

Kohde:

Kalevan lastentalon asemakaavavaihtoehtojen vertailu**2.12.2022****9.12.2022 päivitetty, korjattu Seimen pinta-ala**

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljellä tarkoitetaan kaikkia ilmastovaikutuksia, jotka syntyvät rakentamisen raaka-aineiden hankinnasta aina rakennuksen purkuun saakka.

Elinkaaren vaiheiden päästöt ilmoitetaan plusmerkkisinä ja lisäksi lasketaan hiilikädenjälki, joka esitetään miinusmerkkisenä. Hiilikädenjälkeä, joka kuvaa elinkaaren aikana syntyviä ilmastohyötyjä, ei vähennetä hiilijalanjäljestä vaan se ilmoitetaan erikseen.

**ENNEN KÄYTTÖÄ****Tuotevaihe**

- A1 Raaka-aineen hankinta
- A2 Kuljetus valmistukseen
- A3 Tuotteen valmistus

KÄYTÖN AIKANA**Rakennusvaihe**

- A4 Kuljetus työmaalle
- A5 Työmaatoiminnot

Käyttövaihe

- B4 Osien vaihdot
- B6 Energian käyttö

KÄYTÖN JÄLKEEN**Elinkaaren loppu**

- C1 Purkaminen
- C2 Kuljetukset
- C3 Purkujätteen käsittely
- C4 Purkujätteen loppusijoitus

ELINKAAREN AIKANA SYNTYVÄT ILMASTOHYÖDYT**Hiilikädenjälki**

D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys

D2 Hyödyntäminen energiana

D3 Ylimääräinen uusiutuva energia

D4 Hiilivarasto

D5 Karbonatisoituminen

Arvioinnin lähtötiedot

Arvioinnin kohteena on Tampereella sijaitseva Kalevan lastentalon kortteli, ja sille suunnitellut kolme asemakaava-vaihtoehtoa. Vaihtoehtojen hiilijalanjälkivaikutuksia on vertailtu esitettyjen luonnosten pohjalta. Laskennassa on huomioitu vain rakentamiseen ja rakennusten käyttöön liittyvät päästöt. Tontilla on kaksi peruskorjattavaa rakennusta ja vaihtoehtoisissa on vertailtu näiden säilyttämistä osittain sekä kokonaan ja uusien rakennusten rakentamista. Peruskorjausten toimenpiteet on arvioitu kuntotutkimusten pohjalta ja uudet rakennukset on arvioitu betoni-runkoisina ja tiilijulkisivuisina. Arvioinnissa on vertailtu seuraavaa kolmea vaihtoehtoa:

- VE 0** Kahden rakennuksen (Tarha ja Seimi) peruskorjaus + piha-alueen kunnostus ja muutokset
- VE 6** Suuremman rakennuksen (Tarha) peruskorjaus + pienemmän purkaminen + kaksi uutta uudisrakennusta + piha-alueen rakentaminen
- VE 11** Pienemmän rakennuksen (Seimi) peruskorjaus + suuremman rakennuksen purku + yksi uusi uudisrakennus+ piha-alueen rakentaminen



Kuva 2: VE0 havainnekuva



Kuva 1: VE6 Havainnekuva



Kuva 3: VE11 Havainnekuva

Piha-alue on kaikissa vaihtoehtoisissa yhtä suuri.

Rakennusmateriaalit on arvioitu kaavaluonnoksen ja määräysten mukaisesti, ja energiankulutukset on arvioitu siten, että uudisrakennusten E-luku on luokkaa A ja peruskorjattujen rakennusten E-luku on B. Uusiutuvan energian järjestelmiä ei ole huomioitu.

Laskennan lähtötietoina on käytetty kaavan 8576 kaava-aineistoa: luonnoksia, rakennustapaohjetta, rakennushistoriaselvityksen täydennyksiä ja kuntotutkimuksia sekä olemassa olevien rakennuksien suunnitelmia. Laskenta on suoritettu OneClick LCA -ohjelmistolla, ja arviointijaksona on käytetty 50 vuotta.

