

# VERIFIOITU ELINKAARIARVIO (LCA)

STANDARDIEN EN 15804+A1 & ISO 14040 & 14044 MUKAAN

**YMPÄRISTÖBETONITUOTTEET**  
BETONIKIVET JA -LAATAT SEKÄ MUURI-  
JA REUNAKIVET



## YLEISTIEDOT

### VALMISTAJAN TIEDOT

<b>Valmistaja</b>	Valmistettu Suomessa
<b>Yhteystiedot</b>	Tiina Kaskiaro 050 466 0297 tiina.kaskiaro@rakennusteollisuus.fi  Esa Salminen / Vahanen Environment Oy 044 768 8392 esa.salminen@vahanen.com

### TUOTTEEN TIEDOT

<b>Tuotteen nimi</b>	Ympäristöbetonituotteet
<b>Referenssi</b>	Betonikivet- ja laatat sekä muuri- ja reunakivet
<b>Valmistuspaikka</b>	Suomi

Luca Petrucelli, Bionova Oy



### LCA TIEDOT

Rakennustuotteiden LCA:t / EPD:t eivät välttämättä ole vertailukelpoisia, jos ne eivät ole EN 15804 -standardin mukaisia ja jos niitä ei verrata rakennuskontekstissa. Tämä LCA ei ole ohjelmatoimijan julkaisema EPD.

<b>LCA -standardit</b>	Elinkaariarvio on laadittu standardien EN 15804+A1 & ISO 14040 & 14044 mukaisesti.
<b>Tuoteryhmäsäännöt</b>	Lisäohjeena on käytetty RTS PCR menetelmäohjetta (1.6.2020)
<b>Taustaraportti</b>	ENV2101 Valmisbetonin ja betonivalmisosien elinkaariarviointi, Taustaraportti, 30.4.2021
<b>Laatijat</b>	Esa Salminen, Riikka Anttonen ja Liina Marttila, Vahanen Environment Oy
<b>Todennus eli verifiointi</b>	EN ISO 14025:2010 mukainen riippumaton varmentava taho on <input type="checkbox"/> Sisäinen <input checked="" type="checkbox"/> Ulkoinen
<b>Todennuksen suorittaja</b>	Luca Petrucelli ja Valtteri Kainila, Bionova Oy
<b>Julkaisupäivämäärä</b>	30.4.2021

# TUOTTEEN TIEDOT

## TUOTEKUVAUS

Tämä elinkaariarvio edustaa suomalaista ympäristöbetonituotetta. Tuoteryhmä sisältää betonikivet ja -laatat sekä muuri- ja reunakivet.

## TUOTTEEN JA SEN KÄYTÖN KUVAUS

Betonikivet ja -laatat ovat raudoittamattomia, betonista valmistettuja kappaleita, joita käytetään päällystemateriaalina.

Reunatuotet ovat betonituotteita, joita käytetään yksin tai yhdessä muiden reunatukien kanssa erottamaan samassa tai eri tasossa olevia pintoja. Tuotteita käytetään alueiden fyysiseen tai visuaaliseen rajaamiseen tai reunan sulkemiseen, muodostamaan vedenpoistokanavia sekä erottamaan erityyppisten liikennealueiden pintoja.

Muurikivet ovat laattamaisia betonituotteita, ja niitä käytetään matalien, yleensä korkeintaan metrin korkuisten, muurien ja pengerrysten tekoon. Latomalla muurikivistä voidaan rakentaa myös muurimaisia aitoja. Yleensä muurikivet ladotaan limittäin, mutta ne voidaan myös muurata betonilaastilla. Muurituotteita on tarjolla eri käyttötarkoituksiin useita malleja.

Ympäristöbetonituotteiden käyttöikä riippuu käyttökohteesta ja rasitusluokasta. Ulkorakenteissa käyttöikä on yleensä 100 vuotta.

## TEKNINEN KUVAUS

Ympäristöbetonituotteiden koko, muoto ja paksuus vaihtelevat riippuen käyttötarkoituksesta.

