

A man with a beard and glasses, wearing a grey shirt, is leaning over a table, looking at a document. A woman with blonde hair, wearing a white top, is sitting at the table, also looking at the document. The table has several papers, a blue marker, and two yellow sticky notes. In the background, there are computer monitors and a laptop on a desk.

Hankesuunnitteluvaiheen elinkaarisuunnittelu Turun kaupungintalon peruskorjaus ja laajennus

5.11.2021

Laura Majoinen

Taru Suomalainen

Janne Jokisalo

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

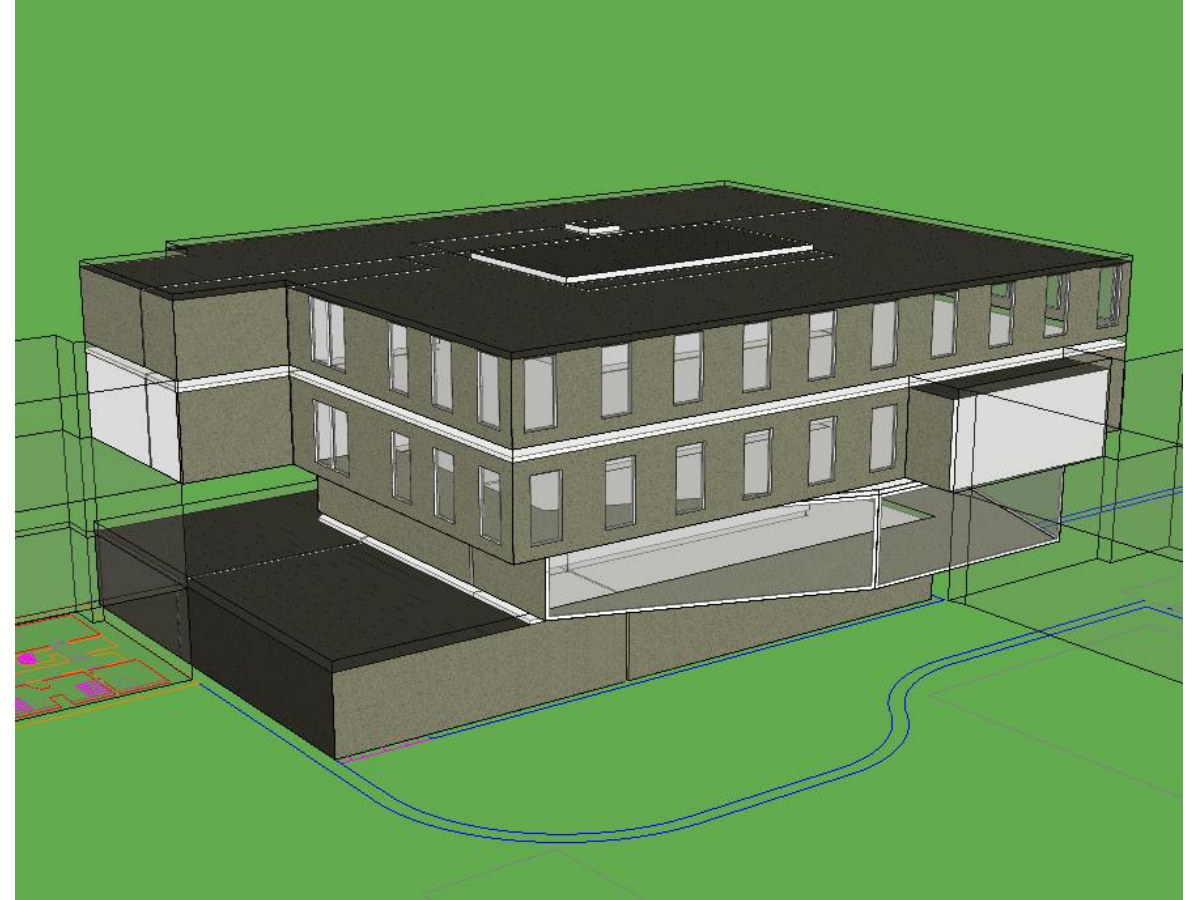
Sisällys

1. Energialaskennan tulokset: E-luku laajennus
 2. Energialaskennan tulokset: Aurinkosähkö laajennus
 3. Energialaskennan tulokset: Vesi-ilmalämpöpumppu laajennus
 4. Elinkaarikustannukset: Laajennus
 5. Kesäaikainen huonelämpötila: Laajennus
 6. Energialaskennan tulokset: Vanhat osat
 7. Hiilijalanjälki laajennus
 8. Hiilijalanjälki laajennus: vertailut
- Liite 1: Elinkaarikustannusvertailu

