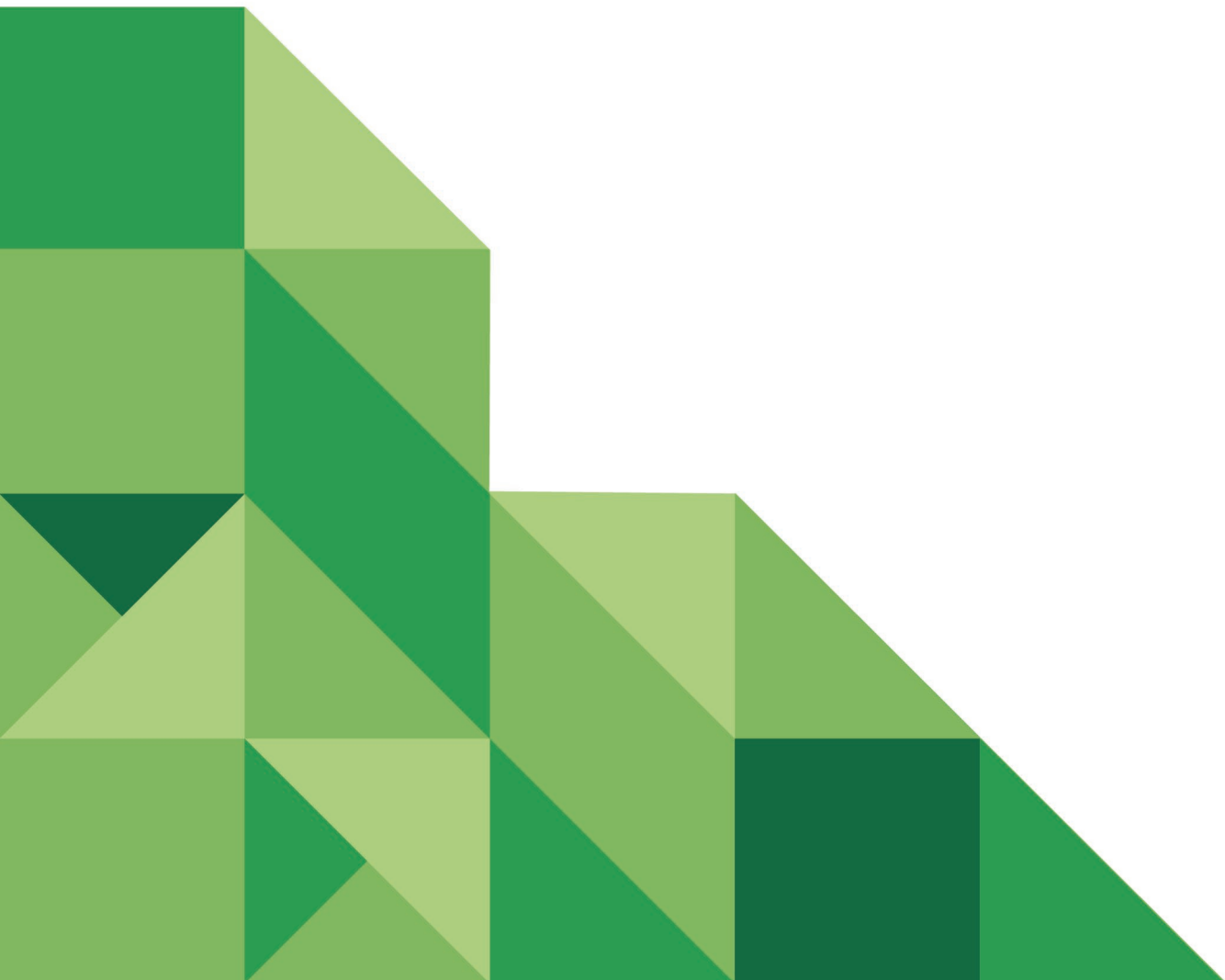


Juuso Kokkonen & Joel Polojärvi

Myymälärakennuksen ympäristövaikutukset

Elinkaaren ympäristövaikutusten
(LCA) arviointiraportti



Julkaisusarja

Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 107

Tekijät

Juuso Kokkonen, Karelia-ammattikorkeakoulu
Joel Polojärvi, Karelia-ammattikorkeakoulu

© Tekijät ja Karelia-ammattikorkeakoulu



Tämä julkaisu on lisensoitu Creative Commons Nimeä-EiMuutoksia 2.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

ISBN 978-952-275-385-4

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2023



**BUSINESS
JOENSUU**



**Vipuvoimaa
EU:lta
2014-2020**

Sisällys

| | |
|---|-----------|
| 1 Tutkimuksen tarkoitus ja rakennuksen tiedot | 5 |
| 1.1. Arvioinnin perustiedot | 5 |
| 1.2 Arvioitu rakennus, yleistiedot..... | 6 |
| 1.3 Arvioidun rakennuksen energiankulutus..... | 7 |
| 2 LCA-arvioinnin tavoite ja järjestelmän rajausta..... | 8 |
| 3 Arvioidut vaikutuskategoriat..... | 10 |
| 4 Arvioinnin laajuus..... | 11 |
| 4.1 Sisältyvät rakennusosat | 11 |
| 4.2 Ympäristötietolähteet..... | 12 |
| 4.3 Projektin tietolähteet ja oletukset..... | 13 |
| 4.4 Kohteen kuvaus | 15 |
| 4.5 Tietojen luotettavuuden arviointi ja oletukset laskennassa..... | 16 |
| 5 Energia-analyysit..... | 18 |
| 6 Versiot ja niiden tulokset..... | 20 |
| 6.1 Versio 1..... | 21 |
| 6.2 Versio 2..... | 22 |
| 6.3 Versio 3..... | 23 |
| 6.4 Versio 4..... | 24 |
| 6.5 Versio 5 | 28 |
| 6.6 Versio 6 | 29 |
| 6.7 Energia-analyysien vertailu | 30 |
| 7 Elinkaariarvioinnin tulokset | 33 |
| 7.1 Hiilikädenjälki | 35 |
| 7.2 Kriittinen tarkastelu ja parannusehdotukset | 36 |

Lähteet 38

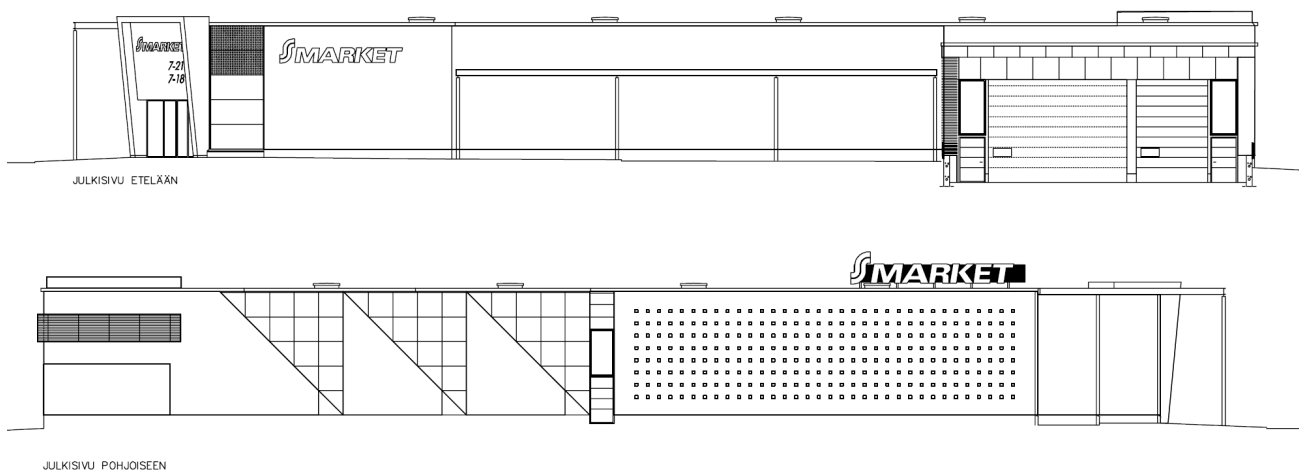
Liitteet 39

Liite 1. Keskimääräiset raudoitusmäärät

Liite 2. Käytetyt tietolähteet

1 Tutkimuksen tarkoitus ja rakennuksen tiedot

1.1. Arvioinnin perustiedot



Kuva: Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky

Kohteen nimi: Myymälärakennus, S-Market Rantakylä

Osoite: Pataluodonkatu 1, 80160 Joensuu

Arvioija ja arvioijan koulutus: Juuso Kokkonen, Insinööri (AMK) ja Joel Polojärvi, Insinööri (AMK)

Työn tilaaja: Rakentamisen vihreä siirtymä -hanke

Päiväys: 20.01.2023

Versionumero: 1.0

| | |
|------------------------------|--|
| Tutkimuksen tarkoitus | Elinkaari-arvioinnin tavoitteena oli laskea rakennuksen ympäristövaikutukset koko elinkaarelle. Kohde on alun perin valmistunut jo vuonna 2009, jolloin energiatehokkuusvaatimukset ovat olleet vähäisemmät kuin tällä hetkellä. Arvioinnista tehtiin useampi vertailulaskelma energiatehokkuuden parannuksilla, puurungolla ja vähähiilisillä rakennusmateriaaleilla. |
| Hankkeen tyyppi | Uudisrakennus |

| | |
|---|---|
| Arviointimenetelmä | Ympäristöministeriön vähähiilisyiden arviointimenetelmä (2021) |
| Kieli | Suomi |
| Tutkimuksen lähtötiedot (tyyppi) | Lähtötietoina kohteen suunnitteludokumentit: 2D-dokumentit, asiakirjat sekä kohteesta paikan päällä tehdyt havainnot. |
| Tiedot varmennettu jälki-seurannalla | Ei |
| Rakennuksen elinkaari | Keskeneräinen |

1.2 Arvioitu rakennus, yleistiedot

Rakennuskohteen suunnittelijoiden tiedot:

Arkkitehtisuunnittelu: Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky

Rakennesuunnittelu: Insinööritoimisto Kantelinen Oy

Perustiedot:

| | |
|---|--|
| Rakennustyyppi | Myymälärakennus |
| Rakennus- tai peruskorjausvuosi | 2008-2009 |
| Pinta-ala (lämmin) | 1991 kem ² |
| Päärakennusmateriaali | Teräsbetoni |
| Ilmastovyöhyke | <i>Finland zone 5</i> |
| Rakennuksen toiminnot ja palvelut | Vähittäiskauppapalvelut |
| Rakennuksen käyttömäärät | N/A |
| Bruttoala b-m ² /h-m ² | 1920 brm ² |
| Kerroslukumäärä ja kuvaus | 1-kerroksinen myymälärakennus |
| Lämmitys/jäähdytysjärjestelmä | Kaukolämpö |
| Energiatehokkuusluokka (E-luku) | Perustapaus 285 kWh/m ² /vuosi (2009) |
| Muut relevantit käyttäjän asettamat tai asetetut rakennusmääräykset | N/A |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| LCC-laskenta-aika | N/A |
| LCA- laskenta-aika | 50 vuotta, YM menetelmän mukaisesti |
| Rakennuksen suunniteltu käyttöikä | 50 vuotta |

1.3 Arvioidun rakennuksen energiankulutus

| | |
|--|---|
| Vakioidulla käytöllä oleva ostoenergia, sähkö (käytetty laskennassa) | Perustapaus 274787 kWh (2009 energiato- distus), muut skenaariot kts. alla |
| Vakioidulla käytöllä oleva ostoenergia, kau- kolämpö (käytetty laskennassa) | Perustapaus 271185 kWh (2009 energiato- distus), muut skenaariot kts. alla |

2 LCA-arvioinnin tavoite ja järjestelmän raja

Arvioinnissa seuraavat elinkaaren vaiheet huomioitiin EN 15804:2012 mukaisesti. Merkattu (x):

| Tuotevaihe | | | Rakentaminen | | Käyttövaihe | | | | | | | Elinkaaren loppu | | | | Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat | | |
|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------|---------|--------------|----------------------|-----------------|--------------|------------------|-------------|------------------------|-------------------------|--|-------------|-----------|
| Raaka-aineen han- | Kuljetus valmistuk- | Tuotteen valmistus | Kuljetus työmaalle | Työmaatoiminnot | Tuotteen käyttö raken- | Kunnossapito | Korjaus | Osien vaihto | Laajamittaiset korj. | Energian käyttö | Veden käyttö | Purkaminen | Kuljetukset | Purkujätteen käsittely | Purkujäte loppusijoitus | Uudelleenkäyttö | Talteenotto | Kierrätys |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | D | D |
| x | | | x | x | | | x | x | | x | | | | x | | | | x |

Taulukko 1. Arvioidut kohdat

Kuvaus elinkaarivaiheista ja analyysin laajuudesta alla:

| | |
|--------------------------------------|---|
| A1-A3 Rakennusmateriaalit | <p>Raaka-ainehuolto (A1) sisältää päästöt, jotka syntyvät, kun raaka-aineet otetaan luonnosta, kuljetetaan teollisuusyksiköihin jalostettavaksi ja jalostetaan. Raaka-aine- ja energiahäviöt otetaan myös huomioon.</p> <p>Kuljetusvaikutuksiin (A2) sisältyvät pakokaasupäästöt, jotka johtuvat kaikkien raaka-aineiden kuljettamisesta toimittajilta valmistajan tuotantolaitokselle, sekä polttoaineiden tuotannon vaikutukset.</p> <p>Tuotantovaikutukset (A3) kattavat koneiden käyttämien tuotantomateriaalien ja polttoaineiden valmistuksen, samoin kuin tuotantoprosesseissa syntyvän jätteen käsittelyn valmistajan tuotantolaitoksissa jätteen loppuun asti.</p> |
| A4 Kuljetus työmaalle | A4 sisältää pakokaasupäästöt, jotka johtuvat rakennusalan tuotteiden kuljetuksesta valmistajan tuotantolaitokselta rakennuspaikalle, sekä käytetyn polttoaineen tuotannon ympäristövaikutukset. |

| | |
|--|--|
| A5 Rakennus- ja asennuspro- sessi | A5 kattaa pakokaasupäästöt, jotka aiheutuvat energian käytöstä työmaalla, polttoaineen, energian ja veden tuotantoprosessien ympäristövaikutukset sekä jätteiden käsittely jätteen loppuun asti. |
| B1-B5 Huolto- ja materiaalien vaihto | Kunnossapidon ja materiaalien vaihtamisen ympäristövaikutukset (B1-B5) sisältävät ympäristövaikutukset, jotka aiheutuvat rakennustuotteiden vaihtamisesta niiden käyttöiän päättyessä. Päästöt kattavat raaka-ainetoimittuksista, kuljetuksesta ja korvaavan uuden materiaalin tuotannosta aiheutuvat vaikutukset sekä korvaavan materiaalin valmistuksen ja jätteiden käsittelyn vaikutukset jätteen loppuun asti. |
| B6 Energian käyttö | Harkittuihin käyttövaiheen energiankulutuksen (B6) vaikutuksiin sisältyvät pakokaasupäästöt kaikesta rakennustason energiantuotannosta sekä polttoaineen ja ulkoisesti tuotetun energian tuotantoprosessien ympäristövaikutukset. Myös energiansiirtotappiot otetaan huomioon |
| B7 Veden käyttö | Harkittuihin käyttövaiheen vedenkulutuksen (B7) vaikutuksiin sisältyvät makean veden tuotantoprosessien ympäristövaikutukset ja jäteveden käsitellyn vaikutukset. |
| C1-C4 Purkaminen | Purkamisen vaikutuksiin sisältyy kierrätettävien rakennusjätevirtojen prosessoinnin vaikutukset kierrätykseen (C3) jätteen loppupäähän saakka tai esikäsittelyn ja kaatopaikalle sijoittamisen vaikutukset jätevirtoihin, joita ei voida kierrättää (C4), materiaalityypin perusteella. Lisäksi dekonstruktiovaikutuksiin sisältyvät jätteiden energian talteenotosta aiheutuvat päästöt. |
| D Ulkoiset vai- kutukset / käyttöiän lo- pun edut | Ulkoisiin etuihin sisältyy kierrätettävän rakennusjätteen kierrätyksestä aiheutuvat päästöedut. Uudelleenkäytettyjen tai kierrätettyjen materiaalityyppien etuihin sisältyy neitsytpohjaisen materiaalin korvaamisen kierrätetyllä materiaalilla myönteinen vaikutus ja hyötyä materiaaleille, jotka voidaan ottaa talteen energian avulla, katettava positiiviset vaikutukset muiden energiavirtojen korvaamisessa energiantuotannon keskimääräisten vaikutusten perusteella. |