Lähtötiedot rakennuksittain

	Lämmitetty nettoala (arvioitu)	Kerrosten lukumäärä	Energiankulutus (arvioitu)
Tarharakennus	2 574	3	Kaukolämpö 162 486 kWh Sähkönkulutus 138 480 kWh
Seimirakennus	939	3	Kaukolämpö 101 273 kWh Sähkönkulutus 86 310 kWh
Uudisrakennus, VE6 mukaisesti (2 kpl)	1 996 + 1 996	4	Kaukolämpö 86 000 kWh Sähkönkulutus 105 000 kWh
Uudisrakennus, VE11 mukaisesti	3 879	4	Kaukolämpö 165 000 kWh Sähkönkulutus 205 000 kWh

Laskentamenetelmä

Käytetty laskentamenetelmä:

Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä

– menetelmästä poiketen on laskettu myös vanhojen rakennusten purkamisen päästöt

Laskennassa huomioidaan elinkaaren vaiheet A1-A3 (Tuotevaihe), A4-A5 (Rakentamisvaihe), B3-4 (Käytön-aikaiset korjaukset), B6 (Käytönaikainen energiankulutus) ja C1-4 (Elinkaaren loppu). Keskeisimmät päästöt (tuotevaihe ja energiankulutus) perustuvat tarkkoihin määrä- ja päästötietoihin

Laskennassa huomioidaan:

- Taloteknisten järjestelmien materiaalit SYKE-tietokannan taulukkoarvojen mukaan
- Kylpyhuone- ja keittiökalusteet
- Pintamateriaalit
- Materiaalipäästöt kansallisin arvoin

Laskennassa ei huomioida:

- Tontilla ja rakennuksessa olevaa kasvillisuutta
- Tontilla olevaan maaperään, kasvillisuuteen tai vesistöön kohdistuvien muutosten ilmastovaikutuksia
- Rakentamisen aikaisia väliaikaisia telineitä, suojuuksia tai työmaatiloja
- Käyttäjien liikkumisesta syntyvät päästöt
- Käyttäjien kulutuksen (muu kuin energia) synnyttämät päästöt

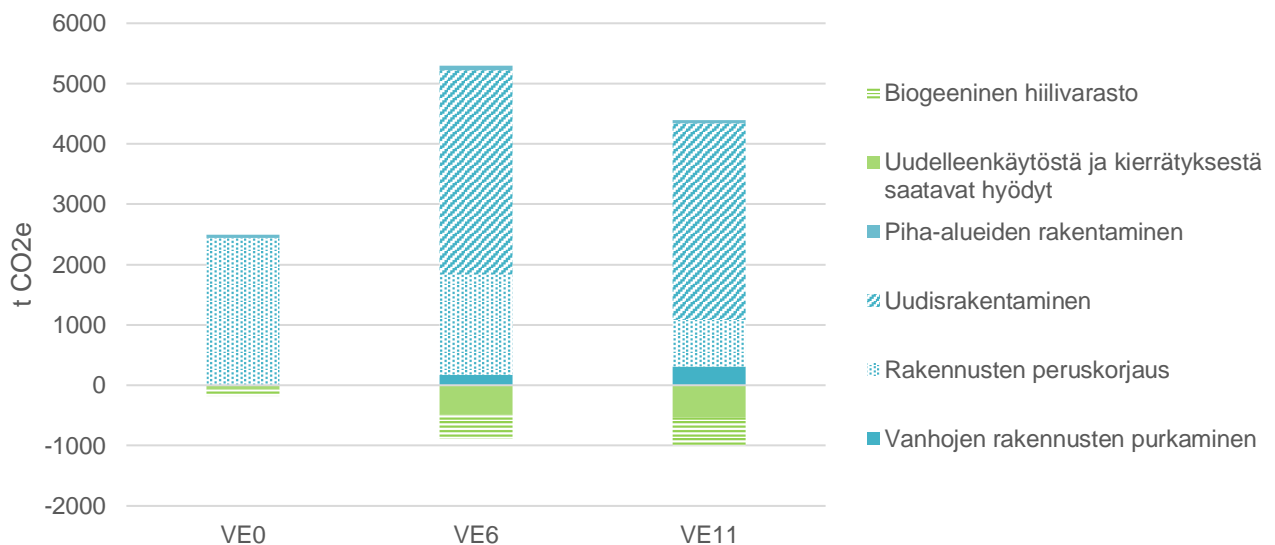
Päästöt, joille käytetty taulukko- ja oletusarvoja:

- Työmaakuljetukset (A4)
- Rakennustyömaan toiminnot (A5), peruskorjausvaihtoehdoissa huomioitu 70 % taulukkoarvosta
- Käytönaikaisen korjaustyömaan energiankulutus (B6)
- Purkamisesta, jätteensierrosta ja -käsittelystä syntyvät päästöt (C1-4)

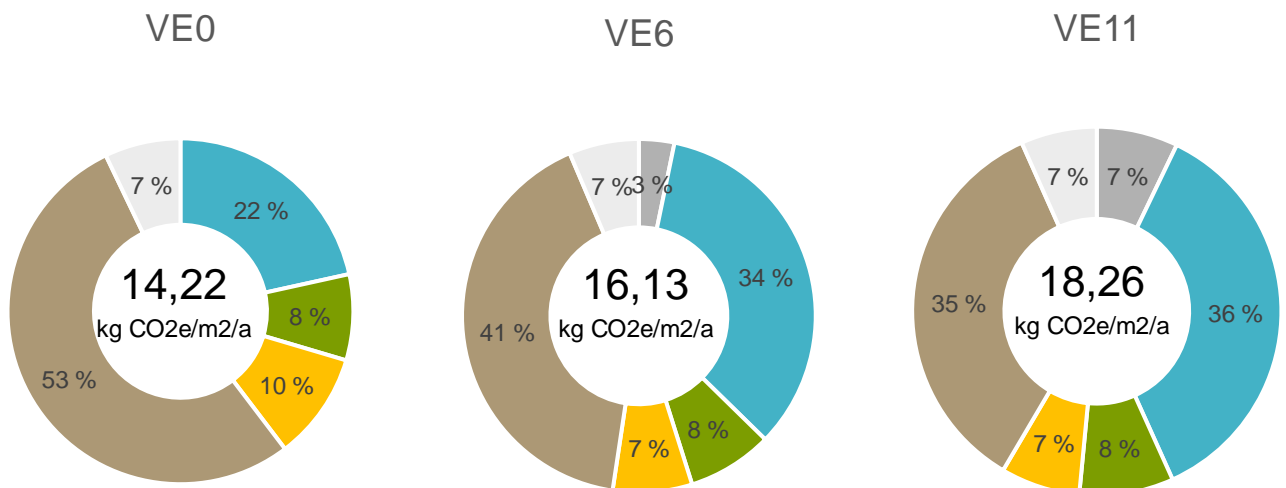
Arvioinnin tulokset

	VE0	VE6	VE11	
Vanhojen rakennusten purkaminen (ei huomioida YM menetelmän mukaisessa laskennassa)	-	171	314	t CO ₂ e
Rakennusten peruskorjaus	2 440	1 665	774	
Uudisrakentaminen	-	3 389	3 249	
Piha-alueiden rakentaminen	57	71	62	
Yhteensä	2 497	5 296	4 399	
<i>Lämmintä nettoalaa kohden</i>	710,8	806,7	913,2	kg CO ₂ e/m ²
<i>Hiilijalanjälki kg CO₂e/m²/a (sisältää vanhojen rakennusten purkamisen)</i>	14,22	16,13	18,26	kg CO ₂ e/m ² /a
<i>Hiilijalanjälki kg CO₂e/m²/a (ei sisällä vanhojen rakennusten purkamista)</i>	14,22	15,61	16,96	kg CO ₂ e/m ² /a
<i>Käyttäjakohtainen hiilijalanjälki (sisältää purkamisen, arvioitu 1 käyttäjä / 50 m²)</i>	35,2	40,1	45,4	t CO ₂ e

