

SUOMEN BETONIYHDISTYS

BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS®

OSA 1

Taustaraportti 2024



BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS®

Osa 1 Taustaraportti 2024

Tässä taustaraportissa esitetään *BY-Vähähiilisyysluokituksen* periaatteet sekä luokitukseen liittyvät lähtötiedot kuten raaka-aineiden, kuljetusten ja energian ominaispäästöt. Luokituksen taustalla olevat ominaispäästöt voivat muuttua muun muassa materiaalien kehittyessä. Ominais päästöjen muutokset päivitetään BY-Vähähiilisyyslaskuriin heti vähähiilisyystoimikunnan hyväksynnän jälkeen, mutta tämä taustaraportti päivitetään kerran vuodessa. Taustaraportin päivityksen jälkeen tehdyt lisäykset, muutokset ja ajantasaiset ominaisarvot esitetään nettisivulla www.vahahiilinenbetoni.fi/ominaisarvot

BY-Vähähiilisyysluokitukseen liittyvät ohjeet koostuvat seuraavista osista:

Osa 1 *Taustaraportti*

Osa 2 *Käyttöohje suunnittelijalle ja betonin tilaajalle*

Osa 3 *Käyttöohje betonin ja betonielementtien valmistajalle*

Osa 4 *BY-Vähähiilisyyslaskurin käyttöohje.*

2. versio 01/2024

ISBN 978-952-7314-36-4

© BY-Koulutus, 2024

Taitto ja taiton suunnittelu: Antero Airos

SISÄLTÖ

Esipuhe	3
1 BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUKSEN TARKOITUS JA PERIAATTEET	5
2 GWP-PÄÄSTÖJEN LASKENTA	8
2.1 Raaka-aineiden ominaispäästöt	11
2.2 Raaka-aineiden kuljetus	15
2.3 Energian kulutus ja ominaispäästöt	16
2.4 Muut laskenta-arvot	18
3 BETONIN OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS PÄÄSTÖARVOIHIN	19
4 VÄHÄHIILISEN BETONIN SERTIFIOINTI	21
5 LUOKITELTUIJEN BETONIEN SAATAVUUS	22
6 VÄHÄHIILISYYSTOIMIKUNTA	24
Liite 1. Raaka-aineiden kuljetusmatkat BY-Vähähiilisyyslaskurissa	26
Liite 2. Laskurissa käytettyjen raaka-aineiden tiheydet	27

ESIPUHE

BY-Vähähiilisyysluokitus® on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus betonin hiilidioksidipäästöjen ilmoittamiseksi. Luokittelun tarkoituksena on helpottaa vähähiilisten betonien käyttöä ja siten vähentää betonirakenteiden aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

BY-Vähähiilisyysluokituksella betonilaadut jaotellaan eri luokkiin hiilidioksidipäästöjen perusteella. Luokitus on betonin valmistajasta riippumaton, yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisiä betonilaatuja. Betonin lujuusluokkien kanssa analoginen päästöluokitus helpottaa vähähiilisten betonien määrittelyä rakennusten suunnitteluvaiheessa. Tilaaja voi esimerkiksi asettaa rakenne- tai kohdekohtaisesti betonille vähähiilisyysluokan ja tämän jälkeen valita betonin toimittajan normaaliin tapaan.

Betonin BY-Vähähiilisyysluokka määräytyy BY:n hyväksymällä laskentaohjelmalla määritetyn päästöarvon perusteella. Laskurilla lasketaan tietyn betonireseptin hiilidioksidipäästö betonikuutiometriä [m³] kohti.

Luokitus ja laskuri on tarkoitettu vain Suomessa tehtäville valmisbetoneille ja elementeille, koska referenssiarvot perustuvat suomalaisiin raaka-aineisiin ja energiatietoihin.

BY-Vähähiilisyysluokitus® on rekisteröity tavaramerkki, jonka omistaa Suomen Betoniyhdistys ry ja johon BY-Koulutus Oy:llä on käyttöoikeus. GWP-luokat on tavaramerkitty.

BY-Vähähiilisyysluokituksesta vastaa Suomen Betoniyhdistys ry. Valmisbetoneita koskeva luokitus on tehty vuosina 2021 ja 2022 ja

elementtien betoneita koskeva luokitus vuosina 2022 ja 2023. Luokitusten tekemiseen ovat osallistuneet Suomen Betoniyhdistys ry, Betoniteollisuus ry sekä Aalto-yliopisto. Luokituksen tekemistä ohjaavaan ohjausryhmään kuuluvat

Jussi Mattila, Betoniteollisuus ry, puheenjohtaja

Olli-Pekka Aalto, WSP Finland Oy

Tapio Aho, Ramboll Oy

Mika Autio, Rudus Oy

Pekka Haapimaa, Swerock Oy

Markus Haatainen, Lujabetoni Oy

Esa Heikkilä, Finnsementti Oy

Jani Kemppainen, Talonrakennusteollisuus ry

Janne Kihula, Betoniteollisuus/elementtijaos

Elli Kinnunen, A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Arto Köliö, Renovatek Oy

Mika Lemmetyinen, Väylävirasto

Erkki Luokkanen, Helsingin rakennusvalvonta

Ari Mantila, Betoniteollisuus ry/valmisbetonijaos

Jouni Punkki, Aalto-yliopisto

Hannu Rannanjärvi, Consolis Parma Oy

Jani Ruuth, Inspecta Sertifiointi Oy

Katriina Tallbacka, Inspecta Sertifiointi Oy

Lasse Toivanen, Helsingin kaupunki

Mirva Vuori, Suomen Betoniyhdistys ry, sihteeri.

Betoniyhdistyksen alaisuuteen on perustettu *Vähähiilisyystoimikunta*, jonka tehtävänä on tarkistaa ja hyväksyä laskelmissa käytettävien raaka-aineiden, kuljetusten ja energian ominaispäästöt. Samoin toimikunta käsittelee mahdolliset luokitukseen, laskuriin ja niiden ohjeisiin liittyvät muutos- ja kehitystarpeet. Toimikunta hyväksyy BY-Vähähiilisyysluokituksessa käytettävät laskentatyökulut ja toimii lisäksi sertifiointin ohjausryhmänä. Vähähiilisyystoimikuntaan on nimetty seuraavat henkilöt:

Jouni Punkki, Aalto-yliopisto, puheenjohtaja

Arto Köliö, Renovatek Oy

Katriina Tallbacka, Inspecta Sertifiointi Oy

Ari Mantila, Betoniteollisuus ry

Janne Kihula, Betoniteollisuus

Tarja Häkkinen, sberesearch

Mirva Vuori, Suomen Betoniyhdistys ry, sihteeri.

Vähähiilisyystoimikunnan jäseniksi ei nimetä materiaalien toimittajia tai laskurin käyttäjiä mahdollisten intressiristiriitojen välttämiseksi.

Luokitukseen liittyvä materiaali on koottu sivuille www.vahahiilinenbetoni.fi. Betoniyhdistys omistaa Vähähiilisyysluokitukseen liittyvät tuotemerkit ja logot.

1 BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUKSEN TARKOITUS JA PERIAATTEET

BY-Vähähiilisyysluokitus® jakaa betonilaadut luokkiin hiilidioksidipäästöjen suuruuden perusteella. Tuotteelle määritetty luokka on betoniresepti- ja betoniasemakohtainen. Vähähiilisyysluokkia on viisi. Valmisbetoneita koskeva luokitus käsittää yhteensä 18 betonilaatua. Betonielementtejä koskeva luokitus puolestaan sisältää 17 elementissä käytettävää erilaista betonilaatua. Betonielementtien luokitus koskee vain betonimateriaalien ja energian kulutuksen päästöjä. BY-Vähähiilisyysluokitus® on vapaaehtoinen, ja sitä voidaan käyttää suunnittelijan, tilaajan tai muun osapuolen niin halutessa.

