

Rakennushankkeen toteutusvaihtoehtojen vertailu hiilijalanjäljen ja elinkaarikustannus- ten avulla

Tiivistelmä

Tekijä(t) Räsänen, Samuli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK Sivumäärä 59, 5 liitettä	Valmistumisaika 2021
Työn nimi Rakennushankkeen toteutusvaihtoehtojen vertailu hiilijalanjäljen ja elinkaari-kustannusten avulla		
Tutkinto Insinööri (YAMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Sakari Autio, Lehtori, LAB-ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Leena Pirttilä, Rakennuttajapäällikkö, Lahden Tilakeskus		
Tiivistelmä <p>Ympäristöarvot ja rakennusten elinkaari ovat enenevässä määrin esillä nykypäivän rakentamisessa. Kehittämistutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja kehittää Lahden Tilakeskuksen toimintatapaa ja rakennushankkeen varhaisen vaiheen päätöksenteossa vaihtoehtojen vertailuun käytettäviä tunnuslukuja rakennusten elinkaarta paremmin huomioiviksi. Samalla oli tarkoitus tarkastella tunnuslukujen muodostamisen prosessia ja tarvittavia resursseja</p> <p>Kehittämistutkimus toteutettiin kvantitatiivisilla menetelmillä. Tutkittavia tunnuslukuja varten laskettiin hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset päiväkotikohteen kolmesta erilaisesta toimenpidevaihtoehdosta. Tuloksista muodostettiin neljä erilaista tunnuslukua, joita käytettiin vaihtoehtojen väliseen vertailuun. Lisäksi uusia tunnuslukuja verrattiin aikaisemmin käytössä olleisiin tunnuslukuihin. Tunnusluville tehtiin herkkyystarkastelut, minkä yhteydessä tutkittiin myös eri muuttujien vaikutusta tunnuslukuihin</p> <p>Kehittämistutkimuksen tuloksena Lahden Tilakeskuksen toimintatapaa ja käytettäviä tunnuslukuja pystyttiin kehittämään. Samalla saatiin kerättyä arvokasta tietoa uuden toimintavan ja tunnuslukujen muodostamisen prosessista ja sen vaatimista resursseista.</p>		
Asiasanat hiilijalanjälki, elinkaarikustannukset, tunnusluvut, vaihtoehtovertilu		

Abstract

Author(s) Räsänen, Samuli	Type of Publication Thesis, MEng Number of Pages 59, 5 Appendices	Published 2021
Title of Publication Comparison of construction project implementation alternatives using carbon footprint and life cycle costs		
Name of Degree Engineer (MEng)		
Name, title and organization of the supervising teacher Sakari Autio, Senior Lecturer, LAB University of Applied Sciences		
Name, title and organization of the client Leena Pirttilä, Construction Manager, Lahden Tilakeskus		
Abstract <p>Environmental values and the life cycle of buildings are increasingly on display in today's construction. The aim of the action research was to research and develop the operating method of the Lahti Tilakeskus and the key indicators used in the decision-making of the early stages of a construction project to better take into account the life cycle of buildings. At the same time, the purpose was to examine at the process of compiling key indicators and the resources required to produce them.</p> <p>The action research was carried out using quantitative methods. For the indicators to be examined, the carbon footprint and life cycle costs were calculated from the three different implementation alternatives for a kindergarten construction project. From the results of calculations four different key indicators was formed. Those key indicators were used to compare between the alternatives. In addition, the new key indicators were compared with the previously used key indicators. Sensitivity of results were analyzed and in connection with which the effect of various variables on the key indicators was also examined.</p> <p>As a result of the action research, the operating method of the Lahti Tilakeskus and the key indicators used could be developed. At the same time, valuable information was gathered about the process of generating the new key indicators and the resources required for it.</p>		
Keywords carbon footprint, life cycle costs, key indicators, comparison of alternatives		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Kehittämishankkeen lähtökohdat	3
2.1	Lahden Tilakeskus.....	3
2.2	Rakennushankkeiden valmisteluprosessi	3
3	Kehittämistutkimuksen tavoitteet, kysymykset ja menetelmät	5
3.1	Kehittämistutkimukset tarkoitus ja tavoite	5
3.2	Kehitystutkimuksen tutkimuskysymys ja -menetelmät.....	5
4	Hiilijalanjälki	7
4.1	Hiilijalanjäkilaskenta.....	7
4.2	Hiilijalanjälki rakentamisessa	9
5	Elinkaarikustannukset.....	12
5.1	Elinkaarikustannuslaskenta	12
5.2	Elinkaarikustannukset rakentamisessa	16
6	Kehittämistutkimuksen toteutus	21
6.1	Laskennan lähtötiedot.....	21
6.2	Hiilijalanjäkilaskennan toteutus	24
6.3	Elinkaarikustannuslaskennan toteutus	32
7	Kehittämistutkimuksen tulokset.....	38
7.1	Hiilijalanjälki	41
7.2	Elinkaarikustannukset.....	42
7.3	Tulosten vertailu	42
7.3.1	Hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset	42
7.3.2	Investointikustannukset	49
7.4	Johtopäätökset tuloksista.....	52
8	Pohdintaa	54
9	Lähteet	56

Liitteet

Liite 1. VE1 uudisrakennus

Liite 2. VE2 uudisrakennus

Liite 3. RAK1

Liite 4. RAK2

Liite 5. Elinkaarikustannukset

1 Johdanto

Nykyisessä rakentamisessa ympäristöarvot ja ilmastonmuutoksen ehkäisy ovat jatkuvasti kasvavissa määrin esillä. Ympäristöasiat rakentamisessa on otettu osaksi monia korkean-tason sopimuksia ja kirjauksia. Julkisten, ja markkinoiden muiden, toimijoiden kiinnostus ja vihreiden arvojen esiin nosto luovat myös kysyntää rakentamisen ympäristöratkaisuille. Vihreän rakentamisen markkinat kasvavat jatkuvasti ja globaalien markkinoiden koko on arvioitu olevan 25 triljoonaa dollaria vuonna 2030 (Kuittinen 2020, 12). Suomessa 30 % vuotuisista kasvihuonepäästöistä tulee rakennuksista ja rakennusten osuus kansatalouden kiinteästä pääomakannasta on 45 % (ROTI 2021, 5). Ympäristöasioiden huomioimiselle rakentamisessa on siis myös vahvat taloudelliset kannustimet yhteiskunnallisten ja arvoihin perustuvien ajureiden lisäksi.

Valtion tasolla Suomen hallitusohjelmaan (Valtioneuvosto 2019) on kirjattu kohta 3.1 Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Kohdassa käsitellään globaalia tilannetta ilmastonmuutoksen ja sen eteen tehtävien toimien osalta. Suomi on mukana Pariisin ilmastopöytäkirjassa ja on saavuttanut EU:n vuodelle 2020 asettamat päästötavoitteet etuajassa. EU tavoittelee hiilineutraaliutta vuonna 2050, Suomi vuonna 2035. Hallitusohjelman kohdan 3.1 tavoitteessa 4 todetaan rakentamisen hiilijalanjäljen pienentämisestä ja kiertotaloudesta seuraavasti: *Luodaan yhdessä alan toimijoiden kanssa rakennusalalle hiilineutraaliuteen tähtäävä toimi alakohtainen suunnitelma. Jatketaan vähähiilisen rakentamisen tiekartan toimeenpanoa ja kehitetään rakennuksen elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen perustuvaa säädösohjausta. Tehostetaan materiaalien kierrätystä ja kiertotaloutta rakennusalalla.*

Tältä pohjalta Suomessa on käynnissä useita laki- ja asetusmuutoksia ja hankkeita. Muutokset koskevat monella tapaa ympäristöasioita, kuten jätteenkäsittelyä, kiertotaloutta ja rakentamisen hiilijalanjälkeä. Esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksella pyritään edistämään hiilineutraalia yhteiskuntaa ja hiilijalanjälkeen perustuva rakentamisen ohjaus on osa lakimuutosta. Maankäyttö- ja rakennuslain muutos luo raamit tulevalle rakennusten hiilijalanjäljen säädösohjaukselle ja se saatetaan voimaan, raja-arvoineen, erillisillä asetuksilla. Hiilijalanjälkeä koskevien raja-arvojen on tarkoitus tulla voimaan vuonna 2025. (Kuittinen 2020, 6–9; Ympäristöministeriö a.)

Useat kaupungit ovat asettaneet omia tavoitteitaan hiilineutraaliuden saavuttamisesta ja muodostaneet erilaisia edelläkävijäkuntien verkostoja edistämään toimintaa. Yksi tällainen verkosto on FISU (Finnish Sustainable Communities). FISU-verkoston aloitteesta on käynnistetty myös Resurssiviisaiden kuntien talous- ja ilmastojohtaminen (REETTA) hanke. Hanke pyrkii edistämään talous- ja ilmastojohtamisen integraatiota tunnistamalla hyväksi

havaittuja toimintatapoja, työkaluja, puutteita ja pullonkauloja liittyen talous- ja talousjohtamiseen kunnallisessa toiminnassa. Sen avulla pyritään myös sitouttamaan johtajia ja talousosaajia ilmastotyöhön kunnissa. Lisäksi tarkoituksena on lisätä tietoa olemassa olevista ilmastoimista koskevista rahoituskanavista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista. Näin pystyttäisiin tehostamaan kuntien ilmastotyötä ja toimenpiteiden vaikuttavuutta, samalla kohdistamaan hyötyjä myös kuntatalouteen ja kuntien elinvoimaan. (FISU-verkosto 2020; Suomen ympäristökeskus 2020.)

Myös Lahden kaupunki on mukana FISU-verkostossa. Lahden kaupungin on asettanut tavoitteen olla hiilineutraali vuonna 2025, mikä on 10 vuotta edelle Suomen valtion tavoitetta. Lahti siis pyrkii vähentämään maantieteellisen alueensa kasvihuonekaasupäästöt 20 %:iin vuoden 1990 tasoon nähden ja kompensoimaan loput päästöt. (Lahden kaupunki 2020.) Tämä tarkoittaa kehitystoimia ja muutoksia Lahden kaupungin toiminnassa tulevien vuosien aikana myös rakentamisen toimialalla. Rakennushakkeissa tulee tulevaisuudessa huomioida, niin kustannukset kuin ympäristövaikutukset. Näitä kahta ei voida toisistaan täysin erottaa, mutta niiden välillä joudutaan tekemään päätöksiä ja arvovalintoja. Näiden valintojen ja päätöksien tueksi tarvitaan uusia tietoja ja tiedon hankkimiseen ja arviointiin uusia toimintatapoja ja työkaluja. Tämän takia toteutettiin kehittämistutkimus rakennushankkeen toteutusvaihtoehtovertailua koskien Lahden Tilakeskuksessa.

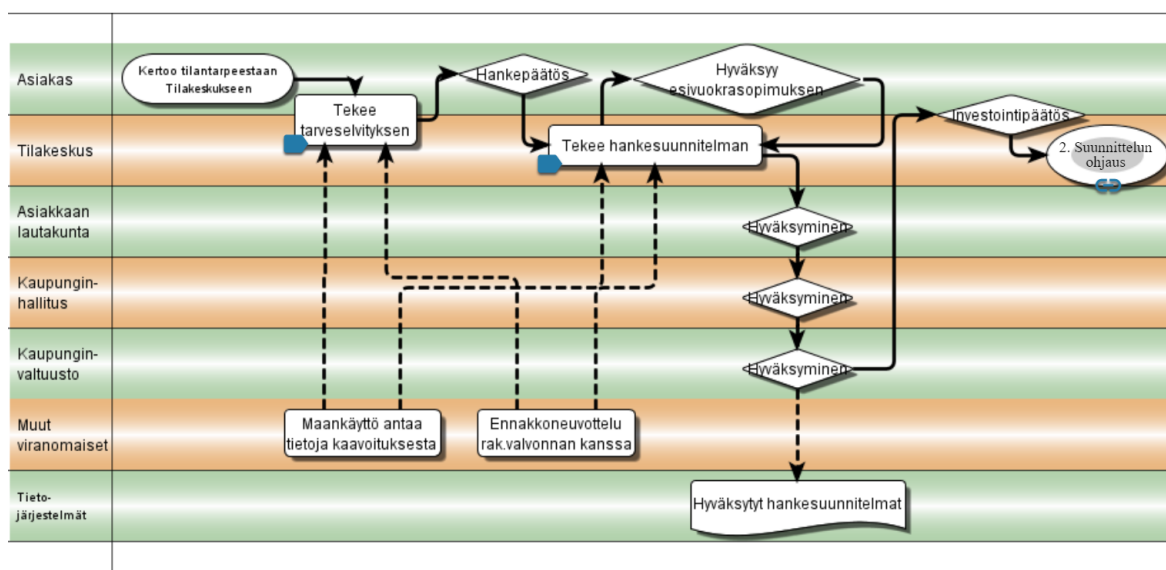
2 Kehittämishankkeen lähtökohdat

2.1 Lahden Tilakeskus

Lahden Tilakeskus on Lahden kaupungin organisaatioon kuuluva taseyksikkö, jossa työskentelee tällä hetkellä 43 henkilöä. Tilakeskuksen vastuulle kuuluu kaupungin toimitilakanta, jota on noin 500 000 m². Tilakeskus vastaa tilakannan teknisestä kunnosta, niiden arvosta, tuottavuudesta, kehittämisestä ja tehokkaasta käytöstä. Toimintaan kuuluu järjestää kaupungin tarvitsemat toimitilat sekä kiinteistö- ja käyttäjäpalvelut. Tilakeskus tekee myös konsernitason tilahallintoon liittyviä valmistelutehtäviä ja laatii esimerkiksi toimitilahankkeiden hankesuunnitelmat. Rakennushankkeissa Tilakeskus toimii sekä tilaajan että rakennuttajan roolissa. (Lahden kaupunki.)

2.2 Rakennushankkeiden valmisteluprosessi

Lahden Tilakeskuksen toteuttamien toimitilahakkeiden ensimmäinen vaihe on hankevalmistelu. Tähän vaiheeseen liittyvät valmistelutehtävät noudattavat yleisesti tiettyä prosessia Lahden Tilakeskuksen hankkeissa (kuva 1). Mukana on teknistä valmistelua kaupungin organisaation eri toimijoiden kesken ja poliittista päätöksentekoa.



Kuva 1. Hankkeen valmistelu, prosessikuvaus (Lahden Tilakeskus)

Asiakkaalta (esimerkiksi sivistyksen palvelualueen yksikkö) tulee tarve tiloille tai tilamuutoksille. Tämän pohjalta tehdään tarveselvitys, jossa mukana käyttäjä ja kaupungin muita teknisiä viranomaisia. Hankkeesta informoidaan myös poliittisia päätäntäelimiä tarvittaessa. Hankepäättöksen jälkeen käynnistetään hankesuunnitelma. Osana hankesuunnitelman pro-

sessia lasketaan hankkeen kustannuksia ja kustannusarvion pohjalta laaditaan esivuokrasopimus, jonka asiakas hyväksyy. Hankesuunnitelma käy läpi poliittisen hyväksymisprossin lautakuntien, kaupunginhallituksen ja kaupunginvaltuuston kautta. Tässä vaiheessa voi nousta esiin myös muutostarpeita, minkä seurauksena hankesuunnitelmaa päivitetään. Hankesuunnitelma poliittisesti hyväksynnän jälkeen tehdään investointipäätös ja käynnistetään hankkeen jatkosuunnittelu. (Lahden Tilakeskus.)

Nykyisessä toimintamallissa tarveselvityksen ja hankesuunnitelman teon aikana vertaillaan erilaisia hankelaajuuksia, laatua, aikataulua, toimitilojen sijaintia ja niihin kohdistuvia toimenpiteitä. Sen lisäksi, että näitä tekijöitä peilataan asiakkaan tarpeisiin, niin tarkastellaan myös niiden kustannusvaikutuksia. Kustannuksien osalta lasketaan pääsääntöisesti hankkeen investointikustannukset ja tapauksissa, joissa nähdään tarpeelliseksi, vertaillaan myös elinkaarikustannuksia. Kustannustarkastelujen pohjalta laaditaan myös alustavat vuokralaskelmat, joiden kautta muodostetaan myös esivuokrasopimus asiakkaan kanssa.

3 Kehittämistutkimuksen tavoitteet, kysymykset ja menetelmät

3.1 Kehittämistutkimukset tarkoitus ja tavoite

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena oli kehittää Lahden Tilakeskuksen toimintatapaa ja rakennushankkeiden tarveselvitys ja hankesuunnittelu vaiheiden päätöksenteon tueksi tuotettavaa aineistoa, niin että se ottaisi paremmin huomioon rakentamisen koko elinkaaren. Kehityshanke toteutettiin olemassa olevan Lahden kaupungin päiväkodin korjaushankkeen toteutusvaihtoehtoja vertailemalla. Vertailtavia toimenpidevaihtoehtoja valittiin kolme kappaletta. Kyseisen päiväkotihankkeen hankesuunnittelua oli tarkoitus jatkaa kehityshankkeen laskentatuloksien ja analyysin valmistuttua. Tavoitteena oli tarkastella millaisia tunnuslukuja elinkaarikustannus- ja hiilijalanjälkilaskennan avulla voidaan tuottaa ja johtavatko ne erilaiseen lopputulokseen, kuin nykyinen toimintamalli. Vertailu kohtana uudelle toimintamallille olivat siis investointikustannukset ja niiden kautta tuotetut, hankevaihtoehtojen vertailussa käytetyt, tunnusluvut. Näitä tunnuslukuja ovat esimerkiksi €/brm² sekä €/hoitopaikka.

Kehityshankkeessa tavoitteena oli, myös saada lisätietoa uusista vaihtoehtovertailuun käytettävistä tunnusluvuista. Mitä tietoja tarvitaan niiden tuottamiseen, minkälainen on niiden tuottamisen prosessi, mitkä asiat vaikuttavat lukuihin ja millä intensiteetillä sekä miten lukuja voidaan vertailla. Tämä antaisi paremmat valmiudet hankkia ja ohjata kustannuksiin ja hiilijalanjälkeen liittyviä laskentapalveluja ulkopuolisilta konsulteilta tulevaisuudessa.

3.2 Kehitystutkimuksen tutkimuskysymys ja -menetelmät

Tämän kehittämistutkimuksen tutkimuskysymyksenä oli, miten rakennuksen elinkaaren laajempi huomioiminen kustannuslaskennassa ja hiilijalanjälkilaskennan mukaan ottaminen Lahden Tilakeskuksen toimitilahankkeiden valmistelussa vaikuttaa päätöksen teon tukena käytettäviin tunnuslukuihin. Niin nykyisen toimintamallin kuin uusien tunnuslukujen tuottaminenkin edellyttävät hankelaajuuteen, rakentamisen laatuun ja toimenpiteisiin sekä elinkaaren aikaiseen käyttöön pohjautuvaa laskenta-aineiston tuottamista. Tätä kautta tämän kehittämistutkimuksen tutkimusmenetelmiksi valikoituivat määrälliset eli kvantitatiiviset menetelmät.

Lähtötietoaineiston pohjalta laskettiin EU-standardeihin ja Suomen kansallisiin menetelmiin pohjautuen kehittämistutkimukseen valikoituneen päiväkotikohteen investointikustannukset, elinkaarikustannukset ja hiilijalanjälki. Hankelaajuuden ja hoitopaikkamäärien pohjalta tuotettiin laskennallisen menetelmin toimenpidevaihtoehtojen vertailussa käytettävät tunnusluvut. Kvantitatiivisen aineiston esitystapoja ja analyysimenetelmiä on useita, kuten

graafiset esitykset, ristiintaulukointi, korrelaatio-, regressio- ja faktorianalyysit (Kananen 2012, 138–149). Elinkaaritarkastelujen osalta on laskennassa mukana aina myös tulevaisuuden ennakointi. Tämän takia tuloksille tehdään herkkyystarkastelu, jossa muutetaan yhtä muuttujaa ja tarkastellaan sen vaikutusta laskentatuloksiin. Usein herkkyystarkastelussa tarkastellaan miten paljon yksittäisen muuttujan on muututtava, jotta tarkasteltavien vaihtoehtojen järjestys muuttuu. (Pulakka ym. 2007, 39).

Kehittämistutkimuksessa vertailtujen toimenpidevaihtojen laskennasta saatu aineisto, eurot ja hiilidioksidiekvivalenttikilot, taulukoitiin. Näistä tuotettiin muiden lähtötietojen, hankelajuuden ja hoitopaikkamäärän avulla vertailtavat tunnusluvut. Tunnusluvut ja niiden vertailu muutettiin myös graafiseen muotoon tarkastelun helpottamiseksi. Oli tärkeää huomioida, että tuloksia esitellään myös rakennusalan ulkopuolella toimiville henkilöille, jolloin vaihtoehtojen graafinen esitys tuo erot selkeämmin esille. Graafista esitystapaa hyödynnettiin tarkasteltaessa, miten investointikustannusten ja hiilijalanjäljen avulla muodostetut tunnusluvut asettuvat toisiinsa nähden sekä vertailtaessa investointikustannusten ja elinkaaritarkastelujen eroja vaihtoehtojen välillä. Herkkyystarkastelussa hyödynnettiin taulukointia, jonka avulla saatiin selville vaihtoehtojen järjestyksen muuttumiseen tarvittavat absoluuttiset eurot, hiilidioksidiekvivalenttikilot ja lapsimäärät. Elinkaaritarkasteluissa käytettyjen elinkaaren tarkastelujakson sekä elinkaarikustannuslaskennassa käytetyn diskonttokoron vaikutuksia tuloksiin tarkasteltiin niin ikään graafisen tarkastelun kautta.

4 Hiilijalanjälki

4.1 Hiilijalanjälkilaskenta

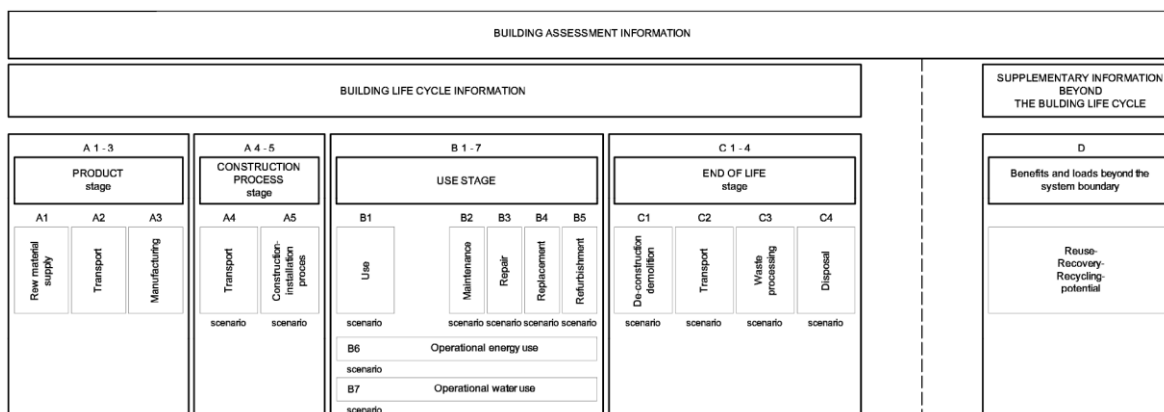
Elinkaariarvioinnissa (LCA, life cycle assessment) huomioidaan koko rakennuksen elinkaari kehdestä hautaan. Elinkaari jakautuu viiteen vaiheeseen. Tuotevaihe pitää sisällään rakennustuotteiden valmistukseen liittyvät prosessit. Rakentaminen käsittää rakennustuotteiden työmaalle kuljettamisen ja asentamisen. Käyttövaihe sisältää käytönaikaiset huolto-, vaihto- ja korjausprosessit sekä energian kulutuksen. Elinkaaren loppu tarkoittaa rakennuksen purkua ja rakennustuotteiden jatkokäyttöä. Viides vaihe on lisätiedot elinkaaren ulkopuolelta. Tässä vaiheessa huomioidaan rakennusosien ja materiaalien mahdolliset nettohyödyt liittyen kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön. Hyödyt ilmoitetaan erillisenä lisätietona. Käyttövaiheen, elinkaaren loppuvaiheen ja ulkopuolisten hyötyjen arviointi perustuu skenaarioihin kyseisen vaiheen toimenpiteistä. Elinkaariarvioinnilla voidaan tarkastella useita eri ympäristövaikutuksia. Näitä ovat esimerkiksi ilmaston lämpenemispotentiaali (hiilijalanjälki), otsonikatopotentiaali, happamoitumispotentiaali, rehevöitymispotentiaali ja abiottisten fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen. Rakennusten elinkaariarvioinnissa indikaattorina toimii yleensä ilmaston lämpenemispotentiaali eli hiilijalanjälki. (Ympäristöministeriö b, 5–7.)

Laskennan ulkopuolelle jää kuitenkin päästöihin ja ympäristöasioihin vaikuttavia tekijöitä, joihin rakennuksella ja rakentamisella on vaikutusta. Tällaisia ovat esimerkiksi viherympäristöjen säilyminen ja viherrakentaminen, hule- ja pohjavedet, valuma-alueet, rakennuksen sijainnista riippuvaliset liikennepäästöt sekä infrastruktuurin rakentamisen päästöt. (Green Building Council Finland 2020, 10–16.) Näihin osa-alueisiin voidaan vaikuttaa, niin yksittäisissä rakennushankkeissa kuin erityisesti aluesuunnittelussa ja kaavoituksessa. Rakennuksen ympäristövaikutuksia laajemmin huomioivissa ympäristöluokituksissa osa näistä vaikutuksista on otettu huomioon, luokituksista riippuen (Green Building Council Finland 2018, 6).

Hiilijalanjälkilaskentaa ohjaavat EU-standardit. CEN/TC 350-standardiperheen tavoite on mahdollistaa kestävä rakentamisen arviointi huomioiden koko rakennuksen elinkaari, niin että arviointien tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Standardiperhe ei määritä tavoitetasoja vaikutusarvioinneille vaan määrittää arvioinnin sisältöä. Standardissa EN 15643-1 käydään läpi kestävä rakentamisen arvioinnin tavoitteet ja reunaehdot, se antaa arvioinnille yleiset raamit. Standardi määrittelee yleisellä tasolla termejä, mihin arvioinnilla pyritään, mitä tulee ottaa huomioon käytetyissä menetelmissä, arvioinnin rajauksessa, käytävissä skenaarioissa, arvioinnissa käytetystä datasta, tuloksista ja arvioinnin raportoin-

nista. (SFS-EN 15643-1 2012.) Standardi EN 15643-2 täsmentää edellä mainitun standardin tavoitteita, menetelmiä, rajauksia ja muuta ohjeistusta, kohdistuen sen rakennusten ympäristövaikutusten arviointiin. Standardin liitteessä B on listattu ympäristövaikutusindikaattorit, joita voidaan käyttää arvioinnissa. Näistä yksi on globaali lämmitysvaikutuspotentiaali (GWP, global warming potential), mitä hiilijalanjälki kuvaa. (SFS-EN 15643-2 2012.)

Standardi EN 15978 (SFS-EN 15978 2012) määrittää EU-tasoisesti rakennuksen ympäristövaikutuksien arvioinnin laskentamenetelmät. Se yksilöi edellä mainituissa standardeissa määritettyjen raamien sisällä laskennan rajauksia. Rajauksissa otetaan kantaa menetelmiin, laskennassa käytettäviin skenaarioihin, olosuhteisiin, tiedon laatuun ja raportointiin. Tässä standardissa määritetään myös rakennuksen elinkaarenvaiheet (kuva 2),: tuotevaihe, rakentaminen, käyttövaihe ja elinkaaren loppu sekä lisätiedot elinkaaren ulkopuolelta. Vaiheet on jaettu moduuleihin A1-A5, B1-B7, C1-C4 sekä D, joista jokainen pitää sisällään oman osansa rakennuksen elinkaaresta.



Kuva 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (SFS-EN 15978 2012, 21)

Rakennuksen elinkaariarvioinnin toteutusta varten tarvitaan rakennuksen tiedot, välineet laskennan suorittamiseen ja laskennan rajaukset, kuten laskenta jakson pituus. Rakennuksesta tarvittavia tietoja ovat rakentamisessa käytettävät materiaalit ja niiden määrät, rakennuksen ja rakennustuotteiden käyttöiät, pinta-alat ja tilavuudet sekä käyttövaiheen energian tarve. Tämän lisäksi tulee olla saatavilla tietoja rakennustuotteiden, energiamuotojen ja näihin liittyvien prosessien ympäristövaikutuksista. Näitä tietoja on saatavilla esimerkiksi ympäristöselosteista (EPD, environmental product declaration). Edellä mainittuja tietoja yhdistetään laskentatyökaluilla elinkaaren vaiheita koskevien rajausten mukaisesti, niin että raportoitavissa on halutut ympäristöindikaattorit. (Ympäristöministeriö b, 10–17.)

Standardi EN 15804 määrittää ympäristöselosteen laadinnan perussäännöt. Se määrittää rakennustuotteiden ympäristöselosteisiin liittyviä vastuita ja velvoitteita sekä määrittää nii-

den vertailtavuutta. Standardissa esitetään elinkaariarvioinnin yleissäännöt ja ympäristöselosteen perussisältö. (SFS-EN 15804:2012 + A2:2019.) Standardissa EN 15942 (SFS-EN 15942 2012) esitetään missä muodossa ympäristöselosteet tulee tuottaa. Tämän lisäksi ympäristöselosteiden yhdenmukaisuutta ja vertailtavuutta pyritään parantamaan teknisellä raportilla CEN/TR 15941, mikä sisältää ohjausta geneerisen datan käyttöön koskien ympäristöselosteiden luontia (CEN/TR 15941 2010).

Edelle mainitut standardit toimivat pohjana rakennusten elinkaariarvioinnille niin eurooppalaisessa Levels(s)-menetelmässä, kuin myös Suomen Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmässäkin. Ympäristöministeriön laskentamenetelmä huomioi rakennusten elinkaaren materiaali ja käyttöenergia päästöt sekä rakentamisen aiheuttamat positiiviset vaikutukset, niin sanotun hiilikädenjäljen. Näitä ei kuitenkaan lasketa menetelmässä yhteen vaan ne ilmoitetaan erikseen. Menetelmällä lasketut raja-arvot tulevat olemaan tulevaisuudessa yksi osa rakennuslupahakemusta. Laskentamenetelmä on ollut pilotoinnissa vuoden 2019 syksystä ja ensimmäisen vaiheen perusteella muokattu menetelmä siirtyy seuraavaan testivaiheeseen vuoden 2021 aikana. Maaliskuun alussa vuonna 2021 julkaistiin myös kansallinen materiaalien geneeristen päästötietojen tietokantapalvelu Ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Tietokannan ansiosta on mahdollista paremmin vertailla eri rakennusten päästöjä. Arviointimenetelmän ja raja-arvot määräävän asetuksen on määrä tulla voimaan tämän hetken aikataulun mukaan vuonna 2025. (Green Building Council Finland; Ympäristöministeriö 2019, 14–33; Suomen ympäristökeskus 2021a; Suomen ympäristökeskus 2021b.)

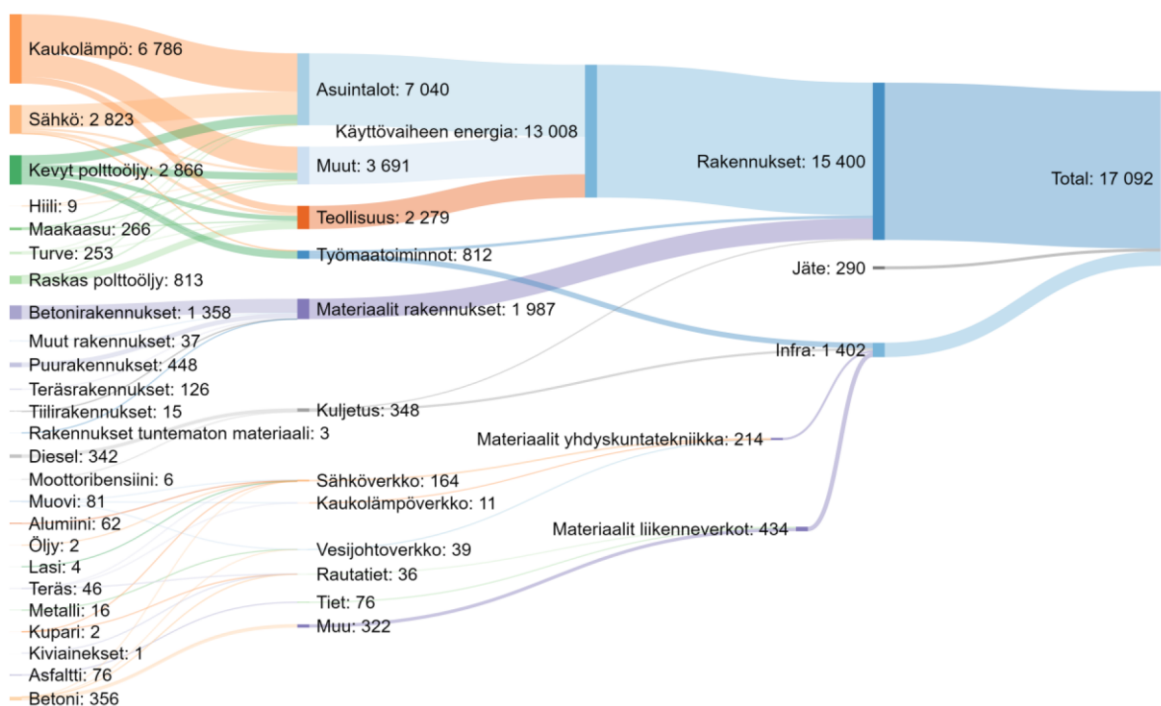
Tässä opinnäytetyössä hiilijalanjälkilaskenta tehtiin Suomen Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmällä. Tarkempi kuvaus menetelmästä, sen rajauksista ja skenaarioista, esitetään tämän opinnäytetyöraportin luvussa 6.2 Hiilijalanjälkilaskennan toteutus.