Taulukko 2. LCA- vaiheiden kuvaukset

3 Arvioidut vaikutuskategoriat

| Vaikutuskategoria | Yksikkö | Kuvaus |
|--|----------------------|--|
| Lämmityspotentiaali GWP-Global warming potential | kgCO ₂ eq | Eri kaasuja vertailtaessa yksikkönä käytetään lämmityspotentiaalia (global warming potential, GWP), joka mittaa kaasun aiheuttamaa lämmitysvaikutusta hiilidioksiidiin verrattuna massayksikköä kohti 20 tai 100 vuoden aikana. Tässä tarkastelussa käytössä GWP100. |

Taulukko 3. Arvioitu vaikutuskategoria

4 Arvioinnin laajuus

4.1 Sisältyvät rakennusosat

LCA analyysi sisälsi seuraavat rakennusosat:

| Rakennusosa | Sisältyy laskentaan | Kommentit |
|---|---------------------|--|
| Kantavat rakenteet ja vaippa | <i>KYLLÄ</i> | |
| Perustukset | <i>EI</i> | Kuuluu rakennuspaikan arviointiin |
| Runko | <i>KYLLÄ</i> | |
| Välipohjat | <i>KYLLÄ</i> | |
| Katto | <i>KYLLÄ</i> | |
| Portaat | <i>KYLLÄ</i> | |
| Ulkoseinät | <i>KYLLÄ</i> | |
| Ikkunat ja ovet (ulko) | <i>KYLLÄ</i> | Ei sisällä erillisiä detaljiosia mm. kiinnitysosat |
| Sisäseinät ja väliseinät | <i>KYLLÄ</i> | |
| Ovet (sisä) | <i>KYLLÄ</i> | Ei sisällä erillisiä detaljiosia mm. kiinnitysosat |
| Pintakäsittelyt | <i>KYLLÄ</i> | |
| Seinäpinnat | <i>KYLLÄ</i> | |
| Lattiapinnat | <i>KYLLÄ</i> | |
| Sisäkatot (sisältäen pintakäsittelyt) | <i>KYLLÄ</i> | |
| Kosteussulut ja höyrynsulut | <i>KYLLÄ</i> | |
| Rakennuslaitteet ja kalusteet | <i>EI</i> | |
| Palokatkot/mansetit ja palokatko-massat | <i>EI</i> | |
| Kiintokalusteet ja laitteet | <i>EI</i> | |
| Märkätilojen ja WC-tilojen kalusteet | <i>KYLLÄ</i> | |
| Palvelu- ja huoltokalusteet | <i>EI</i> | |
| Jätehuolto | <i>EI</i> | |
| LVI-tekniikka, vesi | <i>KYLLÄ</i> | Käytetty Sykkeen neliökohtaista arvoa |
| LVI-tekniikka, lämmitys | <i>KYLLÄ</i> | Käytetty Sykkeen neliökohtaista arvoa |
| LVI-tekniikka, ilmanvaihto | <i>KYLLÄ</i> | Käytetty Sykkeen neliökohtaista arvoa |
| Sähköjärjestelmät | <i>KYLLÄ</i> | Käytetty Sykkeen neliökohtaista arvoa |
| Kaasujärjestelmät | <i>EI</i> | |

| | | |
|--|-----------|--|
| Hissi | <i>EI</i> | |
| IT-tekniikka, valvonta CCTV | <i>EI</i> | |
| IT-tekniikka, viestintä ja tietoverkot | <i>EI</i> | |
| Muut järjestelmät | <i>EI</i> | |
| Tontti | <i>EI</i> | |
| Piha-rakenteet, kaivut ja täytöt | <i>EI</i> | |
| Viemäri ja sadevesijärjestelmät | <i>EI</i> | |
| Ulkorakennukset | <i>EI</i> | |

Taulukko 4. Sisällytetyt rakennusosat arvioinnissa

Betonirakenteiden ympäristövaikutukset on laskettu huomioimalla erikseen betoni, kiinnitysosat ja raudoitukset tai vaihtoehtoisesti kokonaisen betonielementin päästötiedolla, mikäli luotettavaa tietoa on ollut saatavilla, kuten HTT-laatat ja standardikokoiset pilarit. Betonielementtien laskennan kannalta keskeiset tiedot on poimittu elementtikuvista muun muassa tilavuuden, lujuusluokan ja raudoitteiden suhteen, mikäli ne ovat olleet saatavilla. Teräsbetonirakenteiden sisältämät raudoitukset ja kiinnitysosat on arvioitu Karelia-ammattikorkeakoulussa tehdyn keskimääräisten raudoitusmäärien taulukon pohjalta (ks. liite 1). Taulukossa raudoitusmääriä on laskettu useammasta rakennuksesta ja niiden käyttöä voidaan pitää luotettavana ja riittävän tarkkana myös tässä kohteessa.

Arvioinnin ulkopuolelle on jätetty rakennuspaikan arviointiin kuuluvat rakennusosat, kuten perustukset, piha-alueet ja pohjarakentaminen. Tarkastelu on rajattu alapohjan alapintaan. Sokkelielementit on laskettu osaksi rakennuksen arviointia. Rakennukseen kiinteässä yhteydessä olevat katokset ja rakenteet on laskettu mukaan. Rakennuspaikan arviointi on jäämässä arviointihetken tietojen perusteella tulevien raja-arvojen ulkopuolelle. Jako rakennukseen ja rakennuspaikkaan tehtiin Talo 2000- hankenimikkeistön ja vähähiilisyyden arviointimenetelmän pohjalta.

4.2 Ympäristötietolähteet

One Click LCA -työkalua käytettiin elinkaariarvioinnin laskemiseen. Ohjelmaan on integroitu useimpien rakennuksen päästölaskentamenetelmien parametrit. One Click LCA:n tietokannasta löytyy sekä EN 15804 -standardin mukaisia rakennustuotekohtaisia ympäristöselosteita, että yleistä päästödataa. Listaus laskennassa käytetyistä datalähteistä on kuvattu liitteissä.

Perusversion päästötietojen lähteenä käytettiin pääasiassa Suomen ympäristökeskusten ylläpitämän päästötietokannan (co2data.fi) geneerisiä päästötietoja rakennusmateriaaleille, sillä useimmissa suunnitelmissa ei mainittu mitään tietyn valmistajan rakennustuotetta tai tuotetta ei ole enää saatavilla ainakaan samalla nimellä. Toissijaisesti sekä optimoiduissa vertailulaskelmissa käytettiin enemmän myös tuotekohtaisia ympäristöselosteita. Päästötietokannan tuotteet vastaavat hyvin suomessa useimmin käytettyjä rakennustarvikkeita, mutta päästöiltään ne edustavat markkinoiden korkeapästöisempiä tuotteita, sillä niissä on 20 prosentin varmuuskerroin. Päästötietojen valinnassa painotettiin rakennusmateriaalien vastaavuutta, tietojen tuoreutta ja maantieteellistä edustavuutta.

4.3 Projektin tietolähteet ja oletukset

LCA-laskenta suoritettiin kohteelle käyttäen One Click LCA -ohjelmistoa perustuen suunnittelutietoihin. Tulokset kuvaavat koko elinkaaren aikaisia vaikutuksia 50 vuoden rakennuksen käyttöiällä, joka on Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmän mukainen tarkastelujakso [1]. Vaikka todellinen käyttöikä ei olisikaan juuri se, on tarkastelu tehty 50 vuodelle vertailtavuuden vuoksi.

Vähähiilisyden arviointi perustuu kohteesta toimitettuihin suunnitteludokumentteihin ja -asiakirjoihin, jotka ovat tasoltaan toteutussuunnitteluvaiheen dokumentteja. Materiaalien ja tuotteiden keskimääräiset tuotteiden vaihtovälit perustuvat RT-korttiin 18-10922, kansalliseen päästötietokantaan tai tuotekortteihin. Arvioitaessa tuotteiden vaihtoväliä rasisuusluokat määritettiin normaaliin tai vaikeaan rasisuusluokkaan, riippuen siitä millaisessa rasisuudessa kyseinen tuote on rakennuksessa. Materiaalimenekit on arvioitu suunnittelutietojen, ympäristöselosteiden, tuotevalmistajien tietojen, luetteloiden tai omien arvioiden perusteella. Työmaalla syntyvä hukka, eli moduuli A5, on arvioitu Suomen päästötietokannan tiedoille annetuilla hukkakertoimilla ja muille päästöiedoille One Click LCA:n oletushävikkiprosenteilla. Elementtirakenteille ja muille määrämittäisena työmaalle toimitettaville osille ei ole laskettu työmaahukkaa.

Kohteen arviointi tehtiin itse luodun materiaaliluettelon pohjalta (BOM – bill of materials). Kaikkien rakennuksen osien tiedot poimittiin kaksiulotteisista PDF tai DWG -kuvista sekä selostuksista ja rakennetyyppiluettelosta. Tarkasti tehty määrälaskenta on keskeistä luotettavassa päästölaskennassa. Ensisijaisesti hyödynnettiin tarkinta saatavilla olevaa tietoa, eli esimerkiksi betonielementtien menekki laskettiin elementtikuvista. Pääsääntöisesti arviointi tehtiin neliöpohjaisesti rakennetyypeittäin. Rakennedetaljien

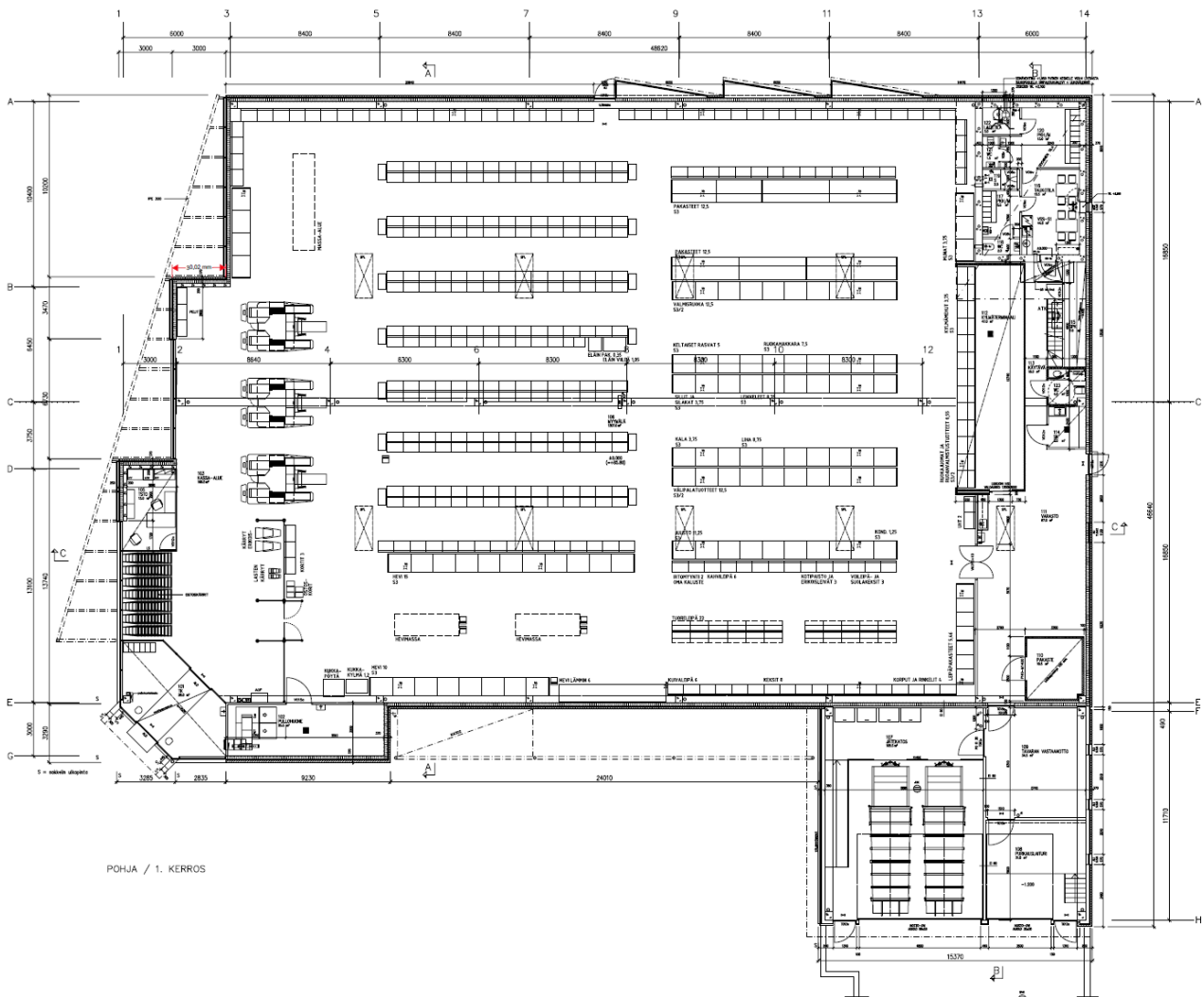
osia huomioitiin merkittävimmiltä osin, esimerkiksi räystäät ja katosrakenteet. Ideaalitapauksessa arviointi olisi mielekkäintä tehdä kolmeulotteisten tietomallien avulla.