Vähähiilisyysluokkia merkitään tunnuksella GWP.NN (GWP = Global Warming Potential). Vähähiilisyysluokkia on viisi: GWP.REF™, GWP.85™, GWP.70™, GWP.55™, GWP.40™. GWP.REF™-luokka on referenssitaso, joka vastaa betonilaaduittain suomalaisten betonivalmistajien keskimääräistä päästötasoa luokitusta laadittaessa. Vähähiilisyysluokat ovat päästötasoltaan alhaisempia kuin referenssitaso. Esimerkiksi luokka GWP.85™ tarkoittaa, että päästöt ovat korkeintaan 85 % verrattuna referenssitasoon.

Valmisbetoneiden BY-Vähähiilisyysluokat on esitetty taulukossa 1 ja betonielementtien betoneiden vähähiilisyysluokat taulukossa 2. Päästöjen yksikkönä on kg CO₂e/m³. Arvot ovat standardin *SFS-EN 15804:2012 + A2:2019* mukaisia GWP_{total}-arvoja sisältäen elinkaarilaskennan moduulit A1...A3. Myös referenssitaso toimii vähähiilisyysluokkana, koska valitsemalla se voidaan varmistua, että käytetyn betonin päästöt ovat korkeintaan kyseisen betonilaadun keskiarvon suuruiset.

Päästöjen laskennassa käytetään EPD:iden eli ympäristöselosteiden periaatteita muutamien poikkeamin. EPD:stä poiketen luokituksessa lasketaan vain GWP_{total}-päästöt ja tarkastellaan vain EPD:n moduuleita A1...A3. Päästöt lasketaan betonilaadun reseptin perusteella ja hukka otetaan huomioon ensisijaisesti vakiomääräisenä osuutena [%] valmistetun betonin määrästä. Raaka-aineista otetaan huomioon sideaineet (sementti ja seosaineet), kiviainekset, lisäaineet ja vesi. Lisäksi otetaan huomioon raaka-aineiden kuluksesta aiheutuvat päästöt sekä betonin valmistuksessa tarvittava sähkö- ja lämmitysenergia.

Betonin BY-Vähähiilisyysluokka lasketaan BY-Vähähiilisyyslaskurilla tai muulla BY:n hyväksymällä laskentaohjelmalla määritetyn päästöarvon perusteella. BY-Vähähiilisyysluokituksen käyttö edellyttää betonin valmistajalta BY-Vähähiilisyyssertifiointia, mikä merkitsee sitä, että puolueeton kolmas osapuoli valvoo luokituksen ohjeiden noudattamista ja laskelmien oikeellisuutta.

On huomioitava, että luokituksen päästöarvot koskevat vain betonia, eivät siis esimerkiksi betonirakenteiden raudoitusta, betonin tai betonituotteen kuljetuksia tai työmaatoimintoja. Betonin päästöarvoa voidaan käyttää rakennusten päästölaskennassa, kun otetaan huomioon tämän päästöarvon kohdentuminen pelkästään betonimateriaaliin. Betonin päästöarvoa ei siten myöskään voida verrata esimerkiksi betonielementtien ympäristöselosteiden päästöarvoihin, koska jälkimmäiset sisältävät myös muun muassa raudoitusten, kiinnistysosien sekä mahdollisten eristeiden päästöt.

Vähähiilisyysluokka ei kumoa muita betonille asetettuja vaatimuksia. Esimerkiksi lujuus- ja säilyvyysominaisuuksien (kuten raistusluokkien) tulee toteutua vähähiilisyysluokasta riippumatta.

On kuitenkin huomattava, että vähähiilisen betonin valinta voi vaikuttaa myös muihin betonin ominaisuuksiin, kuten esimerkiksi lujuudenkehitykseen.

Taulukko 1. BY-Vähähiilisyysluokituksen valmisbetonilaadut sekä BY-Vähähiilisyysluokkien raja-arvot. Arvot ovat GWP_{total}-arvoja sisältäen moduulit A1...A3. Arvojen yksikkönä on kg CO₂e/m³.

BETONILAATU	kg CO ₂ e/m ³				
	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
C40/50 - Ei huokostettu	305	260	215	170	120
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
C40/50 - Huokostettu	355	300	250	195	140
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

Taulukko 2. BY-Vähähiilisyysluokituksen betonielementtien betonilaadut sekä BY-Vähähiilisyysluokkien raja-arvot. Arvot ovat GWP_{total}-arvoja sisältäen moduulit A1...A3. Arvojen yksikkönä on kg CO₂e/m³

TUOTERYHMÄ		kg CO ₂ e/m ³			GWP.55™	GWP.40™
		GWP.REF™	GWP.85™	GWP.70™		
Ontelo- ja kuorilaatat	C40/50	270	230	190	150	110
	C50/60	295	250	205	160	120
	C60/75	340	290	240	185	135
Runkotuotteet¹⁾	C35/45	315	270	220	175	125
	C40/50	335	285	235	185	135
	C45/55	350	300	245	195	140
	C50/60	360	305	250	200	145
	C55/67	375	320	265	205	150
	C60/75	390	330	275	215	155
Muut elementit²⁾	C30/37	290	245	205	160	115
	C30/37 huokostettu	310	265	215	170	125
	C35/45	320	270	225	175	130
	C35/45 huokostettu	340	290	240	185	135
	C40/50	350	300	245	195	140
Seinät, valkosementti	C30/37	505	430	-	-	-
	C35/45	525	445	-	-	-
	C40/50	555	470	-	-	-

¹⁾ Runkotuotteet: pilarielementit, palkkielementit, TT- ja HTT-laattaelementit.

²⁾ Muut elementit: seinäelementit, massiivilaattaelementit, hormielementit, perustuselementit ja hissikuiuelementit.

2 GWP-PÄÄSTÖJEN LASKENTA

GWP-päästöt lasketaan BY-Vähähiilisyyslaskurilla, joka on sivuilla www.vahähiilinenbetoni.fi. Päästöt voidaan laskea muullakin Betoniyhdistyksen hyväksymällä, kolmannen osapuolen verifioimalla laskentatyökalulla. Muilla Betoniyhdistyksen hyväksymillä laskentatyökaluilla saadut yksittäiset laskentatulokset saavat poiketa korkeintaan $\pm 5 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^3$ BY-Vähähiilisyyslaskurin tuloksista. Lue lisää ohjeen osasta 3 luvusta 4.

Laskenta on betonilaatu- ja betoniasemakohtainen. Päästöt lasketaan betoniresepteittäin reseptin koostumuksen tavoitearvojen perusteella ottaen huomioon kuitenkin mahdollinen päästöarvon varmuusmarginaali. Valmistaja harkitsee varmuusmarginaalin suuruuden reseptikohtaisesti. Varmuusmarginaalia arvioitaessa on otettava huomioon, että todellinen päästöarvo pistokokeissa saa ylittää tavoitearvojen mukaisen päästöarvon korkeintaan $5 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^3$.

Jokaisen raaka-aineen osalta otetaan huomioon

- raaka-aineen valmistus (= raaka-aineen määrä [kg/m^3] * ominaispäästö [$\text{kg CO}_2\text{e/kg}$]) * hukka [%]
- raaka-aineen kuljetus betoniasemalle (= raaka-aineen määrä [kg/m^3] * kuljetusmatka [km] * ominaispäästö [$\text{kg CO}_2\text{e/tn km}$]) * hukka [%].