4.2 Hiilijalanjälki rakentamisessa

Ilmastonmuutos on yksi aikamme suurimmista haasteista ja yhteiskunnan kaikkia sektoreita tarvitaan sen torjumisessa, ja rakennusala ei ole poikkeus. Rakennusteollisuus RT julkaisikin vuonna 2020 Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 raporttisarjan. Ensimmäisessä raportissa Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila (Laine ym. 2020.) käsitellään Suomen rakennetun ympäristön nykytilaan. Raportti mukaan Suomessa on vuoden 2018 tilastojen mukaan yli 1,53 miljoonaa talorakennusta. Näiden rakennuksien yhteenlaskettu kerrosala on yli 488 miljoonaa m². Rakennettuun ympäristöön kuuluu lisäksi liikenneverkko ja yhdyskuntatekniikka. Liikenneverkko muodostuu tie- ja rataverkosta, metrosta, raitioreiteistä, lentokentistä, satamista ja vesiväylistä. Teitä Suomessa on yhteensä 438 000 km,

katuja, metro linjoja ja raitioteitä 28 000 km, vesiväyliä 20 000 km, satamia 43 kpl ja lentokenttiä 22 kpl. Yhdyskuntatekniikka muodostuu kaukolämpö-, maakaasu-, sähkö-, vesijohto- ja dataverkosta. Kaukolämpöverkkoa on Suomessa 15140 km, sähköverkkoa kanta-, jakelu- ja alueverkot yhteenlaskettuna noin 424 400 km ja maakaasuverkkoa 3220. Vesihuollon verkkoja on yhteensä 157 000 km, joista 50 000 km on jätevesiviemäreitä ja 107 000 km vesijohtoverkkoa. (Laine ym. 2020, 6–8; ROTI 2019, 16.)

Tämän kaiken rakentaminen, ylläpito ja korjaaminen aiheuttavat huomattaman määrän kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennukset käyttävät lähes 40 % Suomessa vuotuisesti käytetystä energiasta. Rakennukset aiheuttavat myös noin 30 % Suomen vuotuisista kasvihuonepäästöistä, kun huomioidaan rakentaminen sekä lämmitys ja sähkönkäyttö. Rakennusten CO₂-päästöt olivat vuonna 2017 yhteensä 15 400 ktCO₂, josta 84 % muodostui käyttövaiheen energian kulutuksesta. Pelkästään väylien vuotuiset päästöt, ilman siltoja ja muita vastaavia rakenteita, ovat materiaalien ja kunnossapidon osalta vuosittain noin 446 ktCO₂. Yhdyskuntatekniikka osalta suurin päästön lähde on sähköverkkojen rakentaminen, mikä tuottaa 164 ktCO₂ vuosittain. Vesijohtoverkko 39 ktCO₂ ja kaukolämpöverkko 11 ktCO₂ päästöillä jäävät tästä murto-osaan. (Laine ym. 2020, 5, 56–58.) Rakennetun ympäristön elinkaaripäästöjen muodostuminen ja suuruusluokat eri materiaalien ja energiamuotojen välillä käyvät hyvin ilmi Rakennusteollisuuden raportti sarjan ensimmäisen osan (Laine ym. 2020) tuloksista. Tulokset on esitetty Sankey-kuvaajan muodossa (kuva 3.)



Kuva 3. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki (Laine ym. 2020, 60)

Tarkasteltaessa talonrakennushankkeita merkittävä päästö niin sanottu hiilipiikki muodostuu tuote- ja rakentamisvaiheessa, niin uudis- kuin korjausrakentamisen hankkeissa. Tämä päästöpiikki muodostuu pääasiassa rakennusmateriaalien valmistuksesta. Rakennustyön aikaiset päästöt ovat tähän verrattuna pienet. Uudis- ja korjausrakennuskohteiden välillä on eroja näiden elinkaaren vaiheiden merkittävydessä. Korjausrakentamisessa tuote- ja rakentamisvaiheen päästöt jäävät yleensä uudisrakentamista vähäisemmiksi. Korjaushankkeen korjauslaajuus vaikuttaa luonnollisesti korjaushankkeen hiilipiikin suuruuteen. Korjaushankkeen parempi asema johtuu pitkälti siitä, että raskaat ja suuret rakennusosat, kuten perustukset ja runko sekä maatyöt aiheuttavat suuren osa hankkeiden tuote- ja rakentamisvaiheen päästöistä. Näitä rakennusosia voidaan korjausrakentamisessa monesti hyödyntämään ja valmistusvaiheen päästöiltä välttyä. Rakennusmateriaalilla on toki myös vaikutusta esimerkiksi rungon osuuteen päästöistä. Puurunko suoriutuu monesti vertailuista painavampia ja valmistukseltaan energiantensiivisempiä betoni- ja teräsrunkoja paremmin. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 24; Huuhka ym. 2021, 22–23.)

Rakennuksen käyttövaiheen päästöt muodostuvat energiankulutuksesta, kunnossapidosta, korjaamisesta osien vaihdoista. Tarkasteltaessa rakenteellisten ja taloteknisten, energiatehokkuuteen vaikuttavien, panostusten vaikutusta tuote- ja rakentamisvaiheen kokonaispäästöihin sen voidaan todeta olevan pieni. Näillä panostuksilla on kuitenkin iso vaikutus käytön aikaiseen energian kulutukseen. Korjaushankkeiden yhtenä merkittävimpanä tavoitteena rakennuksen käyttöä jatkamisen lisäksi onkin juuri energiatehokkuuden parantaminen. Näin pyritään välttämään kokonaan uuden rakentamisen aiheuttamalta kuormituksesta. Uudisrakentaminen tuottaa kuitenkin yleensä pienemmät käytönaikaiset päästöt, juuri paremman energiatehokkuuden kautta. Tästä johtuen, jos uudis- ja korjausrakentamisen vaihtoehtoja vertaillaan keskenään, ennen pitkää uudisrakennuksen elinkaaren päästökertymä alittaa korjatun rakennuksen päästökertymän. Vaihtoehtojen tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikin ja käyttövaiheen energiankulutuksen suuruus vaikuttava siihen miten pitkän ajan kulutta tämä elinkaari päästöjen kohtaamisen tilanne saavutetaan tai saavutettaisiin. Tätä ei tietenkään tapahdu, jos korjauksella päästään samaan tai parempaan lopputulokseen kuin uudisrakentamisella käytönaikaisessa energian kulutuksessa. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 30–31; Huuhka ym. 2021, 25–27.) Tätä ei tapahdu myöskään, jos käytettävä energia on päästötöntä. Päästökäyrien kohtaamiseen vaadittavan aikajakson pituus tulee-kin tulevaisuudessa kasvamaan, kun energiatuotannon päästöt pienevät.

5 Elinkaarikustannukset

5.1 Elinkaarikustannuslaskenta

Rakennuksen elinkaaren aikana rakennuksesta muodostuu kustannuksia, mutta rakennukset voivat olla omistajilleen tuottoisia esimerkiksi vuokratuottojen muodossa. Rakennuksen kustannusten ja tuottojen avulla voidaan tehdä kannattavuuslaskentaa, jossa pyritään selvittämään, minkälainen hanke on kannattava. Elinkaarikustannuslaskennalla taas pyritään kuvastamaan mitä kustannuksia kiinteistön omistajalle tulee maksettavaksi rakennuksen elinkaaren aikana. (Green Building Council Finland 2013, 41)

Aivan kuten hiilijalanjälkilaskennassa myös elinkaarikustannuslaskennassa (LCC, life cycle costing) huomioidaan rakennuksen koko elinkaari kehdestä hautaan. Laskentaa ohjaa samaan tapaan EU-tasoinen CEN/TC 350-standardiperhe ja standardi EN 15643-1 antaa toiminnalle yleiset raamit. Standardi EN 15643-4 (SFS-EN 15643-4 2012) täsmentää edellä mainittua standardia ja tarkentaa raameja koskien rakentamisen ekonomisten vaikutusten arviointia. Standardin liitteessä B on taulukoitu rakentamisen elinkaariarvioinnin ekonomisia näkökohtia, liitteessä C ekonomisia indikaattoreita ja liitteessä D potentiaalisia ekonomisia indikaattoreita. Varsinaista laskentamenetelmää ekonomisten vaikutusten osalta määrittää standardi EN 16627. Se yksilöi laskennassa käytettyjä rajoituksia, koskien laskennan skenaarioita, olosuhteita, tiedon laatua ja raportointia (SFS-EN 16627 2015). Poiketen hiilijalanjälkilaskennasta käytetystä elinkaarivaiheistuksesta (kuva 2) laskentaa tulee mukaan moduuli A0 ennen rakentamista. Tämä moduuli pitää sisällään rakennuspaikan hankintaan liittyviä kustannuksia tai tukia sekä muita ennen rakentamista syntyviä kuluja kuten suunnittelu- ja projektinjohtotehtävät (SFS-EN 16627 2015, 34–35).

Elinkaarikustannukset jakautuvat rakentamisessa siis EU-standardeissa määritettyihin vaiheisiin. A0-A5 moduulit muodostavat yleisesti rakennushankkeissa lasketut ja hankkeita ohjaavat investointikustannukset. A0 moduulia ei ole hiilijalanjälkilaskennan sisällössä ja sillä otetaan huomioon ennen rakentamista, kuten tontinhankinnasta syntyviä kustannuksia. Investointikustannusten määrittämiseen on olemassa useampia laskentamenettelyjä. Ratu KI-6033 Rakennushankkeen kustannushallinta (Rakennustieto Oy 2018, 36–48) esittelee neljää rakennusalalla pääasiassa käytettyä menettelyä (taulukko 1).

Menettely	Suorittaja
Viitekohde- ja tilastomenettelyt	rakennuttaja, suunnittelija
Laajuus- ja tilapohjaiset menettelyt	rakennuttaja, suunnittelija, päätoteuttaja
Rakennusosa- ja tuoteosalaskenta	rakennuttaja, päätoteuttaja, erikoisurakoitsijat
Suorite- ja panospohjainen laskenta	päätoteuttaja, erikoisurakoitsijat

Taulukko 1. Keskeiset kustannuslaskentamenettelyt ja käyttäjät (mukailtu Rakennustieto Oy 2018, 36)

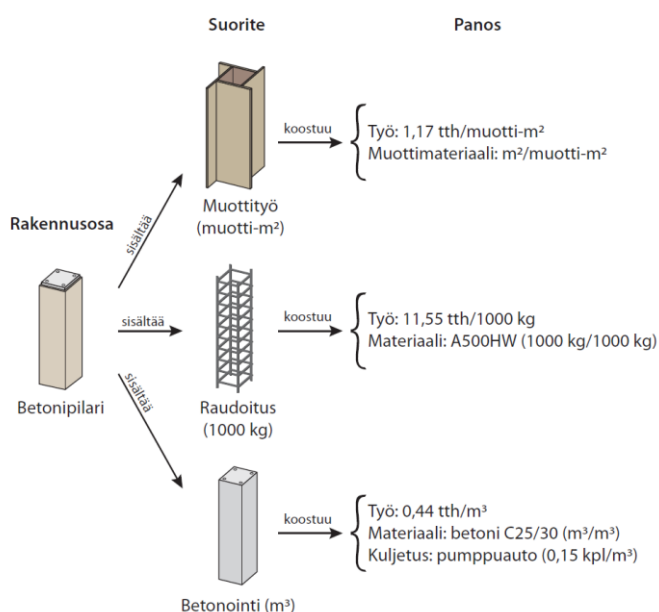
Viitekohdemenettelyssä käytetään hyödyksi toteutuneen, samankaltaisen, kohteen kustannuksia. Näitä kustannuksia voidaan käyttää suoraan tai indeksikorjattuna uuden kohteen kustannusten arvioinnissa. Viitekohteen valinnassa tulee kiinnittää huomiota kohteiden vertailtavuuteen esimerkiksi koon, sijainnin, pohjaolosuhteiden ja suunnitteluratkaisujen osalta. Vertailtavuudella on vaikutusta kustannusarvioinnin tarkkuuteen. Viitekohdemenettelyn tarkkuutta voidaan parantaa erokustannusmenettelyllä, jossa toteutuneen kohteen kustannuksista erotellaan standardi- ja yksilöllisiä osia tarkempaa arviointia varten. Tilastomenettelyssä taas uuden kohteen kustannuksia arvioidaan useamman toteutuneen kohteen kustannusten pohjalta. Huomioitavaa on kohteiden riittävä tilastomäärä sekä sijainnin ja rakennusajankohdan huomioiminen. Viitekohde- ja tilastomenettely sopivat käytettäväksi rakennushankkeen tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa. (Rakennustieto Oy 2018, 37–38.)

Siinä vaiheessa hanketta, kun lähtötietoaineistosta pystytään määrittämään pinta-aloja ja tilavuuksia voidaan käyttää laajuuteen ja tiloihin pohjautuvaa tilalaskentamenettelyä. Menetelmät ovatkin käytössä useimmiten suunnitteluvaiheessa. Laskennassa käytetään aikaisempiin kohteisiin pohjautuvaa kustannustietoa, mikä jaetaan pinta-alalle tai tilavuudelle. Tilaohjelmassa määritettyjen tilojen, niiden laadun sekä haluttujen olosuhteiden sekä tilahinnastojen avulla määritetään neliöhintoja. Tiloille suoraan kohdistumattomat kustannukset jaetaan huonealalle pohjautuen rakennusosiin ja yksikkökustannuksiin. Korjausrakennuskohteissa kustannusten määrittelyssä tilapohjaisesti hyödynnetään korjausastetta. Tilaluettelon pohjalta kohteen kustannukset määritellään, kuten uudiskohteen kustannukset, mutta tilaan kohdistuvien korjausten kustannukset arvioidaan prosentteina uudishinnasta. Kustannustietoa mikä pohjautuu tilojen ominaisuuksiin, on saatavissa erilaisista kustannustieto-ohjelmistoista ja -julkaisuista. (Rakennustieto Oy 2018, 39–42.)

Rakennusosa- ja tuoteosalaskentaa päästään hyödyntämään hankkeessa, kun suunnitelmien avulla pystytään suorittamaan rakennus- tai tuoteosatasoinen määrälaskenta. Tämän

tasoista kustannuslaskentaa päästään käyttämään siis suunnitteluvaiheen loppupuolella ja tarjouslaskennassa ja hankinnoissa vertailulaskelmissa. Rakennusosalaskennan etuna on kohtuullinen työ määrä ja riittävä tarkkuus esimerkiksi tarjouslaskentaan sekä eri rakennusosien kustannusten vertailtavuus. Rakennusosat ja niiden valmistukseen tarvittavien työsuoritusten luokittelu perustuu esimerkiksi Talo 80- tai Talo 2000-nimikkeistöihin. Kustannukset saadaan nimikkeistön mukaan ryhmiteltyjen rakennusosien, työsuoritteiden ja yksikköhintojen avulla. Tuoteosalaskennassa lasketaan kustannuksia tuoteosille, jotka sisältä useita rakenneosia. Tuoteosalaskentaa hyödynnetään esimerkiksi tuoteosakauppa kokonaisuuksia tai vertailtaessa suunnitelmavaihtoehtojen välisiä eroja. (Rakennustieto Oy 2018, 42–45.)

Kuten rakennus- ja tuoteosa laskenta, myös suorite- ja panospohjainen laskenta vaativat laskennan pohjaksi suunnitelmat, joista pystytään laskemaan määriä ja näin muodostamaan määräluetteloita. Suoritelaskennassa kustannukset määritellään määrien, panosten ja niiden hintatietojen avulla. Suorite on tietyn rakennusosan tuottamiseen tarvittava työkonaisuus. Tämä menetelmä vaatii työmenetelmien tuntemista, kun määritetään kuhunkin panosrakenteen tarvittavat materiaalien ja työn menekki-, hinta- ja hukkatiedot. Panospohjainen laskenta määrittää rakentamisen kustannukset materiaali-, työ-, hankinta- ja tuotehintoja käyttäen. Kohteen vaikeusasteen tai muun normaalista poikkeavan ominaisuuden huomioimisessa käytetään erilaisia vakioita tai kertoimia. Panosten lähtötietoja löytyy julkisesti ylläpidettävistä lähteistä, kuten hinnastoista tai työmenekkitiedoista. Yrityksen pitävät yllä myös omia tietokantojaan. (Rakennustieto Oy 2018, 45–48.) Rakennusosien, suoritteiden ja panosten suhde on paremmin hahmotettavissa kuvasta 4.



Kuva 4. Teräsbetonipilarin suoritteet (Rakennustieto Oy 2018, 47)

Kun siirrytään rakennuksen elinkaarivaiheiden, käyttövaihe (moduulit B1-B7) ja elinkaaren-loppu (C1-C4) kustannuksiin kustannuslaskentaan tulee mukaan rahan aika-arvo. Eri ajan-kohtina muodostuvat kustannukset eivät ole sellaiseen vertailukelpoisia keskenään. Nykyhetkellä saatu, reaaliarvoltaan samansuuruinen maksusuoritus on saajalleen nyt arvokkaampi kuin, jos hän saisi sen vuosien kuluttua. Kustannuksia voidaan vertailla tulevaisuudessa muodostuvien kustannusten diskonttauksella saatavan nykyarvon avulla. Diskonttaus tekijä lasketaan kaavalla 1 ja kustannuksen nettonykyarvo kaavalla 2. (Saari 2004, 7–10.)

$$dis_i = 1 / \left(1 + \frac{r}{100}\right)^i \quad (\text{kaava 1})$$

$r = \text{korko} [\%]$

$i = \text{aikajänne nykyhetkestä kustannuksen muodostumise vuoteen} [\text{vuotta}]$

$$K_{NA} = \Sigma[K_i \cdot dis_i] \quad (\text{kaava 2})$$

$K_i = \text{kustannus vuonna } i$

$dis_i = \text{diskonttaustekijä vuonna } i$

Annuiteettimenetelmällä taas jaetaan kustannuksia vuosiosuuksiin eli annuiteetteihin. Näin nähdään millainen osuus investoinnista jää maksettavaksi vuositasolla valitun ajanjakson ja koron vaikutus huomioiden. Kustannuksen annuiteetti lasketaan kaavalla 3. (Saari 2004, 10)

$$K_{AAN} = K_{NA} \cdot ann = K_{NA} \cdot r / 100 \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n / \left[\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n - 1\right] \quad (\text{kaava 3})$$

$K_{NA} = \text{kustannuksen nykyarvo}$

$ann = \text{annuitettitekijä vuoden } n \text{ ajanjaksolle}$

$r = \text{korko} [\%]$

$n = \text{laskenta} - \text{ajanjakso, esimerkiksi pitoaika} [\text{vuotta}]$

Tällä tavalla rakennuksen elinkaaren aikana syntyneet kustannukset rakennushankkeesta rakennuksen purkuun voidaan yhteismitallistaa nettonykyarvoon ja mahdollistaa erilaisten hankevaihtoehtojen ja skenaarioiden vertailu. Tässä opinnäytetyössä investointikustannukset laskettiin tilapohjaisesti ja tiettyjen rakennusosien kustannuksia määritettiin rakennusosalaskennan avulla. Elinkaarikustannusten osalta noudatettiin pääosin Rakennusten elinkaarimittarit (2013) julkaisun (Green Building Council Finland 2013) mukaista laajuutta ja

rajauksia. Laskennan tarkemmat rajaukset ja parametrit on esitetty tämän opinnäytetyöraportin luvussa 6.3 Elinkaarikustannuslaskennan toteutus sekä liitteessä 5 Elinkaarikustannukset.

5.2 Elinkaarikustannukset rakentamisessa

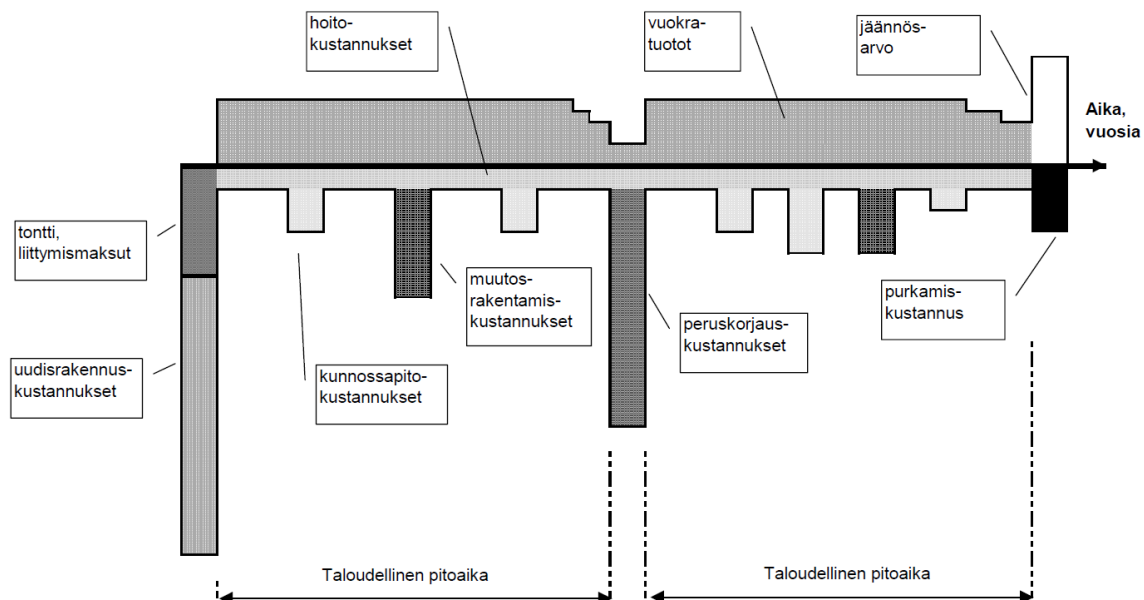
Suomen 1,53 miljoonan talorakennuksen kokonaisarvo on 500 miljardia euroa. Liikenne verkon arvo on 55 miljardia euroa ja yhdyskuntatekniikan 23 miljardia euroa. Tämän rakennetun ympäristön rahallinen arvo on 83 % Suomen kiinteästä pääomakannasta. Rakennuskannan arvosta julkisten rakennusten osuus on noin 45 miljardia euroa eli 9 %. Samaan aikaan kunnallisten palvelurakennusten korjausvajeen suuruus on 9 miljardia euroa, jos tämän lisäksi huomioidaan nykyvaatimukset toiminnallisuudesta ja laadusta perusparannustarve on kokonaisuudessaan 16,5 miljardia euroa, noin 37 % rakennuskannan arvosta. (ROTI 2019, 5–10, 16, 22)

Tämän rakennusmassan rakentaminen, hallinta ja ylläpito vaativat suurta rahallista resursia. Investointivaiheessa tehtävät ratkaisut vaikuttavat huomattavasti myös käytönaikaisiin kustannuksiin. Tältä osin olisi tärkeää huomioida investointivaiheessa tehtävien päätösten vaikutukset myös käyttövaiheen kustannuksiin. Näiden vaikutusten huomioimiseen on kuitenkin vaikuttanut se, että useasti rakentamisen investoinnin ja rakennuksen käyttämisen budjetit ovat erilliset ja vaiheilla on eri vastuuhenkilöt (Saari 2004, 4). Rakennuksen kustannusten tarkastelu kokonaisuutena olisi taloudellisesti erittäin järkevää, varsinkin tapauksissa, joissa rakennuksen omistaja on myös käyttäjä ja rakennus on omassa käytössä kauan. Tämä on monesti tilanne kunnallisilla palvelurakennuksilla. Elinkaarikustannusten osalta nousee esiin myös kysymys valittavasta tarkastelujakson pituudesta. Mitä pitemmäksi tarkastelujaksoa kasvatetaan sen suuremmat ovat epätarkkuudet laskennassa. Yksi perusteltu ratkaisu on valita laskenta-ajanajaksoksi taloudellinen pitoaika, mikä on rakennuksilla valmistumisen ja ensimmäisen peruskorjauksen välinen aika tai kahden peräkkäisen peruskorjauksen väli (Saari 2004, 7).

Rakennuksen koko elinkaaren kustannuksia ja siihen vaikuttavia rakentamisen ratkaisuja on pyritty paremmin huomioimaan myös hankemuodoilla. Näistä esimerkkinä elinkaarihankkeet, joissa sama toteutusorganisaatio tai yhteenliittymä vastaa suunnittelusta, rakentamisesta ja käyttövaiheen ylläpidosta. Tilaaja maksaa kohteen käytöstä palvelumaksua.

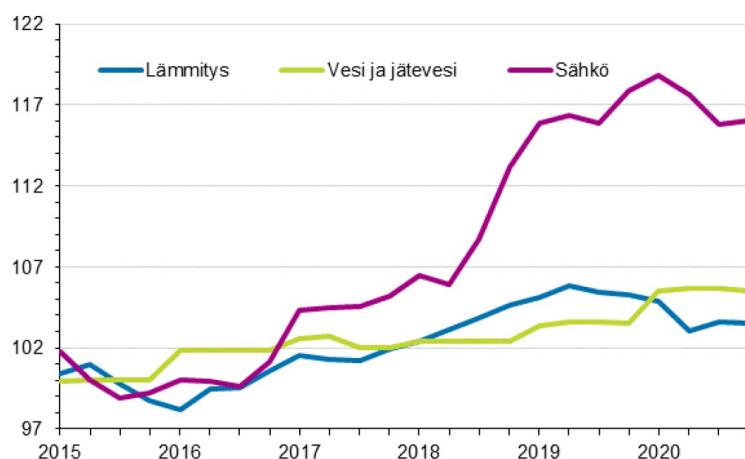
Kustannusten lisäksi elinkaaren aikana rakennuskohteet ovat mahdollisesti omistajilleen tuotollisia. Kustannusten ja tuottojen muodostumisen periaate elinkaaren aikana kuvassa 5. Kustannukset muodostuvat tontin hankinnasta, liittymismaksuista, rakentamisen kustannuksista, käyttövaiheen käytön, kunnossapidon, korjausten, osien vaihdon, laajamittaisten

korjausten sekä energian ja vedenkulutuksen kustannuksista sekä purkuvaiheen kustannuksista. Tuotot taas käsittävät esimerkiksi vuokratuotot, ulos myytävän energian ja jäännösarvon. Vertailemalla tuloja ja menoja voidaan tarkastella eri ratkaisujen kannattavuutta.

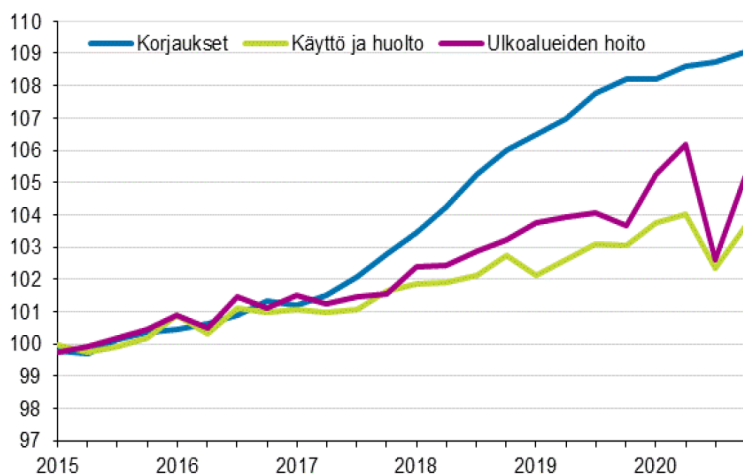


Kuva 5. Kiinteistön elinkaarikustannukset ja tuotot (Saari 2004, 5)

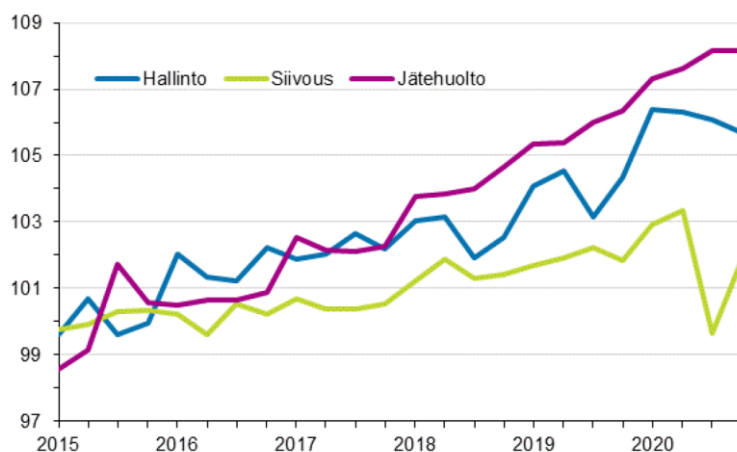
Rakennuksen elinkaaren kustannuksissa tapahtuu muutoksia. Tätä kehitystä seurataan esimerkiksi Tilastokeskus kiinteistön ylläpidon kustannusindeksillä. Indeksi huomio lämmityksen, veden, jäteveden, sähkön (kuvio 1), korjausten, käytön, huollon, ulkoalueiden hoidon (kuvio 2), hallinnon, siivouksen ja jätehuollon (kuvio 3) hintakehityksen. (Tilastokeskus 2021a)



Kuvio 1. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi - lämmitys, vesi ja jätevesi, sähkö (Tilastokeskus 2021a, 2)

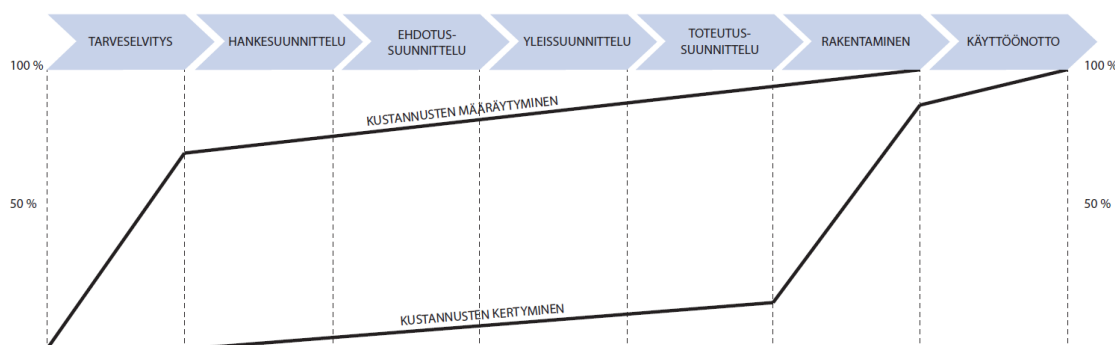


Kuvio 2. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi - korjaukset, käyttö ja huolto, ulkoalueiden hoito (Tilastokeskus 2021a, 2)



Kuvio 3. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi - hallinto, siivous, jätehuolto (Tilastokeskus 2021a, 3)

Suurimmat yksittäisen kuluerät ovat uudisrakentamisen, peruskorjauksen tai laajemman muutosrakentamisen kustannukset. Kuvassa 6 näkyy, miten rakennushankkeen kustannukset määräytyvät ja kertyvät yleisellä tasolla ajallisesti rakennushankkeessa. Suurimmat vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin ovat hyvin varhaisessa vaiheessa hanketta ja kuten hiilijalanjäljenkin osalta investointikustannuksien kokonaisuuteen nähden pienellä panostuksella voidaan saavuttaa koko elinkaaren aikaisissa kustannuksissa isoja säästöjä.

