

Asuntomessut Lempäälä 2026

# Selvitys asuntomessualueen tontinalennusperusteista

29.8.2023

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>TOIMEKSIANNOSTA .....</b>	<b>1</b>
<b>TOTEUTUS.....</b>	<b>2</b>
Tarkasteltavat rakennukset .....	2
Lähtötiedot .....	4
Arviointimenetelmät .....	6
Laskentaohjelmistot .....	8
<b>ENERGIATEHOKKUUS (E-LUKU).....</b>	<b>9</b>
Raja-arvot .....	9
E-lukutarkastelut .....	11
<b>KESÄAJAN HUONELÄMPÖTILOJEN HALLINTA .....</b>	<b>14</b>
Raja-arvot .....	14
Huonelämpötilatarkastelut.....	14
<b>ILMASTOVIISAAT MATERIAALIT .....</b>	<b>20</b>
Vähähiilinen valmisbetoni ja betonielementit .....	21
Kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet .....	25

**Liite 1 – TARKISTUSLISTA, E-LUKU**

**Liite 2 – TARKISTUSLISTA, KESÄAJAN HUONELÄMPÖTILOJEN HALLINTA**

**Liite 3 – TARKISTUSLISTA, ILMASTOVIISAAT MATERIAALIT**

**Liite 4 – VÄHÄHIILISYYDEN ARVIOINTIOHJE**

## TOIMEKSIANNOSTA

Rakentaminen ja rakennukset muodostavat huomattavan osan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Rakennuksen asianmukaisella suunnittelulla ilmastonmuutokseen voidaan kuitenkin sekä varautua, että hillitä sen etenemistä. Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella tällaisia suunnittelun keinoja. Lopputuloksena toivotaan saavutettavan sellaisia rakennusten toteutuskriteerejä, joita voidaan hyödyntää ilmastoviisaina tontinalennusehtoina Asuntomessut Lempäälässä 2026. Toimeksiannon tilaajana on Lempäälän kunta ja selvityksen toteuttaa Vesitaito Konsultointi Oy.

Tarkastelujen pohjana hyödynnetään kolmea erityyppistä asuinrakennusta, jotka täyttävät asuntomessualueen asemakaava- ja tontinhakuehdot. Rakennuksille toteutetaan erinäisiä tarkasteluja sisältäen näkökulmat energiatehokkuudesta, kesäajan huonelämpötilojen hallinnasta sekä ilmastoviisaista materiaalivalinnoista.

Tarkastelut toteutetaan siten, että tilaajalle muodostuu käsitys ehdotettujen tontinalennusperusteiden vaikutuksista ja esimerkkejä vaatimuksista, joita ehtojen täyttäminen vaatii.

Tarkasteltavista mahdollisista tontinalennusperusteista laaditaan tarkistuslistat, joita voidaan hyödyntää tontinalennusehtojen täyttymisen todentamiseksi. Tarkistuslistat sisältävät ehdotukset kriteereistä, jotka arvioidaan toteutettavaksi aiheellisin perustein. Lisäksi rakennushankkeen vähähiilisyden arvioinnista laaditaan arviointiohje, joka tarjoaa yhtenäisiä arviointiperusteita arvioinnin laatimiselle, kun tarkasteltavaa rakennusta ei koske vähähiilisyden säädösohjaus, joka tulee voimaan vuoden 2025 alussa.

Asuntomessualueelle tullaan rakentamaan erilaisia rakennuksia niin teknisten järjestelmien, rakenneratkaisujen kuin arkkitehtuurinkin näkökulmasta. Ehdotettavat tontinalennusperusteet laaditaan siten, että kaikkien alueelle rakennettavien rakennusten on mahdollista toteuttaa tontinalennuskriteerit. Rakennusten suunnitteluratkaisusta riippuen yksi ehdoista voi täytyä pienemmällä vaivalla, mutta toisaalta toinen ehdoista voi olla hieman vaikeammin saavutettavissa. Tällä varmistetaan, että erilaiset rakennukset asetetaan niinkin samalla lähtöviivalle kuin se vain on mahdollista.

Tarkastelut suoritetaan tyyppirakennuksille, jotka edustavat vain yleisellä tasolla asuntomessualueelle rakennettavia rakennuksia. Tämä on syytä huomioida tuloksia arvioitaessa. Tarkasteluvaikutusten arvioidaan kuitenkin skaalautuvan erilaisille asuinrakennuksille omassa käyttötarkoitukseluokassaan.

Selvityksen tarkasteluissa ja analysoinnissa käytetään raportointihetkellä saatavilla ja hyödynnettävissä olevaa tietoa ja arvioinnin menetelmiä. Kiinteistö- ja rakentamisalan ilmastoviisaus tulee kehittymään vauhdilla seuraavien vuosien aikana.

## TOTEUTUS

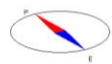
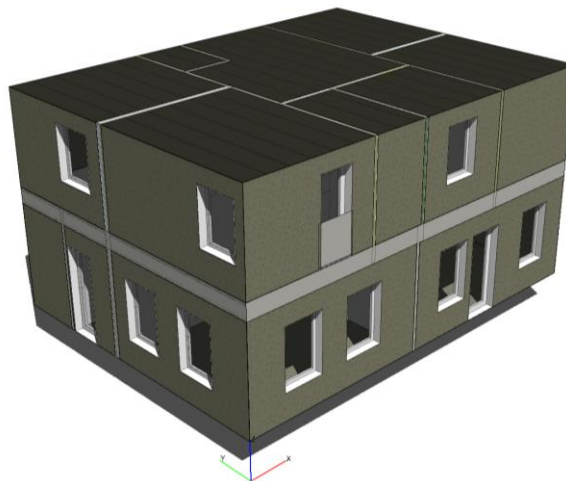
### Tarkasteltavat rakennukset

Tarkastelut suoritetaan kolmelle erilaiselle rakennustyyppille. Rakennukset ovat käyttötarkoitukseltaan (YMa 1010/2017) pienet asuinrakennukset, rivitalot ja asuin kerrostalot, joissa on asuin kerroksia enintään kahdessa kerroksessa sekä asuin kerrostalot, joissa on asuin kerroksia vähintään kolmessa kerroksessa. Rakennukset kuvastavat yleisellä tasolla Suomessa tyypillisesti rakennettavia ja asuntomessualueen asemakaavamääräykset täyttäviä asuinrakennuksia.

### Omakotitalo

Omakotitalo sisältyy käyttötarkoitukseluokkaan 1a-c (pienet asuinrakennukset). Kyseinen tarkasteltava rakennus on 2-kerroksinen ja lämmitetyltä nettoalaltaan 180 m<sup>2</sup>. Rakennuksen yhteydessä ei ole autokatosta tai muuta moottoriajoneuvosuojaa. Suuntaus on arvioitu asuntomessualueen korttelin 239 perusteella.

Rakennus on rakenteiltaan puurunkoinen. Ulkoseinät ovat puurankarunkoiset, jossa eristeenä on kivivilla ja julkisivussa puuverhoilu. Väliseinät ovat niin ikään puurunkoiset kivivillaeristeellä ja kipsilevyverhoilulla. Vaakarakenteissa alapohjana on maanvarainen betonilaatta, väli- ja yläpohjassa kantava puurakenne kivivillaeristeellä. Vesikatteena on teräspeltikate. Rakennuksella on tyypillisen kokoinen omakotitalon kattamaton terassi ja ei parvekkeita.



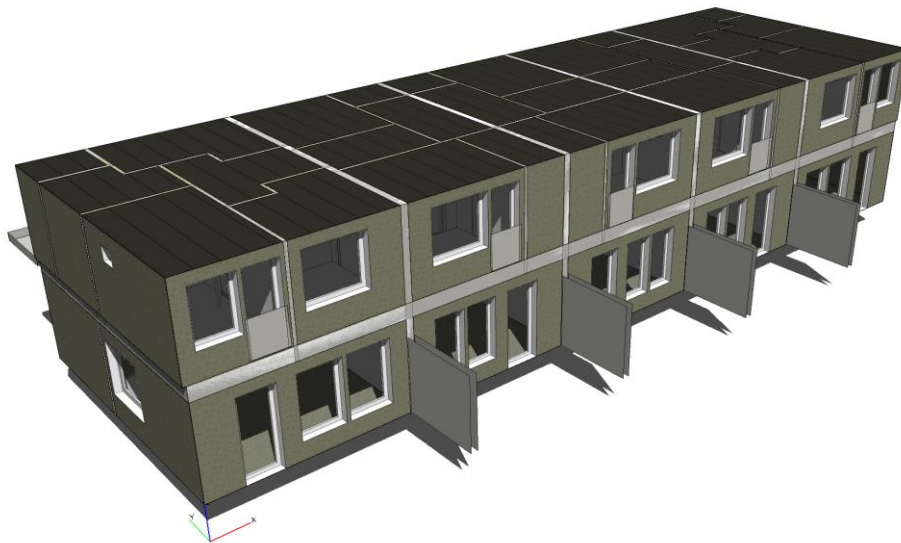
*Kuva 1 Omakotitalon simulointimalli.*

## Rivitalo

Rivitalo sisältyy puolestaan käyttötarkoituksiluokkaan 1d (rivitalot ja asuinkerrostalot, joissa asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa). Kyseinen tarkasteltava rakennus on 2-kerroksinen ja siinä on 5 asuntoa. Rakennuksen lämmitetty nettoala on 440 m<sup>2</sup>.

Rakennuksen yhteydessä ei ole autokatosta tai muuta moottoriajoneuvosuoja. Suuntaus on arvioitu asuntomessualueen korttelin 244 perusteella.

Rakennus on rungoltaan pääasiallisesti puurunkoinen. Ulkoseinät ovat puurankarunkoiset, jossa eristeenä on kivillä ja julkisivussa puuverhoilu. Ulkoseinissä on osin puurungon lisäksi kantava teräsbetoninen sisäkuorielementti. Kantavat huoneistojen väliset seinät ovat teräsbetonielementeistä. Kevyet väliseinät ovat teräsrunkarunkoiset kivilläeristeellä ja kipsilevyverhoilulla. Vaakarakenteissa alapohja on ryömintätilainen ontelolaatoilla, välipohja niin ikään ontelolaattarakenteinen ja yläpohjassa on puolestaan kantava puurakenne kivilläeristeellä. Vesikatteena on teräspeltikate. Kullakin asunnolla on katetut sisäänkäynnit, kattamaton terassi ja ei parvekkeita toisessa kerroksessa.



*Kuva 2 Rivitalon simulointimalli.*

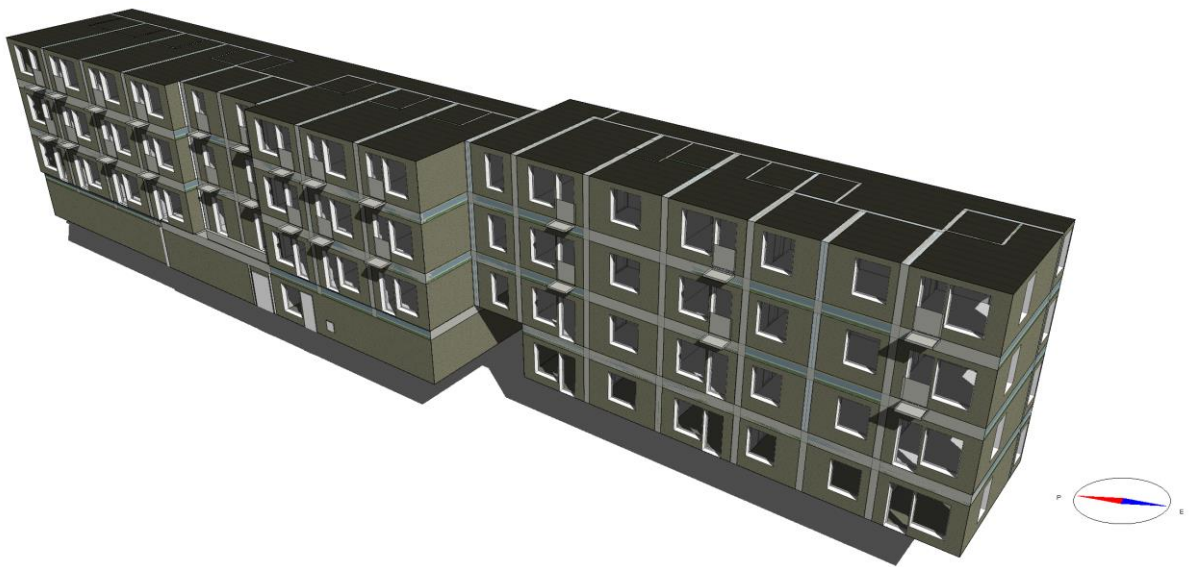
## Asuinkerrostalo

Asuinkerrostalon käyttötarkoitukseluokkana on 2 (asuinkerrostalot, joissa asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa). Rakennuksessa on neljä kerrosta, johon sisältyvät ensimmäisen kerroksen yleiset tilat väestönsuojineen sekä yhteensä 33 asuntoa.

Rakennuksessa ei ole kellarikerroksia. Rakennuksen lämmitetty nettoala on 1 930 m<sup>2</sup>.

Rakennuksen toisella pitkällä sivulla kulkee porraskäytävä ja asuntojen ikkunat painottuvat vastakkaiselle sivulle. Rakennuksen yhteydessä ei ole autokatosta tai muuta moottoriajoneuvosuoja. Suuntaus on arvioitu asuntomessualueen korttelin 245 perusteella.

Rakennus on rakenteiltaan pääasiallisesti puurunkoinen. Ulkoseinät ovat puurankarunkoiset, jossa eristeenä on kivivilla ja julkisivussa puuverhoilu. Poikkeuksena ensimmäisen kerroksen yleisten tilojen puuverhoillut teräsbetoniset SW- elementit. Kantavat väliseinät ovat ensimmäisessä kerroksessa osittain teräsbetonisia elementtejä. Muilta osin rakennuksen kantavat väliseinät ovat puurankarunkoiset kivivillaeristeellä ja kipsilevyverhoilulla, kuten myös kevyet väliseinät kokonaisuudessaan. Rakennuksen alapohja on maanvarainen betonilaatalla ja välipohja puolestaan on pääasiallisesti puurakenteinen, pois lukien yleisten tilojen yläpuolella oleva ontelolaattarakenne. Yläpohjarakenteena on kantava puurakenne ristikoilla, jossa eristeenä on kivivilla. Vesikatteena on teräspeltikate. Kullakin asunnolla on seisontatasollinen kapea ranskalainen parveke.



*Kuva 3 Asuinkerrostalon simulointimalli.*

## Lähtötiedot

### Määrälaskenta

Rakennusten rakennusosien ja -materiaalien määrälaskenta suoritetaan tarkasteltavan rakennuksen pääpiirustusten (pohja-, leikkaus-, julkisivu- ja asemapiirroksot) sekä rakennetyyppien pohjalta. Näitä massa- ja ominaisuustietoja hyödynnetään rakennusten energiatehokkuus-, sisäolosuhde-, ja vähähiilisyystarkasteluissa.

### E-lukutarkastelujen lähtötiedot

Rakennusten rakenneominaisuuksien ja taloteknisten järjestelmien perustason ratkaisuksi muodostetaan tyypillinen voimassa olevat määräykset ja säädökset täyttävä sekä

asuntomessualueen ominaisuudet huomioiva rakennus. Tätä perustasoa hyödynnetään rakennusten E-lukutarkasteluissa.

