

SUOMEN BETONIYHDISTYS

BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS®

OSA 3
Käyttöohje betonin ja
betonielementtien valmistajalle



BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS®

Osa 3 Käyttöohje betonin ja betonielementtien valmistajalle

Tässä ohjeessa kuvataan *BY-Vähähiilisyysluokituksen* käyttö betonin valmistajan näkökulmasta.

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, 11/2023

ISBN 978-952-7314-38-8

© BY-Koulutus, 2023

Taitto ja taiton suunnittelu: Antero Airos

SISÄLTÖ

Esipuhe	3
1 BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUKSEN TARKOITUS JA PERIAATTEET	5
2 YLEISTÄ	8
3 PÄÄSTÖARVON LASKENNAN PERIAATTEET	9
3.1 Raaka-aineiden kuljetus	10
3.2 Sähkö- ja lämmitysenergia	10
3.3 Betonihukka	11
3.4 Kuljetus työmaalle ja pumppaus	11
3.5 Laskenta tapauksessa, jossa elementtien valmistaja ostaa betonin valmisbetoniasemalta	11
4 LUOKITUKSEN KÄYTÖN EDELLYTTÄMÄT TOIMENPITEET BETONIN LAADUNVALVONTAAN	12
4.1 Laskuri GWP-päästöjen laskentaan	12
4.2 Laskelmien tekeminen, voimassaolo ja uusiminen	12
4.3 Laskelma ja todistus BY-Vähähiilisyysluokitelluista betoniresepteistä	13
4.4 BY-Vähähiilisyysluokan ilmoittaminen ja BY-vähähiilisyysmerkin käyttö	14
4.5 Henkilökunnan pätevyys	14
4.6 Vaatimukset muille hyväksytyille laskureille	14
5 SERTIFIOINTI	18
5.1 Hyväksytty sertifiointielin	18
5.2 Alkutarkastus	18
5.3 Seurantatarkastukset	18

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:eiden 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 raitusluokkien) 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

		kg CO ₂ e/m ³				
TUOTERYHMÄ		GWP.REF™	GWP.85™	GWP.70™	GWP.55™	GWP.40™
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 YLEISTÄ

Tässä ohjeessa esitetään periaatteet ja vaatimukset BY-Vähähiilisyysluokituksen käytölle valmisbetonin ja betonielementtien valmistuksessa. Tämän luokituksen avulla betonin valmistaja voi osoittaa betonin valmistuksesta aiheutuvat CO₂-päästöt standardin *SFS-EN 15804:2012 + A2:2019* mukaisesti (moduulit A1...A3). Betonin BY-Vähähiilisyysluokka määräytyy Betoniyhdistyksen hyväksymällä laskentaohjelmalla määritetyn päästöarvon perusteella tämän ohjeen mukaisesti. BY-Vähähiilisyysluokituksen käyttö edellyttää sertifiointia.

Betonin BY-Vähähiilisyysluokitus® edellyttää betonin valmistajalta seuraavia toimenpiteitä:

1. hyväksytyn sertifiointielimen sertifiointia BY-Vähähiilisyysluokituksen vaatimusten mukaisesti
2. betonin päästöarvon (GWP_{total}) laskentaa BY:n hyväksymällä verifioidulla laskurilla
3. asiakasraportin tulostamista päästöarvosta ja sen mukaisesta päästöluokasta
4. kirjanpitoa betoniresepteistä, joilla on vähähiilisyysluokitus
5. laskelmien uusimista tarvittaessa tai vähintään kahden vuoden välein.

BY-Vähähiilisyysluokat ja raja-arvot valmisbetonien päästöille on esitetty taulukossa 1 ja BY-Vähähiilisyysluokat ja raja-arvot betonielementtien betoneille taulukossa 2. BY-Vähähiilisyysluokitus® on betoniresepti- ja betoniasemakohtainen. BY-Vähähiilisyysluokka ilmoitetaan aina valmisbetonin kuormakirjassa ja betonielementteillä ensisijaisesti tunnuslapussa ja jos se ei onnistu, rahtikirjassa, mutta sitä voidaan myös käyttää suunnitteluasiakirjoissa ja betonireseptien tunnuksessa Esimerkki betonilaadun merkinnästä: C30/37 – #16 mm – S3 - XC3,4, XF1 – 50 v – GWP.85. *(Luokitusmerkintä laitetaan loppuun ja erotetaan viivalla.)*

3 PÄÄSTÖARVON LASKENNAN PERIAATTEET

Päästöt lasketaan BY-Vähähiilisyyslaskurilla, joka on sivuilla www.vahähiilinenbetoni.fi. Laskenta voidaan tehdä muullakin BY:n hyväksymällä verifioidulla laskentatyökalulla (ks. luku 4).