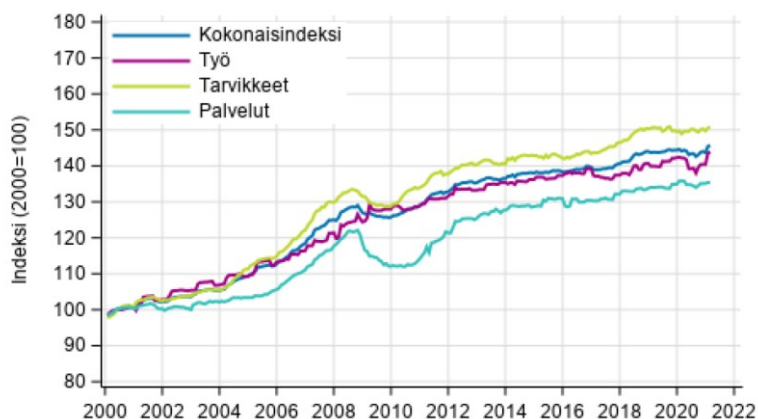


Kuva 6. Rakennushankkeen kustannusten määräytyminen ja kertyminen (Rakennustieto Oy 2016, 1)

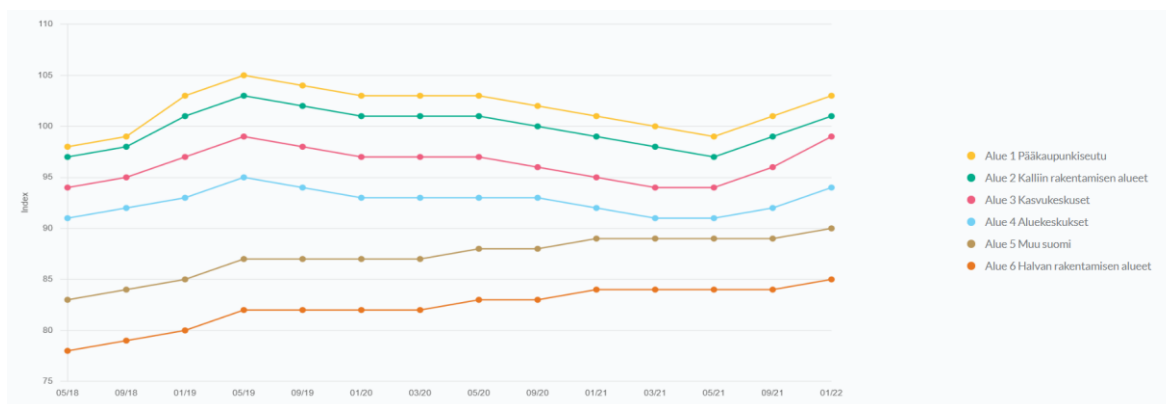
Tarveselvitysvaiheessa määritellään pääosin hankkeen tilatarpeet ja niiden käyttö ja hankesuunnitelmassa tarkennetaan laajuutta, laatua ja aikataulua. Tässä vaiheessa valitaan myös kohteen sijainti ja tätä kautta määräytyvät hankkeeseen vaikuttavat rakennuspaikan olosuhteet ja alueella kaava. Hankesuunnitelmavaiheessa asetetaan myös hankkeen kustannustavoitteiden raamit, joten vaihe on tärkeä hankkeen kustannusten kannalta. Hankesuunnittelu- ja suunnitteluvaiheen aikana, riippuen hankkeen toteutuksesta, mietitään myös hankkeen rakentamisen organisointia, toteutusmuotoja ja tuotantoratkaisuja. Näillä on vaikutusta kustannuksiin ja niiden hallintaan riskien, hyötyjen ja vastuiden osapuolille jakautumisen kautta. Suunnitteluvaiheessa kustannuksiin vaikuttaa valitut suunnitteluratkaisut ja tilaohjelmaltaankin samanlaisten hankkeiden kustannukset voivat erota paljonkin toisistaan niistä riippuen. Näihin ratkaisuihin vaikuttavat toki jo edellä mainitut rakennuspaikan olosuhteet ja voimassa oleva kaava vaatimuksineen ja rajoituksineen. Korjauskohteissa vaihtoehtoja rajoittavat myös korjauttavan kohteen kunto ja mahdolliset kulttuurihistorialliset ominaisuudet. (Rakennustieto Oy 2018, 8–22.)

Rakentamisvaiheessa muodostuvat suurimmat hankkeen kuluerät. Rakentamisvaiheen kustannuksiin vaikuttaa jo aikaisemmin päätetty toteutusmuoto sekä markkinatilanne hintatekijöineen. Rakentamisen markkinatilanteelle on ominaista suuret suhdannevaihtelut ja rakennusalan tuotteiden suuret vuosi- ja kausivaihtelut. Tähän vaikuttaa vahvasti kansatalouden heilahtelut, mitkä heijastuvat rakentamiseen. Rakentamisen kustannustason kehitystä seurataan rakennuskustannus- ja tarjoushintaindeksillä. Rakennuskustannusindeksi on kiinteäpainoinen panoshintaindeksi, joka seuraa rakentamisen kustannuskehitystä rakentamisen tuotantotekijöiden hintamuutoksen avulla (kuvio 4). Rakennuskustannusindeksi ei kuitenkaan huomioi alueellisia eroja panoshinnoissa, eikä suhdannevaihtelun vaikutusta urakoitsijoiden katetasoihin. Rakennuskustannusindeksiä paremmin suhdannevaihtelut ottaa huomioon tarjoushintaindeksi. Esimerkiksi Rapal Oy julkaisee omaa tarjoushintaindek-

siä. Tällä indeksillä pystytään paremmin huomioimaan alueellisia eroja suhdanteissa ja kilpailutilanteessa. Heikkoutena on indeksin lukujen perustuminen välillä melko pieni otanta markkinatilanteesta ja yritysten tarjoushalukkuudesta. (Ahonen ym. 2020, 23–25.) Myös Haahtela-kehitys Oy julkaisee omaa, muuttuvapainoista ja muuttuvahintaista, HAAHTELA-tarjoushintaindeksiä (kuvio 5). Indeksi kuvaa tarjoushintatason muutoksia kuudella indeksialueella ja sitä käytetään uudis-, korjaus- ja nykyhintojen määrittelyssä (Haahtela-kehitys Oy 2020.)



Kuvio 4. Rakennuskustannusindeksi (Tilastokeskus 2021b, 1)



Kuvio 5. HAAHTELA-tarjoushintaindeksi (Haahtela-kehitys Oy 2020)

6 Kehittämistutkimuksen toteutus

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena oli kehittää Lahden Tilakeskuksen toimintatapaa ja rakennushankkeiden tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheiden päätöksenteon tueksi tuotettavaa aineistoa, niin että se ottaisi paremmin huomioon rakentamisen koko elinkaaren. Kehityshankkeen laskelmien pohjaksi valikoitui Lahden Tilakeskuksen hankesuunnitteluvaiheessa oleva päiväkodin korjaushanke. Kyseinen päiväkotiyksikkö koostuu kahdesta rakennuksesta, jotka sijaitsevat samalla tontilla, tontin koko noin 8800 m². Rakennus 1, jatkossa RAK1, on vuonna 1991 rakennettu, rankarunkoinen, laajuudeltaan 930 brm² oleva yksikerroksinen päiväkotirakennus. Rakennus 2, jatkossa RAK2, on vuonna 2001 rakennettu, rankarunkoinen, laajuudeltaan 1022 brm² oleva yksikerroksinen päiväkotirakennus. Tarkemmat tiedot rakennusten tiloista esitetty liitteissä 3 ja 4. Molempiin rakennuksiin on tehty kuntotutkimukset 2018 ja kehittämistutkimuksen toteutushetkellä toiminta molemmista rakennuksista oli siirretty väistötiloihin.

Hiilijalanjäljen ja kustannusten laskentaa varten valittiin kolme erilaista vaihtoehtoa toteuttaa päiväkotihanke. Hiilijalanjälkeä ja kustannuksia tarkasteltiin 50 vuoden aikajaksolla. Vaihtoehdot erosivat toisistaan rakennusten kokonaislaajuuden sekä korjaus- ja uudisrakentamisen määrän suhteen. Vaihtoehdot erotettiin toisistaan merkinnällä VE (=vaihtoehto) ja numero (1-3). Vaihtoehtojen sisältö ja laajuus määritettiin seuraavanlaisiksi.

- VE1 (uusi): Vanhat rakennukset RAK1 ja RAK2 puretaan. Tilalle rakennetaan yksikerroksinen uudisrakennus, laajuudeltaan 2317 brm². Suunniteltu hoitopaikkamäärä kasvaa 135 paikasta 162 paikkaan.
- VE2 (uusi+korjaus): Vanhempi rakennus, RAK1, puretaan ja korvataan yksikerroksisella uudisrakennuksella, laajuudeltaan 1286 brm². Uudempaa rakennusta, RAK2, korjataan tarvittavassa laajuudessa. Suunniteltu hoitopaikkamäärä kasvaa 135 paikasta 156 paikkaan.
- VE3 (korjaus): Vanhoja rakennuksia RAK1 ja RAK2 korjataan tarvittavassa laajuudessa. Suunniteltu hoitopaikkamäärä pysyy ennallaan 135 paikassa.

6.1 Laskennan lähtötiedot

Hiilijalanjälki ja elinkaarikustannus laskentaan tarvittavien laajuus- ja määrätietoa määritettiin useammalla tavalla, koska vaihtoehdot pitivät sisällään niin korjaus kuin uudisrakentamista ja hanke oli hankesuunnitelmavaiheessa. Olemassa olevista rakennuksista, RAK1 ja RAK2, teetettyjen kuntotutkimuksien pohjalta Lahden Tilakeskuksen omat asiantuntijat laativat korjauslaajuutta koskevat arviot ja selvitykset, liittyen rakenteisiin ja talotekniikkaan.

Näiden arvioiden ja selvitysten pohjalta määritettiin laskentaan tarvittavia korjauslaajuus- ja materiaalmäärätietoja vanhoja piirustuksia ja olemassa olevia tilaohjelmia hyödyntäen. RAK2 on noin 20 vuotta vanha ja näin ollen korjaus tarpeet, eivät muodostuneet yhtä laajoiksi kuin RAK1 kohdalla. Tiettyjen RAK2 rakennusosien korjausta ei ollut järkevää laskea toteutettavaksi tässä vaiheessa rakennuksen elinkaarta, koska rakennusosilla oli runsaasti käyttöikää jäljellä, tästä esimerkkinä ikkunat. Tämä johti siihen, että RAK2 osalta määritettiin myös toinen laajempi korjaus 30 vuoden päähän ensimmäisestä korjauksesta, jolla pystyttiin huomioimaan perusylläpitoa suurempi korjaustarve rakennuksen elinkaaren aikana.

Kahden uudisrakennusvaihtoehdon, VE1 uudisrakennus ja VE2 uudisrakennus, osalta lähtötietona toimivat arkkitehtikonsultin tuottamat selvitykset tontille soveltuvista vaihtoehdoista.

Kahdesta vertailuun mukaan valitusta vaihtoehdosta arkkitehti tuotti myös pohjan luonnokset, joihin oli merkitty suunnitellut tilat ja niiden laajuudet. Tilojen suunnittelun pohjana oli Lahden kaupungin varhaiskasvatuksen ja Tilakeskuksen yhteistyössä laatima päiväkotikonsepti. Lahden päiväkotikonseptin pilottikohteena toimi loppuvuodesta 2020 valmistunut Humpulan päiväkotikoti. Tätä kautta laskentaa oli saatavilla runsas määrä tietoa muun muassa pintamateriaaleista ja tilojen varusteluista. Humpulan päiväkodin laajuustietojen pohjalta määritettiin myös IV-konehuoneiden laajuudet. Lisäksi määritettiin erikseen väestönsuojatilojen laajuudet uudisrakennuksissa. Uudisrakennuskohteiden runkomateriaaliksi valittiin CLT ja alapohjaksi maanvarainen betoni alapohja ja yläpohjaksi puisilla ristikoilla toteutettu yläpohjarakenne.

Vaihtoehtojen vertailuun käytettävien lukujen laskentaan tarvittiin suunnitellut hoitopaikkamäärät ja näiden määrien osalta konsultoitiin Lahden kaupungin varhaiskasvatusta. Maksimimäärä yhdessä ryhmässä on 21 lasta. Tämä toteutuu isompien lastenryhmissä ja kaikki ryhmien omat tilat, nimetty kotipesä, ovat mitoitettu tämän lapsimäärän mukaan. Pienempien lasten ryhmissä lapsia on kuitenkin normaalisti vain 12 lasta ja sisaryhmissä 15 lasta. Laskennassa käytettiin varhaiskasvatuksesta saatuja suunniteltuja ryhmäkohtaisia lapsimääriä.

Energiankulutustietoja tarvitaan sekä rakennuksen hiilijalanjäljen, että elinkaarikustannusten määrittämisessä. Energiankulutukseen vaikuttavia korjauksia määritettiin molempiin korjattaviin rakennuksiin. Lahden Tilakeskuksen rakennetekninen asiantuntija määrittä korjattavien ulkovaipparakenteiden U-arvoja ja energiainsinööri laski rakenteiden ja taloteknisten korjausten vaikutukset rakennusten energiankulutukseen. Uudisrakennusten osalta

energiankulutus määritettiin Lahden Tilakeskuksen E-luvun tavoitearvon 90 kWh/m²/a mukaisesti päiväkotirakennuksille. Laskennassa käytetyt energiakulutuksen arvot on esitetty taulukossa 2.

Päiväkodin rakennusten energiankulutus				
VE1 uudisrakennus	ennen korjausta		korjauksen/rakentamisen jälkeen	
Kaukolämpö	-	MWh/a	173	MWh/a
Sähkö	-	MWh/a	93	MWh/a
VE2 uudisrakennus				
VE2 uudisrakennus	ennen korjausta		korjauksen/rakentamisen jälkeen	
kaukolämpö	-	MWh/a	95	MWh/a
sähkö	-	MWh/a	52	MWh/a
RAK1 korjaus				
RAK1 korjaus	ennen korjausta*		korjauksen/rakentamisen jälkeen	
kaukolämpö	156	MWh/a	103,3	MWh/a
sähkö	47	MWh/a	35,6	MWh/a
RAK2 korjaus				
RAK2 korjaus	ennen korjausta*		korjauksen/rakentamisen jälkeen	
kaukolämpö	147	MWh/a	102,3	MWh/a
sähkö	50	MWh/a	38,1	MWh/a

Taulukko 2. Päiväkodin rakennusten energiankulutus

Vedenkulutuksen tietoja tarvitaan elinkaarikustannuslaskennassa. Nämä tiedot määritettiin rakennuksittain käyttäen pohjana nykyisten päiväkotirakennusten vedenkulutusta huone-neliötä kohden. Kulutusarvojen laskennassa käytettiin kulutustietoja vuosilta 2015–2019. Vedenkulutukseksi saatiin 1,09 m³/huon²/a. Rakennuskohtaiset kulutusluvut on esitetty taulukossa 3

Päiväkodin rakennusten vedenkulutus		
VE1 uudisrakennus	korjauksen/rakentamisen jälkeen	
Vesi	2293,31	m ³
VE2 uudisrakennus		
VE2 uudisrakennus	korjauksen/rakentamisen jälkeen	
Vesi	1241,07	m ³
RAK1 korjaus		
RAK1 korjaus	korjauksen/rakentamisen jälkeen	
Vesi	886,32	m ³
RAK2 korjaus		
RAK2 korjaus	korjauksen/rakentamisen jälkeen	
Vesi	971,46	m ³

Taulukko 3. Päiväkodin rakennusten vedenkulutus

6.2 Hiilijalanjälkilaskennan toteutus

Hiilijalanjäljen laskenta suoritettiin Suomen Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaisesti. Laskentamenetelmän pohjana on luvussa 4.1 Hiilijalanjälkilaskenta esitellyt EU-standardit ja rakennuksen elinkaarenvaiheet. Tässä Suomen kansallisessa laskentamenetelmässä on kuitenkin tehty rajauksia laskennassa huomioitavaan elinkaaren moduuleihin ja rakennusosiin (taulukot 4 ja 5). Laskentamenetelmä sisältää myös erilaisia skenaarioita esimerkiksi energiantuotannon päästökehitykseen ja rakennuksen elinkaaren lopun vaiheisiin liittyen ja tiettyjen elinkaaren moduulien arviointiin voidaan käyttää taulukkoarvoja. Laskennasta saadaan tulokseksi $\text{kgCO}_2\text{e/m}^2/\text{a}$, mikä tarkoittaa hiilidioksidiekvivalenttikiloa lämmitettyä nettoalaa kohden per vuosi. Hiilidioksidiekvivalentti yhteismitallistaa kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutuksen vastaamaan hiilidioksidin lämmitysvaikutusta ilmakehässä. Lämmitetty nettoala lasketaan lämmitettyjen kerrostasoalojen summana ulkoseinien sisäpintojen mukaan (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1010/2017, 2§).

Ennen käyttöä	Arviointi	Käytettävät tiedot
A1–3 Tuotteiden valmistus	+ Arvioidaan	Vain hankekohtaiset tiedot
A4 Kuljetukset työmaalle	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
A5 Rakentaminen	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
Käytön aikana	Arviointi	Käytettävät tiedot
B1 Tuotteiden käyttö	- Ei arvioida	
B2 Ylläpito	- Ei arvioida	
B3–4 Korjaukset ja vaihdot	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
B5 Laajamittaiset korjaukset	Oma erillinen arviointi	
B6 Energian käyttö	+ Arvioidaan	Vain hankekohtaiset tiedot
B7 Veden käyttö	- Ei arvioida	
Käytön jälkeen	Arviointi	Käytettävät tiedot
C1 Purkutyöt	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
C2 Kuljetukset käsittelyyn	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
C3 Jätteenkäsittely	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
C4 Loppusijoitus	+ Arvioidaan	Hankekohtaiset tiedot tai taulukkoarvot
Arvioinnin toteutus ja tarkistus		
Tietokanta	Ei määritelty. Tulossa kansallinen päästötietokanta.	
Työkalu	Ei määritelty. Tulee olla yhteensopiva arviointimenetelmän kanssa.	
Pätevyysvaatimukset	Ei määritelty. Vaatimukset kehitteillä.	
Tulosten tarkistus	Ei määritelty. Vaatimukset kehitteillä.	

Taulukko 4. Arvioitavat elinkaaren vaiheet ja arvioinnissa käytettävät tiedot (Ympäristöministeriö 2019, 39)

Arvioitavat hankkeet	Uudisrakentaminen, laajamittaiset korjaukset	
Arvioitavat rakennustyypit	1–2 Asuinrakennus 3 Toimisto ja terveyskeskus 4 Liikerakennus, teatteri, kirjasto, museo 5 Majoitusliikerakennus, hotelli, asuntola, palvelutalo, vanhainkoti, hoitolaitos 6 Opetusrakennus ja päiväkotit 7 Liikuntahalli (lukuun ottamatta uimahallia ja jäähallia) 8 Sairaala 9 Muu rakennus	
Arvioitavat rakennusosat	<i>Arvioidaan</i>	<i>Ei arvioida</i>
Tontti	Maatyöt, tuennat ja vahvistukset, päällysteet, alueen rakenteet	Alueen varusteet, kasvillisuus, maaperä ja vesistöt
Kantavat rakenteet	Perustukset, alapohjat, runko, julkisivut, ovet ja ikkunat, ulkotasot, vesikatot	Erilliset kiinnikkeet
Täydentävät rakenteet	Väliseinät, ovet, portaat, pintarakenteet, kiintokalusteet, hormit ja tulisijat, tilaelementit	Listat, pintamateriaalit ja -käsittelyt, erilliset kiinnikkeet
Talotekniikka	Energiajärjestelmät, vesi- ja viemärijärjestelmät, ilmastointijärjestelmät, sähkön jakelu- ja käyttöjärjestelmät, aurinkopaneelit ja -keräimet, hissit	Tietotekniset järjestelmät, varavirta, liukuportaat, erilliset koneet ja laitteet
Työmaa	Kulutettu energia	Telineet ja suojaukset, väliaikaiset rakenteet, muotit, työmaatilojen elinkaari, työmaan henkilöliikenne
Arviointijakso	50 vuotta tai tavoitekäyttöikä (jos käytetty suunnittelun lähtökohtana)	
Vertailuyksikkö	1 m ² rakennuksen lämmitettyä nettoalaa / vuosi	

Taulukko 5. Yhteenveto arviointimenetelmästä ja rajauksista (Ympäristöministeriö 2019, 38)

Rakennustuotteiden valmistus (moduulit A1-A3) käsittää rakentamisessa tarvittavien rakennustuotteiden raaka-aineen hankinnan, kuljetuksen valmistukseen ja itse tuotteen valmistuksen. Laskennassa tulee huomioida myös rakentamisessa syntyvä materiaaliylijäämä ja -hukka. Korjausrakentamisen kohteissa huomioidaan vaan korjaamista varten tarvittavat rakennustuotteet ja materiaalit. Esimerkiksi korjattavan rakennuksen säilytettävää runkoa ei näin ollen tarvitse sisällyttää korjauskohteen laskentaan. Samoin jos rakentamisessa käytettävä uudelleen vanhoja rakennustuotteita tai ylijäämä muiden työmaiden ylijäämämateriaaleja ei tuotetta tarvitse sisällyttää laskentaan. Muut laskennan ulkopuolella rajattavat rakennusosat ovat esitettyinä taulukossa 5. Talotekniikan rakennustuotteiden arviointia varten menetelmään on määritetty myös taulukkoarvot (taulukko 6). Talotekniikan taulukkoarvojen m² ovat lämmitettyä huonealaa. (Ympäristöministeriö 2019, 17–18, 44.)

Tavanomaisia järjestelmiä (pinta-ala tiedot ilmoitettu rakennuksen huonealaa kohti)	
Hissi	7 585,00 kg CO ₂ /kpl
Sähköasennukset ja kaapeloinnit	5,28 kg CO ₂ /m ²
Sprinklerijärjestelmä	5,85 kg CO ₂ /m ²
Vesi- ja viemäri laitteistot (pinta-ala tiedot ilmoitettu rakennuksen huonealaa kohti)	
Vesijohtojärjestelmä	2,70 kg CO ₂ /m ²
Viemäriputkisto	0,52 kg CO ₂ /m ²
Lämmitysjärjestelmä (pinta-ala tiedot ilmoitettu rakennuksen huonealaa kohti)	
Patteriverkosto	6,67 kg CO ₂ /m ²
Lämmönjakokeskus	0,53 kg CO ₂ /m ²
Ilmanvaihtojärjestelmä ¹⁰	6,97 kg CO ₂ /m ²
Aurinkopaneelit (pinta-ala tiedot ilmoitettu aurinkopaneelin keräinpinta-ala kohti)	
Kiteinen aurinkopaneeli	242,00 kg CO ₂ /m ²
Ohutkalvopaneeli	67,00 kg CO ₂ /m ²
Verkkoinvertteri	22,00 kg CO ₂ /kpl

Taulukko 6. Talotekniikan päästötietojen taulukkoarvot (Ympäristöministeriö 2019, 44)

Moduulien A4 Kuljetukset työmaalle ja A5 Rakentaminen ja B3-4 Korjausten energiankulutus voidaan arvioida hankekohtaisilla tiedoilla tai menetelmään määritetyillä taulukkoarvoilla. A4 moduulin taulukkoarvo on 10,20 kgCO₂e/m² ja moduulin A5 taulukkoarvo 27,30 kgCO₂e/m² ja moduulin B3-4 energiankulutuksen 2,16 kgCO₂e/m². Tärkeää huomioida, että moduulien B3-4 materiaalien hiilijalanjälki ei sisälly taulukko arvoon vaan määräytyy rakentamisessa käytettyjen materiaalien vaihto sykliin tai korjauksissa käytettäviin muihin materiaaleihin. Moduulien A5 huomioidaan työmaalla kuluvan ostoenergian ja polttoaineiden päästöt. Näiden moduulien osalta taulukkoarvojen m² tarkoittavat lämmitettyä nettoalaa. (Ympäristöministeriö 2019, 23–24, 27, 45.)

B6 Energian käyttö laskentaan käytetään laskennallista ostoenergiankulutusta. Laskennallisella ostoenergiankulutuksella tarkoitetaan kyseisen rakennuksen vakioidun käytön mukaan laskettua energiankulutusta (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1010/2017, 2§). Laskenta ei pidä sisällään laitesähkö tai muiden energiatehokkuusasetuksessa luetteloimattomien teknisten järjestelmien energian kulutusta. Kulutetun energian päästökertoimet on annettu menetelmässä, ja ne pitävät sisällään energiantuotannon päästöjen pienemisskenaariot. Energiamuotojen menetelmän mukaiset päästökertoimet on esitetty taulukossa 7. (Ympäristöministeriö 2019, 29, 46–47.)

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Sähkö	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
Kaukolämpö	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Kaukojäähdytys	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Fossiiliset polttoaineet	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Uusiutuvat polttoaineet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taulukko 7. Menetelmän energiamuotojen päästökertoimet [gCO₂/kWh] (Ympäristöministeriö 2019, 46)

Rakennuksen elinkaaren loppuvaiheen moduulien C1-4 hiilijalanjäljen laskenta voidaan tehdä hankekohtaisilla tiedoilla tai käyttää menetelmään määritettyjä taulukkoarvoja. C1 Purkamisen moduuli pitää sisällään purkutyömaan energian kulutuksen samoin rajauksin moduuli A5 kanssa. Taulukkoarvo moduulille C1 on 7,80 kgCO₂e/m². Moduuli C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn huomioi purettujen materiaalien poiskuljetuksen aiheuttamat päästöt, taulukkoarvo 10,20 kgCO₂e/m². Moduulit C3 purkujätteen käsittely ja C4 Purkujätteen loppusijoitus pitävät sisällään purettavien materiaalien käsittelystä syntyvät hiilijalanjäljen. Moduulien yhdistetty taulukkoarvo on 15,60 kgCO₂e/m² (Ympäristöministeriö 2019, 21, 24, 28, 44.)

Moduuliin D Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat lasketaan rakennustuotteiden ja materiaalien kierron uudelleen käytön, materiaali kierrätyksen ja energiahyödyntämisen aiheuttamat päästöt ja vältetyt päästöt eli hyödyt. (Ympäristöministeriö 2019, 48–50.) Laskentamenetelmä sisältää myös hiilikädenjäljen, eli ilmastohyödyt, joita on mahdollista saavuttaa rakennuksen elinkaaren aikana ja joita ei muodostuisi ilmaan rakennusta. Nämä hyödyt voivat muodostua moduulissa D tai rakennuksen elinkaareen sisältyvissä vaiheissa. Tällaisia hyötyjä ovat rakennusosien uudelleen käyttö ja kierrätys materiaalina, minkä kautta voidaan välttyä uusien tuotteiden valmistuksen aiheuttamilta päästöiltä, rakennuksessa tai tontilla tuotettu ulosmyytävä energia käytönaikana sekä rakennusosiin ennen rakentamista tai rakennuksen elinkaaren aikana siihen sitoutuva eloperäinen hiili. Näitä positiivisia vaikutuksia ei kuitenkaan vähennetä hiilijalanjäljestä vaan ne ilmoitetaan erikseen. (Ympäristöministeriö 2019, 30–34.)


Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmän (Ympäristöministeriö 2019) liitteessä 6 on määritetty myös rakennuksen elinkaaren vähähiilisuuden raportoinnin vähimmäissisältöä. Tämän opinnäytetyöraportin liitteissä 1–4 on esitetty vaihtoehtovertailua varten laskettujen rakennusten (RAK1, RAK2, VE1 uudisrakennus ja VE2 uudisrakennus) hiilijalanjäljen laskenta raportit, joiden sisältö on määritetty laskentamenetelmäohjeen liitteen 6 pohjalta.

Kehittämistutkimuksen hiilijalanjäljen laskennassa käytettiin Bionova Oy:n tuottamaa One Click LCA ohjelmistoa ja Carbon Designer-lisäosaa. Lahden Tilakeskuksella on selainpohjaiseen laskentaohjelmistoon lisenssi ja se on ollut käytössä vuoden 2020 alusta lähtien ja siinä vaiheessa on hankittu myös käyttökoulutus ohjelmistoon. Ohjelmaa oli testattu aikaisemmin toisen rakennushankeen laskennassa, mutta uutena tuli Carbon Designer-lisäosan käyttö oikeassa rakennushankkeessa.


Laskennan toteutus alkoi hankkeiden perustamisella ohjelmistoon. Kehittämistutkimuksessa perustettiin omat hankkeet jokaisella rakennukselle. Hanketta perustaessa määriteltiin rakennusten perustietoja laajuutta, käyttötarkoitusta, runkotyyppiä ja sijaintia koskien. Tässä vaiheessa ohjelmistosta valitaan myös käytettävä laskentamenetelmä. Ohjelmistolla on pitkälle automatisoidusti mahdollista tehdä elinkaariarviointia useamman eri menetelmän tai sertifikaatin, kuten BREEM tai LEED, mukaisia laskentoja. Tässä kehityshankkeessa valittiin käytettäväksi edellä esitelty Suomen Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä.

Tämän jälkeen määritettiin laskennan parametrit. Parametrit pitävät sisällään rakennusmateriaalien käyttöiän oletusarvojen, materiaalien päästöjen sovittamismalleja (huomioi materiaalivalmistuksen sijainnin vaikutuksen) ja elinkaaren lopussa tapahtuvan materiaalihyödyntämisen skenaarioita. Parametrien määrittämisen jälkeen laskentaohjelmistoon syöttiin menetelmän mukaiseen laskentaan tarvittavat muut tiedot, rakennusmateriaalit, vuotuinen energiakulutus, arviointijakson pituus, muut päästöt ja vähenevät, käytettävät menetelmän mukaiset taulukkoarvot ja rakennuksen pinta-ala. Laskentaohjelmisto laskee tulokset ja niitä pääsee tarkastelemaan laajasti niin numeerisesti kuin graafisessa muodossa (kuvat 7 ja 8). Ohjelmistolla pystyy tuottamaan myös valmiita raportteja.

 VE1 CLT-runko - Rakennuksen vähähiilisuuden arviointi (Ympäristöministeriö, 30.8.2019)  Hankkeen perustiedot

 1 681 Tonnia CO₂e [⊕]





 15,18 kg CO₂e / m² / vuosi [⊕]

 84 053 € Hiilen sosiaaliset kustannukset [⊕]

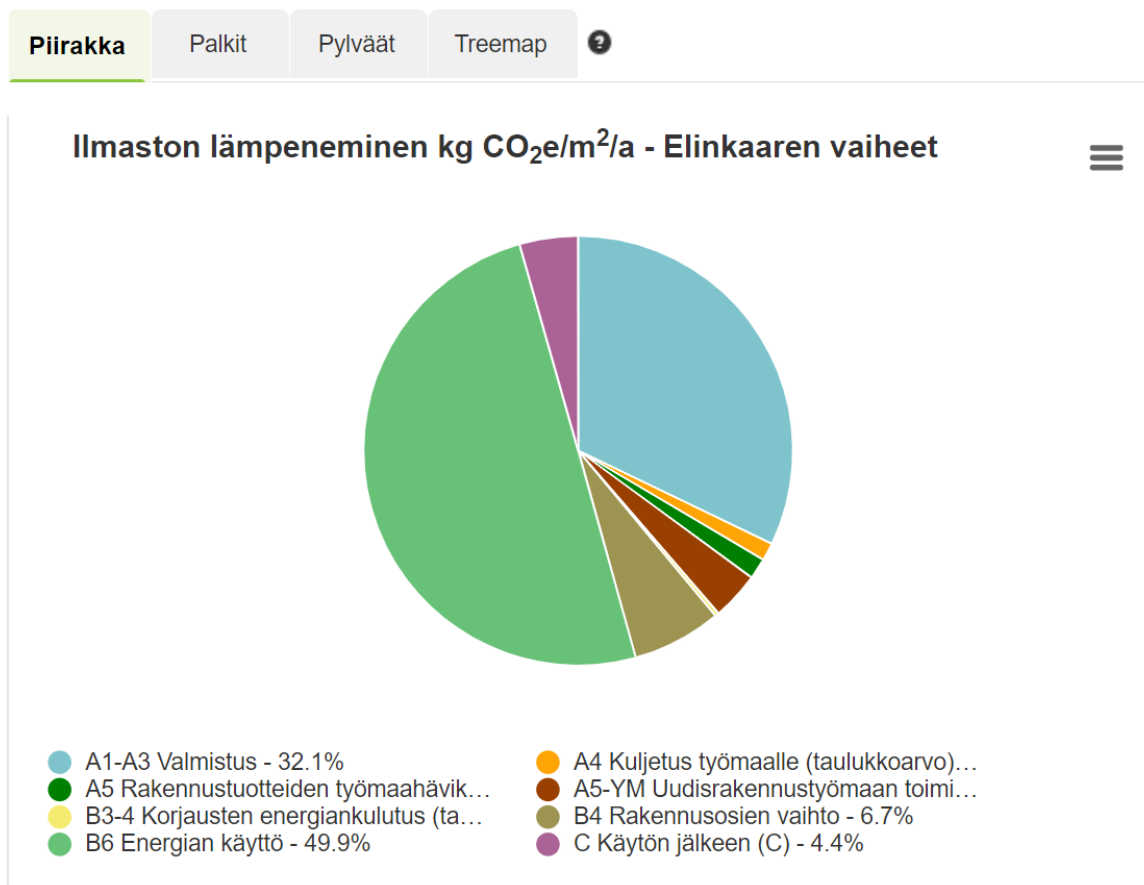
▼ Tulokset

Rakennuksen vähähiilisuuden arviointi

Tulokset on jaettu lämmitetyllä nettoalalla sekä laskentajakson pituudella menetelmäohjeen mukaan.