Laskelmasta pois jätettiin arviointimenetelmässä ulkopuolelle jätettäväksi määritellyt osat, kuten listat, talovarusteet, savunpoistorakenteet ja kiinnikkeet [1]. Kalusteet ja kylmälaitteet on jätetty arvioinnin ulkopuolelle niiden vaikean arvioitavuuden ja vähäisten päästötietojen saatavuuden vuoksi. Lisäksi oletus on se, että vaikutusmahdollisuudet näihin on rajalliset ja, että niiden isohko vaikutus voisi viedä huomioita rakenneratkaisuilta, joita arvioinnissa ensisijaisesti analysoidaan. Lisäksi ulkopuolelle jätettiin muita vaikeasti arvioitavia pieniä osia, joiden yksittäinen vaikutus kokonaispäästöihin on korkeintaan prosentin. Ulkopuolelle rajattujen osien yhteenlaskettu vaikutus on alle viisi prosenttia kokonaispäästöihin.

| Analyysialue | Datalähteet |
|---|---|
| Materiaalimäärät (A1-A3) | ARK- ja RAK- 2D- suunnitteludokumentit, rakennetyyppilue- ettelo sekä asiakirjat mm. rakennusselostukset. |
| Rakennusmateriaalin kuljetus- etäisyydet (A4) | Laskettu Sykkeen tietokannan mukaisella kuljetusetäisyy- dellä 102 km ja kuljetuskalustona suuri jakelukuorma-auto 50 prosentin täyttöasteella. |
| Rakennus ja asennusprosessi (A5) | Laskettu arviointimenetelmän taulukkoarvolla. Työmaahä- vikit One Clickin oletusarvoilla, pl. Sykkeen tiedot, joissa hukkakerroin ilmoitettu. |
| Materiaalin käyttöikä (B1-B5) | Rakennusosien käyttöiät RT kortin 18-10922, kansallisen päästötietokannan käyttöikä tietojen tai tuotekorttien mu- kaan. |
| Energian kulutus (B6) | Perusversio on laskettu energiatodistuksen kulutustiedoilla. Päästökerroin 50 vuoden käyttöiälle on sähkölle 0,0591 kgCO ₂ e/kWh ja kaukolämmölle 0,0689 kgCO ₂ /kWh [2]. |
| Veden kulutus (B7) | Ei mukana arvioinnissa. |
| Elinkaaren loppu ja purkuvaihe (C) | Laskettu arviointimenetelmän taulukkoarvoilla ja materi- aalikohtaisilla oletusskenaarioilla. |
| Rakennuksen elinkaaren ulko- puolelle jäävät hyödyt tai haitat (D) | One Click LCA:n oletusskenaariot ja ympäristöselosteet. |

Taulukko 5. Analyysialue ja kuvaus.

4.4 Kohteen kuvaus



Kuva 1. Rakennuksen pohjakuva. Kuva: Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky.

Myymälärakennus on rungoltaan tyypillinen pilari-palkkirunkoinen hallimainen rakennus. Väliseinät ovat kantavia teräsbetoniseiniä vain vähäisiltä osin, esimerkiksi väestönsuojassa. Kohde on perustettu maanvaraisesti pääasiassa teräsbetonisille pilarianturuille. Kantavat pilarielementit ovat teräsbetonisia standardipilareita 380x380mm tai 480x480mm. Pilarit kantavat esijännitetyt jännebetonipalkkielementit, joihin tukeutuu

yläpohjan kantava rakenne, eli HTT-laatat. Rakennus on muuten yksikerroksinen, mutta väestönsuojan yläpuolella on tekninen tila. Ulkoseinät tukeutuvat sandwich sokkelielementteihin.

Ulkoseinät ovat yleensä mineraalivillalla eristettyjä ja puurankarunkoisia, tiili- tai lasiulkoverhouksella. Osittain julkisivut ovat alumiinilasijulkisivuja tai teräskasetteja. Yläpohjassa on mineraalivillalämmöneristys ja kaksinkertainen bitumikermi vedeneristys. Kevyet väliseinät ovat yleensä levytettyjä ja teräsrankarunkoisia. Kylmätilojen osalta väliseinät ovat kevytsandwichelementtejä (pelti-eriste-pelti). Purkauskaituri ja jätetilat ovat kylmiä, joten niiden sekä myymälätilan välinen seinä on eristetty. Ikkunat ovat alumiini- tai teräsrunkoisia. Ovet ovat alumiinilasi-, laaka-, teräs-, liuku- tai rullaovia.

Kohteessa oleva talotekniikka on nykyaikaisella tasolla. Rakennuksen päälämmitysmuoto on kaukolämpö ja lämmönjakotapana on lattialämmitys. Käyttövesi lämmitetään myös kaukolämmöllä, samoin kuin tuloilma. Lisäksi kylmälaitteista saatavaa lauhdelämpöä hyödynnetään lämmityslaitteistoissa lämpöpumpun avulla. Lämpöpumppu lämmittää lisänä ilmanvaihdon lämmitysverkostoa ja lattialämmitystä. Ilmanvaihtojärjestelmänä toimii pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmankäsittelykone.

4.5 Tietojen luotettavuuden arviointi ja oletukset laskennassa

Elinkaariarvioinnin luotettavuus perustuu luotettavaan määrälaskentaan ja oikeiden päästötietojen käyttöön. Tulokset kuvaavat elinkaaren aikana muodostuvia ympäristövaikutuksia vaikutuksia yksikkönä hiilidioksidiekvivalentti, kgCO₂e. Elinkaaren vaiheet A5 ja C1 ovat laskettu arviointimenetelmän taulukkoarvoilla. Vaiheet A1–A3 tuotteiden valmistus, B4 hävikki ja B6 energian kulutus on laskettu hankekohtaisilla tiedoilla. Vaiheet A4 kuljetus työmaalle, A5 hävikki, C2 kuljetus jatkokäsittelyyn, C3 jätteenkäsittely ja C4 ovat laskettu Sykkeen tietokannan ja One Click LCA:n skenaarioilla. Vaiheessa B6 on huomioitu energian päästöjen pieneneminen tulevaisuudessa arvioiden mukaisesti.

Perusskenaariossa on käytetty alkuperäisiä suunnitelmia ja suunnitteluarvoja. Esimerkiksi U-arvojen ja E-luvun suhteen ei enää olisi mahdollista toteuttaa tällaista rakennusta, sillä määräykset ovat kiristyneet. Myös energiankulutus, eli moduuli B6, on

laskettu alkuperäisen energiatodistuksen mukaisesti. Todellisuudessa kohteeseen on jo tehty energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä kuten kylmälaitteet, LED -valaisimet, talotekniikan parannukset ja aurinkopaneelijärjestelmä.

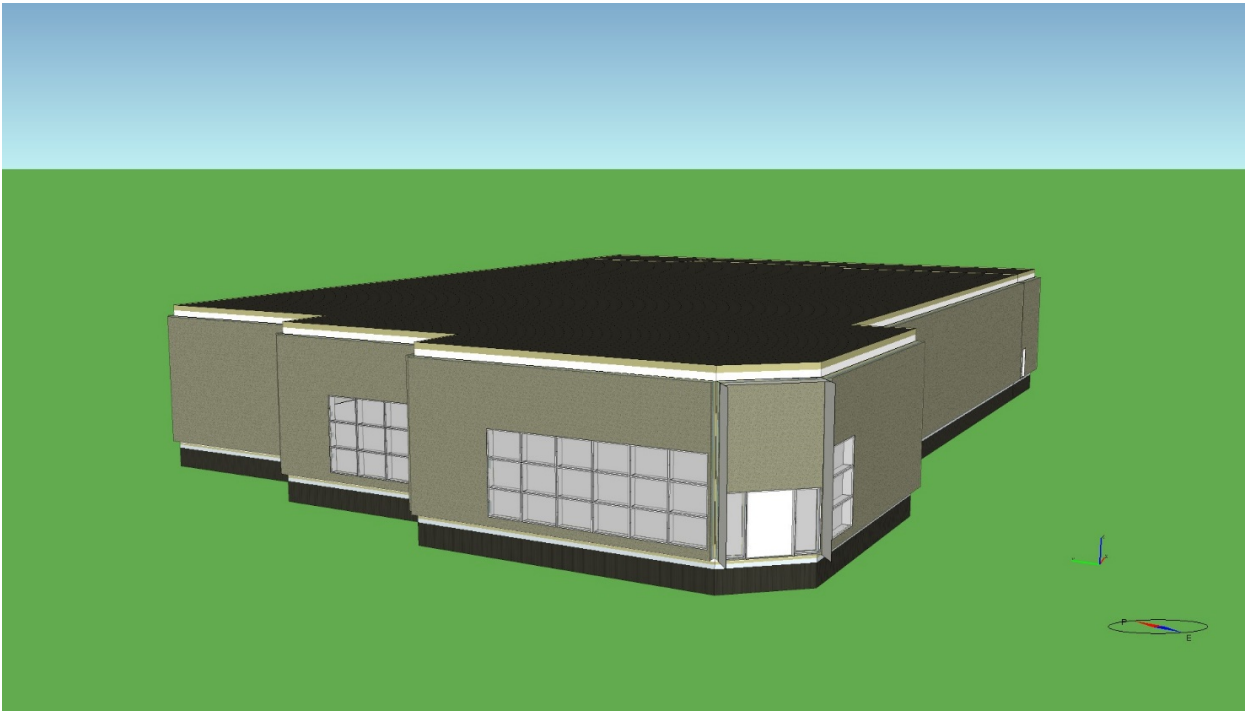
5 Energia-analyysit

Rakennuksen energiankulutuksen tarkastelu on suoritettu IDA ICE-ohjelmalla. Simuloinnin tarkoituksena on tarkastella rakenteellisten muutosten vaikutusta energiankulutukseen sekä tutkia maalämpöjärjestelmällä saavutettavia säästöjä energiankulutuksen osalta. Simulointeja suoritettiin neljä kappaletta, joista kolmessa ensimmäisessä versiossa (versiot 2, 3 ja 5) tarkastellaan rakennusteknisesti saavutettavia parannuksia ja viimeisessä (versio 6) tarkastellaan maalämpöjärjestelmällä saavutettavaa energiansäästöä. Version 2 energiankulutus on pyritty määrittämään vuoden 2021 energiankulutustietojen pohjalta, jotta tuloksista saataisiin mahdollisimman realistiset.

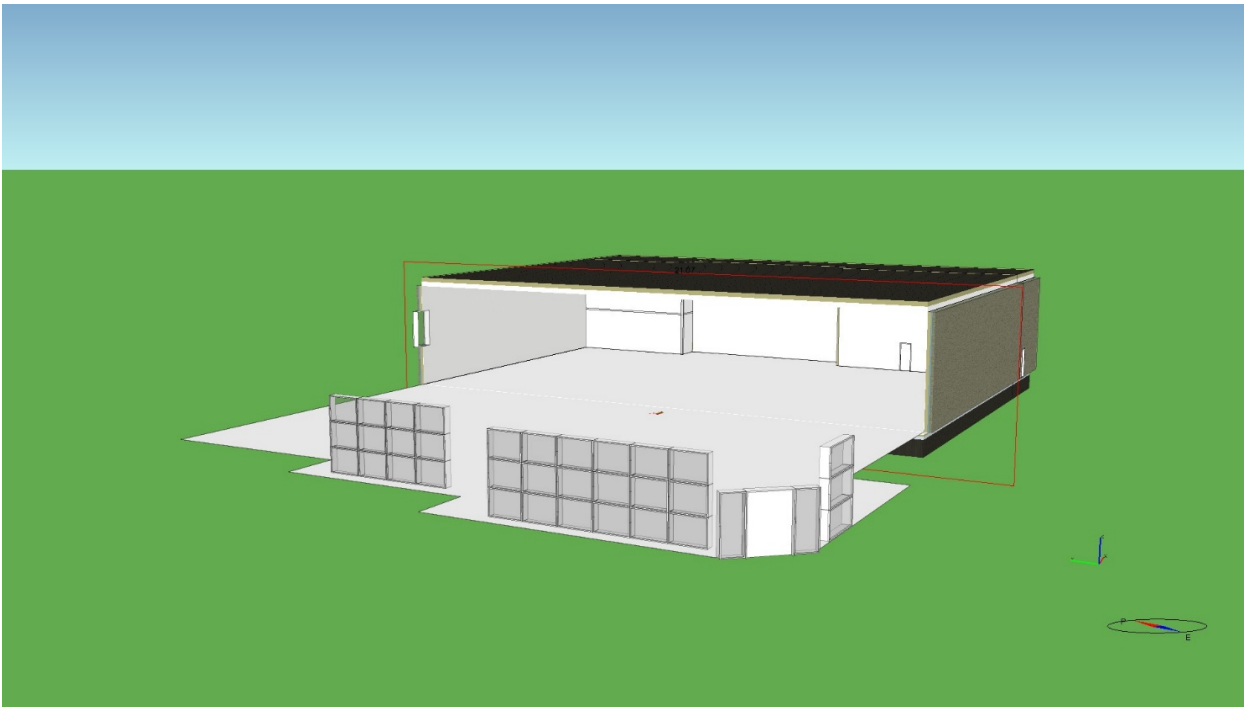
Lähtötietoina simuloinnissa on käytetty rakennuksen dokumenteista saatuja tietoja niiltä osin mitä on saatavilla. Puuttuvina tietoina on käytetty määräystason arvoja tai oletuksia. Energiasimuloinnissa on käytetty Joensuun sijaintia ja säätietoja. Simuloinnissa käytetyn mallin pinta-ala on 1787m². Malli koostuu neljästä eri tilasta, jotka ovat taukotila, varasto, myymälä ja tekninen tila. Myymälän ja varaston huonekorkeus on 6,6 metriä. Huomioimatta simuloinnissa on jätetty jätekatos, paistopiste, kylmiöt ja pullohuone.

Ilmanvaihtojärjestelmänä simuloinnissa on käytetty lämmöntalteenotolla varustettua ilmankäsittelykonetta. Yhteensä rakennuksen tulo- ja poistoilmavirraksi on asetettu 3100 l/s. Lämmöntalteenoton hyötysuhteeksi on asetettu 75 % ja tulo- ja poistoilmapuhaltimeen SFP-luvuksi 1 kW/m³/s. Ilmanvaihto on asetettu toimimaan tarpeenmukaisesti. Ilmanvaihto toimii täydellä teholla arkisin 6:00 ja 24:00 välillä ja sunnuntaisin täydellä teholla toiminta tapahtuu klo 8:00 ja 24:00 välisenä aikana.