Kunkin rakennuksen ulkovaipan rakenteet ovat lämmönläpäisykertoimeltaan voimassa olevan lainsäädännön vertailuarvon mukaiset. Tämä tarkoittaa seuraavia U-arvoja: ulkoseinät 0,17 W/m<sup>2</sup>K, maanvarainen alapohja 0,16 W/m<sup>2</sup>K, ryömintätällainen alapohja 0,17 W/m<sup>2</sup>K, yläpohja 0,09 W/m<sup>2</sup>K ja ikkunat sekä ulko-ovet 1,0 W/m<sup>2</sup>K.

Rakennusten ulkovaipan ilmatiiviydet ovat myös voimassa olevan lainsäädännön vertailuarvon mukaiset. Tämä tarkoittaa ilmanvuotolukua ( $q_{E50}$ ) 2,0.

Rakennusten lämmitysmuotona on kaukolämpö ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys. Märkätilojen lämmitys on myös vesikiertoinen. Rakennukset hyödyntävät koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa lämmöntalteenotolla, poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella 70 %, sähköisillä jälkilämmityspattereilla ja SFP-luvulla 1,8 kW/m<sup>3</sup>/s. Rakennusten ilmanvaihdon tuloilman lämpötilan asetusarvona on 18 °C. Asuinkerrostalon ja rivitalon ilmanvaihto toteutetaan huoneistokohtaisilla koneilla.

Rakennustyyppien valaistustehona käytetään vakioidun käytön arvoa, joka on pienille asuinrakennuksille (käyttötarkoitussuokka 1a-d) 6,0 W/m<sup>2</sup> ja asuinkerrostaloille (käyttötarkoitussuokka 2) 9,0 W/m<sup>2</sup>.

Muista rakennustyypeistä poiketen, asuinkerrostalon perusratkaisu sisältää käyttövesiverkoston vakiopaineventtiilin tai muun painetasoa säätävän tekniikan. Tämä perustellaan sillä, että käyttövesiverkoston painetasoa säätävä tekniikka on kyseisessä käyttötarkoitussuokassa tyypillinen perusratkaisu sekä edesauttaa tässä tarkasteltavassa rakennuksessa E-luvun raja-arvon täyttymistä.

Lisäksi asuinkerrostalon mahdolliset haasteet kesäajan huonelämpötilojen raja-arvon täyttymisessä mm. ikkunoiden vaatimusten myötä kasvattaa rakennuksen E-lukua. Tämä huomioidaan asuinkerrostalon E-lukutarkasteluissa ikkunoiden  $g_g$ -arvoissa.

### **Kesäajan huonelämpötilatarkastelujen lähtötiedot**

Rakennuksen suuntautuminen tontilla asetetaan aiemmin määriteltyjen korttelien mukaan. Rakennuksille ei huomioida ulkopuolisia varjostuksia muista rakennuksista, maastosta tai kasvillisuudesta. Rakennusten oman muodon sekä ikkunoiden sisäänvedon tuomat varjostukset kuitenkin huomioidaan.

Kesäaikana ilmanvaihdon tuloilman lämpötilan asetusarvo on 15 °C, johon tuloilma lämmitetään lämmöntalteenotolla ulkoilman ollessa asetusarvoa viileämpää. Lämmöntalteenotossa on myös passiivinen viilennystoiminto poistoilman lämpötilan ollessa ulkoilman lämpötilaa viileämpää. Tuloilman huomioidaan lämpenevän ilmanvaihtojärjestelmässä +0,7 °C.

Rakennusten ilmamäärät asetetaan käyttäen FINVAC ry:n ”Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen” (2019) -ohjetta ja hieman nostaen olohuoneiden mitoitusta, jotta ilmanvaihdon vaikutus lämpötilojen hallinnassa on tehokkaampaa.

Omakotitalo	5H+KT+TYÖH+S	+ / - 76 l/s (kaikki MH iso +12, TYÖH +8 ja OH +12)
Rivitalo	3H+KT+S	+ / - 40 l/s (MH iso +12, MH pieni +8 ja OH +14)
	4H+KT+S	+ / - 46 l/s (MH iso +12, MH pieni +8 ja OH +12)
	porraskäytävät	+ / - 0,35 l/s/m <sup>2</sup>
Asuinkerrostalo	1H+KT	+ / - 18 l/s
	2H+KT	+ / - 24 l/s (MH +12, OH +12)

**Kuva 4** Asuntojen perusilmamäärät.

Jokaisessa asunnossa on perusilmamäärien lisäksi mahdollisuus tehostaa ilmanvaihtoa +30%.

Huonelämpötilatarkastelussa käytetään ilmanvuotolukua 0,5 (energiälaskentaa pienempi), jotta hyvän ilmatiiviuden mukainen rakentaminen ei vaikuttaisi negatiivisesti tarkastelun tuloksiin.

Oletuksena asuntojen ikkunoiden lasituksen  $g_g$ -arvot ovat 0,58.

### Ilmastoviisaiden materiaalien päästötiedot

Pääasiallisina materiaalien kasvihuonekaasupäästötietoina hyödynnetään ympäristöministeriön toimeksiantamana perustetun kansallisen rakentamisen päästötietokannan tietoja. Materiaalivalmistuksen A1-A3 päästötietona käytetään tietokannan konservatiivista arvoa. Talotekniikan osalta arviointi suoritetaan päästötietokannan neliöperusteisella taulukkoarvolla mahdollisine lisäkomponentteineen laskentaperusteiden mukaisesti.

Mikäli kansallinen päästötietokanta ei laajuudessaan sisällä joitakin rakennusmateriaaleja, hyödynnetään päästötietoina muita standardin täyttäviä generisiä päästötietoja. Näitä materiaaleja on kuitenkin kokonaisuudessaan hyvin vähäinen määrä. Tilanteessa, jossa tarkastellaan tietyn valmistajan tuotteen päästövaikutuksia, käytetään tuotteen voimassa olevaa ympäristöselostetta (EPD).

## Arviointimenetelmät

### Energiatehokkuus ja kesäajan huonelämpötilatarkastelut

Selvityksen energialaskelmat toteutetaan laadintahetken laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luku) määrittämisen mukaisia menetelmiä käyttäen: Ympäristöministeriön



asetuksen uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017), Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun) määrittäminen energiatodistuksessa (1048/2017), Energiatodistusopas 2018 Rakennuksen energiatodistus ja E-luvun määrittäminen, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta 2018.

Selvityksen kesäajan huonelämpötilatarkastelut tehdään laadintahetken energiatehokkuusmääräysten laskennallisen kesäajan huonelämpötilan mukaisia menetelmiä käyttäen: Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 29 § (1010/2017), Opas Asuinkerrostalojen kesän sisälämpötilojen määräysten mukaisuus, hallinta ja jäähdytys.

Laskennallinen kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää jäähdytysrajan arvoa 27 °C asuinkerrostaloissa (käyttötarkoitukseluokka 2) enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaisia ilmanvaihdon tietoja käyttäen. Menetelmää sovelletaan selvityksessä myös omakotitaloihin ja rivitaloihin (käyttötarkoitukseluokka 1a-d). Sää tiedostona on laskentahetken energialaskennan testivuosi (säätvyöhyke 1, TRY2012).

Tulevaisuuden kesäajan huonelämpötilatarkastelut toteutetaan samaa menetelmää käyttäen, mutta vaihtamalla ilmatieteenlaitoksen uuden energialaskennan testivuoden TRY2020 sää tiedot tulevaisuudessa vuonna 2050 RCP4.5-päästöskenaariolla (Vantaa\_TRY2020\_RCP45\_2050). Tulevaisuuden ilmaston sää tiedot löytyvät selvityksen laatimishetkellä ilmatieteenlaitoksen internetsivuilta (<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energiälaskenta-try2020>).

## Ilmastoviisaat materiaalit

Selvityksen hiilijalanjälkitarkastelut toteutetaan soveltaen ympäristöministeriön ilmastaselvityksen asetusluonnoksessa (30.9.2022) esitettyä arviointimenetelmää. Arviointijakson pituus on 50 vuotta.

Tässä arvioinnissa huomioidaan rakennusten materiaalisidonnaiset päästöt, joita ovat materiaalivalmistus A1-A3 sisältäen arvioidun työmaahukan sekä jätteenkäsittely C3 ja loppusijoitus C4.

Tarkasteltavia rakennusmateriaaleja ei arvioida vaihdettavaksi arviointijakson aikana kyseessä olevissa rakennusosissa, joten rakennusmateriaalien vaihto B4 ei sisälly tähän tarkasteluun. Myös esimerkiksi rakennuksen käytönaikainen energiankulutus B6 tai työmaan toiminnot A5 eivät sisälly tähän tarkasteluun.

Menetelmää sovelletaan niiltä osin, mikäli päästötietokannan laajuus tai arviointityökalun toiminnot ovat arviointimenetelmän ohjeita rajallisempia. Tämä tarkoittaa arviointihetkellä pääasiallisesti jätteenkäsittelyn ja loppusijoituksen arviointiperusteita, jossa arviointityökalu ei ole vielä päivittänyt uusimpia kansallisen päästötietokannan skenaarioita. Tällä arvioidaan

olevan vain minimaalinen vaikutus materiaalisidonnaisten päästöjen kokonaishiilijalanjäljessä.

Arviointimenetelmän mukaisesti rakennushanke jaetaan rakennukseen ja rakennuspaikkaan, josta tässä tarkastelussa rakennuspaikka rajataan systeimirajauksen ulkopuolelle. Tulokset käsittävät tässä tapauksessa siis rakennuksen maanpäällisten rakenteiden materiaalisidonnaiset kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi hiilikädenjälki on rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle.

## Laskentaohjelmistot

Tyyppirakennusten E-lukutarkastelut toteutetaan Laskentapalvelut.fi-energiälaskentaohjelmistolla (versio 1.5). Rakennusten kesäajan huonelämpötilatarkastelut toteutetaan dynaamisella IDA Indoor Climate and Energy- simulointiohjelmalla (versio 4.8).

Rakennusten hiilijalanjälkitarkastelut laaditaan hyödyntäen One Click LCA- ohjelmistoa, joka on verifioitu elinkaariarviointiin soveltuvaksi kolmannen osapuolen toimesta. Ohjelmiston arviointityökaluna käytetään tarkasteluhetkellä uusinta ympäristöministeriön menetelmälle kehitettyä työkalua.

## ENERGIATEHOKKUUS (E-LUKU)

Kullekin rakennukselle toteutetaan tarkasteluja energiatehokkuuden laskennallisen vertailuluvun E-luvun näkökulmasta erinäisten keinojen paikantamiseksi, joilla voidaan saavuttaa tavanomaista energiatehokkaampi rakennus. Lopputuloksena pyritään määrittämään asuntomessualueelle tontinalennusperusteena toimivat E-luvun raja-arvot.

Rakennuksen laskennalliseen energiatehokkuuteen vaikuttaa suurimmilta osin rakennuksen talotekniset järjestelmät ominaisuuksineen, joista esimerkkinä ovat tilojen ja käyttöveden lämmitys sekä rakennuksen ilmanvaihto. Näiden tekijöiden lisäksi rakennuksen laskennalliseen energiatehokkuuteen vaikuttavat rakennusvaipan rakennetekniset ja geometriset ominaisuudet sekä ilmatiiveys. Rakennuksessa voidaan hyödyntää myös esimerkiksi lisälämpöpumpputjärjestelmiä ja uusiutuvaa auringon lämpö- tai sähköenergiaa.

### Raja-arvot

Ympäristöministeriön rakennuksen energiatodistuksen asetuksen (1048/2017) liitteessä määritellään energiatehokkuuden luokitteluasteikot eri käyttötarkoituksiluokille.

Uudisrakennuksen täytyy olla vähintään E-luvun luokitteluasteikon energialuokassa B<sub>2018</sub>, ympäristöministeriön uudisrakennuksen energiatehokkuusasetuksen (1010/2017) raja-arvojen mukaisesti.

Pienten asuinrakennusten käyttötarkoitukseluokassa 1a-c, joka sisältää omakotitalon, kahden asunnon talon eli paritalon ja ketjutalon osana olevan rakennuksen, E-luvun raja-arvo määräytyy lämmitetyn nettoalan suhteen eri kokoisille rakennuksille.

Pientalon, jonka lämmitetty nettoala ( $A_{\text{netto}}$ ) on  $\geq 50 \text{ m}^2$  ja  $\leq 150 \text{ m}^2$  E-luvun raja-arvoksi määräytyy  $200 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$ . Pientalon, jonka lämmitetty nettoala ( $A_{\text{netto}}$ ) on  $> 150 \text{ m}^2$  ja  $\leq 600 \text{ m}^2$  E-luvun raja-arvon vaatimustaso määräytyy  $116 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$ . Puolestaan pientalon, jonka lämmitetty nettoala ( $A_{\text{netto}}$ ) on  $> 600 \text{ m}^2$ , E-luvun on oltava enintään 92 täyttääkseen vaatimustason. A-energialuokan raja-arvo määräytyy niin ikään rakennuksen lämmitetyn nettoalan mukaan.

Rivitalon tai korkeintaan kaksikerroksisen asuinkerrostalon (käyttötarkoitukseluokka 1d) E-luvun vaatimustasona on 105 (A-energialuokan raja-arvona E-luku 80). Asuinkerrostalolle (käyttötarkoitukseluokka 2) puolestaan E-luvun vaatimustaso täytyy, kun E-luku on vähintään 90. A-energialuokan raja-arvona asuinkerrostaloille on E-luku 75.

### Energiatodistustilastot

Taustamateriaalina E-luvun raja-arvon määrittämiseksi tutkitaan ARA:n energiatodistusrekisterin energiatodistustilastoja. Aineisto on koottu internetsivuilta (<https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot>) 7.8.2023.

Kullekin käyttötarkoituksiluokalle tarkasteltavat tilastot on rajattu vuodesta 2020 eteenpäin koskien rakennusten käyttöönottoon laadittuja energiatodistuksia vuoden 2018 asetusmääräyksillä. Tilastoissa ei ole määritelty rajauksia rakennuksen lämmitetyille nettoalalle.

Käyttötarkoitukseluokassa 1a-c energialuokan A<sub>2018</sub> saavuttaa 26 % rakennuksista. Otantana on n. 30 000 pientaloa. Parhaat 15 % todistuksista ovat E-luvulla 76 tai alle.

Rajauksen mukaisissa pientaloissa käytetään tilaston mukaan pääasiallisesti lämpöpumppujärjestelmää. Maalämpöpumppuja on asennettu 43 %:iin rakennuksista, muita lämpöpumppuja 42 % ja kaukolämpöä hyödyntää puolestaan 8 %. Rajauksen pientaloilla reilusti yli puolella (71 %) on ilmanvaihtojärjestelmänä koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Huomioitaessa myös poistoilmalämpöpumppujärjestelmää hyödyntävät rakennukset, osuus nousee 95 %:iin. Aurinkosähköä käyttää hyväksi 2 % rakennuksista ja aurinkolämpöä puolestaan 1 %. Pienten asuinrakennusten ilmanvuotoluvuksi muodostuu tilastorajauksen mukaisesti n. 1,9.