Tulosluokka	Ilmaston lämpeneminen kg CO ₂ e/m ² /a [⊕]
 A1-A5 Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-5)	5,91 Yksityiskohdat
 B3-B4,B6 Päästövaikutukset käytön aikana (moduulit B3-4, B6)	8,7 Yksityiskohdat
 C Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	0,67 Yksityiskohdat
A-C Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	15,28 Yksityiskohdat
 A-D Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-7,61 Yksityiskohdat

Kuva 7. VE1 (uusi) uudisrakennus laskennan tulospöytä



Kuva 8. VE1 (uusi) uudisrakennus tulokset graafisesti

Tietojen syöttö ohjelmistoon tehtiin samalla tavalla kaikissa hankkeissa, saatujen lähtötietojen pohjalta, pois lukien rakennusmateriaalit. RAK1 ja RAK2 osalta korjauslaajuuden perusteella vanhoista suunnitelmista pystyttiin tekemään määrälaskenta toimenpiteisiin tarvittavista rakenneosista ja materiaaleista. VE1 (uusi) ja VE2 (uusi+korjaus) uudisrakennusosalta lähtötietona olivat vai tilakaaviot ja rakennetyypit. Esimerkiksi perustuksien tai ikkunoiden koosta tai määrästä ei ollut tietoa. Näiden laskelmien teossa hyödynnettiin One Click LCA:n Carbon Designer-lisäosaa. Carbon Designer on kehitetty nimenomaan varhaisen vaiheen elinkaariarviointiin. Se tuottaa tyypillisen rakennuksen laajuus ja materiaalitiedot perustuen laskijan antamaan rakennustyyppiin, bruttoalaan ja kerroslukuun (kuva 9). Ohjelmiston tuottamia rakennuksen mittoja ja rakenteiden määrää pääsee vapaasti muokkaamaan. Kehittämistutkimuksessa niin VE1(uusi) kuin VE2 (uusi+korjaus) uudisrakennuksen mittoja ja seinä rakenteiden määriä muokattiin jonkin verran arkkitehdin tilakaavioista pohjalta. Tämän jälkeen materiaalitieto tuotiin täydennettäväksi lisäosasta varsinaiseen rakennusmateriaalien syöttönäkymään (kuva 10).

Projektin perustiedot

Hankkeen laajuus

- Perustukset ja pohjarakenteet
- Alapohja
- Runko
- Ulkovaippa
- Pinnat ja sisäseinät
- Oletusarvot ja talotekniikka

Rakennuksen tyyppi, ala ja kerrosluku

Suomalainen tyyppirakennus (kaikki rakennustyypit) ▼

Rakennustyyppi

Päiväkodit ▼

Bruttoala m²

Maanpäälliset kerrokset

Laskentajakso vuotta

+ Lisää valintoja

Skenaariot

Perusskenaario

Päiväkoti - CLT ▼

Vertailuskenaario

Ei lasketa ▼

Peruuta

Laske pinta-alat

Laske lähtötaso

Rakennuksen mitat



Korkeus	3.8	m
Leveys	122.2	m
Syvyys	18	m
Huonekorkeus	3.5	m
Pilarien etäisyys	9	m
Kantavat sisäseinät	70	%
Portaikkojen lukumäärä	0	
Kerrosten kokonaismäärä	1	
Rakennuksen muodon tehokkuuskerroin	1.1	
Nettoala	1901.8	m ²
Lämmitetty nettoala	1901.8	m ²

+ More parameters

Rakenteet

Muokkaa pinta-aloja tarvittaessa..

Perustukset ja pohjarakenteet		
Perustukset	<input type="text" value="2000"/>	m ²
Routaeriste	<input type="text" value="280"/>	m
Cleanliness layer	<input type="text" value="2000"/>	m ²
Alapohja		
Alapohja	<input type="text" value="2000"/>	m ²
Runko		
Välipohjat	<input type="text" value="0"/>	m ²
Kantavat sisäseinät	<input type="text" value="895"/>	m ²
Parvekkeet	<input type="text" value="0"/>	m ²
Portaat ja hissikuilu	<input type="text" value="0"/>	m
Väestönsuoja	<input type="text" value="20"/>	m ²
Ulkovaippa		
Maanalaiset seinät	<input type="text" value="0"/>	m ²
Ulkoseinät	<input type="text" value="626"/>	m ²
Ulkoverhous	<input type="text" value="626"/>	m ²
Ikkunat	<input type="text" value="400"/>	m ²
Ulko-ovet	<input type="text" value="40"/>	m ²
Yläpohja	<input type="text" value="2000"/>	m ²
Vesikatto	<input type="text" value="2000"/>	m ²
Pinnat ja sisäseinät		
Sisäseinät	<input type="text" value="384"/>	m ²
Lattiat	<input type="text" value="1902"/>	m ²

Kuva 9. Carbon Designer:n tuottamat tiedot.

✓ **Rakennusmateriaalit**

✓ Energiankulutus, vuotuinen

✓ Arviointijakso

✓ Muut päästöt ja vähenemät

✓ Taulukkoarvot

✓ Rakennuksen pinta-ala

Tyhjennä Materiaali Filteröi: Maa Filteröi: Tietolähde Filteröi: Tyyppi Filteröi: Taustadata Filite... CO2e Filite... Yks

Perustukset, maanalaiset rakenteet ja perusmuuri + Luo ryhmä + Siirrä materiaalit 🔗 Lisää vertailtavaksi

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numerc

Resurssi	Määrä	CO _{2e}	Muistinpanot	Rakennusosa	Lokalisatio	Käyttöikä	Hukka
Sokkeli- ja anturaperustus	<input type="text" value="2317.0"/> m ²	53t - 3%	<input type="text"/>	1211 Perustukset: Anturat	Tieto osien tasolla	Tieto osien tasolla	Tieto osien tasolla
Eriste, EPS 100, 0.035 W/mK, 18-22	<input type="text" value="444.0"/> m ² x <input type="text" value="200"/> mm	4,6t - 0,3%	<input type="text"/>	1211 Perustukset: Anturat	Paikallinen, ei tarvita	Pysyvä	<input type="text" value="4"/> %

2. Pystyrakenteet ja julkisivu 🔗 36 Tonnia CO_{2e} - 2 %

Ulkoseinät ja julkisivu + Luo ryhmä + Siirrä materiaalit 🔗 Lisää vertailtavaksi

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numerc

Resurssi	Määrä	CO _{2e}	Muistinpanot	Rakennusosa	Lokalisatio	Käyttöikä	Hukka
Ulkoseinä, CLT-rakenne, P3 R	<input type="text" value="779.0"/> m ²	16t - 0,9%	<input type="text"/>	1241 Julkisivut: Ulkoseinät	Tieto osien tasolla	Kuten rakennus	Tieto osien tasolla
Kulvattu sahatavara kuusi- tai mäntä	<input type="text" value="155"/> m ² x <input type="text" value="32"/> mm	0,42t - -0%	<input type="text"/>	1241 Julkisivut: Ulkoseinät	Paikallinen, ei tarvita	Kuten rakennus	<input type="text" value="17.9"/> %
nameFicla, 15-40 mm (0.59-1.57 in.)	<input type="text" value="779"/> m ² x <input type="text" value="28"/> mm	1,9t - 0,1%	<input type="text"/>	1241 Julkisivut: Ulkoseinät	🇸🇺 Suomi 2018	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="17.9"/> %

Pilarit ja kantavat pystysuorat rakenteet + Luo ryhmä + Siirrä materiaalit 🔗 Lisää vertailtavaksi

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numerc

Väliseinät ja ei-kantavat rakenteet + Luo ryhmä + Siirrä materiaalit 🔗 Lisää vertailtavaksi

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numerc

Resurssi	Määrä	CO _{2e}	Muistinpanot	Rakennusosa	Lokalisatio	Käyttöikä	Hukka
Ristiinlaminattu massiivipuu (CLT)	<input type="text" value="1161.0"/> m ² x <input type="text" value="60"/> mm	3,9t - 0,2%	CLT-levy RAK mukaan	1311 Väliseinät: Väliseinät	Suomi 2018	Kuten rakennus	<input type="text" value="16.7"/> %
Väliseinä, 70 mm, puuranka-m	<input type="text" value="497.0"/> m ²	5,8t - 0,3%	Defined per wall area, 45x70	1311 Väliseinät: Väliseinät	Tieto osien tasolla	Tieto osien tasolla	Tieto osien tasolla

Kuva 10. Rakennusmateriaalien syöttäminen One Click LCA-ohjelmistoon

Rakennusmateriaalien syöttäminen on määrälaskennan kanssa laskennan aikaa vievin vaihe. Ohjelmistossa tietoja voi syöttää kuitenkin hyvin monipuolisesti erilaisissa yksiköissä kuten jm, m², m³, eikä materiaali määriä tarvitse muuttaa aina kiloiksi, kuten laskentamenetelmän omassa excel-pohjaisessa laskenta taulukossa (Green Building Council Finland & Ympäristöministeriö 2019). Materiaalitietoja pystyy hakemaan tietokannasta materiaaleittain ja tietokanta pitää sisällään myös valmiita rakenteita ja rakennetyyppejä. Laskennassa kiinnitettiin erityisesti huomioita siihen, että rakennuksen samankaltaiset rakenteet laskettiin samoilla materiaalitiedoilla, jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Ohjelmisto määrittää myös automaattisesti materiaalitietokannan ja syötettyjen laskentaparametrien pohjalta lokalisaatioon, käyttöikään ja materiaalihukkaan liittyvät arvot. Kehittämistutkimuksen laskelmissa materiaalien käyttöiät tarkasteltiin RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot (Rakennustieto Oy 2008) pohjalta.

Jokaiselle rakennukselle laskettiin omat hiilijalanjäljet ja vertailtavaa kolmea vaihtoehtoa varten rakennuksien laskentatuloksia yhdistettiin VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) osalta excel-tilukossa (taulukko 8). VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) maatöiden ja pihan päällysteiden osalta päästöt kohdistettiin kokonaisuudessaan VE2 (uusi+korjaus) uudisrakennukselle tai RAK1 korjausrakentamiselle. Tällä tavoin vältyttiin tarpeettomilta rajapinnoilta laskennassa. RAK2 hiilijalanjälkilaskentaan laskettiin myös toinen, elinkaaren 30 vuoden kohdalla, tehtävä korjaus, jota käytettiin elinkaarikustannusten kanssa vertailtavissa tuloksissa. Tässä laskelmassa huomioitiin vain materiaalien ja työmaavaiheen hiilijalanjälki, koska energian käytön ja elinkaaren lopun päästöt ovat huomioitu jo ensimmäisessä laskennassa. Rakennuksen laskentatulokset yhdistettiin 50 vuoden jakson kokonaishiilijalanjäljen saamiseksi. Näiden kahden laskennan rajapintojen huomioon ottaminen on tärkeää päästöjen kahteen kertaan tapahtuvan laskennan välttämiseksi.

	RAK1 per.korj.	RAK2 per.korj.	Yhteensä (RAK1+RAK2)
Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e]	727 000	599 000	1 326 000
Lämmitetty nettoala [netto-m ²]	826	919	1 745
Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/m ²]	880	652	760
Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/m ² /a]	17,60	13,04	15,20
kgCO ₂ e/hoitopaikka	11 015	8 681	9 822
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	220,30	173,62	196,44

Taulukko 8. VE3 (korjaus) hiilijalanjäljen yhdistäminen

Laskennalla saatiin selvitetty rakennusten ja sitä kautta vertailtavien vaihtoehtojen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt ja hiilijalanjälki. Tunnuslukuja ja niiden tarkastelua sekä vertailua on käyty tarkemmin opinnäytetyöraportin luvussa 7 Kehittämistutkimuksen tulokset.

6.3 Elinkaarikustannuslaskennan toteutus

Elinkaarikustannuslaskennan rajausten pohjana toimivat Green Building Council Finlandin Rakennusten elinkaarimittarit (2013) -julkaisun määrittelyt (Green Building Council Finland 2013). Julkaisun rajataan laskenta koskemaan vain kustannuksia, eli esimerkiksi mahdollisia vuokratuloja tai jäännösarvoa ei huomioida. Siinä määritetään kustannusten huomioiminen ja jaksottaminen rakennuksen koko elinkaarelle ja elinkaaren aikana syntyvien kustannusten muuntaminen nettonykyarvoon diskonttauksen avulla. Rajausten pohjalta yleistä inflaatiota ei huomioida kustannusnousuna, poikkeuksena energian hinta. Rakennuksen elinkaarenvaiheiden sisällön määrittely julkaisun mukaan on esitettyinä taulukossa 9. Huomioitavaa elinkaarivaiheiden sisällöstä esimerkiksi moduulissa B1 käyttö osalta on kiinteistövero, jota kunta ei omistamistaan rakennuksistaan itselleen maksa. RAK2 laajempi korjaus 30 vuoden kohdalla huomioidaan moduulissa B5 laajamittaiset korjaukset.

VAIHE	VAIHEEN KESKEINEN SISÄLTÖ
A0 ENNEN RAKENTAMISTA	Tontin hankinta veroineen, hankevaiheen suunnitelmat ja kustannukset. Jos tontti vuokrataan, vuokratkustannukset kohdistetaan tälle vaiheelle. Jos rakennus hankitaan käyttöön olemassa olevana, kohdistetaan hankintahinta ja -kulut tähän vaiheeseen.
A1-A5 ENNEN KÄYTTÖVAIHETTA	Vaiheet A1-A5 voidaan käsitellä yhtenä kokonaisuutena, joka voi perustua urakkatarjouksiin tai muuhun kustannusarvioon. Myös muut hankkeen projektinjohto-, tarkastus- ja valvontakulut kuuluvat tähän vaiheeseen. Kunnallistekniikan liittymiskustannukset kuuluvat tähän vaiheeseen.
B1 KÄYTTÖ	Kiinteistövero, isännöinti, vakuutukset ja turvallisuuspalvelut. Taloushallintoon (esim. asunto-osakeyhtiön kirjanpito ja tilintarkastus) liittyviä kustannuksia ei huomioida.
B2 KUNNOSSAPITO	Huolto- ja ylläpitopalvelut, mm. siivous, pintojen ja teknisten järjestelmien huolto. Tarkastukset ja muut toistuvat toimenpiteet (esim. nuohous).
B3 KORJAUS	Ennakoimattomista rikkoutumisista johtuvat korjauskustannukset.
B4 OSIEN VAIHTO	Suunnitelluista rakennuksen osien vaihdoista johtuvat korjauskustannukset ja tähän liittyvien suunnittelu- ja valvontatehtävien kustannukset.
B5 LAAJAMITTAISET KORJAUKSET	Rakennuksen käyttötarkoituksen muuntamisesta johtuvat kustannukset.
B6 ENERGIAN KÄYTTÖ	Rakennukseen ostettava energia- ja polttoaineet siirtomaksuineen. Kulutuksesta tulee poistaa kuluttajalaitteiden osuus (tai mainittava jos se on huomioitu), mutta tontilla kulutettava energia huomioidaan. Periaate on sama kuin hiilijalanjäljen osalta (kts. 6.3).
B7 VEDEN KÄYTTÖ	Puhtaan veden ostosta ja jäteveden käsittelystä syntyvät kustannukset. Kulutuksesta tulee poistaa kuluttajalaitteiden osuus kulutuksesta (tai mainittava jos se on huomioitu).
C1-C4 PURKUVAIHE	Rakennuksen purkaminen ja purkujätteen käsittely ja kuljetus. Maaperän tai tontin ennallistaminen hanketta edeltävälle tasolle ja valmiiksi seuraavaa käyttäjää varten. Kohta voidaan käsitellä urakkasummana purku-, siivous- ja ennallistamistöistä, josta poistetaan materiaalien hyötykäytön hyvitykset. Jos näitä ei tunneta, niitä ei huomioida.
D ELINKAAREN ULKO-PUOLISET LISÄTIEDOT	Lisätiedot kattavat rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaiheet, jotka koostuvat energian myynnistä ja rakennuksen materiaalien tai osien uudelleen- tai hyötykäytöstä. Uudelleen- ja hyötykäyttö huomioidaan ensisijaisesti syntyneitä kustannuksia vähentävänä alennuksena, ja kustannukset ylittävät tulot raportoidaan lisätiedoissa. Lisäksi lisätietomoduulissa todetaan rakennushankkeen saamat mahdolliset subventiot.

Taulukko 9. Rakennuksen elinkaarenvaiheiden sisältö kustannuslaskennassa (Green Building Council Finland 2013, 42)

Itse elinkaarikustannusten laskenta jakautuu selkeästi kahteen vaiheeseen. Ensin laskettiin rakentamiseen liittyvät investointikustannukset sekä RAK2 toisen korjauksen investointikustannukset. Nämä laskennat toteutettiin Haahtelan Kustannustieto TAKU®-järjestelmällä tilapohjaisella laskennalla maaliskuun 2021 Haahtela indeksissä 94,5. VE1 (uusi) ja VE2 (uusi+korjaus) uudisrakennusten tilakaavioista luotiin laskentaohjelmistoon tilaohjelma. Tilojen varustelun ja laatutason pohjana toimivat saman päiväkotikonseptin valmistuneen kohteen, Humpulan päiväkodin suunnitelmat sekä Tilakeskuksen omat suunnitteluohjeet esimerkiksi talotekniikan osalta. Laajuuteen ja laatutekijöihin liittyvät tiedot määritetään ohjelmiston hanketekijöihin ja tilojen tilakustannusmalleihin (kuvat 11 ja 12).

Aluerakenteet			
<input type="checkbox"/> Käytetään oletusarvoja			
Tontin pinta-ala	2694	8845 m2	
Liikennealue, kestop.	782	1900 m2	
Liikennealue, sora	0	0 m2	
Liikennealue, vaativa	0	1634 m2	
Pensasistutukset	650	799 m2	
Nurmikot	333	2562 m2	
Piha-alue yhteensä	1764	6895 m2	60 %
Sadevesiviemäriointi	500	510 m2/kaivo	110 %
Ulkovarusteet	17027	29824 €	100 %
Ulkopuoliset rakenteet	80912	79530 €	60 %
Autokatokset		0 ap	%
Lämmityspistorasiat		0 kpl	%
Ulkovalaistus		9941 €	100 %

Kuva 11. Hanketekijät näkymä

RAK1 ja RAK2 korjaushankkeiden laskennassa käytettiin myös samaa Haahtelan TAKU® laskentaohjelmistoa ja tilapohjaista laskentamenetelmää. Korjaustoimenpiteiden kustannusvaikutus määritettiin pääasiassa korjausasteiden avulla. Kullekin rakennuksen osa-alueelle määritettiin siis toimenpiteen vaikutuksen suuruus vastaavanlaisen osan uudishintaan nähden (kuva 24). 100 % vastaa uuden tekemistä ja sen ylittävissä prosenteissa on mukana myös korjaamiseen liittyvä kustannusta nostavat tekijät, kuten purkaminen ja tai uuden soveltaminen vanhaan. Osa määritettyjen korjaustoimenpiteiden kustannuksista laskettiin myös rakennusosalaskennan avulla samalla laskentaohjelmistolla ja kustannukset lisättiin hanketekijät näkymässä 4. muut erillislisät kohtaan.

Tiku

Kuraeteinen

Tilan korjaaminen

Korjaustoimenpide

	%	€/m2		%	€/m2
Seinäpinta	130	316	Lämmitys	140	89
Kallopinta	130	165	Vesi ja viemäri	140	319
Lattian pinta	130	231	Kanavat ja säil.	120	98
Kalusteet	110	383	IV-koneet	120	79
Ikkuna	130	173	Muu LVV	120	78
Ovi	120	361	Valaistus	110	100
Väliseinät	100	158	Sähköjako	100	6
Eriyisväliseinät	120		Keskukset	70	38
Apr:n erityisrak.	0		Muu sähkö	110	294
Runko	50	87	Erillishankinnat	0	
Ulkovaippa ym	100	1 417			
Ulkotasot	0				

Korjaushinta 4 392 €/m2 110 %

Uudishinta 4 001 €/m2

1. Mitat ja muoto
2. Sisäilmasto
3. Ääneneristys
4. Valaistus
5. LVI-järjestelmät
6. Sähköjärjestelmät
7. Kal., varust. ja laitt.
8. Jakoseinät
9. Kuorm., kest. ja turvall.
10. Yhteydet muualle
11. Sisäp. pintarak.

Tilan käyttö
Ylläpito

■ Korjaaminen

Hyväksy
Peru

Kuva 12. Tilakustannusmalli näkymä, korjausasteiden määrittäminen

Investointikustannusten laskennan jälkeen laskettiin rakennusten elinkaarikustannukset hiilijalanjälkilaskentaa vastaavalle 50 vuoden ajanjaksolle. Vertailtavien toteutusvaihtoehtojen kustannukset luotiin hiilijalanjälkilaskennan tapaan yhdistämällä saadut tulokset excel-taulukossa. Elinkaarikustannusten laskentaan käytettiin One Click LCA laskentaohjelmiston Automated LCC-lisäosaa. Tässä oli etuna se, että laskenta suoritettiin samojen, ohjelmistoon hiilijalanjälkilaskentaa varten perustettujen, hankkeiden avulla. Ohjelmisto voi hyödyntää automaattisesti hiilijalanjälkilaskentaa varten hankkeelle syötettyjä rakennusmateriaali tietoja, näin tätä aikaa vievää vaihetta ei tarvitse toistaa. Myös energiankulutuksen tiedot siirtyvät suoraan hiilijalanjälkilaskennasta elinkaarikustannuslaskentatyökaluun. Muita laskentaa syötettäviä tietoja ovat vuotuinen energian ja veden kulutus, arviointijakson pituus, muut pääomakustannukset ja muut toimintakulut. Lisäksi tuli määrittää ohjelmiston laskentaan vaatimat elinkaarikustannuslaskennan parametrit. Näitä ovat valuutta ja valuuttakurssi, rakentamisen työvoimakustannukset sekä diskonttokorko ja inflaatio (yleinen, energia ja vesi) sekä EOL prosentteina capex:stä. Diskonttokorkoa vaihdeltiin laskennan herkkyystarastelussa 1 % ja 5 % välillä, varsinaisen laskentakorko oli 3 %. Laskennassa käytetyt muut parametriarvot ovat esitetty opinnäytetyöraportin liitteessä 5.

Rakennusmateriaalien ja energiankulutuksen määrätiedot olivat valmiina laskentatyökalussa siirtyneiden tietojen ansiosta. Hinnittelussa käytettiin ohjelmiston tietokannanhintoja.

Verkkosähkön (Suomi) hintana 125 €/MWh ja Kaukolämmön (Suomi) 65,1 €/MWh. Materiaalitietojen osalta taloteknistenjärjestelmien hinnat jouduttiin muodostamaan investointikustannustietojen pohjalta, käyttäen neliöhintaa. Tähän jouduttiin, koska hiilijalanjätkilaskennassa käytettiin ympäristöministeriön menetelmän taulukkoarvoja taloteknisillejärjestelmille, ja näille tiedoille ei ohjelmistossa ollut määriteltyä hintatietoa. Tiedot syötettiin järjestelmittain rakennusmateriaalit välilehdelle. Veden kulutuksen osalta huomioitiin vesijohtoveden käyttö, hinnoittelu tehtiin ohjelmiston oletushinnan, 2 €/m³, mukaisesti.

Ohjelmisto muodostaa moduulien A0-A5 moduulien kustannukset rakennusmateriaalivälilehden avulla. Rakentamisen kustannus jää pienemmäksi kuin TAKU®-ohjelmistolla laskettu investointikustannus, koska huomiotta jää muut kuin rakennusmateriaalien ja työn kustannukset. Tämä huomioitiin laskennassa lisäämällä muut pääomakustannukset välilehdelle TAKU®-ohjelmistolla laskettujen kustannusten ja One Click LCA:n rakennusmateriaalien perusteelle laskeman kustannusten erotus. Tämän lisäksi määritettiin käytönaikaisiin toimintaan liittyviä kustannuksia kuten siivous, huolto ja ylläpito, korjaushankkeet, ulkoalueiden hoito. Kustannukset määritettiin ohjelmiston oletushinnoin, euroina lämmittyä nettoalaa kohden.

Ohjelmiston käytössä haasteeksi muodostui RAK2 toisen laajemman korjauksen ja muiden rakennusten pintaremontin kustannusten huomioiminen. Kyseiset kustannukset olisi pitänyt saada kohdistettua rakennuksen elinkaaren moduulille B5 laajamittaiset korjaukset. Ohjelmistolla ei laskennan tekohetkellä voinut lisätä investointikustannusten kaltaisia kustannuksia kuitenkaan muihin kuin A0-A5 moduuleihin kohdistettuna. Ohjelmistotuottaja on kuitenkin päivittämässä laskentatyökalua ja tämän kaltaisten kustannusten lisäämisen mahdollistaminen suoraan työkaluun on yksi esitetyistä parannuksista (One Click LCA Support 2021). Tulevaisuudessa tämä voi siis onnistua suoraan laskentatyökalulla. Nyt kuitenkin kyseiset korjauskustannukset diskontattiin manuaalisesti laskien ja liitettiin excel-taulukkoon, jolla muodostettiin vertailtavia tunnuslukuja ja suoritettiin vaihtoehtojen vertailu.

Laskennan tuloksena ohjelmiston antaa samankaltaisessa muodossa kuin hiilijalanjätkilaskennassakin ja tuloksia voi tarkastella monessa eri muodossa. Ohjelmisto esittää elinkaarikustannukset nettonykyarvossa ja nimellisenä, ilman diskonttausta (kuva 13). Nettonykyarvoa laskettaessa käytön aikana muodostuvat kustannukset diskontataan vastaamaan kustannuksen nykyistä arvoa valitun koron vaikutus huomioiden. Nykyarvon laskentaa on esitetty luvussa 5.1 ja se lasketaan kaavalla 2. Esimerkiksi valitulla 3 % korolla laskettuna 10 vuoden päästä muodostuvan 1 000 € kustannuksen nykyarvo on 744 €. Ohjelmisto siis laskee vuosittain syntyvät kustannukset ja diskonttaa ne esimerkin mukaisesti huomioiden

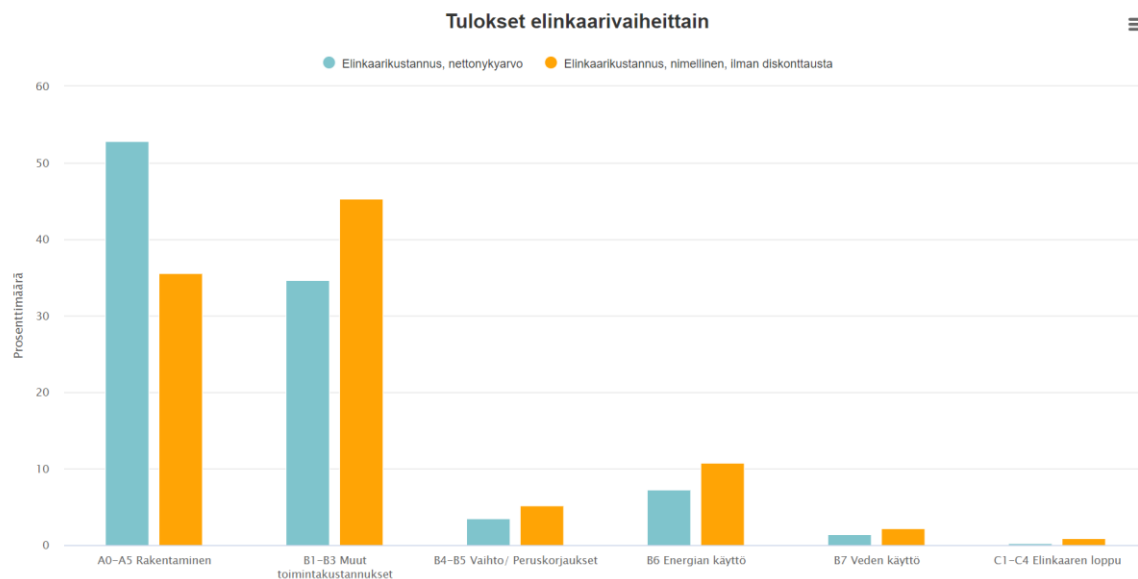
laskentakoron ja kustannuksen muodostumisen ajankohdan. Nimelliset elinkaarikustannukset taas lasketaan ilman koron ja kustannuksen muodostumisen ajankohdan vaikutusta. Tämä tarkoittaa, että 10 vuoden päästä muodostuvan 1 000 € kustannuksen arvo nykyhetkenä on 1 000 €.

Elinkaarikustannukset standardien ISO 15686-5 ja EN 16627 mukaisesti

Tulosluokka	Elinkaarikustannus, nettonykyarvo €	Elinkaarikustannus, nimellinen, ilman diskonttausta €	
+ A0-A5 Rakentaminen	6 564 000	6 564 000	Yksityiskohdat
B1-B3 Muut toimintakustannukset	4 299 238	8 354 600	Yksityiskohdat
+ B4-B5 Vaihto/ Peruskorjaukset	439 290	948 633	Yksityiskohdat
B6 Energian käyttö	897 082	1 998 004	Yksityiskohdat
B7 Veden käyttö	179 793	400 439	Yksityiskohdat
+ C1-C4 Elinkaaren loppu	37 432	164 100	Yksityiskohdat
Yhteensä	12 416 834	18 429 776	

Kuva 13. VE1 (uusi) elinkaarikustannuslaskennan tulokset laskentatyökalussa

Elinkaaren vaiheiden osuuksia kokonaisuudesta pääsee tarkastelemaan graafisesti monella tapaa. Kuvassa 14 nähdään diskonttauksen vaikutus investointikustannusten ja elinkaaren aikana syntyvien kustannusten suhteeseen. Kun laskennassa huomioidaan korko ja kustannusten syntymisen ajankohta diskonttauksella käytönaukaisten kustannusten osuus kokonaiskustannuksista pienenee ja investointi kustannusten vaikutus korostuu. Nimellisten elinkaarikustannusten laskennassa taas käyttöajan kustannusten osuus näyttäyty isompana, koska koron vaikutusta ei huomioida. Työkalusta saa ajettua ulos myös laskennan tuloraportin valmiille raporttipohjalle. Edellä mainitusta syystä nyt ei kuitenkaan kyetty täysin hyödyntämään näitä mahdollisuuksia vaan lopulliset tulokset koottiin excelin avulla.



Kuva 14. VE1 (uusi) elinkaarikustannukset graafisesti

Kustannuslaskennassa käytetyt tilaohjelmat, investointikustannuslaskennan tulokset Talo-80 nimikkeistön mukaisesti kustannuserittäin sekä elinkaarikustannukset löytyvät opinnäytetyön liitteistä 1–5.

7 Kehittämistutkimuksen tulokset

Jokaisen yksittäisen rakennuksen hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannuslaskennan tulokset siirrettiin excel-taulukoihin, joissa niistä muodostettiin luvussa 6 esitelty kolme vaihtoehtoa, VE1 (uusi), VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus). Yhdessä hankeen laajuustietojen ja hoitopaikkamäärien avulla muodostettiin vaihtoehtojen välisessä vertailussa käytetyt vertailuluvut. Taulukoissa 10, 11 ja 12 on esitetty näiden excel-taulukoiden sisältö, punaisella on korostettu vaihtoehtojen vertailussa käytetyt tunnusluvut. Hiilijalanjälkilaskennasta saadut tunnusluvut ovat kokonaan uusia tunnuslukuja ja elinkaarikustannuslaskennan kautta saatavat tunnusluvut samankaltaisia investointikustannuksista tuotettavien tunnuslukujen kanssa.