## TUOTESTANDARDIT

SFS-EN 1338, Betoniset päällystekivet. Vaatimukset ja testausmenetelmät

SFS-EN 1339, Betoniset päällystelaatat. Vaatimukset ja testausmenetelmät

SFS 7017 Betonista tai luonnonkivistä tehdyille ulkotilojen päällystekiville, -laatoille ja reunakiville eri käyttökohteissa vaaditut ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

SFS-EN 1340, Betoniset reunatuotet. Vaatimukset ja testausmenetelmät

Täydentäviin tuotteisiin ja muihin kuin standardeissa mainittuihin ympäristöbetonituotteisiin yllä mainittuja standardeja käytetään soveltaen tapauskohtaisesti (näitä ovat mm. muurikivet.)

## FYSIKAALISET OMINAISUUDET

Ympäristöbetonituotteiden koko, muoto ja paksuus vaihtelevat riippuen käyttötarkoituksesta. Ilmoitettuna yksikkönä käytetään yhtä tonnia (tn).

## TEKNISET LISÄTIEDOT

Tuotteen lisätiedot löytyvät valmistajilta.

## TUOTTEEN PÄÄRAAKA-AINEET

### Betonikivet ja -laatat

Raaka-aine	Määrä, massa- %	Alkuperä
Sementti	12,6	Suomi / EU
Kiviaines (sora, hiekka, sepeli)	82,2	Suomi
Vesi (Betonin sekoitusvesi)	3,9	Suomi

### Muuri- ja reunakivet

Raaka-aine	Määrä, massa- %	Alkuperä
Sementti	11,6	Suomi / EU
Kiviaines (sora, hiekka, sepeli)	83,4	Suomi
Vesi (Betonin sekoitusvesi)	3,8	Suomi

Muiden valmistusmateriaalien osuus < 1p%.

## TUOTTEEN SISÄLTÄMÄT EU:N KEMIKAALIVIRASTON (ECHA) REACH SVHC - AINEET

Tuote ei sisällä Reach-asetuksessa mainittuja SVHC -aineita.

## TUOTTEEN ELINKAARI

### VALMISTUS JA PAKKAUS (A1-A3)

Ympäristöbetonituotteiden valmistuksessa käytetään hiekkaa, sementtiä ja vettä. Lisäksi lisäaineina tuotteen ominaisuuksien hallintaan voidaan käyttää lentotuhkaa, sekä erilaisia polymeerejä. Tuotteet ovat raudoittamattomia.

Tuotteiden valmistuksessa kiviaines toimitetaan silloihin, joista ne annostellaan kuljettimelle, jossa on vaaka. Aineksiin lisätään sementti, jonka jälkeen aines sekoitetaan kuivana. Tämän jälkeen seokseen lisätään vesi ja lisäaineet, jonka jälkeen suoritetaan märkäsekoitus.

Tuotteet valmistetaan maakosteasta massasta. Massa täytetään muotteihin ja täytetään lopulliseen muotoonsa ja tiiveyteensä. Tämän jälkeen tuotteet kuljetaan automaattilinjalla kuivaamoon, jossa ne kehittävät lujuutensa. Kuivaamosta tuotteet menevät pakkauslinjalle, josta ne viedään varastoitavaksi ja ovat valmiita käyttöön. Tuotteet pakataan puulavoille. Teräsmuotit lasketaan pääomahyödykkeiksi kuten koneet ja laitteet, eikä niitä huomioida laskennassa.