Käyttötarkoitukseluokassa 1d A-energialuokan saavuttaa puolestaan 22 % rakennuksista, jossa otantana on n. 3 000 rivitaloa tai kaksikerroksista asuinkerrostaloa. Parhaat 15 % energiatodistuksista ovat E-luvulla 78 tai alle (A<sub>2018</sub>).

Käyttötarkoitukseluokan 1d rakennuksista kaukolämpöä hyödyntää 45 % ja lämpöpumppujärjestelmää puolestaan 52 %, joista 41 % on maalämpöpumppuja. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla on 87 %:lla näistä rakennuksista. Aurinkosähköä hyödyntää 4 % rakennuksista ja aurinkolämpöä 0 %. Käyttötarkoitukseluokan 1d asuinrakennusten ilmanvuotolukuna tilastoissa on n. 2,2.

Tarkasteltaessa tilastotietoa asuinkerrostalojen (käyttötarkoitukseluokka 2) osalta, 33 % rakennuksista saavuttaa energialuokan A<sub>2018</sub>. Otantana on n. 3 000 rakennusta. Energiatodistusten paras 15 % muodostuvat E-luvulla 74 tai alle.

Asuinkerrostaloista 80 % hyödyntää kaukolämpöjärjestelmää ja maalämpöpumppua puolestaan 18 %. Muita lämpöpumppujärjestelmiä tilastoidaan olevan päälämmitysjärjestelmänä 0 %. Rakennuksista 88 %:lla on käytössään koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä LTO:lla ja aurinkosähköä hyödyntää 21 %. Aurinkolämpöä tilastoidaan puolestaan 0 %. Energiatodistuksen ilmanvuotolukuna rajauksen asuinkerrostaloilla on n. 1,3.

Tilastoja analysoitaessa on syytä huomioida, että osa energiatodistuksista laaditaan selvitysvelvollisuusperusteisesti. Energiasuunnittelun myötä perusteellisesti laadittu energiatodistus asettaa rakennuksen laskennallisesti pääasiassa energiatehokkaammaksi.

## Johtopäätökset

Tarkasteltaessa kyseisten tyyppirakennusten laskennallisen energiatehokkuuden muodostumista niin E-luvun määrittämisen kuin tilastotiedon myötä on pääteltävissä, että erilaisilla suunnitteluratkaisuilla voidaan saavuttaa samankaltainen lopputulos. Kokemusten perusteella voidaan sanoa, että rakennus on mahdollista suunnitella energialuokkaan A<sub>2018</sub> asianmukaisella suunnittelulla. Rakennuksen ollessa E-luvultaan A-energialuokan raja-arvoa matalampi, voidaan rakennus määritellä tavanomaista energiatehokkaammaksi ja täten ilmastovaikutukset huomioivaksi.

## E-lukutarkastelut

E-lukutarkasteluissa huomioidaan rakennustyyppien mahdolliset erityispiirteet tai vaatimukset taloteknisille järjestelmille. Tarkastelujen toimenpiteet ovat valikoituneet siten, että suunnitteluratkaisut ovat toteutettavissa niin markkinoilta löytyvien laitteiden ominaisuuksien kuin rakennusteknisten vaatimusten perusteella. Tässä tarkasteltavat energiatehokkuuden osatekijät ovat yleisesti energiasuunnittelussa käytettäviä menettelytapoja. Esimerkkien lisäksi energiatehokkuuden taso voidaan saavuttaa myös muilla keinoin ja yhdistelmin.

On syytä huomioida, että tarkastelut toteutetaan tyyppirakennuksille, jolloin ne edustavat rakennustyyppiä vain yleisellä tasolla. Toimenpiteiden vaikuttavuuden voidaan kuitenkin katsoa skaalautuvan erilaisten asuinrakennusten kesken asuntomessualueen kaavamääräykset huomioon ottaen.

Rakenneosien U-arvojen parantaminen sekä lämmönjakotavan muuttaminen on rajattu tässä tarkastelujen ulkopuolelle, niiden ollessa tarkastelujen tyyppirakennuksissa tehoton keino huomioiden järkevien parannusten kokonaisvaikuttavuus.

Poistoilmalämpöpumppua ei tarkastella rakennusten lämmitysmuotona, sillä kyseisellä järjestelmällä vastaavat E-luvun arvot on kohtalaisen haastavaa saavuttaa, vaikkakaan ei kuitenkaan mahdotonta rakennuksesta riippuen. Lisäksi rivitalon ja asuinkerrostalon osalta tässä ei käsitellä maalämpöpumpun ohella muita lämpöpumppuratkaisuja niiden ollessa harvinaisempia kyseisissä käyttötarkoituksissa. Tämä ei kuitenkaan poissulje niiden mahdollista hyödyntämistä asuntomessualueen rakennuksissa.

Ilmanvaihdon jälkilämmityspatterin lämpötilan asetusarvon huomioimisella voidaan vaikuttaa rakennuksen E-lukuun. Tätä tarkastelua hyödynnetään tässä kuitenkin vain asuinkerrostalon osalta, jossa näissä rakennustyypeissä toteutetaan yleisesti tarkemman tason ilmanvaihtosuunnittelua suunnitteluvaiheessa, kun jälkilämmitys tapahtuu sähkövastuksilla.

Taulukoissa esitetyt kirjainyhdistelmät tarkoittavat seuraavaa: KL = kaukolämpö, MLP = maalämpöpumppu, VILP = vesi-ilmalämpöpumppu, LTO = poistoilman lämmöntalteenoton

vuosihyötysuhde, SFP = ilmanvaihdon puhaltimien ominaissähköteho, ILP = ulkoilma-ilmalämpöpumppu. Vakiopaineventtiilillä viitataan nimenmukaisesti käyttövesiverkoston vakiopaineventtiiliin tai muuhun käyttövesiverkoston painetasoa säätävään tekniikkaan.

## Tulokset

Alla taulukoissa esitellään E-lukutarkastelujen tulokset sisältäen mahdolliset talo- tai rakennetekniset muutokset tyyppirakennuksen perusratkaisuun nähden.

E-lukutarkasteluissa saavutettava taso on tarkasteltu ratkaisujen myötä sellaiseksi, että tavoitetaso saavutetaan pääasiallisesti tavanomaisilla keinoilla, kuitenkin ollen tyyppiratkaisuja kunnianhimoisempi.

	Lämmitys- muoto	Ilmanvaihto- järjestelmä	Ilmanvuoto- luku	Valaistuksen tehotiheys	Vakiopaine- venttiili	Muut järjestelmät	E-luku	Energia- luokka
Perusratkaisu	KL	LTO 70 % - SFP 1,8	2,0	vakio - 6,0 W/m <sup>2</sup>			<b>87</b>	B <sub>2018</sub>
Versio 1	KL	LTO 81 % - SFP 1,2	1,0		x	ILP	<b>70</b>	A <sub>2018</sub>
Versio 2	MLP	LTO 76 % - SFP 1,6	1,5		x		<b>70</b>	A <sub>2018</sub>
Versio 3	VILP	LTO 78 % - SFP 1,5	1,0		x	ILP + aurinko- lämpökeräimet 10m <sup>2</sup>	<b>70</b>	A <sub>2018</sub>
Versio 4	KL					aurinkopaneelit n. 20m <sup>2</sup>	<b>70</b>	A <sub>2018</sub>

**Taulukko 1** Omakotitalo, E-lukutarkastelut.

	Lämmitys- muoto	Ilmanvaihto- järjestelmä	Ilmanvuoto- luku	Valaistuksen tehotiheys	Vakiopaine- venttiili	Muut järjestelmät	E-luku	Energia- luokka
Perusratkaisu	KL	LTO 70 % - SFP 1,8	2,0	vakio - 6,0 W/m <sup>2</sup>			<b>92</b>	B <sub>2018</sub>
Versio 1	KL	LTO 78 % - SFP 1,5	1,5		x	aurinkopaneelit n. 10-15m <sup>2</sup>	<b>77</b>	A <sub>2018</sub>
Versio 2	MLP	LTO 72 % - SFP 1,8					<b>77</b>	A <sub>2018</sub>

**Taulukko 2** Rivitalo, E-lukutarkastelut.

	Lämmitys- muoto	Ilmanvaihto- järjestelmä	Ilmanvuoto- luku	Valaistuksen tehotiheys	Vakiopaine- venttiili	Muut järjestelmät	E-luku	Energia- luokka
Perusratkaisu	KL	LTO 70 % - SFP 1,8	2,0	vakio - 9,0 W/m <sup>2</sup>	x	jälkilämmityspatterin asetusarvo 18°C	<b>90</b>	B <sub>2018</sub>
Versio 1	KL	LTO 76 % - SFP 1,2	1,0	7,0 W/m <sup>2</sup>	x	jälkilämmityspatterin asetusarvo 17°C + aurinkopaneelit n. 55 m <sup>2</sup>	<b>74</b>	A <sub>2018</sub>
Versio 2	MLP	LTO 73 % - SFP 1,4	1,5	7,5 W/m <sup>2</sup>	x	jälkilämmityspatterin asetusarvo 17°C	<b>74</b>	A <sub>2018</sub>

**Taulukko 3** Asuinkerrostalo, E-lukutarkastelut.

## Tulosten analysointi

Kuten aiemmin on mainittu, tietty rakennusten laskennallinen energiatehokkuustaso voidaan saavuttaa erilaisin keinoin. Toteutettavissa olevin keinoin rakennus alittaa jopa A-

energialuokan E-luvun raja-arvon, kuten yläpuolella taulukoissa on esitetty. Omakotitalon tarkasteluissa saavutetaan E-luvun raja-arvoa 35 % pienempi E-luku. Sekä rivitalon, että asuinkerrostalon tarkasteluissa saavutetaan puolestaan A-energialuokan raja-arvoa pienempi E-luku (rivitalon E-luku 77, asuinkerrostalon E-luku 74).

Lämmitysjärjestelmän lisäksi taloteknisistä järjestelmistä ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa merkittävästi laskennallisen energiatehokkuuden lopputulokseen. Tarkastelut on toteutettu kullekin rakennukselle koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä lämmöntalteenotolla, jossa LTO:n vuosihyötysuhteella sekä ominaissähköteholla (SFP- luku) on suurentunut rooli energiatehokkuuden määräytymisessä.

Tyyppirakennusten perustason sekä LTO:n vuosihyötysuhteen 78 % sekä kyseiset SFP-lukuarvot voidaan saavuttaa useilla raportointitietokannilla markkinoilta löytyvillä ilmanvaihtokoneilla, kuten Vallox, Airfi, Deekax ja Enervent. LTO-vuosihyötysuhde 81 % ja SFP- luku 1,2 täyttyy puolestaan vain joillakin markkinoiden tuotteilla, esimerkkinä Enervent. Nämä vaatimustasot on kuitenkin syytä huomioida jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa.

Tarkasteluissa hyödynnetyt ilmanvuotoluvut ovat tyypillisesti rakennuksissa täyttyviä ilmanvuotolukuja, kun rakentaminen toteutetaan huolella ja rakennus tiiveysmitataan.

Aurinkosähköjärjestelmän omavaraissähköenergian vuosituoton määrä (kWh) on riippuvainen järjestelmän ominaisuuksista ja olosuhteista, mm. varjostuksista, suuntauksesta ja kallistuksesta sekä hyötysuhteesta. Aurinkopaneelien pinta-ala on lopulta riippuvainen siis hankekohtaisista tekijöistä, tavoiteltavasta vuosituotosta. Rakennuksessa laskennallisesti hyödynnettävästä osuus tulee tarkastella erillisellä tarvetarkastelulla.

Tyyppirakennukset, joita tässä tarkastellaan, ovat rakenteiltaan pääasiallisesti puurankarunkoisia. Verrattaessa erilaisia rakennusten rakenneratkaisuja keskenään, laskennalliseen energiatehokkuuteen vaikuttavat rakenteiden lämmönläpäisykertoimet (U-arvo), lämpöenergian sitoutumiseen ja vapautumiseen vaikuttava ominaislämpökapasiteetti sekä liitosten viivamaisten kylmäsiltojen lisäkonduktanssit. Esimerkiksi massiivipuurakenteiselle rakennukselle energiankulutus on suurentunut ulkoseinän U-arvosta johtuen.

## KESÄAJAN HUONELÄMPÖTILOJEN HALLINTA

Kullekin rakennukselle toteutetaan tarkasteluja sisätilojen kesäajan huonelämpötilojen hallinnan näkökulmasta, jotta voidaan paikantaa erinäisiä lämpötilojen nousun hillitsemiseksi toteutettavia keinoja ja niiden vaikuttavuuksia. Lopputuloksena pyritään esittämään esimerkinomaisia keinoja, joilla astetuntien raja-arvot voidaan alittaa myös asuntomessualueen rakennuksissa.

Sisätilojen kesäaikaisia huonelämpötiloja voidaan hallita mm. rakennuksen arkkitehtuurin mahdollistamalla varjostuksella, ikkunoiden auringonsäteilyn läpäisyominaisuuksilla, integroiduilla suojuuksilla ja ilmanvaihdon toiminnalla. Lisäksi hallintakeinona voidaan hyödyntää myös aktiivista viilennystä.

### Raja-arvot

Rakennusten kesäajan huonelämpötilatarkastelu on nykyainsäädännöllä toteutettava rakennusluvan yhteydessä tässä tarkasteltavista käyttötarkoituseroista vain asuinkerrostalolle (käyttötarkoitusero 2). Kyseistä menetelmää ja raja-arvoja sovelletaan tässä kuitenkin myös omakotitaloihin ja rivitaloihin (käyttötarkoitusero 1a-d).

Laskennallinen kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää jäähdytysrajan arvoa 27 °C asuinkerrostaloissa (käyttötarkoitusero 2) enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaisia ilmanvaihdon tietoja käyttäen.

### Huonelämpötilatarkastelut

Tarkasteluissa tyyppirakennusten lähtötilanteen lähtötietoihin ja auringonsuojaukseen tehdään parannuksia erilaisilla yleisesti ylälämmönhallintaan käytetyillä keinoilla.

Tarkasteluissa tutkitaan miten jäähdytysrajan ylittävät astetunnit nousevat tulevaisuuden skenaariosäädätällä ja mille tasolle niitä on mahdollista hallita tulevaisuudessa.

Ikkunoiden lasitukseen vaihdetaan yleisiä auringonsuojalasiituksia g-arvolla 0,38 tai kerrostalossa hieman tehokkaampia, mutta markkinoilta löytyviä auringonsuojalasiituksia g-arvolla 0,30 (asunnot) tai 0,25 (käytävät).

Tarkasteluissa asuntojen ikkunoihin integroitua sälekaihtimia käytetään uloimpien lasien välissä. Parvekeoviin asetetaan oletuksena sisäpuoliset sälekaihtimet, mutta joissain kerrostalon vaihtoehdoissa myös parvekeovet ovat kaksilehtisiä lasien välissä olevilla sälekaihtimilla. Kerrostalon itäpuolen käytävällä ei ole oletuksena integroitua suojausta, mutta vaihtoehdoissa tutkitaan ulkopuolisten moottoroitujen screenkaihtimien vaikutusta.