Betonin valmistaja laskee kunkin betonilaadun päästöarvon reseptitietojen perusteella. Eri betonireseptejä ei voi yhdistellä, vaan jokainen betoniresepti tulee tarkastella erikseen.

BY-Vähähiilisyysluokat merkitään tunnuksella GWP.NN (GWP = Global Warming Potential). Tällä hetkellä BY-Vähähiilisyysluokkia on viisi: GWP.REF™, GWP.85™, GWP.70™, GWP.55™, GWP.40™. Laskuri antaa BY-Vähähiilisyysluokan, jonka vaatimukset kyseinen betoni täyttää. Esimerkiksi GWP.70™ tarkoittaa, että betonin päästöt ovat korkeintaan 70 % verrattuna referenssitason. Betoni täyttää tällöin myös korkeammat BY-Vähähiilisyysluokat, esimerkiksi GWP.REF™ ja GWP.85™. Saman lujuusluokan betoneita voi olla eri BY-Vähähiilisyysluokissa riippuen muun muassa niiden notkeusluokasta ja/tai maksimiraekoosta. Esimerkiksi C30/37-lujuusluokan S3-notkeusluokan (#16 mm) betoni voi kuulua luokkaan GWP.70™, mutta C30/37 itsestään betoni (#12 mm) voi kuulua luokkaan GWP.REF™.

BY-Vähähiilisyyslaskurissa raaka-aineiden ominaispäästöt ovat valmiina, eikä laskurin käyttäjä voi niitä muuttaa. BY päivittää ominaispäästöt vuosittain. Mikäli uusia raaka-aineita tulee markkinoille, ne lisätään valmistajan tai maahantuojan pyynnöstä laskentaohjelmaan BY-Vähähiilisyystoimikunnan hyväksynnän jälkeen. Hyväksyminen edellyttää raaka-aineelta todennettua päästöarvon

laskentaa. Raaka-aineiden ominaispäästöt on esitetty menetelmän taustaraportissa (ks. osa 1) ja sivuston www.vahähiilinenbetoni.fi/ominaisarvot taulukossa.

Päästöt lasketaan betoniresepteittäin reseptin koostumuksen tavoitearvojen perusteella ottaen kuitenkin huomioon reseptivah- teluista aiheutuva varmuusmarginaali. Valmistaja harkitsee varmuusmarginaalin suuruuden reseptikohtaisesti. Varmuusmargi- naalia arvioitaessa on huomioitava, että todellinen päästöarvo pistokokeissa saa ylittää tavoitearvojen mukaisen päästöarvon korkeintaan +5 kg CO₂e/m³ (viiden annosraportin keskiarvo). Var- muutta tulee lisätä erityisesti sementtimäärään. Sementtimäärässä noin 7 kg/m³:n muutos aiheuttaa päästöarvoon sementtilaadusta riippuen noin 5 kg CO₂e/m³:n suuruisen muutoksen.

Betonin valmistaja syöttää laskuriin raaka-aineiden osalta

- raaka-aineen laadun, esimerkiksi sementtilaadun
- raaka-aineen määrän [kg/m³]
- raaka-aineen kuljetustavan sekä -matkan.

Kiviaineksen osalta syötetään kyllästyneen, pintakuivan (SSD-tila) kiviaineksen määrä. Vesimääräksi syötetään reseptin tehollinen vesimäärä.

Lisäaineiden osalta ominaispäästöinä käytetään pääosin geneeri- siä lisäainetyyppikohtaisia arvoja. Lisäaineille on toistaiseksi saata- vissa vain hyvin rajallisesti valmistajakohtaisia ympäristöselosteita, joten geneeristen arvojen käyttö on perusteltua. Tuotekohtaisia

ominaisarvoja lisätään kuitenkin sitä mukaa kun niitä on saatavilla. Lisäaineet vaikuttavat betonin päästöarvoon yleensä vähän, normaalisti vain muutamia kg CO₂e/m³.

