



**Karelia**  
ammattikorkeakoulu

Timo Pakarinen

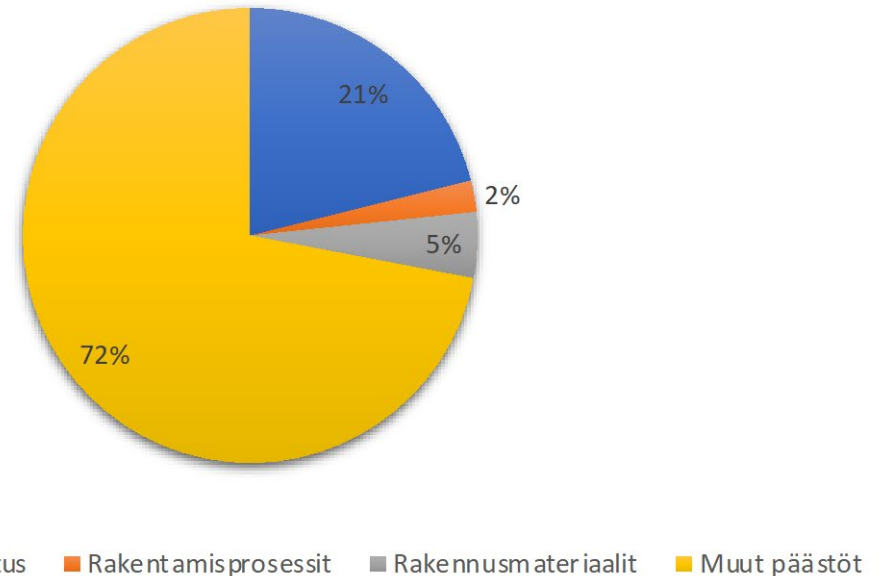
# Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa

# Rakentamisen päästöt globaalisti ja Suomessa

Rakennukset, rakentaminen ja rakennusmateriaalien valmistus vastaavat globaalisti:

- 36 % energian loppukäytöstä ja
- 39 % hiilidioksidipäästöistä

Suomen kokonaispäästöistä rakennusala aiheuttaa noin 28 %:n osuuden.



Suomen kokonaispäästöt ja rakentamisen osuus.

Lähteet:

Tilastokeskus. (2023). Ilmapäästöt toimialoittain, 2008-2020.

[https://pxdata.stat.fi/PxWeb/Pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_tilma/statfin\\_tilma\\_pxt\\_1lig.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/Pxweb/fi/StatFin/StatFin_tilma/statfin_tilma_pxt_1lig.px/).

Rakennusteollisuus. (2020). Vähähiilisyden tiekartta. [https://www.rt.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys\\_uudet/rt\\_4-raportti\\_vahahiilisyden-tiekartta\\_lopullinen-versio\\_clean.pdf](https://www.rt.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt_4-raportti_vahahiilisyden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf)

Tilastokeskus. (2020). Polttoaineluokitus 2020. [https://www2.stat.fi/fi/luokitukset/polttoaineet/polttoaineet\\_1\\_20200101/](https://www2.stat.fi/fi/luokitukset/polttoaineet/polttoaineet_1_20200101/)

Energiateollisuus. (2020). Energiavuosi 2019. Sähkö. [https://energia.fi/files/4360/sahkovuosi\\_2019\\_mediakuvat.pdf](https://energia.fi/files/4360/sahkovuosi_2019_mediakuvat.pdf)