Kiinteistön lämmitysmuotona on kaukolämpö, joka lämmittää käyttövettä, lattialämmitysverkostoa ja tuloilmaa. Lisänä lämmityksessä käytetään lämpöpumppua, jonka lämmitystehoksi on asetettu 110 kW. Lämmitysrajaksi simuloinnissa on asetettu 18°C ja jäähdytysrajaksi 25°C. Kylmälaitteisto on toteutettu simuloinnissa lisäenergiankulutuksena, joka perustuu arvioon (noin 45 % myymälänrakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta). Lisäksi kylmälaitteisiin on asetettu rakennusta lämmittävä vaikutus, minkä on tarkoitus simuloida lauhdelämmöntalteenottoa. Valaistus on asetettu toimimaan klo 6:00 ja 24:00 välisenä aikana ja tehoksi on asetettu noin 9 w/m². Aurinkopaneelit simuloinnissa on toteutettu lisäenergiantuottona, jonka arvoksi on asetettu -76027 kWh.



Kuva 2. Simuloinnissa käytettävän rakennuksen IDA ICE-malli



Kuva 3. Leikkauskuva IDA ICE-mallista.

6 Versiot ja niiden tulokset

Arviointiin otettiin useampi vaihtoehtoinen skenaario, joiden avulla voidaan havaita eri rakenteellisten ratkaisujen ja energiatehokkuuden vaikutusta elinkaaren hiilijalanjälkeen.

Versio 1:

- Alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti, kuten vuonna 2009
- Energiankulutus alkuperäisen energiatodistuksen mukaisesti
- Alkuperäiset kylmälaitteet, alkuperäiset valaisimet
- Ei aurinkopaneelijärjestelmää

Versio 2:

- Rakenteet kuten alkuperäisesti, suunnitelmien mukaisesti
- Energiankulutus kohteesta toimitetun 2021 toteutuneen kulutuksen mukaisesti
- Ilmanvuotoluku $q_{50}=1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (arvioitu)
- Uusitut kylmälaitteet, LED-valaistus
- Aurinkopaneelijärjestelmä
- Vastaa nykyhetken rakennusta

Versio 3:

- Alkuperäinen runkojärjestelmä (TB pilari-palkkirunko), rakenteet vastaten nykyhetken määräystasoa U-arvojen osalta
- Ilmanvuotoluku $q_{50}= 1,3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (arvioitu)
- Energiankulutus IDA ICE:llä tehdyn energiamallin mukaisesti
- Uusitut kylmälaitteet, LED-valaistus
- Aurinkopaneelijärjestelmä

Versio 4:

- Puurungolla, vähähiilisillä rakennusmateriaaleilla ja ratkaisuilla, U-arvot määräystasolla
- Ilmanvuotoluku $q_{50}= 1,3\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (arvioitu)
- Energiakulutus IDA ICE:llä tehdyn energiamallin mukaisesti
- Uusitut kylmälaitteet, LED-valaistus
- Aurinkopaneelijärjestelmä

Versio 5:

- Puurungolla, vähähiilisillä rakennusmateriaaleilla ja ratkaisulla, U-arvot noin nol-laenergiatasolla
- Ilmanvuotoluku $q_{50} = 1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (arvioitu)
- Energiakulutus IDA ICE:llä tehdyn optimoidun energiamallin mukaisesti
- Uusitut kylmälaitteet, LED-valaistus
- Aurinkopaneelijärjestelmä

Versio 6:

- Puurungolla, vähähiilisillä rakennusmateriaaleilla ja ratkaisulla, U-arvot noin nolla-energiatasolla
- Maalämpö
- Ilmanvuotoluku $q_{50} = 1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (arvioitu)
- Energiakulutus IDA ICE:llä tehdyn optimoidun energiamallin mukaisesti
- Uusitut kylmälaitteet, LED-valaistus
- Aurinkopaneelijärjestelmä

6.1 Versio 1

Ensimmäisessä versiossa, eli perustasolla, laskelma on tehty käyttäen alkuperäisiä rakenteita sekä alkuperäistä energiankulutusta, eli se edustaa tasoa jolla rakennus on rakennettu vuosina 2008–2009. Rakennusmateriaalit on suurimmaksi osaksi laskettu geneerisellä päästötiedolla ja esimerkiksi mineraalivillana on käytetty Sykkeen kivivillaa.

Perustasolla rakenteiden U-arvot ovat seuraavat:

- Ulkoseinät $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Alapohja $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Yläpohja $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Ovet ja ikkunat $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ostoenergiankulutus:

- Sähkö $274787 \text{ kWh}/\text{vuosi}$
- Kaukolämpö $271185 \text{ kWh}/\text{vuosi}$

Ensimmäisessä versiossa ei ole huomioitu mm. kylmälaitteisiin ja valaistukseen tehtyjä parannuksia, vaan se vastaa lähinnä "as built" -laskelmaa ja 2009 vuoden tasoa.

Päästötiedot ovat kuitenkin nykyhetkeä edustavia, joten tällainen takautuva arviointi ei ole täysin tarkka.

6.2 Versio 2

Toisessa versiossa huomioidaan rakennuksen kohentunut energiatehokkuus. Eli rakennus vastaa rakenneratkaisuiltaan arvioinnissa alkuperäistä, mutta päivitettyt kylmälaitteet, valaisimet ja talotekniikka on huomioitu. Lisäksi aurinkopaneelijärjestelmä on lisätty arviointiin. U-arvot ovat versiossa samat kuin ensimmäisessä.

Aurinkopaneelijärjestelmän ostoenergiaa vähentävä vaikutus on huomioitu siten, että on arvioitu niiden tuotto ja vähennetty se sähkönkulutuksesta. Aurinkopaneelijärjestelmä koostuu 267 kappaleesta Jinko Solar JKM335M-60H-V paneeleita, joiden huipputeho on 89,45 kWp. Jos huipunkäyttöaikana käytetään Suomessa usein käytettävää 850 kWh/kWp:tä [3]. Tällöin vuosituotanto olisi $850 \text{ kWh/kWp} * 89,45 \text{ kWp} = 76033 \text{ kWh/vuosi}$.

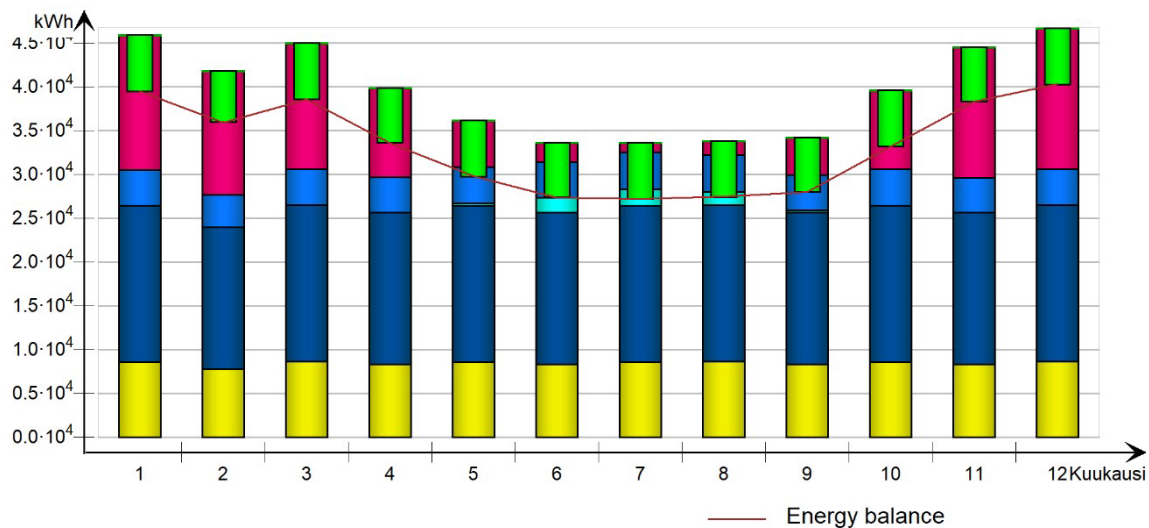
Ostoenergiankulutus (vuoden 2021 mitattu energiankulutus):

- Sähkö 398224 kWh/vuosi
- Kaukolämpö 69119 kWh/vuosi

Ostoenergiankulutus (IDA ICE:llä tehdyn energiasimuloinnin tulos):

- Sähkö 398949 kWh/vuosi
- Kaukolämpö 69912 kWh/vuosi

| Versio 2 | | kWh/a |
|---|--|---------------|
| Valaistus | | 101142 |
| Laitteet (kylmälaitteet) | | 211343 |
| Jäähdytys | | 5629 |
| LVI sähkö | | 48970 |
| Sähkölämmitys | | 107888 |
| Kokonaisenergiankulutus | | 474131 |
| Aurinkoenergia | | -76027 |
| Ostoenergia | | 398949 |
| Kaukolämpö | | 69912 |
| Ostoenergiankulutus + Kaukolämpö | | 468861 |



Kuva 4. Versio 2 energiankulutuksen jakauma.

6.3 Versio 3

Kolmannessa versiossa tarkoitus on laskea kohde alkuperäisellä runkojärjestelmällä kuitenkin vastaten paremmin tilannetta, jossa vastaava rakennus toteutettaisiin arviointihetkellä. Toisin sanoen rakennuksen rakenteiden U-arvot ja E-luku on nykyhetken määräystasolla. Eristyspaksuuksia on kasvatettu, jonka seurauksena U-arvot pienenevät ja energiankulutus pienenee. Toisaalta paksummat eristysvahvuudet kasvattavat materiaalien menekkiä. Materiaaleina on käytetty samoja, pääasiassa Sykkeen tietokannan päästötietoja kuin versioissa 1 ja 2.

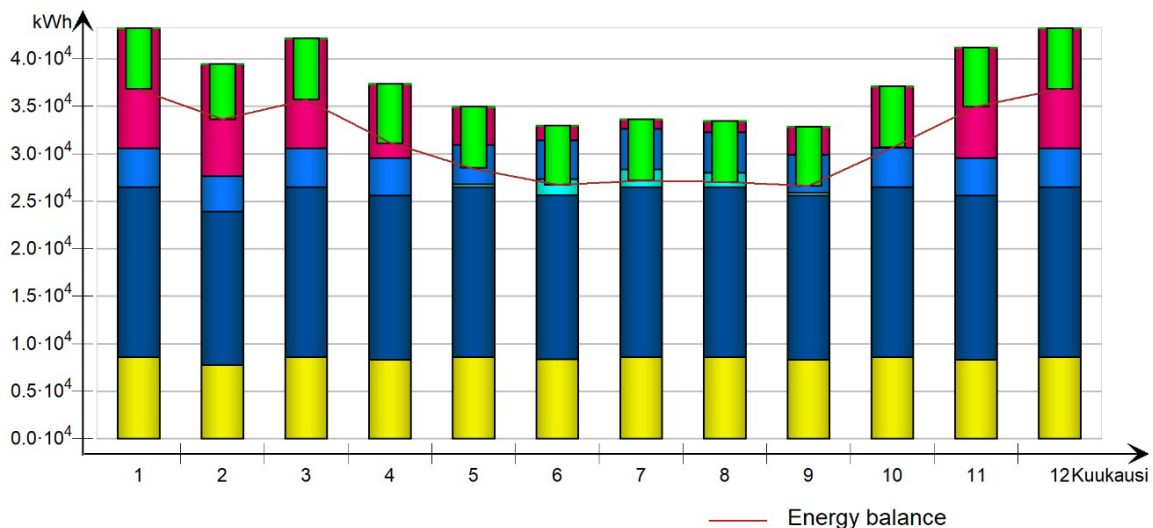
3. versiossa rakenteiden U-arvot ovat seuraavat:

- Ulkoseinät $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Alapohja $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Yläpohja $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Ovet ja ikkunat $1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ostoenergiankulutus (IDA ICE:llä tehdyn energiasimuloinnin tulos):

- Sähkö $375691 \text{ kWh}/\text{vuosi}$
- Kaukolämpö $51986 \text{ kWh}/\text{vuosi}$

| Versio 3 | | kWh/a |
|---|--|---------------|
| Valaistus | | 101139 |
| Laitteet (kylmälaitteet) | | 211343 |
| Jäähdytys | | 5631 |
| LVI sähkö | | 48875 |
| Sähkölämmitys | | 84730 |
| Kokonaisenergiansukulutus | | 450877 |
| Aurinkoenergia | | -76027 |
| Ostoenergia | | 375691 |
| Kaukolämpö | | 51986 |
| Ostoenergiansukulutus + Kaukolämpö | | 427677 |



Kuva 5. Versio 3 energiansukulutuksen jakauma.

6.4 Versio 4

Neljännessä versiossa energiatehokkuus on samalla tasolla kuin kolmannessa, eli arviointihetken määrätasolla. Rakenteisiin ja runkoon on tehty runsaasti muutoksia hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Tässä versiossa rakennuksen kantava runko on puurakenne. Puurunko on mitoitettu keskeisimpien osien suhteen käyttäen rakennesuunniteluohjelmistoja, kuten Finnwoodia ja Puuinfon Excel -laskentataulukkoja. Vertailulaskelmissa on pyritty, että vaihtoehtoiset runkoratkaisut ja tuotteet täyttäsivät pääasiassa tekniset vaaditut ominaisuudet kuten alkuperäiset, mutta todellisessa

rakennuskohteessa tarvittaisiin vielä tarkempaa arviointia. Kertopuurakenteet on mitoitettu myös palotilanteen osalta rungon paloluokalle R60. GI30c -tyypin liimapuuraakenteille poikkileikkaus on laskettu yhden pykälän leveämmäksi kuin normitilanteen kuormille tarvitsisi, jotta jäännöspoikkileikkaus kestäisi myös palotilanteessa. Kuitenkaan GI30c -rakenteille ei ole laskettu palotilanteen kestoja työmäärän kohtuullistamiseksi, vaikka olettavasti rakenneosat täyttäisivätkin vaatimuksen. Rakennuksen jäykistykseen käytettävät puu- ja teräsprofiilit sekä hankolaudat mastopilarien päässä ovat arvioitu. Huomioitavaa on myös se, että yläpohjarakenteet ovat paksummat verrattuna betonirakenteisiin. Vapaa huonetila vähenisi siis, mikäli rakennuksen korkeutta ei kasvatettaisi. Versioon ei ole otettu mukaan esimerkiksi vähähiilistä rakennebetonia, koska yleinen saatavuus on vielä epävarmaa. Raudoitusteräksinä on arviossa käytetty terästä, jonka raaka-aineen kierrätysprosentti on 100.