Raaka-aineiden kuljetuksen osalta otetaan huomioon eri kuljetusmuodot ja kaikki kuljetusvaiheet; esimerkiksi sementti voidaan kuljettaa laivalla terminaaliin ja sieltä edelleen kuorma-autolla

betoniasemalle. Luettelo raaka-aineiden Suomen ulkopuolisista kuljetusmatkoista löytyy liitteestä 1 ja osoitteesta www.vahähiilinenbetoni.fi/ominaisarvot.

Laskelmissa otetaan huomioon energian kulutus betoniasemalla (sähkö ja lämmitysenergia) käyttäen vakioituja keskimääräisiä kulusarvoja, mutta energialaatukohtaisia päästöarvoja (ks. luku 2.3).

Betonihukan osalta valmisbetoneille käytetään vakiomääräistä arvoa 2 % (ks. myös 2.4). Betonituotannossa syntyy niin vähän muovi- ja sekajätettä, ettei sitä huomioida laskelmissa. Betonielementtien betonin osalta käytetään ensisijaisesti alan keskimääräisiä hukka-arvoja, jotka ovat tuoteryhmäkohtaisia. Ontelo- ja kuorilaitteille hukka on 10 % sekä seinä- ja runkotuotteille 2 %.

Tuloksena saadaan kokonaispäästöt $\text{kg CO}_2\text{e/m}^3$ ($\text{GWP}_{\text{total}}$). Tätä arvoa käytetään luokituksessa. Lisäksi ilmoitetaan tuloksena saatu arvo yksikössä $\text{kg CO}_2\text{e/kg}$ -betoni. Tiheytenä käytetään betonin reseptin mukaista tiheyttä. kg -pohjaista päästöarvoa käytetään joissakin päästötietokannoissa, esimerkiksi *CO2data.fi*-tietokannassa, joten arvo on vertailukelpoinen tietokantojen arvojen kanssa.

Lisäksi esitetään ympäristöselosteiden mukaisesti eri moduulien päästöt – BY:n laskuri pyöristää kaikki A1...A3-summat kokonaisluvuksi:

- A1: Raaka-aineiden hankinta
- A2: Raaka-aineiden kuljetus
- A3: Valmistusprosessin päästöt.

BY-Vähähiilisyysluokitusta käytettäessä betonin ja betonielementtien työmälle kuljetuksesta aiheutuvaa päästöä (moduuli A4) ei oteta huomioon betoneita luokiteltaessa. Myöskään betonin pumppauksen päästö ei kuulu raja-arvotarkastelun piiriin. By-Vähähiilisyyslaskurin avulla työmaakuljetuksen päästö voidaan kuitenkin laskea. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty BY-Vähähiilisyyslaskurin raportit.

Elementtibetonin vähähiilisyysraportti

Raporttinvro 23784375-8272-98420. 24.11.2023 Raportti on voimassa 23.11.2025 saakka



Betoniyhdistys

on laatinut GWP-laskelman (standardi SFS-EN 15804:2012 + A2:2019, modulit A1-A3)

Suomen Betoniyhdistys ry:n varmennetulla laskentamenetelmällä

tehtaalla: Etelärannan tehdas

tuottamalleen elementtibetonilaadulle

RU 55/67 (179)

Betonilaatu	Runkotuotteet C50/60	Lujuusluokka	C55/67
Notkeusluokka	S3	Maksimiraekoko	#16
Rasitusluokat	XC1	GWP-luokka	GWP.70
Käyttökä	50 vuotta	Laadunarvosteluaikä	28d

Tämä betoni kuuluu vähähiilisyysluokkaan

GWP.70
239 kg CO₂e/m³
0,10 kg CO₂e/kg

24.11.2023

Laskennan suorittaja

Betoniyhdistys, Mirva Vuori, mirva.vuori@betoniyhdistys.fi,

Varmennustodistuksen numero: 1234

Vähähiilisyyssertifikaatin numero: 9876



by | Vähähiilisyysluokitus

Suomen Betoniyhdistyksen Vähähiilisyyslaskuri on verifioitu laskentayökalu, jossa betonireseptin mukaiset hiilidioksidipäästöt huomioidaan moduulien A1-A3 osalta standardin EN 15804 mukaisesti

Elementtibetonin vähähiilisyysraportti

Raporttinvro 23784375-8272-98420. 24.11.2023 Raportti on voimassa 23.11.2025 saakka

Betoniyhdistys

Etelärannan tehdas

Mirva Vuori (mirva.vuori@betoniyhdistys.fi) on tehnyt 24.11.2023 GWP-laskelman

Suomen Betoniyhdistys ry:n verifioidulla laskentamenetelmällä

Betoniyhdistys:n elementtibetonilaadulle

RU 55/67 (179)

Runkotuotteet C50/60, GWP.70

Laskennassa käytetyt tiedot:

Materiaali	Määrä	Kuljetustapa	Kuljetusmatka
Finnsementti, Kolmossementti, PA CEM III/A 52,2 L	400 kg/m ³	Rekka, sideaineet	100 km
Masuunikuona	100 kg/m ³	Rekka, sideaineet	100 km
Fraktio 1, Monttu 1	1 600 kg/m ³	Rekka, kiviaines	50 km
Fraktio 1, Louhos A	100 kg/m ³	Rekka, kiviaines	20 km
Vesi	150 kg/m ³		
Ilma	0 kg		
Keskimääräinen sähkö	50 kWh/m ³		
Kaukolämpö	100 kWh/m ³		

Kokonaispäästöt moduuleissa A1-A3:	239 CO₂e [kg/m³]	0,10 CO₂e [kg/kg]
A1 Materiaalit yhteensä:	196	0,08
A2 Kuljetus yhteensä:	22	0,01
A3 Energia yhteensä:	21	0,01

Betoniyhdistys:n betonin valmistus on kolmannen osapuolen varmentamaa.

Laskennan lähtötiedot perustuvat BY Vähähiilisyyslaskuriin 24.11.2023 päivitettyihin arvoihin.

Laskija ymmärtää riittävästi betoniteknologiaa ja vakuuttaa tehneensä laskelman käyttäen oikeita lähtötietoja.

by | Vähähiilisyysluokitus

Suomen Betoniyhdistyksen Vähähiilisyyslaskuri on verifioitu laskentayökalu, jossa betonireseptin mukaiset hiilidioksidipäästöt huomioidaan moduulien A1-A3 osalta standardin EN 15804 mukaisesti

Kuva 1. BY-Vähähiilisyyslaskurin asiakasraportti.

Kuva 2. BY-Vähähiilisyyslaskurin tehdasraportti.

2.1 RAAKA-AINEIDEN OMINAISPÄÄSTÖT

Vähähiilisyystoimikunnan hyväksymät raaka-aineiden ominaispäästöt on koottu taulukkoon 3. Vastaavat, taajemmin päivitettävät ominaispäästötiedot löytyvät osoitteesta www.vahahiilinenbetoni.fi/ominaisarvot.

Sementtien päästöarvot vaikuttavat merkittävästi betonin GWP-päästöihin, joten ne tarkistetaan vuosittain. Samassa yhteydessä tarkistetaan myös muiden raaka-aineiden ominaispäästöt, mikäli ajantasaisempaa tietoa on saatavilla. Lähtökohtaisesti päästötiedot haetaan verifioiduista ympäristöselosteista, mikäli sellaisia on saatavilla, tai *Rakentamisen CO2data.fi* -tietokannasta. Sementtien osalta voidaan käyttää myös sementin valmistajan virallisia, verifioituja päästötietoja, koska ympäristöselosteita ei välttämättä päivitetä vuosittain.

BY-Vähähiilisyysluokitus® on avoin kaikille Suomessa markkinoilla oleville SFS-EN 206:n mukaisille betonin raaka-aineille. Esimerkiksi markkinoille tulleet uudet sementit lisätään laskentaohjelmaan valmistajan, markkinoijan tai käyttäjän pyynnöstä. Uusille materiaaleille on oltava käytettävissä luotettava päästötieto, esimerkiksi verifioitu ympäristöseloste.