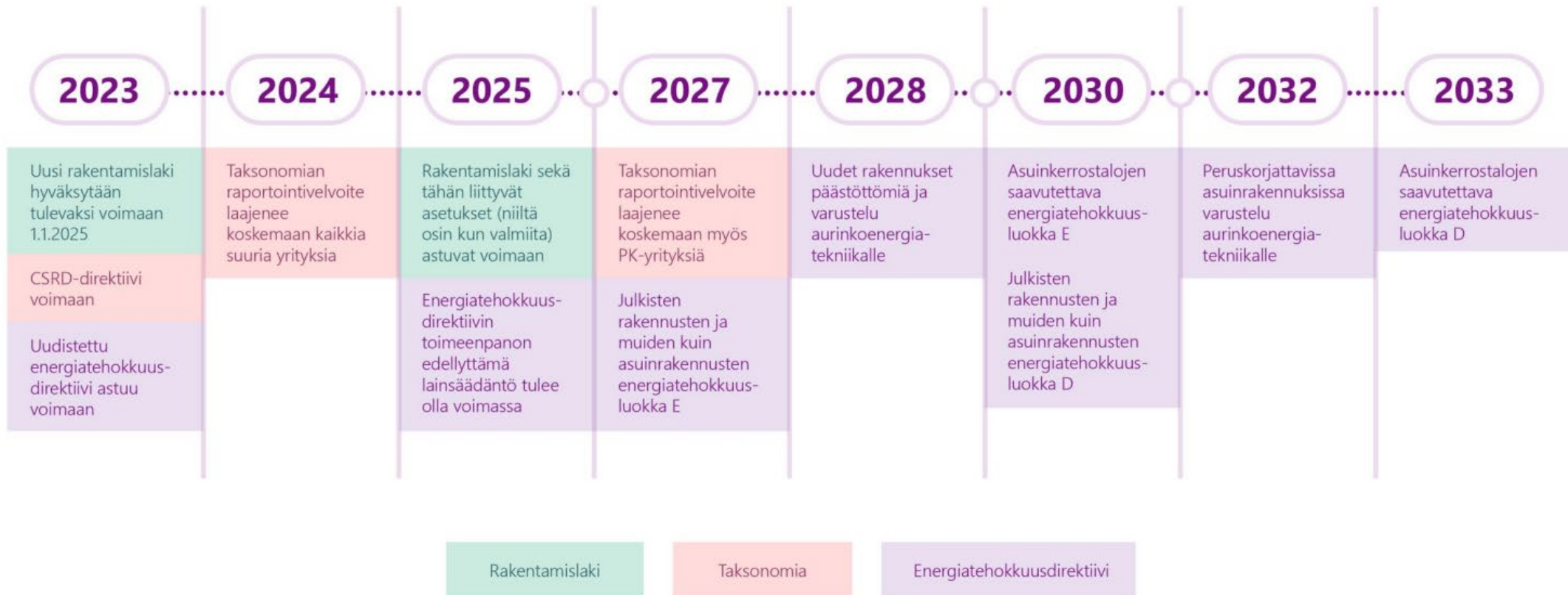
Tilastokeskus. (2021). ENERGIAVUOSI 2020. [https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset\\_julkaisut/energia2021/html/suom0011.htm](https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2021/html/suom0011.htm).

Fingrid. (2023). Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO2-päästöarviot.

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

Energiateollisuus. (2023). Energiavuosi 2022. Kaukolämpö. [https://energia.fi/files/5650/kaukolampovuosi\\_2022.pdf](https://energia.fi/files/5650/kaukolampovuosi_2022.pdf)

# Muutosten aikajana



Lähde: Welado Oy / Tommi Salonen. Korjausrakentamisen muuttuva lainsäädäntö 15.11.2023

# Lainsäädäntö – korjausrakentamisen energiatehokkuus

- Suomen lainsäädäntöä ohjaa EU:n energiatehokkuusdirektiivi, jonka päivitystyö on tällä hetkellä käynnissä.
- Energiatehokkuusdirektiivin päivityksessä keskeistä on Euroopan rakennuskannan energiankulutuksen vähentäminen ja ympäristövaikutuksien pienentäminen.
  - Uutisissakin laajaa huomioita saaneen ”**pakkokorjauslain**” myötä jäsenvaltioille tulee velvoite leikata omaa primäärienergiankulutusta ja korjata heikoimman energiatehokkuuden rakennuksia. Asuinrakennukset on rajattu korjauksien ulkopuolelle.

ENERGIATODISTUS 2018

Rakennuksen nimi ja osoite:

Pyydy rakennustunnus:  
Rakennuksen valmistusvuosi:  
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka:

Todistustunnus:

Energiatehokkuus on laadittu  
 Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haattaessa  
 Uudelle rakennukselle käyttöönottovaiheessa  
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä:

	Energiatehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailukulu eli E-luku  
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus

kWh<sub>e</sub>/(m<sup>2</sup>vuosi)  
≤

Todistuksen laatija:

Yritys:

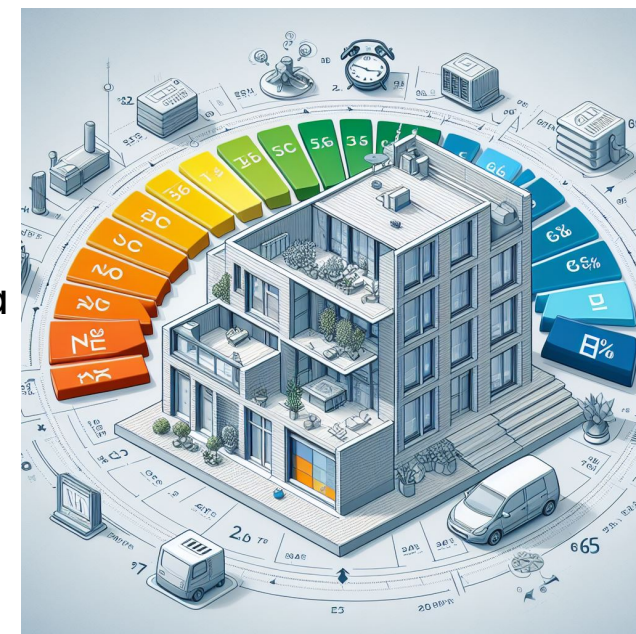
Sähköinen allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