Jokaisessa taulukossa on elinkaarikustannukset eroteltuna elinkaarivaiheittain sekä elinkaarikustannusten kokonaissumma 50 vuoden ajanjaksolta laskettuna nettonykyarvossa 3 % korolla ja 2 % veden ja energian hinnan inflaatiolla. B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset rivillä on huomioitu 30 vuoden kohdalla tehtävät laajemmat pintaremontit ja RAK2 laajempi korjaus. Tämän jälkeen taulukoissa on listattu rakennuksien pinta-alat, joita ovat bruttoala [brm²], lämmitetty nettoala [netto-m²], huoneala [hum²] ja hyötyala [hym²]. Laajuustietojen jälkeen tulee hoitopaikkamäärät, hyötyneliöiden suhde hoitopaikkoihin sekä euroihin perustuvat tunnusluvut. Hiilijalanjälkeen perustuvassa vertailussa käytetyt laskennan tulokset ja tunnusluvut on esitetty taulukon lopussa. VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) taulukoissa hiilijalanjälki [kgCO₂e] rivillä on yhdistetty RAK2 osalta koko 50 vuoden elinkaarilaskennan ja 30 vuoden päästä toteutettavan korjauksen elinkaaripäästöt. Elinkaaripäästöt on jaettu lämmitetyn nettoalan ja hoitopaikkomäärän perusteella ilman laskentajaksoa ja se huomioiden.

Päiväkoti VE1		
	Uudisrakennus	Yhteensä
A0-A5, Rakentaminen	6 564 000 €	-
B1-B3, Muut toimintakustannukset	4 299 238 €	-
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	769 703 €	-
B6, Energian käyttö	897 082 €	-
B7, Veden käyttö	179 793 €	-
C1-C4, Elinkaaren loppu	37 432 €	-
Yhteensä:	12 747 248 €	12 747 248 €
Laajuus [brm²]	2 317	2 317
Laajuus [netto-m²]	2 200	2 200
Laajuus [hum²]	2 101	2 101
Laajuus [hym²]	1 562	1 562
Neliöhinta [€/brm²]	5 502	5 502
Hoitopaikkoja	162	162
hym²/hoitopaikka	9,6	9,6
€/hoitopaikka	78 687	78 687
Hiihijalanjälki [kgCO₂e]	1 681 000	1 681 000
Lämmitetty nettoala [netto-m²]	2 200	2 200
Hiihijalanjälki [kgCO₂e/m²]	764	764
Hiihijalanjälki [kgCO₂e/m²/a]	15,28	15,28
kgCO₂e/hoitopaikka	10 377	10 377
kgCO₂e/hoitopaikka/a	207,53	207,53

Taulukko 10. VE1 (uusi) laskentataulukko

Päiväkoti VE2			
	Uudisrakennus	RAK2 per.korj.	Yhteensä (uudisosa+RAK2)
A0-A5, Rakentaminen	4 063 000 €	1 672 000 €	5 735 000
B1-B3, Muut toimintakustannukset	2 471 987 €	1 710 052 €	4 182 039
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	469 077 €	616 878 €	1 085 955
B6, Energian käyttö	497 203 €	447 737 €	944 940
B7, Veden käyttö	97 285 €	76 158 €	173 443
C1-C4, Elinkaaren loppu	23 170 €	9 535 €	32 705
Yhteensä:	7 621 722 €	4 532 360 €	12 154 082 €
Laajuus [brm²]	1 308	1 022	2 330
Laajuus [netto-m²]	1 218	919	2 137
Laajuus [hum²]	1 137	890	2 027
Laajuus [hym²]	882	710	1 592
Neliöhinta [€/brm²]	5 827	4 435	5 216
Hoitopaikkoja	87	69	156
hym²/hoitopaikka	10,1	10,3	10,2
€/hoitopaikka	87 606	65 686	77 911
Hiilijalanjälki [kgCO₂e]	975 000	681 000	1 656 000
Lämmitetty nettoala [netto-m²]	1 218	919	2 137
Hiilijalanjälki [kgCO₂e/m²]	800	741	775
Hiilijalanjälki [kgCO₂e/m²/a]	16,01	14,82	15,50
kgCO₂e/hoitopaikka	11 207	9 870	10 615
kgCO₂e/hoitopaikka/a	224,14	197,39	212,31

Taulukko 11. VE2 (uusi+korjaus) laskentataulukko

Päiväkoti VE3			
	RAK1 per.korj.	RAK2 per.korj.	Yhteensä (RAK1+RAK2)
A0-A5, Rakentaminen	3 070 000 €	1 672 000 €	4 742 000
B1-B3, Muut toimintakustannukset	1 742 548 €	1 710 052 €	3 452 600
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	355 741 €	616 878 €	972 619
B6, Energian käyttö	438 017 €	447 737 €	885 754
B7, Veden käyttö	69 485 €	76 158 €	145 643
C1-C4, Elinkaaren loppu	17 507 €	9 535 €	27 042
Yhteensä:	5 693 298 €	4 532 360 €	10 225 658 €
Laajuus [brm²]	930	1 022	1 952
Laajuus [netto-m²]	826	919	1 745
Laajuus [hum²]	812	890	1 702
Laajuus [hym²]	702	710	1 412
Neliöhinta [€/brm²]	6 122	4 435	5 239
Hoitopaikkoja	66	69	135
hym²/hoitopaikka	10,6	10,3	10,5
€/hoitopaikka	86 262	65 686	75 746
Hiilijalanjälki [kgCO₂e]	727 000	681 000	1 408 000
Lämmitetty nettoala [netto-m²]	826	919	1 745
Hiilijalanjälki [kgCO₂e/m²]	880	741	807
Hiilijalanjälki [kgCO₂e/m²/a]	17,60	14,82	16,14
kgCO₂e/hoitopaikka	11 015	9 870	10 430
kgCO₂e/hoitopaikka/a	220,30	197,39	208,59

Taulukko 12. VE3 (korjaus) laskentataulukko

7.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljen osalta vertailuluvuksi valikoitui Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmän mukainen hiilijalanjäljen yksikkö kgCO₂e/m²/a. Tämä valikoitui tunnusluvuksi, koska se on laskennan virallinen yksikkö ja tulee olemaan suurella todennäköisyydellä tulevaisuudessa se yksikkö, jolle määritetään rakentamiseen liittyvät raja-arvot. Yksikkö on hyvä, koska se ottaa huomioon hankeen laajuuden ja elinkaaren tarkastelujakson pituuden. Tämän luvun avulla pystytään vertailemaan erikokoisia rakennuksia tai rakentamisen kokonaisuuksia kuten tämänkin kehityshankeen laskennassa on tehty.

Toinen tunnusluku muodostui Ympäristöministeriön menetelmän ja euroihin käytetyn hoitopaikka määrään perustuvan tunnusluvun risteytyksenä. Virallisen hiilijalanjäljen yksiköstä korvattiin neliöt hoitopaikoilla, jolloin saatiin yksiköksi kgCO₂e/hoitopaikka/a. Näin pystytään

vertailemaan millaisen hoitopaikkamäärän tuottamiseen aiheutettu päästöt riittävät tai vastaavista arvioimaan millaiset rakentamisen ja ylläpidon päästöt vuotta kohden joudutaan tuottamaan yhdetä hoitopaikkaa varten. Hoitopaikkaan perustuva vertailu on hyödynnettävissä myös tarkasteltaessa laajemmin koko kaupungin hoitopaikkatarpeita. Palveluverkkoselvitysten kautta saadaan tietoa alueellisista hoitopaikkatarpeista nyt ja tulevaisuudessa, ja tätä vertailulukua voidaan hyödyntää tähän liittyvissä tarkasteluissa esimerkiksi tilatehokkuuden näkökulmasta. Käyttäjä perusteinen vertailu on otettu huomioon ja tarkasteltu myös Ympäristöministeriön Purkaa vai korjata? julkaisussa (Huuhka ym. 2021, 60), jossa koulu-kohteita koskevassa vertailuissa on tarkasteltu päästöjä oppilasta kohden $\text{kgCO}_2\text{e/oppilas}$.

7.2 Elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannusten laskennasta saatujen tulosten pohjalta muodostettiin myös kaksi vertailussa käytettävää tunnuslukua. €/br m^2 on rakentamisessa kustannustarkasteluissa yleisesti käytössä oleva tunnusluku. Tämän luvun kohdalla mietittiin tarkastelujakson pituuden huomioimista luvussa, kuten hiilijalanjäljessä on tehty, mutta päädyttiin perinteiseen vaihtoehtoon. €/br m^2 on tuttu, selkeä ja helposti hahmotettavissa oleva yksikkö ja antaa käsityksen kustannuksista ottaen huomioon hankkeen laajuuden. Tämä on myös yksikkö mitä on käytetty Lahden Tilakeskuksen esitellessä investointikustannuksiin liittyviä hanketietoja niin poliittisille päättäjille kuin eri käyttäjäryhmien edustajille, joten se on näillä ryhmille ennestään tuttu.

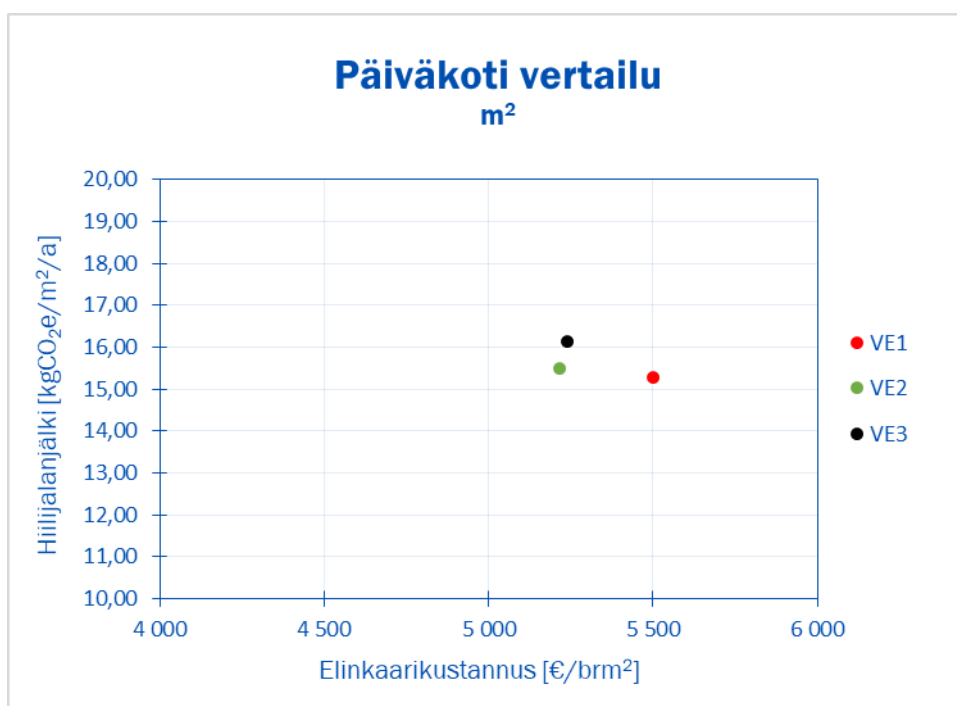
Toinen tunnusluku on myös investointikustannustarkasteluissa aikaisemminkin käytetty €/hoitopaikka. Tällä tunnusluvulla pyritään samalla tavalla kuin hiilijalanjäljen laskennassa huomioimaan rakennuksen käyttötarkoitukseen ja käyttöön liittyvää tehokkuutta, tässä tapauksessa euro pohjaisesti. Toinen syy valita tämän kaltainen luku oli sen vertailtavuus hiilijalanjälkilaskennan tulosten tunnusluvuksi valikoituneen $\text{kgCO}_2\text{e/hoitopaikka/a}$ kanssa. Näillä tunnusluvuilla voitiin tarkastella samanaikaisesti lapsimäärän vaikutusta niin hiilijalanjäljen ja kustannusten kannalta.

7.3 Tulosten vertailu

7.3.1 Hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset

Kunkin vaihtoehdon tunnusluvuista muodostettiin graafisiin esityksiin parit. Toinen perustui hankkeen neliöihin ja näin pystyttiin tarkastelemaan hankkeen laajuuden vaikutusta yhtä aikaa hiilijalanjälkeen ja kustannuksiin. Toisessa parissa hiilidioksidiekvivalenttikilojen ja eurojen jakajana oli hoitopaikkamäärä. Näin voitiin tarkastella samanaikaisesti lapsimäärän vaikutusta niin hiilijalanjäljen kuin kustannustenkin kannalta.

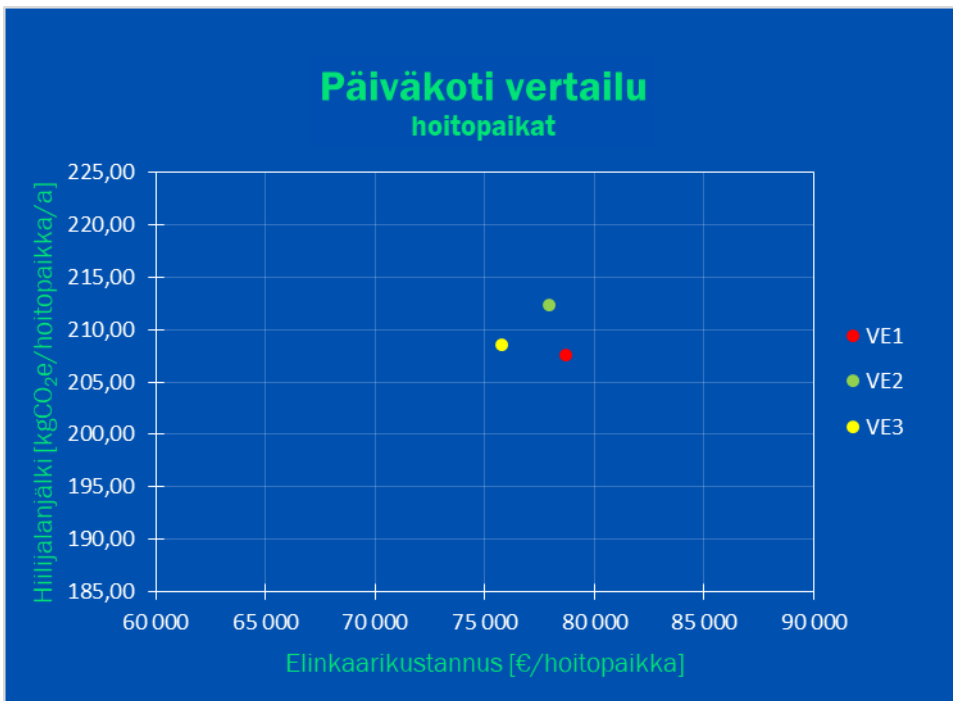
Kuviossa 6 on vaaka-akselilla esitetty vaihtoehtojen elinkaarikustannukset bruttoneliöitä kohden ja pystyakselilla vaihtoehdon hiilijalanjälki. Kuvioita voi havaita, että VE1 (uusi) on kustannusten puolesta kallein vaihtoehto 50 vuoden ajanjaksolla tarkasteltuna. Ero VE2 (uusi+korjaus) on 285 €/brm² ja VE3 (korjaus) 263 €/brm² eli noin 5 % VE1 (uusi) kokonaiskustannuksista. VE2 ja VE3 ovat hyvin lähellä toisiaan ero ollessa vain 22 €/brm² eli noin 0,4 %. Hiilijalanjäljen osalta VE1 (uusi) muodostuu paras vaihtoehto 15,28 kgCO₂e/m²/a hiilijalanjäljellä. VE1 (uusi) ja VE2 (uusi+korjaus) ero on 0,22 kgCO₂e/m²/a, noin 1,4 % suuruusluokkaa. VE3 (korjaus) on heikoin 16,14 kgCO₂e/m²/a hiilijalanjäljellä ja ero kahteen muuhun vaihtoehtoon muodostuu 5,3–4 % suuruiseksi. Valituilla tunnusluvuilla tehdyn vertailun perusteella hiilidioksidiekvivalenttikiloilla ja euroilla tehtävä tarkastelu ei johda samaan lopputulokseen, kun ne jaetaan hankeen laajuudella.



Kuvio 6. Vaihtoehtojen tunnuslukujen vertailu hankkeen laajuuden pohjalta

Kuviossa 7 on esitetty vaaka-akselilla esitetty vaihtoehtojen elinkaarikustannukset paikkaa kohden ja pystyakselilla vaihtoehdon hiilidioksidikilot jaettuna hoitopaikka määrällä ja tarkastelujakson pituudella. Elinkaarikustannuksilla tarkasteltuna VE1 (uusi) kallein myös hoitopaikkaa kohden mitattuna erot VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) on kuitenkin pienempi kuin neliöpohjaisessa tarkastelussa, 776–2941 €/hoitopaikka eli noin 1–4 %. VE3 (korjaus) on nyt euroilla mitattuna paras vaihtoehto 2165 €/hoitopaikka erolla VE2 (uusi+korjaus), mikä tarkoittaa 2,8 % eroa vaihtoehtojen välillä. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen kautta VE1 (uusi) on jälleen niukasti paras vaihtoehto päästöjen ollessa 207,53 kgCO₂e/hoitopaikka/a. Ero VE3 (korjaus) on pieni 1,06 kgCO₂e/hoitopaikka/a 0,5 %. VE2 (uusi+korjaus)

on tässä tarkastelussa heikoin vaihtoehto ero kahteen muuhun vaihtoehtoon ollessa 1,8 % ja 2,3 %. Näilläkin tunnusluvuilla tehdyssä vertailussa hiilidioksidiekvivalenttikiloilla ja euroilla tehtävä tarkastelu ei johda samaan lopputulokseen, niin että halvin vaihtoehto tuottaisi myös päästöiltään pienimmän lopputuloksen.



Kuvio 7. Vaihtoehtojen tunnuslukujen vertailu hankkeen hoitopaikka määrän pohjalta.

Kaikkien tunnuslukujen laskentaan liittyy elinkaaritarkasteluun liittyviä skenaarioita ja epävarmuuksia ja sen takia tunnuslukujen osalta suoritettiin myös herkkyystarkastelu. Herkkyystarkastelussa, edelle esitettyjen tunnuslukujen osalta, tutkittiin vaihtoehtojen välisen järjestyksen muuttamiseen tarvittavat eri muuttujien muutokset (taulukko 13).

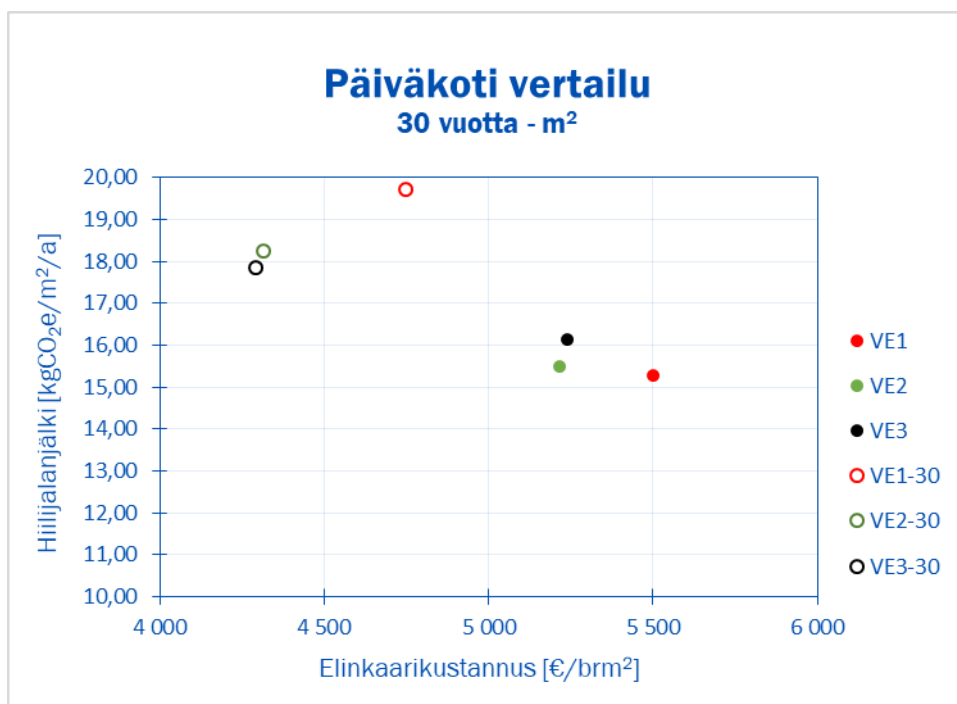
VE1-VE2	VE1	VE2	Ero (VE1-VE2)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikka			
€/brm ²	5 502	5 216	285	660 000-664 000	€	-	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,28	15,50	-0,22	24 200-23 500	kgCO ₂ e	-	-
€/hoitopaikka	78 687	77 911	776	125 700-121 000	€	2	hoitopaikka
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	207,53	212,31	-4,78	38 700-37 300	kgCO ₂ e	4	hoitopaikka
VE1-VE3	VE1	VE3	Ero (VE1-VE3)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikka			
€/brm ²	5 502	5 239	263	609 000-513 000	€	-	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,28	16,14	-0,86	94 600-75 000	kgCO ₂ e	-	-
€/hoitopaikka	78 687	75 746	2 941	476 400-397 000	€	6-5	hoitopaikka
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	207,53	208,59	-1,06	8600-7200	kgCO ₂ e	1	hoitopaikka
VE2-VE3	VE2	VE3	Ero (VE2-VE3)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikka			
€/brm ²	5 216	5 239	-22	51 300-42 900	€	-	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,50	16,14	-0,64	68 000-55 800	kgCO ₂ e	-	-
€/hoitopaikka	77 911	75 746	2 165	337 700-292 300	€	5-4	hoitopaikka
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	212,31	208,59	3,72	29 000-25 100	kgCO ₂ e	3-2	hoitopaikka

Taulukko 13. Vaihtoehtojen erot numeroina

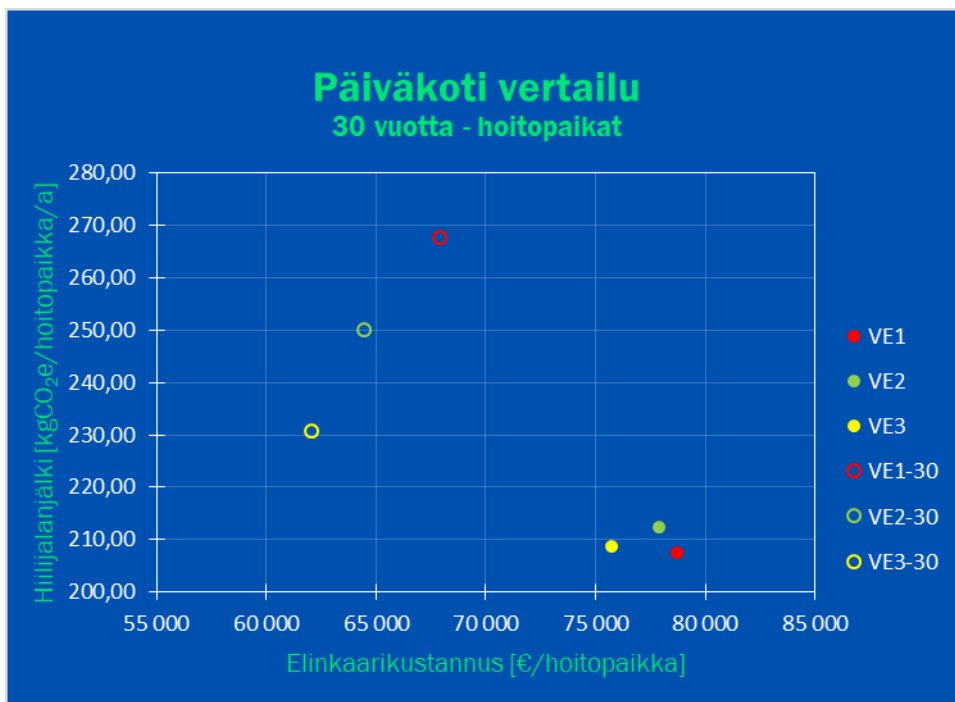
Erityisesti hiilijalanjäljen osalta tarkastelu antoi paremman käsityksen erojen suuruudesta, koska päästöt eivät konkretisoidu samalla tavalla kuin kustannukset, jota mitataan eroina. Isoin vaihtoehtojen järjestyksen muuttamiseen tarvittava ero on 94 600 kgCO₂e, mikä vastaa esimerkiksi rakennusmateriaaliksi muutettuna noin 350 m³ C30/37 betonia, jonka sideaineesta 10 % on muuta kuin sementtiä. Pienimmillään ero taas on 7 200 kgCO₂e, mikä vastaa noin 27 m³ samaa betonia. Energiankulutuksen kautta tarkasteltuna luvut vastaavat menetelmän mukaisen kaukolämmön päästökertoimen mukaisesti laskettuna noin 27 MWh tai 2 MWh vuotuista energian kulutuksen muutosta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi VE3 (korjaus) osalta 13–1 % vuotuista muutosta kaukolämmönkulutuksessa. Eurojen osalta taulukossa 13 näkyvät erot voidaan muuttaa esimerkiksi päiväkotit uudisrakennuksen laajuudeksi. Noin 3 000 €/m² kustannuksella tunnuslukujen maksimi ja minimi erot tarkoittavat noin 220–14 m² uutta päiväkotia. Huomioitavaa on toki, että niin materiaalien kuin energiankulutuksen muutos vaikuttaa kustannuksiin ja laajuuden muutokset myös hiilidioksidiekvivalentti päästöihin.

Tärkeä havainto oli myös se, että hoitopakamäärään perustuvien tunnuslukujen kautta tehty tarkastelu on erittäin herkkä hoitopaikkamäärän, eli toisin sanoen lapsimäärän muutokselle. Jo yhden tai kahden lapsen muutos riittää muuttamaan tilannetta. Nyt hoitopaikkamäärät oli määritelty kuhunkin rakennukseen suunniteltujen ryhmäkokojen mukaan. Päiväkotikohde on kuitenkin vuoropäivähoidon yksikkö, jossa lapsimäärät vaihtelevat vuosittain vuoropäivähoidon tarpeen mukaan. Tämä omalta osaltaan laskee hoitopaikkamäärään perustuvien tunnuslukujen vertailun arvoa, ainakin tässä kohteessa.

Edelle mainittujen muutosten lisäksi tarkasteltiin graafisen kuvaajien avulla myös laskentajakson pituuden ja diskonttauksessa käytetyn koron vaikutusta tuloksiin. Näin saatiin käsitystä, miten nämä tekijät vaikuttavat vaihtoehtojen välisiin eroihin. Kuvioista 8 ja 9 on nähtävissä, miten vaihtoehtojen tilanne toisiinsa muuttuu, jos tarkastelujaksoa lyhennetään 50 vuodesta 30 vuoteen. Tämän on erityisesti kustannusten osalta realistisempi tarkastelu jakso, koska on lähempänä rakennuksen todennäköistä taloudellista pitoaikaa. Lisäksi 30 vuotta on Tilakeskuksen vuokran määrittämisessä maksimi takaisinmaksuaika investoinneille. Hiilidioksidiekvivalentti päästöjen osalta on huomattavaa, että VE1 (uusi) on nyt huonoin vaihtoehto sekä neliö- että hoitopaikkaperusteisessa tarkastelussa. Erot myös selvästi kasvavat vuosimäärän pienentyessä, koska se toimii jakajana. Toinen iso vaikuttava tekijä on RAK2 toisen korjauksen pois jääminen, niin elinkaari- ja päästöjen kuin -kustannustenkin tarkastelusta. Myös käytön aikaisen energian kulutuksen merkitys pienenee ja rakentamisen aikaisen materiaalien merkitys korostuu. Elinkaarikustannusten osalta muutokset ovat samankaltaisia elinkaaren aikaisten päästöjen kanssa. VE1 (uusi) kustannusero kahteen muuhun vaihtoehtoon kasvaa ja VE3 (korjaus) parantaa omaa asemaansa VE2 (uusi+korjaus) nähden. Tiivistetysti tarkastelujakson lyhentäminen parantaa korjausrakentamisen asemaa uudisrakentamiseen nähden.

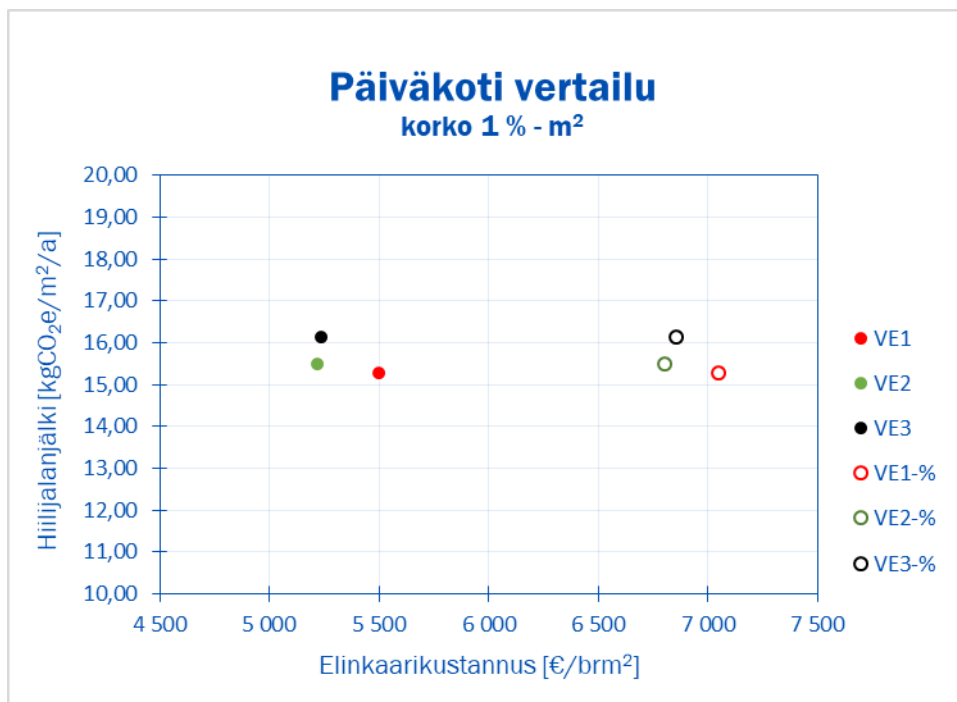


Kuvio 8. Neliöperusteinen tarkastelu - tarkastelujakso 30 vuotta

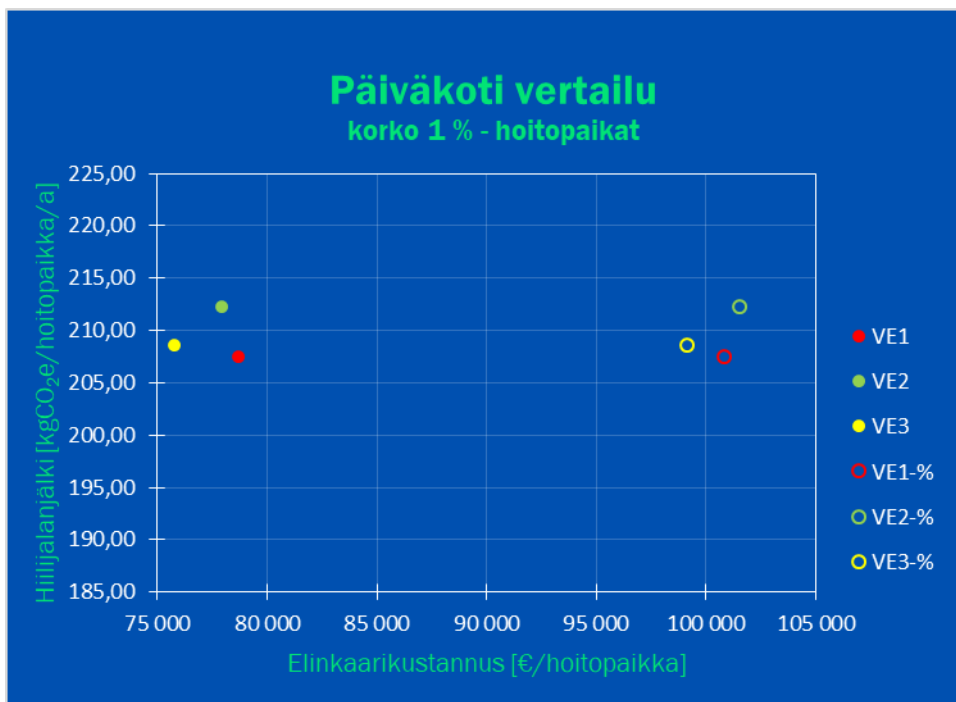


Kuvio 9. Hoitopaikkaperusteinen tarkastelu - 30 vuotta

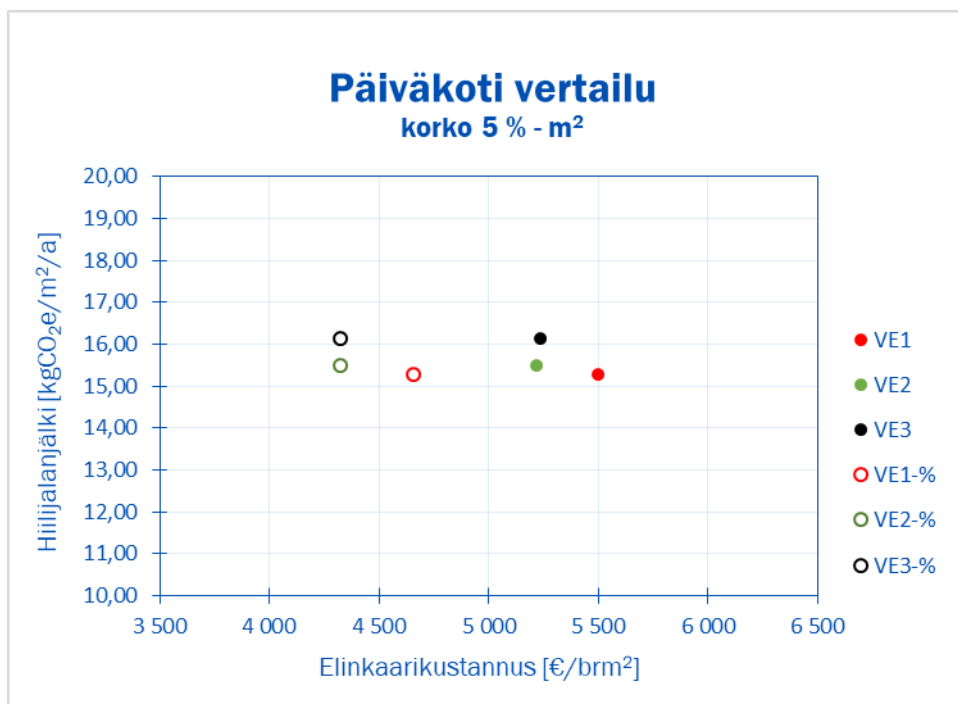
Varsinaiset tulokset elintaarikkustannusten osalta laskettiin 3 % diskonttauskorolla. Herkkystarkastelussa tarkasteltiin mitä tunnusluville tapahtuu, jos korkoa lasketaan tai nostetaan 2 prosenttiyksikkö. Kuvioissa 10–13 on esitetty korkomuutoksen vaikutukset suhteessa alkuperäisiin, 3 % korolla ja 50 vuoden tarkastelujaksolla, laskettuihin tuloksiin.



