

Titel : Scope 3 analyse in situ beton

Project : CO2-Prestatieladder VHB
Projectnummer : VIDP3731-150

Documentnummer :
Revisie : 3.0
Status : Actualisatie & verdieping
Datum : 10-12-2014



Objectnummer :
WBS code :
Activiteitnummer :
Werkpakket :
Fase : CHECKPRINT
Opdrachtgever : Van Hattum en Blankevoort

Van Hattum en Blankevoort



Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen, verveelvoudigd, openbaargemaakt en/of overhandigd aan derden zonder voorafgaande toestemming van Van Hattum en Blankevoort

Van Hattum en Blankevoort, www.vhbinfra.nl

| | Naam: | Paraaf: | Datum: |
|----------------|--------------------|---|------------|
| Opgesteld: | R.H.J. Noordermeer |  | 4-12-2014 |
| Gecontroleerd: | SGS Intron |  | 24-12-2014 |
| Geautoriseerd: | J.J.A. Berkien | | |
| Vrijgegeven: | J.J.A. Berkien | | |



Project : CO2-Prestatieladder VHB
Objectnummer :
Projectnummer : VIDP3731-150
Documentnummer :
Revisie : 3.0

Document Historie

| Revisie | Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen | Datum |
|---------|--|------------|
| 1 | Analyserapport 2009 compleet (incl. bijlagen en oordeel Intron) | 15-03-2010 |
| 2.0 | Herziening, aanvulling en actualisatie van het rapport voor 2012 | 27-06-2014 |
| 2.1 | Inhoudelijke wijzigingen: van vergelijking 2009-2012 meer nadruk op 2012 | 10-10-2014 |
| 3.0 | Checkprint inclusief beoordeling door SGS Intron | 10-12-2014 |
| | | |
| | | |



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

VOORWOORD

Het meenemen van CO₂-reductie als integraal deel van het ontwerpproces is in de bouwsector in een stroomversnelling geraakt. Daar waar in 2009 nog met name intentieverklaringen lagen, beginnen op dit moment ook daadwerkelijk op de bouwplaats veranderingen waarneembaar te worden. Er mag dan ook met gepaste trots geconcludeerd worden dat de doelstellingen die men met de CO₂-Prestatieladder voor ogen had ook daadwerkelijk in de uitvoeringsfase tot hun recht beginnen te komen.

Een scherpe observator heeft de voorzichtige formulering in bovenstaande alinea opgemerkt: we staan namelijk met zijn allen nog steeds slechts aan het begin van wat er mogelijk is qua CO₂-reductie in deze branche. Uit dit actualisatierapport zal echter blijken dat de mogelijkheden om CO₂ te reduceren duidelijker op het netvlies staan, dat de snel te implementeren stappen al genomen zijn en dat de dialoog met partners en producenten druk bezig is.

Bij Van Hattum en Blankevoort (VHB) staat Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen hoog in het vaandel. Natuurlijk is het gebruik van bijvoorbeeld elektrische auto's en Groene Energie belangrijk. Met name de productie van cement blijkt echter een enorm grote bron van CO₂-productie binnen onze productieketen te zijn. Juist met betrekking tot onze hoofdactiviteit, namelijk het bouwproces, zijn de grote besparingen dus te behalen. Met initiatieven voor en onderzoek én implementatie van CO₂-besparende maatregelen in onze bouwprojecten weet dit bedrijf ook daadwerkelijk vorderingen te maken. Dit wordt door vakgenoten erkend via bijvoorbeeld het Runner Up Award die VHB in november 2013 mede gewonnen heeft voor de Green Deal Verduurzaming Betonketen. Uit de voorgaande zin is "mede" wellicht het belangrijkste woord: alleen door met onze partners, producenten en conculegae de handen ineen te slaan, kunnen we samen de CO₂-uitstoot in de bouwsector écht reduceren.

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van de CO₂-Prestatieladder zoals deze door Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO) voorgeschreven is. De analyse is uitgevoerd conform de eisen van niveau 5 van de ladder waar VHB zich aan conformeert. Het dient als controle- en evaluatiemiddel, maar ook als handvat voor de mogelijkheden waar VHB een reductie van de CO₂-uitstoot op scope 3 niveau mogelijk is. Ook vanuit het keurmerk Bewuste Bouwer worden de nodige eisen opgelegd waar VHB zich aan heeft gecommitteerd.

Met dit in gedachten wilt Van Hattum en Blankevoort graag alle betrokken partijen en personen bedanken voor hun medewerking, feedback en samenwerking. Met betrekking tot validatieberekeningen wordt in het bijzonder Intron bedankt. Zonder u allen zouden de vorderingen op het gebied van CO₂-reductie niet mogelijk geweest zijn.





SAMENVATTING

In dit document is een ketenanalyse van in het werk gestort beton uitgevoerd. De ketenanalyse is uitgevoerd naar aanleiding van de CO₂-Prestatieladder van Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO). SKAO heeft in 2011 het beheer van de CO₂-Prestatieladder overgenomen van ProRail waardoor ook andere opdrachtgevers, zoals Rijkswaterstaat, dit instrument nu toepassen.

Dit document is opgesteld door Van Hattum en Blankevoort (VHB). Het is samengesteld op basis van de eisen m.b.t. niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder en is ingedeeld naar de 4 aandachtspunten die in deze ladder naar voren komen bij de controles.

De opzet en verificatie van de aangehouden methode van de CO₂ berekeningen en de validatie van de beton en niet betongelerateerde CO₂-componenten heeft plaatsgevonden door INTRON. In 2009 heeft Prorail heeft met betrekking tot Intron als kennisinstituut een "op voorhand geen bezwaar" verklaring afgegeven op het gebied van levenscyclus analyse (LCA). De beoordeling door INTRON uit 2009 is terug te vinden als bijlage in de scope 3 analyse van 2009 [1]. De meest recente beoordeling uit 2012 is uitgevoerd in 2014.

Uit de uitgevoerde ketenanalyse blijkt dat 55% van de totale CO₂-uitstoot tijdens de bouwfase veroorzaakt wordt door de productie van beton: de grote boosdoener hierbij is het aandeel Portlandklinker in het gebruikte cement. Logischerwijs zijn de voorstellen voor CO₂-reductie binnen de betonketen van VHB daarom met name gericht op het reduceren van de benodigde hoeveelheid Portlandklinker. Tevens zijn de mogelijkheden onderzocht m.b.t. bijvoorbeeld transport, recycling en het verlengen van de levensduur van kunstwerken. Hierbij is, met het oog op de verschuiving naar de onderhoudsfase in DBFM-contracten, meer aandacht gegeven aan de gebruiksfase van de kunstwerken.

De ketenanalyse voor 2012 is uitgevoerd. Door Intron is als onafhankelijke partij is op deze berekening een controle uitgevoerd. Hierbij een overzicht van de cijfers:

| | 2012 |
|--|--|
| Aantal m ³ in situ beton | 56.622 m ³ |
| Embodied CO ₂ -gehalte totaal (kg CO ₂) | 7173*10 ³ kg |
| CO ₂ -aandeel transport (kg CO ₂) | 205.622 km → 685*10 ³ kg |
| Totale CO ₂ -emissies (kg CO ₂) | 7858*10 ³ kg |

In 2012 zijn naast de benoemde CO₂-besparende maatregelen ook aanvullende maatregelen getroffen: dit heeft in totaal een besparing opgeleverd van 598 ton CO₂.

De drie in 2009 gestelde doelen zijn met wisselend succes behaald (zie ook H8):

1. CO₂-emissie reductie vanuit de betonreceptuur;
Aan het gebruik van uitgestelde sterkteprestaties zijn door wetgeving na 2009 restricties verbonden. Daartegenover heeft het HyMoCo concept bewezen zeer effectief te zijn bij verharding van beton met lagere gehalten aan Portlandcement. Dit levert zowel economische als ecologische voordelen op.
2. CO₂-emissie reductie door toepassing van een hoger percentage granulaten;
Er zijn in 2012 een aantal projecten geweest waar granulaat gebruikt is, tot aan de wettelijk bepaalde maximum normen.
3. CO₂-emissie reductie vanuit de verwerkingssituatie;
Het onderzoek van de Hydration Stopper® is in 2012 vooral beperkt gebleven tot voorbereidingen.

Naast de ketenanalyse en de voorstellen voor CO₂-reductie binnen deze keten zijn de ketenpartners in beeld gebracht en zijn de mogelijkheden voor samenwerking binnen de keten benoemd. Tenslotte zijn de nieuwe doelen geformuleerd voor de scope CO₂-reducties van VHB.



INHOUDSOPGAVE

| | |
|---|-----------|
| VOORWOORD | 3 |
| SAMENVATTING | 4 |
| 1 INLEIDING EN ACHTERGROND PROJECT | 7 |
| 1.1 Achtergrond: de CO ₂ -prestatieladder | 7 |
| 1.2 Doel en werkwijze | 7 |
| 1.3 Leeswijzer | 8 |
| 2 DE CO₂-PRESTATIELADDER: EEN NADERE TOELICHTING | 9 |
| 2.1 CO ₂ Emissies volgens het GHG-protocol | 9 |
| 2.2 De niveaus op de CO ₂ -prestatieladder | 11 |
| 2.3 De beoordeling: 4 invalshoeken | 11 |
| 2.4 Het aandeel van in situ beton binnen het totale bouwproces | 12 |
| 2.5 Doelstelling van Van Hattum en Blankevoort | 13 |
| 3 INZICHT: KETENANALYSE IN SITU BETON | 14 |
| 3.1 De betonketen | 14 |
| 3.2 Grondstoffen van beton | 15 |
| 3.3 Betonverwerking (bouwfase) | 18 |
| 3.4 Gebruiksfase | 18 |
| 3.5 Sloop en afvalverwerking | 19 |
| 3.6 Transport | 19 |
| 4 INZICHT: (KWANTITATIEVE) BEREKENING CO₂ FOOTPRINT | 20 |
| 4.1 Samenvatting CO ₂ -footprint Scope 1 en 2 van VHB | 20 |
| 4.2 CO ₂ -footprint in situ beton | 20 |
| 4.3 Conclusies uit ketenanalyse | 26 |
| 5 REDUCTIEVOORSTELLEN EN –INITIATIEVEN VOOR IN SITU BETON | 27 |
| 5.1 Waarderingsmethode en criteria | 27 |
| 5.2 Verandering van de betonsamenstelling | 27 |
| 5.3 Slim / 'Lean' bouwen | 29 |
| 5.4 Onderhouds- en gebruiksfase | 30 |
| 5.5 Sloopfase en recycling | 31 |
| 6 SAMENWERKING: PARTNERANALYSE | 33 |
| 6.1 Identificatie van directe partners | 33 |
| 6.2 Mogelijkheden voor afspraken met ketenpartners | 34 |
| 6.3 Bestaande afspraken met ketenpartners | 35 |
| 7 INITIATIEVEN EN SAMENWERKINGSVERBANDEN | 36 |
| 7.1 Bewuste Bouwers | 36 |
| 7.2 MVO Netwerk Beton - Green Deal Verduurzaming Betonketen | 36 |
| 7.3 STUTECH / STUFIB – Duurzaamheid als ontwerpcriterium voor beton | 36 |
| 7.4 Netwerk Betonketen Woerden (NBW) | 37 |
| 7.5 Eigen initiatieven | 37 |
| 8 BEHAALDE RESULTATEN DOOR VHB | 38 |
| 8.1 Projectgebonden resultaten | 38 |
| 8.2 Algemene (bedrijfs-)resultaten | 39 |
| 9 BEOOGDE REDUCTIE DOELSTELLINGEN VAN VHB | 40 |
| 9.1 Huidige ontwerp- en bouwactiviteiten | 40 |
| 9.2 Onderzoek | 40 |



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

| | | |
|-----------|--------------------------------|-----------|
| 9.3 | Samwerking en initiatieven | 41 |
| 9.4 | Kennisontwikkeling en educatie | 41 |
| 10 | BIBLIOGRAFIE | 42 |

BIJLAGEN

BIJLAGE A ANALYSE VERWERKTE HOEVEELHEDEN IN SITU BETON (2012)

BIJLAGE B MEMO VOLKER INFRADESIGN: SAMENSTELLING BETONMENSELS (2012; ONVERANDERD T.O.V. 2009)

BIJLAGE C CO2-EMISSIEBEREKENING 3 GENERIEKE MENGSELS (2012)

BIJLAGE D BEREKENING CO₂-EMISSIES VAN DE 3 GROOTSTE PROJECTEN (2012)

BIJLAGE E MEMO VOLKER INFRADESIGN: DIALOOG SUGGESTIES (2009)

BIJLAGE F CO₂-FOOTPRINT VHB SCOPE 1-2, PERIODE 2009-2015

BIJLAGE G VHB: MEMO WINTERMAATREGELEN VERHARDINGSBEHEERSING

BIJLAGE H GEBRUIKTE CO₂-WAARDEN GRONDSTOFFEN (2012)

BIJLAGE I MEMO INTRON: BEOORDELING CO₂-EMISSIEBEREKENING DOOR SGS INTRON(2012)

BIJLAGE J MEMO VHB: REACTIE BEOORDELING CO₂-EMISSIEBEREKENING DOOR SGS INTRON (2012)



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

1 INLEIDING EN ACHTERGROND PROJECT

In de beleidsverklaring van Van Hattum en Blankevoort wordt aangegeven dat dit bedrijf een toonaangevende en innovatieve civiele bouwonderneming wenst te zijn, die in belangrijke mate op basis van Design & Construct, dan wel DBFM haar projecten verwerft en realiseert. Onze focus ligt op constructies in de verkeersinfrastructuur en op projecten in en op het water en in de ondergrond. VHB is zich hierbij bewust van haar verantwoordelijkheid jegens de maatschappij. Hierbij richten wij ons op het continu verbeteren van onze organisatie, processen én gedrag (operational excellence), marktleiderschap en op goede samenwerking binnen Volker Wessels.

Concreet betekent dit dat wij met alle betrokkenen op een open, transparante en waar nodig aantoonbare wijze elk negatieve invloed van onze activiteiten en producten op het milieu zoveel mogelijk trachten te voorkomen door het gebruik van energie te reduceren, (grond)stoffen optimaal te (her-)gebruiken en restafval te beperken en verantwoord te verwerken.

1.1 Achtergrond: de CO₂-prestatieladder

In 2009 heeft ProRail het initiatief genomen om een CO₂-Prestatieladder te implementeren. Inmiddels heeft ProRail in 2011 de CO₂-Prestatieladder verzelfstandigd en in eigendom gegeven van de onafhankelijke Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO). Deze Stichting is verantwoordelijk voor alle zaken de ladder betreffende: het gebruik, de doorontwikkeling, het beheer van het certificeringschema en de verbreding van deelnemende sectoren. CO₂-Prestatieladder Handboek versie 2.1 is de volgende stap in de doorontwikkeling van de CO₂-Prestatieladder. Handboek 2.1 is geaccepteerd door de Raad voor Accreditatie onder de accreditatienorm ISO/IEC 17021 (voor management systemen) en sindsdien sluit de ladder beter aan bij het Besluit Aanbestedingsregels voor Overheidsopdrachten [2].

1.2 Doel en werkwijze

Van Hattum en Blankevoort (VHB) is een van de grotere aannemers betrokken bij civiele constructies in Nederland. Het ecologisch en maatschappelijk verantwoord handelen (MVO) heeft een voorname positie binnen de bedrijfsvisie. Een belangrijk, objectief en kwantificeerbare maatstaf voor MVO is de hoeveelheid CO₂-uitstoot van het bedrijf.

De CO₂-Prestatieladder heeft Van Hattum en Blankevoort in 2009 aangezet om haar CO₂ footprint versneld in kaart te brengen volgens de principes van het Green House Gas-protocol / ISO 14064-1 [3]. De keuze voor deze principes is gebaseerd op het gegeven dat de CO₂-Prestatieladder sterk op deze richtlijnen leunt. Het huidige rapport is een actualisatie van het toenmalige rapport. In eerste instantie zijn de CO₂-emissies van 2012 in kaart gebracht. Daarnaast zijn globaal de ontwikkelingen ten opzichte van 2009 beschreven en zijn de cijfers waar nodig nader toegelicht. Bovendien zijn de doelstellingen voor de korte, middellange en lange termijn opnieuw vastgesteld en uitgewerkt.

Onderdeel van Niveau 5 van de CO₂-prestatieladder is het in kaart brengen van de scope 3 uitstoot van het bedrijf. Binnen het GHG-protocol [3, pp. 26-29] is een methode beschreven waarop deze scope 3 uitstoot in kaart kan worden gebracht. Deze methode is in het rapport aangehouden. In Hoofdstuk 2 wordt dieper ingegaan op deze methode en diens invloed op de doelstelling.

De opzet en verificatie van de aangehouden methode van de CO₂ berekeningen en de validatie van de beton en niet betongelerateerde CO₂-componenten heeft plaatsgevonden door INTRON. ProRail heeft met betrekking tot Intron als kennisinstituut in 2009 een "op voorhand geen bezwaar"-verklaring afgegeven op het gebied van levenscyclus analyse (LCA). De beoordeling door INTRON voor 2012 is opgenomen in dit rapport als Bijlage I.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is opgesteld aan de hand van de vier te beoordelen invalshoeken: Inzicht, Reductie, Transparantie en Samenwerking. Dit is terug te herkennen in de indeling van het rapport.

Het doel is eerstendeels het verschaffen van inzicht in de Scope 3 CO₂-emissies waar VHB bij betrokken is in haar werkzaamheden. De nadruk ligt hierbij op in situ (ofwel in het werk gestort) beton. In Hoofdstuk 2 is een beknopte uitleg gegeven over de CO₂-prestatieladder en de methodiek van het GHG-protocol. De hierop volgende ketenanalyse beschrijft in hoofdstuk 3 de verschillende stappen en in het productieproces van in situ beton. De kwantitatieve berekening van de complete CO₂-footprint van in situ beton bij VHB in 2012 volgt in Hoofdstuk 4.

Op basis van de eerste vier hoofdstukken wordt in hoofdstuk 5 een aantal concrete opties genoemd om bij VHB de CO₂-reductie door te voeren. Daarbij wordt aangegeven in welk stadium deze opties zich bevinden: sommige 'voorstellen' worden namelijk al op dit moment geïmplementeerd.

In hoofdstuk 6 en 7 wordt dieper ingegaan op de invalshoek 'samenwerking'. Hoofdstuk 6 geeft met de identificatie van de partners binnen de Scope 3 ketenanalyse nog een stuk inzicht m.b.t. de relevante partijen waaraan eisen gesteld dienen te worden door VHB. Toeleveranciers behoren bijvoorbeeld minimaal niveau 3 op de CO₂-Prestatieladder te scoren. Hoofdstuk 7 richt zich meer op de partijen waarmee VHB samen onderzoek doet en initiatieven onderneemt.

In hoofdstuk 8 worden de resultaten op een rij gezet die door VHB geboekt zijn: hier wordt dus duidelijk en kwantificeerbaar de hoeveelheid CO₂ vastgesteld dat bespaard is. Met het oog op deze resultaten, het verkregen inzicht én de voorgestelde reductiemaatregelen volgen in Hoofdstuk 9 de beoogde reductiedoelstellingen van VHB op korte, middellange en lange termijn. Ook worden de doelen betreffende samenwerking en de partners binnen de ketenanalyse benoemd.



2 DE CO₂-PRESTATIELADDER: EEN NADERE TOELICHTING

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe het GHG-protocol CO₂-emissies in kaart brengt en hoe ProRail de genoemde prestatieniveaus heeft gedefinieerd, alsmede de invalshoeken waarop een bedrijf beoordeeld wordt. De doelstellingen van dit rapport worden hierop gestoeld en concreet verwoord.