Vimeinen voimassaolopäivä:

# Korjausrakentamisen energiatehokkuusvaatimukset

- Asetuksilla (4/13 ja 2/17) asetetaan vaatimukset energiatehokkuuden parantamisesta rakennuslupaa vaativan korjauksen yhteydessä.
- Keskeistä on, että rakennuksen muut ominaisuudet ei saa heiketä korjauksilla.
- Energiatehokkuuden korjaukset tulee toteuttaa rakennusosittain, järjestelmittäin tai hankkeen laajuudella, eli:
  1. Rakennusosittain, U-arvovaatimukset samat kuin uudisrakentamisessa
  2. Täyttämällä rakennusluokittainen energiakulutuksen vaatimuksia
  3. Täyttämällä rakennusluokittainen E-lukuvaatimus kokonaisenergialle
- Lisäksi mikäli tekniikkaa uusitaan, asetus antaa vaatimuksia teknisten järjestelmien hyötysuhteelle.
- Vaatimukset ei vaadi korjaushankkeelta kesäajan huonelämpötilan tarkastelua, eli jäähdytyksen tarpeen tarkastelua.
- Laajamittaisen korjauksen yhteydessä tulee osoittaa toimenpiteiden olevan taloudellisesti perusteltuja.



# Korjausrakentaminen, rakenteellinen energiatehokkuus

7

## Lähtötilanne ja syyt korjauksen taustalla

- Vaurio, vika rakenteessa
- Heikko energiatehokkuus
- Laskennallinen käyttöikä loppu
- Muutostarve rakennuksen toiminnallisuuksissa

## Lähtötiedot

- Vanhat suunnitelmat ja tietomalli
- Aiempien korjausten dokumentit
- Ilmanvuototutkimus (q50)
- Lämpökamerakuvaus
- Haitta-ainetutkimus
- Kuntoarvio / -tutkimus
- Laserkeilaus / muu skannaus
- Käyttäjäkyselyt

## Korjausvaihtoehdot

- Tiivistys, saumaus
- Rakenteen uusiminen
- Pintakäsittely
- Lisäeristys / eristeen uusiminen
- Kapselointi
- Esivalmistetut elementit
- Jne.

## Hyödyt

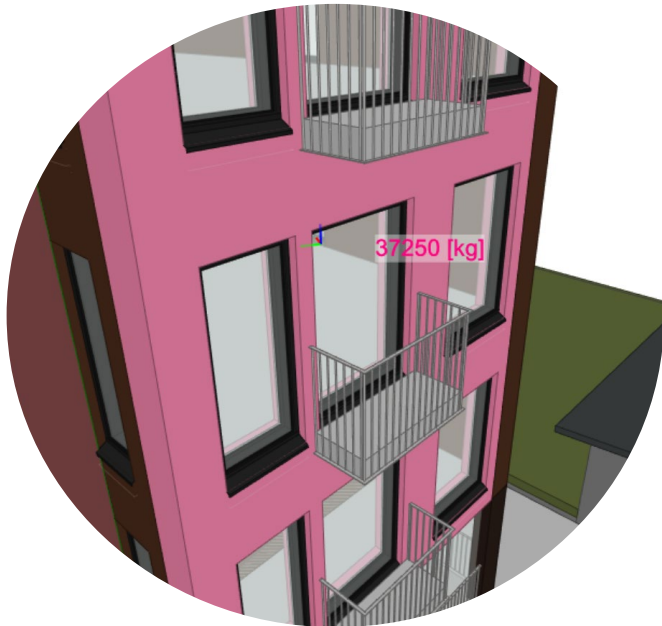
- Laskenut energiankulutus,
- Madaltuneet käyttökustannukset
- Vähentynyt ylläpö kesällä
- Vähentynyt laitetehton tarve lämmitysjärjestelmälle
- Miellyttävä sisäilmasto, ei vedon tunnetta
- Pienempi kondenssiriski sisäpinnoissa
- Mahdollisessa häiriötilanteessa jäähtyy hitaammin
- Kiinteistön arvon säilyttäminen
- Parantunut esteettisyys

## Muuttujat:

- Kustannukset (materiaalit, toteutus, suunnittelu, tarvittavat tutkimukset, viranomaismaksut jne.)
- Energiankulutus korjauksen jälkeen
- Saavutettavissa oleva käyttöikä
- Lähtötiedot (suunnitelmat vs. todellisuus)
- Osaoptimointi / kokonaisvaltainen ratkaisu, paljonko korjataan
- Tekniset ominaisuudet (kantavuus, akustiikka, paloturvallisuus)
- Hiilijalanjälki

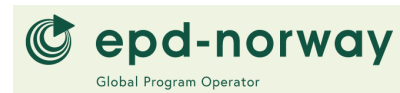
# Mitä rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan tarvitaan?