Laskennan tulokset, arviointijakso 50 v



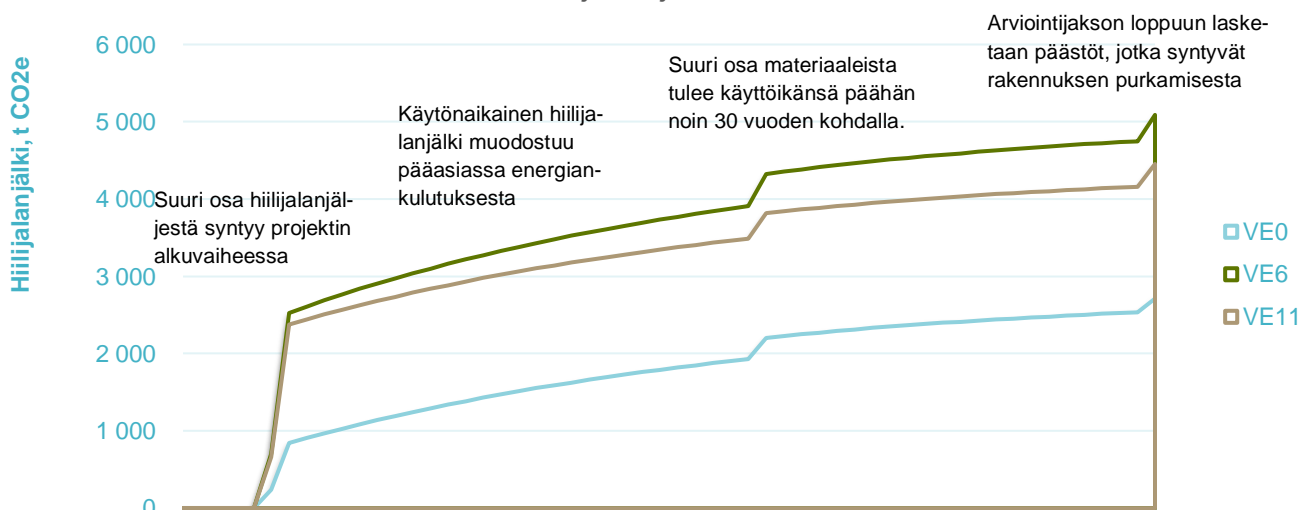
* Biogeeninen hiilivarasto = Tuotteeseen tai materiaaliin ilmakehästä varastoitunut hiili, käytetään kuvaamaan biopohjaisten materiaalien hiilivarastoa.



- Vanhojen rakennusten purkaminen
- A1-A3 Tuotevaiheen päästöt
- A4-A5 Rakennusvaiheen päästöt
- B4 Rakennusosien vaihto
- B6 Energiankulutuksen päästöt
- C Päästövaikutukset käytön jälkeen (purkaminen lopussa)

Laskennan tulokset on esitetty tarkemmin raportin lopussa. Vaihtoehdon 0 hiilijalanjälki on pienin kokonaisuudessaan, tarkasteltuna nettoalaa sekä käyttöikää kohden. Sekä peruskorjauksen että uudisrakentamisen arviointijaksoksi on asetettu 50 vuotta. Suurimmat päästöt vaihtoehdossa 0 syntyvät peruskorjattavista rakennuksista ja erityisesti näiden rakennusten energiankulutuksesta. Vaihtoehdoissa 6 ja 11 tuotevaiheen, eli materiaalien valmistuksen päästöt ovat suuremmat, sillä ne sisältävät uudisrakentamista. Vastaavasti energiankulutuksen osuus on pienempi.

