työmaatoteutuksessa voidaan säästää aikaa.
- Rakennuksen pohjaratkaisu kannattaa optimoida massiivipuusta rakennetuille jänneväleille.
- Massiivipuurakentaminen vaatii tiivistä yhteistyötä eri osapuolten kesken läpi koko hankkeen.

2. Massiivipuun päästövähenneypotentiaali

MASSIIVIPUUN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOIENTIAALI

Massiivipuuron avulla saavutetaan merkittäviä päästövähennyksiä rakennuksen koko elinkaaren aikana

Osana yhteistyötä tuotettiin vertailukelpoisia hiilijalanjälkitietoja eri puurunkovaihtoehtoilla suunnitellun asuin- ja toimistorakennuksen koko elinkaaren ajalta. Molemmissa rakennustyypeissä eri puurunkovaihtoehtoja verrattiin tyypilliseen betonirakennukseen.

Suunnittelimme yhteistyössä kolme erilaista vähähiilistä runkovaihtoehtoa, joiden päästöjä verrattiin vastaaviin betonirakennuksiin. Kolme vaihtoehtoa olivat:

- massiivipuu ja vähähiilinen betonirunkoinen toimistorakennus
- betonirunkoisen asuinrakennuksen puinen muutossuunnitelma
- puurunkoinen asuinrakennus, joka oli alusta asti optimoitu puulle

MASSIIVIPUUN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOIENTIAALI

Massiivipuuron avulla saavutetaan merkittäviä päästövähennyksiä rakennuksen koko elinkaaren aikana

Hiilijalanjälkilaskelmien perusteella pyrittiin saamaan näkemystä eri runkoratkaisujen päästöistä. Tässä yhteydessä rakennusta ei kuitenkaan ollut kattavasti optimoitu vähähiilisyiden saavuttamiseksi, vaan painopiste oli optimaalisten vähähiilisten runkorakenteiden kehittämisessä.

Laskelmat suoritettiin noudattamalla Ympäristöministeriön **Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmää (vuoden 2021 julkaisu)**.

MASSIIVIPUUN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOSENTIAALI

Lähtötiedot laskelmia varten

Betonisen asuinrakennuksen lähtötiedot:

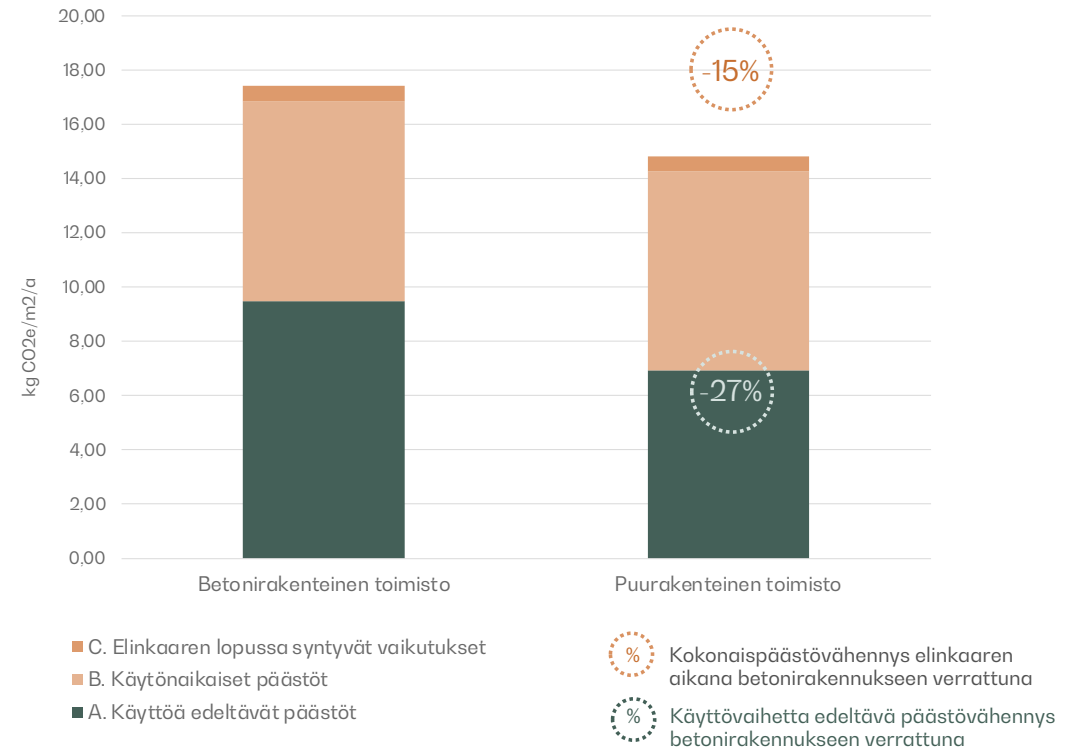
Rakennustyyppi	Asuinkerrostalo
Rakennusvuosi	2022
Sijainti	Espoo
Kerrosala	2500 m ²
Kerrosten lukumäärä	6 (+ 1 kellarikerros)
Tontin pinta-ala	3789 rp-m ²
Lämmitysmuoto	Maalämpö
Energialuokka	A
Laskennallinen ostoenergian kulutus	Sähkö: 187MWh