8



 Rakentamisen päästötietokanta | [CO2data.fi/rakentaminen](https://co2data.fi/rakentaminen)

 Infrarakentamisen päästötietokanta | [CO2data.fi/infra](https://co2data.fi/infra)



**Määrät rakenneosittain ja järjestelmittäin (kg / m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup> / jm / kpl)**

**Päästötiedot ja päästötietokannat**

**Laskentaohjelmisto ja standardi**





# Elinkaarinarviointi (LCA)

## Arvioinnissa mukana seuraavat kategoriat:



### Hiilijalanjälki

Raja-arvojen piirissä

- A1-A3 — Rakennustuotteiden valmistus
- A4 — Rakennustuotteiden kuljetus työmaalle
- A5 — Rakennustyömaan toiminnot
- B4 — Rakennusosien vaihdot
- B6 — Rakennuksen energiankulutus
- C1 — Purkutyömaan toiminnot
- C2 — Purkutuotteiden kuljetus
- C3 — Purkutuotteiden käsittely
- C4 — Purkutuotteiden loppusijoitus



### Hiilikädenjälki

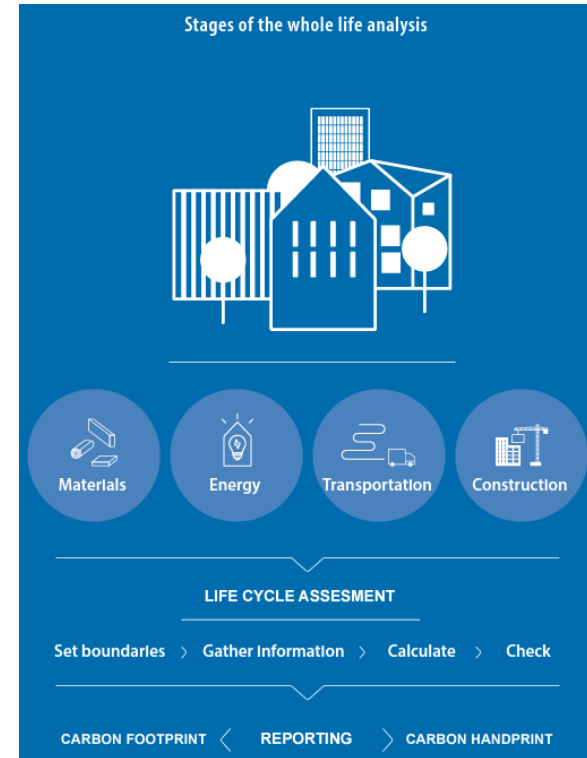
- D1 — Materiaalien tai siirrettävien rakennusten uusiokäyttö
- D2 — Materiaalien hyödyntäminen energiana
- D3 — Ylimääräinen tontilla tuotettu uusiutuva energia
- D4 — Eloperäinen tai tekninen hiilivarasto materiaaleissa
- D5 — Karbonatisoituminen
- D6 — Istutettu puusto asemakaava-alueella



# Taustaa Karelian laskelmille

10

- Käytetty standardi: Ympäristöministeriön vähähiilisuuden arviointimenetelmä (2019 / 2021).
- Laskennat tehty vastaamaan vuoden 2025 alussa tulevan lakisäateisen ilmastaselvityksen vaatimuksia tämän hetken tietojen pohjalta.
  - Uusi rakentamislaki hyväksytty keväällä 2023, mutta tarkentavat asetukset ei vielä tiedossa.
- Suurin työ elinkaariarvion (LCA) laatimisessa on määrälaskenta. Kaikki arvioidut kohteet perustuvat tehtyyn määräarvioon, jossa pyritty korkeaan tarkkuuteen.
  - Määräarvioissa hyödynnetty tietomalleja (IFC / natiivi), 2d-suunnitelmia (PDF / DWG), erilaisia luetteloja ja rakennuselostuksia, sekä kohteista aiemmin tehtyjä määrälaskentoja.
  - Huomioitavaa, että kustannuksia varten suoritettu määrälaskenta ei sovi suoraan hiilijalanjälkilaskelmaan, sillä panoksien sijaan arvio tulee olla rakennusosatasoista.
- Käytetyt ohjelmistot: One Click LCA, Microsoft Excel, Autocad, Solibri Office, SimpleBIM, Bluebeam Revu



Elinkaariarvion vaiheet. Lähde: Method for the whole life carbon assessment of buildings, Ympäristöministeriö, 2019.