Rakennuksen hiilijalanjälki elinkaaren aikana

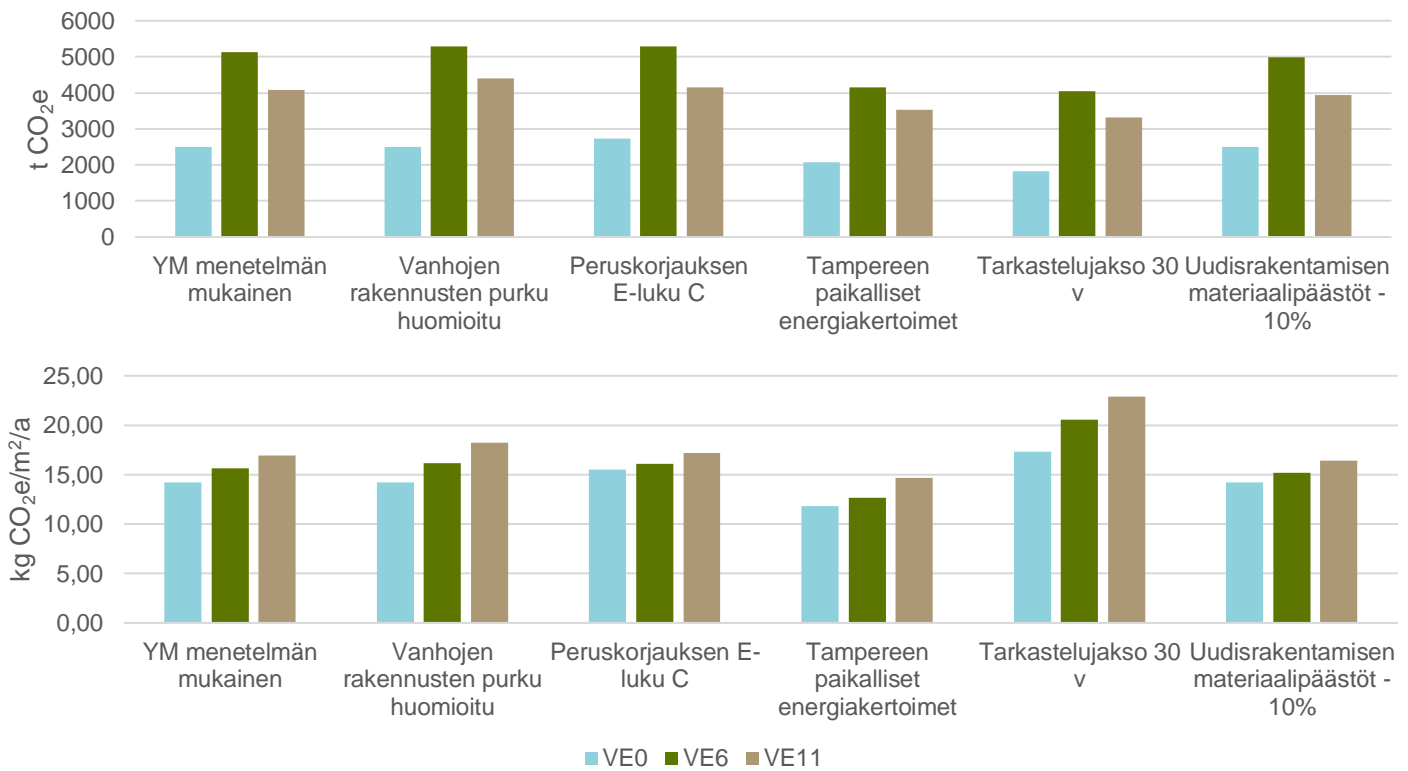


Herkkyystarkastelut

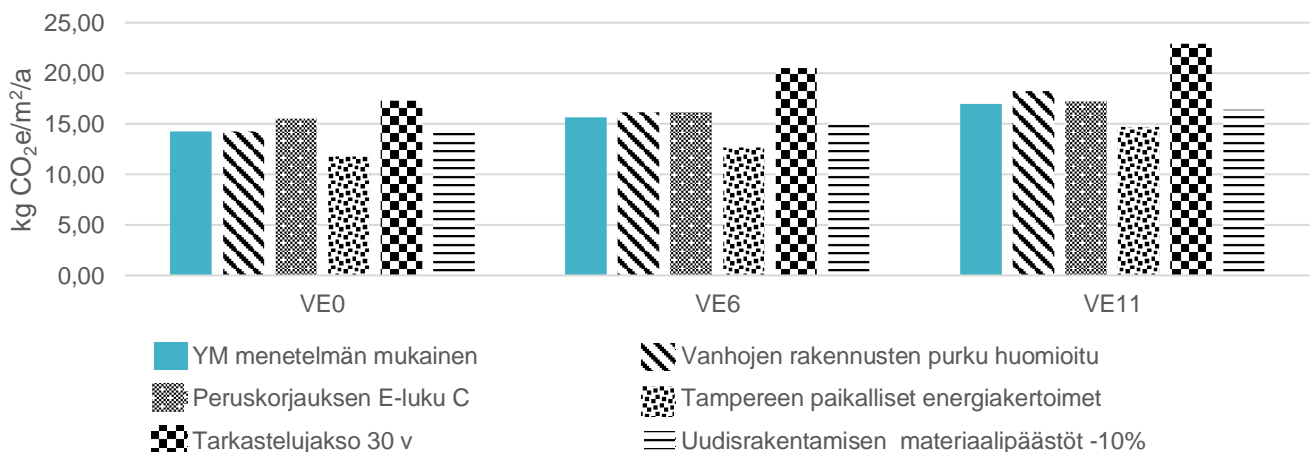
Laskenta sisältää paljon epävarmuustekijöitä, ja tehdyt oletukset vaikuttavat tuloksiin. Jotta tulosten pohjalta voidaan tehdä johtopäätöksiä, on laskentaan tehty erilaisia herkkyystarkasteluja. Herkkyystarkastelut tehtiin seuraavista asioista:

- Vanhojen rakennusten purkaminen huomioitu Ympäristöministeriön menetelmästä poiketen
- Peruskorjattavien rakennusten energiankulutus E-luku C
- Tampereen paikallisilla kaukolämmön päästökertoimilla lasketut päästöt
- Tarkastelujakso 30 v
- Uudisrakennusten materiaalien hiilijalanjälki 10 % pienempi (esim. vihreän betonin käyttö, materiaalien hybridiratkaisut, toimenpidettä ei tarkennettu)

Herkkyystarkastelun tulokset on esitetty kokonaispäästöinä ja yksikössä kg CO₂e/m²/a sekä vaihtoehdoittain. Tarkemmat arvot on esitetty liitteessä.



Herkkyystarkastelut vaihtoehdoittain



Yhteenveto

Hiilijalanjätkilaskelmat on laadittu asemakaavaehdotusten kolmelle vaihtoehdolle. Laskelmat perustuvat kaava-luonnoksessa esitettyihin vaihtoehtoihin ja muihin lähtötietoihin. Laskelmat on laadittu Ympäristöministeriön ajan-tasaisen menetelmän mukaisesti, mutta vanhojen rakennusten purkamisen vaikutus on myös esitetty tuloksissa. Lisäksi on tehty herkkyystarkastelut viiden eri tekijän kautta, jotta laskennassa tehtyjen oletusten vaikutusta tulok-siin on pystytty arvioimaan.

Laskenta on rajattu koskemaan vain rakentamisen päästöjä, eikä käyttäjien liikkumisesta tai muusta kuluttamisesta kuin energiankulutuksesta syntyviä päästöjä ole huomioitu.

Tulosten perusteella VE0 -vaihtoehdon päästöt ovat selkeästi muita vaihtoehtoja pienemmät, mikä johtuu uudisra-kentamisen yleisesti korjausrakentamista korkeammista päästöistä. Päästöt ovat vaihtoehdoilla VE6 ja VE11 suu-remmat kuin VE0 sekä kokonaispäästöjen että neliöpohjaisten päästöjen suhteen tarkasteltuna. Vaihtoehdossa 0 suurin päästöjen lähde on peruskorjattavien rakennusten energiankulutus, ja vaihtoehdoilla VE6 ja VE11 energi-ankulutuksen lisäksi hyvin merkittävässä roolissa ovat myös tuotevaiheen päästöt. Ajallisesta esitystavasta näh-dään, että uudisrakentamista sisältävissä vaihtoehdoissa päästöistä suuri osa syntyy alussa. Sen jälkeen päästöt kasvavat käytön aikana hieman loiventuvan kaaren mukaisesti energianpäästöjen pienentyessä. Noin 30 vuoden kohdalla suuri osa uusittavista materiaaleista tulee laskennallisesti käyttöikänsä päähän, mikä näkyy ajallisessa esitystavassa.

Herkkyystarkastelut laadittiin, jotta vertailussa huomioidaan erilaiset laskentaan vaikuttavat seikat. Herkkyystarkas-telun tuloksissa on esitetty tarkasteltavien näkökulmien vaikutukset vaihtoehtojen väliseen vertailuun sekä koko-naispäästöinä että lämmitetylle nettoalalle ja arviointijaksolle jaetulla arvolla. Lisäksi tarkastelutekijöiden vaikutuk-set kunkin vaihtoehdon hiilijalanjälkeen on esitetty alempana.