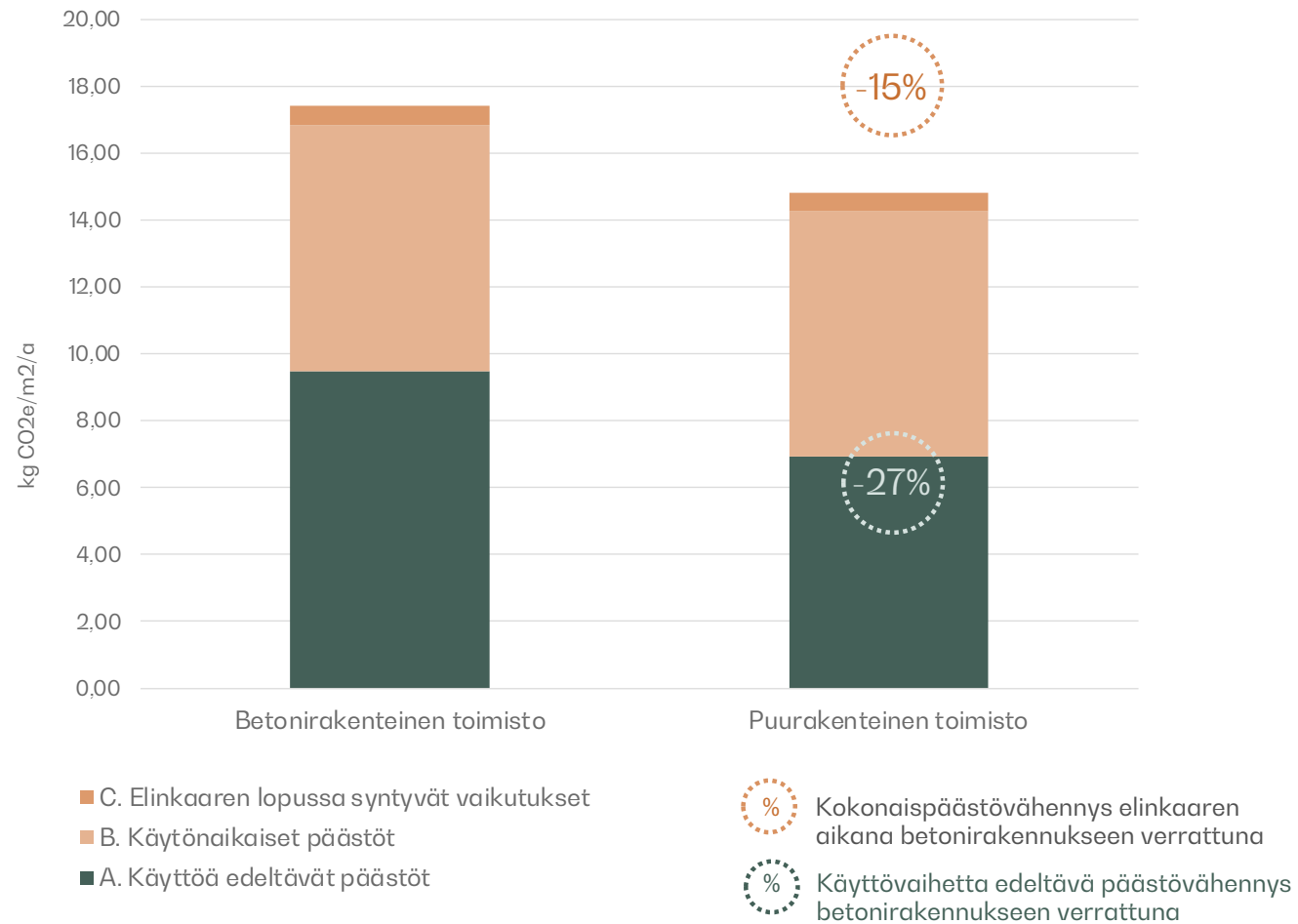
Betonisen toimistorakennuksen lähtötiedot:

Rakennustyyppi	Toimisto
Rakennusvuosi	2022
Bruttoala	16600 brm ²
Kerrosten lukumäärä	11
Lämmitysmuoto	Maalämpö ja kaukolämpö
Energialuokka	A
Laskennallinen ostoenergian kulutus	Sähkö: 768MWh Kaukolämpö: 493 MWh Kaukojäähdytys: 102 MWh
Seuraamusluokka	CC3, CC2
Luotettavuusluokka	RC3, RC2
Palonkestävyysluokka	R120

Toimistorakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

- Puisen toimistorakennuksen koko elinkaaren aikana syntyy 15 % vähemmän CO₂-päästöjä betonirakenteiseen nähden. Vähennys on vähähiilisten materiaalien käytön ansiota.
- Jos tarkastellaan pelkästä materiaaleihin sitoutuneesta hiilestä (ennen rakennuksen käyttöä) aiheutuvia päästöjä, on puurakenteisen toimistorakennuksen hiilijalanjälki 27 % betonirakenteista pienempi.
- Suunnitteluratkaisussa on hyödynnetty puuta, ensimmäisissä kerroksissa vähähiilisiä teräspalkkeja ja vähähiillistä betonia ja pintabetonoinneissa vähähiilisiä betonituotteita. Rakennuksen jäykistävä runko suunniteltiin vähähiillisestä betonista valetuista hissikuiluista, porrashuoneista ja wc-tiloista.

