



# Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisu

Tämä on alkuperäisen julkaisun rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original publication. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Vinkki, J-M. & Pitsinki, V. 2022. Centrian ja Oamkin Ilmastoindikaattorit-projekti etenee laskentavaiheessa. Oamk Journal 169/2022. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022101161587>

# Centrian ja Oamkin Ilmastoindikaattorit-projekti etenee laskentavaiheessa

7.11.2022 - Vinkki Juho-Martti, Pitsinki Vesa

**Rakentamisen ilmastovaikutusten vähentämiseksi on tärkeää tunnistaa ja löytää niin sanotut kasvihuonekaasuja aiheuttavat hotspotit eli materiaalit ja tuotannonvaiheet, jotka vapauttavat runsaasti hiilidioksidia. Oikeilla rakennusmateriaalivalinnoilla, suunnitteluratkaisujen vertailulla, elinkaarikustannusanalyysillä sekä hiilijalanjäljen laskennalla voidaan saavuttaa vähähiilisiä ratkaisuja rakennuksen kustannussäästöjä unohtamatta. Ilmastoindikaattorit-projekti on nyt edennyt laskentavaiheeseen. OneClick-ohjelmistolla on nyt laskettu hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannuslaskelmia neljälle vaihtoehdoiselle rakennukselle: betonikerrostalolle, betoni-puu-yhdistelmätalolle, puukerrostalolle ja niin sanotulle viherbetonitalolle.**

Oulun ammattikorkeakoulu toteuttaa yhteistyössä Centria-ammattikorkeakoulun kanssa Ilmastoindikaattori-hankkeen, jonka tavoitteena on edistää alueen elinkeinoelämän pyrkimyksiä vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymiseksi. Hankkeessa laaditaan toimialakohtainen ohjelma, joka tähtää hiilijalanjäljen pienentämiseen ja kompensaatioon. Yritysten saataville tuodaan konkreettisia lukuja eri prosessi-, materiaali- ja energiavaihtoehtojen hiilidioksidipäästöistä ja kustannuksista. Hankkeessa hyödynnetään hiilijalanjälkilaskennassa Life Cycle Assessment (LCA) -työkaluja ja elinkaarianalyysin laskennassa Life Cycle Cost (LCC) -työkaluja.

## Laskelmien tulokset ja vertailu

Laskennassa käytettiin hyväksi OneClick-ohjelmiston tietokantaa materiaalien hiilipäästöjen laskemisessa ja kohteen elinkaarikustannusten laskennassa. Laskettava tutkimuskohde on kahdeksankerroksinen asuinkerrostalo, jonka runko on teräsbetonirakenteinen. Ensimmäisen laskennan valmistuttua kohteen ulkoseinät ja välipohjat vaihdettiin laskennassa kantavuudeltaan teräsbetonirunkoa vastaavaksi CLT-

elementeiksi (Cross Laminated Timber -monikerroslevy). Kolmannella laskentakierroksella kohteen betoni muutettiin niin sanotuksi viherbetoniksi. Laskelmien tuloksia vertailtiin ja hiilijalanjäljen pieneneminen sekä rakentamiskustannusten nousu selvitettiin.