BY:n Vähähiilisyystoimikunta hyväksyy ominaispäästöarvojen muutokset ja lisäykset (ks. luku 6).

BY-Vähähiilisyyslaskurissa ominaispäästöjen osalta käytetään ennalta-asetettuja arvoja. Laskurin käyttäjä ei pääse vaikuttamaan ominaispäästöihin. Näin pyritään varmistamaan laskelmien mahdollisimman hyvä luotettavuus ja vertailukelpoisuus.

Taulukko 3. Raaka-aineiden ominaispäästöt. Taulukossa LPR = Lappeenranta, PA = Parainen

Raaka-aine	Laatu	Tyyppi	EN15804 tyyppi (2012 tai 2019)	Ominaispäästö [kg CO ₂ e/kg]	Lähde	tiedon laatu (asteikko: erittäin huono...hyvä)
Sementit	Finnsementti					
	Kolmossementti	CEM III/A 52,5 L	+A2:2019	0,446	1)	hyvä
	Ykkösementti	CEM I 42,5 R	+A2:2019	0,768	1)	hyvä
	Oiva-sementti, PA	CEM II/B-M (S-LL) 42,5N	+A2:2019	0,567	2)	hyvä
	Oiva-sementti, LPR	CEM II/B-M (S-LL) 42,5N	+A2:2019	0,526	2)	hyvä
	Pikaseimentti, PA	CEM I 52,5 R	+A2:2019	0,776	2)	hyvä
	Pikaseimentti, LPR	CEM I 52,5 R	+A2:2019	0,704	2)	hyvä
	Rapidseimentti, PA	CEM II/A-LL 42,5 R	+A2:2019	0,702	2)	hyvä
	Rapidseimentti, LPR	CEM II/A-LL 52,5 N	+A2:2019	0,660	2)	hyvä
	SR-sementti	CEM I 42,5 N – SR3	+A2:2019	0,711	2)	hyvä
	Valkoseimentti	CEM I 52,5 R - SR5	+A2:2019	1,04	3)	hyvä
	Schwenk					
	Rapid	CEM I 52,5 N	+A2:2019	0,705	4)	hyvä
	CEM III	CEM III/B 32,5N -LH/SR	+A2:2019	0,235	7)	hyvä
	CEM II	CEM II/A-M (S-LL) 52,5N	+A2:2019	0,619	8)	hyvä
	Viridiscement	CEM II/ B-M (S-LL) 52,5 N	+A2:2019	0,524	23)	
	Scandinavian Cement					
	CEM I 42,5 R	CEM I 42,5 R	+A1:2012	0,899	5)	keskinkertainen
	CEM I 52,5 SR	CEM I 52,5 SR	+A1:2012	0,892	6)	keskinkertainen
	Cimsa					
Super White	CEM I 52,5 R	+A2:2019	1,172	21)	hyvä	



Raaka-aine	Laatu	Tyyppi	EN15804 tyyppi (2012 tai 2019)	Ominaispäästö [kg CO ₂ e/kg]	Lähde	tiedon laatu (asteikko: erittäin huono...hyvä)
Seosaineet	Masuunikuona		+A2:2019	0,069	1)	hyvä
	Lentotuhka		-	0,0053	9)	erittäin huono
	Silika		-	0,0053	10)	erittäin huono
	Kalkkifilleri		-	0,011	11)	keskinkertainen
Kiviainekset	Hiekka		-	0,004	12)	hyvä
	Luonnonmuovaamat kiviainekset ja soramurskeet		-	0,004	12)	hyvä
	Kalliokiviainekset (murskattu kiviaines ja kivirouheet)		-	0,006	13)	hyvä
	Betonimurske		+A2:2019	0,005	13a)	hyvä
Vesi	Veden tuotanto		-	0,009	22)	hyvä
Lisäaineet, geneeriset arvot	Tehonotkistin		+A2:2019	1,530	14)	hyvä
	Huokostin		+A2:2019	0,439	15)	hyvä
	Sitoutumista hidastava hidastin		+A2:2019	1,230	16)	hyvä
	Sitoutumista nopeuttava kiihdytin		+A2:2019	1,340	17)	hyvä
	Kovettumista nopeuttava kiihdytin		+A2:2019	1,790	18)	hyvä
	Vedenimeytymistä estävä lisäaine		+A2:2019	2,670	19)	hyvä
Lisäaineet, tuotekohtaiset arvot	Master X-Seed 100	Kovettumista nopeuttava kiihdytin	+A2:2019	0,726	20)	hyvä



- 1) Finnsementti Oy. <https://finnsementti.fi/palvelut/ymparisto/sementtien-ymparistoselosteet/>. Publication date 28.10.2022. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 2) Finnsementti Oy. <https://finnsementti.fi/palvelut/ymparisto/sementtien-ymparistoselosteet/>. Publication date 1.9.2021. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 3) Environmental Product Declaration. Aalborg White cement CEM I 52.5 R – SR5 (EA), Aalborg Portland A/S. Publishing date: 25.3.2021 Valid until: 12.3.2026
- 4) Environmental Product Declaration. CEM I 52.5 N Schwenk Latvija SIA. Publication date: 2023-9-11, Valid until: 2027-10-11 EN 15804:2012 + A2:2019. EPD:ssä ilmoitetusta poiketen, kuljetusten osalta käytetään samoja CO2data.fi-tietokannassa esitettyjä ominaispäästöjä kuin muidenkin sementtien osalta.
- 5) Environmental Product Declaration. Portland cement CEM I 42.5R. AB Akmenes cementas. Publication: October 2020. Validity October 2025.
- 6) Environmental Product Declaration. Holcim Sulfo 5 R Lägerdorf. Holcim Deutschland GmbH. Date of issue: 2020-07-07.
- 7) Environmental Product Declaration. Low heat of hydration and sulfate resisting blast furnace cement CEM III/B 32,5N – LH/SR. AB Akmenes Cementas. Publication date: 2021-04-26. Valid until: 2026-04-26. EPD:ssä ilmoitetusta poiketen, kuljetusten osalta käytetään samoja CO2data.fi-tietokannassa esitettyjä ominaispäästöjä kuin muidenkin sementtien osalta.
- 8) Environmental Product Declaration. CEM II/A-M(S-LL) 52.5 N Schwenk Latvija SIA. Publication date: 2023-9-11, Valid until: 2028-9-11 EN 15804:2012+A2:2019. EPD:ssä ilmoitetusta poiketen, kuljetusten osalta käytetään samoja CO2data.fi-tietokannassa esitettyjä ominaispäästöjä kuin muidenkin sementtien osalta.
- 9) Betonirakenteiden ympäristövaikutukset. 1998. Rakennustuoteteollisuus RTT. (Kivihiilivoimalaitosten lentotuhkat) Vähähiilisyysvoimikunta 29.4.2022.
- 10) Silikalla ei ole päästöä eikä saatavana päästöarvoa. Käytetään lentotuhkan arvoa, joka on tuotantoprosessiltaan vastaava tuote. Vähähiilisyysvoimikunta 29.4.2022.
- 11) GCCA:n EPD-tool, ilmoitus Ulla Leveelahti, Finnsementti Oy, 18.3.2022. Vähähiilisyysvoimikunta 29.4.2022
- 12) CO2data.fi; Pohja- ja piharakentamisen tuotteet, Sora ja hiekka 12.5.2022
- 13) CO2data.fi; Mineraali- ja lasituotteet, Murske, 12.5.2022
- 13a) Environmental Product Declaration Demorock, Purkupiha Oy, Publication date: 2022-5-24, Valid until: 2027-5-24 EN 15804:2012
- 14) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Plasticizer and Superplasticizers. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). Declaration number: EPD-EFC-20210198-IBG1-EN Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 15) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Air entrainers. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). EPD-EFC-20210193-IBG1-EN. Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 16) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Retarders. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). EFC-20210195-IBG1-EN Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 17) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Set Accelerators. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). EPD-EFC-20210194-IBG1-EN Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 18) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Hardening Accelerators. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). EPD-EFC-20210196-IBG1-EN Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026 In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 19) Environmental Product Declaration. Concrete admixtures – Water Resisting Admixtures. European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA). Issue date: 16.12.2021. Valid to: 15.12.2026 In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019
- 20) Environmental Product Declaration. Master X-Seed 100, Master Builders Solutions Deutschland GmbH, Issue date: 17.5.2022. Valid to: 17.5.2027 In accordance with EN 15804+A2 & ISO 14025 / ISO 21930
- 21) Environmental Product Declaration. Cimsa Super White CEM I 52,5 R, White Portland Cement, Issue date: 25.10.2021. Valid to: 24.10.2026 In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012 +A2:2019
- 22) openco2.net / HSY, Veden tuotanto, 14.8.2023
- 23) Environmental Product Declaration. CEM II/B-M (S-LL) 52.5 N Schwenk Sverige AB. Publication date: 2024-1-8, Valid until: 2029-1-8 EN 15804:2012 + A2:2019. EPD:ssä ilmoitetusta poiketen kuljetusten osalta käytetään samoja CO2data.fi-tietokannassa esitettyjä ominaispäästöjä kuin muidenkin sementtien osalta.