2.1 CO₂ Emissies volgens het GHG-protocol

Binnen het GHG-protocol [3, pp. 26-29] is een methode beschreven waarop CO₂ emissies in kaart kunnen worden gebracht. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de mate waarop het bedrijf invloed heeft op deze emissies.

Scope 1 emissies: directe emissies

Scope 1 of directe emissies zijn emissies door de eigen organisatie, zoals emissies door bedrijfsinstallaties en bedrijfswagens.

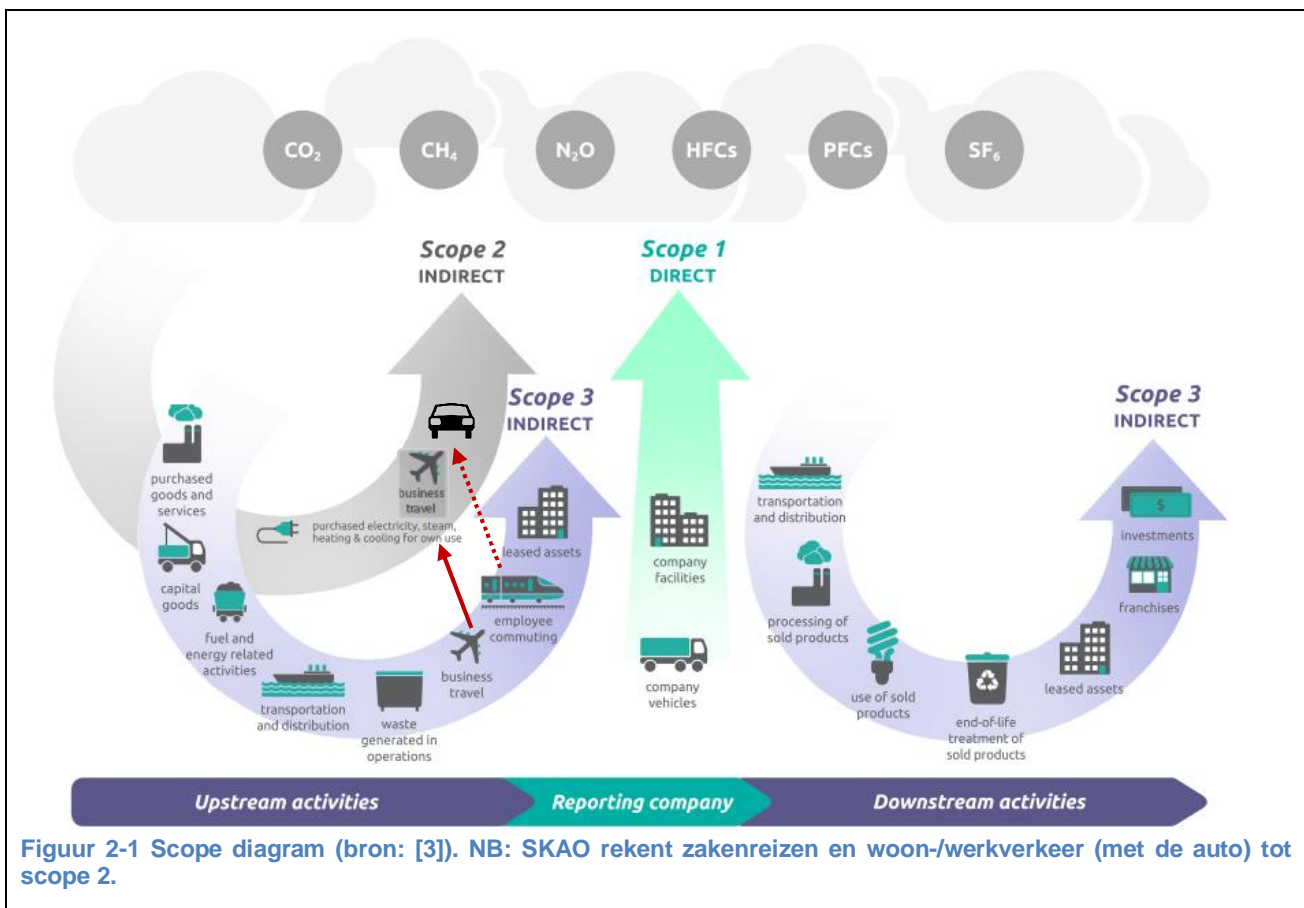
Scope 2 emissies: indirecte emissies m.b.t. energieleveranciers

Scope 2 of indirecte emissies worden door externe partijen uitgestoten om elektriciteit te leveren (bijvoorbeeld een energieleverancier) die het bedrijf gebruikt. NB: SKAO rekent zakenreizen en woon-/werkverkeer met de auto tot scope 2. Woon-/werkverkeer via openbaar vervoer blijft scope 3. [2]

Scope 3 emissies: overige indirecte emissies

Scope 3 emissies of overige indirecte emissies zijn een gevolg van de activiteiten van het bedrijf (de organisatie) maar komen voort uit bronnen die geen eigendom van het bedrijf zijn noch beheerd worden door het bedrijf. Voorbeelden zijn emissies voortkomende uit de productie van ingekochte materialen, de verwerking van het afval en het gebruik van het door het bedrijf aangeboden/verkochte werk, dienst of levering.[2]

Figuur 2.1 geeft een illustratie van scope 1, 2 en 3.





| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

2.1.1 Uitgelicht: scope 3 emissies volgens het GHG-protocol

In §2.2 staat dat om niveau 4 (en dus ook niveau 5) van de prestatieladder te behalen, de scope 3 emissies gedefinieerd en vervolgens gereduceerd dienen te worden. Binnen het GHG-protocol [3, pp. 30-31] is een methode beschreven waarop deze scope 3 emissies in kaart kunnen worden gebracht. De methodiek bestaat uit 4 stappen:

1. Breng de waardeketen van het bedrijf/product op hoofdlijnen in kaart.

Een volledige LCA-analyse is hier niet nodig: wel wordt aangeraden om de categorieën voor de scope 3 emissies te gebruiken. Deze categorieën zijn te zien in figuur 2-1 en worden gedetailleerder benoemd in het GHG-protocol [3, p. 29].

2. Bepaal de relevante scope 3 emissiebronnen.

Afhankelijk van de inkoop, vervoer en gebruik van materialen en het bouw- en sloopproces kunnen de grootste veroorzakers van CO₂-uitstoot binnen de keten gedefinieerd worden. Hierbij is het zeer belangrijk om de afbakening van de keten in acht te nemen. Tijdens de gebruiksfase is bijvoorbeeld het stroomverbruik voor verlichting binnen de keten van het gehele bouwwerk bepalend; voor de keten “in situ beton” is dit echter niet aan de orde.

3. Definieer de scope 3 –gerelateerde partners binnen de keten.

Juist de definitie van een scope 3 analyse maakt het essentieel om de partners binnen deze keten goed in kaart te brengen. Voorbeelden zijn producenten en leveranciers van grondstoffen, energie, materieel en diensten vooraan in de keten en onderhoudskundigen, opdrachtgevers en/of gebruikers achterin in de keten. Het is belangrijk om hierbij de partners die een relatief groot deel van de CO₂-emissies in de keten introduceren, te benoemen.

4. Kwantificeer de benoemde scope 3 emissies.

Na de vorige 3 stappen uitgewerkt te hebben, moet het duidelijk worden om welke hoeveelheden het gaat m.b.t. de CO₂-emissies. Ook is duidelijk waar intern en bij welke partners (extern) informatie hierover opgevraagd kan worden.



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

2.2 De niveaus op de CO₂-prestatieladder

De CO₂-prestatieladder is opgezet om het milieubewust ondernemen (in de vorm van CO₂-reductie) van bedrijven te belonen en daarmee te stimuleren. De score die door een aannemer op deze prestatieladder behaald wordt is van invloed op de (fictieve) aanbestedingsprijs, waarmee o.a. ProRail rekent tijdens aanbestedingen. Een hogere score op deze ladder betekent een hogere (fictieve) korting. Voor aannemers betekent dit een extra mogelijkheid om zich, naast kwaliteit en prijs, te onderscheiden van de concurrentie. Hieronder is letterlijk uit het Handboek CO₂-prestatieladder [2, p. 11] geciteerd wat deze niveaus zijn:

Niveau 1, 2 en 3: Het eigen CO₂-huis op orde

Deze eerste niveaus van de ladder leiden tot de 'carbon footprint' (scope 1 en 2) van het bedrijf en zijn projecten met reductiedoelstellingen en de nodige interne en externe communicatie en een actieve rol in de sector of keten. Een en ander is gebaseerd op onderzoek inzake eigen energieverbruik met maakbare doelstellingen voor reductie.

Met name op niveau 3 en hoger is het extern communiceren een vereiste voor een doeltreffende werking van de ladder binnen de sector en daarbuiten. De blijvende toegankelijkheid van de gepubliceerde informatie verdient expliciete aandacht.

Niveau 4: Samen met en voor de sector en/of branche

In aanvulling op het inzicht op niveau 3 en lager in de scope 1 en 2 emissies worden op niveau 4 ook scope 3 emissies betrokken. Het karakteristieke van niveau 4 zit hem in innovatieve initiatieven en resultaten voor CO₂-bewust handelen en reductie van indirecte emissies, scope 3 gerelateerd.

[Kenmerkende eigenschappen voor niveau 4 zijn: "(...) de waardeketengedachte, het innovatieve (nieuwe kennis en inzichten), het samen bijdragen aan reductie; het initiatief nemen/participeren, het bedrijfsgrensoverschrijdend sectoraal denken, het open karakter, de dialoog met de buitenwereld etc. wat in alle aspecten op dit niveau beleidsmatig en planmatig ingevuld moet zijn".

Niveau 5: Op maatschappelijk (landelijk) niveau

Met name op dit niveau krijgen de CO₂-prestaties een maatschappelijke betekenis: eigen aanbieders doen mee, publiekelijk commitment, samenwerking met GO en/of NGO [(non-) governmental organization], bereiken van gestelde doelen etc.

Voor een uitgebreidere uitleg over deze niveaus wordt verwezen naar het Handboek CO₂-prestatieladder van de Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO).

2.3 De beoordeling: 4 invalshoeken

Bij het beoordelen van de CO₂-prestatie wordt per niveau beoordeeld hoe het bedrijf scoort. Daarbij wordt vanuit vier invalshoeken gekeken; zelfinzicht, reductie-commitment, transparantie en samenwerking. Op basis van de totaalbeoordeling wordt het bedrijf gecertificeerd voor een bepaalde trede op de ladder [4]. De 4 invalshoeken zijn met weegfactoren weergegeven in Figuur 2-2.

| Code | Invalshoek | Weegfactor |
|------|--|------------|
| A | Inzicht (in de eigen CO ₂ -uitstoot) | 40% |
| B | CO ₂ -reductie (de ambitie waaraan men zich committeert) | 30% |
| C | Transparantie (hoe communiceert men daarover intern en extern) | 20% |
| D | Samenwerking met collega-bedrijven op het gebied van CO ₂ -reductie | 10% |

Figuur 2-2: De 4 invalshoeken van de CO₂-prestatieladder, gekoppeld aan weegfactoren voor de beoordeling [4]



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

De bovenstaande beoordelingsmethode laat zien dat het in de allereerste plaats zeer belangrijk is om de eigen CO₂-uitstoot goed in kaart te hebben: alleen als er op dit punt voldoende inzicht is, wordt het tenslotte mogelijk om deze CO₂-uitstoot bij de geconstateerde bedrijvigheden, terug te dringen.

Als tweede wordt van een bedrijf verwacht dat ze concrete plannen opstelt om bij deze bedrijvigheden de CO₂-uitstoot te reduceren. Vervolgens hoort bij het hogere prestatieniveau ook de verwachting dat het bedrijf zich daadwerkelijk committeert aan de opgestelde doelen.

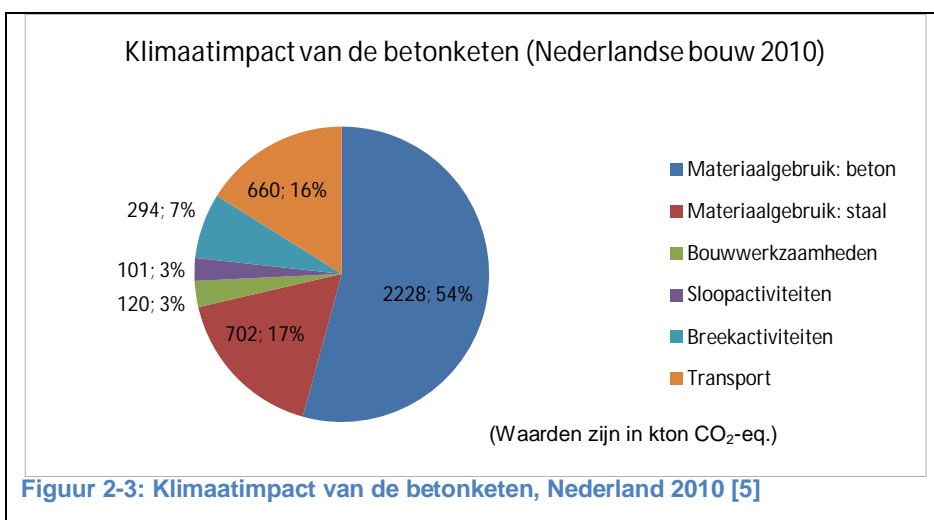
Middels transparantie wordt het voor onafhankelijke derden óók inzichtelijk gemaakt wat de methodes van het bedrijf zijn wat betreft CO₂-reductie en wordt het mogelijk de voortgang van het bedrijf te controleren, maar wordt het tevens mogelijk om als bedrijven van elkaar te kunnen leren.

Tenslotte wordt actieve samenwerking met andere bedrijven gestimuleerd om samen initiatieven en afspraken te ontwikkelen, waarbij naast financieel gewin óók maatschappelijk verantwoord handelen een centrale rol heeft, hier in de vorm van CO₂-reductie.

De indeling van dit rapport is gebaseerd op deze vier invalshoeken. Het doel hiervan is om de indeling maar ook de beoordeling van dit rapport volgens de CO₂-reductieladder logisch te houden.

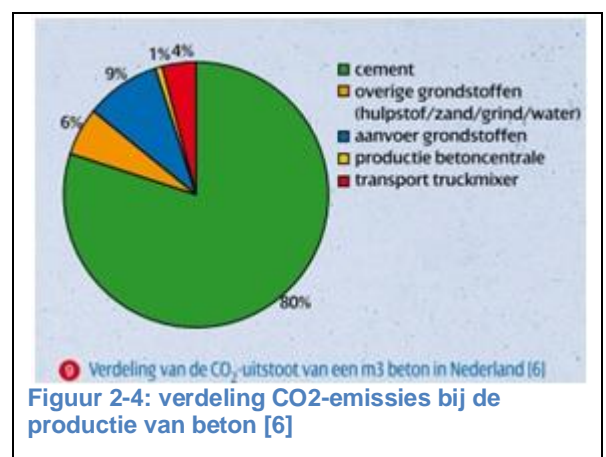
2.4 Het aandeel van in situ beton binnen het totale bouwproces

De reden om een ketenanalyse uit te voeren van in situ beton is snel genoeg te achterhalen uit het aandeel binnen de hoofdketen voor (gewapend en ongewapend) beton in de Nederlandse bouw [5].



Het gebruik van het materiaal beton blijkt hier verreweg de grootste aandeel te hebben (54%). Andere factoren van belang zijn het staalgebruik (17%) en het transport (16%). De daadwerkelijke bouw- en sloopactiviteiten blijken een relatief klein aandeel te hebben binnen het totale proces.

De grootste klappen met betrekking tot CO₂-reductie binnen het bouwproces vallen dus te behalen bij de CO₂-reductie binnen de productie van de grondstoffen en halffabricaten voor beton (met name portlandcement, zie Figuur 2-4). Door de ketenanalyse van in situ beton goed in kaart te hebben en daarmee de belangrijkste oorzaken van CO₂-uitstoot te identificeren, wordt het mogelijk om de belangrijkste opties voor CO₂-reductie te benoemen.





| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

2.5 Doelstelling van Van Hattum en Blankevoort

Binnen het kader van het maatschappelijk verantwoord handelen is de reductie van een significant deel van haar carbon footprint één van de centrale doelstellingen van Van Hattum en Blankevoort. SKAO geeft ons bedrijf met de CO₂-Prestatieladder een goed handvat om dit te bewerkstelligen: doel is dan ook om met een proactieve houding en regelmatige evaluaties de stappen te (blijven) nemen om een niveau 5 certificering op de CO₂-prestatieladder te behalen en te behouden. De doelstellingen zoals in het Handboek CO₂-prestatieladder tot en met niveau 5 gedefinieerd zijn, zijn het referentiekader voor de doelstellingen van het bedrijf.

Onderdeel van Niveau 4 (dus ook Niveau 5) van de CO₂-prestatieladder is het in kaart brengen van de scope 3 uitstoot van het bedrijf. Binnen het GHG-protocol [3, pp. 30-31] en het Handboek CO₂-prestatieladder zijn de aandachtspunten beschreven waarmee deze scope 3 emissies in kaart kunnen worden gebracht. De methodiek bestaat uit 4 stappen:

1. **Inzicht:** verkrijg inzicht in de CO₂-emissies van het bedrijf/product door o.a. de ketenemissies van het bedrijf/product op hoofdlijnen in kaart te brengen. Bepaal de relevante scope 3 emissiebronnen en kwantificeer deze.
2. **Reductie:** bepaal hoe deze emissiebronnen gereduceerd kunnen worden en stel gekwantificeerde doelen. Geef aan welke innovaties aan deze reducties ten grondslag liggen.
3. **Transparantie:** deel de informatie over al deze punten zowel extern als intern op een overzichtelijke en transparante wijze.
4. **Samenwerking:** breng de bedrijven in kaart die te maken hebben met onze scope 3 emissies. Onderhoud goede relaties met partners binnen de keten en ga indien nodig de discussie aan m.b.t. hun eigen CO₂-ladder prestaties. Beschrijf de samenwerkingsverbanden waar het bedrijf deel van uitmaakt en geef aan in welke fase deze verbanden zich bevinden.

Dit document bevat de uitwerking van de 4 stappen voor de keten van in het werk of 'in situ' gestort beton. Wanneer men kijkt naar de onderhanden projecten (2012), dan vormt beton verwerken een van de kernactiviteiten binnen de werkzaamheden van VHB. §2.4 gaf al aan dat de productie van cement al jaren bekend was als een activiteit met een hoge CO₂ uitstoot. Gezien het feit dat het verwerken hiervan een van de kernactiviteiten van onze werkzaamheden betreft en het een proces is waar wij als bedrijf invloed op uit kunnen oefenen, is er genoeg reden om hiervan een analyse te maken.

Vanwege de complexiteit en omvang blijft de scope van deze analyse beperkt tot de reductiemogelijkheden van de keten "in situ / in het werk gestort beton". Andere (sub-) ketens als bijvoorbeeld bekisting, wapeningsstaal en het hergebruik van betongranulaat als fundering in de wegenbouw worden in dit rapport niet verder geanalyseerd. Wél worden deze benoemd om zo de raakvlakken met deze andere ketens (en bijbehorende ketenanalyses) in kaart te brengen.



Figuur 2-5: Foto Westrandweg in de uitvoeringsfase. Dankzij verbeterde verhardingsbeheersingstechnieken (HyMoCo) is bij dit project een significante hoeveelheid CO₂ bespaard.