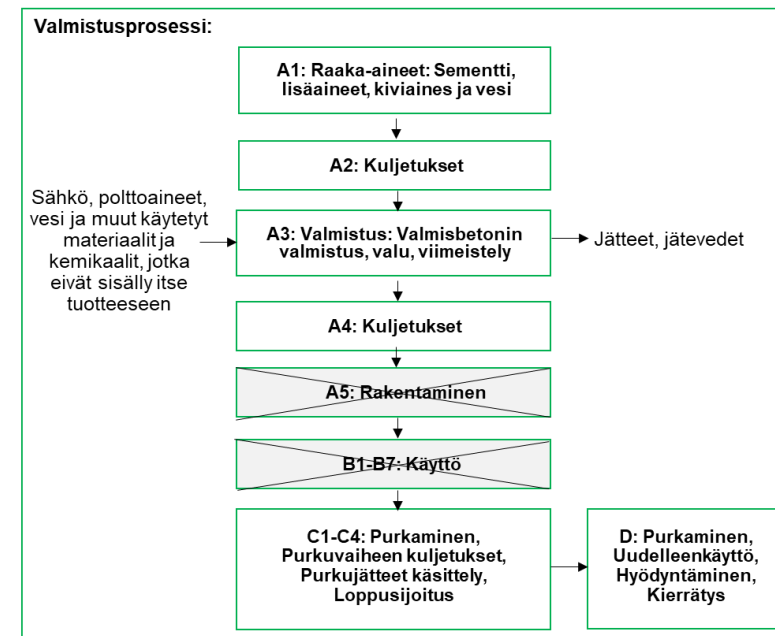
Valmistusprosessi vaatii sähköä laitteille sekä tuotantotilan lämmityksen. Tehtaalla syntyvät jätteet johdetaan kierrätykseen. Tuotantoprosessin laatua ja materiaalien käyttöä valvotaan.

### KULJETUS (A4)

Tuotteen kuljetuspäästöt kattavat polttoaineiden suorat pakokaasupäästöt, polttoaineen tuotannon ympäristövaikutukset sekä kuljetuksiin liittyvät infrastruktuuripäästöt.

### ELINKAAREN LOPPUVAIHE (C1-C4, D)

Elinkaarivaiheen lopussa ympäristöbetonituotteet puretaan. Purkuprosessissa kuluu työkoneissa käytettyä energiaa (C1). Puretut ympäristöbetonituotteet toimitetaan rakennusjätteiden käsittelylaitokselle (C2). Siellä uusiokäyttöön, kierrätykseen tai energiahyödyntämiseen kelpoiset jätteet erotetaan ja ohjataan jatkokäyttöön (C3). Hyödyntämiseen kelpaamattomat materiaalit sijoitetaan kaatopaikalle (C4). Kierrätetyt materiaalit voidaan käyttää uusioraaka-aineena ja näin korvataan neitseellisen raaka-aineen käyttöä (D).



# ELINKAARIARVIOINTI

## ELINKAARIARVIOINNIN TIEDOT

Tuotannon lähtötiedot	Vuosi 2019
-----------------------	------------

## TOIMINNALLINEN / ILMOITETTU YKSIKKÖ

Ilmoitettu yksikkö	tn
Massa	1000 kg

## ELOPERÄISEN HIILEN MÄÄRÄ

Tuotteen eloperäisen hiilen määrä tehtaan portilla

### Betonikivet ja -laatat

Eloperäisen hiilen osuus tuotteessa, kg C	0
Eloperäisen hiilen osuus tuotteen pakkauksessa, kg C	9,9

### Muuri- ja reunakivet

Eloperäisen hiilen osuus tuotteessa, kg C	0
Eloperäisen hiilen osuus tuotteen pakkauksessa, kg C	10,1

## JÄRJESTELMÄRAJAT

Arviointi sisältää seuraavat elinkaaren vaiheet kehdestä portille optioin: raaka-aineiden hankinta ja käsittely (A1), kuljetus valmistukseen (A2), tuotanto (A3), valmiin tuotteen toimitus työmaalle (A4), purkuvaihe (C1), kuljetus käsittelyyn (C2), materiaalien käsittely ja kierrätys (C3) ja loppusijoitus (C4) elinkaaren lopussa. Lisäksi arviointi sisältää moduulin D, jossa huomioidaan elinkaarenaikaiset hyödyt, jotka syntyvät materiaalien kierrätyksestä tai uusiokäytöstä.