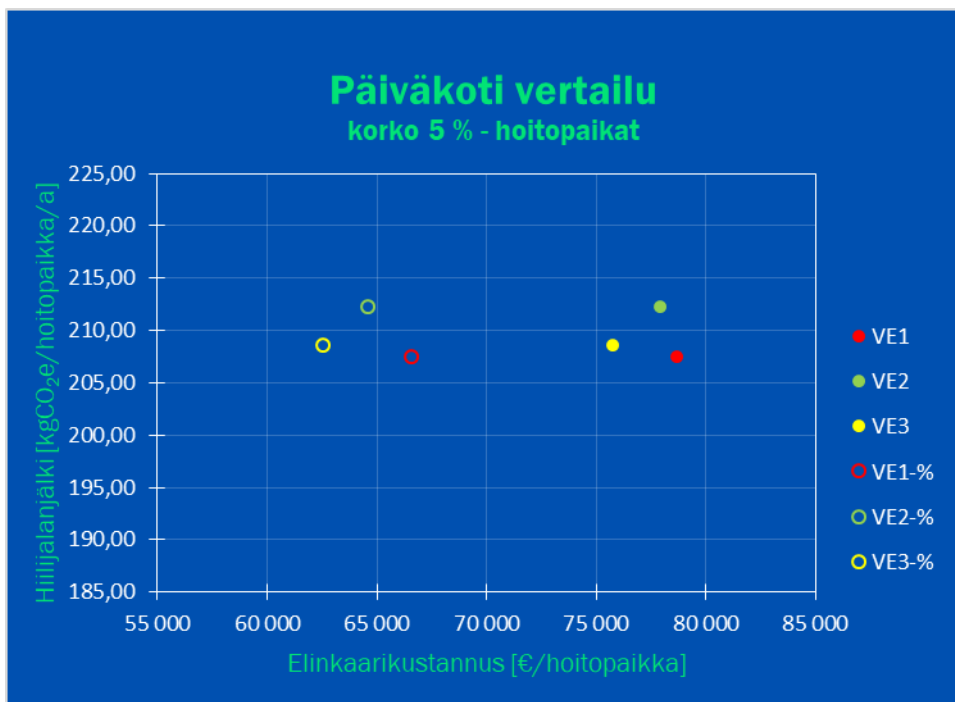
Kuvio 10. Neliöperusteinen tarkastelu - korko 1 %



Kuvio 11. Hoitopaikkaperusteine tarkastelu - korko 1 %



Kuvio 12. Neliöpohjainen tarkastelu - korko 5 %



Kuvio 13. Hoitopaikkaperusteinen tarkastelu - korko 5 %

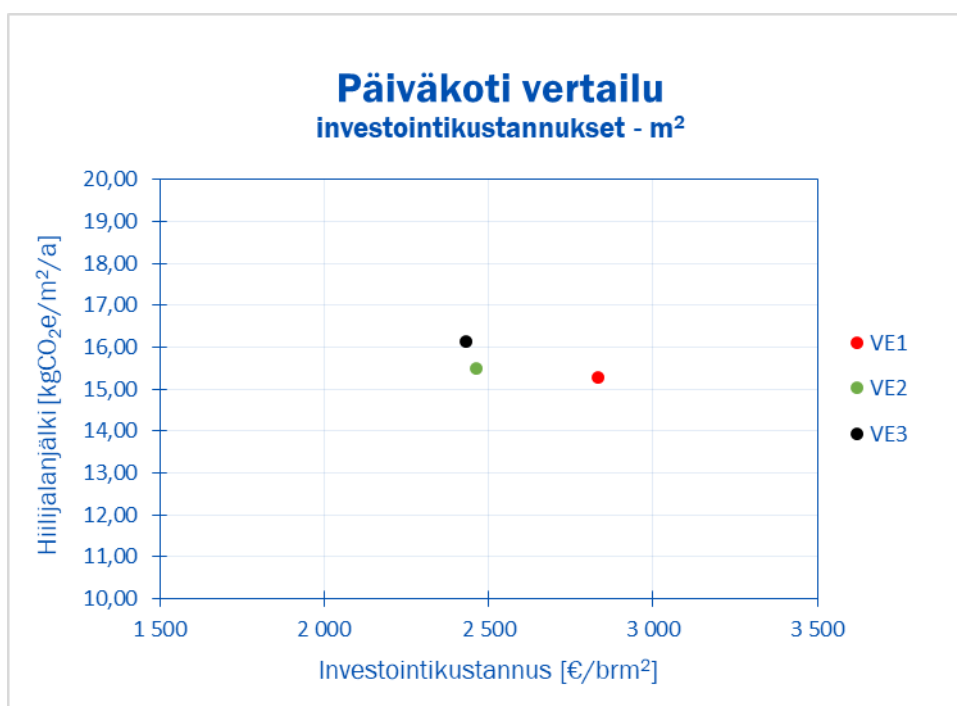
Diskonttauskoron muutos vaikuttaa käyttövaiheessa syntyvien kustannusten suuruuteen nettonykyarvona mitattuna. Koron lasku nostaa käyttövaiheen kustannuksien nettonykyarvoa ja koron nosto pienentää niitä. Tästä johtuen 1 % diskonttauskorolla laskettuna VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) suoriutuminen vertailussa heikkenee, johtuen RAK2 elinkaaren 30 vuoden kohdalla tehtävästä laajemmasta korjauksesta. Myös korjattujen rakennusten suurempi energiankulutus heikentää niiden asemaa vertailussa. Koron lasku ei oleellisesti muuta vaihtoehtojen asemaa toisiinsa nähden neliöpohjaisessa tarkastelussa. Hoitopaikkamäärään perustuvassa tarkastelussa VE1 (uusi) kuitenkin vaihtaa paikkaa VE2 (uusi+korjaus) kanssa ollen toiseksi paras vaihtoehto. Vastaavasti koron nosto pienentää käytön aikaisten kustannusten vaikutusta ja näin investointikustannusten suhteellinen osuus elinkaaren kokonaiskustannuksista kasvaa. Tämän takia uudisrakentamista sisältävät VE1 (uusi) ja VE2 (uusi+korjaus) näyttävät 5 % diskonttauskorolla lasketussa vertailussa heikompana kuin 3 % diskonttauskorolla laskettuna. Neliöperusteissa tarkastelussa VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) ovat tasaveroiset 1 €/brm² erolla ja vaihtoehtojen väliset erot hoitopaikkaperusteisessa tarkastelussa kasvavat jonkin verran järjestyksen säilyessä ennallaan.

7.3.2 Investointikustannukset

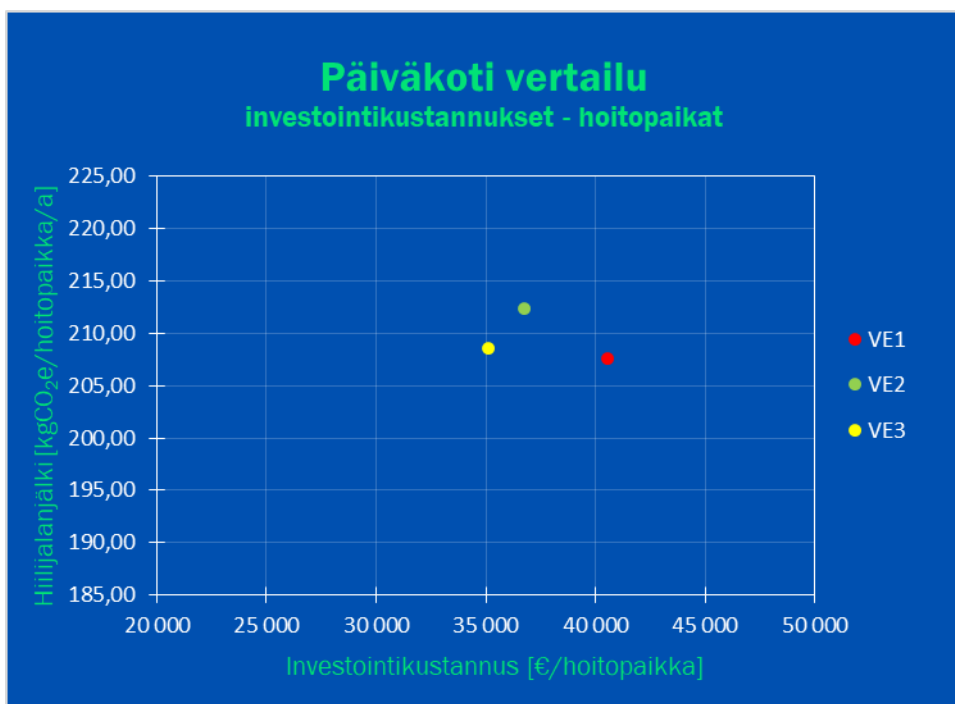
Kehittämistutkimuksen yhtenä tavoitteena oli tarkastella johtaako uudet tunnusluvut erilaiseen lopputulokseen kuin vanha toimintatapa, joka perustuu pitkälti investointikustannusten

laskentaan ja sitä kautta tuotettuihin tunnuslukuihin. Tämän takia tutkittiin vaihtuuko tarkasteltavien vaihtoehtojen välinen järjestys, jos elinkaarikustannukset korvataan investointikustannuksilla ja miten vaihtoehtojen väliset erot muuttuvat. Hiilijalanjälki ja elinkaaripäästöistä tuotetut tunnusluvut ovat kokonaan uusia, joten tutkittiin johtavatko ne samansuuntaiseen valintaan investointikustannusten kanssa. Elinkaarikustannusten osalta näin ei käynyt.

Kuviossa 14 ja 15 on esitetty tunnuslukujen tarkastelu, kun elinkaarikustannukset on korvattu investointikustannuksilla. Neliöperusteisessa tarkastelussa VE1 (uusi) on edelleen selvästi heikoin kustannustarkastelussa ja ero VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) kasvaa ollen 13–14 %. VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) vaihtavat paikkaa verrattuna elinkaarikustannuksilla tehtyyn vertailuun ja ero vaihtoehtojen välillä kasvaa hiukan 1,3 %:iin. Hoitopaikkaperusteisessa vertailussa muutokset ovat samansuuntaisia. Uudisrakentamista sisältävät VE1 (uusi) ja VE2 (uusi+korjaus) suoriutuvat huonommin kuin elinkaarikustannuksilla vaihtoehtoja tarkasteltaessa. Erityisesti VE1 (uusi) suoriutuu huomattavasti huonommin tässä tarkastelussa. Hoitopaikkaperusteisessa tarkastelussa myös vaihtoehtojen keskinäiseen järjestykseen tarvittavat lapsimäärät kasvavat sen reilusti suuremmiksi nimenomaan VE1 (uusi) ja kahden muun vaihtoehdon välillä. Tarkemmat vaihtoehtojen välillä investointikustannuksilla tehtyyn tarkasteluun on esitetty taulukossa 14.



Kuvio 14. Neliöperusteinen tarkastelu investointikustannuksilla



Kuvio 15. Hoitopaikkaperusteinen tarkastelu investointikustannuksilla

VE1-VE2	VE1	VE2	Ero (VE1-VE2)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikkaa		
€/brm ²	2 833	2 462	371	859 600-864 400	€	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,28	15,50	-0,22	24 200-23 500	kgCO ₂ e	-
€/hoitopaikka	40 519	36 776	3 743	606 300-583 900	€	17-14 hoitopaikkaa
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	207,53	212,31	-4,78	38 700-37 300	kgCO ₂ e	4 hoitopaikkaa
VE1-VE3	VE1	VE3	Ero (VE1-VE3)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikkaa		
€/brm ²	2 833	2 430	403	933 000-787 000	€	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,28	16,14	-0,86	94 600-75 000	kgCO ₂ e	-
€/hoitopaikka	40 519	35 133	5 385	872 400-727 000	€	25-18 hoitopaikkaa
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	207,53	208,59	-1,06	8600-7200	kgCO ₂ e	1 hoitopaikkaa
VE2-VE3	VE2	VE3	Ero (VE2-VE3)	€/kgCO ₂ e/hoitopaikkaa		
€/brm ²	2 462	2 430	32	75 000-63 000	€	-
kgCO ₂ e/m ² /a	15,50	16,14	-0,64	68 000-55 800	kgCO ₂ e	-
€/hoitopaikka	36 776	35 133	1 642	256 200-221 700	€	7-6 hoitopaikkaa
kgCO ₂ e/hoitopaikka/a	212,31	208,59	3,72	29 000-25 100	kgCO ₂ e	3-2 hoitopaikkaa

Taulukko 14. Vaihtoehtojen erot numeroina investointikustannuksilla tarkasteltuna

Tarkastelu elinkaaripäästöjen ja investointikustannusten väliltä antaa samanlaisen tuloksen, kun elinkaaripäästöjen ja -kustannusten välillä. Halvin vaihtoehto ei anna päästöiltään pienintä lopputulosta tai toisin päin, että suurimmalla kustannuksella saataisiin aina pienimmät päästöt.

7.4 Johtopäätökset tuloksista

Hiilijalanjäljen ja kustannusten laskentaa varten valittiin kolme erilaista vaihtoehtoa toteuttaa päiväkotihanke. Hiilijalanjälkeä ja kustannuksia tarkasteltiin 50 vuoden aikajaksolla. Vaihtoehdot erosivat toisistaan rakennusten kokonaislaajuuden sekä korjaus- ja uudisrakentamisen määrän suhteen. Vaihtoehdot erotettiin toisistaan merkinnällä VE (=vaihtoehto) ja numero (1-3). Vaihtoehtojen sisältö ja laajuus määritettiin seuraavanlaisiksi.

- VE1 (uusi): Vanhat rakennukset RAK1 ja RAK2 puretaan. Tilalle rakennetaan yksikerroksinen uudisrakennus, laajuudeltaan 2317 brm². Suunniteltu hoitopaikkamäärä kasvaa 135 paikasta 162 paikkaan.
- VE2 (Uusi+korjaus): Vanhempi rakennus, RAK1, puretaan ja korvataan yksikerroksisella uudisrakennuksella, laajuudeltaan 1286 brm². Uudempaa rakennusta, RAK2, korjataan tarvittavassa laajuudessa. Suunniteltu hoitopaikkamäärä kasvaa 135 paikasta 156 paikkaan.
- VE3 (korjaus): Vanhoja rakennuksia RAK1 ja RAK2 korjataan tarvittavassa laajuudessa. Suunniteltu hoitopaikkamäärä pysyy ennallaan 135 paikassa.

Erilaisten tarkastelun pohjalta voidaan todeta, että VE1 (uusi) on kaikissa tarkastelutavoissa, pois lukien 1 % diskonttaus korko tarkastelu, kallein vaihtoehto. Sen ero VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) on myös useimmissa tapauksissa suurempi kuin näiden kahden vaihtoehdon keskinäinen ero, erityisesti neliöperusteisissa tarkasteluissa. VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) ovat kustannusperusteisissa tarkasteluissa lähellä toisiaan. Elinkaaripäästöjen osalta vaihtoehtojen välinen järjestys ei ole yhtä selkeä. VE1 (uusi) on menetelmän mukaisella 50 vuoden tarkastelujaksolla niukasti paras vaihtoehto. VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) järjestys riippuu tarkastellaanko päästöjä neliöitä vai hoitopaikkamäärää kohden. VE2 (uusi+korjaus) ollen parempi neliöperusteisessa ja VE3 (korjaus) hoitopaikkaperusteisessa tarkastelussa.

VE1 (uusi) asema kuitenkin muuttuu, kun tarkastelujaksoa lyhennetään. Tämä johtuu käytön aikaisesta energiankulutuksesta ja RAK2 laajemman korjauksen huomioimisesta laskennassa. Ympäristöministeriön menetelmän mukaisesti kyseinen laajemman korjauksen päästöt lasketaan ja ilmoitetaan erikseen, mutta se on tärkeä huomioida kokonaisuuden osana. Jos RAK2 laajempi korjaus jätettäisiin huomiotta 50 vuoden tarkastelujaksolla, olisi VE1 (uusi) heikoin vaihtoehdoista myös elinkaaripäästöjen osalta kaikilla mittareilla.

VE2 (uusi+korjaus) ja VE3 (korjaus) väliset erot ovat pieniä, erityisesti neliöperusteisessa tarkastelussa, kun huomioidaan hankevaihe ja sitä kautta lähtötietojen tarkkuustaso. Hankkeen jatkamisen kannalta pelkästään tämän elinkaaripäästö tai -kustannus tarkastelun pohjalta ei päätöksiä voi tehdä. Vaihtoehtojen väliset erot mahtuvat tehtyjen oletusten ja suunnitelmien epätarkkuuksien sisään. Hankkeen jatkoon valittavan vaihtoehdon valinnassa tulee huomioida lisäksi päiväkodin toiminnalliset tarpeet sekä korjaus- ja uudisrakentamiseen liittyvät muutkin, kuin suorat kustannusriskit.

Kehittämistutkimuksen tavoitteen, Lahden Tilakeskuksen toimintatavan ja päätöksenteon tueksi tuotettavan aineiston kehittäminen koko rakennuksen elinkaarta paremmin huomioivaan suuntaan, osalta voi todeta tulosten olleen hyviä ja tutkittujen tunnuslukujen käyttökelpoisia. Verrattuna vanhaan, pääasiassa investointikustannuksiin perustuvaan, aineistoon nähdessä ympäristöasioita pystytään huomioimaan paremmin ja kustannusten osalta nähdään valintojen vaikutus pitemmällä aikavälillä. Hiilijalanjäljen ja kustannusten vaikutus ja painotus päätöksenteossa vaativat kuitenkin vielä linjauksia, ainakin ennen kuin lainsäädäntö hiilijalanjäljen ja se raja-arvojen osalta saadaan velvoittavaksi. Uusia tunnuslukuja tullaan varmasti hyödyntämään Lahden Tilakeskuksen toiminnassa myös tulevaisuudessa. Tätä varten Tilakeskuksella on olemassa olevat laskentatyökalut, jotka ovat hyödynnettävissä.

8 Pohdintaa

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena oli uusien vertailuun käytettävien tunnuslukujen tuottamisen ja niiden vaikutuksen toimintatapaan tutkimisen lisäksi tarkastella niiden tuottamisen prosessia. Prosessia alusta päin purkaen ja vanhaan toimintatapaan verraten voidaan todeta seuraavaa. Lähtötietojen hankinnan ja kokoamisen osalta uusi, laajemmin rakennuksen elinkaaren huomioiva, toimintapa lisää aikatarvetta ja edellyttää laajempaa työpanosta.

Investointikustannuksia laskiessa uudisrakentamisen osalta tulee lisänä laajempi rakenteiden ja rakennetyyppien tarkastelu. Näitä tietoja tarvitaan esimerkiksi elinkaari päästöjen määrittämisessä valittaessa rakennusmateriaaleja. Arkkitehdilta olisi myös hyvä saada pelkän tilaluettelon lisäksi myös tilakaavio, sen avulla voidaan tarkentaa laskentatyökalujen tuottamia tietoja hankekohtaisemmaksi. Energian- ja vedenkulutuksen arviot tarvitaan käyttövaiheen arviointiin. Investointikustannusten osalta tarkastelu on rajautunut näiden käyttöjärjestelmien ominaisuuksien tai rakenteiden energiatehokkuuden huomioimiseen. Tätä kautta esimerkiksi Tilakeskuksen energiainsinööriä tarvitaan hankkeessa laajemmin varhaisemmassa vaiheessa. Rakennetekniikan- ja kunnossapidon ammattilaisia tarvitaan laajemmin arvioimaan rakennusten elinkaaren aikaisia korjaustarpeita. Tämä korostuu erityisesti korjaushankkeissa, joissa ei tehdä täyttä peruskorjausta. Näissä hankkeissa lähitulevaisuuteen jäädä laajojakin korjaustarpeita, jotka tarkastelua varten tulee määrittää. Korjaushankkeiden osalta myös korjaustoimenpiteiden määrittelyn tarkkuutta tulee lisätä, kun laskentaa ei voida tehdä vain korjausastetta arvioimalla vaan hiilijalanjälkilaskentaa varten pitää pystyä toteuttamaan rakennusosien määrälaskenta.

Laskennan osalta suurin vaikutus on kasvava tarve aika resurssille, jos laskenta tehdään Tilakeskuksen omana työnä, koska sama henkilö suorittaa hiilijalanjälki- ja kustannuslaskennan. Hiilijalanjälkilaskenta tulee kustannuslaskennan rinnalle ja investointikustannusten lisäksi lasketaan käyttövaiheen kustannukset. Erityisesti korjaushankkeissa rakennusosien ja materiaalien määrälaskenta lisää työkuormaa ja se on hiilijalanjälkilaskennan rakennusmateriaalien syötön kanssa laskennan eniten aikaa vievä vaihe. Tämä on toki huomioitava myös hankittaessa laskentaa ulkopuolisilta toimijoilta. Ajantarve ja hinta eroavat vanhasta toimintatavasta.

Kehittämistutkimuksen toteutuksen aikana saatiin myös tietoa ja kokemusta tulosten analysoinnista. Uudet tunnusluvut eivät ole kaikille tuttuja, etenkin hiilijalanjäljen suuruuden ja erojen hahmottamisen osalta. Tulosten eroja on hyvä esitellä suhteessa toisiinsa tai herkkyystarkastelussakin esiin nousevien erojen realisoiminen esimerkiksi materiaaliksi, energiamääräksi tai rakennusneliöiksi. Hoitopaikkaperusteisessa tarkastelussa tässä hankkeessa määritetyillä vaihtoehdoilla järjestys oli hyvin herkkä lapsimäärän muutoksille. Tämä

on hyvä pitää mielessä erityisesti hankkeissa, joissa hoito- tai oppilaspaikkoja on vähemmän. Tulosten osalta on myös tärkeä muistaa, että elinkaarenaikaiset tarkastelut sisältävät skenaarioita ja varhaisessa hankevaiheessa päästään vain tiettyyn tarkkuuteen varsinkin pitemmälle menevien toimenpiteiden osalta. Tämän takia olisikin hyvä keskittyä enemmän tarkastelemaan vaihtoehtojen välisiä eroja toisiinsa, kuin laskennan varsinaisia tuloslukuja. Saadut lukuarvot tarkentuvat hankkeen edetessä ja suunnitelmien tarkentuessa aivan kuten investointikustannuslaskennassakin.

Kehittämistutkimuksen voidaan mielestäni katsoa onnistuneen, toimintatapaa on viety eteenpäin ja rakentamishankkeiden päätöksenteon tueksi on saatu uusia työkaluja. Kehitystyötä rakennusten elinkaaren paremman huomioimisen eteen hankkeissa on kuitenkin tärkeää jatkaa. Tulevia tutkimuskohteita olisivat esimerkiksi eri runkomateriaalien ja -tyyppien vaikutukset tunnuslukuihin. Samoin jonkin asteisten raja- tai viitearvojen määrittämistä olisi hyvä harkita, esimerkiksi vanhoja hankkeita takautuvasti laskemalla. Raja-arvo ohjaus on tulossa lainsäädännöstä vasta 2025 ja hankkeiden ohjaaminen on helpompaa, jos on tavoitetasoja johon pyritään. Lisäksi prosessin ja resurssien käytön kannalta olisi järkevää tutkia, miten korjaushankkeissa korjaustoimenpiteiden määrittämistä ja määrälaskentaa hankkeiden varhaisessa vaiheessa voitaisiin nopeuttaa, koska se muodostaa tietynlaisen pullonkaulan laskennassa. Tuovatko tietomallit ja mallintaminen tähän mahdollisesti helpotusta tulevaisuudessa? Tietomallien hyödyntäminen laajemminkin rakennushankkeiden prosesseissa tulee tulevaisuudessa lisääntymään, siinä kehityksessä on tämän osa-alueen takia hyvä olla mukana. Tämän hetken tärkeimpänä jatkokehityskohteena pidän kuitenkin hiilijalanjäljen osaksi saattamista myös rakennushankkeiden myöhempien vaiheiden, suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon ohjausta ja johtamista. Tätä varten Tilakeskuksen tulisi tarkemmalla tasolla määrittää tavoitteet, prosessit ja henkilöiden vastualueet ja tehtävät aiheeseen liittyen. Tähän liittyy myös hiilijalanjäljen ja elinkaarikustannusten painoarvon määrittäminen vertailuissa. Tämä on myös poliittinen päätös.

9 Lähteet

Ahonen, A., Ali-Yrkkö, J., Avela, A., Junnonen, J., Kulvik, M., Kuusi T., Mäkäraäinen, K. & Puhto, J. 2020. Rakennusalan kilpailukyky ja rakentamisen laatu Suomessa. Tutkimus raportti. Valtioneuvoston kanslia. Viitattu 27.3.2021. Saatavissa <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162186>

CEN/TR 15941 2010. Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Methodology for selection and use of generic data. Helsinki. Suomen Standardisointiliitto SFS ry.

Green Building Council Finland. 2013. Rakennusten elinkaarimittarit (2013). Viitattu 21.3.2021. Saatavissa <https://www.sitra.fi/julkaisut/rakennusten-elinkaarimittarit-2013/>

Green Building Council Finland. 2018. Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. Esite. Viitattu 11.4.2021. Saatavissa <https://figbc.fi/rakennushankkeiden-ymparistoluokitukset-suomessa/>

Green Building Council Finland. 2020. Green Building Council Finlandin kestävän alueen määritelmä. Määritelmä. Viitattu 11.4.2021. Saatavissa <https://figbc.fi/julkaisu/kestavan-alueen-maaritelma/>

Green Building Council Finland. Vähähiilisen rakentamisen neuvontapalvelu. www-sivusto. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://elinkaarilaskenta.fi/>

Green Building Council Finland & Ympäristöministeriö. 2019. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu. Laskentataulukko. Viitattu 30.3.2021. Saatavissa <https://elinkaarilaskenta.fi/>

FISU-verkosto. 2020. Tietoa Fisusta. www-sivusto. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa https://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Tietoa_Fisusta

Hahtela-kehitys Oy. 2020. HAAHTELA-tarjoushintaindeksi™. www-sivusto. Viitattu 27.3.2021. Saatavissa <https://www.hahtela.fi/fi/hahtela-tarjoushintaindeksi/>

Huuhka, S., Vainio, T., Moisio, M., Lampinen, E., Knuutinen, M., Bashmakov, S., Köliö, A., Lahdensivu, J., Ala-Kotila, P., & Lahdenperä, P. 2021. Purkaa vai korjata? – Hiilijalanjälki-vaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot. Ympäristöministeriön julkaisu. Ympäristöministeriö. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162862>

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista – Opas arviointiin ja suunnitteluun. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Kananen, J. 2012. Kehitystutkimus opinnäytetyönä – Kehitystutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylä. Viitattu 16.3.2021.

Kuittinen, M. 2020. Vähähiilisen rakentamisen säädöskehitys. Luentoaineistosta A-insinöörit & Rakli Vähähiilisen rakennuttamisen klinikka. 4–12. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://www.rakli.fi/klinikat/vahahiilinen-rakennuttaminen/>

Lahden kaupunki. Lahden Tilakeskus. www-sivusto. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://www.lahti.fi/kaupunki-ja-paatoksenteko/tietoja-lahdesta/lahden-tilakeskus/>

Lahden kaupunki. 2020. Lahden ympäristövahti esittelee kaupungin toimenpiteitä kohti hiilineutraaliutta 2025. Verkko-uutinen. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://www.lahti.fi/uutiset/lahden-ymparistovahti-esittelee-kaupungin-toimenpiteita-kohti-hiilineutraaliutta-2025/>

Lahden Tilakeskus. Hankeen valmistelu. Prosessikuvaus. IMS-prosessimallinnusväline. Viitattu 16.3.2021

Laine, A., Raivio, T., Jonsson, H., Heino, A., Klimscheffskij, M. & Lehtomäki, J. 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 Osa 1: Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. Taustaraportti. Gaia Consulting Oy. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/vahahiilisyyden-tiekartta/>

One Click LCA Support. 2021. Re: One Click LCA - LCC lisäosa - Lisäkustannuksen saaminen moduliin B5, Lahden Tilakeskus. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Räsänen, S. Lähetetty 5.3.2021.