Ostoenergiankulutus (IDA ICE:llä tehdyn energiasimuloinnin tulos):

- Sähkö 375691 kWh/vuosi
- Kaukolämpö 51986 kWh/vuosi

Rungon muutokset:

- Yläpohjarakenne HTT-laatta → Kerto-Ripa kotelolaatta H500-2500x25-4(1)x51x450-2500x25
- Jännebetonipalkit → harjan suuntaiset harjapalkit GI30c L=16,9m, b=0,24m, h=1,08-1,50m, jätehuoneessa GI30c L=14,6m, b=0,19m, h=0,9-1,275m
- Teräsbetoni pilarit → mastopilarit, yleensä GI30c 405x240mm, h=4,6m, jätehuoneessa GI30c 360x190mm h=4,83m
- Pulluhuone lisäpilarit Kerto-S H=5,3m, 195x180mm
- Pulluhuone lisäpalkki GI30c 630x190mm l=13,9m

Rakennetyypit:

| Vanhat | Uudet |
|--|---|
| Sokkelielementit <ul style="list-style-type: none"> • Sisäkuori teräsbetoni 130mm (C30/37) • Lämmöneriste EPS 120 100mm • Ulkokuori teräsbetoni 120mm (C30/37) | Sokkelielementit, U-arvo 0,17 W/(m²K) <ul style="list-style-type: none"> • Sisäkuori teräsbetoni 130mm (C30/37) • Lämmöneriste Isover OL-E 200mm • Ulkokuori teräsbetoni 120mm (C30/37) |
| Alapohja API <ul style="list-style-type: none"> • Mosaiikkibetonilaatta 298x298x28mm • Teräsbetonilaatta 120mm (C25/30) | Alapohja API U-arvo 0,16 W/(m²K) <ul style="list-style-type: none"> • Mosaiikkibetonilaatta 298x298x28mm • Teräsbetonilaatta 120mm (C25/30) • Lämmöneriste Styroplast EPS 200mm |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Lämmöneriste solumuovilevy XPS 100mm • Tiivistetty salaojasora 300mm | <ul style="list-style-type: none"> • Tiivistetty salaojasora 300mm |
| <p>Alapohja AP3 Jätetila ja lastauslaituri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnoite Basf Mastertop 100 • Teräsbetonilaatta 150mm (C25/30) • Lämmöneriste solumuovilevy XPS 100mm • Tiivistetty salaojasora 300mm | <p>Alapohja AP3 Jätetila ja lastauslaituri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnoite Basf Mastertop 100 • Teräsbetonilaatta 150mm (C25/30) • Lämmöneriste Styroplast EPS 200mm • Tiivistetty salaojasora 300mm |
| <p>Alapohja AP3 Väestönsuojassa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnoite Upofloor Podium muovimatto 2mm • Tasausbetoni 50mm (C25/30) • Teräsbetonilaatta 150mm (C30/37) • Lämmöneriste solumuovilevy XPS 100mm • Tiivistetty salaojasora 300mm | <p>Alapohja AP3 Väestönsuojassa, U-arvo 0,16 W/m²K</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnoite Upofloor Podium muovimatto 2mm • Tasausbetoni 50mm (C25/30) • Teräsbetonilaatta 150mm (C30/37) • Lämmöneriste Styroplast EPS 200mm • Tiivistetty salaojasora 300mm |
| <p>Yläpohja yleensä</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pintakermi • Aluskermi • Höyrynsulkukermi • Kova mineraalivilla 60 + 170 mm • HTT-laatta | <p>Yläpohja, U-arvo 0,09 W/(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pintakermi • Aluskermi • Höyrynsulkukermi • Isover OL-TOP 60mm • Kerto-Ripa kotelolaatta + eriste Paroc Natura Lana 350mm |
| <p>Puukatto YP3 pullohuoneen yläpohja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vedeneristys bitumikermi 2x • Raakaponttilaudoitus 23x95 • Villa 360 mm + kantava puurunko • Höyrynsulkumuovi • Laudoitus 32x100 k200 • Kaksinkertainen palokipsilevy | <p>Puukatto YP3 pullohuoneen yläpohja, U-arvo 0,09 W(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vedeneristys bitumikermi 2x • Raakaponttilaudoitus 23x95 • Tuulensuojavilla Paroc Cortex Pro 50mm • Villa Paroc Natura Lana 350mm + kantava puurunko • Höyrynsulkumuovi • Laudoitus 32x100 k200 • 2x Gyproc GFL 15 palokipsilevy |

| | |
|---|--|
| <p>Ulkoseinät tiiliverhotut yleensä</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiiliverhous 130mm • Tuuletusrako 30mm • Tuulensuojakipsilevy 9mm • Puurunko 200mm, välissä mineraalivilla 200 mm • Höyrynsulkumuovi • Kipsilevy 13 mm erikoiskova | <p>Ulkoseinät tiiliverhotut yleensä, U-arvo 0,17 W/(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puuverhouspanelointi 28mm • Tuuletusrako + koolaus 22x100 k400 ristiin • Tuulensuojakipsilevy 9mm • Puurunko 200mm, välissä Paroc Natura 200 mm • Höyrynsulkumuovi • Kipsilevy 13 mm Gyproc GEK |
| <p>Lasiverhotut ulkoseinät yleensä</p> <ul style="list-style-type: none"> • Julkisivulasitus alumiiniprofiilein • Tuulensuojalevy 4mm Minerit Windstopper • Puurunko 48x198 k600, välissä mineraalivilla 200mm • Höyrynsulkumuovi • Kipsilevy 13 mm erikoiskova | <p>Lasiverhotut ulkoseinät, U-arvo 0,17 W(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puuverhouspanelointi 28mm • Tuuletusrako + koolaus 22x100 k400 ristiin • Tuulensuojakipsilevy 9mm • Puurunko 200mm, välissä Paroc Natura 200 mm • Höyrynsulkumuovi • Kipsilevy 13 mm Gyproc GEK |
| <p>Tiiliverhotut ulkoseinät väestönsuojan kohdalla</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiiliverhous 130mm • Tuuletusrako • Tuulensuojamineraalivilla 25 mm • Lämmöneristys mineraalivilla 150 mm • Teräsbetoniseinä 350 mm | <p>Tiiliverhotut ulkoseinät väestönsuojan kohdalla, U-arvo 0,17 W/(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Panelointi 28 mm • Tuuletusrako • Isover Facade lämmöneristys 30 mm • Paroc Natura Lana lämmöneristys 150 mm • Teräsbetoniseinä 350 mm |
| <p>Väliseinä, lastauslaiturin ja myymälätilan välissä</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaneri 12mm • Palosuojakipsilevy Gyproc GF 15 mm • Puurunko 48x198 k600, välissä mineraalivilla 200mm • Höyrynsulkumuovi • Kipsilevy 13 mm erikoiskova | <p>Väliseinä, lastauslaiturin ja myymälätilan välissä, U-arvo 0,17 W/(m²K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaneri 12mm • Palosuojakipsilevy Gyproc GF 15 mm • Puurunko 48x198 k600, välissä Paroc Natura Lana 200mm • Höyrynsulkumuovi • Gyproc GEK 13 mm |

Huomattavaa on, että vähähiiliset rakenneratkaisut on määritetty niiden valmistajien rakennustuotteiden perusteella, joilla on ympäristöseloste (EPD) saatavilla. Arviointi on tehty tutkimalla tuotteita, mitkä sopivat kyseisiin rakennetyyppeihin ja valitsemalla niistä ne, joilla päästään pienimpiin päästöihin. Nämä eivät kuitenkaan todellisuudessa varmasti ole ainoita mahdollisia vaihtoehtoja, vaan pikemminkin ratkaisuja, jotka ovat elinkaariarvioinnin tekijälle tiedossa ja, joilla on tuotekohtaista päästödataa saatavilla.

6.5 Versio 5

Viidennessä versiossa haluttiin nähdä, voiko ympäristövaikutuksia edelleen pienentää nollaenergiarakennuksen rakenteilla ja vaipan tiiveyden parantamisella. Nollaenergiarakenteiden saavuttamiseksi rakennuksen eristyspaksuuksia kasvatettiin edelleen aiemmista versioista. Rakennuksen ilmanvuotoluku q_{50} on nyt $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Muuten ratkaisut ja materiaalit ovat samat kuin versiossa neljä, eli arvioinnissa on puinen runko ja vähähiiliset rakenneratkaisut.

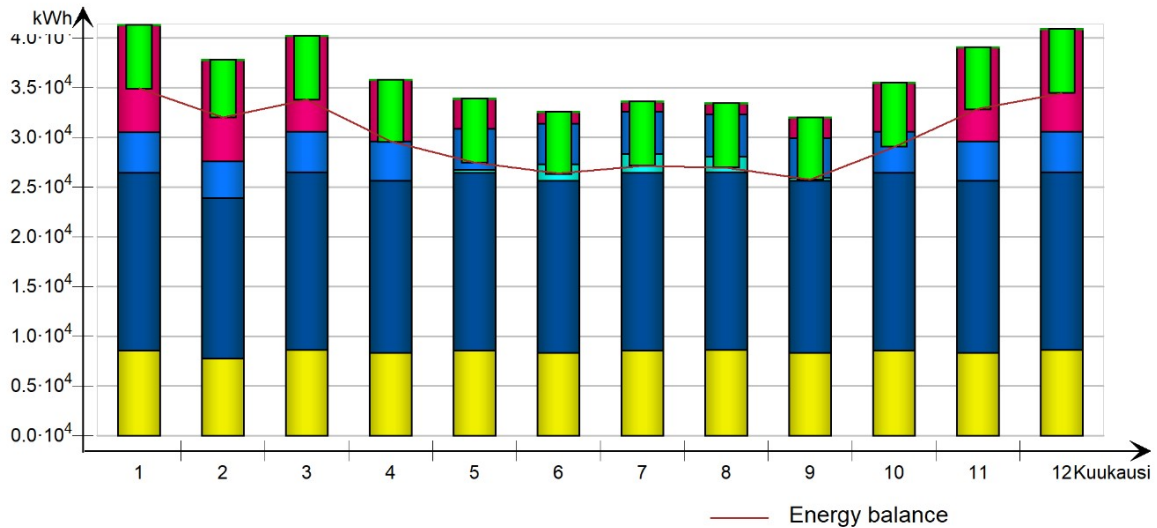
5. versiossa rakenteiden U-arvot ovat seuraavat:

- Ulkoseinät $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Alapohja $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Yläpohja $0,07 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Ovet $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Ikkunat $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ostoenergiankulutus (IDA ICE:llä tehdyn energiasimuloinnin tulos):

- Sähkö $360437 \text{ kWh}/\text{vuosi}$
- Kaukolämpö $38335 \text{ kWh}/\text{vuosi}$

| Versio 5 | | kWh/a |
|---|--|---------------|
| Valaistus | | 101140 |
| Laitteet (kylmälaitteet) | | 211343 |
| Jäähdytys | | 5647 |
| LVI sähkö | | 48812 |
| Sähkölämmitys | | 69522 |
| Kokonaisenergiankulutus | | 435623 |
| Aurinkoenergia | | -76027 |
| Ostoenergia | | 360437 |
| Kaukolämpö | | 38335 |
| Ostoenergiankulutus + Kaukolämpö | | 398772 |



Kuva 6. Versio 5 energiankulutuksen jakauma.

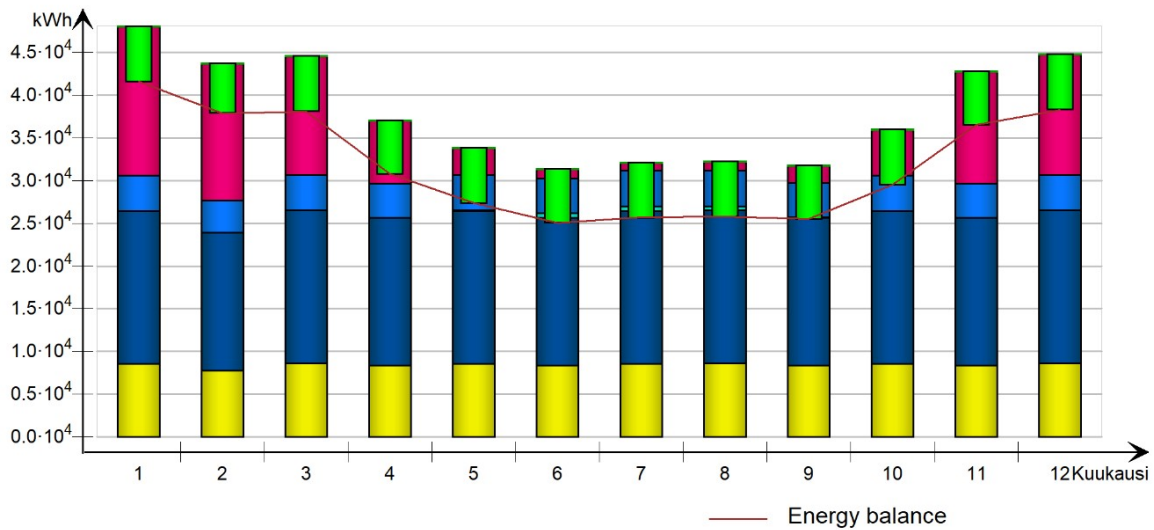
6.6 Versio 6

Versiossa 6 tarkasteltiin talotekniikan parannuksilla saavutettavia ympäristövaikutuksia. Kohteessa oleva talotekniikka on kuitenkin todellisuudessa pääosin nykyaikaisella tasolla, joten optimoinneista jäljelle jäi vain aiemmissa versioissa käytetyn kaukolämmön korvaaminen maalämmöllä. Maalämpöä lukuun ottamatta simuloinnissa käytettävät tiedot ovat samat kuin versiossa 5. Muuten rakennusteknisesti rakennus on sama kuin versiossa 5, eli siinä on puurunko, vähähiiliset rakenneratkaisut ja nollaenergiatason rakenteet. Huomattavaa on, että maalämmön lisääminen vaikuttaa lähinnä ostoenergiankulutukseen. Koska talotekniikan päästöarvot on laskettu co2data.fi:n taulukkoarvolla kaikissa versioissa, ei laskelmaa muokattu talotekniikan osalta, koska maalämpöjärjestelmälle ei ole erikseen ilmoitettu kertoimia.