Tuotevaihe			Rakentamisvaihe		Käyttövaihe							Purkuvaihe				Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset		
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D
x	x	x	x	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	x	x	x	x	x	x	x
Raaka-aineet	Kuljetus	Valmistus	Kuljetus	Työmaatoiminnot	Käyttö	Kunnossapito	Korjaus	Osien vaihto	Laajamittaiset korjaukset	Energian käyttö	Veden käyttö	Purkaminen	Kuljetus	Purkujätteen käsittely	Loppusijoitus	Uudelleenkäyttö	Energiahyödykäyttö	Kierrätys

X = Arvioinnissa mukana olevat moduulit. MND = Moduuli ei ole merkityksellinen eikä mukana arvioinnissa

## RAJAUSKRITEERIT CUT-OFF

Tästä arvioinnista ei ole rajattu pois moduuleja tai prosesseja, jotka EN 15804 -standardin ja RTS menetelmäohjeen mukaan kuuluisivat osaksi sitä. Arvioinnin ulkopuolelle ei ole jätetty vaarallisia materiaaleja tai aineita.

Arviointi sisältää kaikki tulo- ja lähtövirrat, joille tietoja on saatavana. Tarkastelusta on jätetty huomiotta materiaali- ja energiavirtoja vain, jos niiden määrä on alle 1 % yksikköprosessin määrästä. Huomiotta jätetyt tulo- ja lähtövirrat eivät myöskään ylitä 5% elinkaareen energiankulutuksesta tai massasta. Tarkastelu kattaa kaikki teolliset prosessit raaka-aineiden hankinnasta tuotanto-, jakelu- ja käyttöiän loppuvaiheisiin. Tarkastelu ei kata organisaation tuotantoprosessin ulkopuolisia tukitoimintoja kuten työntekijöiden työmatkoja tai pääomahyödykkeiden, kuten käytettyjen koneiden ja rakennusten valmistusta.

## ALLOKAATIO

Tuotantoon liittyvät energian, pakkausmateriaalin ja jätteiden tiedot on toimitettu kokonaistuotantoa kohti. Näiden virtojen allokointi tutkituille tuotteille perustuu vuosituotantoon ja on tehty massan perusteella.

Raaka-aineiden kulutustiedot on saatu tutkittua tuotetta kohti, joten näiden tietojen allokointia ei tarvinnut.

## ARVIOINNISSA TEHDYT OLETUKSET

Vaiheet A1-A3:

Kuljetusetäisyydet on laskettu ilmoitettujen kuljetusetäisyyksien tuotantomäärillä painotettuna keskiarvona.

Raaka-ainekuljetusten osalta on käytetty yli 32 tonnin täysperävaunuyhdistelmää (euro5). Pienten tarveainekuljetusten (muottiöljy, diesel) ja jätekuljetusten osalta on käytetty kuljetusmuotona 16-23 tonnin kuorma-autoa. Tyhjät paluukuormat on huomioitu käyttämällä täyttöasteena 50%. Laivakuljetusten osalta on oletettu, että paluukuormissa kuljetetaan muita tuotteita ja

täyttöasteena on käytetty 100%. Latvialaisen sementin osalta kuljetusetäisyyteen on lisätty 600 km arvio laivakuljetuksesta.

Energiankäytön osalta on kaukolämmön suhteen käytetty Energiateollisuuden vuoden 2019 tietoihin perustuen oletusta, että 11% kaukolämmöstä on tuotettu maakaasulla ja loput 79% turpeella ja muilla polttoaineilla hukkalämpö pois lukien.

Sähkön kulutustiedot on toimitettu valmistajien toimesta ja ne edustavat sähkönkulutusta Suomen tasolla.

Jätteiden käsittelyn osalta tehdyt oletukset on esitetty taustaraportissa.

Vaihe A4:

Tuotekohtainen tyypillinen kuljetusetäisyys (betonikivet ja -laatat: 87 km, muuri- ja reunakivet: 110 km) on laskettu ilmoitettujen kuljetusetäisyyksien tuotantomäärillä painotettuna keskiarvona. Pitkien kuljetusmatkojen vuoksi ajoneuvon on oletettu olevan yli 32 tonnin täysperävaunuyhdistelmä (euro5). Mahdolliset tyhjät paluukuormat on huomioitu käyttämällä täyttöasteena 50%, minkä vuoksi keskimääräinen kuljetusetäisyys on kerrottu kahdella.

Vaiheet C1-C4:

Vaiheiden C1-C4 tietoja ei kysytty valmistajilta, vaan ne ja vaihe D arvioitiin kirjallisuuslähteisiin perustuen.

