

Vähähiilinen betoni



Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Jouni Punkki, prof.

Aalto-yliopisto

30.11.2021

Vähähiilinen betoni

- Mitä se on?

- Ei ole virallista määritelmää, mutta voisi olla:
”Vähähiilinen betoni: Betoni jonka CO₂-päästöt ovat selvästi keskimääräistä tasoa alhaisemmat”
- Haasteena:
 - Päästöt vaihtelevat betonilaaduittain
 - Päästöt vaihtelevat betonivalmistajien kesken
 - Mitä lasketaan; betoni, betonirakenne, rakennus
- Vähähiiliselle betonille ei voida antaa yhtä raja-arvoa (esim. kg-CO₂/m³ tai kg-CO₂/tn)
 - Betonit voidaan kyllä luokitella, esim. BY-Vähähiilisyyss-
luokituksen avulla

Vähähiilinen betoni

- Mihin sitä tarvitaan?

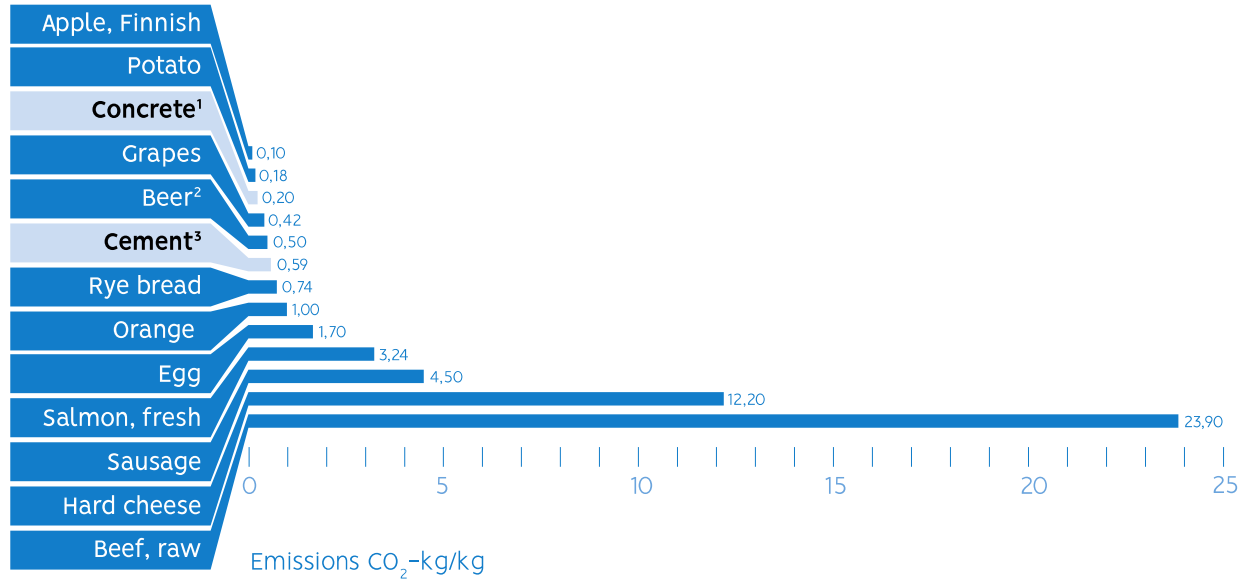
- **Betonin CO₂-päästöjä on vähennettävä useammastakin syystä:**
 1. Ilmaston muutoksen hillitseminen ja betonin merkittävä rooli CO₂-päästöjen aiheuttajana
 2. CO₂-päästöjen hinta on voimakkaassa nousussa
 - Vaikutukset sementin / betonin / rakentamisen kustannuksiin
 3. Rakennuksen rakentamisvaiheen päästöille asetetaan tulevaisuudessa katto
 - Nykymateriaalien kilpailukyky voi heiketä merkittävästi

Betonin valmistuksesta aiheutuvat CO₂-päästöt

- **Betonin aiheuttamat päästöt ovat merkittävät**
 - Globaalisti 5...8% CO₂-päästöistä aiheutuu sementin valmistuksesta
 - Suomessa vastaava luku on <2%
 - Sementin päästöt samaa luokkaa kuin lentoliikenne
- **Rakennusmateriaalien rooli korostuu entisestään, kun siirrytään vähäpäästöiseen energiaan**
- **Sementin ja betonin ominaispäästöt (kg-CO₂/kg), ovat hyvin kohtuullisia**

Ominaispäästöt

Betoni vs. elintarvikkeet



Source: <https://www.unileverfoodsolutions.fi/teemat-ja-ratkaisut/tyokalu/co2-laskuri.html>

¹ Typical ready-mix concrete in Finland

² Pia Karjalainen, The carbon foot print of the Finnish beverage industry for years 2000- 2012 as calculated with CCAc. University of Helsinki, 2013

³ Finnsementti. Environmental report 2019.