Ostoenergiankulutus (IDA ICE:llä tehdyn energiasimuloinnin tulos):

- Sähkö 382344 kWh/vuosi

| Versio 6 | | kWh/a |
|---|--|---------------|
| Valaistus | | 101148 |
| Laitteet (kylmälaitteet) | | 211343 |
| Jäähdytys | | 1716 |
| LVI sähkö | | 48921 |
| Sähkölämmitys | | 95243 |
| Kokonaisenergiankulutus | | 457529 |
| Aurinkoenergia | | -76027 |
| Ostoenergia | | 382344 |
| Kaukolämpö | | 0 |
| Ostoenergiankulutus + Kaukolämpö | | 382344 |

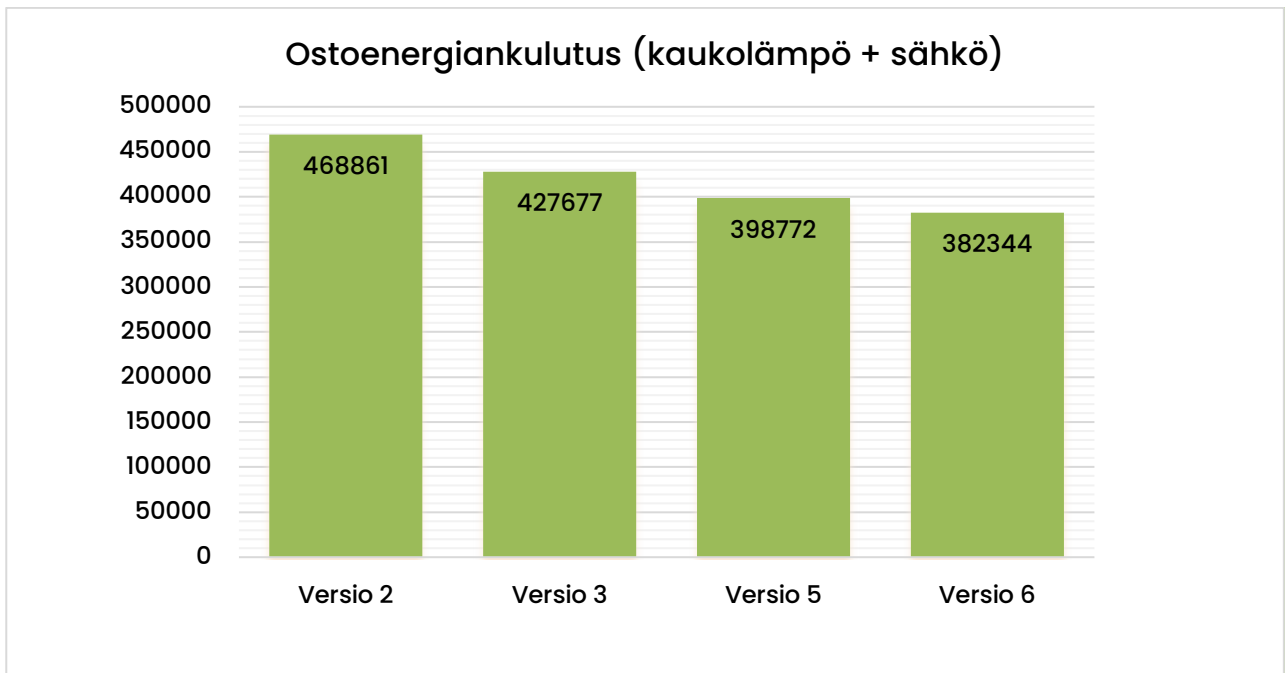


Kuva 7. Versio 6 energiankulutuksen jakauma.

6.7 Energia-analyysien vertailu

Taulukosta 6 nähdään rakennuksen vuosittainen simuloitu ostoenergiankulutus. Vuotuisesta ostoenergiankulutuksesta on vähennetty aurinkopaneelien tuottama energia. Tuloksia tarkastellessa huomataan, että suurin harppaus on Version 2 ja Version 3

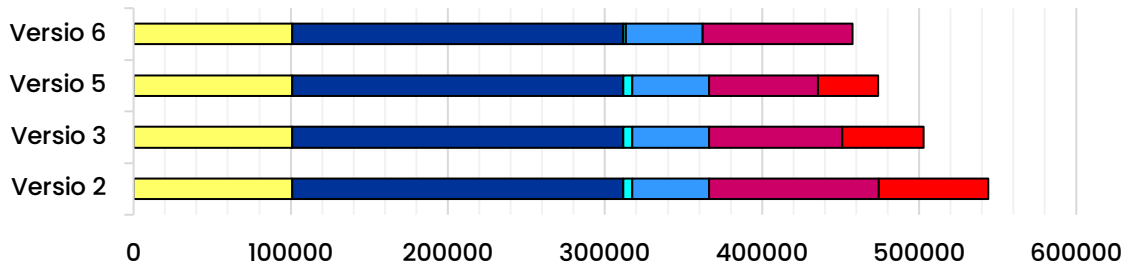
välillä (noin 9 %). Kokonaisuudessaan Version 6 ratkaisulla simuloinneissa saavutetaan noin 18 % energiasäästöt nykyhetkeen verrattuna.



Taulukko 6. Ostoenergiankulutus yhteensä.

Tarkastellessa taulukkoa 7 huomataan rakenteellisten parannusten vaikutus kaukolämmön tarpeeseen. Versioiden 2 ja 5 välillä vuosittainen kaukolämmöntarve vähenee merkittävästi. Versiossa 6 kaukolämpö on korvattu maalämmöllä, jonka seurauksena taulukosta 7 voi havaita sähkölämmityksen osuuden kasvaneen. Valaistuksen ja kylmälaitteiston energiankulutukset ovat asetettu simuloinnissa kiinteiksi. Aurinkopaneeleita ei ole huomioitu taulukossa 7.

Kokonaisenergiankulutus



| | Versio 2 | Versio 3 | Versio 5 | Versio 6 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|
| Valaistus | 101142 | 101139 | 101140 | 101148 |
| Laitteet | 210502 | 210502 | 210502 | 210502 |
| Jäähdytys | 5628,5 | 5631 | 5646,9 | 1715 |
| LVI sähkö | 48970 | 48875 | 48812 | 48921 |
| Sähkölämmitys | 107888 | 84729,9 | 69522,4 | 95242,8 |
| Kaukolämpö | 69912 | 51985,6 | 38335,4 | 0 |

Taulukko 7. Kokonaisenergiankulutus.

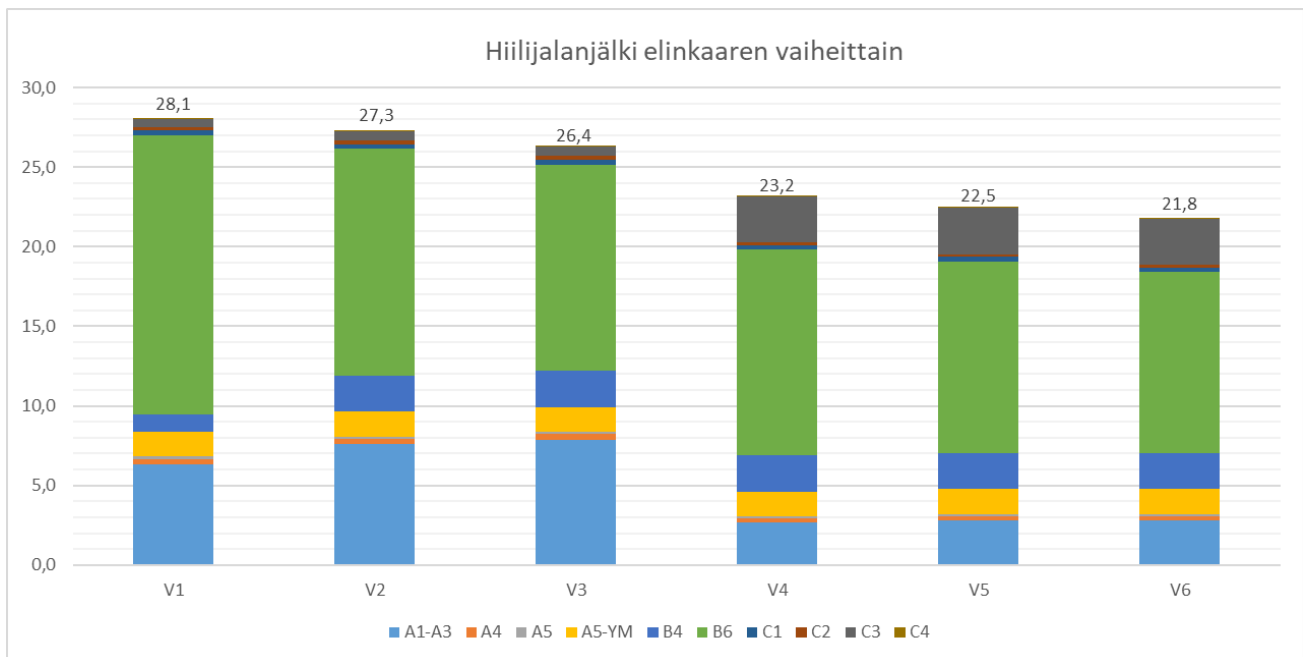
7 Elinkaariarvioinnin tulokset

Versio 1, eli rakennus alkuperäisten 2008 vuoden suunnitelmien mukaisesti on korkea-päästöisin tarkastelluista. Vähäpäästöisin on versio 6, eli versio korkeimmalla energiatehokkuudella, vähähiilisillä ratkaisut ja puurungolla. Kaikkien versioiden elinkaaren isoimmat vaikutukset aiheutuvat ympäristölle rakennustuotteiden valmistuksesta A1-A3, sekä energiankulutuksesta B6. Arvioitavassa kohteessa energiankulutuksen osuutta nostaa runsas kylmlaitteiden määrä verrattuna esimerkiksi asuinrakennukseen. Hiilijalanjäljen tulos on jaettu lämmitetyllä nettoalalla ja käyttöiällä (50 vuotta).

| | Osio | Tuloskategoria | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
|----------------|-------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Ennen käyttöä | A1-A3 | Tuotteiden valmistus | 6,3 | 7,6 | 7,9 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | A4 | Kuljetus työmaalle | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | A5 | Rakennustuotteiden työmaahävikki | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | A5-YM | Uudisrakennustyömaan toiminnot | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| Käytön aikana | B4 | Rakennustuotteiden vaihdot | 1,1 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | B6 | Energian käyttö | 17,5 | 14,2 | 13,0 | 13,0 | 12,0 | 11,4 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| Käytön jälkeen | C1 | Purkutyöt | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | C2 | Kuljetukset käsittelyyn | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | C3 | Jätteenkäsittely | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| | C4 | Loppusijoitus | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| A-C | | Hiilijalanjälki yhteensä | 28,1 | 27,3 | 26,4 | 23,2 | 22,5 | 21,8 | kgCO₂e/m²/a |

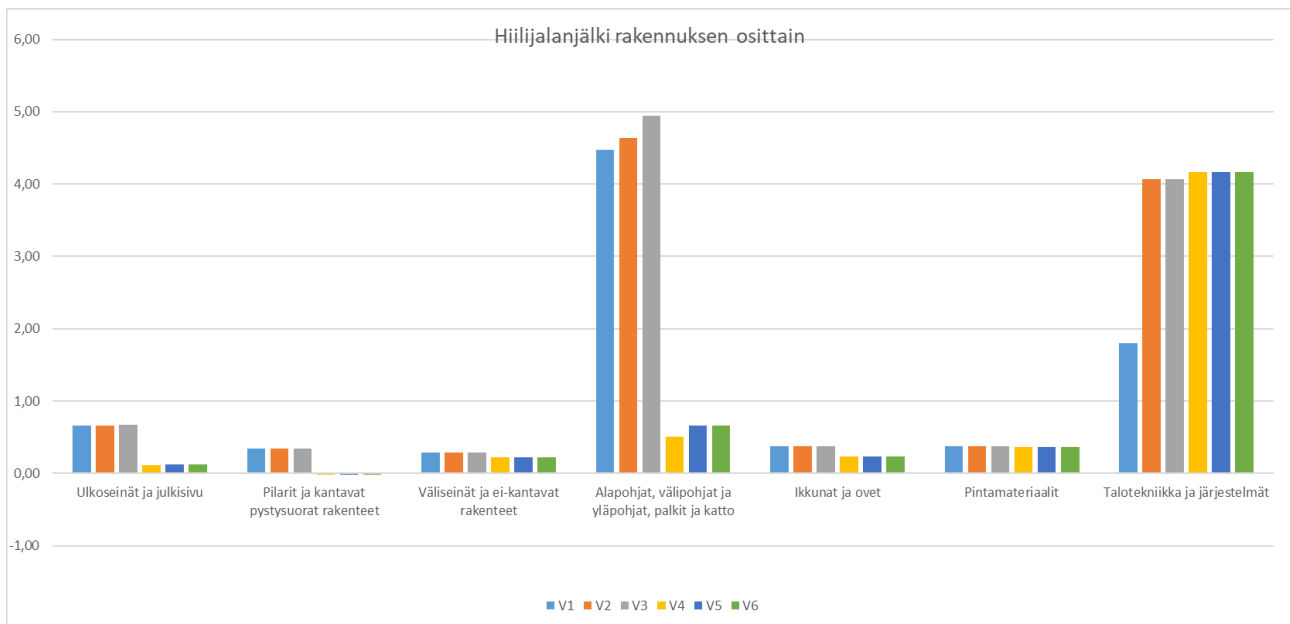
Taulukko 8. Elinkaarilaskennan tulokset versioittain.

Kokonaishiilijalanjälki vaihtelee version yksi 2,79 miljoonasta kilosta hiilidioksidiekvivalenttia version kuusi 2,17 miljoonaan kiloon hiilidioksidiekvivalenttia. Energiatehokkuuden ja rakenne- sekä runkoratkaisujen optimoinneilla vähähiiliseksi saavutetaan versioiden välille parhaimmillaan noin 22 prosentin päästöjen väheneminen kaikkiin päästöihin. Kaikkein isoimman vaikutuksen versioiden välillä saavutettiin puurunkoon ja vähähiilisiin ratkaisuihin siirtymällä (versio 3 vs. 4), kun materiaalisidonnaiset päästöt laskevat 23,8 prosenttia. Tuloksista voidaan myös havaita, että vaikka rakennuksen tehokkaampi eristäminen lisää materiaalien menekkiä, laskee se kuitenkin elinkaaren päästöjä, koska energiankulutus pienenee (versiot 2 vs. 3, 4 vs. 5).



Taulukko 9. Elinkaarilaskennan tulokset vaiheittain.

Kuvaajista huomataan, että puurunkoisissa versioissa (4-6) elinkaaren vaihe A1-A3 on reilusti pienempi verrattuna betonirunkoisiin vaihtoehtoihin. Ero johtuu muun muassa siitä, että laskentamenetelmän mukaisesti puurakennusosissa eloperäinen hiili laske-
taan elinkaaren alkuun (vaihe A1-A3) pienentämään päästöjä negatiivisena päästönä, kun taas rakennuksen elinkaaren lopussa positiivisena (vaihe C3). Toisaalta A1-A3 vai-
heet ovat pienemmät myös vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen ja vähähiilisten materi-
aalien johdosta. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennustarvikkeet, joissa on korkea osuus
kierrätettyjä raaka-aineita.



Taulukko 10. Elinkaarilaskennan tulokset rakennuksen osittain.