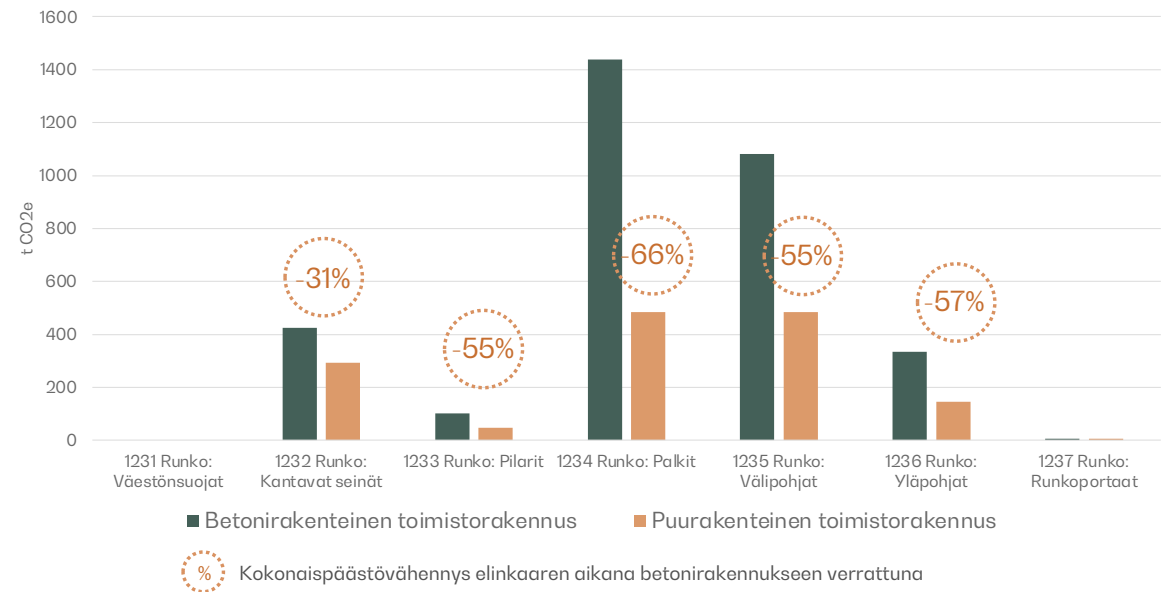


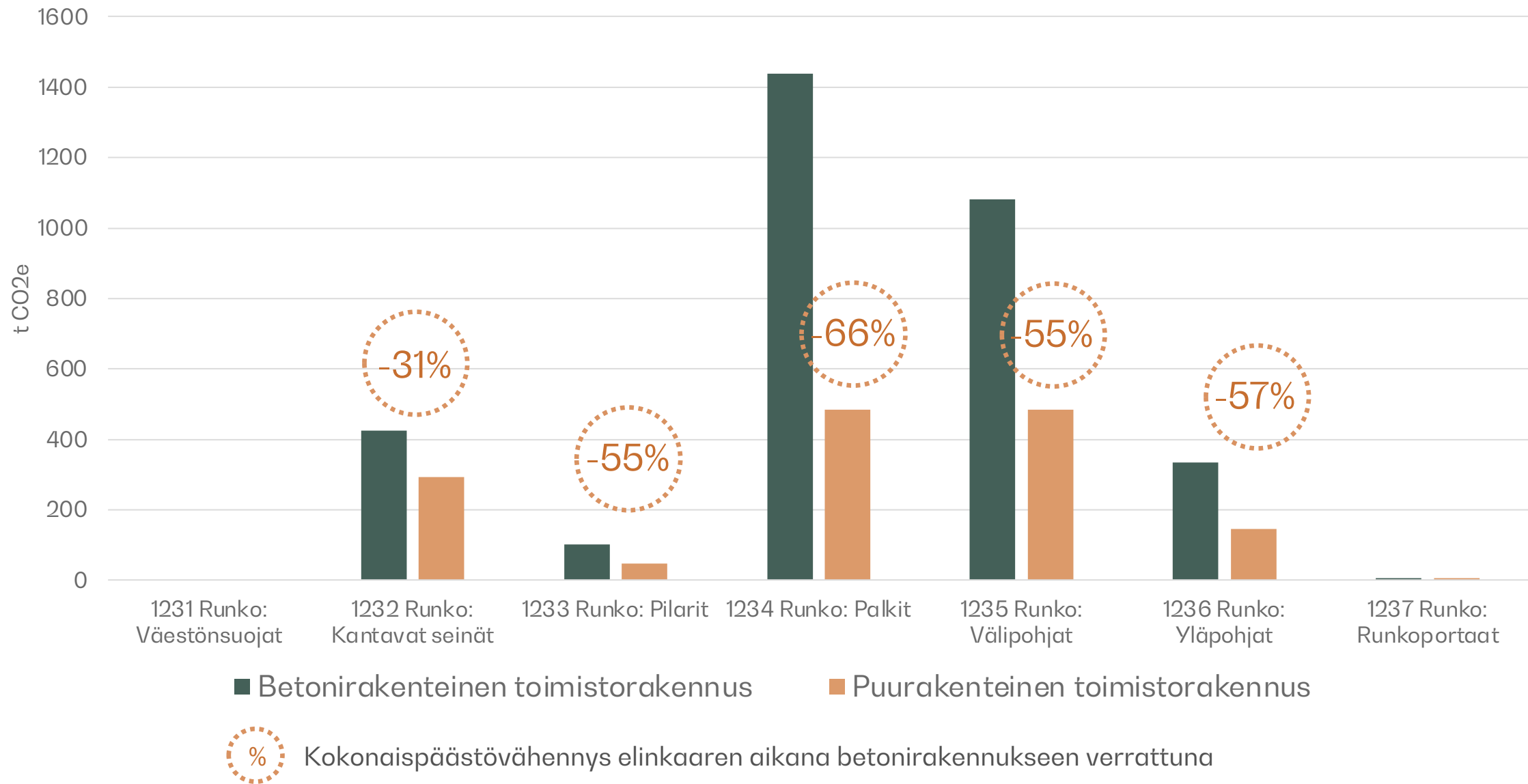


Toimistorakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

Toimistorakennus - Tuotekohtainen vertailu, betoni ja puu

- Merkittävin tuotesidonnainen vaikutus hiilijalanjäljen pienentämiseksi saavutetaan vähähiilisen teräspalkin ja liimapuupalkin käytöllä, mikä johtaa 66 % pienempiin päästöihin betonirakenteisen toimiston palkkeihin verrattuna.
- Lisäksi hiilijalanjälkeä vähentää merkittävästi ontelolaattarakenteisten välipohjien korvaaminen CLT-rakenteisilla välipohjilla, joiden päästöt ovat 55 % pienemmät.