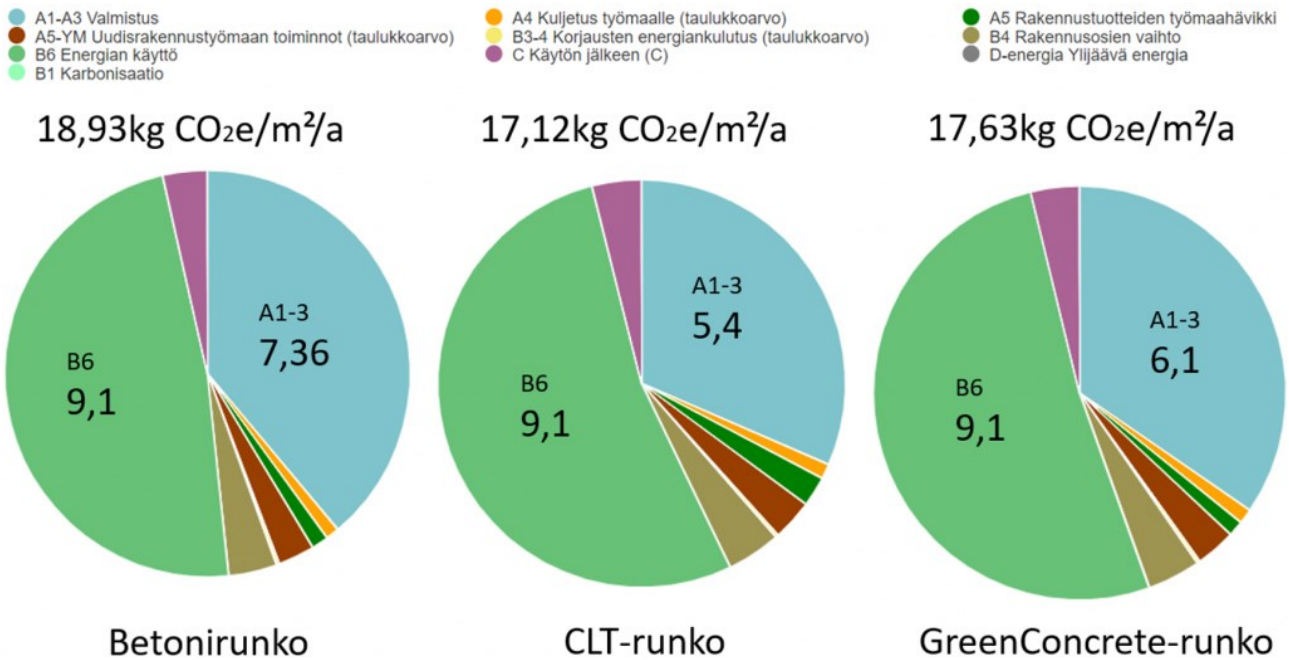
Projektissa mukana oleva oululainen rakennusliike luovutti Oamkille 3D-tietomallista saadun määräluettelon, joka syötettiin OneClick-ohjelmistoon. Kullekin määräriville syötettiin manuaalisesti materiaalitieto OneClickin tietokannasta. Materiaalitieto sisältää sekä hiilipäästöt että kyseisen materiaalin yksikköhinnat.

Laskettavan kohteen arviointijaksona käytettiin 50 vuoden jaksoa, joka on ympäristöministeriön ohjeen mukainen ja vastaa asuinrakennuksen tavoitekäyttöikää normaaliolosuhteissa. Tuotteiden vaihto, ylläpito ja energian kulutus laskettiin tälle jaksolle.

Laskennan tuloksena ja johtopäätöksenä voidaan todeta, että materiaalivaihoilla oli vain marginaaliset (2–3 prosenttia) vaikutukset rakennuksen koko elinkaaren hiilipäästöihin. Suurin osa rakennuksen elinkaaren aikaisista hiilipäästöistä muodostuu lämmitysenergian päästöistä. Maalämmöllä lämmitettävä rakennus on aina runkomateriaalista riippumatta hiiliystävällisempi kuin kaukolämmöllä lämmitettävä. Tulevaisuudessa on kuitenkin odotettavissa teknologioita ja toimenpiteitä, joiden avulla energiantuotantoketju kehittyy hiilineutraalimmaksi. Tällöin rakennuksen materiaalivalintojen painoarvo kasvaa hiilijalanjälkeä laskettaessa.

CLT-rungon vaikutus hiilidioksidipäästöihin on vuositasolla 9,5 prosenttia pienempi kuin vastaavan betonirunkoisen kerrostalon päästöt. Puu varastoi kuutiometriä kohden noin 750 kilogrammaa hiilidioksidia, mutta laskelmissa ei ole otettu huomioon betonin käytön aikana ilmasta sitomaa hiilidioksidia eli betonin karbonisoitumista. Betonipinnat siis sitovat ilman kanssa kosketuksissa ollessaan ilmasta hiilidioksidia.