2.2 RAAKA-AINEIDEN KULJETUS

Raaka-aineiden kuljetusten osalta noudatetaan *Rakentamisen CO2data.fi* -päästötietokannassa esitettyjä ominaispäästöjä. Vähähiilisyys toimikunta voi hyväksyä harkintansa mukaan muitakin lähteitä kuljetusten ominaispäästöille. Kuljetusmatka valitaan tapauskohtaisesti samoin kuin kuljetuksen tyyppi. Käytettävät ominaispäästöt on esitetty taulukossa 4.

Kiviainesten, sementtien ja seosaineiden rekkakuljetusten osalta käytetään 50 %:n kuormaa edestakaisella matkalla. Olettamuksena on, että toiseen suuntaan kuorma on 100 % (täysi kuorma) ja toiseen suuntaan 0 % (ajetaan tyhjänä). Laskentaohjelmaan syötetään kuitenkin vain yhdensuuntainen matka, ja laskentaohjelma ottaa huomioon automaattisesti koko kuljetuksen päästön.

Laiva- ja junakuljetusten osalta lasketaan täysi kuorma vain toiseen suuntaan. Laskentaohjelmaan syötetään siis näillekin yhdensuuntainen matka, ja laskentaohjelma ottaa huomioon automaattisesti päästön.

Taulukko 4. Raaka-aineiden kuljetusten ominaispäästöt.

Kuljetustapa	Ominaispäästö [kg CO ₂ e/tn km]	Lähde/huom.	Lähteen pvm
Rekka, sementti ja seosaineet	0,079	CO2data.fi: kuljetus, puoliperävaunu, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka	30.3.2022
Rekka, kiviaines	0,085	CO2data.fi: kuljetus, maansiirtotransportti, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka.	30.3.2022
Laiva, sementti	0,014	CO2data.fi: kuljetus, irtolastialus, bulk, keski-suuri	30.3.2022
Laiva, konttialus	0,045	CO2data.fi: kuljetus, konttialus, 1 000 TEU	30.3.2022
Juna, sementti ja kiviaines	0,022	CO2data.fi: kuljetus, konttijuna, diesel	30.3.2022
Jakeluauto	0,160	CO2data.fi: kuljetus, suuri jakelu-kuorma-auto, kuorma 50 %, katuajo. Huomioidaan edestakainen matka.	30.3.2022
Betoniauto, katuajo	0,336 [kg CO ₂ e/m ³ km]	CO2data.fi: kuljetus, maansiirtotransportti, kuorma 50 %, katuajo. Huomioidaan edestakainen matka ja betonin tiheys 2,4 t/m ³ .	25.10.2023
Betoniauto, maantieajo (yli 10 km matkat)	0,204 [kg CO ₂ e/m ³ km]	CO2data.fi: kuljetus, maansiirtotransportti, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka ja betonin tiheys 2,4 t/m ³ .	25.10.2023
Lisätietona, ei laskurissa			
Pumppuauto, suuntaa antava päästöarvo	57,9 [kg CO ₂ e/h] tai 1,93 [kg CO ₂ e/m ³]*	CO2data.fi/infa *oletettu pumppausnopeus noin 30 m ³ /h.	25.10.2023

2.3 ENERGIAN KULUTUS JA OMINAISPÄÄSTÖT

Valmisbetoneilla sähkön- ja lämmitysenergiankulutuksen osalta käytetään seuraavia alan keskimääräisiä arvoja:

- sähkö: 7 kWh/m³
- lämmitysenergia: 11 kWh/m³.

Betonielementtien betonin osalta vastaavat alan keskimääräiset arvot ovat

- sähkö: 50 kWh/m³
- lämmitysenergia: 100 kWh/m³

Arvot pohjautuvat selvityksiin, jotka on tehty betonin ja betonielementtien valmistajien energiakulutuksista. Arvot ovat keskimääräisiä arvoja vuositasolla; talvella erityisesti lämmitysenergiankulutus on suurempaa kuin kesäaikaan. Arvot edustavat alan vuositasoisia keskimääräisiä tasoja, koska betonin tuotantoajankohtaa ei yleensä voida ennakoida kovin hyvin. Tarkkojen, tehdaskohtaisten energiankulutusten käyttäminen on haastavaa, koska betoniase-
man energiankulutusta ei välttämättä eritellä esimerkiksi konttorin energiankulutuksesta. Samoin energiankulutus vaihtelee runsaasti vuodenaikojen välillä, koska kiviaineksia pitää lämmittää kylminä ajanjaksoina. Kokonaisuutena betonin valmistus kuluttaa vähän energiaa, joten keskimääräisten arvojen käyttäminen ei aiheuta merkittäviä virheitä päästöarvoihin.

Valmistaja voi halutessaan käyttää todellisia energiankulutustietoja. Tällöin kulutustiedot tulee todentaa ulkopuolisen asiantuntijan toimesta. Tarkastelujaksona tulee käyttää vuoden mittaista

jaksoa. Todentaminen edellyttää dokumenttia, josta ilmenee sähkön- ja/tai lämmitysenergiankulutus esitettyinä yksikössä kWh/m³. Sekä sähkön että lämmitysenergian tai molempien osalta voidaan käyttää omaa kulutusarvoa.

Energialähteiden osalta betonin valmistaja valitsee käytettävän energialaadun. Sähkön osalta käytettävissä on keskimääräinen sähkö, jonka ominaispäästö saadaan *CO2data.fi*-tietokannasta, ja se muuttuu vuosittain. Arvo sisältää myös vihreän sähkön. Sähkön ja lämmitysenergian osalta käytetään taulukossa 5 esitettyjä ominaispäästöjä. Energian kuljetusten ominaispäästöt on esitetty taulukossa 6. BY-Vähähiilisyyslaskurissa energian keskimääräiset kulutukset ilmoitetaan yksikössä kWh/m³.