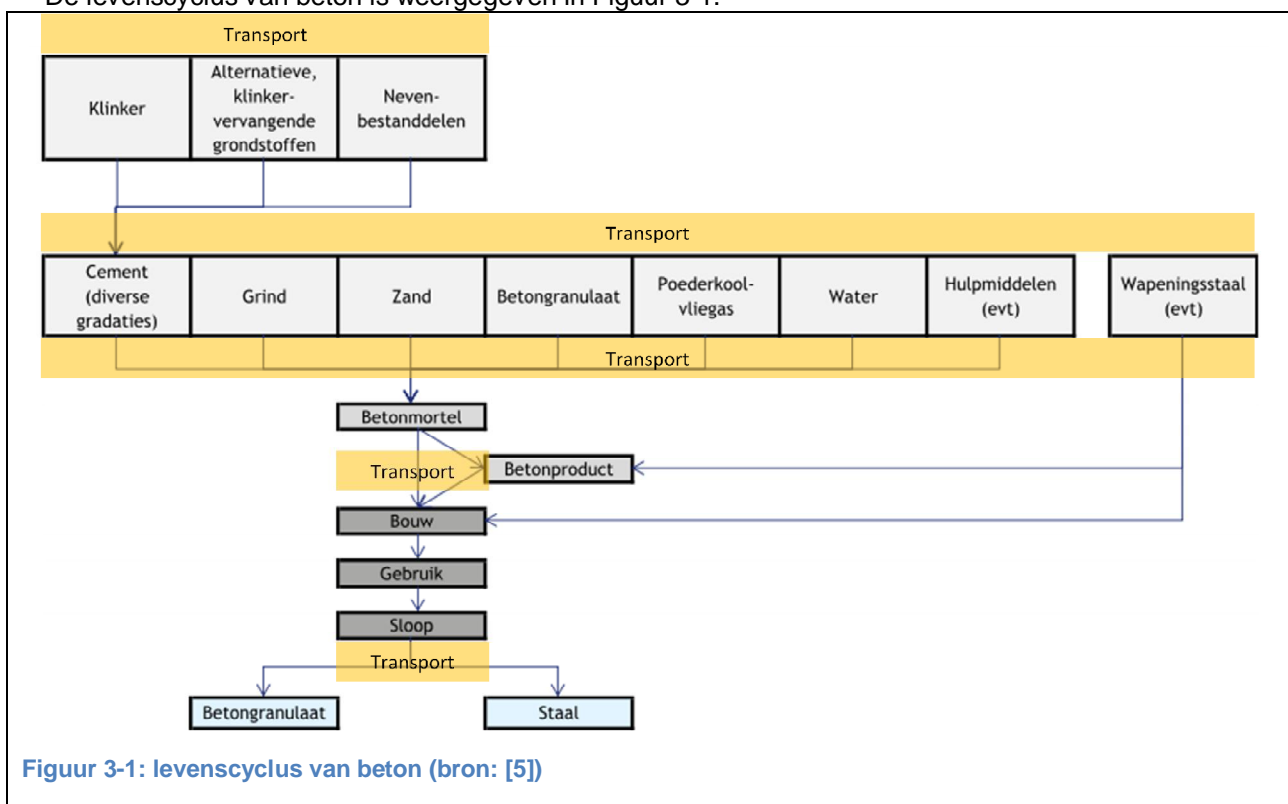


3 INZICHT: KETENANALYSE IN SITU BETON

Nu in situ beton als een van de relevante emissiebronnen geïdentificeerd is, kan de scope 3 emissie hiervan berekend worden. Om deze berekening te kunnen maken is het noodzakelijk om de keten van de verschillende emissiebronnen in kaart te brengen, zodat directe en indirecte partners in de productketen geïdentificeerd kunnen worden. Na deze identificatie kunnen de partners direct benaderd worden om zodoende de beschikking te krijgen over betrouwbare informatie en mogelijkheden te creëren tot keten initiatieven voor CO₂-reductie. Het invullen van de CO₂ uitstoot in de keten en het identificeren van CO₂ besparingsmogelijkheden vindt plaats in stap 4. In dit hoofdstuk is de keten uitgewerkt.

3.1 De betonketen

De levenscyclus van beton is weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1: levenscyclus van beton (bron: [5])

Behalve bij de winning, productie en/of verwerking van de gegeven grondstoffen, halffabrikaten en producten wordt ook CO₂ uitgestoten tijdens het transport naar en van de locaties. Bij de uitwerking van deze keten moeten de relevante producten en processen in de levenscyclus van beton beschouwd worden.

3.1.1 Achtergrond: Product en proces

Beton als bouw materiaal is een samenvoeging van cement en verscheidene toeslagmaterialen (meestal een combinatie van zand en grind), dat de eigenschap heeft om na toevoeging van water te verharderen. Hierdoor kan in uitgeharde toestand de hardheid en duurzaamheid van natuurlijk gesteente geëvenaard worden, indien gewenst. Doel van de verhouding cement/zand/grind is om zo efficiënt mogelijk het toeslagmateriaal te verdichten, en de overgebleven holtes tussen de grind- en zandkorrels met behulp van het cement te vullen en te verlijmen. De verharding van cement is een exotherme chemische reactie die een bepaalde hoeveelheid water vraagt. Een teveel aan water veroorzaakt poriën en levert daardoor een zwakker beton op. De water/cement-factor is dan ook een belangrijk gegeven voor het maken van het juiste beton met de juiste sterkte [7]. Cement is als



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

bindmiddel cruciaal voor met name de sterkte van het beton. Ook andere eigenschappen zoals de milieuklasse van het beton zijn in sterke mate afhankelijk van de cementsoort en –gehalte.

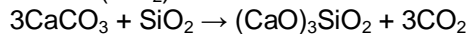
3.2 Grondstoffen van beton

3.2.1 Cement

Cement is een snelhardend bindmiddel dat gebruikt wordt voor metselwerk en in beton. Het bestaat uit fijngemalen materialen (zoals “klinker”, kalksteen, gips en hoogovenslak) dat na het mengen met water een min of meer plastische massa vormt, die zowel onder water als in de buitenlucht verhardt en daartoe geschikte materialen verlijmt tot een steenachtige materiaal. Van alle materialen in de cementnorm NEN-EN 197 worden er slechts drie op grote schaal in Nederland toegepast: hoogovencement, portlandcement en portlandvliegascement [7].

Portlandcement

Portlandcement (ofwel CEM I cement) wordt verkregen door het vermalen van Portland klinker met een geringe hoeveelheid gips. Portland klinker (of kortweg “klinker”) wordt geproduceerd door het branden van klei, kalk en schalie bij temperaturen van 1450°C [8, p. 73]. In grote lijnen reageren het silicaat (SiO₂) in de klei en de schalie met de kalk (CaCO₃) als volgt:



Het vrijkomen van koolstofdioxide wordt ook wel decarbonisatie genoemd. Deze CO₂-emissie komt bovenop de emissies die horen bij het verhitten van de ovens tot de benodigde temperatuur.

De CO₂-emissies die vrijkomen bij de productie van Portlandcement is circa 0,9 ton CO₂ /ton cement [8]. PC-klinker is hiermee verreweg de grootste veroorzaker van CO₂ in de betonketen.

De voorraad van kalksteen en/of mergel is in ons land beperkt en is daardoor vaak afkomstig uit het buitenland. Het winnen hiervan gaat robuust en heeft gevolgen op het milieu en omgeving. De ENCI-groeve in Maastricht is een voorbeeld van de gevolgen en de publieke reacties die bij het winnen van kalksteen [<http://nl.wikipedia.org/wiki/ENCI-groeve>].



Figuur 3-2: ENCI-groeve aan de Sint-Pietersberg bij Maastricht [Wikipedia, illustratie door Kleon3]

Ongeveer 40% van het in Nederland gebruikte cement is portland- of portlandvliegascement. Portlandcement kenmerkt zich door de hoge aanvangs- en eindsterkte en is hierdoor zeer geschikt om snel te kunnen ontkisten en voorspannen. Door deze snelle beginverharding is portlandcementbeton minder gevoelig voor nabehandeling na het ontkisten. Beton met portlandcement heeft een relatief grove poriënstructuur ten opzichte van hoogovencement [7].

Hoogovencement

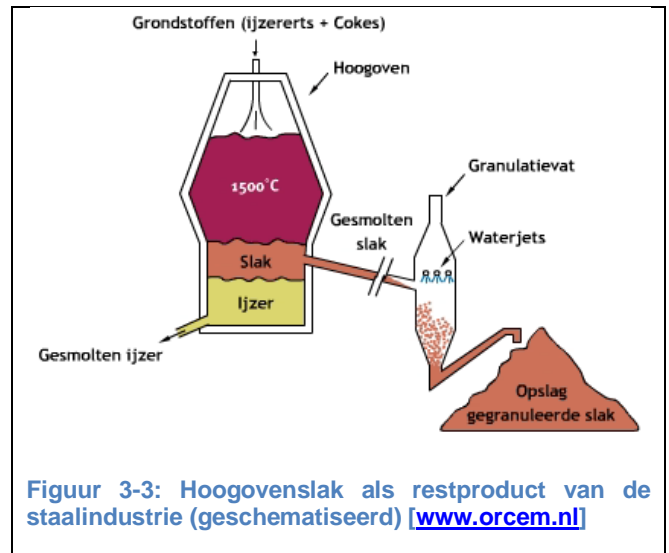
Hoogovencement (ofwel CEM III cement) wordt verkregen door het vermalen van 70% hoogovenslak met 30% PCKlinker en een geringe hoeveelheid gips/anhydriet. De CO₂-emissie die vrijkomt bij de productie van Portlandcement is circa 0,3 ton CO₂ /ton cement [8]. De verminderde CO₂-uitstoot ten opzichte van pure Portlandcement is dus bijna rechtevenredig aan de vermindering van de hoeveelheid PCKlinker.

Hoogovenslak is een restproduct uit de staalindustrie, zoals de hoogovens in IJmuiden, en heeft zogenoemde latent hydraulische eigenschappen. Bij latent hydraulische stoffen komt de reactie met water pas goed op gang in aanwezigheid van een activator. In het geval van hoogovenslak wordt hiervoor portlandcementklinker gebruikt. Door menging van hoogovenslak met klinker en gips ontstaat



een cement met een hoge sterkteontwikkeling en een duurzaam karakter. Door het verschil in chemische samenstelling en door de verschillende reactiemechanismen heeft cementsteen van hoogovencement een veel dichtere poriënstructuur dan dat van portlandcement. Hierdoor toont het beton strakker en is het duurzamer tegen stoffen van buitenaf zoals chloriden en sulfaten.

Bij normale temperaturen verloopt, vooral in het begin, de hydratatie van slak trager dan van klinker. Dit heeft invloed op de gemeten sterkteontwikkeling van het cement. De kwaliteit van cement wordt voor een belangrijk deel bepaald door de sterkte die daarmee bereikt kan worden na een periode van 28 dagen verharden. De producenten zorgen er voor dat zowel Portland- als hoogovencement nagenoeg gelijk presteren na 28 dagen. Het hoogovencement zal echter door de tragere opstarttijd van de chemische reactie op een later tijdstip zijn eindsterkte bereiken. Na 28 dagen zal het hoogovencement langer een toename in sterkte te zien blijven en heeft het dus een grotere naverharding dan portlandcement. In feite betekent dit dat bijvoorbeeld c30/37 CEMIII beton op langere termijn een grotere sterkte ontwikkeld heeft dan c30/37 CEM I beton (!).



Door de tragere beginverharding van hoogovencement ontstaat soms een langere ontkistingstijd en is verscherpte aandacht voor nabehandeling van de oppervlakte van het gestorte beton nodig [7]. De temperatuur kan een grote factor zijn in de keuze van cementsoort. Ook is de invloed van temperatuur op de hydratatiesnelheid is bij hoogovencement groter dan bij portlandcement. Hierdoor wordt de verharding bij lage temperaturen vertraagd en kunnen er (nog) langere bekistingstijden ontstaan in de wintermaanden.

Portlandvliegascement

Portlandvliegascement (ofwel CEM II/b-v cement) wordt verkregen door het toevoegen van poederkoolvliegascement aan portlandcement. Poederkoolvliegascement is een afvalproduct voornamelijk afkomstig uit steenkool gestookte energiecentrales. Het is een fijn poeder, dat elektrisch of mechanisch is afgescheiden uit rookgasen met poederkool. Poederkoolvliegascement kan een deel van het basisingrediënt portlandklinker vervangen, zonder dat de puzzolane eigenschappen veranderen. Puzzolane eigenschappen zorgen er voor dat, in reactie met water, een vaste stof ontstaat, die later niet meer in water oplost.

Vliegascement heeft een tweeledige functie. Ten eerste kan vliegascement worden toegediend als component van het cement en ten tweede als extra bestanddeel in de betonspecie. Deze laatste eigenschap kan als vervanging dienen voor een gedeelte van het cement of op aanvulling van de fijne zandfractie.

Met het gebruik van vliegascement voor de productie van cement/beton wordt voor twee maatschappelijke problemen een goede oplossing gevonden. Ten eerste wordt een reststof, de vliegascement, niet meer als afval gedumpt. Ten tweede wordt daardoor minder primaire kalksteen voor de cementfabricage gebruikt. Jaarlijks wordt er zo'n 800.000 ton vliegascement geproduceerd, waarvan het grootste deel wordt gebruikt in productie van cement en beton. Hierdoor kan dit een goede bijdrage leveren in de vermindering van de winning van kalksteen [7].

Tabel 3-1: CO₂-uitstoot per cementtype

| Cementtype | Verhouding secundaire bindmiddel | Verhouding CEM I cement | CO ₂ productie [ton/ton cement] |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
| Portlandcement | - | ≥ 90% | 0,90 |
| Portlandvliegascement | 65% | 35% | 0,35 |
| Hoogovencement | 70% | 30% | 0,30 |



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

Er moet hierbij overigens vermeld worden dat zowel hoogovenslak als poederkoolvliegias een embodied CO₂-gehalte hebben. Vanwege het feit dat het hier om gerecyclede materialen gaat en de CO₂-footprint van deze materialen daarbij in andere ketens al zijn opgenomen, worden deze echter in de keten voor in situ beton verdisconteerd (er is echter nog steeds een CO₂-footprint door verwerking en vervoer van het product). Uit Tabel 3-2 blijkt dat de CO₂-footprint van hoogovenslak per ton hoger is dan die van vliegias: doordat het slak echter een hoger aandeel PCKlinker kan vervangen dan vliegias is de totale CO₂-reductie van CEM III hoger dan die van CEM II/b-v.

Tabel 3-2: CO₂-gehalten van hoogovenslak en poederkoolvliegias [9]

| Cementtype | CO ₂ productie [ton/ton materiaal] |
|---|--|
| Poederkoolvliegias (F-type) | 0,0270 |
| Hoogovenslak (Ground granulated blast furnace slag (GGBFS)) | 0,1430 |

3.2.2 Toeslagmaterialen

In beton nemen de toeslagmaterialen ongeveer driekwart van het totale volume in. Zij vervullen daarbij de functie van inerte, dat wil zeggen niet aan de reactie deelnemende vulling, aan elkaar gelijmd door cementsteen. De meest voorkomende materialen voor toeslagmateriaal in Nederland zijn zand, grind en granulaten. Het zand en grind is vaak afkomstig uit ons eigen land [7]. Het komt echter ook voor dat de prijzen van zand of grind in andere landen dermate goedkoper zijn, dat deze grondstoffen geïmporteerd worden. Dit kan voor deze grondstoffen m.b.t. winning en transport een veel hogere carbon footprint betekenen. Het is dus binnen deze ketenanalyse van belang dat er vanuit de leveranciers informatie beschikbaar is m.b.t. herkomst en winning van de grondstoffen.

Granulaten zoals betongranulaat en menggranulaat uit slooafval zijn in zekere zin fijngemalen afvalproducten, die als gedeeltelijke vervanger kunnen dienen van het gebruikelijk toeslagmateriaal zand en grind. De kwaliteit van het granulaat kan de uiteindelijke betonkwaliteit beïnvloeden door de aanwezigheid van eventuele verontreinigingen en de gevolgen voor levensduur (porositeit) en het cementgehalte. De granulaten dienen grondig getest te worden voor toepassing in beton. Als basis regel in de Nederlandse aanvulling NEN 8005 op de Europese betonnorm NEN-EN 206-1 geldt dat het grove toeslagmateriaal in betontoepassingen voor 20% uit granulaat zou kunnen bestaan, zonder dat het de duurzaamheid en de sterkte van het beton significant beïnvloeden. Rijkswaterstaat (via het ROK) en ProRail (via het OVS) stellen nog aanvullende eisen aan het gebruik van granulaat.

3.2.3 Hulpstoffen en toevoegingen

In beton kunnen veel verschillende soorten hulpstoffen gebruikt worden. Deze dienen om de eigenschappen van het beton te verbeteren of aan te passen.

- *plastificeerders*, die de verwerkbaarheid van het beton verhogen zonder water toe te voegen (en dus de sterkte te verminderen);
- *bindingsvertragers*, zoals suiker, om een betonmengsel gedurende langere tijd te kunnen gebruiken;
- *luchtbelvormers*, om de vorst/dooizoutbestendigheid van het beton te verhogen.

Als vervanging van het zand en de granulaten worden soms ook toegevoegd:

- *vulstof*, een inert poeder van gemalen baksteen, om de stabiliteit van het mengsel te verhogen;
- *vliegias*, die als plastificeerder optreedt en puzzolane eigenschappen heeft;
- *silica fume* (ultrafijn ferro-siliciumpoeder), met sterke puzzolane eigenschappen.

Een nadeel is echter dat fijne poeders tijdens hun reactie meer water nodig hebben en daarmee soms het cementgehalte opdrijven, wat juist om meerdere redenen onwenselijk is. De voordelen m.b.t. CO₂-besparing worden dan mogelijk tenietgedaan.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

3.3 Betonverwerking (bouwphase)

Op basis van de gemaakte afspraken wordt de betonmortel geproduceerd en per (truck-) mixer op het werk afgeleverd. Het verwerken en verspreiding van beton geschiedt door gebruik te maken van een kraan met kubel of een betonpomp. De benodigde wapening en de mal of bekisting zijn van tevoren geplaatst. Indien er sprake is van traditioneel beton wordt er verdicht middels trilnaalden en volgt verharding en nabehandeling. Bij zelfverdichtend beton (zvb) is verdichting met elektrisch aangedreven trilnaalden niet nodig en is enkel nabehandeling genoeg. Zvb heeft echter een hoge embodied CO₂-gehalte. Bij beter verwerkbaar betonmengsels zijn minder snel hulpstoffen nodig en zou men minder snel zvb hoeven te gebruiken.

Gemiddeld wordt er jaarlijks naar schatting zo'n 5% van de betonmixers (vrachtwagens) teruggestuurd naar de betoncentrale om diverse redenen. Voorbeelden hiervan zijn :

- Kapotte transportmiddelen zoals kranen of betonpompen;
- Het te laat stil leggen van de betonaanvoer vanaf de betoncentrale;
- Diverse vertragingsoorzaken waardoor betonmixers té lang op het werk staan te wachten en daardoor de beperkte verwerkingstijd verstreken is.

Tijdens de bouwphase moet ook rekening gehouden met externe partijen als bijvoorbeeld partners, onderaannemers en andere leveranciers van diensten. Voor een niveau 5 certificering op de CO₂-prestatieladder moet VHB ervoor waken dat deze bedrijven minimaal een niveau 3 certificering op de ladder hebben. Als alternatief kunnen contractueel op projectbasis afspraken gemaakt worden.