# RaVi hankkeessa arvioidut kohteet

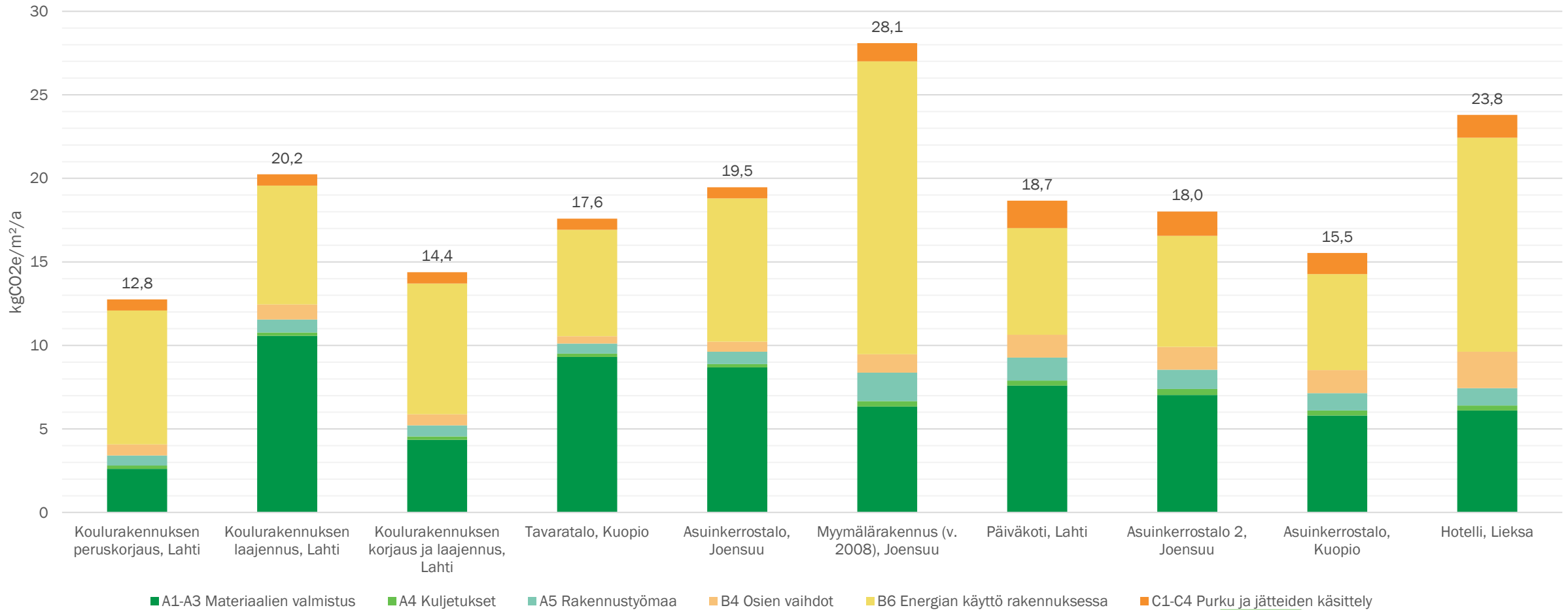
- 10 rakennuksen elinkaariarvio (LCA)
  - Neljä opetusrakennusta
  - Kolme asuinkerrostaloa
  - Kaksi myymälärakennusta
  - Yksi hotellirakennus
- Kaksi korjaushanketta, kahdeksan uudiskohdetta
- Elinkaariarvioiden pohjalta erilaisten päästövähennysskenaarioiden teko