Ominaispäästöt

Betoni vs. muut rakennusmateriaalit

CO2data.fi tietokannassa olevat rakennusmateriaalit / -tuotteet

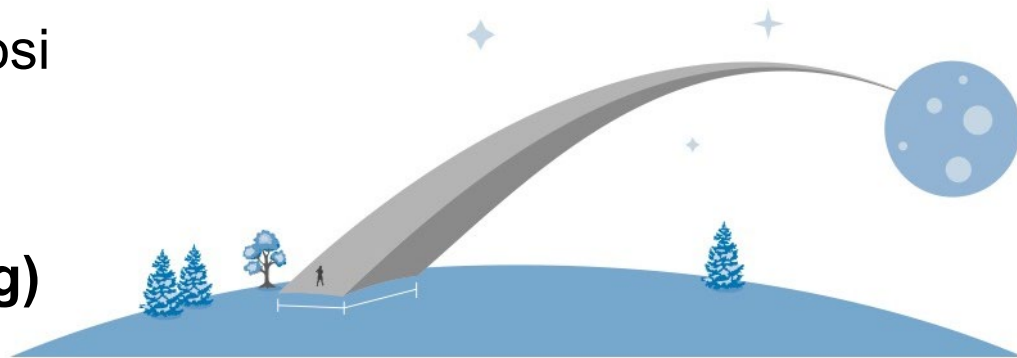
Tuote / tuoteryhmä	n	Keskiarvo kg-CO ₂ e/kg	Minimiarvo kg-CO ₂ e/kg	Maksimiarvo kg-CO ₂ e/kg
Kaikki tuotteet	202	1,48	0,004	19
CO2data-luokka: Betonituotteet	57	0,24	0,006	3,8
CO2data, Betonivalmisosat	28	0,16	0,14	0,20
CO2data, Valmisbetonit	10	0,10	0,06	0,16
CO2data-luokka: Puutuotteet	13	0,40	0,07	1,0
CO2data-luokka: Teräs- ja metallituotteet	17	3,7	0,50	12

Huom. Tuotteiden ominaispäästöt eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Vertailut tulee tehdä rakennustasolla ja koko elinkaari huomioiden.

Betonin valmistuksesta aiheutuvat CO₂-päästöt

- **Betonin suuret päästöt johtuvat sen valtavista käyttömääristä**
 - Maailmassa
n. 10 000 000 000 m³ / vuosi
 - > 1 m³ / henk. vuosi
- **Suomessakin vuosittain lähes 1 m³ / henk. (≈ 2500 kg)**

Maailman vuosittaisella betonituotannolla voitaisiin rakentaa poikkileikkaukseltaan 5*5 m² silta maasta kuuhun

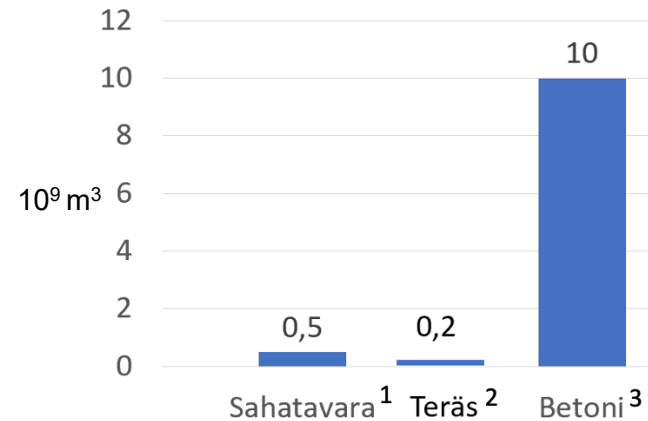


If the global concrete production of an year is used for building a bridge between the earth and moon, the bridge would have dimensions of 5*5m².

Suuren käyttömäärän edut ja haitat

- **Vähäisilläänkin suhteellisilla vähennyksillä voidaan saavuttaa suuria absoluuttisia säästöjä**
- **Korvaavien ratkaisujen löytäminen on vaikeaa**
 - Betonin korvaaminen toisella materiaalilla
 - Sementin korvaaminen muilla sideaineella.

Muut materiaalit eivät yksinkertaisesti riitä korvaamaan betonia.