3.1 RAAKA-AINEIDEN KULJETUS

Raaka-aineiden kuljetuksessa otetaan huomioon kuljetukset betoniasemalle. Kuljetuksissa otetaan huomioon kaikki kuljetusmuodot, esimerkiksi juna-, laiva- sekä rekkakuljetus. Kullekin kuljetusmuodolle arvioidaan yhdensuuntainen kuljetusmatka. Kuljetusten ominaispäästöinä käytetään *CO2data.fi*-tietokannassa olevia tietoja, eikä niitä voida käyttäjäkohtaisesti muokata. Uudet vähäpäästöisemmät vaihtoehdot kuljetuksille otetaan mukaan laskentaohjelmaan heti kun ne löytyvät *CO2data.fi*-tietokannasta. 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 meno-paluu-kuljetuksen päästön.

Esimerkiksi kiviainesten kuljetusmatkan pidentyminen 20 kilometrillä (rekkakuljetus) kasvattaa päästöjä (GWP_{total}) yli 5 kg CO₂e/m³:n. Mikäli betonireseptiin käytetään samaa sementtilaattua, jota toimitetaan kahdelta tehtaalta, tulee laskelmat tehdä käyttäen sen tehtaan tietoja (ominaispäästö ja kuljetusmatka), joka antaa suuremman päästöarvon. Lisäaineiden osalta kuljetusta valmistuspaikalta Suomen toimipisteelle ei oteta laskelmissa huomioon, koska sen vaikutus päästöarvoon on niin pieni.

3.2 SÄHKÖ- JA LÄMMITYSENERGIA

Sähkö- ja lämmitysenergian osalta käytetään pääsääntöisesti alan tyyppillisiä kulutusarvoja. Valmisbetonituotannossa sähkön osalta käytetään arvoa 7 kWh/m³ ja lämmitysenergian osalta arvoa 11 kWh/m³. Betonielementtibetonissa sähkön osalta käytetään arvoa 50 kWh/m³ ja lämmitysenergian osalta arvoa 100 kWh/m³. Nämä pohjautuvat selvityksiin, jotka on tehty betonin valmistajien energiakulutuksista. Arvot ovat keskimääräisiä arvoja vuositasolla, ja talvella erityisesti lämmitysenergiankulutus on suurempaa kuin kesäaikaan. Reseptikohtaisen kulutustietojen määrittäminen on käytännössä mahdotonta, ja lisäksi energian vaikutus päästöihin on verrattain pieni, yleensä kaikkiaan alle 10 kg CO₂e/m³. Näin ollen vakioitujen kulutusarvojen käyttäminen nähdään järkeväksi. Valmistaja voi halutessaan käyttää todellisia kulutustietoja, mutta tällöin kulutustiedot tulee todentaa ulkopuolisen asiantuntijan toimesta ja hyväksyttävä ne Vähähiilisyystoimikunnalla. Tarkastelujaksona tulee käyttää vuoden mittaista jaksoa. Todentaminen edellyttää dokumenttia, josta ilmenee sähkön ja lämmitysenergian kulutus esitettynä yksikössä kWh/m³-betonia. Oman kulutusarvon käyttäminen voidaan tehdä joko sähkölle tai lämmitysenergialle tai molemmille.

Energiamuoto vaikuttaa energian ominaispäästöihin. Sähkön osalta käytettävissä on keskimääräinen sähkö, jonka ominaispäästö saadaan *CO2data.fi*-tietokannasta, ja se muuttuu vuosittain. Arvo sisältää myös vihreän sähkön. Lämmitysenergian osalta vaihtoehtoja on useampia; kaukolämmön osalta käytetään *CO2data.fi*-tietokannassa olevaa keskimääräistä arvoa, joka muuttuu vuosittain.