Rakennuksissa ei ole oletuksena kunnollista rakenteellista auringonsuojausta. Rivitaloon ja omakotitaloon lisätään terassien puolelle hyvin tuulettuva katettu auringonsuojaus, joka estää suoran auringonpaisteen kesäaikana. Kerrostalon länsipuolen ranskalaiset parvekkeet vaihdetaan varjostavaan parvekejulkisivuun. Parvekejulkisivuun lisätään myös yhdessä vaihtoehdossa rimoitusta auringonsuojaukseen.

Ilmanvaihdon oletusilmamääriä ja kesäaikaista tehostusvaraa kasvatetaan joissain vaihtoehdoissa.

Lisäksi rakennuksiin lisätään yleisesti toteutettavaa aktiivista koneellista viilennystä lämpötilojen hallintaan. Rivitaloon ja omakotitaloon vaihtoehdoissa hyödynnetään ilmalämpöpumput (viilennysteholla 2,5 kW) olohuoneisiin ja olohuoneen sisälämpötilan asetusarvoksi kesäaikana 25 °C. Asuinkerrostalon vaihtoehdoissa tarkastellaan keskitettyä vesikiertoista lattiaviilennystä asuintoihin, pois lukien märkätilat (viilennysteholla n. 15 W/m<sup>2</sup>).

Huonelämpötilatarkasteluissa saavutettavaa astetuntien tasoa on tarkasteltu ratkaisujen myötä sellaiseksi, että nykyinen vaatimustaso saavutetaan myös tulevaisuudessa tehokkailla suojauskeinoilla, kuitenkin niiden ollessa toteutuskelpoisia.

## Tulokset

Alla taulukoissa esitellään kesäajan huonelämpötilatarkastelujen tulokset sisältäen mahdolliset talo- tai rakennetekniset muutokset tyyppirakennuksen perusratkaisuun nähden.

	Ikkunoiden lasituksen g <sub>g</sub> -arvot	Auringonsuojaus	Ilmamäärät	Aktiivinen viilennys	Jäähdytysrajan ylittävät astetunnit				Säätiedot
					olohuone	makuuhuone 1	makuuhuone 2	makuuhuone 3	
Perusratkaisu	0.58	ei ole	oletus, +30 % tehostus	ei ole	2961	1192	1514	1051	2012
					4886	2509	3002	2348	2050 RCP4.5
Versio 1		sälekaihtimet	+40 % tehostus		173	80	109	70	2012
					562	303	378	280	2050 RCP4.5
Versio 2		sälekaihtimet, terassikatos	+40 % tehostus		29	43	65	34	2012
					171	214	271	193	2050 RCP4.5
Versio 3	0.38	sälekaihtimet, terassikatos	+40 % tehostus		3	11	21	6	2012
					56	104	134	95	2050 RCP4.5
Versio 4				ILP olohuoneissa	0	467	669	338	2012
					0	1130	1482	974	2050 RCP4.5
Versio 5		sälekaihtimet, terassikatos		ILP olohuoneissa	0	34	54	23	2012
					0	159	209	136	2050 RCP4.5
Versio 6	0.38	sälekaihtimet		ILP olohuoneissa	0	12	23	8	2012
					0	73	98	65	2050 RCP4.5

**Taulukko 4** Omakotitalo, kesäajan huonelämpötilatarkastelut.

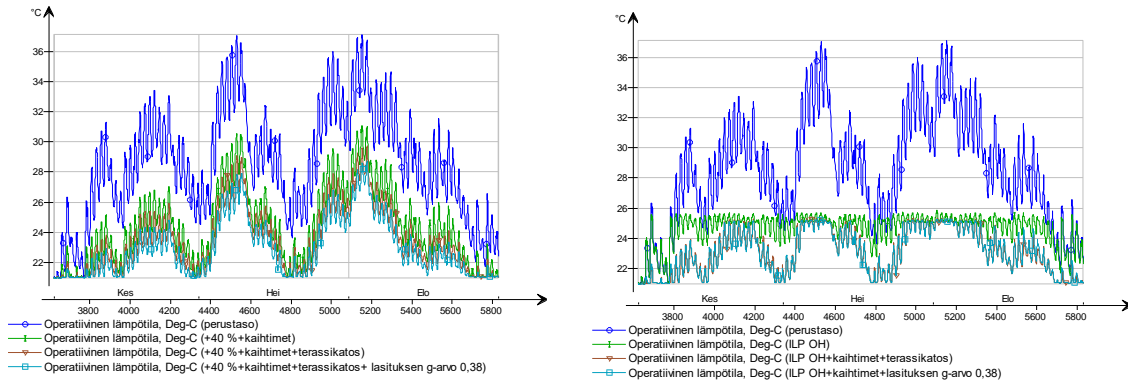
	Ikkunoiden lasituksen g <sub>g</sub> -arvot	Auringonsuojaus	Ilmamäärät	Aktiivinen viilennys	Jäähdytysrajan ylittävät astetunnit				Säätiedot
					3H+KT+S		4H+KT+S		
					olohuone	makuuhuone	olohuone	makuuhuone	
Perusratkaisu	0.58	ei ole	oletus, +30 % tehostus	ei ole	921	1282	1293	1538	2012
					2041	2855	2706	3004	2050 RCP4.5
Versio 1		sälekaihtimet			9	81	24	108	2012
					74	293	127	347	2050 RCP4.5
Versio 2		sälekaihtimet, terassikatos			0	39	0	54	2012
					0	148	4	187	2050 RCP4.5
Versio 3	0.38	sälekaihtimet, terassikatos			0	1	0	4	2012
					0	23	0	38	2050 RCP4.5
Versio 4				ILP olohuoneissa	0	717	0	773	2012
					0	1425	0	1474	2050 RCP4.5
Versio 5		sälekaihtimet, terassikatos		ILP olohuoneissa	0	36	0	48	2012
					0	122	0	150	2050 RCP4.5
Versio 6	0.38	sälekaihtimet		ILP olohuoneissa	0	7	0	11	2012
					0	33	0	47	2050 RCP4.5

**Taulukko 5 Rivitalo, kesäajan huonelämpötilatarkastelut.**

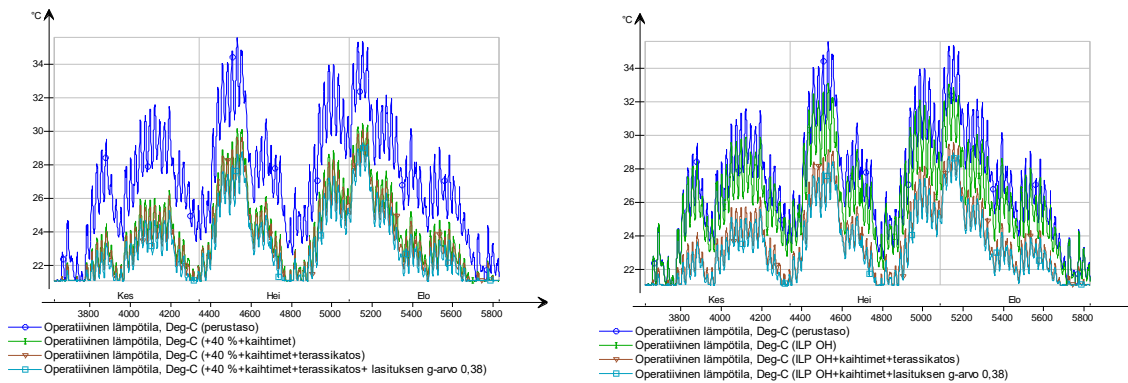
	Ikkunoiden lasituksen g <sub>g</sub> -arvot	Auringonsuojaus	Ilmamäärät	Aktiivinen viilennys	Jäähdytysrajan ylittävät astetunnit			Säätiedot
					2H+KT		1H+KT	
					olohuone	makuuhuone	olohuone	
Perusratkaisu	0.58	ransk. parvekkeet, sälekaihtimet asuntojen ikkunoissa lasien välissä ja parvekeovissa sisäpuolella	oletus, +30 % tehostus	ei ole	697	805	697	2012
					2220	1867	1661	2050 RCP4.5
Versio 1	asunnot 0.30 käytävät 0.25	ransk. parvekkeet, sälekaihtimet asuntojen ikkunoissa ja RPO lasien välissä	+50 % tehostus	ei ole	131	103	75	2012
					437	363	304	2050 RCP4.5
Versio 2	asunnot 0.38 käytävät 0.25	parvekejulkisivu	2H+KT +/- 28 l/s	ei ole	145	116	143	2012
					458	400	489	2050 RCP4.5
Versio 3	asunnot 0.38 käytävät 0.25	parvekejulkisivu, käytävien ikkunoissa moottoroidut ulkopuoliset screenkaihtimet	2H+KT +/- 28 l/s	ei ole	57	39	57	2012
					409	334	394	2050 RCP4.5
Versio 4	asunnot 0.30 käytävät 0.25	parvekejulkisivu rimoituksella, PO sälekaihtimet lasien välissä, käytävien ikkunoissa moottoroidut ulkopuoliset screenkaihtimet	2H+KT +/- 28 l/s +50 % tehostus	ei ole	20	13	20	2012
					141	121	142	2050 RCP4.5
Versio 5				asunnoissa lattiviilennys	46	30	33	2012
					157	109	135	2050 RCP4.5
Versio 6	asunnot 0.38			asunnoissa lattiviilennys	7	3	5	2012
					46	27	43	2050 RCP4.5
Versio 7		parvekejulkisivu		asunnoissa lattiviilennys	7	2	3	2012
					43	17	29	2050 RCP4.5

**Taulukko 6 Asuinkerrostalo, kesäajan huonelämpötilatarkastelut.**

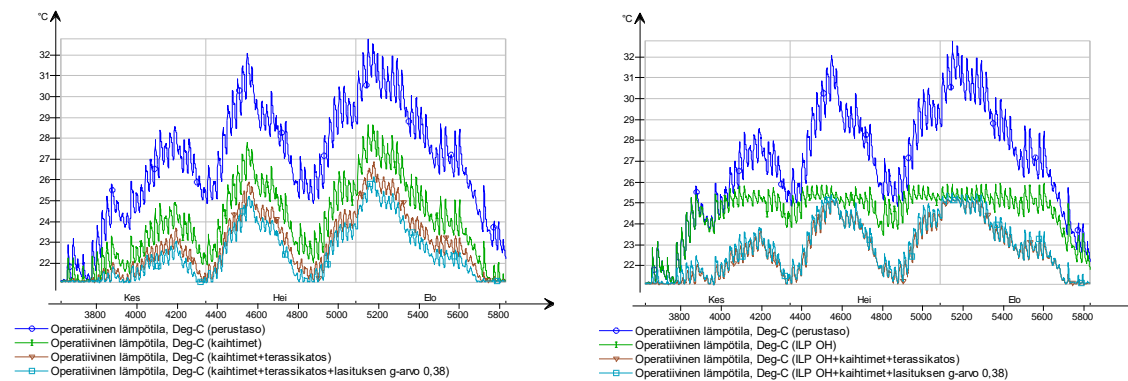
Alla on esitettyä kuvaajat tyyppirakennusten yhden olohuoneen ja makuuhuoneen operatiivisista lämpötiloista kesäjaksolla passiivisilla ja aktiivisilla ratkaisuilla tulevaisuuden ilmastossa. Kuvaajat auttavat hahmottamaan yleistä huonelämpötilojen laskua ja vaihtoehtojen vaikuttavuutta perustasoon nähden tulevaisuudessa.



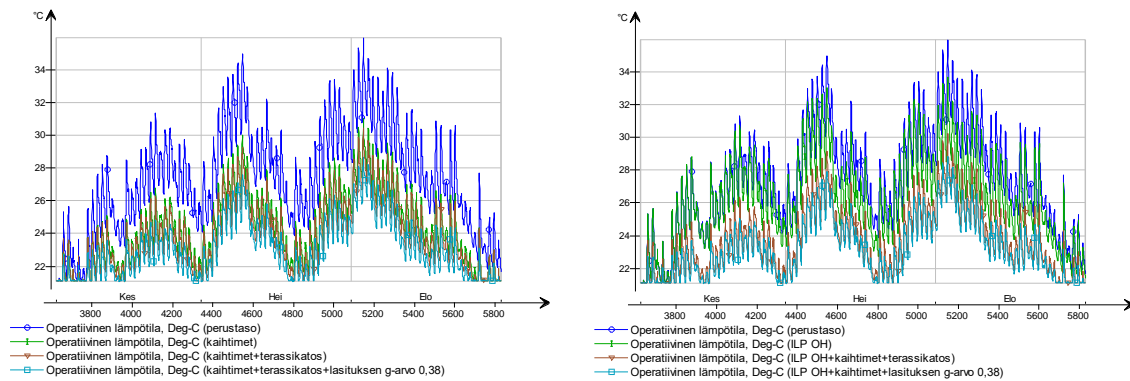
**Kuvaaja 1** Omakotitalo, olohuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.



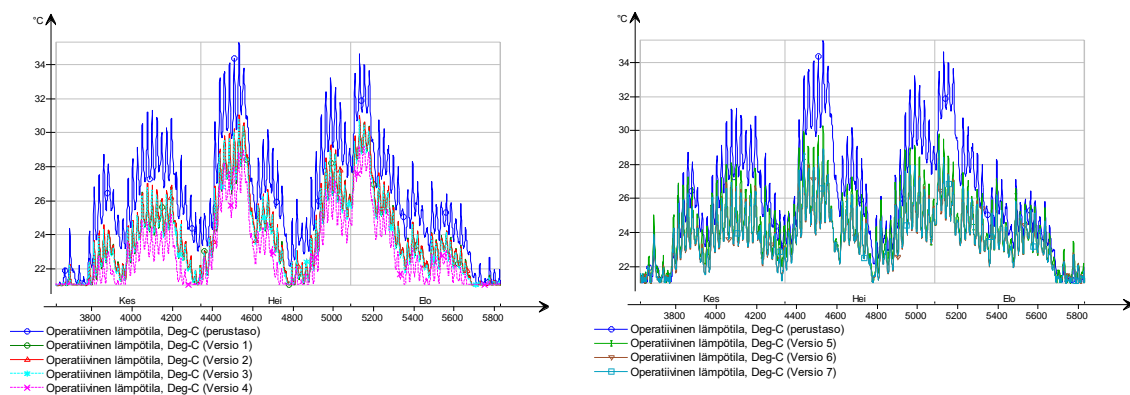
**Kuvaaja 2** Omakotitalo, makuuhuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.



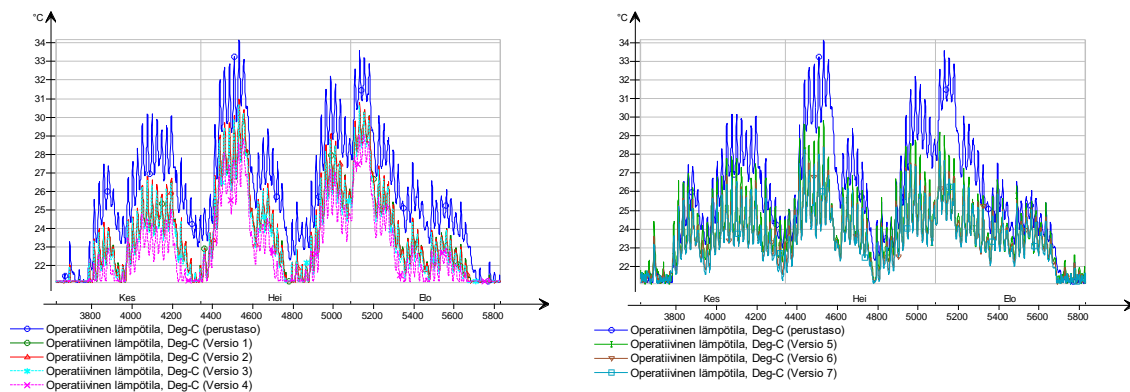
**Kuvaaja 3** Rivitalo, olohuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.