# Elinkaaren päästöt, arvioidut kohteet

12

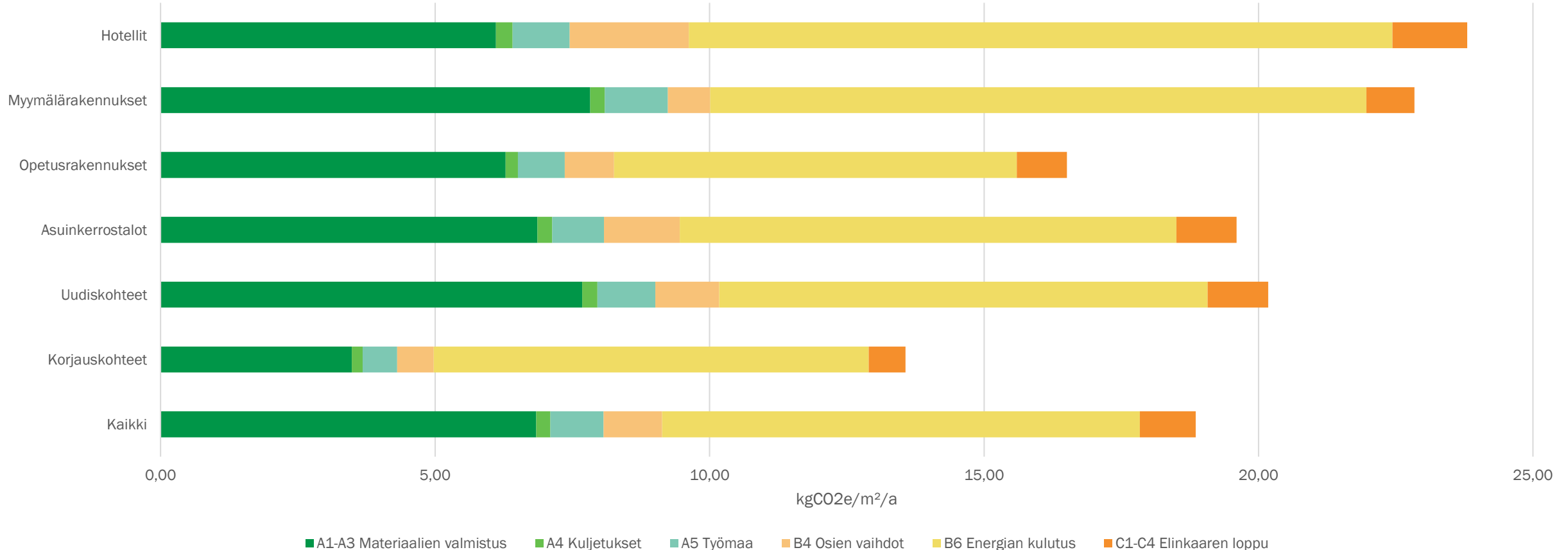
Tulokset kaikki RaVi -hankkeen hiilijalanjäljen laskennat



- Arvioitujen kohteiden hiilijalanjäljen keskiarvo 18,85 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a

# Rakennustyyppien keskimääräiset päästöt

13



- Suurin osa arvioitujen kohteiden elinkaaren päästöistä muodostuu:
  - A1-A3 Rakennusmateriaalien valmistus (3,48 – 7,83 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a)
  - B6 Energiankulutus (7,34-12,82 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a)

# Purkaa vai korjata tarkastelu – case 1970-luvun asuinkerrostalo

- Helsingissä sijaitseva 1970-luvulla rakennettu asuinkerrostalo, joka edustaa hyvin aikaansa.
  - Laajuus 3803 m<sup>2</sup>, seitsemän kerrosta.
  - Pystyrakenteet elementtirakenteisia, vaakarakenteet paikallavalettuja. Parvekkeet pieliseinin tuettuja ja sisäänvedettyjä. Koneellinen poistoilmanvaihto. Perustettu osittain kantavalle alapohjalle ja osittain maanvaraisena.
- **Tarkastelussa laajamittaisen saneerauksen kannattavuus päästönäkökulmasta siihen, että rakennus purettaisiin ja tilalle rakennettaisiin uusi talo.**



Kuva: Google Maps

# Purkaa vai korjata tarkastelu – case 1970-luvun asuinkerrostalo

## - Skenaario A:

- Vanha rakennus puretaan ja tilalle tilalle rakennetaan uusi vastaavilla laajuustiedoilla oleva rakennus.

## - Skenaario B

- Olemassa olevan rakennuksen perusparannus, jossa sen energiatehokkuutta, viihtyvyyttä ja ominaisuuksia parannetaan. Rakennuksen käyttöikä jatkuu vielä 50 vuotta toimenpiteillä.
- Energiatehokkuuden parannus erityisesti rakenteellisesti, mm. eristeiden uusiminen julkisivuissa ja katossa, uudet ikkunat ja ovet.

Kumman skenaarion hiilijalanjälki on pienempi? Arvioinnissa huomioitiin kaikki rakennustyömaista, purkamisista, materiaaleista, rakennuksen ylläpidosta ja materiaaleista aiheutuvat päästöt YM:n vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukaisesti.