3.4 Gebruiksphase

Bij bouwprojecten wordt de gebruiksphase in toenemende mate belangrijk voor aannemers. Met de nieuwe DBFM (Design, Build, Finance, Maintain) contractvormen is met name onderhoud van belang. Bij de utiliteitsbouw is het energieverbruik van de gebruiker verantwoordelijk voor het leeuwendeel van de CO₂-uitstoot; dit rapport beperkt zich echter tot de civiele (weg- en water-) bouw.

3.4.1 Slijtage en andere schademechanismen

Wat betreft onderhoud bij beton is een belangrijk deel het voorkomen en repareren van schade. Belangrijke voorbeelden zijn verweer van het betonoppervlak en (schade door) carbonatie van wapening. Aantasting van het wapeningsstaal kan aanzienlijk versneld worden door bijvoorbeeld dooizouten of zeewater.

Een duurzame betonsoort met een kleine poriënstructuur kan bijdragen aan een langere levensduur van het bouwwerk en daardoor een CO₂-reductie veroorzaken. Ook de alkaliteit van het beton is belangrijk voor het passiveringsvermogen (en daarmee de bescherming) van het betonstaal. Indien nodig kan het betonstaal ook actief beschermd worden met kathodische bescherming.

3.4.2 Bedieningsruimtes

Veel kunstwerken hebben bedienings- en/of onderhoudsruimtes. Hierbij kan gedacht worden aan brugwachtershuisjes, pompkelders en andere installatieruimtes. De aanwezige voorzieningen en installaties veroorzaken door de jaren heen ook CO₂-emissies.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

3.5 Sloop en afvalverwerking

Bij de werkzaamheden op de projecten is vaak sprake van sloop van de bestaande constructies voor, tijdens of net na de bouw van de nieuwe betonconstructie (het vervangen van kunstwerken). Het slopen van (gewapende) betonconstructies gebeurt meestal door inzet van zwaar materieel. Middels hydraulische knijpers wordt de constructie in kleinere stukken geknipt en vervolgens wordt de wapening verwijderd. De reststukken worden door een zogenoemde 'crusher' verwerkt tot puin en zo ontstaat de weer herbruikbare grondstof, granulaat. Wapeningsstaal kan van het puin gescheiden worden en via de smeltoven gerecycled worden.



Figuur 3-4: Project A2 Holendrecht – Maarsen (HoMa): sloop bestaande kunstwerken

Granulaat kan worden gebruikt als funderings-onderlaag bij het aanleggen van wegen of als grindvervangende grondstof voor beton, zoals hiervoor reeds is beschreven.

3.6 Transport

Tussen iedere stap in de keten vindt transport plaats.

In principe wordt het grootste deel van de transportbewegingen bepaald door de betonproducenten en sloop-/recyclingsbedrijven. Zij zijn immers verantwoordelijk voor de aanvoer van de primaire grondstoffen en de afvoer van het restproduct (de teveel bestelde of voor verlate bewerking afgekeurde beton) naar en van de betoncentrale. Vanuit het oogpunt van de scope 3 analyse heeft Van Hattum en Blankevoort hier niet direct invloed op maar kan zij als ontwerpde aannemer met betoncentrales, sloopbedrijven etc. afspraken maken over CO₂-reductie in de transportfase.



4 INZICHT: (KWANTITATIEVE) BEREKENING CO₂ FOOTPRINT

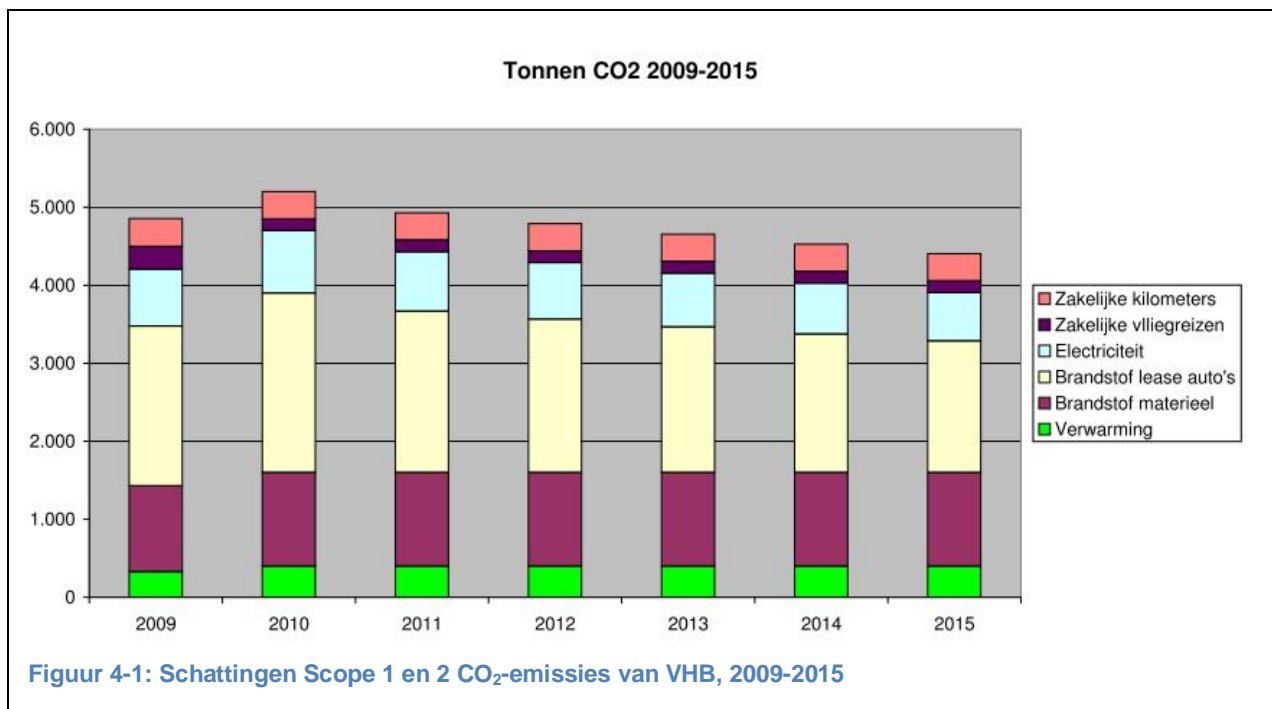
In deze stap wordt de CO₂-uitstoot van iedere stap van de in stap 3 uitgevoerde levenscyclus analyses in kaart gebracht. Dit geeft een beeld van de totale CO₂-footprint van de levenscyclus en biedt aanknopingspunten tot CO₂-reductie.

Vanwege de beschikbaarheid van en deskundige bekendheid met LCA-gegevens van beton en de grondstoffen van beton is besloten dat INTRON als onafhankelijke partij de berekeningen verifieert. Een deel van de gegevens die hieronder beschreven wordt is dus rechtstreeks overgenomen van INTRON, in Annex B is het volledige document van INTRON opgenomen.

4.1 Samenvatting CO₂-footprint Scope 1 en 2 van VHB

Voor de volledigheid is hier het bedrijfsfootprint (Scope 1&2) van VHB gegeven:

| Jaar | CO ₂ -uitstoot in ton | Totale omzet (in M euro) | Personeelsbezetting in FTE | CO ₂ -uitstoot / FTE |
|------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 2009 | 4589[10] | 179 | 142 | 32,3 |
| 2012 | 5003 [11] | 172 | 148 | 33,8 |



Figuur 4-1: Schattingen Scope 1 en 2 CO₂-emissies van VHB, 2009-2015

Ook zijn schattingen gemaakt van de geschatte emissies tot 2015: dit geeft de nodige inzicht in de belangrijkste emissiebronnen. Voor een gedetailleerde analyse zie de diverse gepubliceerde documenten online[12].

4.2 CO₂-footprint in situ beton

De CO₂-footprint van in situ beton is gebaseerd op een gemiddelde CO₂-uitstoot per kubieke meter (m³) in situ beton. Door de gemiddeldes van iedere stap in de levenscyclus bij elkaar op te tellen en te vermenigvuldigen met het aantal geleverde m³ in situ beton dat Van Hattum en Blankevoort voor haar projecten gebruikt, wordt de door VHB veroorzaakte ketenemissie berekend. De volledige berekening is zoals eerder beschreven geverifieerd door INTRON (zie Bijlage I).

Als basis voor de emissieberekening geldt de analyse van de ingekochte hoeveelheden beton voor 2012 [Bijlage A]. De belangrijkste kernwaarde hieruit is het totaal verwerkte m³ beton in 2012:

- Totaal ingekochte / verwerkte hoeveelheid beton in 2012: 56.622 m³.



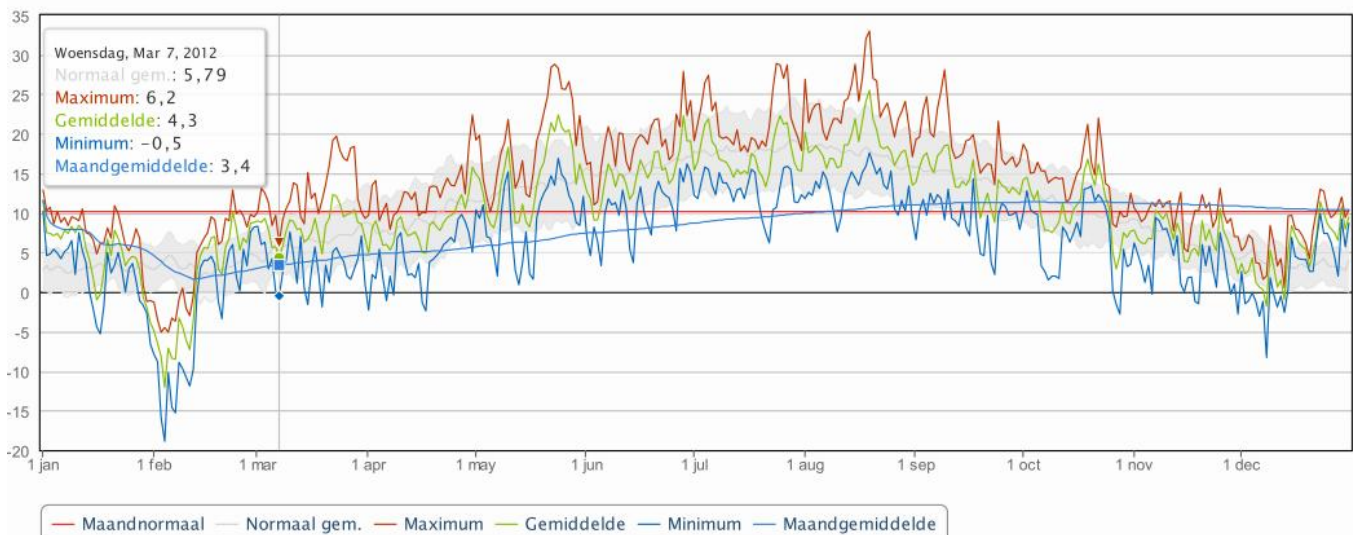
4.2.1 Verrekening van verschillen in productievolume, vorstdagen et cetera

Het is erg moeilijk om de CO₂-emissies door het gebruikte beton van verschillende jaren te vergelijken: deze emissies zijn tenslotte afhankelijk van de hoeveelheid m³ beton dat per jaar gebruikt is. Ook is het gebruik van de zomer- of wintermengsels afhankelijk van het aantal vorstdagen van dat jaar. Belangrijk is te vermelden dat voor verschillende projecten er andere data kunnen zijn waarop een wintermengsel nodig was: bij projecten vlakbij de zee zijn er bijvoorbeeld minder (strengere) vorstdagen. Dit overzicht moet dan ook als een indicatie beschouwd worden. De gegevens uit onderstaand tabel zijn overgenomen van het KNMI [13].

Tabel 4-1: overzicht aantal graaddagen [13]

| Jaar 2012 | Normaal | | |
|-----------|---------|-----------------|------------------------------|
| 13 | (8) | IJsdagen | (max. temp. lager dan 0,0°C) |
| 50 | (58) | Vorstdagen | (min. temp. lager dan 0,0°C) |
| 77 | (77) | Warme dagen | (max. temp. 20,0°C of hoger) |
| 24 | (22) | Zomerse dagen | (max. temp. 25,0°C of hoger) |
| 2 | (3) | Tropische dagen | (max. temp. 30,0°C of hoger) |

Aan de hand van deze cijfers zijn de temperaturen in 2012 in lijn met de gemiddelde waarden. Voor 2012 zagen de etmaaltemperaturen er als volgt uit (bron: KNMI):



Figuur 4-2: Temperatuurwaarden 2012 (bron: <http://www.weerstatistieken.nl/de-bilt/2012>)

Uit de bovenstaande grafiek blijkt dat in 2012 wintercondities (mogelijk) geldig waren tot in mei en vanaf eind november.

4.2.2 CO₂-productie van 1 gemiddelde m³ beton (cradle-to-cradle)

Voor berekening van de milieugegevens wordt de gehele productieketen beschouwd. Als eenheid is de volgende functionele eenheid gehanteerd: *Eén m³ beton voor de toepassing in de civiele betonbouw, met een impliciete levensduur prestatie van 50 jaar.*

Voor de CO₂-emissies van het in situ beton van 2012 is een database samengesteld waarin zoveel mogelijk de daadwerkelijk gebruikte hoeveelheden per project zijn gebruikt. Voor 2012 is voor 75% van de totale hoeveelheid in situ beton de mengselsamenstelling uit de bijbehorende mengselcodelijsten gebruikt voor de berekeningen. In Bijlage A is de gemiddelde CO₂-footprint berekend naar verhouding van de gestorte hoeveelheden (zie ook Tabel 4-2).

Van een aantal werken zijn de exacte verhoudingen van de gebruikte mengsels onbekend. Voor dit deel (±25% van het totaal) zijn de gegevens van de zogenaamde “generieke mengsels”.



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

Door VHB is in kaart gebracht welke betonmengsels er in het algemeen worden toegepast. De samenstellingen van deze drie generieke betonmengsels vormen de basisgegevens voor deze analyse. Voor een algemeen beeld geldt een verdeelsleutel van respectievelijk 80, 15 en 5 % (v/v) met betrekking tot het gebruik (en weegfactor) van deze mengsels. De volledige omschrijving van de mengsels is opgenomen in Bijlage B. In de onderstaande tabellen is voor de drie generieke mengsels én voor de daadwerkelijk gebruikte mengsels de CO₂-footprint gegeven.

Tabel 4-2: CO₂-emissies van de drie generieke mengsels 2012 (rechts excl. en links incl. transport);

| | GWP / Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (excl. transportcomponent) | GWP / Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (incl. transportcomponent; 14,8 kg CO ₂) |
|--|--|---|
| Mengsel Type 1 | Zoermerngsel: 111,9 kg/m ³ Wintermengsel: 148,5 kg/m ³ | Zoermerngsel: 126,7 kg/m ³ Wintermengsel: 163,3 kg/m ³ |
| Mengsel Type 2 | Zoermerngsel: 118,0 kg/m ³ Wintermengsel: 157,2 kg/m ³ | Zoermerngsel: 132,8 kg/m ³ Wintermengsel: 172,0 kg/m ³ |
| Mengsel Type 3 | 174,8 kg/m ³ | 189,6 kg/m ³ |
| Gemiddeld mengsel (85/10/5%-verdeling) | (zomer) 115,7 kg/m ³ (winter) 150,7 kg/m ³ (generiek: 85% zomer, 15% winter) 121,3 kg/m ³ | (zomer) 130,5 kg/m ³ (winter) 165,5 kg/m ³ (generiek) 136,1 kg/m ³ |
| Mengsel gemiddelde 2012 (zie Bijlage A) | = 7.173.067,7 kg / 56621,7 m ³ = 126,7 kg/m ³ | = 126,7 + 12,1 = 138,8 kg/m ³ |

De CO₂-uitstoot die veroorzaakt wordt door de productie van materialen is een cumulatieve uitstoot van vrijkomende CO₂ en de naar CO₂-equivalenten omgerekende uitstoot van andere broeikasgassen. Dit wordt het Global Warming Potential (GWP) van een broeikasgas genoemd. De in 2012 gebruikte mengsels blijken redelijk overeen te komen met de generieke emissiewaarden, waarbij de waarden van de database 2012 iets hoger uitvallen dan de generieke waarden.

Een groot deel van de verdere inputdata is afkomstig uit DuboCalc, de Nationale Mileudatabase (hierop is de data van DuboCalc gebaseerd) en de MRPI-bladen van een aantal stoffen (zie Bijlage H voor MRPI-bladen). De toevoer van de grondstoffen naar de betoncentrale is sterk afhankelijk van de geografische ligging. Bij de berekening van de generieke mengsels is uitgegaan van een gemiddelde.

Overige opmerkingen:

- "Gemiddelde" emissiewaarden uit de literatuur komen redelijk overeen met de gemiddelden die bij deze mengsels gevonden zijn. Met de bovenstaande verdeling is het echter mogelijk om de cijfers beter te nuanceren.
- Mengsels waar zwaardere eisen aan verbonden worden, zoals Mengsel Type 3, hebben een hoger klinkergehalte en hebben geen wintermengselvariant.
- Het verschil tussen de zomer- en wintermengsels is, ook voor CEM III cement, vrij groot. De mogelijke invloed van bijvoorbeeld het gebruik van HyMoCo (waardoor bij lagere temperaturen nog steeds zomermengsels gebruikt kunnen worden) kan hiermee gekwantificeerd worden.
- Eén belangrijk punt dat door een contactpersoon van het VOBN wordt benadrukt is dat het stationair draaien van wachtende truckmixers ook een belangrijk deel kan vormen van de CO₂-emissies die onder "transport" vallen. Het beter afstemmen van planningen en het verkorten van wachttijden is hier een kans om efficiënter, goedkoper én groener te werken.

4.2.3 Transport naar de projecten

In 2012 is voor het transport van de generieke mengsels uitgegaan van een gemiddelde CO₂-emissie van 154g CO₂/ton km. Dit getal is gebaseerd op informatie van het Handboek CO₂-Prestatieladder [2, p. 67], het VOBN[14][15] en CE Delft[16]. In Bijlage C is de onderbouwing van dit getal nader beschreven.

Door het VOBN wordt uitgegaan van een gemiddelde transportafstand van 20 km. Voor 2012 is besloten om de daadwerkelijke afstanden te bepalen die de mixers hebben afgelegd. Van alle 'in situ' beton is bekend waar deze geproduceerd is en wat de afstand is van de betonmortelcentrale naar het betreffende project (adres bouwkeet).