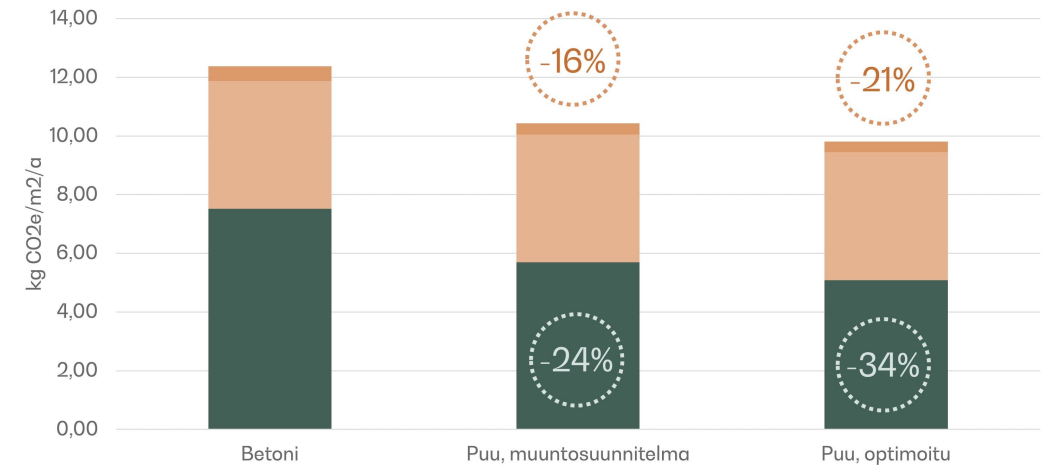




Toimistorakennus - Tuotekohtainen vertailu, betoni ja puu

Asuinrakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

- Kun asuinrakennuksen betonirunko korvataan puurungolla, saavutetaan 16 % kokonaispäästövähennys rakennuksen elinaikana. Optimoidun puurakennuksen päästöt ovat 21 % betonirakennusta pienemmät.
- Puurunkoisen rakennuksen hiilijalanjälki pienenee betonirunkoiseen verrattuna, kun käytetään massiivipuuta pääasiallisena materiaalina.
- Puun ominaisuuksiin perustuvaa suunnittelua optimoimalla saavutetaan viiden prosenttiyksikön lisävähennys muuntosuunnitelman avulla saavutetusta päästövähennyksestä.
- Jos tarkastellaan pelkästä materiaaleihin sitoutuneesta hiilestä (ennen rakennuksen käyttöä) aiheutuvia päästöjä, on puurakenteisen toimistorakennuksen hiilijalanjälki 24 %, ja optimoidun massiivipuurakennuksen hiilijalanjälki 34 % betonirakennuksen hiilijalanjälkeä pienempi.



■ A. Käyttöä edeltävät päästöt ■ B. Käytön aikaiset päästöt ■ C. Päästöt elinkaaren lopussa

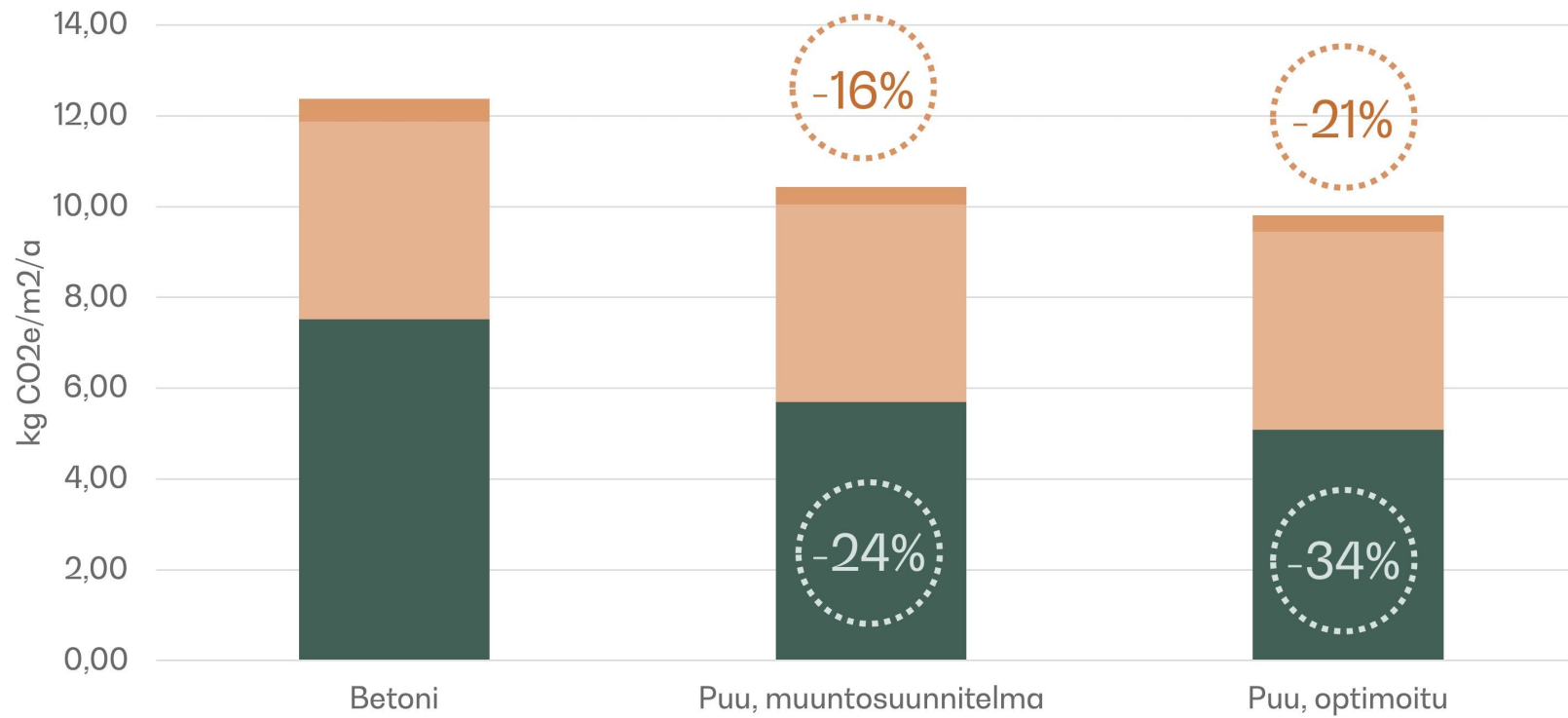
○ % Kokonaispäästövähennys elinkaaren aikana betonirakennukseen verrattuna

○ % Käyttövaihetta edeltävä päästövähennys betonirakennukseen verrattuna

MASSIIVIPUUN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOIENTIAALI

Puurunkoisilla
ratkaisuilla voidaan
vähentää
materiaaleihin
sitoutuneesta hiilestä
aiheutuvia päästöjä
jopa 34%

34%



■ A. Käyttöä edeltävät päästöt
 ■ B. Käytönaikaiset päästöt
 ■ C. Päästöt elinkaaren lopussa