Vaihe C1:

Ympäristöbetonituotteiden (betonilaattojen ja -kivien) purkamisen on oletettu tapahtuvan maarakenteen kaivua vastaavana työnä ja laskennassa on käytetty kaivinkoneen kuutiokaivun päästöarvoa.

Ympäristöbetonituotteiden muunnos tonneista kuutioiksi on tehty tyypillisen esimerkkituotteen mittoihin ja painoon perustuen.

Vaihe C2:

Puretut ympäristöbetonituotteet toimitetaan lähimpään rakennusjätteen käsittelykeskukseen. Kuljetusetäisyydeksi on arvioitu 20 kilometriä ja kuljetusmenetelmäksi on oletettu 16-32 tonnin kuorma-auto. Tyhjiksi oletetut paluukuormat on huomioitu käyttämällä 50% täyttöastetta.

Vaihe C3:

Jätteenkäsittelylaitoksen prosessihäviöiden on oletettu olevan häviävän pienet. Arvion mukaan purkujätteestä 80% toimitetaan kierrätykseen.

Vaihe C4:

Arvion mukaan purkujätteestä 20% on hyödyntämiskelvotonta ja ohjataan loppusijoitukseen kaatopaikalle.

Vaihe D:

Betoni kierrätetään raaka-aineena. Murskattu kierrätysbetoni korvaa neitseellistä kiviainesta maanrakentamisessa. Hyödyn laskennassa käytetyn resurssin ilmastovaikutus on suhteutettu raaka-ainevaiheessa käytetyn kiviainesresurssin päästöarvoon.

## KESKIARVOT JA VAIHTELU

Tiedot on kerätty tehdaskohtaisesti. Arviointi on tehty perustuen tehtaiden tuotantovolyymeillä painotettuun keskiarvodataan.

Pääasiassa eri valmistajien betonireseptien eroista johtuva vaihtelu tulosdatan keskiarvosta on vähemmän kuin 20%.



# YMPÄRISTÖVAIKUTUKSIA JA LUONNONVAROJEN KÄYTTÖÄ KUVAAVAT INDIKAATTORIT

## YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET – EN 15804+A1, CML / ISO 21930

### Betonikivet ja -laatat

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Ilmaston lämpeneminen	kg CO2e	9,78E1	1,98E1	1,71E1	1,35E2	1,56E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,11E-1	6,61E0	3,18E0	1,03E0	-2,12E0
Otsonikato	kg CFC11e	8,73E-7	3,57E-6	2,18E-6	6,62E-6	2,94E-6	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,55E-8	1,21E-6	5,47E-7	3,44E-7	-2,89E-7
Happamoituminen	kg SO2e	1,69E-1	1,64E-1	6,41E-2	3,98E-1	3,2E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,36E-4	1,34E-2	4,73E-3	4,17E-3	-7,29E-3
Rehevöityminen	kg PO4 3e	5,48E-2	2,13E-2	1,88E-2	9,49E-2	6,46E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	7,01E-5	2,75E-3	8,32E-4	8,06E-4	-2,85E-3
Alailmakehän otsoni	kg C2H4e	1,69E-2	5,34E-3	4,72E-3	2,7E-2	2,03E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,52E-5	8,8E-4	4,87E-4	3,06E-4	-5,65E-4
Abioottisten luonnonvarojen ehtyminen (mineraalit)	kg Sbe	5,89E-4	2,96E-4	2,34E-4	1,12E-3	2,68E-4	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,66E-7	1,8E-4	4,89E-6	9,62E-6	-5,17E-4
Abioottisten luonnonvarojen ehtyminen (fossiliset)	MJ	2,67E2	2,92E2	2,52E2	8,12E2	2,42E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,9E0	9,92E1	4,35E1	2,93E1	-2,78E1