BY:n laskurissa polttoöljyn ja bioenergian (eli hakkeen) kuljetusten *CO2data.fi*:n mukaiset ominaispäästöt [kg CO₂e/tn km] on ilmoitettu modifioituina arvoina ja ne on muunnettu yksiköön [kg CO₂e/kWh km] huomioimalla polttoaineiden lämpöarvot [kWh/tn]. Laskentakaava:

Modifioitu arvo [kg CO₂e/kWh km] = Kuljetuksen ominaispäästö [kg CO₂e/tn km] / polttoaineen lämpöarvo [tn/kWh]

missä kuljetuksen päästö (*CO2data.fi*) = 0,079 [kg CO₂e/tn km]

ja polttoaineen lämpöarvo hakkeelle:

8,5 [MJ/kg] * 0,27778 [kWh] * 1000 [kg/tn],

missä 0,27778 kWh vastaa 1 MJ

ja vastaavasti polttoaineen lämpöarvo polttoöljylle:

42,65 MJ/kg * 0,27778 kWh * 1000 kg/tn,

missä 0,27778 kWh vastaa 1 MJ

Polttoaineiden lämpöarvot perustuvat [Motivan ilmoittamiin polttoaineiden lämpöarvoihin](#) (tehollinen lämpöarvo kokopuuhaikkeelle saapumistilassa 8,5 MJ/kg ja tehollinen lämpöarvo kevyelle polttoöljylle saapumistilassa 42,65 MJ/kg) sekä muuntokertoimeen 3,6MJ = 1 kWh.

BY:n vähähiilisyyslaskurissa energian kuljetuksen (bioenergia ja polttoöljy) osalta käytetään ja on esitetty modifioidut päästöarvot, jotka perustuvat CO2data.fi:n ominaisarvoihin ja Motivan ilmoittamiin polttoaineiden lämpöarvoihin. Tarve johtuu laskurin tämän hetken version laskentatavasta. Muiden reseptissä käytettävien materiaalien osalta kuljetettavan raaka-aineen massa saadaan reseptitiedosta, mutta em. energioiden osalta vastaava arvo on kWh. Tästä johtuen kuljetuksen ominaisarvo on jouduttu muuntamaan BY:n laskuriin siten, että se pystyy laskemaan kuljetuksen päästön arvon kWh-määrästä.

Laskurissa käytetään ainakin toistaiseksi energian kulutuksen arvona alan keskimääräisiä arvoja, jonka variaatio voi olla suurempi kuin koko energian kuljetuksen osuus. Jatkossa on myös mahdollista käyttää valmistajakohtaista varmennettua kulutusarvoa.

Modifioidut ominaisarvot on esitetty taulukossa 6. Taulukossa 6 esitetään myös energian kuljetusten modifioituja arvoja vastaava muuntamaton ominaisarvo, jota voidaan käyttää, mikäli betonin valmistaja käyttää niin sanottua omaa laskuria.

Taulukko 5. Sähkön ja lämmitysenergian ominaispäästöt.

Energia	Ominaispäästö [kg CO ₂ e/kWh]	Lähde/huom.	Lähteen pvm
Keskimääräinen sähkö	0,127	CO2data.fi: sähkö, arvo 2024	8.1.2024
Kevyt polttoöljy	0,306	CO2data.fi:energia, fossiiliset polttoaineet, erillislämmitys	5.5.2022
Maakaasu	0,199	WWF:n Ilmastolaskurin kertoimet - Suomi 2018	31.1.2022
Kaukolämpö	0,134	CO2data.fi: energia, kaukolämpö, arvo 2024	8.1.2024
Bioenergia	0,027	CO2data.fi: energia, biopolttoaineet, erillislämmitys	5.5.2022

Taulukko 6. Energian kuljetusten ominaispäästöt.

Kuljetustapa	Ominaispäästö [kg CO ₂ e/kWh km]	Lähde/huom.	Lähteen pvm
Rekka, hake*	3,346E-05	Modifioitu CO2data.fi: kuljetus, puoliperävaunu, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka ja lämpöarvo per massa.	25.10.2023
Rekka, kevyt polttoöljy*	6,691E-06	Modifioitu CO2data.fi: kuljetus, puoliperävaunu, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka ja lämpöarvo per massa.	25.10.2023
Rekka, hake ja kevyt polttoöljy	0,079 [kg CO ₂ e/tn km]	CO2data.fi: kuljetus, puoliperävaunu, kuorma 50 %, maantieajo. Huomioidaan edestakainen matka.	8.1.2024

*Modifioituja arvoja käytetään BY:n vähähiilisyyslaskurissa.

2.4 MUUT LASKENTA-ARVOT

Selvitysten perusteella hukan määräksi oletetaan valmisbetonilla 2 % moduulien A1...A3 aikana, joten päästöjen laskennassa hukka huomioidaan käyttämällä kerrointa 1,02. Hukan ajatellaan sisältävän sekoittimien ja autojen pesusta aiheutuvat hukat sekä myös hylätyt betoniannokset. Arvo on kaikille valmistajille sama ja perustuu Betonteollisuus ry:n teettämien verifioitujen LCA-laskelmien lähtötietoaineistoon vuodelta 2020.

Betonelementtien osalta alan keskimääräiset hukka-arvot ovat tuoteryhmäkohtaisia. Ontelo- ja kuorilaatoille hukka on 10 % ja seinä- ja runkotuotteille 2 %. Hukkakertoimella kerrotaan kaikki raaka-aineiden kulutukset ja kuljetukset. Betonimassan valmistuk-

sessä syntyy niin vähän muovi- ja sekajätettä, ettei sitä huomioida laskelmissa.

BY-Vähähiilisyyslaskurilla voidaan myös laskea betonin (ja myöhemmin betonelementtien) työmaalle kuljettamisesta aiheutuvat päästöt, mutta niiden osuutta ei huomioida verrattaessa kokonaispäästöä luokituksen raja-arvoihin. Työmaakuljetuksen päästöarvoon ei lisätä hukkaa, sillä itse kuljetuksesta ei aiheudu hukkaa. Betonin pumppauksen päästön suuntaa antavana vakioarvona käytetään toistaiseksi 1,93 [kg CO₂e/m³]. Pumppauksen päästöä ei voi laskea laskurilla. Työmaakuljetuksen ja pumppauksen ominaisarvot on esitetty taulukossa 4.

3 BETONIN OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS PÄÄSTÖARVOIHIN

Referenssitason päästöt on laskettu käyttämällä kyseisen betonilaadun keskimääräistä betonikoostumusta. Referenssitason on laskettu kiviaineksen maksimiraekoollla 16 mm ja betonin notkeusluokalla S3. Huokostamattomien ja huokostettujen betonien osalta referenssitason rasisluokkana on XF1 ja käyttöikävaatimuksena 50 vuotta ja P-lukubetoneilla 100 vuotta.

Referenssiarvot ovat kuitenkin voimassa myös muillekin betonilaadun koostumuksille. Käytännössä voi käydä niin, että eri resepteillä tulee olemaan erilainen luokitusarvo, vaikka betonilaatu lujuusluokan ja huokostuksen osalta olisi sama. Esimerkiksi itsetiivistyvän C35/45 betonin vähähiilisyysluokka voi poiketa kyseisen

betonin notkeusluokan S3 betonista. Vähähiilisyysluokka on betoniresepti- ja betoniasemakohtainen.

Taulukossa 7 on arvioitu betonin ominaisuuksien vaikutuksia päästöarvoihin. Tiedot ovat vain suuntaa antavia, eikä niiden avulla korjata päästöarvoja. Esitettyjä tietoja voidaan kuitenkin hyödyntää haluttaessa valita mahdollisimman vähäpäästöinen betoni. Esimerkiksi jos rakenteessa voidaan käyttää maksimiraekooltaan 32 mm:sta kiviainesta, voidaan taulukon avulla arvioida, miten valinta vaikuttaa päästöarvoon ja mahdollisuuksiin saavuttaa tietty vähäpäästöisyysluokka.