¹ FAO

² World Steel Association

³ International Energy Agency IEA

Keinot betonin päästöjen vähentämiseen

- **Miten betonin päästöjä voitaisiin vähentää**

- a) Korvataan betoni muilla materiaaleilla
 - b) Vähennetään betonin määrää rakenteissa
 - c) Vähennetään sementin määrää betonissa
 - d) Pienennetään betonin ominaispäästöjä, käytännössä lähinnä sementin ominaispäästöjä
- a) Korvaavia materiaaleja ei ole riittävästi. Rajallinen säästö-potentiaali.
 - b) Betonin määrää voidaan jossain määrin vähentää tehokkaammilla rakenteilla. Säästöpotentiaali on pienehkö.
 - c) Sementin määrässä on jonkin verran säästöpotentiaalia.
 - d) Merkittävää säästöpotentiaalia.

Keinot betonin päästöjen vähentämiseksi

Sideaineiden ominaispäästöjen alentaminen

- **Menetelmät sideaineiden päästöjen vähentämiseksi:**

- A. Sementtien seostaminen
- B. Vaihtoehtoiset sideaineet
- C. Sementin valmistuksen tekeminen päästöttömäksi

A. Sementtien seostaminen

- Sideaineet normien mukaisia, voivat sisältää jopa 95% kuonaa (CEM III C)
- CEM III-tyypin sementtejä on jo markkinoilla
- Voidaan ottaa käyttöön nopeasti
- Haasteena betonin alkulujuus, osin säilyvyysominaisuudet sekä mahdollisesti saatavuus-ongelmat
- Aiheuttaa muutoksia valmistus- ja rakentamisprosesseihin

Keinot betonin päästöjen vähentämiseksi

Sideaineiden ominaispäästöjen alentaminen

B. Vaihtoehtoiset sideaineet

- Ei portland-klinkkeripohjaisia
- Tuttuja Suomessakin, esim. F-sementti jo 80-luvulla
- Erilaisia raaka-aineita, haasteena niiden saatavuus
- Eivät ole standardien mukaisia, käyttö kantavissa rakenteissa vaikeaa. Ei tunneta ominaisuuksia tarkkaan
- Voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä tuotetasolla, mutta käyttömäärät jäävät vähäisiksi

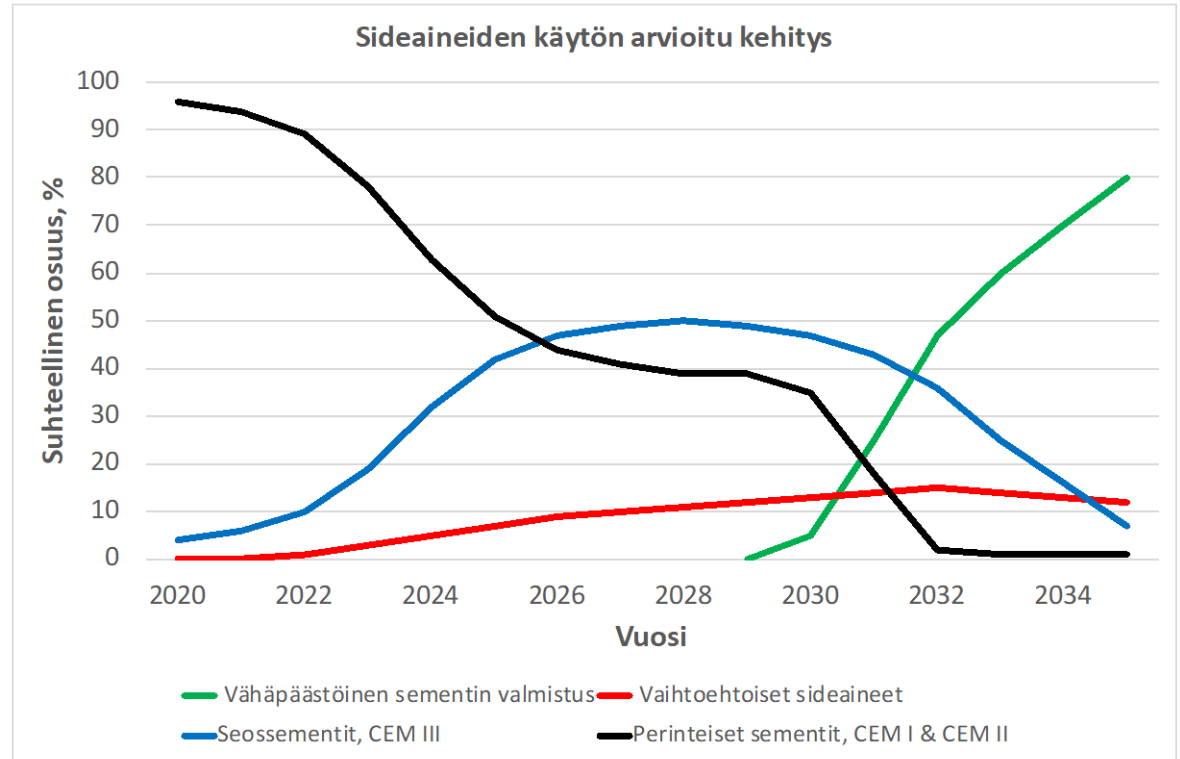
C. Päästötön sementin valmistus

- CO₂:n talteenotto ja sähköinen kalsinointi
- Sementistä tulisi hyvin vähäpäästöinen (nollapäästöinen)
- Betonin päästöt jopa negatiivisia, kun huomioidaan myös betonin karbonatisoituminen
- Tekniikka on pääosin olemassa, mutta tarvitaan vielä tutkimusta sekä suuria investointeja
- Norjassa ensimmäinen systeemi rakenteilla