Vastaavasti vertailtiin niin sanotun viherbetonin eli GreenConcreten käyttöä ja sen vaikutusta hiilidioksidipäästöihin. Betonin hiilidioksidipäästöistä suurin osa muodostuu sementin valmistuksesta. Sementin aiheuttamaa päästöä pyritään valmistajakohtaisilla menetelmillä pienentämään teollisuuden sivuvirroista saatavilla sementtiä korvaavilla sideaineilla. [1] Nykyisillä laskentametoodeilla kierrätetystä viherbetonista rakennettu vastaava kerrostalo aiheuttaa vuositasolla noin 6,9 prosenttia vähemmän päästöjä kuin vastaava tavallisesta betonista valmistettu kerrostalon runko. Laskelman tuloksia voi verrata kuvioista 1.



KUVIO 1. Hiilijalanjälki eri runkovaihtoehtoissa (kuvio: Juho-Martti Vinkki & Vesa Pitsinki 2022).  
Kuvio avautuu isommaksi klikkaamalla.

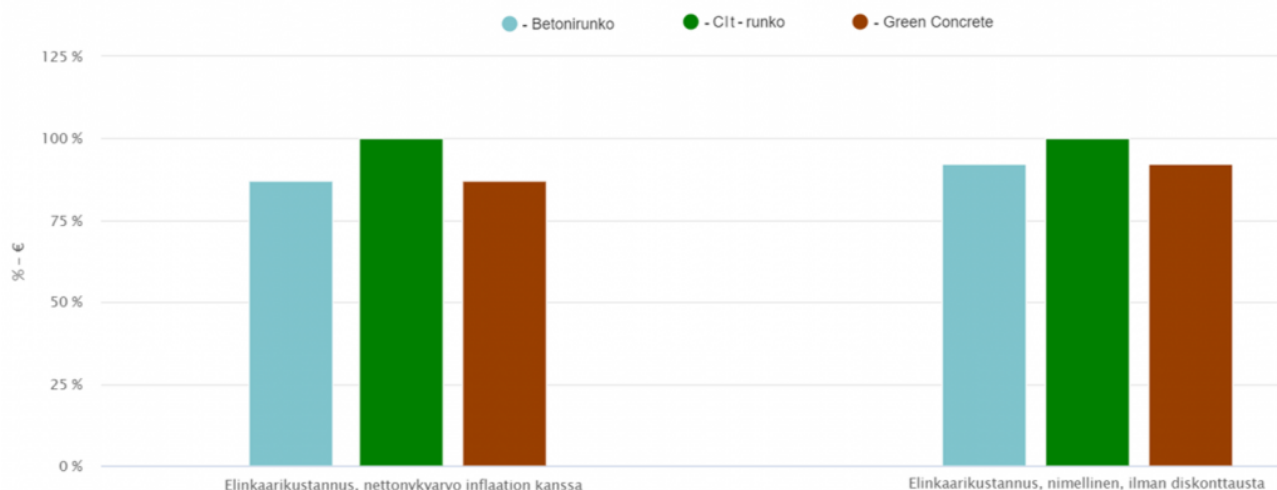
Saadut tulokset mukailevat Kekri-projektin tuloksia [2] sekä Ratekon tekemiä laskelmia. Kaikkien tutkimusraporttien lopputulos on, että lämmitysenergian tuotantomuoto vaikuttaa eniten hiilijalanjälkilaskelmien tuloksiin.

## Hiilipäästöjen vähentämisellä on hintansa

OneClick-ohjelmistolla lasketun hiilijalanjäljen lisäksi projektissa laskettiin hankkeiden elinkaarikustannukset. Tuloksien perusteella hiilijalanjäljen pienentäminen vaikuttaa merkittävästi rakentamisen kustannuksiin.

Ulkoseinien vaihtaminen betonista CLT-rakenteeksi alentaa hiilijalanjälkeä noin 7 prosenttia, mutta laskelmien mukaan rakentaminen on 10 prosenttia kalliimpaa. Rakentaminen täysin puurakenteisena alentaa hiilipäästöjä noin 9,5 prosenttia, mutta on 14 prosenttia kalliimpaa kuin betonirakentaminen. Laskelmat on laadittu OneClick-ohjelmiston hinnaston perusteella. Hinnasto on tosin tietyiltä osin virheellinen ja yksikköhintoja täytyy jatkossa tarkentaa.