Taulukko 7. Betonin ominaisuuksien muutosten arvioitu vaikutus betonin päästöihin. Arvot ovat suuntaa antavia. Vaikutus on arvioitu GWP.REF- tai GWP.85TM-päästöluokissa. Niitä alhaisemmissa päästöluokissa erot ovat pienempiä.

Muutos	Yksilöity muutos	Arvioitu vaikutus päästö-arvoon (kg CO ₂ e /m ³)	Huom.
Betonin notkeus	Notkeusluokan muutos: S3 → S4	+5...+15	
	Notkeusluokan muutos: S3 → S2	-15...-5	
	Notkeusluokan muutos: S3 → Itsetiivistävä betoni	+15...+25	
Kiviaines	Maksimiraekoon muutos: 16 mm → 8 mm	+15...+25	
	Maksimiraekoon muutos: 16 mm → 32 mm	-10...-5	
Säilyvyys	Suunnitellun käyttöiän muutos: 50 v → 100 v	+5...+15	Pidempi käyttöikä vähentää elinkaaren aikaisia päästöjä.
	Rasitusluokan muutos: XF1 → XF3	+10...+20	
	Sulfaattirasitus: XA2-rasitusluokka (SR-sementti)	+10...+40	Riippuu vertailtavasta sementtilaadusta.
	Kloridirasitus: XD2- tai XS2-rasitusluokka	+10...+30	
Lujuuden kehitys	Laadunvarmistusikä: 28 vrk → 91 vrk	-50...-20	91 vrk mahdollistaa seosaineiden runsaamman käytön, jolloin päästövähenys voi olla suurempikin.
	Laadunvarmistusikä: 28 vrk → 7 vrk	+20...+40	7 vrk rajoittaa käytettäviä sementtilaatuja.

4 VÄHÄHIILISEN BETONIN SERTIFIOINTI

Sertifioinnilla voidaan varmentaa BY-Vähähiilisyyssluokituksen määrityksen mukainen betonin valmistus ja päästölaskenta. Vähähiilisen betonin sertifiointia voidaan hakea Betoniyhdistyksen hyväksymältä sertifiointielimeltä, jonka tulee olla ilmoitettu laitos tai hyväksytty toimielin valmisbetonissa tai betonielementeissä. Sertifiointi edellyttää, että betonin valmistukselle on voimassa oleva tuotehyväksyntään liittyvä sertifiointielimen yleisiä sertifiointiohjeita ja -vaatimuksia.

Alkutarkastuksessa sertifiointielin todentaa valmistajan resurssit, valmiudet vähähiilisen betonin toimittamiseen sekä vähintään yhden vähähiilisen betonin laskennan ja sen, että betonin valmistaja hallitsee BY-Vähähiilisyyssluokituksen käytön. Hyväksytyin alkutarkastuksen jälkeen voidaan myöntää BY-Vähähiilisyyssertifiointi.

Sertifiointielin todentaa tarkastuskäyntien yhteydessä edustavan joukon uusien betonilaatujen vähähiilisyysslaskelmia ja todistuksia,

vertaa niitä annosraportteihin sekä todentaa otantana aikaisemmin tehtyjen vähähiilisyysslaskelmien vastaavuuden toteutuneisiin annosraportteihin. Sertifiointielin tarkistaa pistokoeluonteisesti vähintään yhden uuden betonireseptin, joka on luokiteltu edellisen tarkastuskäynnin jälkeen, ja vähintään yhden vanhemman betonilaadun, mikäli sellaisia on. Tarkastuksessa tulee tarkistaa vähintään kaksi betonilaatua. Mikäli vähähiilisyyssluokiteltuja betonireseptejä on enemmän kuin 10, tarkistetaan vähintään 4 betonireseptiä. Tarkastusta varten tarkistetaan 5 kyseisen betonin annosraporttia eri valmistuspäiviltä. Lisäksi tarkastuksissa todennetaan lähtöarvojen oikeellisuus sekä valmistajan mahdollisesti itse määrittämien lähtötietojen oikeellisuus ja ajantasaisuus, kuten esimerkiksi raaka-aineiden kuljetusmatka tai tehtaan energiakulutustiedot. Sertifiointiin liittyviä vaatimuksia ja ohjeita on esitetty tarkemmin BY-Vähähiilisyyssluokituksen ohjeiden osassa 3 *Käyttö-ohje betonin valmistajalle*.

5 LUOKITELTUIJEN BETONIEN SAATAVUUS

Betoniteollisuuden mahdollisuudet saavuttaa alhaisimpia vähähiilisyyssuokkia vaihtelevat betonilaaduittain. Esimerkiksi P-lukubetonien osalta Väyläviraston infrabetoneita koskevat määräykset voivat tehdä alhaisempien luokkien saavuttamisen toistaiseksi käytännössä mahdottomaksi.

Vähähiilisyyssuokkien saatavuutta on arvioitu kuvassa 3. Se on suuntaa antava arvio tilanteesta. Arviota tullaan päivittämään vuosittain. Oletettavasti vihreä alue laajenee vähitellen oikealle ja alaspäin. Saatavuus voi vaihdella myös betoniasemakohtaisesti sekä alueellisesti. Onkin syytä korostaa, että kuva 3 on vain arvio betonien saatavuudesta ja betonien saatavuus tulee varmistaa betonin valmistajilta.

Kuva 3. Vähäpäästöisten betonilaa-
tujen arvioitu saatavuus eri vähä-
hiilisyysluokissa vuonna 2023.

- Todennäköisesti yleisesti saatavilla
- Todennäköisesti saatavissa useilta valmistajilta¹
- Todennäköisesti saatavilla joiltakin valmistajilta¹
- Todennäköisesti saatavilla vain projektikohtaisesti erikoistuotteena¹

¹ Saatavuus varmistettava etukäteen.

BETONI	Laadun- arvosteluikä	Ref.taso			GWP.55™	GWP.40™
		GWP.REF™	GWP.85™	GWP.70™		
C20/25 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C25/30 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C30/37 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C35/45 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C40/50 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C45/55 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C50/60 - Ei huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C30/37 - Huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C35/45 - Huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C40/50 - Huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C45/55 - Huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C50/60 - Huokostettu	28 vrk					
	91 vrk					
C30/37 P0	28 vrk					
	91 vrk					
C30/37 P30	28 vrk					
	91 vrk					
C35/45 P0	28 vrk					
	91 vrk					
C35/45 P30	28 vrk					
	91 vrk					
C35/45 P50	28 vrk					
	91 vrk					
C45/55 P50	28 vrk					
	91 vrk					

6 VÄHÄHIILISYYSTOIMIKUNTA

Betoniyhdistyksen hallitus on nimennyt *Vähähiilisyystoimikunnan*, jonka tehtävänä on muun muassa