Keinot betonin päästöjen vähentämiseksi

Sideaineiden ominaispäästöjen alentaminen

- Tarvitaan kaikki menetelmät
- Aikataulut vaihtelevat
- Osuudet ja aikataulut arvioita



BY-Vähähiilisyysluokittelu

- **Avoin, ei yrityskohtainen järjestelmä**
 - Mahdollistaa luokan valinnan jo projektin alkuvaiheessa ilman, että toimittaja olisi tiedossa
- **Luokittelu tekeillä, julkaistaan alkuvuodesta 2022**
- **BY:lle tulee web-pohjainen laskuri, jolla betonin päästöt lasketaan**
- **Kiwa Inspecta tarkistaa tiedot tarkastuskäynneillään**

Vähähiilisyysluokittelun toiminta käytännössä

- Tilaaja / suunnittelija valitsee luokan
- Betonin valmistajat ilmoittavat mihin luokkiin pääsevät eri betonilaaduilla
- Urakoitsija tilaa luokan mukaista betonia

BY-Vähähiilisyysluokittelu

Päästöarvot: kg-CO₂e/m³ (EPD: A1...A3)

Ref.taso

BETONI	GWP.REF	GWP.85	GWP.70	GWP.55	GWP.40
C20/25 - Ei huokostettu	210	180	145	115	85
C25/30 - Ei huokostettu	230	195	160	125	90
C30/37 - Ei huokostettu	255	215	180	140	100
C35/45 - Ei huokostettu	285	240	200	155	115
C45/55 - Ei huokostettu	320	270	225	175	130
C50/60 - Ei huokostettu	340	290	240	185	135
C30/37 - Huokostettu	290	245	205	160	115
C35/45 - Huokostettu	330	280	230	180	130
C45/55 - Huokostettu	375	320	265	205	150
C50/60 - Huokostettu	395	335	275	215	160
C30/37 P0	270	230	190	150	110
C30/37 P30	300	255	210	165	120
C35/45 P0	300	255	210	165	120
C35/45 P30	330	280	230	180	130
C35/45 P50	340	290	240	185	135
C45/55 P50	375	320	265	205	150

GWP
40

GWP55

GWP70

GWP70

GWP85

GWP100

- Referenssitaset valitaan lopullisesti lausuntokierroksen jälkeen
- Kaikki luokkia ei ole alkuvaiheessa saatavilla

BY-Vähähiilisyysluokittelu

Luokkien arvioitu saatavuus 2022

BETONI	GWP.REF	GWP.85	GWP.70	GWP.55	GWP.40
C20/25 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C25/30 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C30/37 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C35/45 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C45/55 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C50/60 - Ei huokostettu	Green	Green	Light Green	Yellow	Red
C30/37 - Huokostettu	Green	Green	Yellow	Red	Red
C35/45 - Huokostettu	Green	Green	Yellow	Red	Red
C45/55 - Huokostettu	Green	Green	Yellow	Red	Red
C50/60 - Huokostettu	Green	Green	Yellow	Red	Red
C30/37 P0	Green	Light Green	Yellow	Red	Red
C30/37 P30	Green	Light Green	Yellow	Red	Red
C35/45 P0	Green	Light Green	Yellow	Red	Red
C35/45 P30	Green	Light Green	Yellow	Red	Red
C35/45 P50	Green	Light Green	Yellow	Red	Red
C45/55 P50	Green	Light Green	Yellow	Red	Red



Todennäköisesti yleisesti saatavilla
Todennäköisesti saatavissa useilta valmistajilta¹
Todennäköisesti saatavilla joiltakin valmistajilta¹
Todennäköisesti saatavilla vain projektikohtaisena erikoistuotteena¹

¹ Saatavuus varmistettava etukäteen

Saatavuus vaihtelee todennäköisesti:

- Betonilaatukohtaisesti (huokostamattomat / huokostetut / Infrabetonit)
- Valmistajakohtaisesti
- Alueellisesti

Taulukkoa päivitetään saatavuuden kehittymisen myötä

KIITOS

jouni.punkki@aalto.fi

A”

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