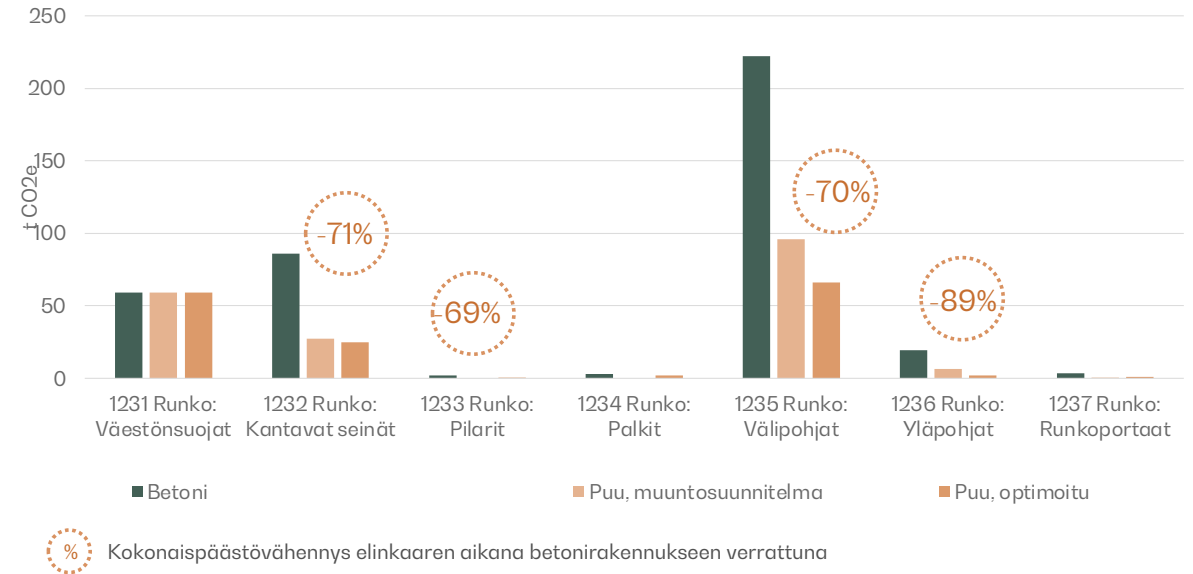
% Kokonaispäästövähennys elinkaaren aikana betonirakennukseen verrattuna

% Käyttövaihetta edeltävä päästövähennys betonirakennukseen verrattuna

Asuinrakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

Asuinrakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

- Optimoidun puukerrostalon hiilijalanjälkeä vähentää merkittävästi betonikerrostalon hiilijalanjälkeen verrattuna ontelolaattarakenteisten välipohjien korvaaminen CLT-rakenteisilla välipohjilla, joiden päästöt ovat 70 % pienemmät.
- Toiseksi merkittävin tuotesidonnainen päästövähennys saavutetaan CLT-rakenteisilla kantavilla seinillä, joiden päästöt ovat 71 % pienemmät betoniin kantaviin seiniin verrattuna.

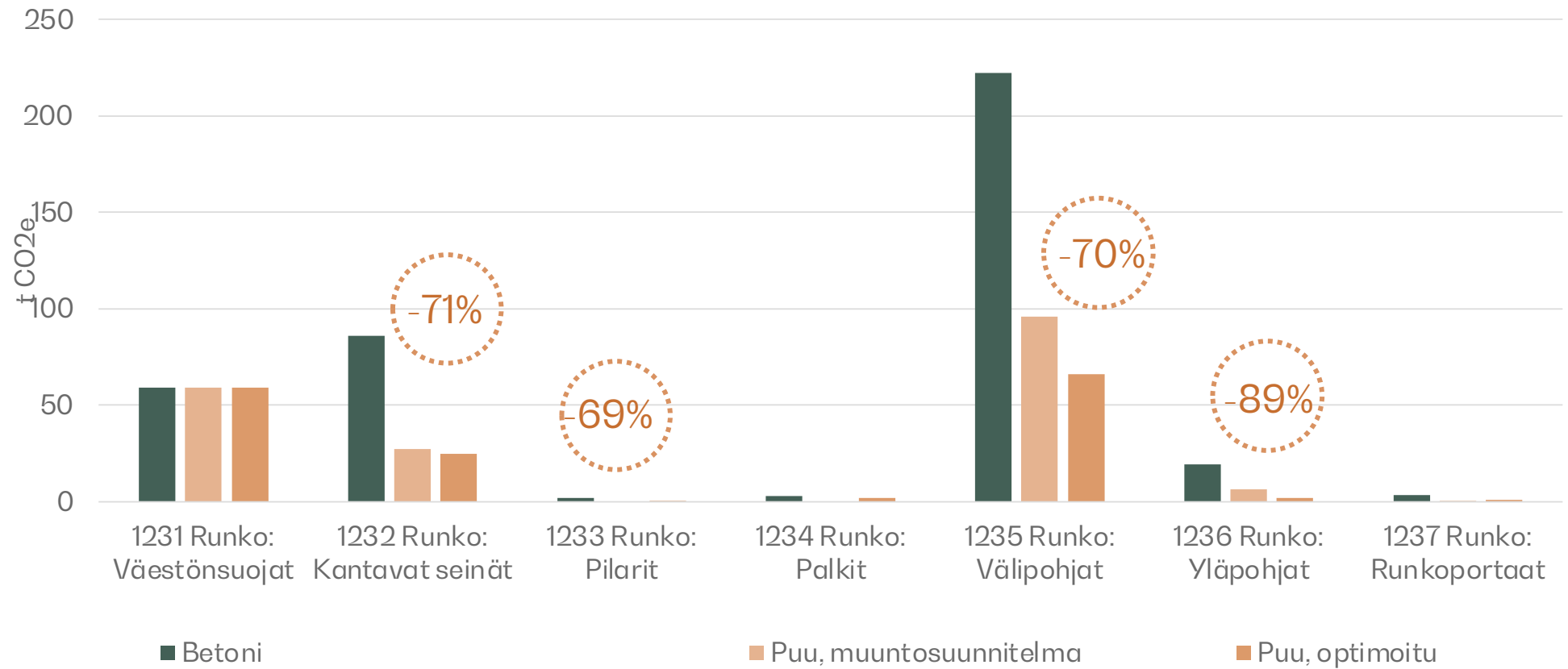



MASSIIVIPUUN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOSENTIAALI

Suurimmat tuotteisiin liittyvät päästövähennykset saavutetaan, kun ontelolaatat korvataan CLT-välipohjilla. Tuotelajikohtaiset päästöt ovat tällöin jopa 70 % pienemmät