Pulakka, S. Heimonen, I., Junnonen, J-M. & Vuolle, M. 2007. Talotekniikan elinkaarikustannukset. VTT tiedote. VTT. Viitattu 16.3.2021. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2007/T2409.pdf>

Rakennustieto Oy. 2018. Ratu KI-6033 Rakennushankkeen kustannushallinta. Viitattu 21.3.2021. Saatavissa rajoitetusti <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6033>

Rakennustieto Oy. 2016. RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku – Kustannusten muodostuminen ja ohjaus. Viitattu 27.3.2021. Saatavissa rajoitetusti <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11226>

Rakennustieto Oy. 2008. RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Viitattu 30.3.2021. Saatavissa rajoitetusti <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-10922>

ROTI 2019. Rakennetun omaisuuden tila 2019. Raportti. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys-2/roti-2021/taustat/roti-raportit.html>

ROTI 2021. Rakennetun omaisuuden tila 2021. Raportti. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys-2/roti-2021>

Saari, A. 2004. Elinkaarikustannusten laskenta. REM-projektijulkaisu. Rakennusteollisuus RT ry. Viitattu 21.3.2021

SFS-EN 15643-1 2012. Sustainability of construction works. Sustainability assessment of buildings. Part 1: General framework. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15643-2 2012. Sustainability of construction works. Assessment of buildings. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15643-4 2012. Sustainability of construction works. Assessment of buildings. Part 4: Framework for the assessment of economic performance. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15804:2012 + A2:2019. Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15942 2012 Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Communication format business-to-business. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 15978 2012. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Suomen ympäristökeskus. 2020. Resurssiviisaiden kuntien talous- ja ilmastojohtaminen (REETTA). www-sivusto. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Resurssiviisaiden_kuntien_talousja_ilmastojohtaminenREETTA

Suomen ympäristökeskus. 2021a. Rakentamisen päästöjä voidaan nyt vertailla – uusi päästötietokanta luo perustan vähähiilisen rakentamisen säädösohjaukselle. Tiedote. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakentamisen_paastoja_voidaan nyt vertai\(60051\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakentamisen_paastoja_voidaan nyt vertai(60051))

Suomen ympäristökeskus. 2021b. Rakentamisen päästötietokanta. Tietokantapalvelu. Viitattu 11.4.2021. Saatavissa <https://www.co2data.fi/>

Tilastokeskus. 2021a. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi. Viitattu 27.3.2021. Saatavissa https://www.stat.fi/til/kyki/2020/04/kyki_2020_04_2021-03-19_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2021b. Rakennuskustannusindeksi. Viitattu 27.3.2021. Saatavissa https://www.stat.fi/til/rki/2021/02/rki_2021_02_2021-03-16_tie_001_fi.html

Valtionneuvosto. 2019. Hallitusohjelma. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma>

Ympäristöministeriö a. Maankäyttö- rakennuslaki uudistus. www-sivusto. Viitattu 14.3.2021. Saatavissa <https://mrluudistus.fi/tietoa-lakiuudistuksesta/>

Ympäristöministeriö b. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. Esite. Viitattu 20.13.2021. Saatavissa <https://elinkaarilaskenta.fi/>

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Laskentamenetelmä ohje. Ympäristöministeriö. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161761>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1010/2017

Hanke:

päiväkoti VE1

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 97,0 / 1.2020

Hintataso: 94,5 / 2.2021

Laajuus: 2 101 m2, 2 317 brm2, 9 023 rm3

Hankekoko: 2 317 brm2

15100 Lahti

TILALUETTELO

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1			PÄIVÄHOITO			
1			Kotipesä	60,0	9,0	540
1			Pienryhmät	11,5	6,0	69
1			Varasto (kotipesät)	8,0	6,0	48
1			Varasto	3,5	1,0	4
1			Ryhmätil/ruokailu	57,5	1,0	58
1			Ryhmätil/ruokailu	73,0	1,0	73
1			Ryhmätil/ruokailu	47,0	1,0	47
1			Ryhmätil/ruokailu	48,0	1,0	48
1			Ryhmähuone	41,0	1,0	41
1			Vaate-eteinen	44,5	2,0	89
1			Vaate-eteinen	27,0	1,0	27
1			Kuraeteinen	23,5	5,0	118
1			WC (iso)	24,0	3,0	72
1			Wc-pesutila	6,5	5,0	33
1			Kuivaushuone	3,5	5,0	18
1			Monitoimisasi (VSS)	60,0	1,0	60
Yhteensä					49	1 343
2			RUOKAHUOLTO			
2			Toimistohuone	7,0	1,0	7
2			Valmistuskeittiö	61,0	1,0	61
2			Kylmiö	1,5	1,0	2
2			Varasto	1,5	1,0	2
2			Siivous	1,5	1,0	2
2			Tavaran vastaanotto	14,5	1,0	15
Yhteensä					6	87
3			HALLINTO JA HLÖ.-KUNNAN TILAT			
3			Taukotila/toimisto	48,5	1,0	49
3			Hlö.kunnan sosiaaliilat (VSS)	43,0	1,0	43
3			Toimisto	10,0	1,0	10

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
3			Työtila	15,0	1,0	15
Yhteensä					4	117
4			HUOLTO			
4			Siivouskeskus	15,5	1,0	16
Yhteensä					1	16
5			LIIKENNETILAT			
5			Jakava liikenne (käytävät)	118,5	1,0	119
5			Jakava liikenne (käytävät)	133,0	1,0	133
5			Tuulikaappi	3,0	1,0	3
5			Tuulikaappi	10,0	1,0	10
5			Osastoiva liikenne (porrashuone)	5,5	1,0	6
Yhteensä					5	270
6			TEKNISET TILAT			
6			Ilmanvaihto	238,0	1,0	238
6			Tekninen tila	10,0	1,0	10
Yhteensä					2	248
7			VSS-TILAT			
7			S1-suoja	21,0	1,0	21
Yhteensä					1	21

Hanke:

päiväkoti VE1

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 97,0 / 1.2020

Hintataso: 94,5 / 2.2021

Laajuus: 2 101 m2, 2 317 brm2, 9 023 rm3

Hankekoko: 2 317 brm2

Jakaja: 2 101 m2

15100 Lahti

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, UUDIS - YHTEENVETO


Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset	777 000	370	12,1
B2 Rakennustekniset työt	4 384 000	2 087	68,4
B3 LVI-työt	591 000	281	9,2
B4 Sähkötyöt	337 000	160	5,3
B5 Erillishankinnat			
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	6 089 000	2 899	95,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	320 000	152	5,0
Muut kustannukset	320 000	152	5,0
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	6 409 000	3 051	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	1 538 000	732	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	7 947 000	3 783	

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Lähtötiedot	
Rakennuskohteen tiedot	
Kohteen nimi	VE1-uudisrakennus
Rakennustunnus	-
Osoite	15100 Lahti
Rakennustyyppi	Päiväkoti
Rakennuksen tekniset tiedot	
Kerrosala [kem ²]	2 032 kem ²
Lämmitetty nettoala [m ² _{netto}]	2 200 m ² _{netto}
Tilavuus [m ³]	9 023 m ³
Kerrosten lukumäärä	1
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Pääasiallinen runkomateriaali	CLT
Energialuokka	A
Ostoenergian vuotuinen kulutus eroteltuna	Verkkosähkö: 93 000 kWh Kaukolämpö: 173 000 kWh
Laskennan tiedot	
Laskenta-ajanjakso	50 vuotta
Arvioinnin tekovaihe	Hankesuunnittelu
Käytetty arviointi tapa	YM yksinkertaistettu <input checked="" type="checkbox"/> YM tarkennettu <input type="checkbox"/>
Rakennuksen arvioitu käyttöönottovuosi	-
Käytetty laskentaohjelma	One Click LCA (Bionova)
Tieto missä laskennan kohdissa käytetty taulukkoarvoja	Liitteessä 1
Arvioinnissa käytetyt skenaariot (ei tarpeen raportoida, jos on käytetty menetelmässä annettuja taulukkoarvoja)	Liitteessä 1
Mahdolliset tietojen luotettavuutta koskevat huomiot / laskenta rajaukset	Liitteessä 1
Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet	Liitteessä 2



Arvioinnin tekijät	Arvioinnin tekijä	Arvioinnin tarkastaja
Nimi	Samuli Räsänen	-
Yritys	Lahden Tilakeskus	-
Koulutus	Insinööri AMK	-
Päivämäärä	19.3.2021	-
Allekirjoitus		-

Elinkaariarvioinnin tulokset		
Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-A5)	5,91	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana yhteensä (moduulit B3-4, B6)	8,7	kgCO ₂ e/m ² /a
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-B4)	1,07	kgCO ₂ e/m ² /a
Energian käyttö eroteltuna (moduuli B6)	7,63	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	0,67	kgCO ₂ e/m ² /a
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	-4,43	kgCO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	15,28	kgCO ₂ e/m ² /a
	1 680 000	kgCO ₂ e
Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-7,61	kgCO ₂ e/m ² /a
	-837 000	kgCO ₂ e

Liitteet:

Liite 1, Laskennassa käytetyt skenaariot/taulukkoarvot ja rajaukset

Liite 2, Käytetyt ympäristöselosteet/tiedonlähteet

Laskennassa käytetyt skenaariot

Tuotevaihe (moduulit A1-A3)	Hankkeen määrätiedot pohjautuvat alustavien ARK-tilasuunnitelmiin ja One Click LCA ohjelmiston Carbon Designer työkalun tuottamiin tietoihin Päästötietoina on käytetty tuotetyyppikohtaista ympäristödataa ja EPD-kortteja (One Click LCA-ohjelmisto). Materiaalien ylijäämä ja hukka on arvioitu laskentaohjelmiston (One Click LCA) oletuksin
Kuljetukset työmaalle (moduuli A4)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Työmaatoiminnot (moduuli A5)	Menetelmän taulukkoarvo 27,7 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-4)	Menetelmän taulukkoarvo 2,16 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Osien vaihdot (moduuli B4)	Tuotteiden vaihdot on arvioitu RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot avulla.
Energian käyttö (moduuli B6)	Kulutus standardikäytön laskennallisen kulutuksen mukaan Päästötiedot menetelmän taulukkotietojen mukaisesti
Purkaminen (moduuli C1)	Menetelmän taulukkoarvo 7,8 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkuvaiheen kuljetukset (moduuli C2)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkujätteen käsittely ja loppusijoitus (moduulit C3-C4)	Menetelmän taulukkoarvo 15,6 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	Sisältää biogeenisen hiilivaraston ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt

Laskennassa tehdyt rajaukset

Laskennasta rajattiin ulkopuolelle kiintokalusteet, jotka eivät ole osa talotekniikkaa

- kiintokalusteet

Materiaalitiedot rajalliset, tarkkuustaso One Click LCA – Carbon Designerin tasolla

- tietoja tarkennettu alustavilla ARK tilaluonnoksen tiedoilla

Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet										
Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD:n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Asfaltti, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Betonirauditus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Concrete pavement tiles	[norway]	2019	EPD Belegningsstein og mur Asak Miljøstein	EN15804	NEPD-1900-812-NO	EPD Norge	NPCR 020 Precast Concrete Products, 2011	Only with EN15804	ecoinvent	internalonly
Eriste, EPS 100	[finland, sweden, denmark]	2013	Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation (without flame retardant, density 20 kg/m ³), EPS 100, EUMEPS (region Scandinavia)	EN15804	EPD-EPS-20130077-CBG1-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 10/2012	Only with EN15804	-	verified
Eriste, kivivilva/mineraalivilva, puhallettava	[finland, sweden]	2014	EPD Paroc Insulation, product group with density 70-120 kg/m ³ , Paroc AB	EN15804	NEPD00267E	EPD Norge	NPCR 012 Insulation materials, rev1. LCA of PAROC stone wool produced at Scandinavian plants.	Only with EN15804	GaBi	verified
Glass wool acoustic ceiling panel	[sweden, denmark, poland, finland]	2020	EPD for Ecophon Hygiene	EN15804	S-P-00793, v.1.0	International EPD System	PCR 2012:01 Construction products and construction services (version 2.32 dated 2020-07-01)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Harjakatto, NR-ristikko/puuristikko	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Hot-dip galvanized steel sheets	[LOCAL]	2019	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Höyrinsulkumuovi, 0.20 mm	[norway]	2015	Gram Dampspærre, Tommen Gram Folie AS (2015)	EN15804	NEPD-341-230-NO	EPD Norge	NPCR 022 Roof waterproofing, rev1, 12/2012	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehys, U-arvo 1	[finland]	2013	EPD MS1E ja MS3E-ikkunoiden EN-15804 ympäristöselosteet, Eskopuu Oy	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Kaukolämpö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Kerrostalon maanvarainen alapohja, betoni, EPS	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Kipsilevy, tavallinen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kivivillaeristelevy, yleiset	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	[finland]	2019	RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTE, nro. RTS_27_19 Suomalainen kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15804	RTS_27_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kumibitumipintakermi, 1-kerros, mekaanisesti kiinnitetty	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden]	2014	Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association (2014)	EN15804	NEPD00268E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lattiatasoite	[finland]	2017	EPD weber.vetonit	EN15804	Nro 12 VAHEPD-2017-108	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Leca kevytsora	[finland]	2016	EPD YMPÄRISTÖSELOSTE Leca sora	EN15804	VAHEPD-2015-107	RTS	RTS PCR Menetelmäohje: Rakennustietosäätiö RTS:n julkaisemat ympäristöselosteet. Julkaisupvm 2.6.2016	Only with EN15804	-	verified
Liimapuu	[norway]	2015	Standard gluelam beam, Moelven Limtre 2009	ISO14040	NEPD115E	EPD Norge	NPCR 015 Wood and wood-based products for use in construction	Only with EN15804	-	verified
Lämönjakokeskus	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Multifunctional steel door, product group 1	[germany]	2015	EPD Multifunktionsüren aus Stahl Hörmann KG Freisen	EN15804	EPD-MT-0.1.1	ift Rosenheim	PCR Dokument Türen und Tore - PCR-TT-1.1 : 2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Murskattu sora, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-

Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD.n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:sta	Päästötietokanta	Verifointi
Patteriverkosto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Ristiinliimattu massiivipuu (CLT)	[austria]	2017	EPD CLT by Stora Enso	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	verified
Sepeli (8...16 mm), kostea tilavuus	[LOCAL]	2014	LCA inventory for gravel production, Ecoinvent 2014	ISO14040	-	One Click LCA	-	Only with EN15804	ecoinvent	-
Sinkittyteräspelttikate 0,5 mm	[finland]	2014	Hot-dip galvanized steel products, Ruukki 2015	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified
Sokkeli- ja anturaperustus, per bruttopinta-ala	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Suodatinkangas N2	[LOCAL]	2008	Polypropylene (PP). Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	-	One Click LCA	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	ecoinvent	-
Suodatinkangas N3	[LOCAL]	2008	Polypropylene (PP). Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	-	One Click LCA	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	ecoinvent	-
Sähkösuojukset ja kaapeloinnit	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Tasolasi, yksinkertainen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Tukiverkko, lasikuitu	[czechRepublic]	2013	Reinforcement mesh fabric, Saint-Gobain ADFORS (2012)	EN15804	EPD-SGA-2012111-E	IBU	PCR Glass Reinforcement Mesh, 06/2011	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ulkoseinä, CLT-rakenne	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Vaneri, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Verkkosähkö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Vesijohtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Vaestönsuojarakenteet, arvioitu per netto-ala	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Välipohja, CLT-rakenne	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Väliseinä, 70 mm, puuranka-mineraalivilla	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-NO	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0, 04/2019	Only with EN15804	ecoinvent	verified
nameFlca	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-

TAVOITEHINTA

19.3.2021

Sivu 1/2

Samuli Räsänen

Lahden kaupunki

Hanke:

päiväkoti VE2

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 97,0 / 1.2020

Hintataso: 94,5 / 3.2021

Laajuus: 1 152 m², 1 286 brm², 5 015 rm³

Hankekoko: 2 308 brm²

15100 Lahti

TILALUETTELO

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1			PÄIVÄHOITO			
1			Kotipesä	60,0	5,0	300
1			Pienryhmät	11,5	3,0	35
1			Varasto (kotipesät)	8,0	3,0	24
1			Varasto	3,5	1,0	4
1			Ryhmätil/ruokailu	57,5	1,0	58
1			Ryhmätil/ruokailu	73,0	1,0	73
1			Vaate-eteinen	44,5	1,0	45
1			Vaate-eteinen	27,0	1,0	27
1			Kuraeteinen	23,5	3,0	71
1			WC (iso)	24,0	2,0	48
1			Wc-pesutila	6,5	3,0	20
1			Kuivaushuone	3,5	3,0	11
Yhteensä					27	713
2			RUOKAHUOLTO			
2			Toimistihuone	7,0	1,0	7
2			Jakelukeitin	44,0	1,0	44
2			Kylmiö	1,5	1,0	2
2			Varasto	1,5	1,0	2
2			Siivous	1,5	1,0	2
2			Tavaran vastaanotto	9,0	1,0	9
Yhteensä					6	65
3			HALLINTO JA HLÖ.-KUNNAN TILAT			
3			Taukotila (VSS)	41,5	1,0	42
3			Hlö.kun. sos. tilat + toimisto/työtilat (VSS)	42,0	1,0	42
3			Pukuhuone/M	3,0	1,0	3
3			KPH/M	3,0	1,0	3
Yhteensä					4	90
4			HUOLTO			

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
4			Siivouskeskus	15,5	1,0	16
Yhteensä					1	16
5			LIIKENNETILAT			
5			Jakava liikenne (käytävät)	26,5	1,0	27
5			Jakava liikenne (käytävät)	50,5	1,0	51
5			Jakava liikenne (käytävät)	45,0	1,0	45
5			Osastoiva liikenne (porrashuone)	5,5	1,0	6
Yhteensä					4	128
6			TEKNISET TILAT			
6			Ilmanvaihto	132,0	1,0	132
6			Tekninen tila	10,0	1,0	10
Yhteensä					2	142

Hanke:

päiväkoti VE2

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 97,0 / 1.2020

Hintataso: 94,5 / 3.2021

Laajuus: 1 152 m2, 1 286 brm2, 5 015 rm3

Hankekoko: 2 308 brm2

Jakaja: 1 152 m2

15100 Lahti

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, UUDIS - YHTEENVETO


Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset	481 000	418	12,0
B2 Rakennustekniset työt	2 748 000	2 386	68,9
B3 LVI-työt	361 000	314	9,1
B4 Sähkötyöt	198 000	172	5,0
B5 Erillishankinnat			
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	3 787 000	3 289	95,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	201 000	175	5,0
Muut kustannukset	201 000	175	5,0
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	3 988 000	3 463	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	957 000	831	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	4 945 000	4 294	

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Lähtötiedot	
Rakennuskohteen tiedot	
Kohteen nimi	VE2-uudisrakennus
Rakennustunnus	-
Osoite	15100 Lahti
Rakennustyyppi	Päiväkoti
Rakennuksen tekniset tiedot	
Kerrosala [kem ²]	1 123 kem ²
Lämmitetty nettoala [m ² _{netto}]	1 218 m ² _{netto}
Tilavuus [m ³]	5 015 m ³
Kerrosten lukumäärä	1
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Pääasiallinen runkomateriaali	CLT
Energialuokka	A
Ostoenergian vuotuinen kulutus eroteltuna	Verkkosähkö: 52 000 kWh Kaukolämpö: 95 000 kWh
Laskennan tiedot	
Laskenta-ajanjakso	50 vuotta
Arvioinnin tekovaihe	Hankesuunnittelu
Käytetty arviointi tapa	YM yksinkertaistettu <input checked="" type="checkbox"/> YM tarkennettu <input type="checkbox"/>
Rakennuksen arvioitu käyttöönottovuosi	-
Käytetty laskentaohjelma	One Click LCA (Bionova)
Tieto missä laskennan kohdissa käytetty taulukkoarvoja	Liitteessä 1
Arvioinnissa käytetyt skenaariot (ei tarpeen raportoida, jos on käytetty menetelmässä annettuja taulukkoarvoja)	Liitteessä 1
Mahdolliset tietojen luotettavuutta koskevat huomiot / laskenta rajaukset	Liitteessä 1
Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet	Liitteessä 2



Arvioinnin tekijät	Arvioinnin tekijä	Arvioinnin tarkastaja
Nimi	Samuli Räsänen	-
Yritys	Lahden Tilakeskus	-
Koulutus	Insinööri AMK	-
Päivämäärä	19.3.2021	-
Allekirjoitus		-

Elinkaariarvioinnin tulokset		
Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-A5)	6,43	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana yhteensä (moduulit B3-4, B6)	8,91	kgCO ₂ e/m ² /a
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-B4)	1,26	kgCO ₂ e/m ² /a
Energian käyttö eroteltuna (moduuli B6)	7,6	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	0,67	kgCO ₂ e/m ² /a
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	-4,75	kgCO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	16,01	kgCO ₂ e/m ² /a
	975 000	kgCO ₂ e
Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-8,09	kgCO ₂ e/m ² /a
	-493 000	kgCO ₂ e

Liitteet:

Liite 1, Laskennassa käytetyt skenaariot/taulukkoarvot ja rajaukset

Liite 2, Käytetyt ympäristöselosteet/tiedonlähteet

Laskennassa käytetyt skenaariot

Tuotevaihe (moduulit A1-A3)	Hankkeen määrätiedot pohjautuvat alustavien ARK-tilasuunnitelmiin ja One Click LCA ohjelmiston Carbon Designer työkalun tuottamiin tietoihin Päästötietoina on käytetty tuotetyyppikohtaista ympäristödataa ja EPD-kortteja (One Click LCA-ohjelmisto). Materiaalien ylijäämä ja hukka on arvioitu laskentaohjelmiston (One Click LCA) oletuksin
Kuljetukset työmaalle (moduuli A4)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Työmaatoiminnot (moduuli A5)	Menetelmän taulukkoarvo 27,7 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-4)	Menetelmän taulukkoarvo 2,16 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Osien vaihdot (moduuli B4)	Tuotteiden vaihdot on arvioitu RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot avulla.
Energian käyttö (moduuli B6)	Kulutus standardikäytön laskennallisen kulutuksen mukaan Päästötiedot menetelmän taulukkotietojen mukaisesti
Purkaminen (moduuli C1)	Menetelmän taulukkoarvo 7,8 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkuvaiheen kuljetukset (moduuli C2)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkujätteen käsittely ja loppusijoitus (moduulit C3-C4)	Menetelmän taulukkoarvo 15,6 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	Sisältää biogeenisen hiilivaraston ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt

Laskennassa tehdyt rajaukset

Laskennasta rajattiin ulkopuolelle kiintokalusteet, jotka eivät ole osa talotekniikkaa

- kiintokalusteet

Materiaalitiedot rajalliset, tarkkuustaso One Click LCA – Carbon Designerin tasolla

- tietoja tarkennettu alustavilla ARK tilaluonnoksen tiedoilla

Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet										
Tietolahde	Maa	Vuosi	Tietolahde	Standardi	EPD:n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Asfaltti, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Betonirauditus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Betonirauditus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Concrete pavement tiles	[norway]	2019	EPD Belegningsstein og mur Asak Miljøstein	EN15804	NEPD-1900-812-NO	EPD Norge	NPCR 020 Precast Concrete Products, 2011	Only with EN15804	ecoinvent	internalonly
Eriste, EPS 100	[finland, sweden, denmark]	2013	Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation (without flame retardant, density 20 kg/m³), EPS 100, EUMEPS (region Scandinavia)	EN15804	EPD-EPS-20130077-CBG1-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 10/2012	Only with EN15804	-	verified
Eriste, kivivilla/mineraalivilla, puhallettava	[finland, sweden]	2014	EPD Paroc Insulation, product group with density 70-120 kg/m³, Paroc AB	EN15804	NEPD00267E	EPD Norge	NPCR 012 Insulation materials, rev1. LCA of PAROC stone wool produced at Scandinavian plants.	Only with EN15804	GaBi	verified
Glass wool acoustic ceiling panel	[sweden, denmark, poland, finland]	2020	EPD for Ecophon Hygiene	EN15804	S-P-00793, v.1.0	International EPD System	PCR 2012.01 Construction products and construction services (version 2.32 dated 2020-07-01)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Harjakatto, NR-ristikko/puuristikko	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Hot-dip galvanized steel sheets	[LOCAL]	2019	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Höyrinsulkumuovi, 0.20 mm	[norway]	2015	Gram Dampspærre, Tommen Gram Folie AS (2015)	EN15804	NEPD-341-230-NO	EPD Norge	NPCR 022 Roof waterproofing, rev1, 12/2012	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehys, U-arvo 1	[finland]	2013	EPD IMS1E ja MS3E-ikkunoiden EN- 15804 ympäristöselosteet, Eskopuu Oy	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Kaukolämpö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Kerrostalon maanvarainen alapohja, betoni, EPS	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Kipsilevy, tavallinen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kivivillaeristelevy, yleiset	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	[finland]	2019	RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTE, nro. RTS_27_19 Suomalainen kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15804	RTS_27_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kumbitumpintakermi, 1-kerros, mekaanisesti kiinnitetty	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden]	2014	Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association (2014)	EN15804	NEPD00268E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lattiatasoite	[finland]	2017	EPD weber.vetonit	EN15804	Nro 12 VAHEPD-2017-108	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Leca kevytsora	[finland]	2016	EPD YMPÄRISTÖSELOSTE Leca sora	EN15804	VAHEPD-2015-107	RTS	RTS PCR Menetelmäohje: Rakennustietosäätiö RTS:n julkaisemat ympäristöselosteet. Julkaisupvm 2.6.2016	Only with EN15804	-	verified
Liimapuu	[norway]	2015	Standard gluelam beam, Moelven Limtre 2009	ISO14040	NEPD115E	EPD Norge	NPCR 015 Wood and wood-based products for use in construction	Only with EN15804	-	verified
Lämmönjakokeskus	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Multifunctional steel door, product group 1	[germany]	2015	EPD Multifunktionsüren aus Stahl Hörmann KG Freisen	EN15804	EPD-MT-0.1.1	ift Rosenheim	PCR Dokument Turen und Tore - PCR-TT-1.1 : 2013	Only with EN15804	GaBi	verified

Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD.n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Murskattu sora, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
PU insulation board with multi-layer facing	[europe]	2014	EPD PU thermal insulation board with multi-layer facing PU Europe	EN15804	EPD-PUE-20130285-CBE-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 07/2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Patteriverkosto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Ristiinliimattu massiivipuu (CLT)	[austria]	2017	EPD CLT by Stora Enso	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	verified
Sepeli (8...16 mm), kostea tilavuus	[LOCAL]	2014	LCA inventory for gravel production, Ecoinvent 2014	ISO14040	-	One Click LCA	-	Only with EN15804	ecoinvent	-
Sinkittyteräspeltikate 0,5 mm	[finland]	2014	Hot-dip galvanized steel products, Ruukki 2015	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified
Sokkeli- ja anturaperustus, per bruttopinta-ala	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Suodatinkangas N2	[LOCAL]	2008	Polypropylene (PP), Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	-	One Click LCA	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	ecoinvent	-
Suodatinkangas N3	[LOCAL]	2008	Polypropylene (PP), Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	-	One Click LCA	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	ecoinvent	-
Sähköasennukset ja kaapeloinnit	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Tasolasi, yksinkertainen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Tukiverkko, lasikuitu	[czechRepubic]	2013	Reinforcement mesh fabric, Saint-Gobain ADFORS (2012)	EN15804	EPD-SGA-2012111-E	IBU	PCR Glass Reinforcement Mesh, 06/2011	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ulkoiseinä, CLT-rakenne	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Vaneri, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Verkkosähkö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Vesijohtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Vaestönsuojarakenteet, arvioitu per netto-ala	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Välipohja, CLT-rakenne	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Valiseinä, 70 mm, puurankamineraalivilla	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-NO	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0, 04/2019	Only with EN15804	ecoinvent	verified
dummy	[LOCAL]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Automatically assign Ecoinvent	
nameFlcla	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-

TAVOITEHINTA

19.3.2021

Sivu 1/2

Samuli Räsänen
Lahden kaupunki

Hanke:

päiväkoti_R1

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 93,0 / 1.2018

Hintataso: 94,5 / 3.2021

Laajuus: 812 m2, 930 brm2, 3 260 rm3

Hankekoko: 1 952 brm2

15100 Lahti

TILALUETTELO

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1a	S4820	1001	Kuraeteinen	10,0	1,0	10
1a	S4820	1002	Eteinen	23,5	1,0	24
1a	S4820	1003	Pesuhuone	15,0	1,0	15
1a	S4820	1004	Leikki- ja lepohuone	32,0	1,0	32
1a	S4820	1005	Varastohuone	5,0	1,0	5
1a	S4820	1006	Ryhmähuone	25,5	1,0	26
1a	S4820	1007	Kuraeteinen	10,0	1,0	10
1a	S4820	1008	Eteinen	22,5	1,0	23
1a	S4820	1009	Pesuhuone	15,0	1,0	15
1a	S4820	1010	Leikki- ja lepohuone	32,0	1,0	32
1a	S4820	1011	Varastohuone	5,0	1,0	5
1a	S4820	1012	Ryhmähuone	25,5	1,0	26
1a	S4820	1013	Kuraeteinen	10,0	1,0	10
1a	S4820	1014	Eteinen	17,0	1,0	17
1a	S4820	1015	Pesuhuone	12,0	1,0	12
1a	S4820	1016	Leikki- ja lepohuone	35,0	1,0	35
1a	S4820	1017	Varastohuone	5,0	1,0	5
1a	S4820	1018	Ryhmähuone	30,0	1,0	30
1a	S4820	1019	Kuraeteinen	10,0	1,0	10
1a	S4820	1020	Eteinen	17,0	1,0	17
1a	S4820	1021	Pesuhuone	12,0	1,0	12
1a	S4820	1022	Leikki- ja lepohuone	35,0	1,0	35
1a	S4820	1023	Varastohuone	5,0	1,0	5
1a	S4820	1024	Ryhmähuone	30,0	1,0	30
1a	S4820	1025	Pienryhmähuone	10,0	1,0	10
1a	S4820	1026	Verstas	10,0	1,0	10
1a	S4820	1027	Kotikeittiö	8,0	1,0	8
1a	S4820	1027a	Eteinen	7,5	1,0	8
1a	S4820	1029	Takkahuone	60,0	1,0	60
1a	S4820	1030	Löylyhuone	5,0	1,0	5
1a	S4820	1031	Pesuhuone	8,0	1,0	8
1a	S4820	1032	Pukuhuone	8,0	1,0	8

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1a	ATERI	1033	Valmistuskeittiö	45,0	1,0	45
1a	ATERI	1033a	Varastohuone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1034	Vaatehuolto	10,0	1,0	10
1a	S4820	1035	Siivous	6,0	1,0	6
1a	S4820	1036	Toimistohuone	18,0	1,0	18
1a	S4820	1037	Lepohuone	25,0	1,0	25
1a	S4820	1038	Varastohuone	3,5	1,0	4
1a	S4820	1039	Varastohuone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1040	Varastohuone	2,5	1,0	3
1a	S4820	1041	Pukuhuone	24,0	1,0	24
1a	S4820	1042	Pesuhuone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1043	Pesuhuone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1044	Wc-huone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1045	Wc-huone	2,0	1,0	2
1a	S4820	1047	Jakava liikenne (käytävät)	47,0	1,0	47
1a	S4820	1047a	Tekniikkakomero	1,5	1,0	2
1a	S4820	1048	Tuulikaappi	2,5	1,0	3
1a	S4820	1049	Tuulikaappi	2,5	1,0	3
1a	ATERI	1050	Tuulikaappi	6,0	1,0	6
1a	S4820	1051	Tekniikka	20,5	1,0	21
1a	S4820	1102	Vaunuvarasto (kylmä)	10,0	1,0	10
1a	S4820	1103	Varasto (kylmä)	5,0	1,0	5
1a	S4820	1104	Varasto (kylmä)	5,0	1,0	5
1a	S4820	1105	Varasto (kylmä)	5,0	1,0	5
1a	S4820	1106	Varasto (kylmä)	5,0	1,0	5
Yhteensä					57	812

Hanke:

päiväkoti_R1

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 93,0 / 1.2018

Hintataso: 94,5 / 3.2021

Laajuus: 812 m2, 930 brm2, 3 260 rm3

Hankekoko: 1 952 brm2

Jakaja: 812 m2

Korjausaste: 99,2%

15100 Lahti

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, KORJAUS - YHTEENVETO


Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset	386 000	476	12,6
B2 Rakennustekniset työt	1 980 000	2 440	64,5
B3 LVI-työt	272 000	335	8,9
B4 Sähkötyöt	124 000	153	4,0
B5 Erillishankinnat			
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	2 762 000	3 404	90,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	308 000	380	10,0
Muut kustannukset	308 000	380	10,0
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	3 070 000	3 783	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	737 000	908	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	3 807 000	4 691	

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Lähtötiedot	
Rakennuskohteen tiedot	
Kohteen nimi	VE3: RAK1-korjaus
Rakennustunnus	-
Osoite	15100 Lahti
Rakennustyyppi	Päiväkoti
Rakennuksen tekniset tiedot	
Kerrosala [kem ²]	930 kem ²
Lämmitetty nettoala [m ² _{netto}]	826 m ² _{netto}
Tilavuus [m ³]	3 260 m ³
Kerrosten lukumäärä	1
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Pääasiallinen runkomateriaali	Puu (rankarunko)
Energialuokka	B
Ostoenergian vuotuinen kulutus eroteltuna	Verkkosähkö: 35 600 kWh Kaukolämpö: 103 300 kWh
Laskennan tiedot	
Laskenta-ajanjakso	50 vuotta
Arvioinnin tekovaihe	Hankesuunnittelu
Käytetty arviointi tapa	YM yksinkertaistettu <input checked="" type="checkbox"/> YM tarkennettu <input type="checkbox"/>
Rakennuksen arvioitu käyttöönottovuosi	-
Käytetty laskentaohjelma	One Click LCA (Bionova)
Tieto missä laskennan kohdissa käytetty taulukkoarvoja	Liitteessä 1
Arvioinnissa käytetyt skenaariot (ei tarpeen raportoida, jos on käytetty menetelmässä annettuja taulukkoarvoja)	Liitteessä 1
Mahdolliset tietojen luotettavuutta koskevat huomiot / laskenta rajaukset	Liitteessä 1
Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet	Liitteessä 2