De cijfers zijn samengevat in het onderstaand tabel:

Tabel 4-3: Vervoerscomponent uitstoot van in situ beton voor projecten (2012)

| Overzicht transport beton naar projecten | | | |
|--|-----------|--------------------------------------|--|
| | 2012 | | |
| Gemiddelde transport afstand: (waarde overgenomen uit Prestatieladder) | 20 | Km | (enkele reis; wordt gebruikt als de daadwerkelijke afstanden niet bekend zijn) |
| Gemiddelde vervoerscapaciteit per truckmixer: (aangenomen waarde op basis van de praktijk) | 9 | m ³ | |
| CO ₂ -uitstoot voor een betonmixer: (per ton beton, per kilometer) | 154 | g CO ₂ /ton km | |
| CO ₂ -uitstoot voor een betonmixer: (per m ³ beton, per kilometer) | 0,3696 | kg/m ³ km | 1 ton beton = 2400 kg beton (omrekenfactor is dus 2,4) |
| CO ₂ -uitstoot voor een betonmixer: (1 lading 9 m ³ beton, per kilometer) | 3,3264 | kg/km | |
| | | | |
| Totale hoeveelheid m ³ verwerkte in situ beton: | 56.622,0 | m ³ | |
| Totaal aantal gereden kilometer: | 205.622,0 | Km | |
| Totale CO ₂ -productie (transport): | 684.721,3 | Kg | |
| | | | |
| Voor 1m ³ beton wordt de CO ₂ -productie voor transport hiermee: | 12,1 | kg CO ₂ e /m ³ | (= totale productie / aantal m ³) |

Uit de vergelijking van de getallen blijkt dat met name de afstanden tussen betonmortelcentrale en bouwplaats van grote invloed is op de emissiewaarden per m³ beton. In 2012 is de gemiddelde afstand kleiner dan het algemeen aangenomen gemiddelde (20 km).

4.2.4 Verwerken beton

Voor het verwerken van het beton wordt gebruik gemaakt van verschillende middelen:

- Arbeid: manuren om het beton te storten (hier niet verder gespecificeerd);
- Materiaal: gebruik van chemische middelen om de verwerkbaarheid van het beton te verhogen (plastificeerders etc.);
- Materieel: gebruik van een kraan (met kubel) of een betonpomp; elektrische trilnaalden.

Met betrekking tot het verwerken kan gezegd worden dat ca. 70% van de hoeveelheid beton verwerkt wordt met behulp van een betonpomp. De overige 30% wordt met kraan en kubel verwerkt. Waarden hiervoor zijn afgeleid uit de DuboCalc database.

Verdichten van beton

Om het beton goed te kunnen verdichten wordt gebruik gemaakt van trilnaalden. Afhankelijk van de grootte van de stort zijn er 3 á 4 man per betonpomp en per stortlocatie bezig met het beton verwerken. Hiervan zijn er 2 á 3 man roulerend bezig met het verdichten van het beton. De waarde hiervoor is eveneens overgenomen uit de DuboCalc database.

4.2.5 Slopen van beton

Met betrekking tot de hier uitgevoerde LCA is ervan uitgegaan dat elke nieuw verwerkte m³ uiteindelijk gesloopt zal gaan worden. Hoewel een tendens wordt opgemerkt dat infrabeheerders vaker overwegen fundamentelementen voor toekomstig gebruik te hergebruiken, zoals in de HSL-onderbouw, is over het moment van vervanging in principe niet veel te zeggen.

Als milieu impact is de toekomstige sloop dus al verwerkt in de CO₂ footprint van het materiaal 'in situ' beton. Waarde uit DuboCalc database.

Transport naar breker / stort

Voor het transport van het puin naar de breker en / of stort is een gemiddelde meegenomen van 50 km.



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

Finale afvalverwerking beton

Hier is allocatie toegepast. Dit wil zeggen dat maar de helft van de CO₂-emissie van het breken wordt toegerekend aan beton. De andere helft wordt toegerekend aan betongranulaat, dat opnieuw in de bouwsector als geheel (hetzij als funderingsmateriaal, hetzij als grindervanger) wordt toegepast. Dit gebeurt op basis van de economische waarden van betonpuin en betongranulaat. Deze vorm van economische allocatie is een voor betongranulaat gebruikelijke eindelevenscyclus scenario.

4.2.6 Ketenuitstoot

Hieronder is de getalswaarde van bovengenoemde activiteiten weergegeven in Tabel 4-4 (zie ook Bijlage A en de bijbehorende memo's [17] [18] [19] voor een volledig overzicht van de herkomst van alle getallen). De getallen m.b.t. verwerken, verdichten, slopen en afvalverwerking zijn overgenomen van 2009.

Tabel 4-4: Berekening ketenuitstoot 'in situ' beton (2012)

| | 2012 | |
|---|------------|--|
| | Percentage | GWP (in kg CO ₂ e / m ³) |
| Productie van 1 gemiddelde m ³ beton | 57,0 % | 79,1 |
| Transport naar de projecten | 8,7 % | 12,1 |
| Verwerken 'in-situ' beton | 4,0 % | 5,5 |
| Verdichten beton | 0,1 % | 0,2 |
| Slopen bestaande beton | 11,2 % | 15,6 |
| Transport naar breker / stort | 14,5 % | 20,1 |
| Finale afvalverwerking beton | 4,5 % | 6,2 |
| Totaal per m ³ (incl. transport) | 100,0 % | 138,8 |

Voor het totaal verwerkte *in situ* beton voor 2012 leidt dit tot een totale uitstoot van:

Tabel 4-5: Uitstoot 'in situ' beton.

| | 2012 |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| | kg CO ₂ equivalent |
| Per gemiddelde m ³ beton | 138,8 |
| Totale uitstoot (kg) | 7.857.789 |

Hieronder is een overzicht bijgevoegd met daarin de waarden verwerkt die in 2012 gebruikt zijn:

Tabel 4-6: totale CO₂-uitstoot van in situ beton voor projecten (2012)

| Overzicht transport beton naar projecten | | | |
|---|-------------|---------------------------------------|--|
| | 2012 | | |
| Gemiddelde transport afstand: (waarde overgenomen uit Prestatieladder) | 20 | Km | (enkele reis; wordt gebruikt als de daadwerkelijke afstanden niet bekend zijn) |
| GWP / CO ₂ -uitstoot productie en sloop: (gemiddelde van alle mengsels tov gestorte hoeveelheden, zie Bijlage A) | 126,68 | kg CO ₂ e / m ³ | (volledig GWP exclusief transport naar bouwplaats) |
| GWP / CO ₂ -uitstoot transport: (Memo INTRON schrijft dat in 2009 als GWP 10,0 kg CO ₂ e / m ³ gebruikt is) | 12,093 | kg CO ₂ e / m ³ | (= totale aantal km / aantal m ³) |
| Totale hoeveelheid m ³ verwerkte in situ beton: | 56.622,0 | m ³ | |
| Totaal aantal gereden kilometer: | 205.622,0 | Km | |
| Totale CO ₂ -productie (in situ beton): | 7.173.067,7 | Kg | (op basis van volledig GWP exclusief transport naar bouwplaats) |
| Totale CO ₂ -productie (transport): | 684.721,3 | Kg | |
| Totale CO ₂ -productie (TOTAAL): | 7.857.789,0 | Kg | |
| Voor 1 m ³ beton wordt de CO ₂ -productie in totaal hiermee: | 138,8 | kg CO ₂ e / m ³ | (= totale productie / aantal m ³) |

NB: uit het bovenstaande kan opgemaakt worden dat de gewijzigde mengselsamenstellingen en die van de langere transportafstanden beide in gelijke mate de carbon footprint van het gestorte in situ beton iets opdrijven.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

4.2.7 Validatieberekening

De uitgevoerde berekeningen zijn ter verificatie voorgelegd aan SGS INTRON. In het kort is vastgesteld dat de berekening voor het overgrote deel klopt. Toch zijn er een paar aandachtspunten benoemd. Hieronder worden deze aandachtspunten gegeven, alsmede de wijze waarop deze punten in dit rapport zijn verwerkt. De validatierapport van SGS Intron is bijgevoegd in Bijlage I; de reactie vanuit VHB is te vinden in Bijlage J.

De volgende conclusies kunnen uit de verificatie van SGS Intron getrokken worden met betrekking tot de Scope 3 analyse CO₂-emissies in situ beton van VHB:

1. In de Scope 3 analyse is het transport naar en de verwerking van grondstoffen in de betoncentrale niet voorzien. Dit komt doordat in plaats van een programma als Dubocalc de daaraan ten grondslag liggende MRPI-bladen gebruikt zijn. Enerzijds is hierdoor het programma als “black box” geëlimineerd, anderzijds blijkt dat er hierdoor onbedoeld punten in de berekening worden vergeten.
2. De opmerking op blz. 24 van de analyse *“voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde”* is niet juist.
3. In Bijlage D wordt als vervoerscomponent de standaardafstand (20km) genoemd, terwijl in de berekening de daadwerkelijke afstanden gebruikt worden.

Op basis van het rapport van SGS Intron zijn de volgende wijzigingen in de analyse aangebracht:

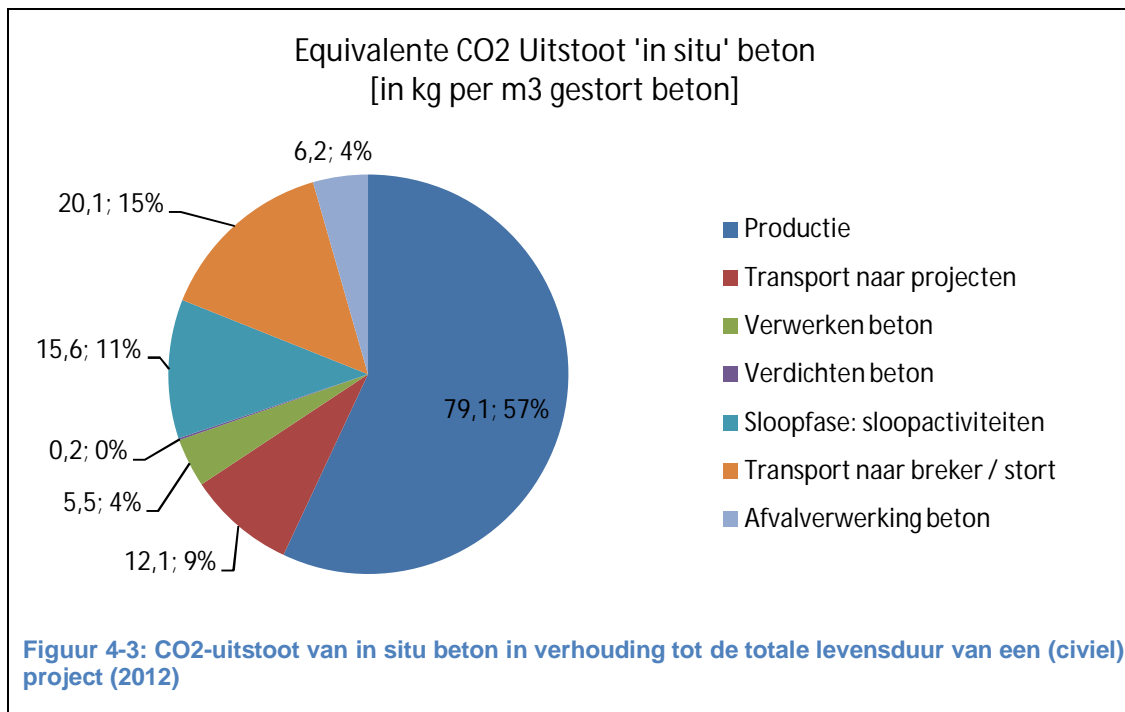
1. Daar de waarden voor transport naar de betoncentrale en verwerking in de betoncentrale relatief laag zijn t.o.v. de CO₂-emissies van het beton zelf (met name het cement), zijn deze waarden niet alsnog in de berekening bijgevoegd. Wél is dit een aandachtspunt voor toekomstige Scope 3 analyses.
2. De opmerking op blz. 24 van de analyse *“voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde”* is geschrapt.
3. Om verwarring tegen te gaan, zijn in Bijlage D de bijgevoegde ‘standaard’ transportafstanden uit de tabellen geschrapt.



4.3 Conclusies uit ketenanalyse

De CO₂ footprint van het totaal in situ verwerkte beton door VHB voor 2012 bedraagt zoals berekend 7858 ton. Deze footprint is verdeeld over één levenscyclus van 1 m³ beton, zie ook Figuur 4-3: het eerste getal betreft de absolute uitstoot in kilo's, het tweede getal is de procentuele waarde van het totaal. Een opvallend punt is hier het ontbreken van het aandeel wapeningsstaal in Figuur 4-3; deze is wél gegeven in het algemene diagram voor Nederland in 2010, zie Figuur 2-3. Wapeningsstaal wordt bij VHB dan ook beschouwd als een aparte subketen: deze CO₂-emissieketen zal in een ander rapport beschouwd worden.

Het belangrijkste aandeel van deze footprint wordt gevormd door de productie van het halffabrikaat betonspecie. Als aannemer kan VHB de samenstelling van het mengsel beïnvloeden. Verder kunnen met de betonleverancier waar mogelijk afspraken gemaakt worden over de door hun veroorzaakte (dus scope 3 voor VHB) emissiebronnen als bijvoorbeeld de transport naar de bouwplaats.



Het aandeel waar VHB direct aan bijdraagt (scope 1 & 2 emissies) bestaat uit het verwerken en verdichten van de beton en bedraagt 4 % van de totale uitstoot. Daarmee is het procentueel klein. Absoluut gezien echter is deze 4 % goed voor een equivalente CO₂ uitstoot van circa 432 ton. De totale directe uitstoot (scope 1 & 2) van heel VHB over 2012 is ongeveer 5003 ton[11].

Naast de CO₂-uitstoot van beton zijn de belangrijkste scope 3 emissies de transport van betonspecie tijdens de bouwfase (9%) en het slopen en verwerken van het afval (samen 30%). Het totale aandeel voor transport tijdens bouw- en sloof fase is ongeveer 24%: hiermee zijn de emissies m.b.t. vervoer op zichzelf staand ook zeker een aandachtspunt (dit bleek ook uit de resultaten in §4.2.6).



5 REDUCTIEVOORSTELLEN EN –INITIATIEVEN VOOR IN SITU BETON

Aan de hand van de CO₂-footprint heeft Van Hattum en Blankevoort (VHB) onderzoek gedaan naar de verschillende mogelijkheden om deze CO₂-footprint te reduceren. In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden beschreven die een significante CO₂-reductie tot gevolg hebben én die relatief makkelijk en snel te implementeren zijn. Ook wordt van elk voorstel of initiatief beschreven in welke implementatiefase deze zich bevindt en in welke projecten deze (indien van toepassing) al toegepast zijn.

Hieronder is een overzicht gegeven van de reductievoorstellen die op dit moment door VHB behandeld of zelfs geïmplementeerd worden. Naar het voorbeeld van het CE rapport 2013 [8] wordt de potentiële meerwaarde verdeeld in een reductiepotentieel (de hoeveelheid CO₂ dat gereduceerd kan worden), een kostenoverzicht en een implementatiepotentieel (de haalbaarheid van het voorstel). Ook is de huidige status / implementatiefase gegeven voor het voorstel. Overigens zijn een aantal voorstellen overgenomen uit dit CE rapport[20]. Uitgebreide beschrijvingen van de voorstellen zijn hierin te vinden.

5.1 Waarderingsmethode en criteria

Het rapport van CE Delft geeft een uitstekende methode waarmee de verschillende reductievoorstellen beoordeeld kunnen worden [21]. In deze methode wordt het reductievoorstel getoetst aan de volgende criteria:

- **Reductiepotentieel:** dit is de mate waarin een reductievoorstel CO₂-emissies vermindert t.o.v. de huidige werkwijze. Daarnaast wordt de technische haalbaarheid van het voorstel in de beoordeling meegenomen: in hoeverre is de techniek met beschikbaar materieel bruikbaar, in hoeverre laat de huidige regelgeving de maatregel toe, hoeveel tijd en investeringen kost het om de optie gebruiksklaar te krijgen etc.
- **Reductiekosten:**
De reductiekosten (in €/ton) geven weer hoeveel euro het gemiddeld kost om een ton CO₂-emissie te voorkomen door het toepassen van de betreffende verduurzamingsoptie. Net zoals het reductiepotentieel worden de verschillend beschouwd ten opzicht van de huidige gang van zaken.
- **Implementatiepotentieel:**
Het implementatiepotentieel is een combinatie van het reductiepotentieel en de productiekosten. Het beantwoordt de vraag hoe haalbaar het voorstel daadwerkelijk is: de aspecten m.b.t. technische haalbaarheid zijn subjectiever. “Zijn de beoogde reducties de investeringen in tijd, geld etc. de moeite waard?”

De reductievoorstellen zijn in te delen in 4 categorieën:

1. Verandering van de betonsamenstelling
2. Slim / 'Lean' bouwen
3. Onderhouds- en gebruiksfase
4. Sloopfase en recycling;

5.2 Verandering van de betonsamenstelling

Bij de eerste categorie wordt de reductie bereikt door het aandeel PCKlinker in het beton te verlagen. Enerzijds is dit mogelijk door de totale cementbehoefte (en daarmee het aandeel PCKlinker) te verlagen; een andere mogelijkheid is om een deel PCKlinker te vervangen door andere stoffen met puzzolane eigenschappen.

- Reductiepotentieel: zeer hoog. Omdat PCKlinker binnen de betonketen zo'n groot aandeel heeft bij de CO₂-emissies, is het reductiepotentieel bij deze categorie bijzonder hoog: de CO₂-footprint van beton kan van minimaal 20% tot wel 95% verminderd worden.
- Reductiekosten: gelijk of negatief (ofwel goedkoper). Alle benoemde voorstellen zijn qua prijs niet hoger dan Portlandcement; meestal zijn de voorgestelde reductiemaatregelen zelfs aanzienlijk goedkoper.
- Implementatiepotentieel: variërend van matig tot zeer hoog. De wat 'traditionelere' maatregelen zijn al beschikbaar en vergen geen of weinig investeringen. De 'nieuwe' cementsoorten zijn in



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

bestaande centrales te produceren; om de optimale samenstellingen en besparingen te verkrijgen zijn echter (bescheiden) investeringen nodig. Daarnaast moet nog veel onderzoek gedaan worden naar de prestaties van nieuwe bindmiddelsamenstellingen als bijvoorbeeld CSA-Beliet, met name op sterkte, duurzaamheid en andere prestaties op de langere termijn.

5.2.1 R-1 ~ Betere gradering van toeslagmateriaal [21]

Status: in overleg met verschillende partijen en leveranciers

Door een betere gradering van het toeslagmateriaal wordt de optimale korrelverdeling beter benaderd. Dit heeft een sterkere beton met een betere pakkingsdichtheid tot gevolg. Hierdoor zijn er minder poriën en dus is er minder cement nodig. Daarnaast is het cement beter verwerkbaar en zijn er dus minder snel plastificeerders nodig. Hierdoor zou ook bijvoorbeeld zelfverdichtend beton (zvb) bij sterkteklassen tot ongeveer c35/45 minder snel nodig zijn.

Het reductiepotentieel van het benodigde cement ligt volgens verschillende bronnen ergens tussen 10% tot 50% [8] [22] [23] [24, p. 153]. De haalbaarheid van dit voorstel is hoog: in Duitsland wordt sinds jaar en dag een 'multi-fracties' gradering aangehouden in tegenstelling tot in Nederland; daarnaast zijn de hogere opslagkosten voor betoncentrales minimaal en is de verwerking van het beter gegradeerde materiaal in het beton niet noemenswaardig anders dan bij 'normaal' beton.

5.2.2 R-2 ~ Geattesteerd cement

Status: gebruiksklaar; al door VHB geïmplementeerd in grote projecten (o.a. Julianasluis).

De normen bieden een betonproducent de mogelijkheid om zelf een bindmiddelcombinatie samen te stellen ("Bindmiddel Attest", zie NEN-EN 197-1). Met hoogwaardige hoogovenslak kan het klinkeraandeel bijvoorbeeld omlaag van 30% naar 20% in CEM III beton (en geeft daarmee 10% CO₂-reductie). Sinds 2 jaar geleden (2011) is deze cementtype ook toegestaan door Rijkswaterstaat. In bijvoorbeeld het project "Tweede Julianasluis Gouda" heeft VHB geattesteerd cement voor de hoofden van de sluiskolk gebruikt. Daarnaast is deze optie al in de standaard mengselcodes van VHB opgenomen.