Energialaskennan tulokset: E-luku laajennus

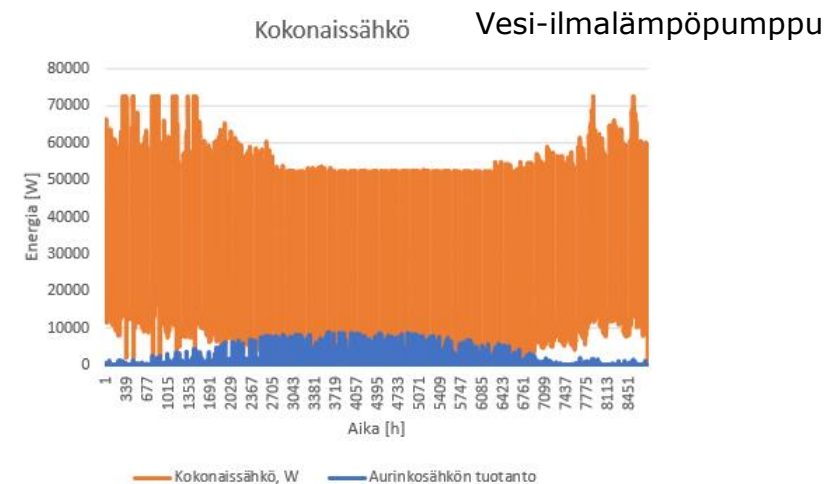
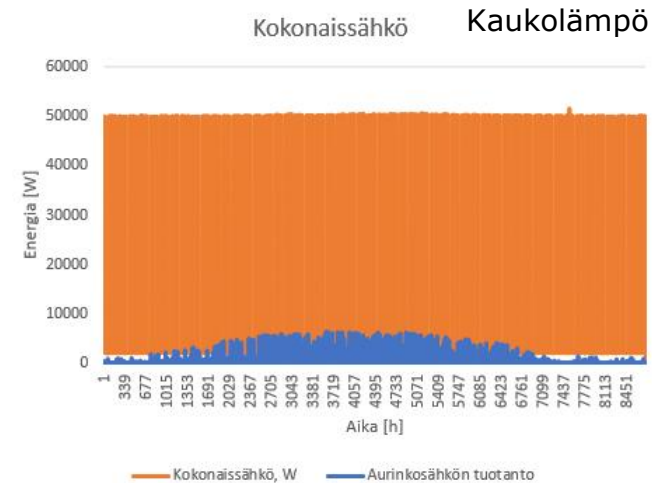
- Toimistorakennus

- E-luku määräystaso $100 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$
- RTS-luokitus asettaa tiukemman vaatimuksen rakennuksen E-luvulle
 - 2 tähteä \rightarrow E-luku $91 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$
 - 3 tähteä \rightarrow E-luku $87 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$
 - 4 tähteä \rightarrow E-luku $82 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$
- Tavanomaisilla suunnitteluarvoilla (lämmönlähde kaukolämpö) päästään juuri määräystasoon. 3 tähden vaatimukseen ($87 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$ mahdollista päästä, jos kiristetään seuraavia ratkaisuja:
 - Ikkunoiden U-arvo $0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, Valaistusteho $8 \text{ W}/\text{m}^2$, Ilmanvaihtoon tehokas LTO kaikkiin tiloihin sekä SFP-luku $1,6 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
- 4 tähden ($82 \text{ kWh}_E/\text{m}^2, \text{a}$) mahdollista päästä, jos lisätään 3 tähden ratkaisuun lisäksi rakennuksen katolle aurinkopaneeleita.