Kuvaaja 4 Rivitalo, makuuhuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.



Kuvaaja 5 Asuinkerrostalo, olohuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.



Kuvaaja 6 Asuinkerrostalo, makuuhuone, operatiiviset lämpötilat tulevaisuuden ilmastossa.

## Tulosten analysointi

Kesäaikaisten huonelämpötilojen hallintaan on useita vaihtoehtoja, joiden vaikuttavuus riippuu kohteen suuntauksesta ja arkkitehtuurista. Toteuttamalla toimiva auringonsuojaus ja riittävät ilmanvaihdon mitoitukset, on nykyinen energiatehokkuusasetuksen astetuntiraja saavutettavasti hyvin tavanomaisilla keinoilla.

Kiinnittämällä huomiota kohteen kesäaikaisten huonelämpötilojen hallintaan on nykyinen astetuntiraja saavutettavissa myös tulevaisuuden ilmastossa.

Omakotitaloille ja rivitaloille ei usein tehdä tarkempaa sisäilmastosuunnittelua eikä sille ole energiatehokkuusasetuksessa vaatimusta, jolloin niiden perustason lähtökohta voi olla usein jopa erittäin huono, joka näkyy tuloksista. Kerrostalon perustaso on hieman parannettu näihin nähden, mutta tämäkään ei silti täytä nykyistä minimitasoa johtuen kevytrakenteisuudesta ja arkkitehtuurista. Kerrostalo on kuitenkin mahdollista saada nykyiselle vaatimustasolle pienillä panostuksilla, jotka näkyvät versioista 1-3. Nämä eivät kuitenkaan riitä lämpötilojen hallintaan tulevaisuudessa.

Erilaisista lämpötilojen hallintakeinoista on mahdollista muodostaa jokaiselle rakennukselle yksilöllinen kokonaisuus. Hyvästä arkkitehtuurista, varjostuksista ja raskasrakenteisuudesta on hyötyä lämpötilojen hallinnassa. Tämä voidaan huomata esimerkiksi asuinkerrostalon ja rivitalon välillä. Asuinkerrostalo on kevytrakenteinen ja lähes varjostamaton, kun taas rivitalo hybridirakenteinen ja kohtalaisilla varjostuksilla. Kevytrakenteisten rakennusten tulisi siis kiinnittää huomiota auringonsuojaukseen tai muussa tapauksessa tulevaisuudessa lämpötilojen hallinta vaatii hyvin todennäköisesti aktiivisen viilennyksen.

Sälekaihtimet ovat yksittäinen paras suojauskeino, joka mahdollistaa käyttäjien aktiivisuudella myös talvella auringosta tulevan lämpöenergian hyödyntämisen. Ikkunoiden lasituksen g-arvot ovat toinen tehokas keino, jotka vaikuttavat myös energiankulutukseen, mutta voivat olla arkkitehtuurista riippuen vaatimuksena jo nykyilmastossa.

Lämpötilojen hallintaa tulisi suorittaa kokonaisuutena. Omakotitalon ja rivitalon tarkasteluista voidaan havaita, ettei pelkkä viilennyksen lisääminen yhteen huoneeseen takaa, että olosuhteet pysyvät hyvinä kaikissa tiloissa. Kerrostalon lämpötilojen hallintaan suurin vaikutus on keskitetyn viilennyksen toteutuksella. Ei kuitenkaan ole energiatehokasta jättää passiivisia viilennysratkaisuja kokonaan pois ja toteuttaa lämpötilojen hallinta pelkällä aktiivisella viilennyksellä.

Asuinkerrostalossa varjostavien rakenteiden ja suojauksen toteuttamisella on suuri merkitys kokonaisuuteen. Yleistilojen ikkunoiden suojauksen lisäämisellä voidaan myös välillisesti hallita asuntojen lämpötiloja, mikäli yleistiloissa on paljon ikkunoita kuten tyyppirakennuksessa itäpuolella.

Nykyinen astetuntiraja on kaikissa tyyppirakennuksissa saavutettavissa myös tulevaisuudessa panostamalla passiiviseen suojaukseen ja viimeistään toteuttamalla aktiivinen viilennys riittävällä yhdistelmällä muita keinoja.

Toteuttamalla kaikille asuntomessualueen rakennuksille kesäajan huonelämpötilasimuloinnit tulevaisuuden ilmastossa (Vantaa\_TRY2020\_RCP45\_2050) nykyisten menetelmien mukaan ja soveltamalla jäähdytysrajan ylittävää astetuntirajaa 150, muodostuu alueesta edelläkävijä ilmastonmuutokseen varautumisessa ja sen huomioimisessa. Tällä myös varmistetaan, etteivät sisäolosuhteet heikkene merkittävästi tulevaisuudessa.

## ILMASTOVIISAAT MATERIAALIT

Kullekin analysoitavalle rakennukselle toteutetaan hiilijalanjäljen tarkasteluja ilmastoviisaiden, tässä vähähiilisten, ratkaisujen paikallistamiseksi. Rakennusten vertailuratkaisuksi ovat tässä valikoituneet vähähiilinen valmisbetoni ja betonielementit, sekä kierrätysmateriaaleja sisältävät eristeet.

Kyseiset suunnitteluratkaisut ovat tarkasteltavissa rakennustyypeille, joiden ominaisuuksia on määritelty asuntomessualueen tonttihaun osatekijöiksi, ottaen huomioon käyttötarkoitukseluokat ja runkorakenneratkaisut. Lisäksi tarkasteltavat ratkaisut koskevat joko yleisesti päästöintensiivistä rakennusmateriaalia ja rakennetta, tai ollen tyyppillisesti kohtalaisen suuri rakennusmassa asuntomessualueen rakennustyypeissä. Täten näillä tekijöillä saavutetaan suurimpia vaikutuksia materiaalisidonnaisissa päästöissä rakennustasolla.

Puurakenteisissa rakennuksissa rakenteiden levytyksessä hyödynnetään pääasiallisesti kipsilevyä, joka erityisesti asuinkerrostaloissa (paloturvallisuusmääräykset) aiheuttaa kohtalaisen suuren osuuden materiaalivalmistuksen päästöistä. Kipsilevyä ei tässä kuitenkaan huomioida yhtenä päästövähennyskriteerinä, sillä markkinoilla olevat kipsilevyt sisältävät pääasiallisesti kierrätysmateriaaleja jo tuotantoteollisuuden perustilanteessa. Tällä ohjauskeinolla ei nähtäisi olevan juurikaan vaikuttavuutta ilmastoviisaiden materiaalien valinnassa.

Tällaiseksi materiaaliksi voidaan luokitella myös esimerkiksi teräsrakennusosat, kuten betonirauditus, jonka valmistuksessa käytetään yleisesti hyvin paljon kierrätysainesta, jopa 100 %. On olemassa kuitenkin myös metallimateriaalityyppejä (esim. vesikatetuotteet), joissa ei samalla tavalla vielä hyödynnetä kierrätysmateriaaleja, joten päästövähennyspotentiaalia kyseisellä materiaalilla olisi olemassa. Vaikkakin teräsmateriaalit ovat kohtalaisen päästöintensiivisiä, ei tällaisia materiaaleja luultavasti tulla hyödyntämään kovinkaan suurimassaisesti asuntomessualueella. Näillä perusteilla myös metallimateriaalit on tässä rajattu päästövähennyskriteerien ulkopuolelle.

Ympäristöministeriön arviointimenetelmällä rakennushankkeen pääasialliset kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat materiaalivalmistuksen A1-A3 ja käytönaikaisen energiankulutuksen B6 kesken, kun ei huomioida mahdollista materiaalin hankinnassa tapahtuvaa biogeenisen hiilen sitoutumista ilmakehästä. Rakennuksen energiatehokkuudesta, lämmitysmuodosta ja rakenneratkaisuista riippuen näiden kahden moduulin prosentuaaliset osuudet vaihtelevat hankkeen elinkaaren päästöjen jakaumassa. Energiategokkuuteen vaikuttavia ratkaisuja käsiteltiin jo aiemmin tässä selvityksessä.

Mikäli rakennusmateriaali arvioidaan vaihdettavan kerran tai useammin arviointijakson aikana, materiaalivalmistuksen päästöt kertaantuvat ja täten kasvattavat päästöjä. Tällaisia rakennusmateriaaleja ovat tyyppillisesti tilojen pintamateriaalit sekä vesikatteet. Tässä tarkasteltavia rakennusmateriaaleja rakennusosineen ei arvioida vaihdettavan arviointijakson aikana, jolloin vaihdon kasvihuonekaasupäästöjä ei muodostu.

Hyödyntämiskelpoisen materiaalin jätteenkäsittely ja hyödyntämiskelvottoman loppusijoitus aiheuttavat rakennuksen koko elinkaarella kohtalaisen pienet päästöt, kun ei huomioida jätteenkäsittelyprosessissa tapahtuvaa biogeenisen hiilen vapautumista.

## Vähähiilinen valmisbetoni ja betonielementit

Valmisbetoni ja betonirakenteet ovat nykytekniikalla valmistusprosessinsa myötä kohtalaisen päästöintensiivisiä, vaikkakin ollen ominaisuuksiltaan joillekin rakennusosille hyvin tarpeellisia rakennuskomponentteja. Markkinoilla on kuitenkin saatavilla jatkuvasti enenevässä määrin tuoteryhmän vähähiilisiä ratkaisuja.

Tarkasteltavissa tyyppirakennuksissa betonirakenteita on pääasiallisesti ala- ja/tai välipohjassa sekä ensimmäisen kerroksen kantavina rakenteina. Betonirakenteilla tarkoitetaan tässä paikallavalu- tai elementtirakenteita, sisältäen myös esimerkiksi kevytbetoni- ja kevytsorarakaisut sekä valubetoniharkot. Tässä tarkasteltavat betonirakenteet koskevat sisätilojen vaakarakennusratkaisuja, kuten maanvarainen valmisbetonivalu, ontelo- tai massiivilaatta.

Myös rakennusten perustusten betonirakenteissa on merkittävää potentiaalia vähähiilillä tuotteilla saavutettaville päästövähennyksille, mutta tässä tarkastelussa perustusrakenteet ovat rajattu ulkopuolelle. Tontista riippuen perustamisolosuhteet saattavat vaihdella huomattavastikin, jolla on luonnollisesti vaikutusta perustusten sekä mahdollisten tuentojen ja vahvistusten massiivisuuteen.

### Vähähiilinen valmisbetoni

Valmisbetonille on saatavilla kansallinen vapaaehtoinen Betoniyhdistyksen vähähiilisyysluokitus, jolla voidaan todentaa valmisbetonin vähähiilisyys tyyppilliseen tasoon nähden. Luokitus kuvaa vain betonin päästötasoa, eikä siihen sisälly esimerkiksi betoniraudoituksen päästöominaisuuksia. Päästöluokitustasoa kuvataan GWP.NN-tunnuksella (esim. GWP.70 tai GWP.55), jossa numerotunnus kuvaa valmisbetonin materiaalivalmistuksen A1-A3 vähähiilisyttä Suomen tyyppilliseen tasoon verrattuna.

Tässä tarkasteltaville rakennuksille laaditaan laskelmat hyödyntäen valmisbetonin BY-vähähiilisyysluokituksen päästötasoja GWP.70 ja GWP.55. (Muita BY-vähähiilisyysluokituksen päästötasoja ovat GWP.REF, GWP.85 ja GWP.40.) Valmisbetonin betonilaatuna kaikissa tarkasteluissa on ei-huokostettu betoni lujuusluokassa C30/37, joka on tyyppilinen betonilaatu kyseessä oleville rakenteille tarkasteltavissa rakennustyypeissä.

Tarkastelussa hyödynnetään kansallisen päästötietokannan päästötietoja kyseisten vähähiilisyysluokitusten betoneille, sisältäen konservatiivisen kertoimen 1,2.

Raportointitihetkellä GWP.70- ja GWP.55- vähähiilisyysluokiteltuja valmisbetoneita arvioidaan olevan todennäköisesti saatavilla useilta valmistajilta. Saatavuus vaihtelee

betoniasemakohtaisesti ja betonin saatavuus tuleekin varmistaa valmistajilta. Odotettavissa on, että tulevien vuosien aikana entistä vähähiilisemmän valmisbetonin saatavuus paranee.

BY- vähähiilisyysluokitusta kehitetään tämän selvityksen raportointihetkellä myös betonielementeille soveltuvaksi. Tällä hetkellä luokitus kattaa kuitenkin vain valmisbetonin vähähiilisyysluokittelun.

### **Vähähiiliset betonielementit**

Betonielementtien vähähiilisyys voidaan laskennallisesti todentaa tuotteen ympäristöselosteella (EPD), joka on standardisoitu raportti tuotteen ilmastovaikutuksista. Jotta tuote on päätynt valmistajan vähähiiliseksi ratkaisuksi, on tuotteessa esimerkiksi käytetty kierrätysainesta, betonireseptiä on muokattu, valmistuksen energiankulutuksen päästöjä on vähennetty kulutuksen myötä tai energian tuotantomuoto on vaihdettu vähähiilisemmäksi.

Tarkastelussa vähähiilisten betonielementtien päästötietoina hyödynnetään Consolis Parman vähähiilisten tuotteiden ympäristöselosteita.