5.2.3 R-3 ~ CSA-beliet (calcium sulpho-aluminaat cement) [21]

Status: pilotfase: er zijn resultaten van verschillende demonstratietesten beschikbaar [25][26] en er zijn plannen om samen met Heidelbergcement proefstukken te testen in lopende projecten.

Calcium sulpho-aluminaat cement ofwel belietcement is een alternatief bindmiddel voor Portlandcement. Dit bindmiddel heeft een 20 – 30% lagere CO₂-footprint omdat er minder calcium carbonaat wordt gecarboniseerd en omdat het proces mogelijk is met een oventemperatuur die 200 graden lager is. Ook in CEM III cement zou dit bindmiddel als vervanging kunnen dienen voor Portland klinker: dit zou dus een CO₂-reductie opleveren die evenredig is aan het aandeel Portlandklinker.

De productie van dit cementtype is in bestaande ovens mogelijk, dus er zijn geen aanvullende investeringen nodig. In de toekomst zouden echter kleinere, compacte en dus zuinigere ovens gebouwd kunnen worden.

5.2.4 R-4 ~ Super gesulfateerde cement [21]

Status: pilotfase: deze cement is al in de praktijk toegepast; Holcem is bezig met de certificering.

Super gesulfateerde cement is een alternatief bindmiddel op basis van gips, hoogovenslak en een kleine hoeveelheid Portland klinker. De productie kan middels lagere temperaturen en zonder decarbonisatie, waardoor de CO₂-reductie 90-95% lager is dan CEM I: dit reductiepotentieel is dus ongebruikelijk hoog! De samenstelling van dit cement geeft een verhoogde technische duurzaamheid, die voor gewapend betonnen constructies erg interessant is. Het is de verhoogde gevoeligheid voor nabehandeling die verhoogde zorg vraagt. Voor een optimale samenstelling zouden nieuwe (compacte) fabrieken gebouwd moeten worden; in bestaande fabrieken is de prijs ongeveer even hoog als die van PCKlinker.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

5.2.5 R-5 ~ Geopolymeren [21]

Status: experimenteel; Heidelberg, CRH en ASCEM zijn partijen die met de ontwikkeling bezig zijn. Bij geopolymeren wordt een alternatief bindmiddel geproduceerd op basis van (calcium)aluminaten, silicaten en een alkalische activator. Qua grondstoffen valt uit veel mogelijkheden te kiezen, waardoor transportlijnen van deze grondstoffen aanzienlijk verkort kunnen worden. De productietemperaturen zijn wél afhankelijk van de gebruikte grondstoffen en kunnen variëren van omgevingstemperatuur tot 1450 graden. De mogelijkheden voor CO₂-reductie kunnen dus groot zijn. Vanuit VHB worden de ontwikkelingen nauwlettend gevolgd; concrete pilots zijn daarnaast gepland, in samenwerking met de cementindustrie.

5.3 Slim / 'Lean' bouwen

Door gebruik te maken van slimme, innovatieve technieken kan ook op verschillende manieren CO₂ gereduceerd worden. De twee voorstellen die hier genoemd worden (HyMoCo ® en de Verhardingsstopper ®) beïnvloeden het beton voor of tijdens de verhardingsfase, waardoor de betonkwaliteit verbeterd wordt en daarnaast materiaal en dus CO₂ bespaard wordt.

- Reductiepotentieel: middelmatig tot hoog. De cementbesparing door deze maatregelen zit wat betreft het productieproces op het verleggen van grenzen: langer gebruik van Portland-arm cement, minder gebruik/verspilling van beton etc.
- Reductiekosten: laag of zelfs negatief. Met relatief eenvoudige middelen kan men een aanzienlijke besparing bereiken.
- Implementatiepotentieel: variabel. Dit is zeer afhankelijk van de maatregel.

5.3.1 R-6 ~ HyMoCo (Hydrateren, Monitoren en Controleren)

Status: gebruiksklaar: HyMoCo is al door VHB gebruikt bij o.a. de Westrandweg in Amsterdam. Met HyMoCo wordt een betonnen constructie gecontroleerd verhard: via thermokoppels wordt de constructie op afstand gemonitord. Naar behoefte wordt de constructie gekoeld maar óók waar nodig verwarmd. Hierdoor kunnen goedkopere, Portland-arme zomermengsels langer gebruikt worden: dit kan een aanzienlijke CO₂-besparing opleveren. In het algemeen zou deze methode (ook in de zomer) gebruikt kunnen worden om in massadoorsneden waar toch al gekoeld moet worden, met 'tamme' mengsels toch snelle ontkistingstijden mogelijk te maken. Ook is het beton beter van kwaliteit door bvb. minder kans op scheurvorming. Naast de besparingen door andere bindmiddelsamenstellingen veroorzaakt HyMoCo besparingen op andere wijzen. Bekistingstijden kunnen aanzienlijk verkort worden (een factor 2-3 sneller), waardoor ook de bouw tijden en emissies daardoor verlaagd worden. Daarnaast is HyMoCo een beter alternatief voor voorverwarmde betonmengsels, zie voorstel R-9.

5.3.2 R-7 ~ Verhardingsstopper®

Status: experimenteel: VHB is momenteel bezig met toetsingen.

VHB heeft een nieuwe vertrager ontwikkeld, waarmee het verhardingsproces beter gecontroleerd kan worden. Hiermee zou het terug moeten sturen van beton dat bvb. te lang onderweg is geweest, verleden tijd worden. Dit geeft veel meer ruimte bij de planning: enerzijds bij de betoncentrale, anderzijds op het werk. Er zijn dus zowel direct als indirect veel besparingen mogelijk en de hoeveelheid afval wordt gereduceerd (naar schatting 5% van de totale zendingen).

5.3.3 R-8 ~ Mobiele betoncentrales

Status: per direct toepasbaar. Wél zou geïnvesteerd moeten worden in voorzieningen en personeel. Dit maakt deze optie beperkt toepasbaar (zeer grote, geïsoleerde projecten).

Het is mogelijk om met mobiele betoncentrales de projecten ter plaatse te bedienen. Dit heeft als voordeel dat het toepassen van nieuwe of afwijkende betonsoorten volledig in eigen handen is en dus makkelijker tot stand kan komen.

Een tweede, zeer belangrijk voordeel is dat prefab elementen on-site gemaakt kunnen worden. Dit scheelt behoorlijk veel uitstoot bij het transport. Daarnaast gebruiken fabrikanten van prefab elementen vaak snelhardende mengsels die (dus) voornamelijk PC-klinker bevatten. Een alternatief is hier om in samenspraak met de producenten van prefab elementen te kiezen voor elementen



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

bestaande uit 'langzame' mengsels. Wat de langere verhardingstijd betekent voor de prijs van deze elementen, moet met deze producenten besproken worden.

Een derde voordeel is dat het on-site prefabriceren standaardisatie 'op maat' van veel elementen mogelijk maakt, wat de bouwtijd en dus de CO₂-uitstoot verlaagt.

Eén zéér belangrijk aandachtspunt is de aanvoer van grondstoffen. Als dit niet via de scheepvaart kan maar over de weg moet, zou dit zelfs een hogere totale CO₂-uitstoot kunnen veroorzaken. Daarnaast veroorzaakt de bouw en de sloop van een mobiele centrale ook een carbon footprint: de baten moeten dus wél opwegen tegen de kosten.

5.3.4 R-9 ~ Verwarmd toeslagmateriaal

Bij wintercondities is het soms wenselijk om verwarmd beton aan te voeren. In Nederland zijn de hiervoor gebruikte methoden (verwarmen van het bindmiddel) niet optimaal. In Scandinavië wordt de nadruk juist op het toeslagmateriaal gelegd: Ten opzichte van het bindmiddel heeft het gesteente een grotere volume aandeel; daarnaast is de dichtheid en daarmee de warmtecapaciteit van toeslagmateriaal veel groter, waardoor het energieverlies veel minder is. Daarnaast veroorzaakt je geen verlaging van je productiefactor: bij verwarming van de bindmiddel is zóveel water nodig, dat de productie van een betonmortelcentrale bij verwarmd beton met een factor 3 verlaagd wordt. Bij het verwarmen van de toeslagmateriaal is dit niet aan de orde.

Het verhogen van de temperatuur van het toeslagmateriaal kan al bereikt worden d.m.v. een eenvoudige overkapping. Daarnaast worden in Scandinavië ook met buizen met verwarmd water gewerkt. Met name in de bunkers is het goed mogelijk om een buizenstelsel te installeren zonder de doorstroom van het grind te verhinderen. Hierbij kan bijvoorbeeld gebruikgemaakt worden van de restwarmte van gebruikt industriewater. Bij mobiele centrales van VHB zelf kunnen met deze methoden gewerkt worden: ook kan de dialoog aangegaan worden met de betonleveranciers om dit soort methodes aan te moedigen.

5.3.5 Gebruikmaken van 'groen' materieel

Het transportcomponent van betonspecie van de betoncentrale naar de bouwplaats blijkt een belangrijke bijdrage te leveren aan de CO₂-emissies. Het gebruik van 'groene' truckmixers met bijvoorbeeld een grotere capaciteit (12m³ i.p.v. 9m³) of die bijvoorbeeld op aardgas rijden kunnen deze emissies ook aanzienlijk verlagen.

Er kunnen ook nuttige bijdragen geleverd worden door materieel op de bouwplaats. Zo heeft KWS Infra in 2014 zogenaamde "groene aggregaten" gebruikt, waardoor een brandstofbesparing (en dus CO₂-reductie) van 60% is behaald [27].

Het gebruik van groenere truckmixers is grotendeels afhankelijk van de betoncentrales, die hiervoor de nodige investeringen zouden moeten doen. Ander materieel op de bouwplaats kan door VHB zelf toegepast worden. Om in termen binnen de ketenanalyse van in situ beton te blijven: HyMoCo kan uitgevoerd worden met 'groene' aggregaten. Ook het verminderen van stationair draaien van wachtende truckmixers door beter afstemmen en plannen kan een belangrijk deel van de CO₂-emissies door "transport" reduceren.

5.4 Onderhouds- en gebruiksfase

In de gebruiksfase wordt, in vergelijking tot de utiliteitsbouw, in de civiele bouw relatief weinig CO₂ uitgestoten door bijvoorbeeld stroomverbruik of het stoken van gas. Ook hier valt echter door slimme ontwerpkeuzes een aanzienlijke CO₂ besparing te behalen. Naast deze opties zijn er natuurlijk maatregelen die in het ontwerp geïntegreerd worden zoals bijvoorbeeld het gebruik van LED-verlichting om elektriciteit te besparen. Deze maatregelen zijn echter zeer afhankelijk van het ontwerp en vallen daarbij ook buiten de scope van de ketenanalyse van in situ beton.

- Reductiepotentieel: Variabel, mogelijk zeer hoog. Dit is sterk afhankelijk van het project.
- Reductiekosten: Variabel. Ook de kosten zijn afhankelijk van de maatregelen en het project.
- Implementatiekosten: idem.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

5.4.1 R-10 ~ Aansluitingen voor kathodische bescherming

Status: beproefde methode, klaar voor gebruik; relatief makkelijk in een ontwerp te integreren. Bij dit concept sluit men een elektrisch circuit op de wapening. Dit circuit wordt niet gebruikt: het is gewoon van buitenaf te bereiken. Als in de loop van de jaren er om één of andere reden carbonatie bij de wapening wordt geconstateerd, kan op eenvoudige wijze met een kleine accu of batterij het circuit geactiveerd worden en zo de carbonatie via kathodische bescherming af te remmen of zelfs te stoppen. In feite moet dit voorstel dus gezien worden als een verzekering “voor het geval dat”, waardoor de levensduur van het object verlengd wordt.

Dit idee zou zonder noemenswaardige risico's of meerkosten in het ontwerp van kunstwerken geïntegreerd kunnen worden. Het enige aandachtspunt is dat voorkomen moet worden dat een opdrachtgever de maatregel niet als een negatief signaal beschouwt. NB: dit voorstel valt in de ketenanalyse voor zowel in situ beton als voor wapeningsstaal.

5.4.2 R-11 ~ Betonkernactivering

Status: conceptfase; de mogelijkheden en voor-/nadelen moeten nader onderzocht worden. Bij gebouwen wordt betonkernactivering al genoemd als een mogelijkheid om in de gebruiksfase energie te besparen; ook in de civiele bouw zijn er echter mogelijkheden. (koel-)leidingen in het dek kunnen gebruikt worden om in de zomer water te verwarmen. Via warmte-koudeopslag in de bodem of restwater uit bvb. de tuinbouwsector is het wellicht mogelijk om brugdekken in de winter te verwarmen waardoor er minder snel bevrozing van het wegdek optreedt en een brugdek daardoor langer veilig blijft en er minder snel gestrooid hoeft te worden. Er zijn verschillende projecten bekend die gebruikmaken van verwarmde wegdekken, maar de effectiviteit en rendabiliteit van dit voorstel zou nader onderzocht moeten worden. NB: dit voorstel valt strikt genomen buiten de ketenanalyse voor in situ beton.

5.4.3 R-12 ~ Zelfhelend beton / betonreparatie door micro-organismen [21]

Status: experimenteel. Er is nog veel onderzoek nodig naar de betrouwbaarheid van deze opties. De mogelijkheid om beton door een bepaalde toevoeging zelf scheuren die ontstaan te repareren (ofwel door de bacteriën in het beton op te nemen, ofwel deze waar en wanneer nodig toe te voegen) is een zeer begerenswaardige eigenschap. Behalve het verminderen van de benodigde actieve onderhoud worden 'verborgen gebreken' voor het beton zelf hersteld. De langere levensduur van het object is de hogere kostprijs van het beton in veel gevallen dan ook zeker waard. Deze optie verkeert echter nog in de experimentele fase en de betrouwbaarheid hiervan moet nog aangetoond worden. Dit soort ontwikkelingen worden dan ook door VHB met zeer veel interesse gevolgd.

5.5 Sloopfase en recycling

Om daadwerkelijk ook duurzaam te bouwen moet juist in de sloopfase de nodige zorg gedragen worden om zoveel mogelijk materiaal te kunnen hergebruiken. Daarbij kan 'gedowncycled' worden door bijvoorbeeld betongranulaat in wegfunderingen, maar het 'upcyclen' door alle grondstoffen met hoogwaardige technieken te scheiden voor hergebruik verdient de voorkeur. Met bijvoorbeeld Slim Breken wordt het cradle-to-cradle principe bij betonwerken mogelijk naar een zeer hoog niveau getild en kan dit dus een zeer belangrijke ontwikkeling zijn.

- Reductiepotentieel: hoog tot zeer hoog: het percentage her te gebruiken materiaal kan mogelijk tegen de 100% zitten.
- Reductiekosten: gemiddeld. Er zijn investeringen nodig voor bijvoorbeeld nieuwe brekers; de investeringen verdienen zich echter hoogstwaarschijnlijk terug.
- Implementatiepotentieel: hoog. Het downcyclen en beperkt gebruik van granulaat in nieuw beton is al mogelijk. M.b.t. upcyclen zijn al resultaten bekend.

5.5.1 R-13 ~ Slim Breken [21]

Status: pilotfase: er zijn proeven gedaan met bestaande gebouwen.

Bij slim breken wordt grof granulaat verder gebroken, zodat de oorspronkelijke toeslagmaterialen en het cement teruggewonnen wordt. Het toeslagmateriaal is net zo geschikt als het 'oorspronkelijk' zand



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

en grind: in plaats van 'downcyclen' (bvb. het gebruik als ondergrond bij wegen) is hier dus sprake van 'upcycling'. Ook het cement zou bij relatief lage temperaturen opnieuw gestookt en zo gereactiveerd worden. Dit betekent dat betonnen constructies min of meer volledig hergebruikt kunnen worden.

NB: er is nog nog veel onderzoek gedaan nodig naar de mate van geschiktheid van teruggewonnen cement voor hoogwaardig hergebruik. Er zijn namelijk veel gevallen denkbaar waarbij het bindmiddel dermate vervuild is dat hergebruik zeer grote risico's met zich mee zou brengen.

Voor deze onderzoeksprojecten zijn pilotinstallaties beschikbaar.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

6 SAMENWERKING: PARTNERANALYSE

Bij het doorlopen van de betonketen zijn verschillende partners actief. In dit hoofdstuk worden deze partners benoemd. Daarnaast is aangegeven welke bijdrage deze bedrijven op het gebied van CO₂-reductie leveren en waar mogelijkheden liggen om in overleg de emissies verder te reduceren.

6.1 Identificatie van directe partners

Onderstaande tabel vat de ketenpartners samen welke geïdentificeerd zijn tijdens de levenscyclus analyse van 'in situ' beton.

Tabel 6-1: Ketenpartners in situ beton

| Categorie | Partner |
|---|---|
| Indirecte leveranciers | Leveranciers van grondstoffen aan ketenpartners Brandstofleveranciers aan ketenpartners Energieleveranciers aan ketenpartners Afvalverwerking voor ketenpartners Overige leveranciers aan ketenpartners |
| Directe leveranciers | Betoncentrales (zie §6.1.1) Wapening (valt buiten de scope van dit rapport) Fabrikanten van prefab elementen |
| Verhuur | Keet Bekisting Steigerwerk Materieel op het werk (kranen, betonpompen etc.) |
| Brancheverenigingen van toeleveranciers | VOBN BFBN Cement & Betoncentrum |
| Transporteurs | Zie leveranciers Zie sloop- en verwerkingsbedrijven |
| Verwerkers | Joint venture partners VHB Onderaannemers (projectafhankelijk) |
| Sloop- en verwerkingsbedrijven | Specialistische bedrijven (project afhankelijk) |
| Opdrachtgevers | Rijkswaterstaat ProRail Gemeenten Havenbedrijf Rotterdam |
| Kennispartners | Betonvereniging Studievereniging Betontechnologen MVO Netwerk beton Stutech / Stufib |

6.1.1 Betonproducenten

Betonproducenten maken met behulp van de in het vorige hoofdstuk genoemde ingrediënten op bestelling en maat gemaakte producten. Van Hattum en Blankevoort heeft in 2009 en 2012 op de projecten leveringen gehad van de volgende beton producenten (gerangschikt op volumeaandeel – voor volledig overzicht zie Bijlage A):

Tabel 6-2: Belangrijkste betonproducenten in 2009 en 2012

| 2009 | | 2012 | |
|------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| Betonproducent | Volumeaandeel | Betonproducent | Volumeaandeel |
| Pouw | 48% | De Zilvermeeuw Matoz | 48,5% |
| Nieuwpoort beton | 25% | Mebin B.V. hoofdvestiging | 37,7% |
| Korrelbeton | 16% | Rokramix | 4,6% |
| Holcim | 03% | Dyckerhoff Basal | 4,1% |
| Rokramix | 03% | Oosterhoutse Beton Centrale | 2,9% |
| Mebin | 02% | Pouw B.V., Theo | 1,0% |
| Oudenallen Beton | 02% | Nieuwpoort Beton | 0,7% |
| Betoncentrale Rijnmond | < 01% | Rotterdamse Beton Centrale | 0,2% |
| CCB Italcementie | < 01% | Oudenallen Prefab Beton | < 0,1% |
| Cemex | < 01% | | |



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

Bij de keuze voor een producent is naast uiteraard de prijs de locatie van de betoncentrale ten opzichte van het werk bijna altijd maatgevend. Gemiddeld geldt dat deze eigenlijk altijd binnen een afstand van 20-25 km van elkaar liggen. Dit betekent dat het aantal projecten en de locaties van grote invloed zijn op de geselecteerde betoncentrales.