3.3 BETONIHUKKA

Valmisbetonituotannossa betonihukan osalta käytetään vakiomääräistä arvoa (2 %) moduulien A1...A3 osalta. Betonielementtituotannossa alan keskimääräisenä vakiomääräisenä hukan arvona käytetään ontelo- ja kuorilaattatuotannossa 10 %:a ja muissa tuoteryhmissä 2 %:a. Käyttäjä ei pysty muuttamaan näitä arvoja. Mikäli tehtaalla on kolmannen osapuolen tarkastama pienempi hukkamäärä, tulee lausunto tästä toimittava Vähähiilisyystoimikunnalle. Hyväksytyt keskimääräiset arvoja pienempi arvo voidaan muuttaa laskuriin. Arvo perustuu Betoniteollisuus ry:n teettämien verifioitujen LCA-laskelmien lähtötietoaineistoon vuodelta 2020. Hukkakertoimella kerrotaan kaikki raaka-aineiden kulutukset, kuljetukset sekä energiankulutukset.

Betonimassan valmistuksessa syntyy niin vähän muovi- ja sekajätettä, ettei sitä oteta huomioon laskelmissa.

3.4 KULJETUS TYÖMAALLE JA PUMPPAUS

BY-Vähähiilisyyslaskurilla voidaan myös laskea betonin (ja myöhemmin betonielementtien) työmaalle kuljettamisesta aiheutuvat päästöt, mutta niiden osuutta ei oteta huomioon 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.

3.5 LASKENTA TAPAUKSESSA, JOSSA ELEMENTTIEN VALMISTAJA OSTAA BETONIN VALMISBETONIASEMALTA

Ensisijaisesti suositellaan, että valmisbetonin valmistaja, joka toimittaa betonia betonielementtitehtaalle, hankkii käyttöoikeuden betonielementtilaskuriin ja tekee vähähiilisyyslaskelman elementtibetonille reseptitietojensa perusteella. Valmisbetonin valmistajan tulee tällöin tietää, mihin tuoteryhmään (kuori/ontelolaatat, seinäelementit vai runkoelementit) betoni elementtitehtaalla käytetään, ja kyseisen rakenteen suunnittelulujuus, jotta laskelmaa voidaan verrata oikeaan GWP-luokkaan. Hukan määränä ja energiankulutuksen päästöarvoina käytetään elementtituotannon keskimääräisiä arvoja.

Tämän jälkeen valmisbetonin valmistaja toimittaa laskelmasta joko tehdasraportin tai asiakasraportin elementtitehtaalle, missä laskelma tarkastetaan ja siihen tehdään tarvittaessa muutoksia siten, että vertailu oikeaan raja-arvoon voidaan tehdä. Muutosten teko laskelmaan edellyttää, että muutoksen tekijällä on käytettävissään hyväksytyt laskuri. Elementtitehtaalla tehtäviä muutoksia voivat olla esimerkiksi elementtitehtaan tehdaskohtaisesti hyväksytyt päästöarvot, oikea tuoteryhmä tai kyseisen rakenteen oikea suunnittelulujuus.

Kolmannen osapuolen tekemä lopullinen tarkastus tehdään aina sekä betonin toimittamalla valmisbetonitehtaalla että elementtitehtaalla.

4 LUOKITUKSEN KÄYTÖN EDELLYTTÄMÄT TOIMENPITEET BETONIN LAADUNVALVONTAAN

Betonin vähähiilisyysluokitus edellyttää valmistajalta normaalin betonin laadunvalvonnan lisäksi jatkuvaa seurantaa, jotta toteutunut resepti pysyy vähähiilisyyslaskelman sallimissa rajoissa. Luokitettu betoni sijoitetaan valmistajan betoniperheisiin tai arvostelueriin kuten muutkin betonilaadut. Luokitus ei edellytä koostumuksen alkutestausta, ellei kysessä ole uusi koostumus tai ellei koostumus ole muuttunut merkittävästi esimerkiksi siten, että on otettu käyttöön uusia osa-aineita. Betonin laadunvalvonnan tulee olla edustavaa ja kohdistua myös vähähiilisyysluokitettuihin betonilaatuihin. Esimerkiksi puristuslujuuden näytteenotto betoniperheissä tulee kohdistua edustavasti myös vähähiilisiin resepteihin. Samoin säilyvyyskokeita tulee tehdä luokitetuille betonilaatuille niiden käyttömäärien suhteessa.