Rakennusosittain tarkasteltuna isoimmat erot versioiden välillä muodostuvat lähinnä siirtyessä puurunkoon ja vähähiilisiin materiaaleihin. Talotekniikan päästöt ovat ensimmäisessä versiossa pienemmät, koska siinä ei ole mukana aurinkopaneelijärjestelmää kuten muissa. Aurinkopaneelijärjestelmä on hiilidioksidipäästöjen kannalta ristiriitainen. Toisaalta paneelit tuottavat sähköä ja vähentävät ostettavan energian tarvetta ja sitä kautta päästöjä. Kuitenkin toisaalta paneelien valmistaminen on niin päästöintensii- vistä, että hyötyä elinkaaren aikana ei kerry päästöjen näkökulmasta. Aurinkopaneelien päästöjä kasvattaa myös se, että paneelien käyttöikä ei kata rakennuksen koko 50 vuoden käyttöikä, vaan ne joudutaan vaihtamaan kertaalleen tuona aikana. Paneelien tuottaman sähkön hyötyä pienentää myös se, että verkkosähkön päästöt laskevat tulevaisuudessa. Ikkunoiden ja ovien päästöt ovat pienemmät nelosversiosta eteen- päin, koska lasijulkisivut on korvattu versioissa puupaneloinnilla. Muuten ikkunat ja ovet ovat vastaavat kuin aiemmissa versioissa.

7.1 Hiilikädenjälki

Kohteen hiilikädenjälki muodostuu kategoriasta D1, eli uudelleenkäytöstä ja kierrätyk- sestä saatavista hyödyistä, sekä kategoriasta D4, eli biogeenisestä hiilivarastosta. Hiili- kädenjäljellä tarkoitetaan hankkeesta aiheutuvia ilmastohyötyjä, joita ei syntyisi ilman hanketta. Huomioitavaa on kuitenkin, että hiilikädenjälkeä ei vähennetä hiilijalanjäljestä [3].

| Osio | Tuloskategoria | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
|----------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| D1 | Uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt | -1,4 | -1,5 | -1,5 | -2,4 | -2,5 | -2,5 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| D3 | Ylijäävä energia | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| D4 | Hiilivarasto, biogeeninen | -0,4 | -0,5 | -0,5 | -2,8 | -2,8 | -2,8 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| D5 | Sementtipohjaisten tuotteiden hiilinielut | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | kgCO ₂ e/m ² /a |
| D | Hiilikädenjälki yhteensä | -1,77 | -1,94 | -1,96 | -5,17 | -5,31 | -5,31 | kgCO₂e/m²/a |

Taulukko 11. Hiilikädenjäljen laskennan tulokset versioittain.

Uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt muodostuvat esimerkiksi teräksen kierrätyspotentiaalista käytön jälkeen tai materiaalien polttamisesta energian tuottamiseksi. Biogeeninen hiilivarasto tarkoittaa eloperäisiin tuotteisiin, eli tässä puutuotteisiin, yhteyttämässä sitoutunutta hiiltä.

7.2 Kriittinen tarkastelu ja parannusehdotukset

Arvioinnissa on pyritty korkeaan tarkkuuteen, mutta arviointi sisältää monia manuaalisia työvaiheita, joten inhimillisten virheiden mahdollisuus on olemassa. Monessa kohtaa arvioinnin laatu nojaa arvioijien ammattitaitoon ja lähtötietoihin. Optimaalisessa tilanteessa arviointi kannattaisi tehdä tietomallien avulla (ARK/RAK/LVIS) jolloin määrälaskenta ja geometrioiden hahmottaminen on tehokkaampaa verrattuna 2d -dokumenttien pohjalta tehtyyn arviointiin.

One Click LCA:n oma luotettavuuden arvioija LCA Checker antoi laskennalle parhaan arvosanan A. Huomautettavaa tarkastusohjelmalla oli bitumivedeneristeiden määräästä, joka tarkastettiin oikeaksi. Lisäksi ohjelma huomautti perustusten ja rakennuksen ulkopuolisten alueiden materiaalien määrän olevan normaalia matalampi, joka johtuu siitä, että rakennuspaikan rakennusosat eivät ole mukana varsinaisen rakennuksen arvioinnissa.

Energiasimulointien tulokset perustuvat osittain arvioihin eivätkä välttämättä vastaa rakennuksen todellista energiankulutusta. Tulokset on pyritty määrittämään mahdollisimman tarkasti alkuperäisen energiankulutuksen pohjalta. Energiasimuloinnissa

puuttuvat tiedot on pyritty määrittämään rakennusmääräysten mukaisesti, arvioimalla tai käyttäen simulointiohjelman vakioarvoja.

Arvioinnissa onnistuttiin saamaan yli viidenneksen päästövähennys alkuperäiseen tilanteeseen nähden. Vaihtoehtoisissa skenaarioissakin nojattiin pitkälti alkuperäisten suunnitelmien pinta-ala- ja materiaalitietoihin ja käännettiin ne mahdollisimman päästötehokkaiksi. Tehokkainta olisi määrittää vähähiilisyystavoitteet jo projektin mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Aivan jokaista mahdollista päästövähennystoimenpidettä ei arvioitu, esimerkiksi ovia, ikkunoita, rakennukseen kiinteästi liittyviä katoksia ja pintamateriaaleja ei muutettu alkuperäisistä suunnitelmista poikkeavaksi. Oletettavasti edellä mainittuja optimoimalla voisi saavuttaa vielä pieniä päästövähennyksiä. Esimerkiksi puurungolla kohdetta arvioitaessa geometria on pyritty pitämään mahdollisimman alkuperäisenä, vaikka todellisuudessa hanke kannattaisi kuitenkin suunnitella alusta alkaen puurungolle huomioiden materiaalin heikkoudet ja vahvuudet.

Materiaalit kehittyvät jatkuvasti ja uusia vähäpäästöisempiä materiaaleja kehitetään ja julkaistaan lisääntyvällä tahdilla. Nyt pyrittiin arvioinnissa valitsemaan sellaisia rakenneratkaisuja ja materiaaleja, joita on saatavilla yleisesti. Esimerkiksi vähähiilistä betonia ei otettu arviointiin mukaan, koska sen saatavuus Itä-Suomessa on vielä epävarmaa, vaikka sillä voisikin esimerkiksi laajassa betonialapohjassa saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä.

Lähteet

- [1] Ympäristöministeriö. (2021). Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachm entId=15860>.
- [2] Syke. (2021). Rakentamisen päästötietokanta. <https://co2data.fi/>.
- [3] Helen. (2022). Aurinkopaneelien hankintaopas. https://www.helen.fi/globalassets/aurinko/aurinkopaneeleiden_hankintaopas.pdf.

Liitteet

Liite 1. Keskimääräiset rauditusmäärät

| Betonirakennusosa tai elementti | Rauditusmäärien kuutiokohtaiset määrät 1. harjateräkset+ rauditusverkko kg/m ³ 2. kiinnitysosat kg/m ³ 3. kaikki yhteensä kg/m ³ |
|--|--|
| Alapohjat | 1. 26-55 kg/m ³ , keskiarvo 40 kg/m ³ 2. 0-4 kg/m ³ 3. 26-55 kg/m ³ , keskiarvo 41 kg/m ³ |
| Välipohjat, ontelolaataston pintavalut | 1. 48-52 kg/m ³ , keskiarvo 50 kg/m ³ 2. 0-17 kg/m ³ , keskiarvo 9 kg/m ³ |
| Välipohjat, ontelolaataston sauma- ja ripustusrauditus | 1. 6-8 kg/m ³ , keskiarvo 6 kg/m ³ 2. 0 kg/m ³ 3. 6-8 kg/m ³ , keskiarvo 6 kg/m ³ |
| Antura+anturakaulat | 1. 18-37 kg/m ³ , keskiarvo 26 kg/m ³ 2. 0-1 kg/m ³ , keskiarvo 0 kg/m ³ 3. 18-37 kg/m ³ , keskiarvo 26 kg/m ³ |
| Sokkelielementit (an/sn), ulkokuori | 1. 27-41 kg/m ³ , keskiarvo 37 kg/m ³ 2. 0-12 kg/m ³ , keskiarvo 4 kg/m ³ 3. 29-58 kg/m ³ , keskiarvo 42 kg/m ³ |
| Sokkelielementit (an/sn), sisäkuori | 1. 27-96 kg/m ³ , keskiarvo 60 kg/m ³ 2. 0-14 kg/m ³ , keskiarvo 8 kg/m ³ 3. 32-103 kg/m ³ , keskiarvo 67 kg/m ³ |
| Us-elementti (sk), sisäkuori | 1. 92-100 kg/m ³ , keskiarvo 96 kg/m ³ 2. 6-10 kg/m ³ , keskiarvo 8 kg/m ³ 3. 102-106 kg/m ³ , keskiarvo 104 kg/m ³ |
| Väliseinäelementit (v) | 1. 50-80 kg/m ³ , keskiarvo 66 kg/m ³ 2. 5-13 kg/m ³ , keskiarvo 8 kg/m ³ 3. 54-86 kg/m ³ , keskiarvo 74 kg/m ³ |
| Pilarit-ele (p) | 1. 155-232 kg/m ³ , keskiarvo 187 kg/m ³ 2. 38-121 kg/m ³ , keskiarvo 78 kg/m ³ 3. 213-353 kg/m ³ , keskiarvo 265 kg/m ³ |
| Ruutuelementti/julkisivuelementti (ei kantava) (r/rt) | 1. 41-50 kg/m ³ , keskiarvo 46 kg/m ³ 2. 9-13 kg/m ³ , keskiarvo 11 kg/m ³ 3. 55-60 kg/m ³ , keskiarvo 57 kg/m ³ |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Ruutuelementti (kantava) (s) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 37 kg/m³ 2. 9 kg/m³ 3. 46 kg/m³ |
| Sisäkuorielementti (ei kantava) (rk) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 58 g/m³ 2. 13 kg/m³ 3. 70 kg/m³ |
| Paikallavaluseinät tb (b=200 mm) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 69 kg/m³ 2. 0 kg/m³ 3. 69 kg/m³ |
| Väestönsuoja seinät (vss) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 57-130 kg/m³, keskiarvo 87 kg/m³ 2. 0 kg/m³ 3. 57-130 kg/m³, keskiarvo 87 kg/m³ |
| Väestönsuoja alapohja (vss) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 36- 64 kg/m², keskiarvo 46 kg/m³ 2. 0 kg/m³ 3. 36- 64 kg/m², keskiarvo 46 kg/m³ |
| Väestönsuoja holvi (vss) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 64-148 kg/m³, keskiarvo 113 kg/m³ 2. 0 kg/m³ 3. 64-148 kg/m³, keskiarvo 113 kg/m³ |