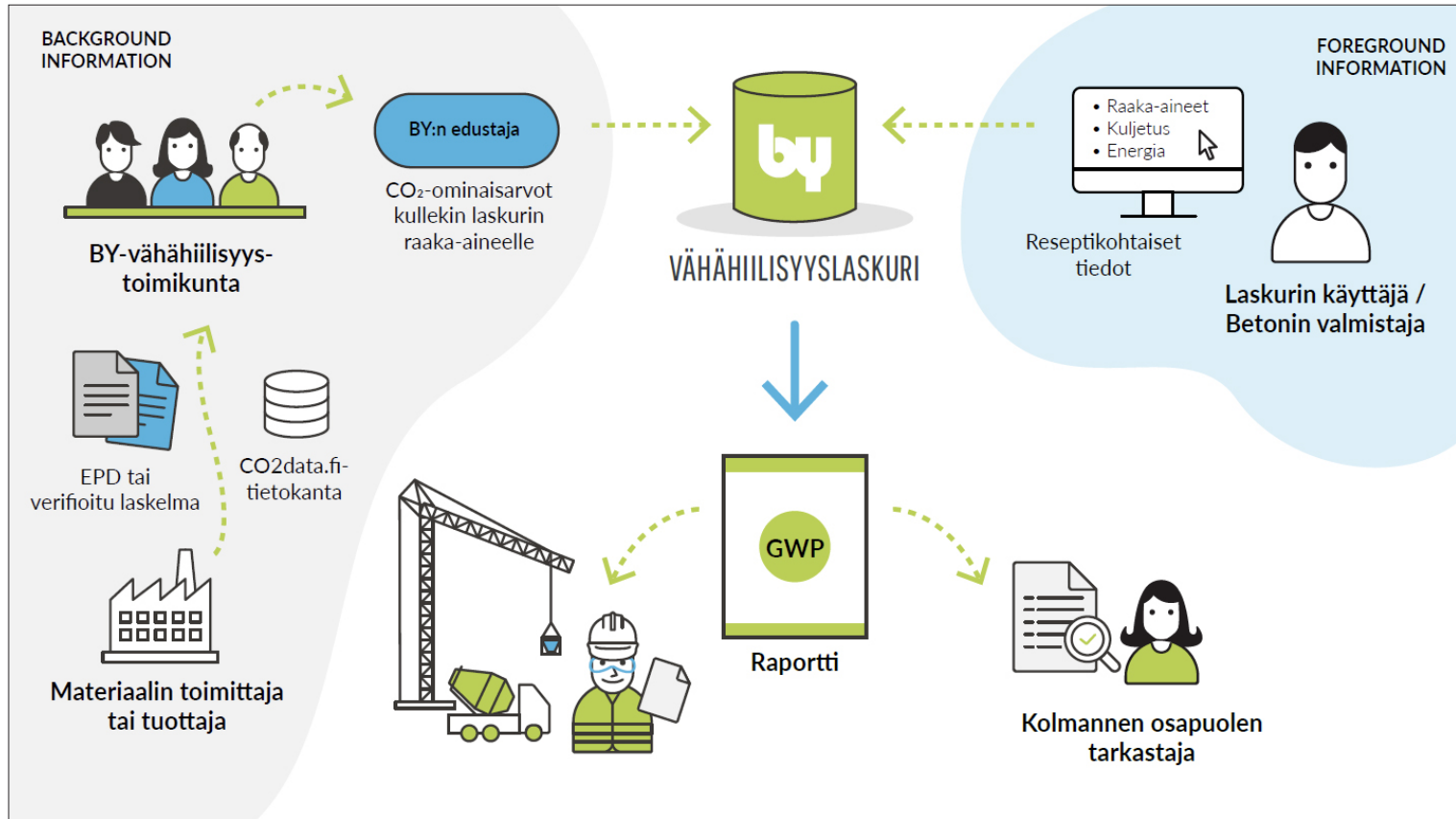
- hyväksyä laskelmissa käytettävien ominaispäästöjen arvot
- päättää luokitukseen liittyvistä mahdollisista korjaustoimenpiteistä sekä jatkokehityksestä
- päättää BY-Vähähiilisyyslaskuriin tehtävistä muutoksista sekä hyväksyä muut BY-Vähähiilisyyslaskituksessa käytettävät laskentatyökalut
- hyväksyä taustaraportti, käyttöohjeet sekä niiden päivitykset
- toimia sertifiointin ohjausryhmänä.

Betoniyhdistyksen Vähähiilisyystoimikunta hyväksyy ominaispäästöarvojen muutokset ja lisäykset. Toimikunta kiinnittää erityistä huomioita ominaispäästöjen luotettavuuteen. Toimikunta voi har-

kintansa mukaan hyväksyä myös päästöarvoja, vaikka ympäristöselostetta ei olisikaan saatavilla.

BY-Vähähiilisyyslaskitukseen liittyviä dokumentteja (*Taustaraportti, Käyttöohje betonin tilaajalle* sekä *Käyttöohje betonin valmistajalle*) ja *BY-Vähähiilisyyslaskurin käyttöohje* päivitetään tarpeen mukaan. Vähähiilisyystoimikunta hyväksyy dokumentit sekä niihin tehdyt päivitykset. Vähähiilisyystoimikunta hyväksyy muiden laskentatyökalujen verifioijat sekä huolehtii myös BY-Vähähiilisyyslaskurin verifiointin ylläpidosta. Verifiointi tehdään aina, kun laskurin toiminnallisuuksiin tehdään huomattavia muutoksia tai vähintään kolmen vuoden välein. Toistaiseksi ainoa hyväksytty laskentatyökalujen verifioija on AFRY Oy.

Vähähiilisyystoimikunta kokoontuu tarpeen mukaan ja vähintään kerran vuodessa.



Kuva 4. BY-Vähähiilisyysluokituksen käytön eri osapuolten tehtävät.

LIITE 1. RAAKA-AINEIDEN KULJETUSMATKAT BY-VÄHÄHIILISYYSLASKURISSA

SEMENTTI

Finnsementti Oy

Laiva: Parainen–Oulu:	755 km
Laiva: Parainen–Pietarsaari:	550 km
Laiva: Parainen–Vaasa:	465 km
Laiva: Parainen–Maarianhamina:	175 km
Rekka: Lappeenranta–Kantvik:	280 km

Finnsementti Oy, Valkosementti

Laiva: Aalborg–Hanko, Koverhar	1200 km
--------------------------------	---------

Schwenk

Rekka: Broceni (Latvia) – Liepaja (Latvia):	104 km
+ laiva: Liepaja (Latvia) – Naantali:	456 km
Rekka: Broceni (Latvia) – Liepaja (Latvia):	104 km
+ laiva: Liepaja (Latvia) – Loviisa:	625 km

Scandinavian cement

Juna: Akmené (Liettua) – Klaipeda (Liettua):	160 km
+ laiva: Klaipeda (Liettua) – Hamina:	795 km

Cimsa

Laiva: Mersin (Turkki) – Rauma	8200 km
--------------------------------	---------

SEOSAINEET

Masuunikuona

Laiva: Raahe–Pori	480 km
Laiva: Raahe–Kirkkonummi, Kantvik	840 km

Silika, Finnsementti Oy

Rekka: Norja–Parainen	1430 km
-----------------------	---------

Silika, Oy Korate Ab/Elkem Silicon Materials

Rekka: Norja–Tornio	614 km
Rekka: Norja–Turku	1149 km

KIVIROUHEET

Finnsementti

33R	Rekka: Kalanti–Parainen	96 km
34R	Rekka: Taivassalo–Parainen	79 km
35R	Rekka: Riihimäki–Parainen	188 km
36R	Rekka: Tervola–Parainen	790 km
42R	Laiva: Ballangen (Norja) – Parainen	2863 km
LK300	Laiva: Signhofen (Saksa) – Parainen	2098 km

Lisäksi on aina otettava huomioon kuljetus Suomen terminaalista betoniasemalle. Laivakuljetusmatkat on ilmoitettu toimitajan ilmoittaman tai sea-distances.org-sivuston mukaan.

LIITE 2. LASKURISSA KÄYTETTYJEN RAAKA-AINEIDEN TIHEYDET

Raaka-aineiden oletustiheydet laskurissa.

Sementit	3100 kg/m ³
Lentotuhka	2300 kg/m ³
Masuunikuona	2900 kg/m ³
Silika	2300 kg/m ³
Kiviaineet (kaikki fraktiot)	2670 kg/m ³
Notkistin	1000 kg/m ³
Huokostin	1000 kg/m ³
Hidastin	1000 kg/m ³
Kiihdytin	1000 kg/m ³
Vesi	1000 kg/m ³

SUOMEN BETONIYHDISTYS