Herkkyystarkastelujen tuloksista nähdään, että tarkasteltavilla tekijöillä ei ole vaikutusta siihen, että vaihtoehto 0 on hiilijalanjäljeltään pienin. Ero vaihtoehtojen välillä pienenee, jos peruskorjattavien rakennusten E-luku on C- eikä B- luokkaa, ja jos uudisrakentamisen päästöjä saadaan pienennettyä materiaalien osalta noin 10 %. Laajuuden huomioivissa tuloksissa erot vaihtoehtojen välillä ovat selkeästi pienempiä. Viimeisestä herkkyystarkastelun tulos-kuvaajasta nähdään, että herkkyystarkastelun tekijät vaikuttavat merkittävästi yksittäisen hankkeen tuloksiin. Tä-män selvityksen tuloksia tuleekin ensisijaisesti hyödyntää karkean tason vertailevina laskelmina, ja niitä tulee tar-kentaa lähtötietojen tarkentuessa.

Peruskorjausvaihtoehto VE0 ei välttämättä riitä vastaamaan alueella vaadittavaa rakennustarvetta. Lähtökohtai-sesti jo muokatulle maalle tehtävä uudisrakentaminen on sekä päästöiltään että muilta ympäristövaikutuksiltaan parempi vaihtoehto, kuin luonnonmukaisessa tilassa olevalle tontille rakentaminen. Tätä ei voida kuitenkaan hu-omioida laskennassa, mutta se voidaan nähdä vaihtoehtojen VE6 ja VE11 etuna verrattuna tilanteeseen, jossa VE0 lisäksi tarvittava rakennustarve tehdään luonnonmukaisessa tilassa olevalle maalle. Uudisrakentamista sisältävistä vaihtoehdoista VE11 näyttäytyy kokonaispäästöjen kannalta parempina vaihtoehtona, kun taas VE6 on laajuus-ja käyttäjäkohtaisilta päästöiltä pienempi.

Seuraavalla sivulla on esitetty yhteenvedon muodossa laskelman tulokset ja asioita, jotka eivät käy selville tulok-sista.

Yhteenveto laskennan tuloksista

	VE0	VE6	VE11
Hiilijalanjälki, alkuvaihe A1-A3			
Hiilijalanjälki, käyttövaihe B4 & B6			
Kokonaishiilijalanjälki t CO2e			
Neliöpohjainen hiilijalanjälki arviointijaksolle kg CO2e/m2/a			
Hiilikädenjälki kg CO2e/m2/a**			
Kestävyys – korjaukset ja uusimiset tulevaisuudessa			
Neitseellisten materiaalien käyttö			
Käyttäjakohtainen hiilijalanjälki			

** Hiilikädenjälki on sitä suurempi, mitä suurempi rakennusmassa ja käytettävien materiaalien määrä on. Hiilikädenjälkeä ei tule käyttää ensisijaisena päätöksenteon välineenä, sillä hiilikädenjälki syntyy hiilijalanjäljen kanssa eri aikaisesti, ja ensisijaisesti tulee pienentää hiilijalanjälkeä.

Vaihtoehtoista paras vaikutus Vaihtoehtoista keskimmäisin vaikutus Vaihtoehtoista huonoin vaikutus

Kaksi samaa väriä: vaihtoehtojen välillä ei selkeää eroa

Kohde:

Kalevan lastentalon asemakaava**2.12.2022****9.12.2022 päivitetty, korjattu Seimen pinta-ala**

Käytetyt energian päästökertoimet

Kansalliset päästökertoimet

*kg CO2e/kWh	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Sähkö	0,153	0,089	0,059	0,045	0,034	0,022
Kaukolämpö	0,147	0,114	0,082	0,054	0,029	0,021
Kaukojäähdytys	0,042	0,026	0,018	0,013	0,01	0,007
Fossiiliset polttoaineet	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
Biopolttoaineet	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027

Tampereen paikalliset päästökertoimet, Tampereen sähkölaitos

*kg CO2e/kWh	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Sähkö	0,153	0,089	0,059	0,045	0,034	0,022
Kaukolämpö	0,175	0,037	0	0	0	0

Vuodesta 2035 eteenpäin on käytetty kaukolämmön kertoimena 0, sillä ennuste siirtyy vuonna 2035 miinusmerkkiseksi, eikä miinusmerkkistä arvoa voida käyttää laskennassa.