### Muuri- ja reunakivet

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Ilmaston lämpeneminen	kg CO2e	9,13E1	1,59E1	1,72E1	1,24E2	1,98E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,11E-1	6,61E0	3,18E0	1,03E0	-2,12E0
Otsonikato	kg CFC11e	8,21E-7	2,86E-6	2,34E-6	6,02E-6	3,74E-6	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,55E-8	1,21E-6	5,47E-7	3,44E-7	-2,89E-7
Happamoituminen	kg SO2e	1,61E-1	1,48E-1	6,94E-2	3,78E-1	4,07E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,36E-4	1,34E-2	4,73E-3	4,17E-3	-7,29E-3
Rehevöityminen	kg PO4 3e	5,26E-2	1,88E-2	1,89E-2	9,03E-2	8,22E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	7,01E-5	2,75E-3	8,32E-4	8,06E-4	-2,85E-3
Alailmakehän otsoni	kg C2H4e	1,63E-2	4,64E-3	5,01E-3	2,6E-2	2,58E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,52E-5	8,8E-4	4,87E-4	3,06E-4	-5,65E-4
Abioottisten luonnonvarojen ehtyminen (mineraalit)	kg Sbe	6,57E-4	2,29E-4	2,18E-4	1,1E-3	3,41E-4	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,66E-7	1,8E-4	4,89E-6	9,62E-6	-5,17E-4
Abioottisten luonnonvarojen ehtyminen (fossiliset)	MJ	2,5E2	2,33E2	2,77E2	7,6E2	3,07E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,9E0	9,92E1	4,35E1	2,93E1	-2,78E1

## LUONNONVAROJEN KÄYTTÖ

### Betonikivet ja -laatat

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Uusiutuvan energian resurssien käyttö energiana	MJ	7,54E1	3,31E0	4,72E2	5,51E2	3,08E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,33E-2	1,42E0	2,38E-1	2,38E-1	-8,33E0
Uusiutuvan energian resurssien käyttö raaka-aineena	MJ	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutuvan energian resurssien käyttö yhteensä	MJ	7,54E1	3,31E0	4,72E2	5,51E2	3,08E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,33E-2	1,42E0	2,38E-1	2,38E-1	-8,33E0
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö energiana	MJ	2,97E2	2,97E2	3,44E2	9,38E2	2,46E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,93E0	1,01E2	4,38E1	2,96E1	-3,69E1
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö raaka-aineena	MJ	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö yhteensä	MJ	2,97E2	2,97E2	3,44E2	9,38E2	2,46E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,93E0	1,01E2	4,38E1	2,96E1	-3,69E1
Kierrätysmateriaalin käyttö	kg	4,88E0	1,06E-1	1,45E-1	5,13E0	8,44E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,61E-3	4,05E-2	2,16E-2	7,98E-3	-1,05E-1
Uusiutuvan kierrätyspolttoaineen käyttö	MJ	9,26E1	0E0	0E0	9,26E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutumattoman kierrätyspolttoaineen käyttö	MJ	9,87E1	0E0	0E0	9,87E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Puhtaan veden nettokäyttö	m3	6,96E0	5,33E-2	7,76E-2	7,09E0	5,09E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,13E-4	1,72E-2	3,89E-3	3,22E-2	-6,72E-1

**Muuri- ja reunakivet**

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Uusiutuvan energian resurssien käyttö energiana	MJ	7,1E1	2,58E0	4,85E2	5,59E2	3,91E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,33E-2	1,42E0	2,38E-1	2,38E-1	-8,33E0
Uusiutuvan energian resurssien käyttö raaka-aineena	MJ	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutuvan energian resurssien käyttö yhteensä	MJ	7,1E1	2,58E0	4,85E2	5,59E2	3,91E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,33E-2	1,42E0	2,38E-1	2,38E-1	-8,33E0
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö energiana	MJ	2,78E2	2,37E2	3,68E2	8,83E2	3,13E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,93E0	1,01E2	4,38E1	2,96E1	-3,69E1
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö raaka-aineena	MJ	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutumattoman energian resurssien käyttö yhteensä	MJ	2,78E2	2,37E2	3,68E2	8,83E2	3,13E2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,93E0	1,01E2	4,38E1	2,96E1	-3,69E1
Kierrätysmateriaalin käyttö	kg	5,28E0	8,5E-2	1,81E-1	5,55E0	1,07E-1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,61E-3	4,05E-2	2,16E-2	7,98E-3	-1,05E-1
Uusiutuvan kierrätyspolttoaineen	MJ	9,07E1	0E0	0E0	9,07E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Uusiutumattoman kierrätyspolttoaineen käyttö	MJ	9,46E1	0E0	0E0	9,46E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Puhtaan veden nettokäyttö	m3	7,16E0	4,17E-2	7,6E-2	7,28E0	6,47E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3,13E-4	1,72E-2	3,89E-3	3,22E-2	-6,72E-1