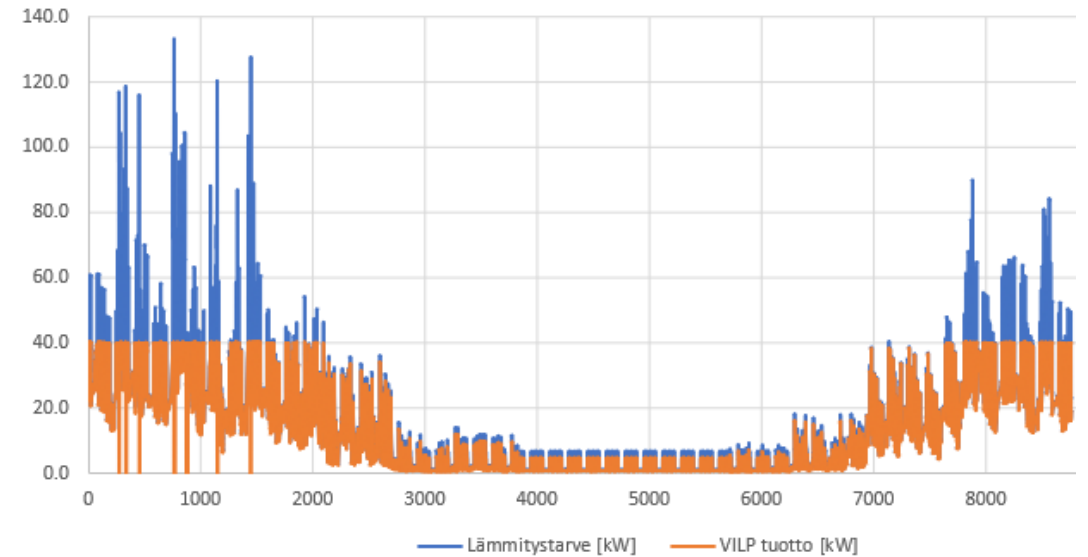
Energialaskennan tulokset: Aurinkosähkö laajennus

- Aurinkopaneelien määrään vaikuttaa lämmitysmuoto (kaukolämpö vai sähköä kuluttava VILP). Sähköstä 90 % saadaan käytettyä rakennuksissa. Ylijäämä tulee pääosin kesäviikonloppuisin, kun sähkönkulutus on rakennuksessa pientä, mutta tuotanto suurta.
- Jos kohde lämmitetään kaukolämmöllä, aurinkopaneeleita tulisi uudisosan vesikatolle noin 50 m².
 - 30 paneelia, 8 kWp
 - Tuotto 6,4 MWh, vuosi
- Jos kohde lämmitetään vesi-ilmalämpöpumpulla, aurinkopaneeleita tulisi uudisosan vesikatolle noin 70 m².
 - 42 paneelia, 11 kWp
 - Tuotto 9 MWh, vuosi



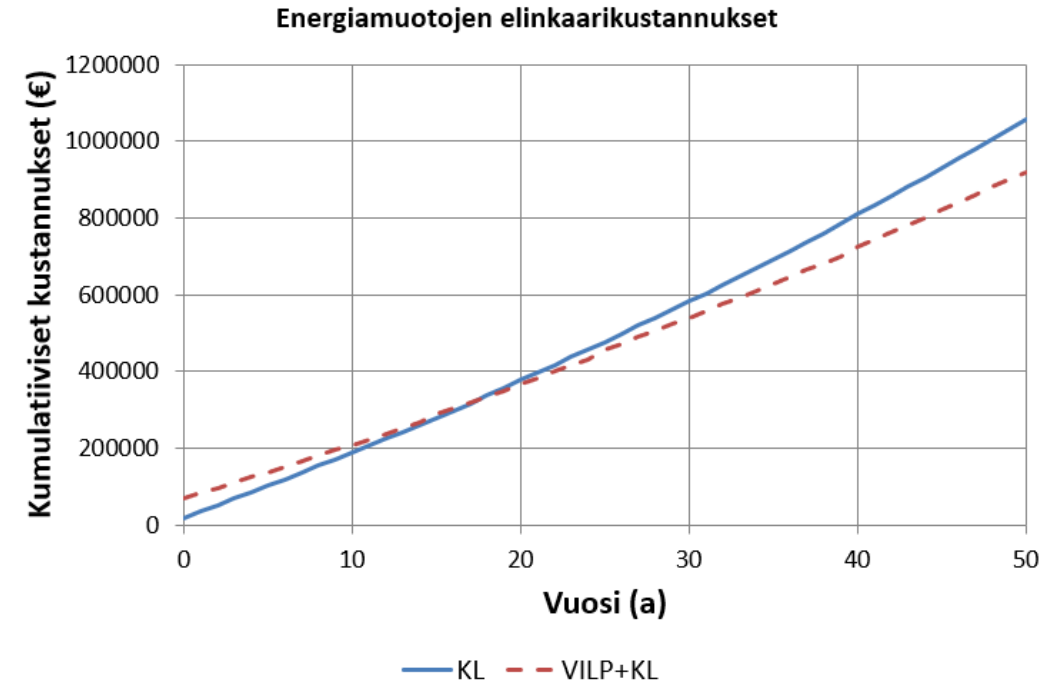
Energialaskennan tulokset: Vesi-ilmalämpöpumppu laajennus