# Purkaa vai korjata tarkastelu – case 1970-luvun asuinkerrostalo

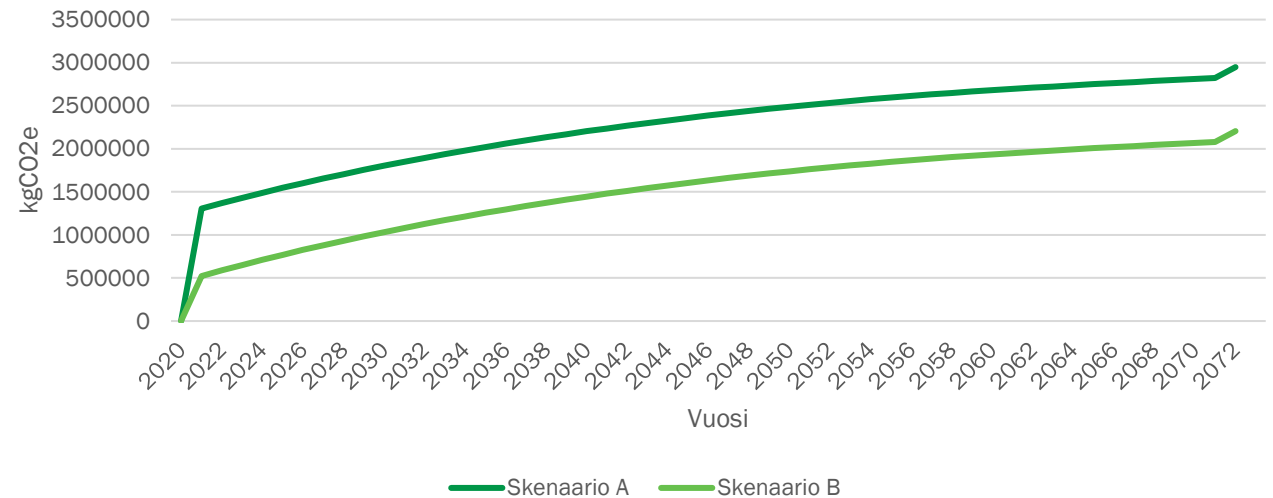
- Aikajanan alussa näkyy materiaaleista ja työmaista aiheutuva hiilipiikki, vuosina 2022–2071 varsinainen käyttö ja 2072 purkamisen.

- →Hiilipiikki elinkaaren alussa skenaariossa A on yli kaksinkertainen, sillä purku- ja uudisrakennustyömaan, sekä rakennusmateriaalien laajuus on huomattavasti isompi korjaamiseen verrattuna.

- Skenaario B, eli perusparannus oli päästöiltään pienempi koko elinkaaren ajan.

- Rakenteellisin ja taloteknisin energiatehokkuuden parannuksin saavutettiin lähes uudisrakennuksen energiatehokkuutta vastaava taso. Mikäli korjatun rakennuksen energiatehokkuus olisi merkittävästi uutta rakennusta heikompi, kohtaisi kuvaajat jossain vaiheessa.

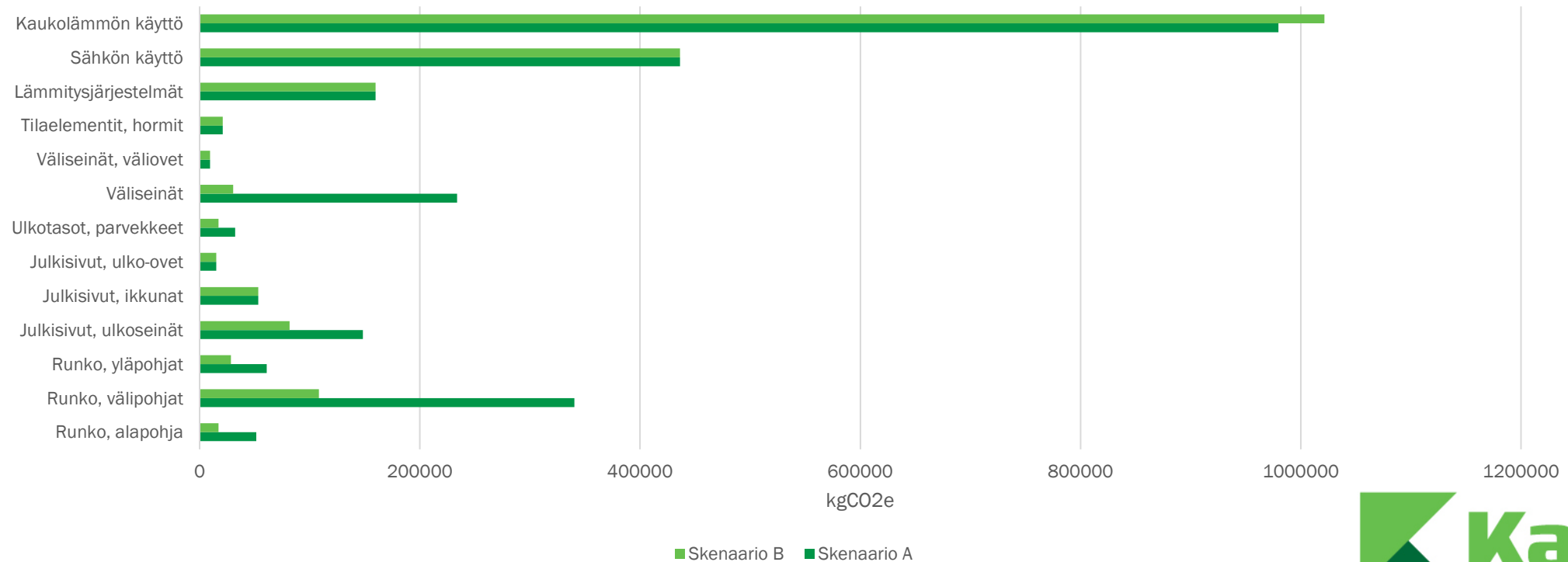
Skenaario A ja B kumulatiiviset päästöt aikajanalla