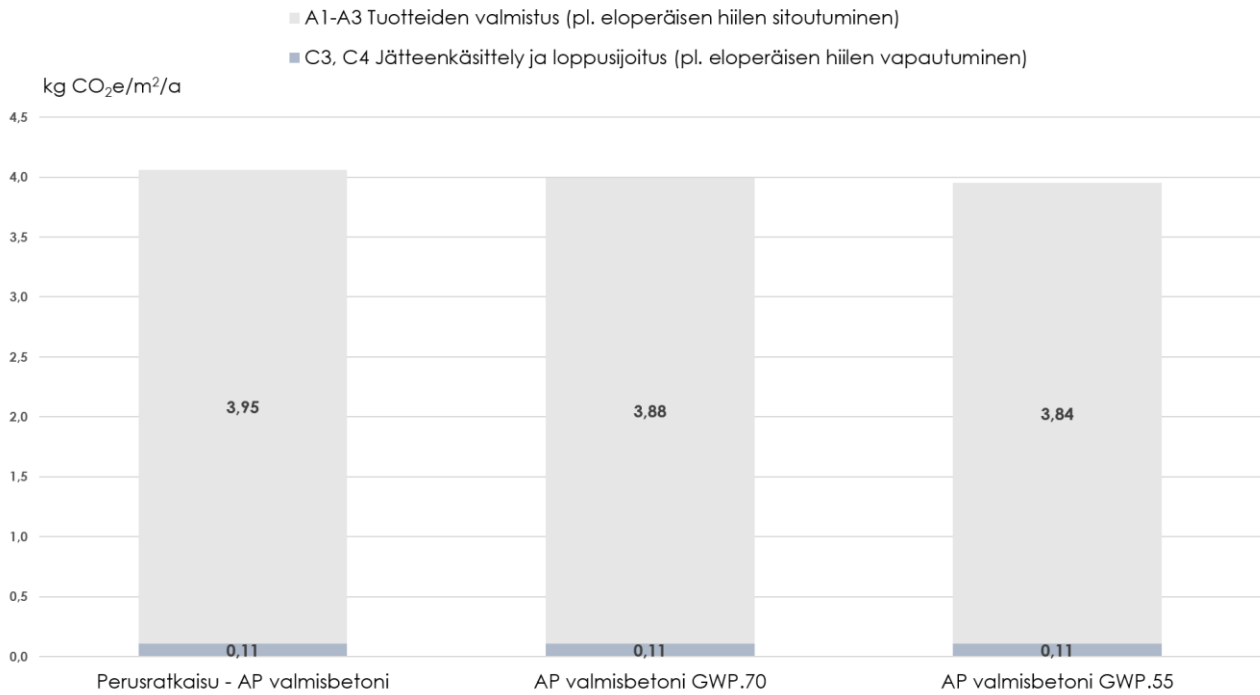
Selvityksen raportointihetkellä eri valmistajien tuotteista laadittuja ympäristöselosteita on kohtalaisen haastavasti saatavilla. Vähähiilisiä tuotteita ympäristöselosteineen on kuitenkin saatavilla esim. Consolis Parmalta. Odotettavissa on, että tulevien vuosien aikana vähähiilisten elementtien ja niiden ympäristöselosteiden saatavuus paranee.

### **Tulokset**

Alla diagrammeista löytyvät tarkasteltavien rakennusten vähähiilisten betonirakenteiden vaikutukset rakennuksen hiilijalanjälkenä moduuleissa A1-A3 ja C3-C4.

Perusratkaisun päästötietoina valmisbetonille ja ontelolaatoille hyödynnetään kansallisen rakentamisen päästötietokannan arvoja.

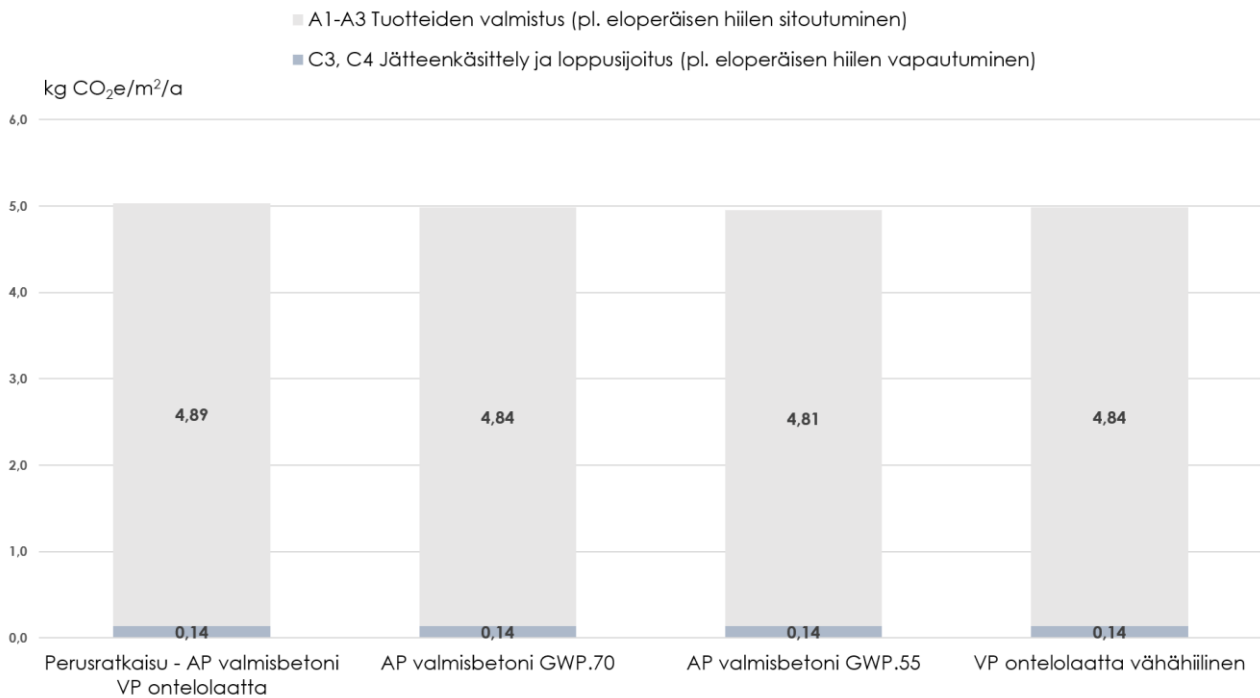




**Kuvaaja 7** Omakotitalo, vähähiilinen betoni.



**Kuvaaja 8** Rivitalo, vähähiilinen betoni.



**Kuvaaja 9** Asuinkerrostalo, vähähiilinen betoni.

## Tulosten analysointi

Vähähiilisen valmisbetonin ja betonielementtien rakennuksen hiilijalanjälkeä pienentävä vaikuttavuus on riippuvainen vähähiilisyyden tasosta perusratkaisuun nähden sekä vähähiilisten rakennusmateriaalien suhteesta koko rakennuksen massaan. Eli toisin sanoen, mitä vähähiilisempää rakennusmateriaali on ja mitä suuremmassa rakennusosamassassa sitä käytetään, sitä suurempi vaikuttavuus on.

Mikäli verrataan tarkasteltavia rakennustyyppisiä keskenään, suurin prosentuaalinen vaikuttavuus vähähiilillä rakenteilla saavutetaan rivitalossa, jossa rakennuksen materiaalisidonnaiset päästöt pienenevät n. 5-6 %, kun tarkastellaan yhtä rakennusosaa. Mikäli rakennuksen kaikki vaakarakenteet (AP, VP) olisivat vähähiilillä ontelolaattaelementeillä, tässä saavutettaisiin n. 11 %:n päästövähennykset materiaalivalmistuksessa A1-A3 sekä purkutoiminnoissa C3, C4.

Toki tulosten analysoinnissa on hyvä huomioida se, että rakennustyypeissä on tarkasteltu sekä paikallavalu-, että elementtirakenteita. Tässä vähähiilisellä elementtirakenteella (ontelolaatta) saavutetaan suuremmat päästövähennykset juurikin siitä syystä, että alkuperäisen päästötason ja vähähiilisen tuotteen päästöerot ovat suuremmat kuin valmisbetonilla ja vaakarakenteisten betonirakenteiden massa on suhteessa suurempi kuin muilla rakennustyypeillä.

Omakotitalossa päästövähennysten suuruus perusratkaisuun nähden on alapohjan GWP.70-valmisbetonilla n. 2 % ja GWP.55-valmisbetonilla n. 3 %.

Asuinkerrostalossa ala- ja välipohjan vähähiilisillä betonirakenteilla päästövähennyksiä saavutetaan n. 3 %, kun välipohjan ontelolaatta on vähähiilinen sekä alapohjan valmisbetoni päästötasoa GWP.55.

Vaikkakin prosentuaaliset osuudet tai yksikölliset päästövähennykset saattavat vaikuttaa pieniltä, on hyvä huomioida päästöjen todellinen vaikuttavuus. Esimerkiksi asuinkerrostalon vähähiilisten rakenteiden päästövähennykset (GWP.55 ja vähähiilinen ontelolaatta) ovat kokonaispäästönä n. 12 500 kg CO<sub>2</sub>e, joka vastaa viidesosaa tyypillisen Suomessa rakennettavan puurankarunkoisen omakotitalon rakennuksen osan koko elinkaaren (A1-A5, B4, B6, C1-C4) aikaisista laskennallisista päästöistä.

### Vähähiilisuuden todentaminen

Sisätilojen vaakarakenteessa käytettävän valmisbetonin vähähiilisyys todennetaan kyseiselle valmisbetonitehtaalle ja betonireseptille myönnettyllä BY- vähähiilisyysluokitussertifikaatilla.

Rakennuksen sisätilojen vaakarakenteessa hyödynnettävän betonielementin vähähiilisyys todennetaan vähähiilisen tuotteen ja valmistajan vastaavan vakiotuotteen ympäristöselosteilla. Täten varmennetaan tuotteen olevan nimenomaan valmistajan vähähiilinen tuote. Tämä todentamiskriteeri rajaa ulkopuolelle sellaisia valmistajia, joiden tuotteilla ei ole ympäristöselostetta tai ympäristöseloste on laadittu vain yhdelle tuotteelle, eikä täten tarjoa vähähiilisuuden vertailutasoa.

Vähähiilisyyskriteeri ei koske elementtisaumaukseen käytettäviä betoneita. Mikäli rakenneteknisestä syystä ei ole mahdollista käyttää vähähiilistä valmisbetonia tai betonielementtejä, voidaan vähähiilisyyskriteeristä poiketa.

### Kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet

Markkinoilla on saatavilla erilaisia lämmöneristetuotteita käytettäväksi erityyppisiin rakennusteknisiin ratkaisuihin. Rakennuksen eristemateriaaleilla voidaan vaikuttaa pienentävästi hankkeen hiilijalanjälkeen, niiden ollessa kyseessä olevissa rakennustyypeissä kohtalaisen suurimassainen rakennusmateriaali. Kierrätysmateriaalia sisältävän eristeen vähähiilisyys perustuu siihen, että neitseellisiä materiaaleja käytetään vähemmän tai jopa ei ollenkaan ja täten valmistusprosessin päästöt pienenevät.

Ohjaamalla eristevalintoja voidaan vaikuttaa positiivisesti rakennuksen ilmastoviisauteen. Eristettä kierrätetään käytön jälkeiseen uusiokäyttöön enenevissä määrin, mutta tässä käsitellään nimenomaan tuotteen valmistuksessa käytettävän kierrätysmateriaalin osuutta sen paremman todennettavuuden vuoksi.

Tarkasteltavana ovat rakennusten ulkoseinä-, väliseinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteet, sillä näissä rakenteissa on rakennusteknisesti mahdollista käyttää sellaisia eristetuotteita, joista

raportointihetkellä markkinoilta löytyy korkean prosentuaalisen osuuden kierrätysmateriaalia sisältäviä tuotteita.

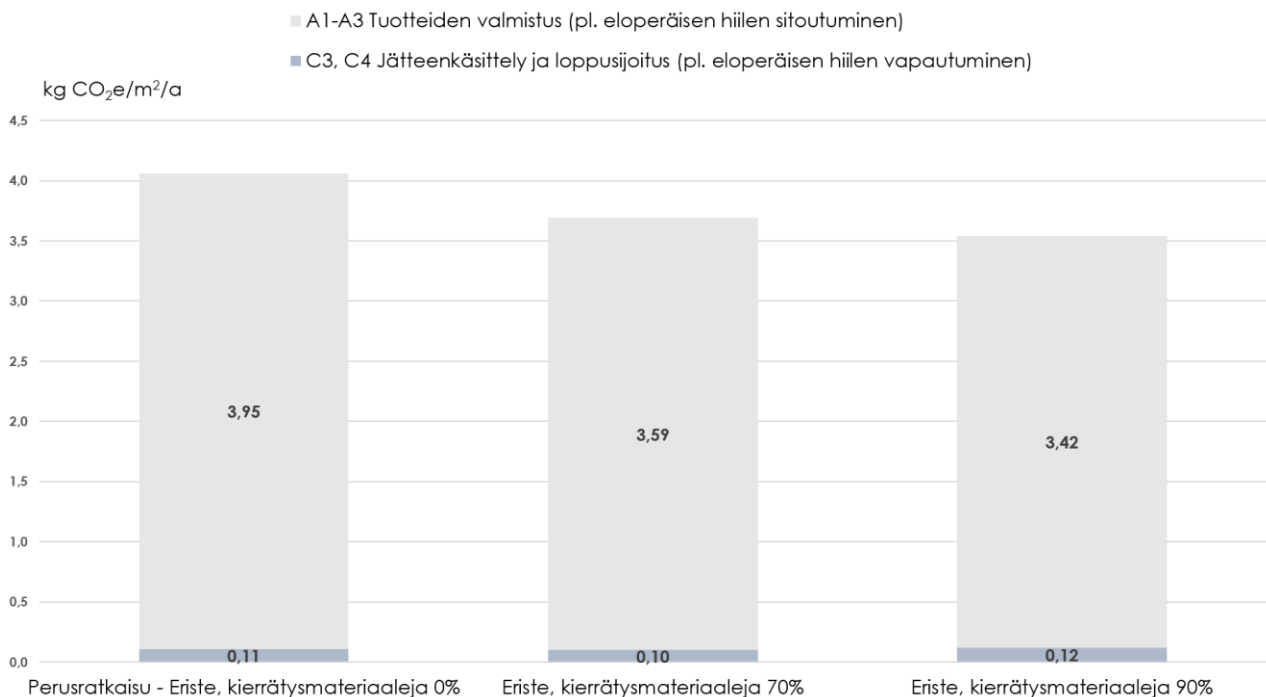
Raportointihetkellä markkinoilta löytyy erilaisia pääasiallisesti lasi-, ja selluvillaeristeitä, joissa kierrätysmateriaalin osuus nousee jopa 70-100 %:iin. Esimerkkinä mainittakoon Eko-Expertin valmistamat 100% kierrätysmateriaaleista olevat puhalluslasi- ja puhalluskivivillaeristeet sekä Isoverin 73% kierrätysmateriaaleja sisältävät lasivillaeristeet. Lisäksi puukuitueristeitä eli selluvillaa, jossa on kierrätysmateriaaleja 90-100%, valmistavat mm. Ekovilla ja Termex.

Tässä laskennallisessa tarkastelussa kierrätysmateriaalia sisältävien eristeiden päästötietoina hyödynnetään Isoverin ja Termexin tuotteiden ympäristöselosteita.