- Kaukolämmön rinnalle on mahdollista asentaa vesi-ilmalämpöpumppu. Tällöin lämpö tuotettaisiin mahdollisuuksien mukaan ensisijaisesti vesi-ilmalämpöpumpulla.
- 40 kW tehoinen vesi-ilmalämpöpumppu noin 87% energiapeiton.
- Vesi-ilmalämpöpumpulla on vaikutus laajennuksen E-lukuun noin - 4 kWh/m²,a (energiapeitto 87%, COP 3,0).
- Vesi-ilmalämpöpumpun suunnittelussa huomioitava ulkoyksikön sijoitus ja sen äänitasot.



Elinkaarikustannukset: Laajennus

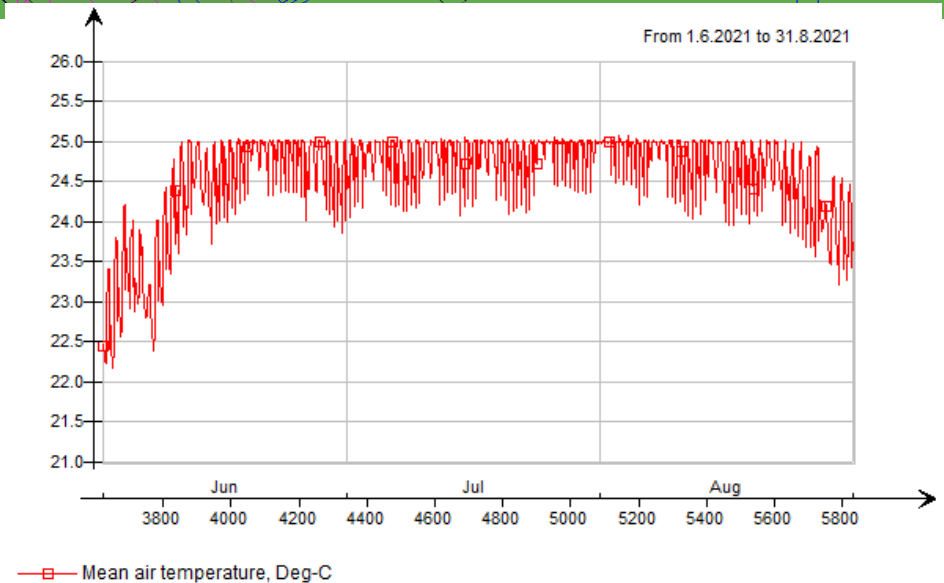
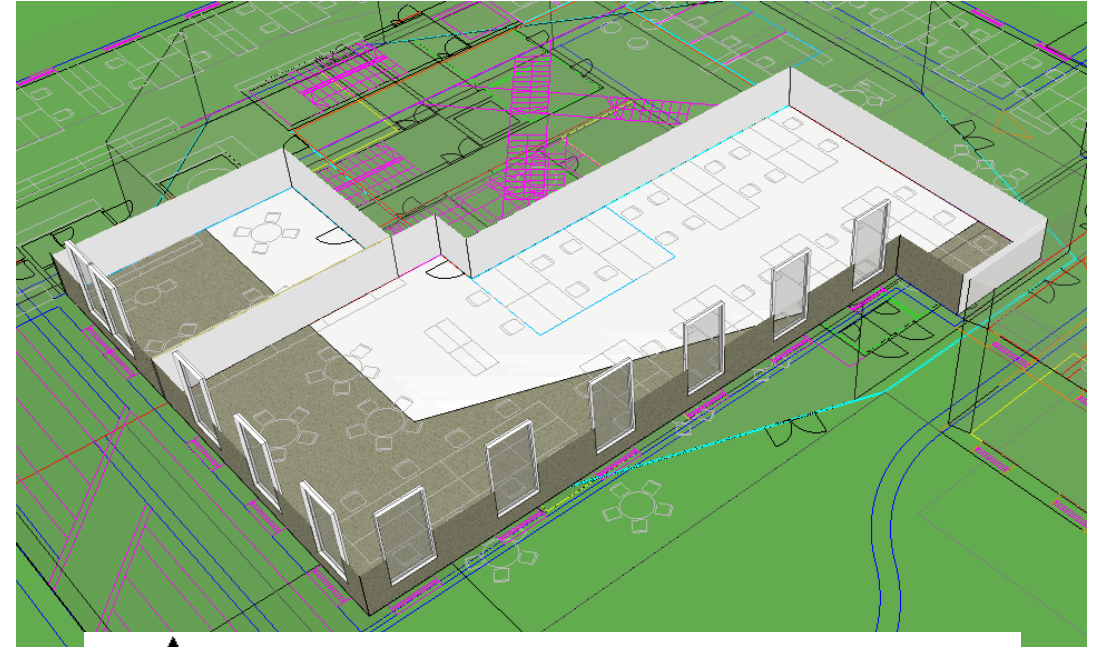
- Kohteen lämmönlähteeksi on vertailtu kahta erilaista tapausta: kaukolämpö tai vesi-ilmalämpöpumppu, jonka rinnalle on otettu kaukolämpö huipputehoja varten.
- Kaukolämmön hinnoittelutavasta johtuen kaukolämpöliittymän hinta sekä vuosittaiset tehomaksut ovat samansuuruisia molemmissa tapauksissa.
- Vesi-ilmalämpöpumpulla on suuremmat investointikustannukset kuin kaukolämmöllä.
- Vesi-ilmalämpöpumpulla vuosittaiset energiakustannukset ovat pienemmät kuin pelkässä kaukolämpötapauksessa.
- Takaisinmaksuaika vesi-ilmalämpöpumpulla 17 vuotta.
- Elinkaarilaskennassa käytetyistä kustannuksista on esitetty tarkemmat tiedot liitteessä 1.