Laskennan tulokset

VE0

Peruskorjaus, Tarharakennus		
	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	329	0
A4-A5	113	0
B4	148	0
B6	969	0
C	106	0
Yhteensä	1665	0
D1	-39	0
D4	-68	0

Peruskorjaus, Seimirakennus

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	189	2
A4-A5	68	2
B4	86	0
B6	360	0
C	68	0
Yhteensä	770	4
D1	-25	0
D4	-45	0

Piha-alue

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	0	18
A4-A5	0	18
B4	0	18
B6	0	0
C	0	4
Yhteensä	0	57
D1	0	-4
D4	0	0

Tarharakennus, lämmitetty nettoala: 2 574

Seimirakennus, lämmitetty nettoala: 939

Rakennuspaikan pinta-ala: 8 829

VE6

Purku, Seimirakennus		
	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	0	0
A4-A5	0	0
B4	0	0
B6	0	0
C	171	0
Yhteensä	171	0
D1	-89	-4
D4	-139	0

Peruskorjaus, Tarharakennus

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	329	0
A4-A5	113	0
B4	148	0
B6	969	0
C	106	0
Yhteensä	1665	0
D1	-39	0
D4	-68	0

Uudisrakennukset, 2 kpl

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	1092	362
A4-A5	230	53
B4	210	0
B6	1214	0
C	212	18
Yhteensä	2956	433
D1	-172	-177
D4	-188	0

Piha-alue

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	0	22
A4-A5	0	18
B4	0	26
B6	0	0
C	0	4
Yhteensä	0	71
D1	0	-4
D4	0	0

Seimirakennus, lämmitetty nettoala: 939

Tarharakennus, lämmitetty nettoala: 2 574

Uudisrakennukset, 2 kpl lämmitetty nettoala: 3 992

Rakennuspaikan pinta-ala: 8 829

VE11

Purku, Tarharakennus		
	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	0	0
A4-A5	0	0
B4	0	0
B6	0	0
C	314	0
Yhteensä	314	0
D1	-153	-9
D4	-251	0

Peruskorjaus, Seimirakennus

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	189	2
A4-A5	68	2
B4	86	0
B6	360	0
C	68	0
Yhteensä	770	4
D1	-25	0
D4	-45	0

Uudisrakennus

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	1032	349
A4-A5	223	53
B4	198	0
B6	1173	0
C	204	18
Yhteensä	2830	419
D1	-173	-177
D4	-159	0

Piha-alue

	Rakennusala	Rakennuspaikka
A1-A3	0	18
A4-A5	0	18
B4	0	22
B6	0	0
C	0	4
Yhteensä	0	62
D1	0	-4
D4	0	0

Tarharakennus, lämmitetty nettoala: 2 574

Seimirakennus, lämmitetty nettoala: 939

Uudisrakennus, lämmitetty nettoala: 3 879

Rakennuspaikan pinta-ala: 8 829

	VE0	VE6	VE11
YM menetelmän mukainen			
-t CO ₂ e	2497	5125	4085
-kg CO ₂ e/m ² /a	14,22	15,61	16,96
Vanhojen rakennusten purku huomioitu			
-t CO ₂ e	2497	5296	4399
-kg CO ₂ e/m ² /a	14,22	16,13	18,26
Peruskorjauksen E-luku C			
-t CO ₂ e	2729	5293	4148
-kg CO ₂ e/m ² /a	15,53	16,12	17,22
Tampereen paikalliset energiakertoimet			
-t CO ₂ e	2072	4158	3539
-kg CO ₂ e/m ² /a	11,80	12,67	14,69
Tarkastelujakso 30 v			
-t CO ₂ e	1823	4046	3314
-kg CO ₂ e/m ² /a	17,30	20,54	22,93
Uudisrakentamisen materiaalipäästöt -10%			
-t CO ₂ e	2497	4979	3947
-kg CO ₂ e/m ² /a	14,22	15,17	16,39