6.2 Mogelijkheden voor afspraken met ketenpartners

Er zijn verschillende mogelijkheden om ook bij onze ketenpartners in kaart te hebben wat zij zelf aan duurzaamheid en CO₂-reductie ondernemen.

6.2.1 Certificaten

Via certificaten kan een bedrijf aangeven dat het door een onafhankelijke partij op een bepaald gebied is beoordeeld en deze op beoordeling voldoende heeft gescoord. Dit geeft binnen deze scope een handvat voor de kwaliteit van de maatregelen dat een ander bedrijf neemt t.a.v. CO₂-reductie. Een aantal mogelijkheden qua certificaten zijn hieronder gegeven.

– Certificering via de CO₂-prestatieladder

Vanuit de CO₂-prestatieladder zijn op niveau 5 enkele eisen benoemd:

“5.A.2. 50% van de A-aanbieders rapporteert jaarlijks hun scope 1 & 2 emissies conform ISO 14064-1.

5.A.3. De emissie-inventaris van de A-aanbieders is geverifieerd door een of verschillende CI's met tenminste een beperkte mate van zekerheid.” [2].

Dit betekent met andere woorden dat 50% van de A-aanbieders minimaal niveau 3 gecertificeerd behoren te zijn op de CO₂-prestatieladder.



– Certificering via het ISO 14001 (milieuzorg) certificaat.

ISO 14001 is één van de normen van de ISO 14000 serie en wordt wereldwijd toegepast om milieumanagementsystemen op te zetten en te certificeren [28]. Het ISO 14001 milieumanagementsysteem heeft 7 stappen en “biedt een structurele monitoring van emissies, afvalstromen, gebruikte grondstoffen, energie en overige milieu-aspecten goed inzicht in de milieuprestatie van de organisatie”. Daardoor “kunnen milieudoelstellingen en behaalde resultaten concreet en inzichtelijk worden gemaakt”.

– Certificering via het ISO 9001 certificaat.

De ISO 9001:2008 is een norm die eisen stelt aan het kwaliteitsmanagementsysteem van een organisatie. De organisatie “moet zorgen voor het verhogen van de klantentevredenheid door te voldoen aan de eisen en wensen van de klanten en aan de wettelijke eisen die van toepassing zijn op het product of de dienst van de organisatie. Daarnaast moet de organisatie de bedrijfsprocessen beheersen en dit kunnen aantonen” [29]. ISO 9001 is algemener van aard: binnen deze norm wordt verwezen naar ISO 14001.

– Certificering via het KOMO-procescertificaat betonreparatie

Vanuit de internationale kennisorganisatie KIWA wordt dit certificaat verkregen. Een KOMO-procescertificaat is “een kwaliteitsverklaring die duidelijk maakt dat een product, bouwdeel of installatie (na het uitvoeringsproces) overeenkomt met de productspecificaties en -prestaties die in de verklaring zijn vastgelegd. Ook geeft het procescertificaat aan dat het daarvoor benodigde proces overeenkomt met de processpecificaties die zijn vastgelegd in de verklaring” [30].



– Het keurmerk ‘Beton Bewust’ van de VOBN

De Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland (VOBN) beheert het keurmerk ‘Beton Bewust’ [31]. De betonmortelfabrikanten die dit keurmerk dragen, voldoen aan minimaal niveau 3 van de CO₂-Prestatieladder. De SKAO heeft besloten om CO₂-emissie-inventarissen van betonmortelbedrijven die voorzien zijn van het Keurmerk Beton Bewust te accepteren als rapportage van scope 1 en 2 emissies van een A-leverancier bij eis 5A2 en een verificatie van die emissie-inventaris bij eis 5A3 van de CO₂-Prestatieladder [32].





| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

6.2.2 Contractbepalingen

Bij het inkopen of –huren van een product of dienst kan contractueel vastgelegd worden dat de tegenpartij maatschappelijk verantwoord handelt. Hier kunnen eisen m.b.t. CO₂-emissies in opgenomen worden. Als houder van niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder wordt VHB geacht zich in te spannen om deze afspraken waar mogelijk te maken.

6.2.3 Onderlinge afspraken voor langere duur

In plaats van losse contracten kan VHB er natuurlijk ook voor kiezen om via intentieverklaringen of convenanten afspraken te maken om maatschappelijk verantwoord te handelen. Het handigste is om sectorbreed afspraken te kunnen maken en daarbij gebruik te maken van bestaande initiatieven zoals de CO₂-prestatieladder of het Keurmerk Beton Bewust van het VOBN.

6.3 Bestaande afspraken met ketenpartners

In de volgende subparagrafen zijn de afspraken beschreven die in 2012 met de ketenpartners van kracht waren.

6.3.1 Bestaande certificaten

VHB is de volgende certificaten toegekend:

– **Certificering via de CO₂-prestatieladder**

VHB bezit vanaf 05-04-2010 een certificatie niveau 4 en vanaf 28-12-2010 een certificatie niveau 5 op de CO₂-prestatieladder.

– **Certificering via het ISO 9001 certificaat.**

VHB is vanaf 18-06-1993 in het bezit van het certificaat ISO 9001.

– **Certificering via het ISO 14001 (milieuzorg) certificaat.**

VHB is vanaf 15-11-2013 in het bezit van het certificaat ISO 14001

– **Certificering via het KOMO-procescertificaat betonreparatie**

VHB is vanaf 03-12-2002 in het bezit van het KOMO-procescertificaat betonreparatie.

6.3.2 Afspraken met betonleveranciers – via VOBN – keurmerk ‘Beton Bewust’

In het onderstaande tabel is weergegeven welke van de betonleveranciers van 2012 het keurmerk ‘Beton Bewust’ hadden.

| 2012 | | |
|-----------------------------|---------------|---|
| Betonproducent | Volumeaandeel | ‘Beton Bewust’ certificaat? |
| De Zilvermeeuw Matoz | 48,5% | (mobiele centrale in samenwerking met de Mebin; Mebin B.V. is gecertificeerd) |
| Mebin B.V. hoofdvestiging | 37,7% | Ja |
| Rokramix | 4,6% | Ja |
| Dyckerhoff Basal | 4,1% | Ja |
| Oosterhoutse Beton Centrale | 2,9% | Ja |
| Pouw B.V., Theo | 1,0% | Nee, wél 3 ^e trede CO ₂ -prestatieladder [33] |
| Nieuwpoort Beton | 0,7% | Ja |
| Rotterdamse Beton Centrale | 0,2% | n.v.t. (failliet verklaard) |
| Oudenallen Prefab Beton | < 0,1% | n.v.t. (geen in situ beton) |

Uit het bovenstaande blijkt dat in 2012 ál het gebruikte beton geleverd is door voldoende gecertificeerde toeleveranciers (minimaal niveau 3 op de CO₂-Prestatieladder).



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

7 INITIATIEVEN EN SAMENWERKINGSVERBANDEN

Van Hattum en Blankevoort (VHB) is een onderdeel van VolkerWessels. VHB is zeer actief op het gebied van maatschappelijk verantwoord handelen en heeft zelf hier een aantal initiatieven in ontplooid. Ook neemt het bedrijf deel in veel gezamenlijke initiatieven en studies met betrekking tot bijvoorbeeld de reductie van CO₂-emissies. Met name door de samenwerking met conculega's en ketenpartners kan onderling veel van elkaar geleerd worden. Behalve de reductie van CO₂-emissies kan dit het wederzijds begrip vergroten en de wederzijdse verhoudingen versterken. In dit hoofdstuk worden deze initiatieven en samenwerkingsverbanden genoemd en nader toegelicht.

7.1 Bewuste Bouwers

VolkerWessels is één van de vier initiatiefnemers van Bewuste Bouwers. Stichting Bewuste Bouwers is een onafhankelijke stichting voor iedereen die in zijn omgeving te maken krijgt met bouwactiviteiten. De stichting beoordeelt bouwplaatsen op een aantal criteria die allemaal verband houden met 'Bewust Bouwen' in de breedste zin van het woord. Veel bouwers besteden al veel aandacht aan deze punten, al dan niet vanwege wettelijke voorschriften. Stichting Bewuste Bouwers voegt zichtbaarheid toe aan het bewuste bouwen en ondersteunt het imago van de sector. De gedragscode is gebaseerd op vijf pijlers: bewust, veilig, verzorgd, milieu en sociaal. Bouwbedrijven die de gedragscode onderschrijven committeren zich aan de vijf pijlers van de code en worden dan ook op de beoordelingscriteria voor deze vijf pijlers beoordeeld.



Als initiatiefnemer zijn onze projecten absoluut niet verzekerd van deze label: elk project moet zich afzonderlijk bewijzen. Een groot deel van onze projecten voldoen echter aan de gestelde criteria en mag men daardoor op die projecten de titel 'Bewuste Bouwer' voeren.

Vanuit de pijler 'milieu' wordt de nodige aandacht besteed aan CO₂-reductie. Meer informatie kan gevonden worden op de site: (<http://www.bewustebouwers.nl/>).

7.2 MVO Netwerk Beton - Green Deal Verduurzaming Betonketen

VolkerWessels (en dus ook VHB) is één van de deelnemers van dit initiatief. In het MVO Netwerk Beton werken bedrijven, brancheorganisaties en andere betrokkenen aan de verduurzaming van de betonketen. Het Netwerk Beton heeft in oktober 2011 de "Green Deal Beton" gesloten met het eerste Kabinet Rutte (en overgenomen door het tweede kabinet Rutte). VHB is bijvoorbeeld betrokken geweest bij het CE Delft rapport "Prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen" [21]. In dit rapport zijn 35 voorstellen ter reductie van CO₂-emissies behandeld en teruggebracht naar 17 opties. Deze 17 opties zijn op hun beurt beoordeeld op reductiepotentieel, kosten en implementatiepotentieel. Ook vanuit VHB is kritisch bekeken welke van deze opties veelbelovend zijn en aansluiten bij de werkzaamheden van VHB. Een aantal van deze opties is vervolgens overgenomen in dit rapport.



Het Green Deal gaat echter verder dan het schrijven van een rapport: bij het tekenen van deze Green Deal heeft VolkerWessels zich gecommitteerd aan de doelstellingen van de gezamenlijke afspraken en doelstellingen. In 2014 worden een 7-tal opties in MVO Netwerk Beton verband verder uitgewerkt in plannen van aanpak. Medewerkers van VHB/VW participeren in diverse werkgroepen die dit uitwerken.

Meer informatie over het MVO Netwerk Beton en de deelnemers hiervan kan gevonden worden op de site van MVO Nederland [34].

7.3 STUTECH / STUFIB – Duurzaamheid als ontwerpcriterium voor beton

Stutech is in 1974 opgericht als studievereniging van en voor betontechnologen. Middels activiteiten zoals lezingen, studiegroepen en excursies beoogd zij de kennisuitwisseling tussen betontechnologen te bevorderen. Stutech heeft ongeveer 250 leden, afkomstig uit allerlei sectoren binnen de



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

betonindustrie: betonmortel, betonelementen, grondstoffen, adviesbureaus, onderzoeksinstituten, brancheverenigingen, certificatie-instellingen, aannemers, opdrachtgevers (www.stutech.nl).

Stufib is de Nederlandse afspiegeling van de Internationale Federatie voor Constructief Beton (*fib* - *fédération internationale du béton*). De studievereniging *fib*-Nederland (*Stufib*) is een vereniging met ruim 250 leden en werkzaam op het gebied van constructief beton. De vereniging is aangesloten bij de Betonvereniging en stelt zich ten doel de ontwikkeling van constructief beton op theoretisch en praktisch gebied te bevorderen en de kennis daarover te verspreiden (www.stufib.nl).

Samen hebben Stutech en Stufib een studiegroep opgericht om de aanwezige kennis en inzicht m.b.t. duurzaamheid (met name toegespitst op het CO₂-problematiek in de bouw) te bundelen en te verwerken tot een rapport [14]. Een aantal medewerkers van VHB is actief lid van Stutech en/of Stufib. Enkel hiervan zijn actief bij deze gezamenlijke studiegroep betrokken geweest.

Ook dit rapport is door VHB kritisch bestudeerd en zijn de veelbelovende opties voor CO₂-reductie verwerkt in dit rapport.

7.4 Netwerk Betonketen Woerden (NBW)

Op 6 september 2012 heeft de eerste netwerkbijeenkomst van de NBW plaatsgevonden. Het doel van dit initiatief is om de inzet van gerecycled beton te bevorderen. Dit om grondstoffen te besparen, de betonketen te sluiten, en CO₂-reductie te bewerkstelligen. Uit een uitgevoerde analyse blijkt de CO₂-reductie met name te zitten in een lagere transport van grondstoffen uit het buitenland. De initiatiefnemers zijn:

- Provincie Utrecht
- Gemeente Woerden
- Milieudienst / Omgevingsdienst Regio Utrecht
- Groenwest
- Mebin Heidelberg
- Struyk Vewo
- Van Hattum en Blankevoort

Een voorbeeld van een project uit 2012 is de bouw van het gemeentehuis in Zeist dor o.a. Kondor Wessels, een zusterbedrijf van VHB binnen Volker Wessels

(zie ook <http://www.kwp.nl/nl/projecten/detail/nieuwbouw-gemeentehuis-zeist>).

Voor meer informatie zie ook <http://www.betonketen.nl/betonketens/woerden/>

7.5 Eigen initiatieven

Behalve de gezamenlijke initiatieven heeft VHB ook op eigen kracht een aantal onderzoeksprojecten ontplooid. Voorbeelden zijn HyMoCo® en de Verhardingsstopper®, beiden genoemd in hoofdstuk 5.

Om de banden binnen de keten van in situ beton aan te halen en de boodschap van de CO₂-prestatieladder bekend te maken binnen de keten zijn eerst binnen VHB een 14-tal dialoogsuggesties gedefinieerd. Deze zijn opgesteld door de materiaaltechnoloog van Volker InfraDesign (ontwerpbureau binnen VHB) en weergegeven in Bijlage E.

Ook heeft VHB bijvoorbeeld direct contact met vertegenwoordigers van de VOBN om mogelijkheden voor samenwerking te bespreken en, waar aanwezig, drempels weg te nemen.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

8 BEHAALDE RESULTATEN DOOR VHB

Van de initiatieven om een vermindering van de scope 3 CO₂-emissies te bewerkstelligen zijn in dit hoofdstuk zijn de resultaten benoemd en waar mogelijk gekwantificeerd. De door VHB behaalde resultaten in het kader van CO₂-reductie zijn verdeeld in de projectgebonden en algemene resultaten.

8.1 Projectgebonden resultaten

Per project zijn hier de belangrijkste reductiemaatregelen benoemd.

8.1.1 C1000 – BAVO kades Rotterdam

Dit project was een samenwerking met BAM Civiel B.V. (verhouding 50/50). Het bestond uit het bouwen van een aantal kademuuren op de Maasvlakte 2.

Bij de BAVO kade is in samenwerking met de Mebin gebruikgemaakt van een mobiele betoncentrale: de Zilvermeeuw. Hierdoor is de transportafstand van betoncentrale naar bouwplaats aanzienlijk verkleind t.o.v. de reguliere Mebin centrales in Rotterdam.

Route zilvermeeuw: 19,8 km; alternatieve route (Mebin Opijnenstraat): 48,3 km.

Het kilometerverschil (28,5 km) per enkele rit geeft op 3048 retourritten $3048 \cdot 2 \cdot 28,5 = 173.736$ km verschil. Dit geeft $173.736 \cdot 3,33 = 578.541$ kg = 578 ton CO₂-besparing.

Ten opzichte van de totale CO₂-emissies voor dit project (3670 ton) is de besparing 15,7%.

Alleen al door de besparingen op CO₂-emissies voor het vervoer van de betonmortel is de CO₂-reductie op dit project 15,7%. De BAVO kade was in 2012 het grootste project in uitvoering (48,4% van de in totaal gestorte in situ beton).

De totale CO₂-emissies over alle projecten in 2012 bedraagt 10.875 ton. Over heel 2012 levert de mobiele betoncentrale dus een besparing op van 5,3%. Hiermee zou de doelstelling (5% CO₂-besparing) voor 2012 gehaald zijn.

NB: De Zilvermeeuw is met name vanuit economische motieven geplaatst. Er kan dus beargumenteerd worden dat het meerekenen van de CO₂-reductie daarom niet geheel terecht is. Feit is dat de kortere transportafstand wél geleid heeft tot minder CO₂-uitstoot. Daarnaast zou men het tegenargument kunnen opvoeren dat economische belangen en milieubelangen elkaar niet hoeven te bijten: dit project bewijst zelfs het tegendeel.

De bouw van deze centrale heeft ook een CO₂-footprint. Deze is hier in de getallen niet meegenomen. Wél wordt opgemerkt dat de oude Zilvermeeuw nu de permanente betoncentrale "Europoort" van de Mebin is geworden. Daarmee wordt de carbon footprint voor de bouw van deze centrale over vele jaren verspreid.

8.1.2 L3172 – Ontwerp en aanleg Westrandweg

De Westrandweg is het eerste project waar HyMoCo op grote schaal is toegepast. HyMoCo werd met name gebruikt in de pijlerbalken, bovenaan de pijlers. Deze zijn voorgespannen, waardoor een snelle sterkteontwikkeling cruciaal was.

Over 727 m³ van de in totaal 6237 m³ gestort beton in 2012 is HyMoCo toegepast en is hiermee 20,4 ton CO₂ bespaard [17].

Ten opzichte van de totale CO₂-uistoot van het project (861 ton) is dit een directe besparing van 2,4%. Hier zijn de indirecte besparingen van HyMoCo (kortere kisttijd, geen verwarmd beton nodig etc.) nog niet meegenomen. Dit zou betekenen dat alleen al door HyMoCo de helft van de tot doel gestelde 5% emissiereductie voor dit grote project behaald zou zijn.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

8.2 Algemene (bedrijfs-)resultaten

Er zijn ook resultaten te benoemen die niet projectgebonden zijn. Hierbij moet met name gedacht worden aan resultaten van onderzoeken en pilots.

8.2.1 Verbeterslag rapportage CO₂-Prestatieladder

Ten opzichte van 2009 zijn de resultaten van de emissieberekeningen veel beter onderbouwd. In 2009 de emissieberekening gedaan op basis van een schatting m.b.v. de samenstellingen van de standaardmengsels (zie Bijlage C). Voor 2012 is de berekening voor 75% gebaseerd op de daadwerkelijke mengselcodelijsten en de bijbehorende leverbonnen. In 2013 zijn de gegevens van het geleverde beton op de projecten nog beter bijgehouden. Er is hier dus sprake van een duidelijke verbeterslag.

8.2.2 HyMoCo

De eerder beschreven ervaringen bij het project Westrandweg hebben de meerwaarde van HyMoCo duidelijk bewezen. Economisch is de methode onder de juiste voorwaarden zeer voordelig: er zijn aanzienlijk kortere bekistingtijden mogelijk met mengsels die anders nooit op tijd de juiste sterkte bereiken. Verharding geschiedt gelijkmatiger in de betondoorsnede, met een hogere betonkwaliteit en daarmee grotere duurzaamheid tot gevolg.