70%



 Kokonaispäästövähennys elinkaaren aikana betonirakennukseen verrattuna

Asuinrakennus - Runkoratkaisujen vertailu, betoni ja puu

Päästölaskelmien johtopäätökset

- Tulokset osoittavat, että puurunkoisilla ratkaisuilla voidaan pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä merkittävästi. Niiden avulla materiaaleihin sitoutuneesta hiilestä aiheutuvia päästöjä voidaan vähentää jopa 34 %.
- Suurimmat tuotteisiin liittyvät päästövähennykset saavutetaan, kun ontelolaatat korvataan CLT-välipohjilla. Tuotelajikohtaiset päästöt ovat tällöin vastaavasti 70 % pienemmät.
- Saavutettavien päästövähennysten ohella massiivipuuratkaisut varastoivat hiilidioksidia rakennuksen koko käyttöiän, mikä puolestaan suurentaa rakennusten hiilikädenjälkeä.
- Laaja yhteistyö arvoketjun alusta lähtien mahdollistaa suunnittelun optimoinnin, jolloin vähähiilisten ja niukkapäästöisten ratkaisujen valitseminen on mahdollista.

3. Arvoketjuyhteistyö

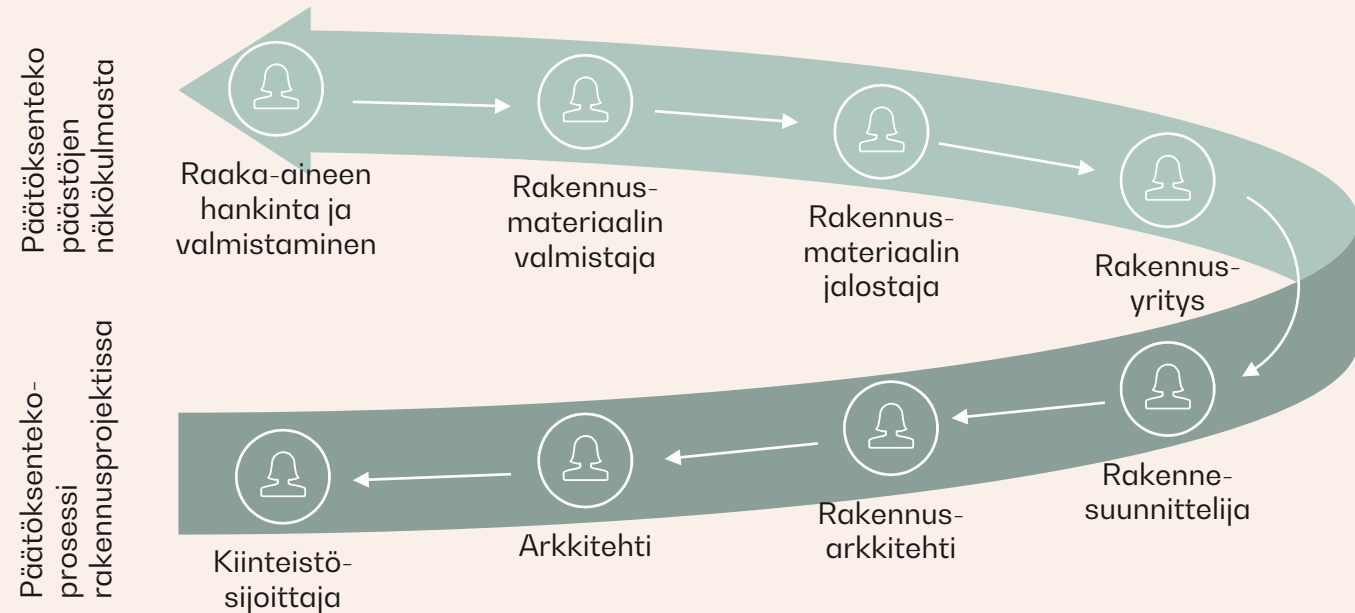
Hyödyt rakennus- sektorille

1. Vähähiilisten ratkaisujen näkyvyyden ja saavutettavuuden parantaminen
2. Varhainen yhteistyö tehostaa suunnittelua
3. Päästöohjaus paranee rakennuksen suunnitteluvaiheessa
4. Oikotie optimoituihin ratkaisuihin
5. Pitkän aikavälin arvonluonti

1. Vähähiilisten ratkaisujen näkyvyyden ja saavutettavuuden parantaminen

Merkittävimmät päätökset rakennusmateriaalien päästöihin liittyen tehdään hyvin varhaisessa vaiheessa päätöksentekoketjua. Kuitenkin suurin osa päästöistä syntyy materiaalin tuotannossa ja valmistuksessa. Koska päätöksentekoprosessi ja päästötiedot menevät arvoketjussa eri suuntaan, päätöksentekohetkellä ei välttämättä ole käytettävissä vähähiilisten päätösten tekemiseen tarvittavaa päästötietoa. Rakentamisen arvoketjun päästötietojen kerääminen ja analysoiminen päätöksenteon tueksi on vaikeaa, koska arvoketju koostuu niin monenlaisista toimijoista.