4.1 LASKURI GWP-PÄÄSTÖJEN LASKENTAAN

Betonin valmistajalla tulee olla käytössään ensisijaisesti BY:n hyväksymä vähähiilisyyslaskuri. Mikäli valmistaja haluaa käyttää jotain toista laskentatyökalua kuin BY-Vähähiilisyyslaskuria, vähähiilisyysluokituksen todentamiseen käytettävän laskentatyökalun tulee olla verifioitu sekä BY:n tähän käyttöön hyväksymä. Laskurilla määritetyt laskentatulokset saavat poiketa korkeintaan $\pm 5 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^3$ BY-Vähähiilisyyslaskurin tuloksista.

Hakemus verifioidun laskurin käytöstä tulee toimittaa BY:n Vähähiilisyystoimikunnalle. Mikäli yrityksen käyttämään verifioituun ja BY:n hyväksymään laskentatyökaluun tehdään muutoksia, tulee edellä mainitun tarkkuusvaatimuksen täyttyminen todentaa uudestaan BY:n ohjeistuksen mukaisesti.

BY-Vähähiilisyyslaskurin käyttöohje on esitetty BY-Vähähiilisyysluokituksen ohjeet osassa 4 *Laskurin käyttöohje*.

Ohje muiden laskureiden hyväksyttämistä on esitetty tässä ohjeen osassa 3 luvussa 4.6. BY-Vähähiilisyyslaskurin käyttöön ja ylläpitoon liittyvät periaatteet, mahdollisuudet ja rajoitteet koskevat myös BY:n hyväksymiä muita vähähiilisyyslaskureita. Verifiointi tulee uusia kolmen vuoden välein.

4.2 LASKELMIEN TEKEMINEN, VOIMASSAOLO JA UUSIMINEN

Betonilaadun vähähiilisyysluokitus edellyttää reseptikohtaista CO_2 -päästöjen laskentaa hyväksytyllä laskurilla.

Mikäli betonireseptissä, energiankäytössä tai kuljetuksissa tapahtuu muutoksia, tulee laskelma tehdä uudelleen ja tarkistaa luokitus uuden laskelman perusteella, vaikka päästöluokka ei muuttuisikaan. Laskelma on uusittava kuitenkin vähintään kahden vuoden välein.

Merkittävänä muutoksena voidaan pitää sellaista muutosta, kun päästöarvo (GWP_{total}) poikkeaa todistuksessa olevasta arvosta vähintään $\pm 5 \text{ CO}_2\text{e}/\text{m}^3$. Käytännössä tämä tarkoittaa noin $7 \text{ kg}/\text{m}^3$:n muutosta sementtimäärässä. Laskelman uusimistarve voi tulla esille sertifiointielimen tarkastuskäynneillä. Valmistajalla on vastuu laskelmien oikeellisuudesta ja ajantasaisuudesta.

4.3 LASKELMA JA TODISTUS BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITELLUISTA BETONIRESEPTISTÄ

Jokaisesta luokitetusta betonireseptistä tallennetaan laskelma eli *tehdasraportti*, josta ilmenevät laskelmassa käytetyt ominaisarvot ja reseptin koostumus sekä betonin valmistuksen kokonaispäästöarvo ($\text{kg CO}_2\text{e}/\text{m}^3$) sekä sitä vastaava BY-Vähähiilisyysluokka. Laskelma esitetään tarkastuskäynnin yhteydessä tarkastajalle.

Luokitetusta betonireseptistä tulee tallentaa todistus eli *asiakasraportti*, josta ilmenevät betonilaatu, BY-Vähähiilisyysluokka, päästöarvo, vähähiilisen betonin sertifiointin numero ja sertifiointin myöntäjä, päiväys ja laskelman tekijä. Asiakasraportissa tulee olla näkyvillä BY-Vähähiilisyysluokituksen logo.

BY-Vähähiilisyystodistuksen logo on neliön muotoinen. Siinä on yläreunassa teksti ”vähähiilisyysluokitus”, keskellä isolla fontilla kirjaimet by ja pienemmät kirjaimet GWP niiden alla. Logoa voidaan käyttää sekä vihreävalkoisena että mustavalkoisena. (Ks. logo kuva 1.)

Logoa saa käyttää vain BY-Vähähiilisyysluokituksen vaatimukset täyttävien vähähiilisten betoneiden osalta BY-Vähähiilisyyslaskurin ja muiden hyväksytyjen laskurien raporteissa, kuormakirjoissa ja

ensisijaisesti elementtien tunnuslapussa ja jos se ei onnistu, rahtikirjassa. Logoa ei saa käyttää harhaanjohtavasti.