# Purkaa vai korjata tarkastelu – case 1970-luvun asuinkerrostalo

Päästöt rakenneosittain ja energialle



# Korjauskohde Tuulentie 3



# Simuloinnit eri tapauksista

**Taulukko 4.** Rakennusosien ja TATE vaihtoehtoyhdistelmät

Case	Rakenteiden U-arvot W/(m <sup>2</sup> K)						
	Ulkoseinä (US)	Yläpohja (YP)	Alapohja (AP)	Ikkunat	Ulko- ovet	Aurinko-paneelit 3 MWh/a	Lämpöpumput x%/ x% sähkö
3	R0	R3-8	R0	R0	R0	EI	EI
4	R0	R3-8	R0	R9	R0	EI	EI
5	R0	R3-8	R0	R0	R0	KYLLÄ	EI
6	R0	R3-8	R0	R9	R0	KYLLÄ	EI
7	R0	R0	R0	R0	R0	EI	EI
8	R0	R3-8	R0	R0	R0	EI	85%/15%
9	R0	R3-8	R0	R0	R0	EI	95%/ 5%
11	R0	R3-8	R0	R9	R0	KYLLÄ	85%/15%
12	R0	R3-8	R0	R0	R0	EI	EI
13	R1-R2	R0	R0	R0	R0	EI	EI
14	R1-R2	R3-8	R0	R0	R0	EI	EI
15	R0	R0	R0	R9	R0	EI	EI
16	R1-R2	R3-8	R0	R9	R0	EI	EI
17	R0	R3-8	R0	R0	R0	EI	EI
18	R0	R0	R0	R0	R0	EI	EI
19	R0	R3-8	R0	R9	R0	EI	EI

Vaihtoehtojen luokitukset	
Tunnus	Materiaali/ kokoonpano
R0	Nykyinen/vanha rakenne
R1	US-FF-PIR GYL (60+9)
R2	US-FF-PIR 50 mm+koolaus+GN12
R3	YP_V1-Paroc levyvilla
R4	YP_V2-Paroc puhallusvilla
R5	YP_V3-Isover levyvilla
R6	YP_V4-Isover puhallusvilla
R7	YP_V5-Ekovilla levyvilla
R8	YP_V6-Ekovilla puhallus- villa
R9	Ikkunoiden vaihto

# Tuloksia

- **Yleisesti case tapaukset, joissa yhdistetty LTO, lämpöpumput sekä aurinkopaneelit menestyvät hyvin.**
- **Päästövähennysten näkökulmasta paras tuotto vähennettyä tonnia CO<sub>2</sub>e kohden saadaan kevyillä peruskorjaustoimenpiteillä**
- **Ilman muita toimenpiteitä tehokkain toimenpide on lisätä 1. YP 2. US eristystä sekä 3. tiiveyttä**

# Yhteenveto

- Korjaa harkitusti
- Säilytä mahdollisimman paljon vanhoja rakenteita
- Panosta tiiviyyden parantamiseen
- Älä vaihda ja poista kunnossa olevia rakennusosia esim. Ikkunat, ovet jne.)

# Lopuksi

Korjausrakentamisen päätös on monimuuttuja tehtävä

Ratkaisu =

päätöt\*kustannukset\*energiankulutus\*arkkitehtuuri\*rakennetekniikka\*  
käyttäjät\*talotekniikka\*kaavoitus\*rakennuttaja\*omistaja\*elinkaari

# Linkit Karelia TKI julkaisuihin

## Karelia TKI toiminnan sivut

- <https://rakentaminen.karelia.fi/>

## Julkaisut

- <https://rakentaminen.karelia.fi/tutkimus/julkaisut/>

## Viimeisimmät

- Ilmastoviisaan rakentamisen tietopankki: <https://rakentaminen.karelia.fi/ilmastoviisas-rakentaminen/>
- Rakenteiden hiilijalanjäljen laskentatyökalu: <https://rakennelaskuri.karelia.fi/>



**Kiitos mielenkiinnosta**

**Ylihuomisen osaamista.  
Yhdessä.**