## Elinkaarikustannukset (ISO 15686-5 & EN 16627) - CML - Kaikki vaikutuskategoriat



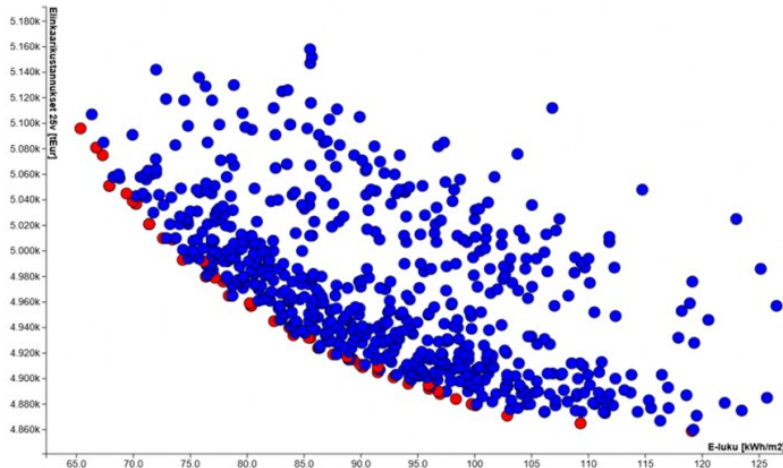
KUVIO 2. Eri rakennevaihtoehtojen elinkaarikustannusten vertailu (kuvio: Vesa Pitsinki & Juho Vinkki 2022). Kuvio avautuu isommaksi klikkaamalla.

## Mitä on seuraava askel hiilijalanjälkilaskennassa?

Onko seuraava askel hiilijalanjäljen laskennassa dynaamisten laskentaohjelmistojen käyttöönotto? Rakennusten energiankulutusta ja rakentamiskustannuksia pystytään nykyisin simuloimaan dynaamisesti. Satojen tuhansien tai jopa miljoonien vaihtoehtojen joukosta pystytään löytämään optimaaliset yhdistelmät rakenteita, materiaaleja ja teknologioita, joita valitsemalla rakennuksen elinkaarikustannukset saadaan optimoitua. Suomalaiset insinööritoimistot tekevät tämänkaltaista optimointia hankkeissaan LVI-laskelmien suhteen. Vastaavaa optimointitekniikkaa voitaneen hyödyntää myös hiilijalanjäljen ja elinkaarikustannusten laskennassa.

Kuviossa 3 olevat siniset ympyrät ovat sattumanvaraisia valintojen yhdistelmiä. Rakenteiden, materiaalien ja lämmitysteknologioiden valinnoilla voidaan päätyä useisiin lopputuloksiin. Punaiset ympyrät ovat hinta- tai energiankulutussuhteeltaan samanarvoisia ja toteutustavan valinta tulisi tehdä niiden joukosta.

# Monitavoiteoptimoinnin periaate



Building on Innovation

7.4.2022



KUVIO 3. Monitavoiteoptimoinnin laskennan kuvaaja (kuvio: Insinööritoimisto Granlund Oy). Kuvio avautuu isommaksi klikkaamalla.

Vastaavalla tavalla ohjelmistoon voidaan syöttää erilaisia rakenne- ja materiaalivaihtoehtoja hiilipäästötietoineen ja kustannuksineen. Tämä mahdollistaa jopa tuhansien eri yhdistelmien kokonaisvaikutusten simuloinnin ja optimoinnin rakennuksen hiilijalanjälkeen ja elinkaarikustannuksiin. Tämä saattaa olla seuraavan ilmastoprojektin tutkimuskohteena.

## Juho-Martti Vinkki

lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

## Vesa Pitsinki

lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

## [Ilmastoidikaattorit-hanke](#)

Toteutusaika: 1.3.2021-28.2.2023

Kokonaisbudjetti: 280 393 euroa

Rahoittaja: EAKR 210 000 euroa, yksityistä rahoitusta 26 000 euroa

Hankkeessa ovat mukana Oulun ammattikorkeakoulu ja Centria-ammattikorkeakoulu.

Hanketta toteutetaan työpaketteina, joiden vetovastuu on osoitettu molemmille korkeakouluille. Työpakettien tulokset kootaan yhteisesti Oulun ammattikorkeakoulun ja Centria-ammattikorkeakoulun toimesta.