Valmistajalla tulee olla kirjanpito BY-Vähähiilisyysluokitelluista betoniresepteistä ja niiden voimassaolosta.

Oman laskurin raportteja koskevat samat vaatimukset kuin tämän ohjeen luvussa 4.6 on esitetty. Mikäli laskelma on tehty muulla BY:n hyväksymällä, verifioidulla laskentatyökalulla, laskelman BY-Vähähiilisyysluokituksen mukaisuus osoitetaan asiakasraportissa olevalla BY-Vähähiilisyysluokituslogolla tai BY:n myöntämällä todistuksella laskurin hyväksynnästä. Oikeus käyttää BY-Vähähiilisyysluokituslogoa on voimassa toistaiseksi kuten sertifiointikin.



Kuva 1. BY-Vähähiilisyysluokituksen logo.

4.4 BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKAN ILMOITTAMINEN JA BY-VÄHÄHIILISYYSMERKIN KÄYTTÖ

BY-Vähähiilisyysluokituksen logoa voidaan käyttää tuotteen mukana toimitettavissa dokumenteissa tai tuotteen markkinoinnissa.

BY-Vähähiilisyysluokka ilmoitetaan aina valmisbetonin kuormakirjassa ja betonielementeillä ensisijaisesti tunnuslapussa ja jos se ei onnistu, rahtikirjassa, mutta sitä voidaan myös käyttää suunniteluasiakirjoissa ja betonireseptien tunnuksessa. Esimerkki betonilaadun merkinnästä: C30/37 – #16 mm – S3 - XC3,4, XF1 – 50 v – GWP.85.

BY-Vähähiilisyysluokituksen logoa voidaan käyttää tuotteen yhteydessä.

4.5 HENKILÖKUNNAN PÄTEVYYS

Betonin valmistajan tulee nimetä BY-Vähähiilisyyslaskelmien vastuhenkilö, joka vastaa laskelmien tekemisestä ja oikeellisuudesta.

Valmistajan on varmistettava, että henkilökunta, erityisesti tilaus- vastaanottaja, laborantti ja prosessinohitaja (betonimylläri), tuntevat BY-Vähähiilisyysluokituksen periaatteet ja sen vaatimukset. BY-Vähähiilisyysluokituksen käytölle ei ole virallisia pätevyysvaatimuksia tai erillistä koulutusta. Sertifiointielin arvioi tarkistuskäynnillään henkilökunnan pätevyyttä.

4.6 VAATIMUKSET MUILLE HYVÄKSYTYILLE LASKUREILLE

BY-vähähiilisyysluokituksen mukaisia vähähiilisyysluokkia laskettaessa BY:n Vähähiilisyystoimikunnan hyväksymän betonivalmistajan oman laskurin on tuotettava BY-Vähähiilisyyslaskurin kanssa yhdenmukaisia laskelmia. Päästöarvot saavat poiketa korkeintaan 5 kg CO₂e/m³ BY-Vähähiilisyyslaskurin laskemista arvoista. Muun laskurin on käytettävä samoja raaka-aineita, niiden tiheyksiä ja päästöjen ominaisarvoja kuin BY-Vähähiilisyyslaskurissa käytetään. Mikäli kiviainesten tiheyksinä käytetään valmistajakohtaisia arvoja, tulee verifiointin yhteydessä olla tarkastettu, että laskelma antaa silti oikean päästöarvon. Kuljetus- ja energiamuotojen sekä hukan arvojen on oltava samoja kuin BY-Vähähiilisyyslaskurissa. Uusimmat voimassa olevat arvot on esitetty sivustolla www.vahahiilinenbetoni.fi/ominaisarvot.

Muun laskurin omistajan, pääkäyttäjän tai käyttäjän on pystyttävä osoittamaan, että omassa laskurissa käytetyt ominaisarvot ovat samat kuin BY-Vähähiilisyyslaskurissa.