PÄÄTÖKSENTEON JA PÄÄSTÖTIETOJEN KAAVIO

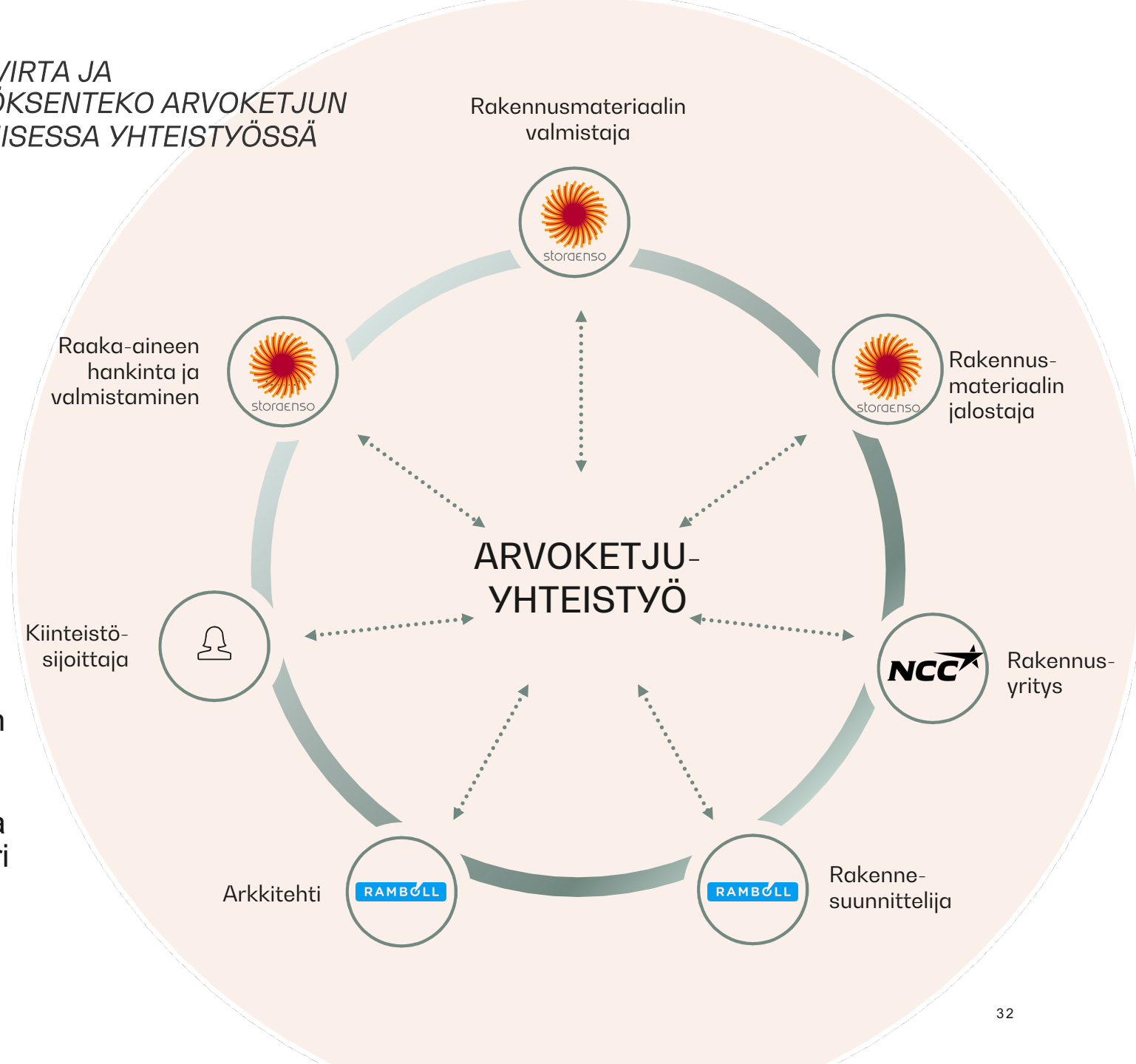


TIETOVIRTA JA
PÄÄTÖKSENTEKO ARVOKETJUN
LAAJUISESSA YHTEISTYÖSSÄ

ARVOKETJUYHTEISTYÖ

1. Vähähiilisten ratkaisujen näkyvyyden ja saavutettavuuden parantaminen

Arvoketjun mittainen yhteistyö mahdollistaa nopeamman ja läpinäkyvämmän tiedon jakamisen eri vaiheiden päätöksentekijöiden välillä, koska eri toimijat ovat suorassa kontaktissa keskenään. Loppukäyttäjille saatavilla olevia vaihtoehtoja voidaan tarjota tehokkaasti ja laaja-alaisesti vain jos alan eri toimijat tekevät tiivistä yhteistyötä tarjonnan saattamiseksi näkyväksi.



2. Varhainen yhteistyö tehostaa suunnittelua

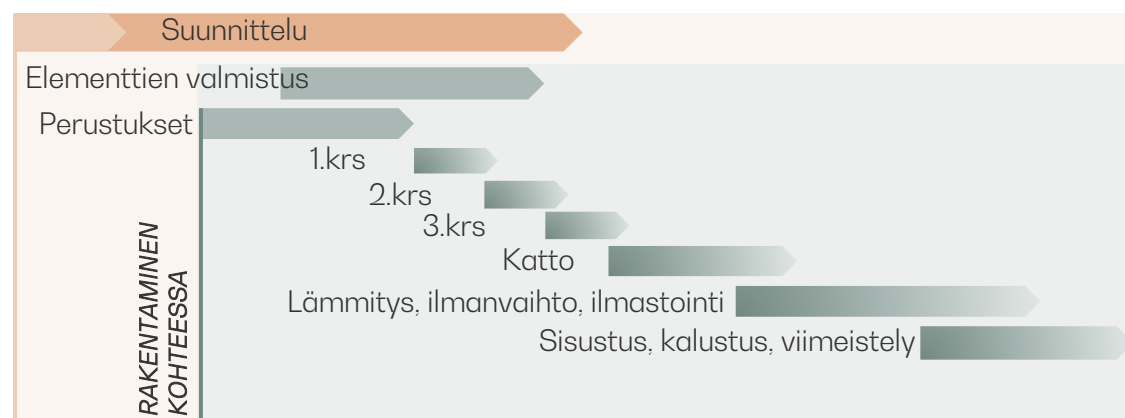
- Massiivipuurakentamisen suunnitteluvaihe on pidempi kuin perinteisen teollisen rakentamisen suunnitteluvaihe
- Massiivipuulementtien ja muiden rakenteiden ja erityisesti talotekniikan kattava yhteensopivuus on suunniteltava ennen kuin elementtien tuotanto voidaan aloittaa.
- Massiivipuutuotteiden valmistajan, rakennuksen suunnittelijan ja pääurakoitsijan mukanaolo prosessin varhaisessa vaiheessa mahdollistaa rakennuksen suunnittelun kannalta olennaisen tiedon jakamisen ja siten tehokkaamman suunnitteluprosessin.
- Tiiviimpi yhteistyö arvoketjun toimijoiden kesken auttaa myös loppuasiakasta tutustumaan massiivipuun ominaisuuksiin rakennusmateriaalina.