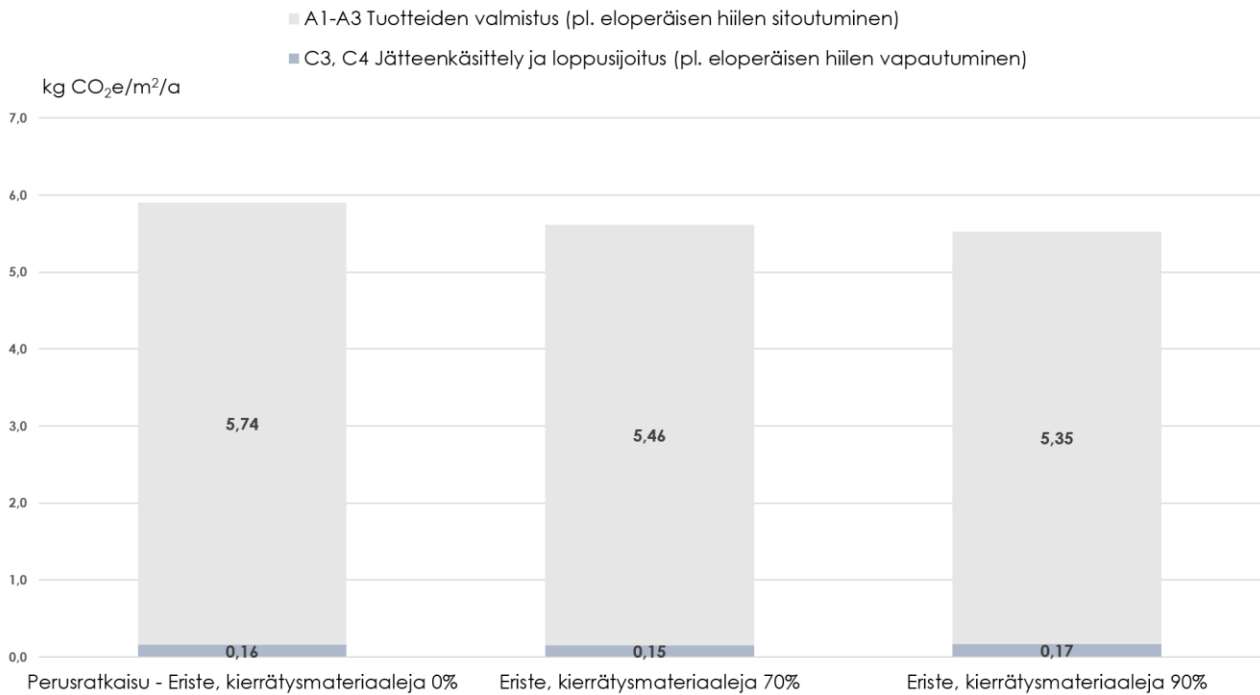
## Tulokset

Alla diagrammeista löytyvät tarkasteltavien rakennusten kierrätysmateriaaleja sisältävien eristeiden vaikutukset rakennuksen hiilijalanjälkenä materiaalisidonnaisissa moduuleissa A1-A3 ja C3-C4.

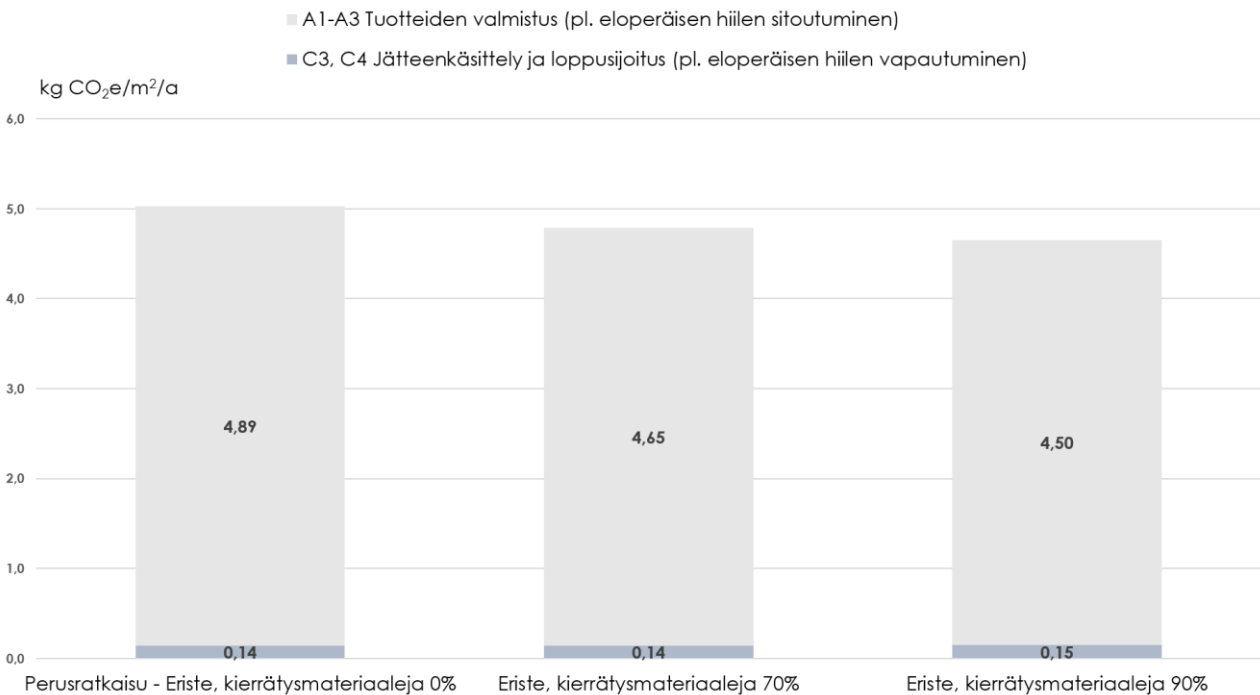
Kierrätysmateriaaleja sisältävät lämmöneristeet huomioidaan US-, VS-, VP- ja YP-rakenteissa. Perusratkaisun eristemateriaalina on tässä kansallisen päästötietokannan kivivilla päästötietoineen, joka ei sisällä lainkaan kierrätysmateriaaleja.



**Kuvaaja 10** Omakotitalo, kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet.



**Kuvaaja 11** Rivitalo, kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet.



**Kuvaaja 12** Asuinkerrostalo, kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet.

## Tulosten analysointi

Kuten käy ilmi myös vähähiilisten betonirakenteiden tarkasteluissa, materiaalin hiilijalanjälkeä pienentävä vaikuttavuus on riippuvainen vähähiilisyyden tasosta sekä tarkasteltavan rakennusmateriaalin suhteesta koko rakennuksen massaan.

Verrattaessa diagrammien rakennustyyppejä keskenään, suurin eristevalinnalla saavutettava vaikuttavuus muodostuu omakotitalolle, jossa 70 % kierrätysmateriaaleja sisältävällä eristeellä hiilijalanjälki on n. 9 % perusratkaisua pienempi ja 90 % kierrätysmateriaaleja sisältävällä eristeellä puolestaan n. 13 %. Tämä perustuu siihen, että rakennuksen massassa on suhteessa eniten tarkasteltavia eristeitä muihin rakennustyyppeihin verrattuna.

Rivitalossa ja asuinkerrostalossa päästövähennyksiä muodostuu n. 5-8 % perusratkaisuun nähden eristetarkastelusta riippuen. Näissä rakennuksissa on enemmän betonirakenteita, jolloin eristemassan osuus rakennuksesta on pienempi.

On hyvä huomata, että tässä tarkastelussa rakennukset ovat pääasiallisesti puurankarunkoisia, jonka seurauksena pysty- ja vaakarakenteissa on kohtalaisen paljon eristemateriaaleja. Eristemateriaalin valinnan vaikuttavuus pienenee jonkin verran, mikäli rakennuksen ulkoseinät ovat yksiaineisia tai vaakarakenteissa hyödynnetään muunlaisia kantavia rakenteita. Tällöin kuitenkin niissä rakennusosissa, jossa eristeitä käytetään, on mahdollista toteuttaa ilmastoviisas valinta.

## Kierrätysmateriaalin osuuden todentaminen

US-, VS-, VP- ja YP- rakenteissa käytettävien eristeiden kierrätysmateriaalien osuus todennetaan tuotteen ympäristöselosteella (EPD) tai muulla tiedon todentavalla tuoteselosteella. Kierrätysmateriaaliosuuden kriteeri ei sisällä tuotteiden pakkauksia. Eristeen kierrätysmateriaalin kriteeri ei koske mahdollisia välipohjien askeläänieristystä.

## Liite 1 – TARKISTUSLISTA, E-LUKU

Rakennukselle määritellään laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku, kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup>) voimassa olevan lainsäädännön laskentaperusteiden mukaisesti. Rakennushankkeen tontille myönnetään tontinalennus, kun käyttötarkoitukseluokkakohtainen kriteeri täyttyy.

$A_{\text{netto}}$  = rakennuksen lämmitetty nettoala energiatodistuksesta.

### E-luvun raja-arvot

#### Käyttötarkoitukseluokka 1a-c (Pienet asuinrakennukset):

E-luku vähintään 35 % pienempi kuin käyttötarkoitukseluokan E-luvun raja-arvo.

Kun  $50 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} < 150 \text{ m}^2$ , E-luvun raja-arvo on  $200 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$ .

Kun  $150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} < 600 \text{ m}^2$ , E-luvun raja-arvo on  $116 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$ .

Kun  $A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$ , E-luvun raja-arvo on 92.

#### Käyttötarkoitukseluokka 1d (Rivitalo tai asuinkerrostalo, jossa asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa):

E-luku  $\leq 77$ .

#### Käyttötarkoitukseluokka 2 (Asuinkerrostalo, jossa asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa):

E-luku  $\leq 74$ .

## Liite 2 – TARKISTUSLISTA, KESÄAJAN HUONELÄMPÖTILOJEN HALLINTA

Rakennukselle tehdään kesäajan huonelämpötilasimuloinnit dynaamisella simulointiohjelmalla tulevaisuuden ilmastossa (Vantaa\_TRY2020\_RCP45\_2050) voimassa olevan energiatehokkuusasetuksen laskentaperusteiden ja ohjeistuksen mukaisesti.

Rakennushankkeen tontille myönnetään tontinalennus, kun rakennusten laskennalliset kesäajan huonelämpötilat eivät ylitä jäähdytysrajaa enemmän, kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. päivän välillä. Kesäajan huonelämpötilaa koskevaa vaatimusta sovelletaan myös käyttötarkoituksiluokkaan 1a-d (omakotitalot ja rivitalot).

Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuus osoitetaan rakennuksen tilatyypin tai peruskerrosten simulointiraportilla. Laskennassa on käytettävä ilmanvaihdon tietoja lukuun ottamatta E-luvun laskennan mukaisia lähtötietoja ja lämpökuormia.

### Jäähdytysrajan ylittävien astetuntien raja-arvot

#### Käyttötarkoitukseluokka 1a-c (Pienet asuinrakennukset):

Jäähdytysrajan 27 °C ylittävien astetuntien summa tulevaisuuden ilmastossa kesäaikana  $\leq 150$  °Ch

#### Käyttötarkoitukseluokka 1d (Rivitalo tai asuinkeuhkotalo, jossa asuinkeuhkoja enintään kahdessa keuhkossa):

Jäähdytysrajan 27 °C ylittävien astetuntien summa tulevaisuuden ilmastossa kesäaikana  $\leq 150$  °Ch

#### Käyttötarkoitukseluokka 2 (Asuinkeuhkotalo, jossa asuinkeuhkoja vähintään kolmessa keuhkossa):

Jäähdytysrajan 27 °C ylittävien astetuntien summa tulevaisuuden ilmastossa kesäaikana  $\leq 150$  °Ch



## Liite 3 – TARKISTUSLISTA, ILMASTOVIISAAT MATERIAALIT

Rakennushankkeen tontille myönnetään tontinalennus, kun seuraavat kriteerit täyttyvät.

### Vähähiilisyysarviointi

Hankkeelle laadittu vähähiilisyysarviointi ympäristöministeriön arviointimenetelmällä.

### Vähähiilinen valmisbetoni / Vähähiiliset betonielementit

Valmisbetonilla tarkoitetaan tässä työmaalla paikallavalurakenteena toteutettavan valun betonia. Betonielementillä tarkoitetaan tässä valmisosatuotannolla valmistettua betonirakennetta (sis. keveistä kiviaineksista valmistetut rakenteet). Vähähiilisyyden kriteeri ei koske betonielementtien saumaukseen käytettäviä betoneja. Vähähiilisyyskriteeristä voidaan poiketa, mikäli rakenneteknisestä syystä vähähiilisiä betonielementtejä tai valmisbetonia ei ole mahdollista käyttää.

#### Alapohja (vähintään yksi, 1):

- 1) Alapohjassa käytetty vähähiilistä valmisbetonia.   
Valmisbetonilla BY- vähähiilisyysertifikaatti päästöluokassa GWP.55.
- 2) Alapohjassa käytetty vähähiilistä elementtiä.   
Betonielementillä sekä valmistajan vähähiilisen, että vakiotuotteen ympäristöseloste (EPD).
- 3) Alapohjassa ei betonirakenteita.

#### Välipohja (vähintään yksi, 1):

- 1) Välipohjassa käytetty vähähiilistä valmisbetonia.   
Valmisbetonilla BY- vähähiilisyysertifikaatti päästöluokassa GWP.55.
- 2) Välipohjassa käytetty vähähiilistä elementtiä.   
Betonielementillä sekä valmistajan vähähiilisen, että vakiotuotteen ympäristöseloste (EPD).
- 3) Välipohjassa ei betonirakenteita. / Rakennuksessa ei välipohjaa.

#### Yläpohja (vähintään yksi, 1):

- 1) Yläpohjassa käytetty vähähiilistä valmisbetonia.   
Valmisbetonilla BY- vähähiilisyysertifikaatti päästöluokassa GWP.55.
- 2) Yläpohjassa käytetty vähähiilistä elementtiä.   
Betonielementillä sekä valmistajan vähähiilisen, että vakiotuotteen ympäristöseloste (EPD).
- 3) Yläpohjassa ei betonirakenteita.

## Kierrätysmateriaalia sisältävät eristeet

Eristeellä tarkoitetaan tässä lämmöneristämiseen tarkoitettuja rakennusmateriaaleja.  
Kierrätysmateriaaliosuuden kriteeri ei sisällä tuotteiden pakkauksia eikä koske askeläänieristeitä.

### Ulkoseinät (vähintään yksi, 1):

- 1) Ulkoseinissä käytetty eristemateriaalia, jonka kierrätysmateriaalin osuus vähintään 70 %. Eristeellä ympäristöseloste (EPD), tuoteseloste tai vastaava.
- 2) Ulkoseinät eivät sisällä eristemateriaaleja (ulkoseinä yksiaineinen).

### Väliseinät (vähintään yksi, 1):

- 1) Väliseinissä käytetty eristemateriaalia, jonka kierrätysmateriaalin osuus vähintään 70 %. Eristeellä ympäristöseloste (EPD), tuoteseloste tai vastaava.
- 2) Väliseinät eivät sisällä eristemateriaaleja.

### Välipohja (vähintään yksi, 1):

- 1) Välipohjassa käytetty eristemateriaalia, jonka kierrätysmateriaalin osuus vähintään 70 %. Eristeellä ympäristöseloste (EPD), tuoteseloste tai vastaava.
- 2) Välipohja ei sisällä eristemateriaaleja. / Rakennuksessa ei välipohjaa.

### Yläpohja (vähintään yksi, 1):

- 1) Yläpohjassa käytetty eristemateriaalia, jonka kierrätysmateriaalin osuus vähintään 70 %. Eristeellä ympäristöseloste (EPD), tuoteseloste tai vastaava.
- 2) Yläpohja ei sisällä eristemateriaaleja.

## Liite 4 – VÄHÄHIILISYYDEN ARVIOINTIOHJE

Uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Tällöin rakennus tulee suunnitella vähähiiliseksi ja lain asetuksenantovaltuuksien perusteella annetaan asetukset rakennuksen ilmastaselvityksestä. Lisäksi mm. rivitalojen ja asuinkerrostalojen hiilijalanjäljelle tullaan asettamaan raja-arvot.