Laskurin *pääkäyttäjällä* on oikeudet vaihtaa, poistaa sekä muuttaa laskurissa olevia BY-Vähähiilisyysluokituksen mukaisia raaka-aineita, kuljetus- tai energiamuotoja sekä materiaalien ja energiamuotojen päästöjen ominaisarvoja tai raaka-aineiden tiheyksiä BY-Vähähiilisyysluokituksen mukaisiksi silloin, kun BY:n Vähähiilisyystoimikunta on näihin tehnyt muutoksia. Muutoksista tulee jäädä laskuriin muutosloki, josta käy ilmi muutoksen tekijä, muutoksen ajankohta ja mitä arvoa on muutettu. Kolmannen osapuolen tarkastajalla on oikeus tarkastaa loki.

Tehtaan tietoihin merkitään joko valmisbetonitehtaan varmenustodistuksen numero tai elementtitehtaan CE-merkin numero ja molemmassa tapauksissa BY-Vähähiilisyysertifikaatin numero. Ilman näitä virallisia laskelmia ei saa tehdä. Numeroiden tulee myös tulostua asiakasraporttiin.

Sertifioidut tehtaat tulee pystyä erittelemään laskurissa.

Sementtien ja sideaineiden terminaaleihin tapahtuvien kuljetusmatkojen osalta noudatetaan BY-Vähähiilisyysluokituksen ominaisarvotaulukossa esitettyjä kuljetusmatkoja.

Laskurin *käyttäjä* voi tuottaa laskurilla reseptitietoihin pohjautuvia laskelmia ja tulostaa laskurin raportteja.

Hyväksytyn laskurin tulee olla sellainen, ettei laskurin käyttäjä voi vaihtaa, poistaa eikä muutaa laskurissa olevia ennalta määritettyjä raaka-aineita, kuljetus- tai energiamuotoja eikä materiaalien ja energiamuotojen päästöjen ominaisarvoja tai raaka-aineiden tiheyksiä.

Laskurin käyttäjä syöttää laskuriin tai laskuriin syötetään automaattisesti ohjausjärjestelmästä eri betonikoostumuksia vastaavat reseptikohtaiset raaka-aineiden määrät, kuljetukset sekä energiankulutukset. Tietojen perusteella laskuri laskee tuotteelle hiilidioksidin kokonaispäästön eli betonireseptin GWP_{total} -päästön sekä osoittaa päästöä vastaavan parhaan vähähiilisyysluokan, jonka vaatimuksen kyseinen betoni täyttää.

Käyttäjä tai automaatiikka voi tulostaa laskurista todistuksen eli *asiakasraportin*, jossa on ilmoitettu tuotteen GWP_{total} -päästöt (A1...A3) ja päästöä vastaava tuotteen BY-Vähähiilisyysluokituksen mukainen päästöluokka.

Lisäksi käyttäjän tai automaatiikan tulee voida tulostaa laskurista *tehdasraportin*, jota käytetään muun muassa kolmannen osapuolen valvontaa varten. Raportista on käytävä ilmi betonireseptin tarkka koostumus sekä tiedot tuotteen kokonaispäästöistä. Kokonaispäästöt on eroteltava laskurissa ja raportissa moduulien A1...A3 osalta.

Laskurissa laskelman lopussa on esitettävä betonin tiheys ja tilavuus sekä päästöarvo yksikössä kg CO₂e/kg. Laskelmassa on esitettävä myös päästöt raaka-aineittain: sementit, sideaineet, kiviainekset, lisäaineet sekä sähkö- ja lämmitysenergian käytön päästöt.

Päästöarvot on normalisoitava eli korjattava jakamalla summa betonireseptin tilavuudella, jolloin reseptin mahdolliset tilavuuspoikkeamat eivät vääristä päästöarvoja.

Laskurin on varoitettava käyttäjää, mikäli reseptin tilavuus poikkeaa tavoitearvosta (eli 1000 litrasta) yli 3 %.

Mikäli laskelmia ja raportteja tuotetaan automaattisesti, tulee automaatiikan varoittaa tavoitellun BY-Vähähiilisyysluokan (GWP-luokan) ylityksistä.

Laskurin käyttäjällä on oltava ohjeet toimenpiteistä, miten toimitaan, mikäli annosteltu resepti ei täytä BY-Vähähiilisyysluokkaa.

Raporttien tulee sisältää vähintään samat tiedot kuin BY-Vähähiilisyysluokituksen molempien raporttien, ja niiden tulee olla mahdollisimman yhdenmukaisia BY-Vähähiilisyyslaskurin raporttien ulkonäön kanssa.