ARVOKETJUYHTEISTYÖ

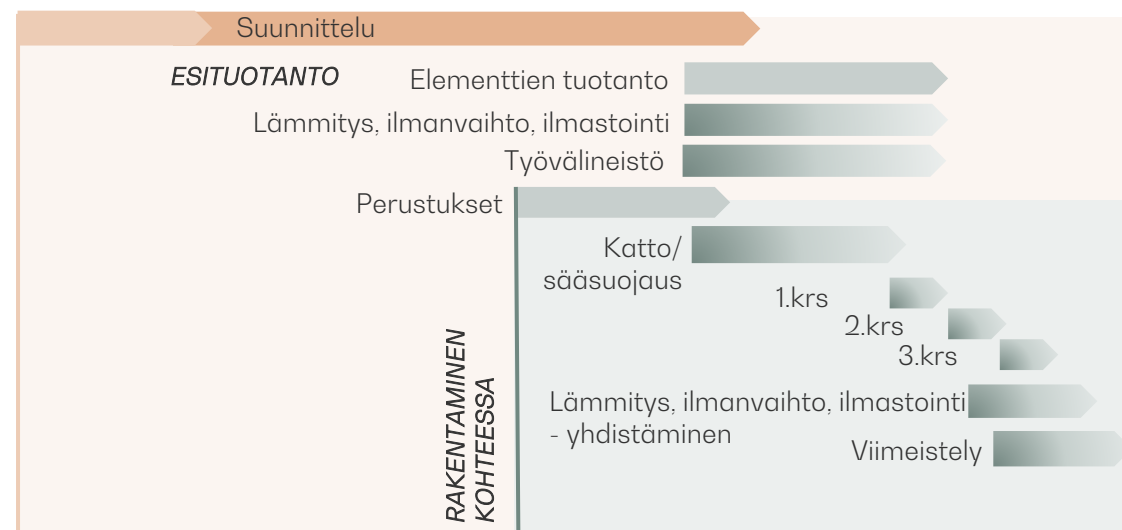
PERINTEINEN TEOLLINEN RAKENTAMINEN

HANKESUUNNITTELU



TEOLLINEN PUURAKENTAMINEN

HANKESUUNNITTELU



ARVOKETJUYHTEISTYÖ

3. Päästöohjaus paranee rakennuksen suunnitteluvaiheessa

Lisääntyvä sääntely ohjaa rakennusteollisuutta jäljittämään ja laskemaan rakennusprojektien päästöjä, mutta jäljittämisen työkalut sekä laskentamenetelmät ja -metodologiat ovat vasta kehitteillä. Varhainen yhteistyö ja tiedon jakaminen koko arvoketjussa helpottavat tarvittavien päästötietojen saamista, vertailua ja vähähiilisen ratkaisujen valitsemista.



4. Oikotie optimoituihin ratkaisuihin

- Arvoketjun mittainen työskentely edistää yhteistä haasteiden ratkaisemista ja hälventää ennakkoluuloja, jotka liittyvät esimerkiksi massiivipuun käyttöön rakennusmateriaalina.
- Muiden organisaatioiden esittämät näkökulmat voivat tarjota oikotien myös yrityksen omien prosessien ja toimintojen kehittämiseen.
- Massiivipuu ei välttämättä ole paras materiaalivaihtoehto kaikissa tapauksissa, mutta useista osista arvoketjua kerättyä asiantuntijuutta hyödyntämällä on helpompaa huomata missä ja miten se voi olla täydellinen vähähiilinen materiaalivalinta.
- Massiivipuu on suhteellisen uusi materiaali teollisen mittakaavan rakentamisessa. Yhteistyö keskeisten alan toimijoiden ja asiantuntijoiden välillä auttaakin sekä rakennusyhtiöitä että heidän asiakkaitaan harkitsemaan massiivipuuta pää- tai hybridirunkomateriaalivaihtoehtona.



5. Pitkän aikavälin arvonluonti

- Pitkäjänteinen yhteistyö muiden arvoketjun toimijoiden kanssa ei ole yleistä rakennusalalla.
- Oli kyseessä sitten materiaalien valmistus, rakennusprojektin hallinta tai rakennesuunnittelu, yritykset yleensä keskittyvät omaan tarjoomaansa. Tiivis yhteistyö muiden toimijoiden kanssa saattaa kuitenkin avata ovia uusille liiketoimintamahdollisuuksille.
- Yhteinen liiketoiminnan kehittäminen mahdollistaa paremmin myös pitkän aikavälin arvonluonnin verrattuna yksittäistä tontinluovutuskilpailua tai rakennusprojektia varten muodostettuun allianssiin.



Projektikumppanit



“Arvoketjun toimijoiden yhteistyö paransi NCC:n kykyä tarjota asiakkailleen massiivipuurunkoisia rakennuksia”, Pekka Kiuru, NCC:n kehitysjohtaja



“Yhteistyön tulokset osoittavat, kuinka jo olemassa olevia massiivipuuratkaisuja hyödyntämällä rakennuksen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää merkittävästi”, Tomi Jussila, Stora Enson rakentamisen ratkaisujen myyntijohtaja



“Puurakentamisessa kustannustehokkuus pohjautuu pitkälle vietyyn esivalmistukseen, jossa rakennesuunnittelu ja monialaisuus ovat kriittisessä roolissa”, Jaakko Paloheimo, Rambollin puurakentamisen asiantuntija



Combient Pure

”Moniyritysyhteistyö suurten yritysten välillä vaatii sen, että neutraali orkestroija pitää lankoja käsissään: huolehtii siitä, että kaikki tähtäävät yhteiseen tavoitteeseen, kaikki osallistuvat aktiivisesti ja luovat uutta yhdessä tehden.”, Marika Määttä, Combient Puren johtaja



Markus Suomi

markus.suomi@ncc.fi

SUSTAINABILITY MANAGER, NCC



Antto Kauhanen

antto.kauhanen@storaenso.com

BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER,
STORA ENSO



Jaakko Paloheimo

jaakko.paloheimo@ramboll.fi

WOOD CONSTRUCTION SPECIALIST,
RAMBOLL



Louna Laurila

louna.laurila@combientpure.fi

BUSINESS DEVELOPER, COMBIENT
PURE

www.lowcarbonbuilding.fi



Combient Pure