**JÄTEKATEGORIAT**
**Betonikivet ja -laatat**

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Vaaralliset jätteet	kg	4,72E-3	2,97E-1	7,31E-1	1,03E0	2,38E-1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	4,73E-3	1,02E-1	4,74E-2	2,76E-2	-1,72E-1
Kaatopaikkajäte	kg	8,99E-1	2,51E1	1,84E1	4,44E1	2,63E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5,18E-2	7,01E0	5,07E-1	2,01E2	-3,68E0
Radioaktiivinen jäte	kg	2,86E-5	2,04E-3	1,74E-3	3,8E-3	1,68E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2E-5	6,89E-4	3,08E-4	1,95E-4	-2,38E-4

## Muuri- ja reunakivet

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Vaaralliset jätteet	Kg	5,27E-3	2,38E-1	6,55E-1	8,98E-1	3,02E-1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	4,73E-3	1,02E-1	4,74E-2	2,76E-2	-1,72E-1
Kaatopaikkajäte	Kg	1,09E0	1,94E1	1,67E1	3,72E1	3,34E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5,18E-2	7,01E0	5,07E-1	2,01E2	-3,68E0
Radioaktiivinen jäte	Kg	3,26E-5	1,63E-3	1,81E-3	3,47E-3	2,13E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2E-5	6,89E-4	3,08E-4	1,95E-4	-2,38E-4

## MUUT YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

### Betonikivet ja -laatat

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Komponentit uudelleenkäyttöön	Kg	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Materiaalit kierrätykseen	Kg	2,81E1	0E0	4,5E1	7,31E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	8E2	0E0	0E0
Materiaalit energiasällön hyödyntämiseen	Kg	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Viety energia	MJ	2,18E0	0E0	0E0	2,18E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0

### Muuri- ja reunakivet

Indikaattori	Yksikkö	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Komponentit uudelleenkäyttöön	Kg	5,7E-2	0E0	0E0	5,7E-2	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Materiaalit kierrätykseen	Kg	1,95E1	0E0	6,9E1	8,85E1	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	8E2	0E0	0E0
Materiaalit energiasällön hyödyntämiseen	Kg	2,36E-3	0E0	0E0	2,36E-3	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0
Viety energia	MJ	1,67E0	0E0	0E0	1,67E0	0E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0

## SKENAARIOT JA TEKNISET LISÄTIEDOT

Tekniset lisätiedot, energian käyttö valmistuksessa (kaikissa tuotteissa)

Kohde	Arvo	Tiedon laatu
Suomen sähkö, lähtötietojen laatu ja päästö kg CO <sub>2</sub> eq./kWh	0,24	LCA study for country specific electricity mix based on Statistics Finland, Bionova 2018
Kevyen polttoöljyn tiedon laatu sekä päästöt kg CO <sub>2</sub> eq./kWh	0,34	Heat production, light fuel oil, at boiler 10kw, non-modulating (Reference product: heat, central or small-scale, other than natural gas), Ecoinvent 3.6
Maakaasun tiedon laatu sekä päästöt kg CO <sub>2</sub> eq./kWh	0,28	Heat production, natural gas, at boiler fan burner non-modulating <100kw (Reference product: heat, central or small-scale, natural gas), Ecoinvent 3.6
Kaukolämmön tiedon laatu sekä päästöt kg CO <sub>2</sub> eq./kWh	0,24	79% Market group for heat, district or industrial, other than natural gas (Reference product: heat, district or industrial, other than natural gas), Ecoinvent 3.6
	0,19	11% Market group for heat, district or industrial, natural gas (Reference product: heat, district or industrial, natural gas), Ecoinvent 3.6