Laskuri ja sen toiminta ei saa olla ristiriidassa BY-Vähähiilisyysluokituksen ohjeiden osien 1...3 kanssa.

Kolmannen osapuolen tarkastaja toteaa tarkastuksen yhteydessä, että laskurin hyväksyntä on voimassa ja edellä mainittuja ehtoja noudatetaan.

Hakemus BY:n Vähähiilisyystoimikunnalle

Muun laskurin hyväksyntää hakevan tulee toimittaa BY:n Vähähiilisyystoimikunnalle seuraavat dokumentit:

- todistus laskurin verifiointista
- laskurin käyttöohje (+ mahdollinen ohje poikkeamatilanteisiin)
- lista alkutarkastetuista ja VH-sertifioiduista tehtaista laskurin käyttöönoton tai sertifikaatin uusinnan hetkellä
- esimerkkilaskelmat ja niistä tulostetut raportit kolmesta/viidestä reseptistä kalibrintireseptien mukaan laskettuna; kalibrintireseptit saa BY:stä
- tieto laskurin ohjelmoijasta (yrityksestä)
- tieto laskurin pääkäyttäjistä/pääkäyttäjistä
- lista tai lukumäärä laskurin käyttäjistä
- kuvaus pääkäyttäjän ohjeesta laskurin tietoja muutettaessa
- kuvakaappaus muutoslokin rakenteesta.

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, moduli 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	Laadunarvostelua	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 2. Asiakasraportti.

Kuva 3. Tehdasraportti.

5 SERTIFIOINTI

5.1 HYVÄKSYTTY SERTIFIOINTIELIN

Sertifiointi varmentaa BY-Vähähiilisyysluokituksen määrityksen ja kyseisen luokan mukaisen betonin valmistuksen. Vähähiilisen betonin sertifiointia voidaan hakea BY:n hyväksymältä sertifiointielimeltä, jonka tulee olla ilmoitettu laitos tai hyväksytty toimielin valmisbetonissa tai betonielementeissä. Sertifiointi edellyttää, että betonin valmistukselle on voimassa oleva tuotehyväksyntään liittyvä sertifikaatti, kuten esimerkiksi varmennustodistus (valmisbetonissa) tai CE-merkintä (betonielementeille). Sertifiointissa noudatetaan näiden ohjeiden lisäksi sertifiointielimen yleisiä sertifiointiohjeita ja -vaatimuksia.

5.2 ALKUTARKASTUS

Alkutarkastuksessa sertifiointielin tarkastaa valmistajan resurssit ja valmiudet vähähiilisen betonin valmistamiseen ja BY-vähähiilisyysluokituksen käyttöön. Lisäksi todennetaan vähintään yhden vähähiilisen betonilaadun laskenta ja annostelun toteutuminen tuotannossa. Hyväksytyin alkutarkastuksen jälkeen voidaan myöntää BY-Vähähiilisyysertifikaatti.

5.3 SEURANTATARKASTUKSET

Sertifiointielin todentaa tarkastuskäyntien yhteydessä edustavan joukon vähähiilisyyslaskelmia ja todistuksia sekä vertaa niitä annosraportteihin. Sertifiointielin tarkastaa vähintään kaksi vähähiillistä betonireseptiä. Otantana valitaan yksi uusi ja yksi vanha betoniresepti, jos sellaisia on. Mikäli vähähiilisyysluokiteltuja betonireseptejä on enemmän kuin 10, tarkistetaan vähintään 4 betonireseptiä. Jokaisesta todennettavasta vähähiilisestä betonireseptistä tarkastetaan jäljitettävyyden sekä lähtötietojen oikeellisuus: koostumus, raaka-aineet, kuljetusmatkat ja tehtaan energiakulutustiedot. Lisäksi todennettavista resepteistä tarkastetaan 5 toteutunutta annosraporttia eri valmistuspäiviltä.

Jos tarkastuksessa havaitaan poikkeamia, tulee korjaavat toimenpiteet aloittaa välittömästi. Jos poikkeama koskee vähähiilisyyslaskelman oikeellisuutta, tulee laskelma korjata ja korjattu asiakasraportti toimittaa asiakkaalle kahden viikon kuluessa. Poikkeamien korjaavat toimenpiteet todennetaan seuraavassa tarkastuksessa.

SUOMEN BETONIYHDISTYS