Liite 2. Käytetyt tietolähteet

| Tietolähde | Tekniset ominaisuudet | Tuote | Valmistaja | EPD-ohjelma | EPD:n numero | Tietolähde | Standardi | Verifiointi | Vuosi | Maa | Päästöluokitus | Tiheys | Tuoteryhmä ja -lajit | Huomiot PCR:stä |
|---|---|---------------------------|---------------------|---------------|--------------------------|---|--------------------------|---|-------|---------|----------------|--------|--|-------------------|
| Akustikkalevy, lasivilla | 40 mm, 3.933 kg/m ² , sound adsorption class A | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | - | - | - |
| Aluminium frame glass door | 33.15 kg/m ² | DS 075 | SOCOMAL SAS | ift Rosenheim | M-EPD-HAT-34.001 | HUECK Aluminiumtöten DS 075, DS 090, Lava | EN 15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen) | 2018 | germany | GaBI | - | PCR Teil A PCR-V 0.2:2018 und Türen und Tore PCR-TT-2.1:2018. | Only with EN15804 |
| Aurinkopaneeli | 1.6 m ² /panel, 19.5 kg/unit | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | - | - | - |
| Betoniparieliementti | 380x380 mm, 359 kg/m | | Betoniteollisuus | | - | EPD FILARIELEME NTTI 280X280 MM, 380X380 MM, 480X480 MM, 580X580 MM | EN 15804+A1 | Itse julkistettu | 2021 | finland | ecoinvent | - | EN15804+A1 | - |
| Betoniparieliementti | 480x480 mm, 572 kg/m | | Betoniteollisuus | | - | EPD FILARIELEME NTTI 280X280 MM, 380X380 MM, 480X480 MM, 580X580 MM | EN 15804+A1 | Itse julkistettu | 2021 | finland | ecoinvent | - | EN15804+A1 | - |
| Bitumikermit e, alustakermi TL2/TL3 | TL2/TL3, 1833 kg/m ³ | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 1833.0 | - | - |
| Bitumikermit e, pintakermi TL2 | TL2, 1389 kg/m ³ | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 1389.0 | - | - |
| Bitumikermit e, pintakermi TL2 | TL2, 1389 kg/m ³ | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 1389.0 | - | - |
| Cement bound terrazzo paving cast-in-place | 41.92 kg/m ² | Lykke | Herrljunga Terrazzo | EPD Norge | NEPD-3153-1797-EN | EPD Herrljunga Terrazzo, HT - Lykke (ver2-111021) | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2021 | sweden | ecoinvent | - | NPCR 009:2018 Part B for Technical - Chemical products in the building and construction industry | Only with EN15804 |
| Dispersion-based adhesives and resins | Class A, 1.0-1.5 kg/l | | FEICA | IBU | EPD-FEI-20160084-IBG1-EN | EPD Dispersion-based products, Class A, FEICA - Association of the European Adhesive and Sealant Industry | EN 15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen) | 2016 | europa | GaBI | 1250.0 | PCR Coatings with organic binders, 07/2014 | Only with EN15804 |
| Dispersion-based adhesives and resins, solvent-free | 1.0-1.5 kg/l | | FEICA | IBU | EPD-FEI-20160086-IBG1-EN | EPD Dispersion-based products, solvent-free FEICA - Association of the European Adhesive and Sealant Industry | EN 15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen) | 2016 | europa | GaBI | 1250.0 | PCR Coatings with organic binders, 07/2014 | Only with EN15804 |
| Epoksi maali, lattamaali sisäkäyttöön | 1.6 kg/l, 6-7 m ² /l | | | SYKE | - | SYKE, CO ₂ data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN 15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 1600.0 | - | - |
| EPS insulation panels | L = 0.031-0.036 W /mK, 20-1000 mm, 15-23 kg/m ³ , Lambda=0.031 W/(m.K) | Styroplast EPS insulation | Styroplast Oy | RTS | RTS_114_21 | EPD STYROPLAST EPS INSULATION | EN 15804+A1, EN 15804+A2 | Kolmannen osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen) | 2021 | finland | ecoinvent | 15.0 | RTS PCR (English version 26.8.2020) | Only with EN15804 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|---|------------|---|------|--|--------------------|------------------------|---|----------------------|
| EPS-eriste | L = 0.031 W/mK, R = 1 Km2/W, 31 mm, 16 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021- 06-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 16.0 | - | - |
| Glass wool acoustic ceiling panel | 40 mm, 2.6 kg/m2 | Master A | Ecophon (2022) | International EPD System | S-P-03224 rev.1 | EPD for Ecophon MasterTM | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2022 | sweden, denmark, poland, finland | ecoinvent, GaBi | | PCR 2012:01 Construction products and construction services (version 2.32 dated 2020-07- 01) | Only with EN15804 |
| Glass wool insulation | 35 mm, 1575 g/m2, 45 kg/m3, Lambda=0.035 W/(m.K) | ISOVER OL-E- 33 | Saint-Gobain Finland | EPD Norge | NEPD-1941- 862-EN | EPD ISOVER OL-E-33 Saint- Gobain Finland Oy / ISOVER | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | ecoinvent | 44.9999999999 99999 | NPCR 012:2018 Part B for Thermal Insulation products | Only with EN15804 |
| Glass wool insulation, with glass fiber facing | 31 mm, 1953 g/m2, 63 kg/m3, Lambda=0.031 W/(m.K) | ISOVER Facade | Saint-Gobain Finland | EPD Norge | NEPD-1942- 861-EN | EPD ISOVER Facade Saint- Gobain Finland Oy / ISOVER | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | ecoinvent | 63.0 | NPCR 012:2018 Part B for Thermal Insulation products | Only with EN15804 |
| Glass wool insulation, with glass fiber facing | 37 mm, R = 1.0 m2KW, 4.625 kg/m2, 125 kg/m3, Lambda=0.037 W/(m.K) | ISOVER OL_TOP | Saint-Gobain Finland | EPD Norge | NEPD-1967- 869-EN | EPD ISOVER OL_TOP Saint- Gobain Finland Oy / ISOVER | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | ecoinvent | 125.0 | NPCR 012:2018 Part B for Thermal Insulation products | Only with EN15804 |
| Hot-dip galvanised steel gratings | | | Weland AB | International EPD System | S-P-03672 | EPD VARMFÖRZIN KADE STÅLPRODU KTER GALLERDUR K, RAMPER, RÄCKEN & TRAPPOR From: Cipitani Profitali SRL | EN15804+A2 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2021 | sweden | ecoinvent | 7850.0 | PCR 2019:14 – Construction products v1.1, 2020-09-14 | Only with EN15804 |
| Hot-dip galvanised steel ramps | | | Weland AB | International EPD System | S-P-03672 | EPD VARMFÖRZIN KADE STÅLPRODU KTER GALLERDUR K, RAMPER, RÄCKEN & TRAPPOR From: Cipitani Profitali SRL | EN15804+A2 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2021 | sweden | ecoinvent | 7850.0 | PCR 2019:14 – Construction products v1.1, 2020-09-14 | Only with EN15804 |
| Hot-dip galvanised steel stairs | | | Weland AB | International EPD System | S-P-03672 | EPD VARMFÖRZIN KADE STÅLPRODU KTER GALLERDUR K, RAMPER, RÄCKEN & TRAPPOR From: Cipitani Profitali SRL | EN15804+A2 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2021 | sweden | ecoinvent | 7850.0 | PCR 2019:14 – Construction products v1.1, 2020-09-14 | Only with EN15804 |
| Höylätavara | 474 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021- 06-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 474.0 | - | - |
| Höyrynsulku, PE | 0.2 mm, 0.40 kg/m, 925 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021- 06-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 925.0 | - | - |
| Jännebetonipal kkl | 680 x 380 mm, 656 kg/m | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021- 06-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | | - | - |
| Kaukolämpö, Suomi, hyödynjakome netelmä (2022- 2071, 50v käyttökä) | | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2022 | finland | - | | - | - |
| Kerrannaisilma tu villupuu GLVL | 510 kg/m3, moisture content at delivery 10% | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021- 06-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioitunut | 2020 | finland | - | 510.0 | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------|------|-----------|--|---|------------|---|------|---------|-----------|----------|--|
| Kiinteä lasiikkisvu alumiinikehyksellä | 36.5 kg/m ² | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| Kipsi-kartonkilevy sisäkäyttöön | 670 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 670.0 | - |
| Kipsi-kartonkilevy, erikokkova | 875 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 875.0 | - |
| Kipsi-kartonkilevy, tuulensuojalevy | 745 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 745.0 | - |
| Kipsilevy | 12.5 mm, 9.90 kg/m ² , 792 kg/m ³ | Gyproc GEK 13 ERIKOISKOVA A – Impact Board | Saint Gobain | RTS | RTS_25_19 | | EPD Gyproc GEK 13 ERIKOISKOVA – Impact Board | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen verifioima (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | ecoinvent | 792.0 | RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016) Only with EN15804 |
| Kivivälikerste kattolin, theys 63 kg/m ³ | L = 0.038 W/mK, R = 1 m ² KW, 38 mm, 63 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 63.0 | - |
| Kivivälikerste, ylehen | L = 0.036W/mK, R = 1 m ² KW, 36 mm, 29.5 theys 29,5 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 29.touko | - |
| Kutusementtilevy | 10 mm, 1300 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 1300.0 | - |
| Laakaovi, per m ² | 100 cm x 210 cm x 4 cm, 26 kg/unit | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| Lasinen väliseinä alumiinikehyksellä, per m ² | 240 cm x 270 cm x 1.038 cm, 110 kg/unit | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| LVL, villupuu, pilar- ja palkkirakenteisiin | 510 kg/m ³ , moisture content at delivery 10% | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 510.0 | - |
| Metallinen paloovi, per m ² | 99 cm x 210 cm x 10 cm, 60 kg/unit | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| Muu myymälätalo - talotekniikan keskitarvo per m ² | A1-A3 | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| Muurausiaasi | 15 mm | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | - | - |
| Ohutlevyprofiili, teräsrakenteita, sinkitty | 7850 kg/m ³ | | | SYKE | - | | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti verifioidut | 2020 | finland | - | 7850.0 | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|----------------------|-----------|----------------------------|--|------------|--|------|---------|-----------|--------|---|--------------------|
| Palokipsilevy | 15 mm, 12.8 kg/m ² , 853 kg/m ³ | Gyproc GFL 15 Fire Line | Saint Gobain | RTS | RTS_34_19 | EPD Gyproc GFL 15 Fire Line - Fire board | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifiorma (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | ecoinvert | 853.0 | RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016) | Only with EN15804 |
| Potettu tili, punainen | | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | finland | - | - | - | - |
| Ready-mix concrete, Finnish average | C30/37, 2363 kg/m ³ | | Valmistettu Suomessa | - | - | EPD VALMISBETONI NORMAALISTI KOVETTUVA RAKENNEBETONI C30/37, SÄÄNKESTÄVÄ RAKENNEBETONI C30/37 XF1, NORMAALISTI KOVETTUVA RAKENNEBETONI C25/30 JA VÄHÄHIILINEN RAKENNEBETONI C25/30 | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifiorma (ISO 14025 mukainen) | 2021 | finland | ecoinvert | 2363.0 | RTS PCR menetelmäohjeita (1.6.2020) | Only with ISO14025 |
| Ready-mix concrete, Finnish average | C25/30, 2353 kg/m ³ | | Valmistettu Suomessa | - | - | EPD VALMISBETONI NORMAALISTI KOVETTUVA RAKENNEBETONI C30/37, SÄÄNKESTÄVÄ RAKENNEBETONI C30/37 XF1, NORMAALISTI KOVETTUVA RAKENNEBETONI C25/30 JA VÄHÄHIILINEN RAKENNEBETONI C25/30 | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifiorma (ISO 14025 mukainen) | 2021 | finland | ecoinvert | 2353.0 | RTS PCR menetelmäohjeita (1.6.2020) | Only with ISO14025 |
| Resilient vinyl flooring, planks, tiles and sheets | 2 mm, 3.18 kg/m ² | Enomer Zero Sheet, Zero Tile, Xpression, Kahrs LT Enomer | Upofloor | IBU | EPD-UJOY-200190081-CBC1-EN | EPD Enomer 2 mm product range by Kahrs Zero Sheet, Zero Tile, Xpression, Kahrs LT Enomer | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifiorma (ISO 14025 mukainen) | 2019 | finland | GalBI | | PCR Floor coverings, 02/2018 | Only with EN15804 |
| Ripalaatta, TT-laatta | C50/60, 360 kg/m ² | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | finland | - | - | - | - |
| Rock wool insulation | L=0.036 W/mK, R=1 m ² K/W (36 mm), 70-220 mm, 27.8 kg/m ³ | | Paroc | EPD Norge | NEPD-2582-1308-EN | EPD PAROC NATURA Stone Wool Thermal Insulation | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifiorma (ISO 14025 mukainen) | 2020 | finland | ecoinvert | 27.8 | NPCR 012:2018 version 2, Part B for Thermal Insulation products | Only with EN15804 |
| Sahalavara | 474 kg/m ³ | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | finland | - | 474.0 | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------------------------|---------------|------------------------------------|--|------------|---|--------|-----------------|-----------|---|--|-------------------|
| Sandwich panel, with double steel facing and PIR insulation | L = 0.022 W/mK, 100 mm, 11.0 kg/m2, Lambda=0.022 W/(m.K) | SP2B E-PIR, SP2B E-PIR ENERGY, SP2B E-PIR B, SP2B E-PIR B ENERGY, SP2E E-PIR B, SP2E E-PIR B ENERGY, SP2B E-PIRE, SP2B E-PIRE ENERGY, SP2E E-PIRE, SP2E E-PIRE B, SP2B X-PIR, SP2B X-PIR ENERGY, SP2D X-PIR and SP2D X-PIR ENERGY | Ruukki | RTS | RTS_50_20 | EPD Sandwich panels with PIR insulation core | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2020 14025 mukainen) | poland | ecoinvent | 97.5 | RTS PCR 14.6.2018 RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr. PT 18 RT EPD Committee. (English version) | Only with EN15804 | |
| Sandwich-elementti, teräs, PIR-eriste | 100 - 160 mm, 38 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertioidut | 2020 | finland | - | 38.0 | - | - |
| Solvent-free polyurethane-based reactive resin | 1.00 - 1.45 g/cm3, | MasterTop BC 325N, MasterTop BC 325NFLR, MasterTop BC 327FLR, MasterTop BC 361N, MasterTop BC 375N, MasterTop BC 375NAS | BASF Construction Chemicals Europe AG | IBU | EPD-BAS-20130093-IBE1-DE | Oekobau.dat 2017-1, EPD Master Builders Solutions from BASF MasterTop BC 325N MasterTop BC 325NFLR MasterTop BC 327FLR MasterTop BC 361N MasterTop BC 375N MasterTop BC 375NAS | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2013 14025 mukainen) | 2013 | germany | GaBi | | PCR Reaktionsharz produkte, 10/2012 | Only with EN15804 |
| Sora ja hiekka | 1500 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertioidut | 2020 | finland | - | 1500.0 | - | - |
| Steel frame window | 44.82kg/m2, Uw=1.6 W/m2K | | UNION DES METALLIERS | INIES | INIES_CFEN2 0191210_1217 18, 12992 | FDES | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2019 14025 mukainen) | 2019 | france | ecoinvent | | EN15804+A1 | EN15804+A1 |
| Steel roller shutters | 23.4 kg/m2 | Rolltore SB, Rolltore TGT, Rolltore DD | Hörmann KG Dissen | ift Rosenheim | EPD-RR-0.4.1 | EPD Rolltore und Rolllüfter Rolltore und Rolllüfter aus Stahl oder Aluminium | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2017 14025 mukainen) | 2017 | germany | GaBi | | PCR Türen und Tore – PCR-TT-1.1:2013 | Only with EN15804 |
| Stone wool insulation | 36 mm, 29.5 kg/m3, 1.06 kg/m2 (for R=1 Km2/W), Lambda=0.036 W/(m.K) | extra | Paroc | EPD Norge | NEPD-2392-1128-EN | EPD PAROC Stone Wool Thermal Insulation (extra) PAROC Building Insulation | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2020 14025 mukainen) | 2020 | sweden, finland | GaBi | 29.touko | NPCR 012:2018 Part B for Thermal Insulation products | Only with EN15804 |
| Teräsvälykattelsin ja seinin, kuumasinkitty, maalattu tai maalaamaton tai COR-TEN pinnalle | 7850 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertioidut | 2020 | finland | - | 7850.0 | - | - |
| Teräsrakenne, kantava rakenne, pinnoitettu tai COR-TEN pinta | Truss, beam, column, pile, 7850 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertioidut | 2020 | finland | - | 7850.0 | - | - |
| Teräsrudotte betonirakenteisiin | 7850 kg/m3 | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertioidut | 2020 | finland | - | 7850.0 | - | - |
| Thin steel sheet beams for joists and studs | Z, Sigma, C-shaped | | CTICM | INIES | INIES_CPOU2 0170125_1553 03, 9056 | FDES | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 2016 14025 mukainen) | 2016 | france | ecoinvent | 7850.0 | EN15804+A1 | EN15804+A1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------|---------------|-----------|---|------------------------|---|------|---------|-----------|--------|---|-------------------|
| Tuulensuojalevy | 9,5 mm, 7.10 kg/m ² , 747 kg/m ³ | Gyproc GTS 9 Tuulensuojalevy - Sheathing Board | Saint Gobain | RTS | RTS_26_19 | EPD Gyproc GTS 9 Tuulensuojalevy - Sheathing Board | EN15804+A1 | Kolmannen osapuolen vertifoima (ISO 14025 mukainen) | 2019 | Finland | ecoinvent | 747.0 | RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016) | Only with EN15804 |
| Vahvistuseräs (raudoitus), geneerinen | 100% recycled content, A615 | | One Click LCA 2022 | One Click LCA | - | One Click LCA | EN15804+A1, EN15804+A2 | Sisäisesti vertifoidut | 2022 | LOCAL | ecoinvent | 7850.0 | EN15804+A1 | - |
| Vanerit, havuvaneri, pinnotettu | 480 kg/m ³ , moisture content 8% | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | Finland | - | 480.0 | - | - |
| Verkkosähkö, Suomi, hyödynjakomietelmä (2022-2071, 50v käyttöikä) | | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2022 | Finland | - | - | - | - |
| Vesihentelien sisämaalit | 1.36 kg/l, 6 - 8 m ² | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | Finland | - | 1360.0 | - | - |
| Vesihentelien ulkomaalit | 1.3 kg/l, 6 - 8 m ² | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | Finland | - | 1300.0 | - | - |
| Väliseinäelementit | 200 mm, 493 kg/m ² | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | Finland | - | - | - | - |
| XPS-eriste | 32 kg/m ³ | | | SYKE | - | SYKE, CO2data.fi, conservative values, version 1.00.003, 2021-08-23 | EN15804+A1 | Sisäisesti vertifoidut | 2020 | Finland | - | 32.0 | - | - |