Centria-ammattikorkeakoululla on vetovastuu hankkeen johtamisesta, hallinnosta ja tiedottamisesta.

Centria-ammattikorkeakoululla on vetovastuu työpaketti 1:stä, jossa tutkitaan hiilijalanjäljen määrittämistä ja mallinnetaan hiilijalanjäljen muodostuminen tuotantoprosesseittain.

Oulun ammattikorkeakoululla on vetovastuu työpaketti 2:sta kiinteistöjen ja rakennuttamisen hiilijalanjäljen määrittäminen ja mallintaminen työpaketista.

Työpakettin 3 vetovastuu on jaettu molempien ammattikorkeakoulujen välille. Työpaketissa tehdään elinkaarikustannusten arviointi ja se on luonnollinen jatkumo aiemmissa työpaketeissa tehdyistä LCA-laskennoista, joissa on löydetty hiilijalanjäljen niin sanotut hotspotit.

Työpaketti 4:ssä tehdään hiilijalanjäljen pienentämis- ja kompensatio-ohjelma aiemmissa työpaketeista koostuvan numeerisen tietopohjan avulla. Työpakettin vastuualueet jakautuvat Centria-ammattikorkeakoulun ja Oulun ammattikorkeakoulun välille.

Hiilijalanjäljen laskennassa etsitään rakentamisen vähähiilisiä ratkaisuja, joiden avulla pyritään kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Elinkaarilaskennassa on kyse optimoinnista, jonka avulla voidaan selvittää, kannattavatko tulevaisuuden rakennuksen elinkaaren aikana ja tuottavatko investoinnit ilmastohyötyä.

## Lähteet

[1] Kaskiaro, T. 2019. Betoniko hiilinielu? Concretesolution. Hakupäivä 10.8.2022.

<https://concretesolution.fi/betoniko-hiilinielu/>

[2] Laine, A., Kilpinen, S., Horvath, M., Sihvonne, H., Linnamaa, P. & Raivio, T. 2021.

Vähähiilisten rakennusmateriaalien hiilikädenjälki osana sääntelyä – haasteet ja mahdollisuudet. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy. Hakupäivä 10.8.2022.

[https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/kekri/vahahiilisten-rakennusmateriaalien-hiilikadenjalki-osana-saantelya\\_loppuraportti\\_clean.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/kekri/vahahiilisten-rakennusmateriaalien-hiilikadenjalki-osana-saantelya_loppuraportti_clean.pdf)



## METATIEDOT

**Tyyppi:** Artikkel

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu

**Julkaisunumero:** 169/2022

**Julkaisuvuosi:** 2022

**Tekijätiedot:** Vinkki Juho-Martti, Pitsinki Vesa

**Oikeudet:** CC BY-SA 4.0

**Kieli:** suomi

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022101161587>

**Tiivistelmä:** Oulun ammattikorkeakoulu toteuttaa yhteistyössä Centria-ammattikorkeakoulun kanssa pääosin EAKR-rahoitteisen Ilmastoindikaattori-hankkeen. Tavoitteena on edistää alueen elinkeinoelämän pyrkimyksiä vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymiseksi. Hankkeessa laaditaan toimialakohtainen ohjelma, joka tähtää hiilijalanjäljen pienentämiseen ja kompensaatioon. Yritysten saataville tuodaan konkreettisia lukuja eri prosessi-, materiaali- ja energiavaihtoehtojen hiilidioksidipäästöistä ja kustannuksista. Hankkeessa hyödynnetään hiilijalanjälkilaskennassa Life Cycle Assessment (LCA) -työkaluja ja elinkaarianalyysin laskennassa Life Cycle Cost (LCC) -työkaluja. Laskennan tuloksena ja johtopäätöksenä voidaan todeta, että materiaalivaihoilla on vain marginaaliset (2–3 %) vaikutukset rakennuksen koko elinkaaren hiilipäästöihin. Suurin osa rakennuksen elinkaaren aikaisista hiilipäästöistä muodostuu lämmitysenergian päästöistä. Maalämmöllä lämmitettävä rakennus on aina hiiliystävällisempi kuin kaukolämmöllä lämmitettävä runkomateriaalista riippumatta.