	KL	VILP + KL
Investointikustannus	20 000 €	70 000 €
Vuosittaiset energiakustannukset	15 600 €	11 900 €
Vuosittaiset muut kustannukset	500 €	1 500 €
Kokonaiskustannus elinkaaren aikana (50v)	1 057 000 €	921 000 €
Takaisinmaksuaika	-	17 vuotta

Kesäaikainen huonelämpötila

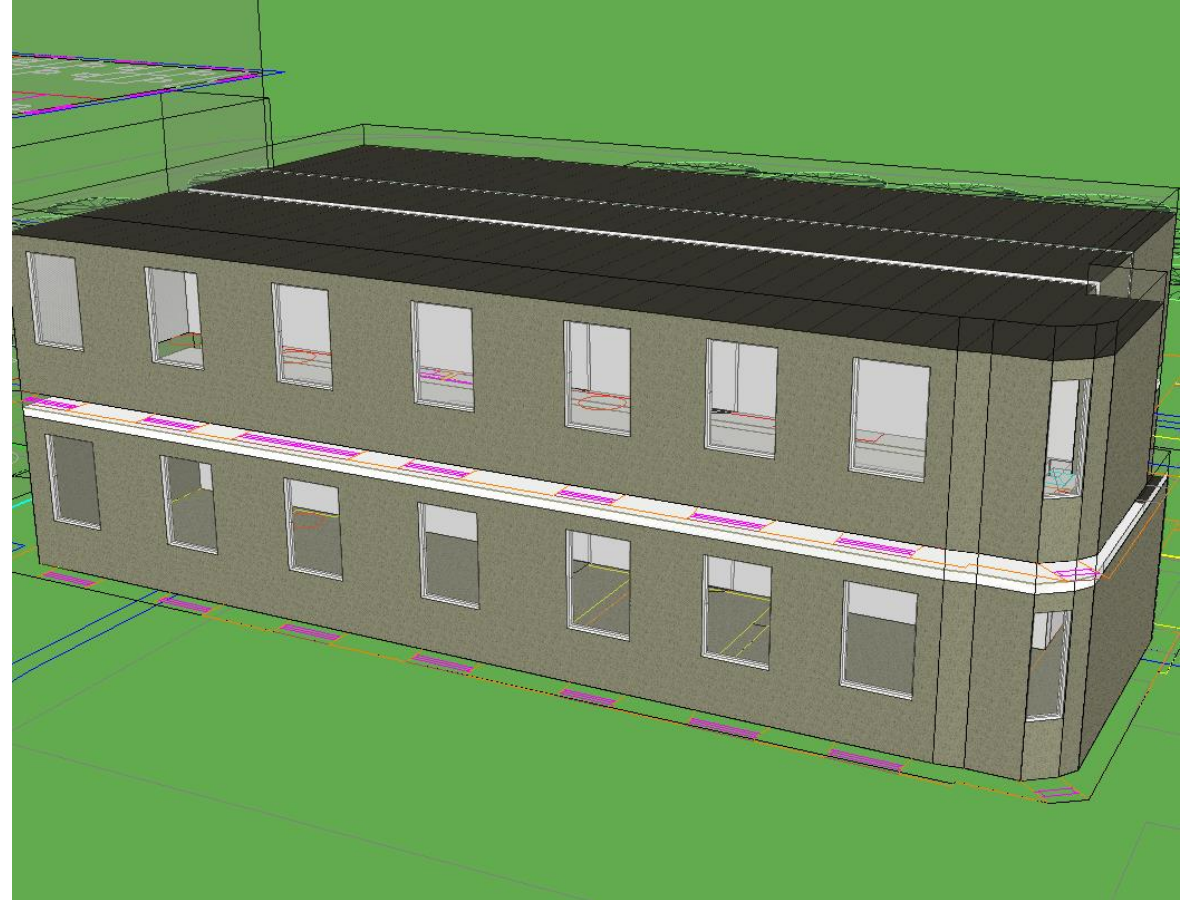
- Uudisrakentamisessa 1.6 – 31.8 välisenä aikana lämpötila ei saa ylittää toimistorakennuksessa 25 °C enemmän kuin 150 °Ch.
- Tuloilman viilennys ja tilajäähdytyslaite (teho noin 25 W/m²) riittää pitämään lämpötilan määräystenmukaisessa tasossa.
 - Ikkunoiden g-arvo 0,40
 - Sälekaihtimet lasivälissä
 - Tuloilma 2 l/s/m², 19 °C
- Kohteessa on sisäilmaluokituksen S2-luokka vaatimuksena. S2 tarkastelu on tehtävä erikseen arkkitehtisuunnitelmien tarkentuessa.



Energialaskennan tulokset: vanhat osat

- Vanhoissa rakennuksissa rakenteet ovat suojeltuja ja ainoastaan yläpohjaa pystyttäisiin mahdollisesti lisäeristämään.
- Jos yläpohjan U-arvo paranisi kaikissa rakennuksissa* lisäeristyksellä $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, olisi vuotuinen energiansäästö jopa 30 MWh vuodessa.
- Turun kaukolämmön hinnalla (keskimäärin 76 €/MWh) vuotuinen säästö olisi noin 2300 €.
- Myös lämmöntalteenoton lisääminen tuo merkittävät säästöt lämmitysenergiaan, mutta lukuja on vaikea arvioida ilman tarkempia lähtötietoja rakennusten nykytilasta.

*Mukana Aurakatu 2 siipirakennus, Aurakatu 4 ja Linnakatu 14.



Hiilijalanjälki laajennus

Hiilijalanjälkilaskenta: Menetelmä

- Hiilijalanjälkilaskenta suoritettiin uudisrakennukselle One ClickLCA –ohjelman avulla ja hyödyntäen sen CarbonDesigner – työkalua rakenteiden ja rakennusmateriaalien määrittämiseksi. Arviointijakson pituutena käytettiin 50 vuotta. Laskentamenetelmänä käytettiin soveltuvin osin Suomen Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmää (2019). Laskentaan sisälletyt osiot on esitetty seuraavalla sivulla olevassa taulukossa.
- Hiilijalanjälkilaskennassa huomioitiin YM:n menetelmän mukaisesti koko rakennuksen elinkaari oheisen taulukon mukaisesti:

Elinkaaren vaihe	Käytettävät tiedot
Ennen käyttöä	
A1–3 Tuotteiden valmistus	Hankekohtainen tieto soveltuvin osin, tarkampi sisältö erillisessä taulukossa
A4 Kuljetukset työmaalle	Taulukkoarvot
A5 Rakentaminen	Taulukkoarvot
Käytön aikana	
B3–4 Korjaukset ja vaihdot	Hankekohtainen tieto soveltuvin osin, tarkampi sisältö erillisessä taulukossa. Materiaalien käyttöikä OneClickLCA:n mukainen
B6 Energian käyttö	Hankekohtainen tieto, energialaskennan mukainen
Käytön jälkeen	
C1 Purkutyöt	Taulukkoarvot
C2 Kuljetukset käsittelyyn	Taulukkoarvot
C3 Jätteenkäsittely	Taulukkoarvot

Hiilijalanjälki- laskenta: Arviointiin sisältyvät rakennusosat

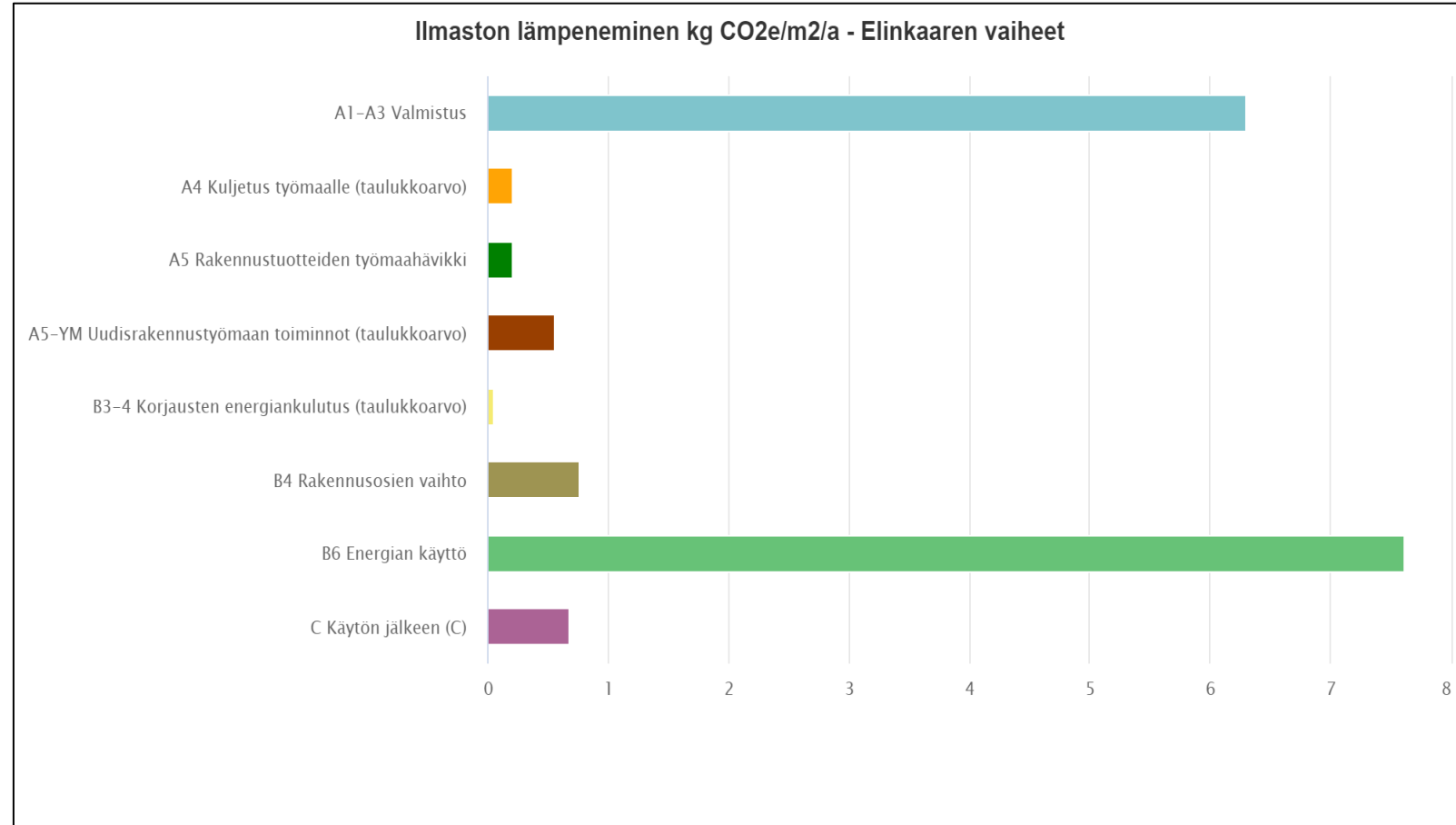
YM:n menetelmän mukaan arvioitavat rakennusosat	Sisältyy alustavaan arvioon	Alustavan arvion sisältö
Tontti		
Maatyöt	ei	
Tuennat ja vahvistukset	kyllä	Carbon Designerilla määritetty bruttopinta-alaperusteinen paalujen määräarvio
Tontin päällysteet	ei	
Tontilla olevat ulkopuoliset rakenteet perustuksineen	ei	
Kantavat rakenteet		
Rakennusten perustukset ja vedenpoisto	kyllä	Carbon Designerilla määritetty bruttopinta-alaperusteinen sokkelin ja anturoiden määräarvio
Alapohjat	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Runko		