### Kuljetukset työmaalle

Muuttuja	Arvo
A4 kuljetus ominaispäästö, CO <sub>2</sub> päästö kg CO <sub>2</sub> ekv. /tkm (>32 t perävaunuyhdistelmä, euro5)	0,0909
A4 Keskimääräinen kuljetusmatka km	
- betonikivet ja -laatat	87
- muuri- ja reunakivet	110
Kuljetuskapasiteetin käyttöaste %	50
Kuljetettujen tuotteiden omapaino kg	1000
Tilavuuskapasiteetin käyttöaste (käyttöaste=1 tai <1 tai ≥1 kokoon puristetuille tai sisäkkäin pakatuille tuotteille)	1

### Purkuvaiheen prosessikuvaus

Muuttuja	Arvo / kg
Purkuprosessi – kg kerätään lajiteltuna	1
Purkuprosessi – kg sekalaisena rakennusjätteenä	0
Hyödyntämisprosessi – kg uudelleenkäyttöön	0
Hyödyntämisprosessi – kg materiaalikierrätykseen	0,8
Hyödyntämisprosessi – kg energiasisällön hyödyntämiseen	0
Loppusijoitus – kg kaatopaikalle	0,2
Skenaario oletukset: kuljetusmatka	20 km

### Päästöarvo moduuleissa A1-A3

Betonikivien ja -laattojen GWP-arvo on 135 kg CO<sub>2</sub> eq / tn moduuleissa A1-A3.

Muuri- ja reunakivien GWP-arvo on 124 kg CO<sub>2</sub> eq / tn moduuleissa A1-A3.

### Betonin karbonatisoituminen

Tämän LCA raportin laskelmissa ei ole huomioitu karbonatisoitumista, joka riippuu tapauskohtaisista tekijöistä tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Karbonatisoituminen voidaan huomioida rakennuksen hiilijalanjälkilaskelmissa ympäristöministeriön laatiman rakennuksen vähähiilisyyttä koskevassa arviointimenetelmän mukaisesti standardin EN 16757 liitteen BB mukaan. Lisätietoja karbonatisoitumisesta tuotteen elinkaaren eri vaiheissa on saatavissa CANEMURE-hankkeen (EU:n Life-ohjelma) osaprojektin CO<sub>2</sub>ncrete Solution tuloksista, <https://concretesolution.fi/>.

## LÄHTEET

ISO 14040:2006 Environmental management. Life cycle assessment. Principles and frameworks.

ISO 14044:2006 Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.

Ecoinvent database v3.6 and One Click LCA database.

EN 15804:2014 Sustainability in construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products.

RTS PCR menetelmäohje rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaan, julkaistu 1.6.2020.

Ruuska, A., Häkkinen, T., Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset –Taustaraportti, VTT, 2013

Sederholm, C., 2019. Kiertotalouden rakennusmateriaalien markkinakatsaus 2019. Suomen ympäristökeskus. [https://www.hankintakeino.fi/sites/default/files/media/file/Kiertotalouden-rakennusmateriaalien-markkinakatsaus-2019\\_SYKE-sederholm\\_0.pdf](https://www.hankintakeino.fi/sites/default/files/media/file/Kiertotalouden-rakennusmateriaalien-markkinakatsaus-2019_SYKE-sederholm_0.pdf)

## VALMISTAJAN TIEDOT

Valmistettu Suomessa

## ELINKAARIARVIOINNIN TAUSTATIEDOT

<b>Valmistaja</b>	Valmistettu Suomessa
<b>Arvion laatija</b>	Esa Salminen, Riikka Anttonen ja Liina Marttila, Vahanen Environment Oy
<b>Todentaja</b>	Luca Petrucelli ja Valtteri Kainila, Bionova Oy
<b>Lähtötiedot</b>	Tämä LCA perustuu Ecoinvent 3.6 (cut-off) ja One Click LCA -tietokantoihin.
<b>Laskentaohjelmisto</b>	Elinkaariarvio on luotu käyttämällä One Click LCA-ohjelmistoa