Arvioinnin tekijät	Arvioinnin tekijä	Arvioinnin tarkastaja
Nimi	Samuli Räsänen	-
Yritys	Lahden Tilakeskus	-
Koulutus	Insinööri AMK	-
Päivämäärä	19.3.2021	-
Allekirjoitus		-

Elinkaariarvioinnin tulokset		
Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-A5)	4,41	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana yhteensä (moduulit B3-4, B6)	12,52	kgCO ₂ e/m ² /a
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-B4)	1,55	kgCO ₂ e/m ² /a
Energian käyttö eroteltuna (moduuli B6)	10,97	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	0,67	kgCO ₂ e/m ² /a
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	-1,76	kgCO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	17,61	kgCO ₂ e/m ² /a
	727 000	kgCO ₂ e
Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-3,27	kgCO ₂ e/m ² /a
	-135 000	kgCO ₂ e

Liitteet:

Liite 1, Laskennassa käytetyt skenaariot/taulukkoarvot ja rajaukset

Liite 2, Käytetyt ympäristöselosteet/tiedonlähteet

Laskennassa käytetyt skenaariot

Tuotevaihe (moduulit A1-A3)	Hankkeen määrätiedot pohjautuvat kuntotutkimuksiin pohjautuvaan korjaustarvearvioon. Määrälaskenta rakennuksen ajantasapiirustuksista Päästötietoina on käytetty tuotetyyppikohtaista ympäristödataa ja EPD-kortteja (One Click LCA-ohjelmisto). Materiaalien ylijäämä ja hukka on arvioitu laskentaohjelmiston (One Click LCA) oletuksin
Kuljetukset työmaalle (moduuli A4)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Työmaatoiminnot (moduuli A5)	Menetelmän taulukkoarvo 27,7 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-4)	Menetelmän taulukkoarvo 2,16 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Osien vaihdot (moduuli B4)	Tuotteiden vaihdot on arvioitu RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot avulla.
Energian käyttö (moduuli B6)	Kulutus standardikäytön laskennallisen kulutuksen mukaan Päästötiedot menetelmän taulukkotietojen mukaisesti
Purkaminen (moduuli C1)	Menetelmän taulukkoarvo 7,8 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkuvaiheen kuljetukset (moduuli C2)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Purkujätteen käsittely ja loppusijoitus (moduulit C3-C4)	Menetelmän taulukkoarvo 15,6 kgCO _{2e} /m ² (lämmitetty nettoala)
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	Sisältää biogeenisen hiilivaraston ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt

Laskennassa tehdyt rajaukset

Laskennasta rajattiin ulkopuolelle kiintokalusteet, jotka eivät ole osa talotekniikkaa

- kiintokalusteet

Energian kulutus laskettu arvioimalla korjaustoimenpiteiden vaikutus nykytilanteeseen

Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet										
Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD:n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsuunnit (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Asfaltti, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Betonirauditus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Concrete pavement tiles	[Norway]	2019	EPD Belegningsstein og mur Asak Miljøstein	EN15804	NEPD-1900-812-NO	EPD Norge	NPCR 020 Precast Concrete Products, 2011	Only with EN15804	ecoinvent	internalonly
Eriste, EPS 100	[finland, sweden, denmark]	2013	Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation (without flame retardant, density 20 kg/m³), EPS 100, EUMEPS (region Scandinavia)	EN15804	EPD-EPS-20130077-CBG1-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 10/2012	Only with EN15804	-	verified
Eriste, XPS	[finland]	2017	EPD for Finnfoam - Kaunas, Lithuania. Bionova Oy, 2017	EN15804	RTS EPD 2	RTS	EN15804	-	ecoinvent	verified
Eriste, kivivilva/mineraalivilva, puhallettava	[finland, sweden]	2014	EPD Paroc Insulation, product group with density 70-120 kg/m³, Paroc AB	EN15804	NEPD00267E	EPD Norge	NPCR 012 Insulation materials, rev1. LCA of PAROC stone wool produced at Scandinavian plants.	Only with EN15804	GaBi	verified
Höyrinsulkumuovi, 0.20 mm	[Norway]	2015	Gram Dampspærre, Tommen Gram Folie AS (2015)	EN15804	NEPD-341-230-NO	EPD Norge	NPCR 022 Roof waterproofing, rev1, 12/2012	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehys, U-arvo 1	[finland]	2013	EPD MS1E ja MS3E-ikkunoiden EN-15804 ympäristöselosteet, Eskopuu Oy	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Kaukolämpö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Kerto viilupuu (LVL)	[finland]	2015	Environmental product declaration, Kerto LVL, Laminated veneer lumber (Metsä Wood 2015)	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified
Kipsilevy	[finland]	2019	EPD Gyproc GEK 13 ERIKOISKOVA – Impact Board	EN15804	RTS_25_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kipsilevy, tavallinen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kivivilvaeristelevy, yleiset	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kolminkertaiset ikkunat, puu-alumiini-kehyksellä	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	[finland]	2019	RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTE, nro. RTS_27_19 Suomalainen kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15804	RTS_27_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kumibitumikermi perustuksiin	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden]	2014	Single layer mechanically fastened fully torched modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association	EN15804	NEPD00271E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	-	verified
Lattiatasoite	[finland]	2019	EPD weber.vetonit 3100, 3300, 3400, 4100, 4400, 5000, 5400, 6000 and 8000	EN15804	RTS_22_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lämmönjakokeskus	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Multifunctional steel door, product group 1	[germany]	2015	EPD Multifunktionsüren aus Stahl Hörmann KG Freisen	EN15804	EPD-MT-0.1.1	ift Rosenheim	PCR Dokument Türen und Tore - PCR-TT-1.1 : 2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Murskattu sora, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
PU insulation board with multi-layer facing	[europe]	2014	EPD PU thermal insulation board with multi-layer facing PU Europe	EN15804	EPD-PUE-20130285-CBE-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 07/2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Patteriverkosto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Sinkittyteräspeltikate 0,5 mm	[finland]	2014	Hot-dip galvanized steel products, Ruukki 2015	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified

Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD.n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:sta	Päästötietokanta	Verifointi
Siveltävä bitumiliuos	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands]	2014	Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association (2014)	EN15804	NEPD00268E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Steel, stainless, hot rolled	[germany, sweden, finland, alabama, USA]	2019	EPD Hot Rolled Stainless Steel Outokumpu Oyj	EN15804	EPD-OTO-20190003-IBD1-EN	IBU	PCR Structural steels, 07/2014	Only with EN15804	GaBi	verified
Suodatinkangas N3	[LOCAL]	2008	Polypropylene (PP), Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	-	One Click LCA	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	ecoinvent	-
Sähköasennukset ja kaapeloinnit	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Talotekniikan oletusarvot, Ympäristöministerio	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			-	
Ulko-ovi	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Vaneri, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Verkkosahko, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Vesijohtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Wood fibre insulation boards	[germany]	2015	Oekobau.dat 2017-I, EPD Holzfaserdämmplatten GUTEX Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH + Co KG	EN15804	EPD-GTX-20140222-IBC2-DE	IBU	PCR Holzwerkstoffe, 07/2014	Only with EN15804	GaBi	verified
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-NO	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0, 04/2019	Only with EN15804	ecoinvent	verified
XPS insulation with alt. flame retardant	[europe]	2014	EPD Extruded Polystyrene (XPS) Foam Insulation with alternative flame retardant EXIBA - European Extruded Polystyrene Insulation Board Association	EN15804	EPD-EXI-20140155-IBE1-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 07/2014	Only with EN15804	GaBi	verified
dummy	[LOCAL]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Automatically assign Ecoinvent or other alternative based on inputs	
nameFclca	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Väestönsuojarakenteet, arvioitu per netto-ala	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Välipohja, CLT-rakenne	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Valiseinä, 70 mm, puurankamineraalivilla	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0,	Only with EN15804	ecoinvent	verified
dummy	[LOCAL]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Automatically assign Ecoinvent or other alternative based on inputs	
nameFclca	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-

TAVOITEHINTA

19.3.2021

Sivu 1/2

Samuli Räsänen
Lahden kaupunki

Hanke:

päiväkoti_R2

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti
Haahtela-ind.: 93,0 / 1.2018
Hintataso: 94,5 / 3.2021
Laajuus: 890 m2, 1 022 brm2, 3 772 rm3
Hankekoko: 2 308 brm2

15100 Lahti

TILALUETTELO

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1b	S4820	1050a	Leikki- ja lepohuone	36,5	1,0	37
1b	S4820	1051a	Ryhmähuone	33,0	1,0	33
1b	S4820	1052	Kuraeteinen	9,0	1,0	9
1b	S4820	1053	Eteinen	19,0	1,0	19
1b	S4820	1054	Siivous	7,5	1,0	8
1b	S4820	1055	Tuulikaappi	5,5	1,0	6
1b	ATERI	1056	Jakeluokeittiö	14,0	1,0	14
1b	S4820	1057	Wc-pesuhuone	9,5	1,0	10
1b	S4820	1058	Wc-pesuhuone	9,5	1,0	10
1b	S4820	1059	Kuraeteinen	9,0	1,0	9
1b	S4820	1060	Eteinen	19,0	1,0	19
1b	S4820	1061	Leikkimökki	4,0	1,0	4
1b	S4820	1062	Ryhmähuone	39,0	1,0	39
1b	S4820	1063	Leikki- ja lepohuone	39,0	1,0	39
1b	S4820	1064	Pukuhuone	5,0	1,0	5
1b	S4820	1065	Wc-pesutila	3,0	1,0	3
1b	S4820	1066	Pesuhuone	2,5	1,0	3
1b	S4820	1067	Wc-huone	1,5	1,0	2
1b	S4820	1068	Pukuhuone	8,5	1,0	9
1b	S4820	1069	Pienryhmähuone	10,0	1,0	10
1b	S4820	1070	Tuulikaappi	3,0	1,0	3
1b	S4820	1071	Eteinen	6,5	1,0	7
1b	S4820	1072	Jakava liikenne (käytävät)	49,0	1,0	49
1b	S4820	1073	Lepohuone	19,0	1,0	19
1b	S4820	1074	Tekniikka	6,0	1,0	6
1b	S4820	1075	Sali	98,5	1,0	99
1b	S4820	1076	Varastohuone	10,0	1,0	10
1b	S4820	1077	Kotikeittiö	10,0	1,0	10
1b	S4820	1078	Tuulikaappi	3,0	1,0	3
1b	S4820	1079	Pienryhmähuone	8,0	1,0	8
1b	S4820	1080	Wc-huone, inva	6,0	1,0	6
1b	S4820	1081	Ryhmähuone	32,0	1,0	32

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
1b	S4820	1081a	Leikki- ja lepohuone	39,5	1,0	40
1b	S4820	1082	Kuraeteinen	9,5	1,0	10
1b	S4820	1083	Eteinen	15,0	1,0	15
1b	S4820	1084	Vaatehuolto	7,0	1,0	7
1b	S4820	1085	Pienryhmähuone	7,0	1,0	7
1b	S4820	1086	Toimistohuone	8,0	1,0	8
1b	S4820	1087	Työhuone	12,0	1,0	12
1b	S4820	1088	Jakava liikenne (käytävät)	53,5	1,0	54
1b	S4820	1089	Wc-pesuhuone	10,0	1,0	10
1b	S4820	1090	Wc-pesuhuone	10,0	1,0	10
1b	S4820	1091	Kuraeteinen	9,5	1,0	10
1b	S4820	1092	Eteinen	15,0	1,0	15
1b	S4820	1093	Pienryhmähuone	13,5	1,0	14
1b	S4820	1094	Ryhmähuone	31,0	1,0	31
1b	S4820	1095	Leikki- ja lepohuone	33,0	1,0	33
1b	S4820	1096	K-suoja (Varastona)	18,5	1,0	19
1b	S4820	1096a	K-suoja (Laitteet)	4,5	1,0	5
1b	S4820	1098	Varasto (Kylmä)	5,0	1,0	5
1b	S4820	1099	Varasto (Kylmä)	5,0	1,0	5
1b	S4820	1100	Varasto (Kylmä)	5,0	1,0	5
1b	S4820	1101	Varasto (Kylmä)	5,0	1,0	5
Yhteensä					53	851
2b	S4820	2052	Ilmanvaihto	36,0	1,0	36
2b	S4820	2053	Huoltoliikenne (portaat)	3,0	1,0	3
Yhteensä					2	39

Hanke:

päiväkoti_R2

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti

Haahtela-ind.: 93,0 / 1.2018

Hintataso: 94,5 / 3.2021

Laajuus: 890 m2, 1 022 brm2, 3 772 rm3

Hankekoko: 2 308 brm2

Jakaja: 890 m2

Korjausaste: 53,6%

15100 Lahti

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, KORJAUS - YHTEENVETO


Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset	207 000	233	12,4
B2 Rakennustekniset työt	992 000	1 115	59,3
B3 LVI-työt	229 000	257	13,7
B4 Sähkötyöt	78 000	88	4,6
B5 Erillishankinnat			
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	1 505 000	1 691	90,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	167 000	188	10,0
Muut kustannukset	167 000	188	10,0
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	1 672 000	1 879	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	401 000	451	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	2 073 000	2 329	

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Lähtötiedot	
Rakennuskohteen tiedot	
Kohteen nimi	VE2/VE3: RAK2-korjaus
Rakennustunnus	-
Osoite	15100 Lahti
Rakennustyyppi	Päiväkoti
Rakennuksen tekniset tiedot	
Kerrosala [kem ²]	977 kem ²
Lämmitetty nettoala [m ² _{netto}]	919 m ² _{netto}
Tilavuus [m ³]	3 772 m ³
Kerrosten lukumäärä	1
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Pääasiallinen runkomateriaali	Puu (rankarunko)
Energialuokka	B
Ostoenergian vuotuinen kulutus eroteltuna	Verkkosähkö: 38 100 kWh Kaukolämpö: 102 300 kWh
Laskennan tiedot	
Laskenta-ajanjakso	50 vuotta
Arvioinnin tekovaihe	Hankesuunnittelu
Käytetty arviointi tapa	YM yksinkertaistettu <input checked="" type="checkbox"/> YM tarkennettu <input type="checkbox"/>
Rakennuksen arvioitu käyttöönottovuosi	-
Käytetty laskentaohjelma	One Click LCA (Bionova)
Tieto missä laskennan kohdissa käytetty taulukkoarvoja	Liitteessä 1
Arvioinnissa käytetyt skenaariot (ei tarpeen raportoida, jos on käytetty menetelmässä annettuja taulukkoarvoja)	Liitteessä 1
Mahdolliset tietojen luotettavuutta koskevat huomiot / laskenta rajaukset	Liitteessä 1
Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet	Liitteessä 2



Arvioinnin tekijät	Arvioinnin tekijä	Arvioinnin tarkastaja
Nimi	Samuli Räsänen	-
Yritys	Lahden Tilakeskus	-
Koulutus	Insinööri AMK	-
Päivämäärä	19.3.2021	-
Allekirjoitus		-

Elinkaariarvioinnin tulokset		
Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-A5)	2,03	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana yhteensä (moduulit B3-4, B6)	10,33	kgCO ₂ e/m ² /a
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-B4)	0,41	kgCO ₂ e/m ² /a
Energian käyttö eroteltuna (moduuli B6)	9,92	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	0,67	kgCO ₂ e/m ² /a
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	-0,64	kgCO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	13,03	kgCO ₂ e/m ² /a
	599 000	kgCO ₂ e
Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-1,22	kgCO ₂ e/m ² /a
	-56 000	kgCO ₂ e

Liitteet:

Liite 1, Laskennassa käytetyt skenaariot/taulukkoarvot ja rajaukset

Liite 2, Käytetyt ympäristöselosteet/tiedonlähteet

Laskennassa käytetyt skenaariot

Tuotevaihe (moduulit A1-A3)	Hankkeen määrätiedot pohjautuvat kuntotutkimuksiin pohjautuvaan korjaustarvearvioon. Määrälaskenta rakennuksen ajantasapiirustuksista Päästötietoina on käytetty tuotetyyppikohtaista ympäristödataa ja EPD-kortteja (One Click LCA-ohjelmisto). Materiaalien ylijäämä ja hukka on arvioitu laskentaohjelmiston (One Click LCA) oletuksin
Kuljetukset työmaalle (moduuli A4)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Työmaatoiminnot (moduuli A5)	Menetelmän taulukkoarvo 27,7 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-4)	Menetelmän taulukkoarvo 2,16 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Osien vaihdot (moduuli B4)	Tuotteiden vaihdot on arvioitu RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot avulla.
Energian käyttö (moduuli B6)	Kulutus standardikäytön laskennallisen kulutuksen mukaan Päästötiedot menetelmän taulukkotietojen mukaisesti
Purkaminen (moduuli C1)	Menetelmän taulukkoarvo 7,8 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Purkuvaiheen kuljetukset (moduuli C2)	Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Purkujätteen käsittely ja loppusijoitus (moduulit C3-C4)	Menetelmän taulukkoarvo 15,6 kgCO ₂ e/m ² (lämmitetty nettoala)
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	Sisältää biogeenisen hiilivaraston ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt

Laskennassa tehdyt rajaukset

Laskennasta rajattiin ulkopuolelle kiintokalusteet, jotka eivät ole osa talotekniikkaa

- kiintokalusteet

Energian kulutus laskettu arvioimalla korjaustoimenpiteiden vaikutus nykytilanteeseen

Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet										
Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD:n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Dry mortar	[norway]	2014	NEPD00130E Rev 1 Weber Murrmortel M5, dry mortar	EN15804	NEPD00130 Rev1	EPD Norge	IBU PCR Requirements on the EPD for Mineral factory-made mortar, 2013	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Eriste, EPS 100	[finland, sweden, denmark]	2013	Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation (without flame retardant, density 20 kg/m³), EPS 100, EUMEPS (region Scandinavia)	EN15804	EPD-EPS-20130077-CBG1-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 10/2012	Only with EN15804	-	verified
Eriste, XPS	[finland]	2017	EPD for Finnfoam - Kaunas, Lithuania. Bionova Oy, 2017	EN15804	RTS EPD 2	RTS	EN15804	-	ecoinvent	verified
Glass wool acoustic ceiling panel	[sweden, denmark, poland, finland]	2020	EPD for Ecophon Hygiene	EN15804	S-P-00793, v.1.0	International EPD System	PCR 2012:01 Construction products and construction services (version 2.32 dated 2020-07-01)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ilmanvaihtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Kalkki-hiekkatiilet ja harkot, ontto tai umpinainen	[finland]	2017	EPD KAHII-tiilet ja -harkot	EN15804	Nro 11 VAHEPD-2017-114	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kaukolämpö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Kerto viilupuu (LVL),	[finland]	2015	Environmental product declaration, Kerto LVL, Laminated veneer lumber (Metsä Wood 2015)	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified
Kipsilevy	[finland]	2019	EPD Gyproc GEK 13 ERIKOISKOVA – Impact Board	EN15804	RTS_25_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kipsilevy, tavallinen, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kivivillaeristelevy, yleiset	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	[finland]	2019	RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTE, nro. RTS_27_19 Suomalainen kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15804	RTS_27_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Kumibitumikermi perustuksiin	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden]	2014	Single layer mechanically fastened fully torched modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association	EN15804	NEPD00271E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	-	verified
Lasivillaeristelevy, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Lattiatasoite	[finland]	2019	EPD weber. vetonit 3100, 3300, 3400, 4100, 4400, 5000, 5400, 6000 and 8000	EN15804	RTS_22_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lämmönjakokeskus	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Masonry mortar, light	[germany]	2015	EPD Mineralische Werkmortel: Mauermörtel - Leichtmauermörtel quick-mix Gruppe GmbH & Co. KG	EN15804	EPD-QMX-20150010-IBC1-DE	IBU	PCR Mineralische Werkmortel	Only with EN15804	GaBi	verified
PU insulation board with multi-layer facing	[europe]	2014	EPD PU thermal insulation board with multi-layer facing PU Europe	EN15804	EPD-PUE-20130285-CBE-EN	IBU	PCR Insulating materials made of foam plastics, 07/2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Patteriverkosto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Sinkittyteräspelttikate 0,5 mm	[finland]	2014	Hot-dip galvanized steel products, Ruukki 2015	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified

Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD.n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:sta	Päästötietokanta	Verifointi
Siveltävä bitumiliuos	[europe, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands]	2014	Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association (2014)	EN15804	NEPD00268E	EPD Norge	NPCR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Sähköasennukset ja kaapeloinnit	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-
Verkkosähkö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Vesijohtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Wood fibre insulation boards	[germany]	2015	Oekobau.dat 2017-I, EPD Holzfaserdämmplatten GUTEX Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH + Co KG	EN15804	EPD-GTX-20140222-IBC2-DE	IBU	PCR Holzwerkstoffe, 07/2014	Only with EN15804	GaBi	verified
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-NO	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0, 04/2019	Only with EN15804	ecoinvent	verified
dummy	[LOCAL]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Automatically assign Ecoinvent or other alternative based on inputs	
nameFlca	[LOCAL]	2018	One Click LCA	EN15804	-	One Click LCA	EN15804	-	ecoinvent	-

Hanke:

päiväkoti_R2_Korjaus 30v.

Vaihe:

Paikkakunta: Lahti
 Haahntela-ind.: 93,0 / 1.2018
 Hintataso: 94,5 / 3.2021
 Laajuus: 890 m2, 1 022 brm2, 3 772 rm3
 Hankekoko: 1 022 brm2
 Jakaja: 890 m2
 Korjausaste: 40,3%

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, KORJAUS - YHTEENVETO


Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset	164 000	184	13,6
B2 Rakennustekniset työt	781 000	878	64,5
B3 LVI-työt	35 000	39	2,9
B4 Sähkötyöt	109 000	122	9,0
B5 Erillishankinnat			
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	1 090 000	1 225	90,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	121 000	136	10,0
Muut kustannukset	121 000	136	10,0
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	1 211 000	1 361	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	291 000	327	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	1 502 000	1 688	

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Lähtötiedot	
Rakennuskohteen tiedot	
Kohteen nimi	VE2/VE3: RAK2-30v.korjaus
Rakennustunnus	-
Osoite	15100 Lahti
Rakennustyyppi	Päiväkoti
Rakennuksen tekniset tiedot	
Kerrosala [kem ²]	977 kem ²
Lämmitetty nettoala [m ² _{netto}]	919 m ² _{netto}
Tilavuus [m ³]	3 772 m ³
Kerrosten lukumäärä	1
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Pääasiallinen runkomateriaali	Puu (rankarunko)
Energialuokka	B
Ostoenergian vuotuinen kulutus eroteltuna	Verkkosähkö: - kWh Kaukolämpö: - kWh
Laskennan tiedot	
Laskenta-ajanjakso	50 vuotta
Arvioinnin tekovaihe	Hankesuunnittelu
Käytetty arviointi tapa	YM yksinkertaistettu <input checked="" type="checkbox"/> YM tarkennettu <input type="checkbox"/>
Rakennuksen arvioitu käyttöönottovuosi	-
Käytetty laskentaohjelma	One Click LCA (Bionova)
Tieto missä laskennan kohdissa käytetty taulukkoarvoja	Liitteessä 1
Arvioinnissa käytetyt skenaariot (ei tarpeen raportoida, jos on käytetty menetelmässä annettuja taulukkoarvoja)	Liitteessä 1
Mahdolliset tietojen luotettavuutta koskevat huomiot / laskenta rajaukset	Liitteessä 1
Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet	Liitteessä 2



Arvioinnin tekijät	Arvioinnin tekijä	Arvioinnin tarkastaja
Nimi	Samuli Räsänen	-
Yritys	Lahden Tilakeskus	-
Koulutus	Insinööri AMK	-
Päivämäärä	19.3.2021	-
Allekirjoitus		-

Elinkaariarvioinnin tulokset		
Päästövaikutukset ennen käyttöä (moduulit A1-A5)	4,49	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana yhteensä (moduulit B3-4, B6)	-	kgCO ₂ e/m ² /a
Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3-B4)	-	kgCO ₂ e/m ² /a
Energian käyttö eroteltuna (moduuli B6)	-	kgCO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (moduuli C)	-	kgCO ₂ e/m ² /a
Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)	-1,75	kgCO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (elinkaaren moduulien A-C summa)	4,49	kgCO ₂ e/m ² /a
	82 000	kgCO ₂ e
Hiilikädenjälki (elinkaaren moduulien A-D summa)	-2,83	kgCO ₂ e/m ² /a
	-52 000	kgCO ₂ e

Liitteet:

Liite 1, Laskennassa käytetyt skenaariot/taulukkoarvot ja rajaukset

Liite 2, Käytetyt ympäristöselosteet/tiedonlähteet

Laskennassa käytetyt skenaariot

<p>Tuotevaihe (moduulit A1-A3)</p>	<p>Hankkeen määrätiedot pohjautuvat kuntotutkimuksiin pohjautuvaan korjaustarvearvioon. Määrälaskenta rakennuksen ajantasapiirustuksista</p> <p>Päästötietoina on käytetty tuotetyyppikohtaista ympäristödataa ja EPD-kortteja (One Click LCA-ohjelmisto).</p> <p>Materiaalien ylijäämä ja hukka on arvioitu laskentaohjelmiston (One Click LCA) oletuksin</p>
<p>Kuljetukset työmaalle (moduuli A4)</p>	<p>Menetelmän taulukkoarvo 10,2 kgCO₂e/m² (lämmitetty nettoala)</p>
<p>Työmaatoiminnot (moduuli A5)</p>	<p>Menetelmän taulukkoarvo 27,7 kgCO₂e/m² (lämmitetty nettoala)</p>
<p>Korjaukset ja osien vaihdot (moduulit B3–4)</p>	<p>- Huomioitu rakennuksen RAK2 elinkaarilaskennassa – tällä laskelmalla täydennetty alkuperäistä laskelmaa (B5)</p>
<p>Osien vaihdot (moduuli B4)</p>	<p>Tuotteiden vaihdot on arvioitu RT-kortin RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot avulla.</p>
<p>Energian käyttö (moduuli B6)</p>	<p>Huomioitu rakennuksen RAK2 elinkaarilaskennassa – tällä laskelmalla täydennetty alkuperäistä laskelmaa (B5)</p>
<p>Purkaminen (moduuli C1)</p>	<p>Huomioitu rakennuksen RAK2 elinkaarilaskennassa – tällä laskelmalla täydennetty alkuperäistä laskelmaa (B5)</p>
<p>Purkuvaiheen kuljetukset (moduuli C2)</p>	<p>Huomioitu rakennuksen RAK2 elinkaarilaskennassa – tällä laskelmalla täydennetty alkuperäistä laskelmaa (B5)</p>
<p>Purkujätteen käsittely ja loppusijoitus (moduulit C3-C4)</p>	<p>Huomioitu rakennuksen RAK2 elinkaarilaskennassa – tällä laskelmalla täydennetty alkuperäistä laskelmaa (B5)</p>
<p>Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (moduuli D)</p>	<p>Sisältää biogeenisen hiilivaraston ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt</p>

Laskennassa tehdyt rajaukset

Laskennasta rajattiin ulkopuolelle kiintokalusteet, jotka eivät ole osa talotekniikkaa

- kiintokalusteet

Käytetyt ympäristöselosteet / tiedonlähteet										
Tietolähde	Maa	Vuosi	Tietolähde	Standardi	EPD:n numero	EPD-ohjelma	Tuoteryhmäsaannot (PCR)	Huomiot PCR:stä	Päästötietokanta	Verifointi
Dry mortar	[norway]	2014	NEPD00130E Rev 1 Weber Marmor Mortel M5, dry mortar	EN15804	NEPD00130 Rev1	EPD Norge	IBU PCR Requirements on the EPD for Mineral factory-made mortar, 2013	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Glass wool acoustic ceiling panel	[sweden, denmark, poland, finland]	2020	EPD for Ecophon Hygiene	EN15804	S-P-00793, v.1.0	International EPD System	PCR 2012.01 Construction products and construction services (version 2.32 dated 2020-07-01)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehys, U-arvo 1	[finland]	2013	EPD MS1E ja MS3E-ikkunoiden EN- 15804 ympäristöselosteet, Eskopuu Oy	EN15804	-	-	EN15804	-	ecoinvent	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Kaukolämpö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Kolminkertaiset ikkunat, puu-alumiini-kehyksellä	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	[finland]	2019	RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTE, nro. RTS_27_19 Suomalainen kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15804	RTS_27_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lattiasaote	[finland]	2019	EPD weber.vetonit 3100, 3300, 3400, 4100, 4400, 5000, 5400, 6000 and 8000	EN15804	RTS_22_19	RTS	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2016)	Only with EN15804	ecoinvent	verified
Lämmönjakokeskus	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Multifunctional steel door, product group 1	[germany]	2015	EPD Multifunktionsüren aus Stahl Hörmann KG Freisen	EN15804	EPD-MT-0.1.1	ift Rosenheim	PCR Dokument Turen und Tore - PCR-TT-1.1 : 2013	Only with EN15804	GaBi	verified
Patteriverkosto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Sinkittyteräspeltikate 0,5 mm	[finland]	2014	Hot-dip galvanized steel products, Ruukki 2015	EN15804	-	-	EN15804	-	GaBi	verified
Sähköasennukset ja kaapeloinnit	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Ulko-ovi	[finland]		One Click LCA generic construction definitions			One Click LCA			Other	
Verkkosähkö, Suomi (2020-2070, 50v käyttöikä)	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019.							
Vesijohtojärjestelmä	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Viemäriputkisto	[finland]	2019	Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä, 30.8.2019	EN15804	-	-	EN15804	-	-	verified
Wooden interior door, per m2	[norway]	2020	EPD Innerdør Knudsen Dørfabrikk AS	EN15804	NEPD-2025-897-NO	EPD Norge	NPCR 014 Windows and doors, ver. 3.0, 04/2019	Only with EN15804	ecoinvent	verified

Raportin laatija: Samuli Räsänen

Päivämäärä: 19.3.2021

Yleistä

Laskenta parametrit

Arviointijakso	50 vuotta
Valuutta	€
Diskonttokorko	3 %
Yleinen inflaatioprosentti	0 %
Energian inflaatioprosentti	2 %
Veden inflaatioprosentti	2 %
Käytetty laskentaohjelmisto	One Click LCA – Automated LCC
Huom.	Tuntipalkat huomioitu laskentaohjelmiston oletus hinnoin. Vuotuiset käyttö-, huolto- ja korjauskustannukset huomioitu laskentaohjelmiston oletus hinnoin, neliöperusteisesti

VE1, nettonykyarvo

	Uudisrakennus
A0-A5, Rakentaminen	6 564 000 €
B1-B3, Muut toimintakustannukset	4 299 238 €
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	769 703 €
B6, Energian käyttö	897 082 €
B7, Veden käyttö	179 793 €
C1-C4, Elinkaaren loppu	37 432 €
Yhteensä:	12 747 248 €

VE2, nettonykyarvo

	Uudisrakennus	RAK2 per.korj.	Yhteensä (uudisosa+RAK2)
A0-A5, Rakentaminen	4 063 000 €	1 672 000 €	5 735 000 €
B1-B3, Muut toimintakustannukset	2 471 987 €	1 710 052 €	4 182 039 €
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	469 077 €	616 878 €	1 085 955 €
B6, Energian käyttö	497 203 €	447 737 €	944 940 €
B7, Veden käyttö	97 285 €	76 158 €	173 443 €
C1-C4, Elinkaaren loppu	23 170 €	9 535 €	32 705 €
Yhteensä:	7 621 722 €	4 532 360 €	12 154 082 €



VE3 nettonykyarvo			
	RAK1 per.korj.	RAK2 per.korj.	Yhteensä (RAK1+RAK2)
A0-A5, Rakentaminen	3 070 000 €	1 672 000 €	4 742 000 €
B1-B3, Muut toimintakustannukset	1 742 548 €	1 710 052 €	3 452 600 €
B4-B5, Vaihto/peruskorjaukset	355 741 €	616 878 €	972 619 €
B6, Energian käyttö	438 017 €	447 737 €	885 754 €
B7, Veden käyttö	69 485 €	76 158 €	145 643 €
C1-C4, Elinkaaren loppu	17 507 €	9 535 €	27 042 €
Yhteensä:	5 693 298 €	4 532 360 €	10 225 658 €