Väestönsuojat	kyllä	Rakenteet ja määrät Carbon Designerilla
Kantavat seinät	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Pilarit	ei	
Palkit	ei	
Välipohjat	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Yläpohja	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Runkoportaat	kyllä	Rakenteet ja määrät Carbon Designerilla
Julkisivut		
Ulkoseinät	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Ikkunat	kyllä	määrät energiamallista
Ulko-ovet	kyllä	Rakenteet ja määrät Carbon Designerilla
Julkisivuvarusteet	ei	
Julkisivun lasirakenteet	ei	
Ulkotasot		
Vesikatot		
Vesikattorakenteet	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Räystäsrakenteet	ei	
Vesikatteet	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Vesikattovarusteet	ei	
Lasikattorakenteet	ei	
Kattoikkunat ja luukut	ei	
Kevyet rakenteet		
Väliseinät	kyllä	Rakenteet Carbon Designerilla ja määrät energiamallista
Lasiväliseinät	ei	
Erytisväliseinät	ei	
Kaiteet	ei	
Väliovet	ei	
Erytisovet	ei	
Tilaportaat	ei	
Pintarakenteet	ei	
Kiintokalusteet	ei	
Hormit ja tulisijat	ei	
Tilaelementit	ei	
LVI-järjestelmät	kyllä	Talotekniikan oletusarvot
Sähköjärjestelmät	kyllä	Talotekniikan oletusarvot + mahdollinen aurinkosähköjärjestelmä
25 Laiteosat		
Hissit	kyllä	arvioitu 2 kpl