Oletuksena on, että pääasiallinen osa Lempäälän asuntomessualueen rakennuksista saavat rakennusluvan ennen uuden rakentamislain ja siihen liittyvien asetusten voimaantuloa. Täten tontinalennusperusteena laadittavaa vähähiilisyysarviointia säädösohjaus ei vielä koske. Hiilijalanjäljelle ja hiilikädenjäljelle ei ole tällöin raja-arvoa. Mikäli rakennushankkeelle myönnetään rakennuslupa lainsäädännön voimaantulon jälkeen, laaditaan rakennusluvan ehtona oleva ilmastaselvitys voimassa olevien asetusten perusteella.

Vähähiilisyysarvioinnin arviointiohjeella pyritään helpottamaan ja yhtenäistämään tontinalennusperusteeksi laadittavaa tarkastelua, kun rakennusta ei koske ympäristöministeriön ilmastaselvityksen asetukset. Ohjeen on tarkoitus tarjota selkeitä laskentaperusteita ja poistaa mahdollisia menetelmäohjeiden tulkinnanvaraisuuksia. Arviointiohje on koostettu elokuussa 2023.

Tontinalennusperusteeksi toteutettava vähähiilisyysarviointi laaditaan rakennuksen käyttöönoton yhteydessä.

### Arviointimenetelmä

Vähähiilisyysarvioinnin menetelmäohje perustuu pääasiallisesti ympäristöministeriön ilmastaselvityksen asetuseräluonnoksessa (30.9.2022) esitettyyn arviointimenetelmään.

Vähähiilisyysarvioinnissa tarkastelussa ovat rakennushankkeen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. Arviointijakson pituus on 50 vuotta.

Rakennushankkeen vähähiilisyysarviointi jaetaan erikseen rakennuspaikalle ja rakennukselle. Rakennus käsittää rakennuksen maanpäällisten ja mahdollisten maanalaisten rakenteiden sekä elinkaaren toimintojen vaiheet päästöineen. Rakennuspaikka puolestaan sisältää perustusten, erillisten katosten tai varastojen ja piha-alueen rakenteet sekä elinkaaren toimintojen vaiheet päästöineen.

Hiilijalanjäljen arviointi suoritetaan rakennuksen koko elinkaarelle sisältäen moduulit ennen rakennuksen käyttöä (A1-A3, A4, A5), käytön aikana (B4, B6) ja käytön jälkeen (C1-C4). Hiilijalanjälki kuvaa rakennushankkeen aiheuttamia negatiivisia ilmastovaikutuksia eli kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheuttavat ilmaston lämpenemistä.

A1-A3	Tuotteiden valmistus	B4	Tuotteiden vaihto	C1	Purkutyömaan toiminnot
A4	Kuljetukset työmaalle	B6	Energian käyttö	C2	Kuljetukset jatkokäsittelyyn
A5	Työmaatoiminnot			C3	Jätteenkäsittely
				C4	Loppusijoitus

**Kuva 1** Hiilijalanjäljen moduulit.

Hiilikädenjälki kuvaa puolestaan rakennushankkeen aiheuttamia potentiaalisia ilmastohyötyjä, joita ei syntyisi ilman hanketta. Hiilikädenjälkeä kuvataan negatiivisella etumerkillä. Hiilikädenjäljen arviointi suoritetaan moduuleille D1-D5, jotka kuvaavat potentiaalisia ilmastohyötyjä elinkaaren ulkopuolella.

D1	Uudelleenkäyttö ja kierrätys	D3	Ylimääräinen uusiutuva energia
D2	Hyödyntäminen energiana	D4	Hiilivarastovaikutus
		D5	Karbonatisoituminen

**Kuva 2** Hiilikädenjäljen moduulit.

Arviointimenetelmässä (YM 30.9.2022) kuvattu hiilikädenjäljen moduuli istutettu puusto D6 on rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle arviointiperusteiden puuttumisen vuoksi.

## Tulokset

Arvioinnin tulokset ilmoitetaan erikseen kullekin rakennuspaikan ja rakennuksen arvioitavalle moduulille yksikössä  $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$  ( $\text{m}^2$  = rakennuksen lämmitetty nettoala,  $a$  = arviointijakson pituus). Lisäksi hiilijalanjäljen tulos ilmoitetaan koko elinkaarelle moduulien summana yksikössä  $\text{kg CO}_2\text{e}$ .

Lämmitetty nettoala saadaan rakennukselle laaditusta energiatodistuksesta. Lämmitetyn nettoalan määritelmä on esitetty ympäristöministeriön uudisrakennuksen energiatehokkuutta koskevassa asetuksessa 1010/2017.

Vähähiilisyyslaskelmasta laaditaan raportti, joka sisältää vähintään alla mainitut tiedot koskien rakennusta ja arviointia.

Vähähiilisyysarvioinnin tulokset	Arviointijakson pituus
Nimi ja osoite	Rakennuksen suunniteltu käyttäjämäärä
Pysyvä rakennustunnus	Arvioinnissa hyödynnetyt laskentaohjelmistot
Lämmitetty nettoala	Arvioinnin päiväys
Tavoitteellinen käyttöikä	Selvityksen laatijan nimi ja koulutus
Laskennallinen ostoenergiankulutus	
Kantavien rakenteiden pääasiallinen rakennusmateriaali	

**Kuva 3** Vähähiilisyysarvioinnin raportin vähimmäisisältö.

## Arvioinnin rajaukset

Asuinrakennukseen rakenteellisesti yhteydessä olevat autohallit tai muut lämmitetyt moottoriajoneuvosuojat rajataan asuinrakennuksen tarkastelun ulkopuolelle. Mikäli autohallin nettoala on > 50 m<sup>2</sup>, laaditaan sille erillinen hiilijalanjäljen arviointi tämän menetelmäohjeen mukaisesti.

Asuinrakennuksen rakenteellisesti yhteydessä olevat rakenteet, kuten katokset tai lämmittämättömät asumista palvelevat varastot arvioidaan osana rakennuksen hiilijalanjälkeä, mutta kyseistä nettoalaa ei huomioida rakennuksen hiilijalanjäljen tuloksen jakajana käytettävässä nettoalassa.

## Arvioitavat rakennusosat

Rakennuksen hiilijalanjäljen arvioimiseksi on selvitettävä rakennusmateriaalien määrä- ja ominaisuustiedot. Nämä tiedot saadaan kerättyä esimerkiksi rakennuksen tietomallista, muusta suunnitteluaineistosta ja/tai laaditusta määräluettelosta.

Alla kuvissa on esitetty osana vähähiilisyysarviointia huomioitavat rakennusosat, jaettuna rakennuksen ja rakennuspaikan systeemirajauksen mukaisesti.

1.2.2	Alapohjat	1.2.5	Ulkotasot	1.3.3.1	Vakiokiintokalusteet
1.2.3	Runko	1.2.6	Vesikatot	1.3.3.4	Vakiolaitteet
1.2.4.1	Ulkoseinät	1.3.1	Tilan jako-osat	1.3.4.2	Tulisijat ja savuhormit
1.2.4.2	Ikkunat	1.3.2	Tilapinnat	1.3.5	Tilaelementit
1.2.4.3	Ulko-ovet			2	Talotekniikka

**Kuva 4** Huomioitavat rakennusosat (Talo2000- hankenimikkeistö), rakennus.

1.1.1.4 Täyttöosat	1.1.2 Tuennat ja vahvistukset
1.1.1.5 Penkereet	1.1.3 Päällysteet
1.1.1.6 Kuivatusosat	1.1.5 Alueen rakenteet
	1.2.1 Perustukset

*Kuva 5 Huomioitavat rakennusosat (Talo2000- hankenimikkeistö), rakennuspaikka.*

Arvioinnissa ei huomioida erillisiä tuotteisiin kuulumattomia ruuveja, nauvoja, tiivisteitä, saumauksia tai muita tämänkaltaisia materiaaleja. Lisäksi arviointi ei sisällä kasvillisuutta, alueen aitoja tai tukimuureja, tilaosien kaiteita, tilaopasteita, siirrettäviä tila-, jako- ja siirtoseiniä, julkisivu- ja vesikattovarusteita, savunpoistorakenteita, tietoteknisiä ja taloautomaatiojärjestelmiä, väliaikaisia telineitä ja suojauksia sekä tuotteiden pakkauksia.

## Päästötiedot

Arviointimenetelmän mukaisesti päästötiedot nojautuvat pääasiallisesti kansalliseen rakentamisen päästötietokantaan, joka löytyy osoitteesta [www.co2data.fi/rakentaminen](http://www.co2data.fi/rakentaminen). Rakennushankkeessa käytettävän tuotteen ympäristöselostetta voidaan hyödyntää, mikäli seloste on voimassa ja laadittu standardin EN 15804 + A2 mukaisesti.

Alla on kirjattuna hiilijalanjäljen arvioinnissa käytettävät päästötiedot kullekin elinkaaren vaiheelle.

**A1 – A3:** Kansallinen päästötietokanta (konservatiivinen arvo) tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste, kestävästi hoidetusta metsästä peräisin olevan puumateriaalin biogeenisen hiilen sitoutuminen huomioituna.

Rakennusmateriaaleista muodostetun määräluettelon nettomenekkien lisäksi materiaalivalmistuksessa huomioidaan rakennustyömaalla syntyvä hukka kullekin rakennusmateriaalille kansallisen päästötietokannan hukkakertoimen perusteella.

**A4:** Kansallisen päästötietokannan neliöperusteinen taulukkoarvo tai arviointi hankekohtaisin tiedoin arviointimenetelmän mukaisesti.

**A5:** Kansallisen päästötietokannan neliöperusteinen taulukkoarvo asuinrakennukselle tai arviointi hankekohtaisin tiedoin arviointimenetelmän mukaisesti.

**B4:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

**B6:** Laskennallinen ostoenergiankulutus energiatodistuksesta. Energiamuotojen päästöskenaariot kansallisesta päästötietokannasta. Energiankulutus lasketaan alkavaksi rakennuksen käyttöönottovuodesta.

**C1:** Kansallisen päästötietokannan neliöperusteinen taulukkoarvo asuinrakennukselle tai arviointi hankekohtaisin tiedoin arviointimenetelmän mukaisesti.

**C2:** Kansallisen päästötietokannan neliöperusteinen taulukkoarvo tai arviointi hankekohtaisin tiedoin arviointimenetelmän mukaisesti.

**C3:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste, puumateriaalin biogeenisen hiilen vapautuminen huomioituna.

**C4:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

**+ talotekniikka:** Kansallisen päästötietokannan taulukkoarvo asuinkerrostalolle (A1-A3, B4).

Mikäli arvioinnin kohteena on puurakenteinen asuinkerrostalo, lisätään pääasiallisen taulukkoarvon lisäksi kansallisen päästötietokannan taulukkoarvo sprinklerjärjestelmälle (A1-A3, B4). Lisäksi asuinkerrostalolle käytetään päästötietokannan jäähdytyksen taulukkoarvoa (A1-A3, B4), mikäli rakennukseen asennetaan jäähdytysjärjestelmä.

Taulukkoarvojen lisäksi talotekniikassa huomioidaan mahdolliset erilliset taulukkoarvoon kuulumattomat komponentit kansallisen päästötietokannan materiaalitiedoilla. Tällaisia erillisiä komponentteja ovat mm. hissit, liukuportaat, aurinkopaneelit, aurinkolämpökeräimet ja lämpöpumput.

Alla on kirjattuna hiilikädenjäljen arvioinnissa käytettävät tiedot kullekin arvioitavalle osatekijälle.

**D1:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

**D2:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

**D3:** Ylijäävän uusiutuvan energian määrä energiasuunnittelijalta. Energian päästöskenaariot kansallisesta päästötietokannasta. Ylijäävän uusiutuvan energian hyödyt lasketaan alkavaksi rakennuksen käyttöönottovuodesta. Uusiutuvan energian laitteiston elinkaaren hiilijalanjälki huomioidaan osana rakennuksen arviointia.

**D4:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

**D5:** Kansallinen päästötietokanta tai käytettävän rakennustuotteen ympäristöseloste.

## Arvioinnin erityispiirteitä

### Uudelleenkäytettävät rakennustuotteet

Hyödynnettäessä tarkasteltavassa rakennuksessa uudelleenkäytettäviä rakennusmateriaaleja, rakennusosia tai tilaelementtejä, ovat näiden materiaalivalmistuksen A1-A3 aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt  $0 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$ . Päästöjä ei arvioida aiheutuvan myös uudelleenkäytön valmistelusta, joka tarkoittaa tuotteen tarkistamista, puhdistamista tai korjaamista alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa ilman muuta käsittelyä. Uudelleenkäytettäviä rakennusmateriaaleja ovat myös toiselta työmaalta ylijääneet tuotteet, jotka hyödynnetään tarkasteltavassa hankkeessa.

Mikäli uudelleenkäytetty materiaali arvioidaan vaihdettavaksi rakennuksen arviointijakson aikana, oletetaan se korvattavan täysin uudella vastaavalla tuotteella. Uudelleenkäytettävät materiaalit ja rakennusosat arvioidaan osana hankkeen jätteenkäsittelyn C3 ja loppusijoituksen C4 hiilijalanjälkeä.

### **Kestävästi hoidetusta metsästä peräisin oleva puumateriaali**

Mikäli rakennuksessa käytettävä puumateriaali korjataan esim. sademetsästä tai vanhasta aarniometsästä, puun hakkuulla on pysyvästi negatiivisia vaikutuksia ekosysteemin hiilinieluihin eikä ole täten kestävästi hoidetusta metsästä. Puumateriaalin voidaan katsoa olevan kestävästi hoidetusta metsästä, mikäli sille on myönnetty esim. FSC-metsäsertifikaatti tai korjuu on toteutettu suomalaisesta talousmetsästä, jossa metsä istutetaan uudelleen hakkuiden jälkeen.

### Arvioinnin luotettavuus

Rakennuksen vähähiilisyys on arvio, joka perustuu parhaaseen arviointihetkellä saatavilla olevaan tietoon. Tulosten muodostumiseen vaikuttavat mm. lähtötietojen taso, käytetyt päästötiedot, huomioitavat elinkaaren vaiheet ja rakennusosat sekä arviointijakson pituus.

Jotta voidaan saavuttaa luotettava arvio hankkeen vähähiilisyydestä, vaaditaan arvioinnin laatijalta lähtö- ja päästötietojen analysointia sekä niiden tarkoituksenmukaista hyödyntämistä. Lisäksi arvioinnissa muodostuneita tuloksia on kyettävä tarkastelemaan mahdollisten poikkeavuuksien havaitsemiseksi ja/tai perustelemiseksi. Tämä kokonaisuudessaan edellyttää vähähiilisyysarvioinnin asiantuntijuutta.

Myös arvioinnissa käytettävä laskentaohjelmisto vaikuttaa luonnollisesti jonkin verran tulosten muodostumiseen. Tästä syystä onkin tärkeää varmistaa, että hyödynnettävä työkalu tai laskentaohjelmisto täyttää laadullisesti arviointimenetelmän kriteerit.

On syytä huomata, että kiinteistö- ja rakennusalan yhteiset arviointiperusteet sekä ymmärrys vähähiilisyydestä tulevat kehittymään lähitulevaisuudessa vauhdikkaasti säädösohjauksen lähestyessä ja siihen siirryttäessä. Rakennusten ilmastovaikutusten arviointi kehittyy jatkuvasti ja täten tulokset hieman muovautuvat päästötietojen kehittyessä.