Hiilijalanjälkilaskenta: Vaihtoehtotarkastelut, skenaariot ja oletukset

- Hiilijalanjälkilaskenta suoritettiin kahdelle vaihtoehtotarkastelulle:
 1. ei aurinkosähköjärjestelmää
 2. aurinkosähköjärjestelmä
- Hiilijalanjälkilaskenta suoritettiin molemmille vaihtoehdoille kahdelle eri skenaariolle, jotka olivat seuraavat:
 1. Kaukolämmön päästökerroin Suomen keskimääräinen
 2. Kaukolämmön päästökerroin Turku Energian tuotannon mukainen (lähde: Turku Energia)
- Rakennusosiin liittyvät oletukset:
 - Betonirunko, kantavat väliseinät
 - Välipohjat: ontelolaatta
 - Julkisivu: 1. kerros luonnonkiveä, muuten ohutrappaus
 - Vesikatto: peltikate
- Aurinkosähköjärjestelmän käyttöikäoletus 30 vuotta

Laajennuksen hiilijalanjälki

Elinkaaren vaihe	Tuloskategoria	Ilmaston lämpeneminen kg CO ₂ /m/a
Päästövaikutukset ennen käyttöä		7,27
A1-A3	Valmistus	6,3
A4	Kuljetus työmaalle	0,2
A5	Rakennustuotteiden työmaahävikki	0,21
A5	Uudisrakennustyömaan toiminnot	0,55
Päästövaikutukset käytön aikana		8,42
	Korjausten energiankulutus	0,04
	Rakennusosien vaihto	0,76
	Energian käyttö	7,62
Päästövaikutukset käytön jälkeen		0,67
C1	Purkutyömaan toiminnot	0,16
C2	Kuljetus jatkokäsittelyyn	0,2
C3-4	Jätteenkäsittely ja loppusijoitus	0,31
A-C	Hiilijalanjälki	16,36



Laajennuksen hiilijalanjälki, vaihtoehtojen vertailu