Ook milieutechnisch blijkt HyMoCo grote voordelen te bieden:

- Het gebruik van mengsels waarbij minder Portlandcement nodig is heeft een flinke CO₂-besparing tot gevolg.
- Een verbeterde duurzaamheid van het beton betekent een langere levensduur en dus een reductie van de emissies in verloop van de tijd.
- Een kortere verhardingstijd betekent een kortere bouwtijd en daarmee lagere emissies.
- HyMoCo is vele malen efficiënter qua energie dan verwarmd beton.

8.2.3 Onderzoek

Er zijn diverse onderzoeksprojecten die door VHB gestart en/of voortgezet zijn (zie H5 t/m H7).

8.2.4 Samenwerking en initiatieven

VHB is op diverse manieren samenwerkingsverbanden aangegaan en heeft bestaande samenwerkingsverbanden actief onderhouden. Er zijn veel initiatieven gezamenlijk met partners en conculega's gestart en/of voortgezet (zie H6 en H7).



9 BEOOGDE REDUCTIE DOELSTELLINGEN VAN VHB

Op basis van de behaalde resultaten en uitslagen van onderzoeken van bijvoorbeeld CE Delft en de werkgroep Stutech / Stufib heeft VHB besloten de volgende doelstellingen na te streven.

9.1 Huidige ontwerp- en bouwactiviteiten

9.1.1 HyMoCo

Na het succes op de Westrandweg zal gepoogd worden HyMoCo meer te promoten bij de ontwerpteams om het gebruik van deze methode te stimuleren. De Pilotversies van HyMoCo worden in samenwerking met andere marktpartijen doorontwikkeld tot een eindproduct dat voor eigen gebruik op grotere schaal is in te zetten, maar ook commercieel aangeboden kan worden als dienst voor de verhardingsbeheersing van conculega's.

9.1.2 Bindmiddelkeuzes

Bij het kiezen van betonrecepturen zal gepoogd worden meer vanaf de tender- en ontwerpfase bij ontwerpteams aan te geven waar mengsels mogelijk zijn met lagere gehalten aan portlandcement (al dan niet in combinatie met HyMoCo). Behalve ecologisch kan dit economisch namelijk zeer aantrekkelijk zijn.

9.1.3 Slim / Lean bouwen

VHB zal de ingeslagen weg blijven volgen waarbij niet zozeer de goedkoopste variant maar de variant met de beste prijs/kwaliteitverhouding wordt aangeboden (en daarmee met hoge EMVI –scores opdrachten binnenhalen). Hier hoort ook het ontwerpen van slimme, milieuvriendelijke oplossingen bij. Bijvoorbeeld het verminderen van stationair draaien van wachtende truckmixers kan gereduceerd worden door beter afstemmen en plannen en kan daarmee een belangrijk deel van de CO₂-emissies door "transport" reduceren.

9.2 Onderzoek

Al dan niet in samenwerking met andere leden van de lopende onderzoeksprojecten neemt VHB met verhoogde interesse actief deel aan een aantal onderzoeken.

9.2.1 Optimalisatie korrelverdeling (CE Delft)

Deze maatregel kan op relatief eenvoudige wijze geïmplementeerd worden als er goed overlegd wordt met de betonproducenten en het VOB. Doel is om de dialoog aan te gaan en de bereidheid van betrokken partijen te polsen om een betere korrelverdeling te implementeren. Wellicht zou dit op een project als pilot uitgerold worden.

9.2.2 Slim Breken / ADR (CE Delft)

Door VHB zal actief worden deelgenomen aan deze subcommissie. Waar en wanneer mogelijk moet dit gaan uitrollen tot pilotprojecten.

9.2.3 Geopolymeren (CE Delft)

Ook hier wordt actief aan de subcommissie deelgenomen. Doel is om binnen 1-2 jaar in samenwerking met partners proefstukken op één of meerdere projecten te plaatsen om de verwerkbaarheid, sterkteprestaties, duurzaamheid etc. te meten in de praktijk.

9.2.4 Verhardingsstopper@ (eigen initiatief)

Bij dit onderzoek zullen de proeven opgeschaald worden naar productieniveau. Gedrag van het mengsel kan getoetst worden tijdens transport, verwerking en verharding.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

9.3 Samewerking en initiatieven

Hieronder worden enkele van de geplande dialogen, samenwerkingsverbanden en initiatieven uitgelicht.

9.3.1 VOBN

Als een vertegenwoordiger van de betonmortelindustrie is het VOBN een belangrijke gesprekspartner, waarmee de dialoog aangegaan kan worden m.b.t. wederzijdse initiatieven, afspraken en samenwerkingsverbanden. Als initiator van o.a. het keurmerk Beton Bewust is de branchevereniging zeer actief op het gebied van duurzaamheid. Onderwerpen van dialogen zijn onder andere de mogelijkheden voor gewijzigde bindmiddel samenstellingen, het stimuleren van maatregelen als 'groene' betonmixers, overkappingen boven en verwarming van toeslagmateriaal etc. en het belonen van betonleveranciers voor hun inspanningen om 'groen' beton te produceren.

9.3.2 MVO Netwerk Beton

Het gezamenlijk onderzoeksrapport van CE Delft is slechts één van de uitingen van de gevoerde dialogen tussen de partijen onderling. Via de subcommissies zal regelmatig contact met partners gewaarborgd blijven en daarmee de deur open blijven voor nieuwe initiatieven en samenwerkingsverbanden.

9.3.3 Stutech / Stufib

Ook bij deze verenigingen zal gepoogd worden daar waar mogelijk binnen bestaande samenwerkingsverbanden progressie te boeken, nieuwe initiatieven te delen en te stimuleren en de contacten met ketenpartners en conquelega's warm te houden.

9.3.4 Opdrachtgevers en overheid

Gepoogd zal worden om met partijen als Rijkswaterstaat en ProRail initiatieven aan te dragen. Doel is om op constructieve wijze mogelijke hindernissen weg te nemen op gebied van bijvoorbeeld regelgeving, normering et cetera.

9.4 Kennisontwikkeling en educatie

In dit rapport is reeds een verbeteringslag gemaakt m.b.t. de kennis van onze eigen keten. In de komende jaren zal deze ontwikkeling verder doorgezet worden, waarbij benodigde gegevens grondiger en systematischer worden gedocumenteerd. Dit moet ertoe leiden dat inzicht, documentatie én controles sneller en gemakkelijker kunnen plaatsvinden.

Daarnaast zal zoveel mogelijk kennisgenomen worden van nieuwe ontwikkelingen en technieken. Congressen, cursussen en andere educatieve kanalen die een toegevoegde waarde bieden zullen waar mogelijk gevolgd worden.

Momenteel worden ook de ontwikkelingen rond rekentools bijgehouden als bijvoorbeeld DuboCalc, de CUR Rekentool en SimaPro. Met name de onderbouwingen van de verschillende carbon footprints worden vergeleken en beoordeeld.



10 BIBLIOGRAFIE

- [1] B. Koggel, „Scope 3 Analyze 'In Situ' Beton,” Woerden, 2010.
- [2] Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO), Handboek CO₂-Prestatieladder 2.1, Utrecht: Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen, 2012.
- [3] World Business Council for Sustainable Development / World Resources Institute, „The Greenhouse Gas Protocol, revised edition,” 2004.
- [4] Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen, *Hoe werkt de CO₂-Prestatieladder 2.0?*, Amsterdam: Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen, Maart 2011.
- [5] G. B. M. v. L. M.M. Bijleveld, „Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw,” CE Delft, Delft, april 2013.
- [6] Cement & Beton, „Beton en CO₂,” *Betoniek*, nr. 14/23, p. 6, april 2009.
- [7] C. Souwerbren en e. al, *Betontechnologie*, Cement en Beton, 1998.
- [8] G. W. G. B. M. van Lieshout, „Prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen (concept),” CE Delft, Delft, september 2013.
- [9] J. G. S. David J. M. Flower, „Green House Gas Emissions due to Concrete Manufacture,” *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 12, nr. 5, pp. 282-288, 2007.
- [10] Energie Consult Holland B.V. (ECH), „Verklaring toetsing CO₂-emissie inventarisatie 2009,” Woerden, 2010.
- [11] DNV KEMA Energy & Sustainability, „Verklaring verificatie CO₂-emissie inventaris 2012 Van Hattum en Blankevoort B.V.,” Arnhem, 2013.
- [12] Van Hattum en Blankevoort, „Informatie over CO₂-reductie,” [Online]. Available: <http://www.vhbinfra.nl/nl/over-ons/mvo/co2-energie-en-materiaalverbruik/prestatieladder/prestatieladder>. [Geopend 05 februari 2014].
- [13] KNMI, „Klimatologie - maand- en seizoenoverzichten,” [Online]. Available: http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoenoverzichten/index.html#jaar. [Geopend 27 01 2014].
- [14] VOBN, „Resultaten keurmerk Beton Bewust,” Schotanus&Jens, Nieuwegein, November 2013.
- [15] VOBN, „Informatieblad – Duurzaamheid van betonmengsels,” Veenendaal, November 2013.
- [16] CE Delft, „Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse Bouw,” april 2013.
- [17] R. Noordermeer, „Memo - L3172 Westrandweg - mengsels en hoeveelheden van 2012,” Woerden, 2014.
- [18] R. Noordermeer, „Memo - c1000 BAVO kade - Mengsels en hoeveelheden van 2012,” Woerden, 2014.
- [19] R. Noordermeer, „Memo - z3510 parkeergarage ECCR - Mengsels en hoeveelheden van 2012,” Woerden, 2014.
- [20] M. Van Lieshout, G. Warringa en G. Bergsma, „Kostencurve opgesteld op basis van quickscan van 16 door het MVO Netwerk Beton geselecteerde verduurzamingsopties (eindrapport),” CE Delft, Delft, 2013.
- [21] G. W. G. B. G. W. G. B. M. van Lieshout, „Prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen (eindrapport),” CE Delft, Delft, november 2013.
- [22] S. Fennis-Huijben, „Design of Ecological Concrete by Particle Packing Optimization,” Technische Universiteit Delft (proefschrift), Delft, 2011.
- [23] Rijkswaterstaat, *Inzendingen RWS Zolderopruiming – 20 april 2012*, 2012.
- [24] M. Hunger, „An integral design concept for ecological Self-Compacting Concrete,” Technische Universiteit Eindhoven (proefschrift), Eindhoven, 2010.
- [25] G. Dr. Walenta en C. Dr. Comparet, „ECRA Conferentie,” in *New cements and innovative binder technologies BCSAF cements – recent developments*, Barcelona, 2011.
- [26] W. Dr. Dienemann, E. Jelito, F. Bullerjahn, D. Dr. Schmitt en B. Dr. Mohsen, „BCT Technology - a



| | |
|----------------|---------------------------|
| Project | : CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : |
| Projectnummer | : VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 3.0 |

new alternative binder concept," ZKG, nr. 5, pp. 25-27, 2013.

- [27] Volker Wessels, „KWS Infra bespaart zestig procent brandstof met De Groene Aggregaat,” 14 juni 2014. [Online]. Available: <http://www.volkerwessels.com.production.cluster03.flinkinternet.nl/nl/nieuws/detail/kws-infra-bespaart-zestig-procent-brandstof-met-de-groene-aggregaat>. [Geopend 4 juli 2014].
- [28] BECO Groep BV, „ISO 14001,” BECO Groep BV, Cluster Milieumanagement, [Online]. Available: <http://www.iso14000.nl/index.html>. [Geopend 15 november 2013].
- [29] Wikipedia, „ISO 9001,” [Online]. Available: http://nl.wikipedia.org/wiki/ISO_9001. [Geopend 15 11 2013].
- [30] KOMO, „Wat is een KOMO-procescertificaat?,” KOMO, [Online]. Available: <http://www.komo.nl/certificaten/certificaatsoorten/proces/>. [Geopend 15 11 2013].
- [31] „VOBN,” [Online]. Available: <http://www.vobn.nl/>. [Geopend 24 januari 2014].
- [32] VOBN, „Beton Bewust voldoet aan eis 5A2 en 5A3 CO2-prestatieladder,” [Online]. Available: <http://www.vobn.nl/nieuws/nieuwsberichten/beton-bewust-voldoet-aan-eis-5a2-en-5a3-co2-prestatieladder>. [Geopend 24 januari 2014].
- [33] „Milieu- en energiebeleidsverklaring 2012-2015,” Theo Pouw B.V., [Online]. Available: <http://www.theopouw.nl/nl/mvo/co2-prestatieladder>. [Geopend 27 01 2014].
- [34] MVO Nederland, „MVO Netwerk Beton,” [Online]. Available: <http://www.mvonederland.nl/mvo-netwerken/mvo-netwerk-beton>. [Geopend 15 november 2013].
- [35] STUFIB / STUTECH, „Duurzaamheid als ontwerpcriterium voor beton - toegespitst op CO2,” STUFIB, STUTECH, Delft, september 2012.
- [36] Energie Consult Holland B.V., „ECH verklaring toetsing emissie inventarisatie 2009,” Ede, 2010.
- [37] Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland (VOBN), *Resultaten keurmerk Beton Bewust*, Nieuwegein: Schotanus&Jens, November 2003.
- [38] R. Noordermeer.
- [39] Sjunnesson, J., Life cycle assessment of concrete, LUND University: Department of technology and society; Lund (2005)



**BIJLAGE A ANALYSE VERWERKTE HOEVEELHEDEN IN SITU
BETON (2012)**

| Drop-down menu data: "Gegevens - Gegevensvalidatie" | | GWP (kg CO ₂ /m ³) | (wintervariant) |
|---|---------------------------------------|--|-----------------|
| C12/15 | | | |
| C28/35 (standaardmengsel 1) | ("mengseltype 1") CEM III/b 42,5 LHHS | 111,9 | 148,5 |
| C35/45 (standaardmengsel 2) | | 118 | 157,2 |
| C53/65 (standaardmengsel 3) | | 174,8 | |
| Generiek zomermengsel | (85% type 1, 10% type 2, 5% type 3) | 116 | |
| Generiek wintermengsel | (85% type 1, 10% type 2, 5% type 3) | 151,1 | |
| Generiek mengsel | (verhouding 85% zomer / 15% winter) | 121,3 | |
| anders | | | |
| n.v.t. | | | |

266990,7
2060759,65
1068757,2

110783,29
41118,75
19197,15
2992
55156,5

298874

649

83868

19720

2850,55

28651,06

55009,55

545,85

23091,75

7736,19

104747,14

36297,4

34292,7

33728,12

44173,8

306862,71

48952,6

114595,35

9363,09

68107

51843,09

97889,1

316471,7

33721,4

44031,9

6671,5

1947

146832

143642,06

425550,25

24002,72

41597,14

138442,26

57178

25958,2

52316,69

57314,25

8066,45

4366,8

148440,875

11523,5

1819,5

185649,65

60892,6

23047

62560,475

26370,62

18801,5

424,55

7823,85

7173067,73

Gemiddelde GWP mengsels 2012
(gemiddelde van alle mengsels tov gestorte hoeveelheden)

126,68



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 2.0 |

**BIJLAGE B MEMO VOLKER INFRADESIGN: SAMENSTELLING
BETONMENSELS (2012; ONVERANDERD T.O.V. 2009)**



Memo

Definitief

Telefoon : +31 (0)348 43 51 00
Telefax : +31 (0)348 43 51 11

Aan : Bob Roijen (Consultant van INTRON bv)
Van : O.J. Kronemeijer
CC : Hans Berkien, Roy van Zanten
Datum : 23-02-2010
Referentienummer : P3731
Betreft : Input voor LCA-berekening

Hierbij aangeboden zoals toegezegd:

- drie "generieke Infra-bouw betonrecepten" welke door VHB op RWS en ProRail-projecten veelvuldig ingezet worden; bedoeld als inputdata in (Simapro) LCA berekening.
- twee suggesties voor CO₂-emissie reductie die, eveneens volgend uit LCA berekening, als suggestie voor potentiële reductie-doelstellingen zouden kunnen dienen.

Type 1:

- aandeel in totaal verwerkte betonvolume (middels steekproeven geschat): ca. 80%
- techn. levensduur tenminste 50 jaar door conformiteit aan NEN-EN 1992-1-1 Eurocode 2
- betonspecificatie conform NEN-EN 206-1:2001 en NEN 8005:2008:
 - sterkteklasse C 28/35
 - expositieklasse XD3/XF4
 - chlorideklasse Cl 0,4
 - consistentieklasse S3
- grondstofsoort, gehalten (kg/m³), merk/type en herkomst
 - cement; 350 kg/m³; CEM III/B 42,5 LHHS; ENCI-Heidelberg (Rozenburg)
 - zand ; 800 kg/m³; riviermateriaal gradering 0- 4mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - grind ; 1050 kg/m³; riviermateriaal gradering 4-32mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - water ; 125 l/m³; 2/3 water uit eigen bron en 1/3 water van drinkwaterleidingnet
 - hulpstof; 1,5% op cementgewicht; 80% Naphtaleen & 20 % Lignine; Cugla (Breda)

Type 2:

- aandeel in totaal verwerkte betonvolume (middels steekproeven geschat): ca. 15%
- techn. levensduur tenminste 50 jaar door conformiteit aan NEN-EN 1992-1-1 Eurocode 2
- betonspecificatie conform NEN-EN 206-1:2001 en NEN 8005:2008:
 - sterkteklasse C 35/45
 - expositieklasse XD3/XF4
 - chlorideklasse Cl 0,2
 - consistentieklasse S3
- grondstofsoort, gehalten (kg/m³), merk/type en herkomst
 - cement; 375 kg/m³; CEM III/B 42,5 LHHS; ENCI-Heidelberg (Rozenburg)
 - zand ; 800 kg/m³; riviermateriaal gradering 0- 4mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - grind ; 1050 kg/m³; riviermateriaal gradering 4-32mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - water ; 125 l/m³; water van drinkwaterleidingnet
 - hulpstof; 0,75 % op cementgewicht; Polycarboxylaat (type HR); Cugla (Breda)



Type 3:

- aandeel in totaal verwerkte betonvolume (middels steekproeven geschat): ca. 5%
- techn. levensduur tenminste 50 jaar door conformiteit aan NEN-EN 1992-1-1 Eurocode 2
- betonspecificatie conform NEN-EN 206-1:2001 en NEN 8005:2008:
 - sterkteklasse C 53/65
 - expositieklasse XD3/XF4
 - chlorideklasse CI 0,2
 - consistentieklasse S3
- grondstofsoort, gehalten (kg/m^3), merk/type en herkomst
 - cement; 390 kg/m^3 ; 290 kg/m^3 CEM III/B 42,5 LHHS; ENCI-Heidelberg (Rozenburg)
100 kg/m^3 CEM I 52,5 R ENCI-Heidelberg (Rozenburg)
 - zand ; 800 kg/m^3 ; riviermateriaal gradering 0- 4mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - grind ; 1050 kg/m^3 ; riviermateriaal gradering 4-32mm; Hulskens Rijn (BRD)
 - water ; 125 l/m^3 ; water van drinkwaterleidingnet
 - hulpstof; 0,75 % op cementgewicht; Polycarboxylaat (type HR); Cugla (Breda)

Suggestie 1 voor CO₂-emissie reductie vanuit de betonreceptuur.

Setting: De druksterkteprestatie van C28/35 beton op de gebruikelijke normleeftijd van 28 dagen ligt soms tot 60% hoger dan noodzakelijk ("strength overkill") hetgeen vervolgens zowel de scheurkans (verhoogde E_{mod}) vergroot als het wapeningspercentage opdrijft. Hoewel dit gepaard gaat met aanvangssterkten die (door krappe planningen) weer wèl worden gewaardeerd, is een algemene tendens opgemerkt dat een compensatie hiervoor door gebruik van lagere cementsterkteklassen bijna nooit wordt overwogen, sterker nog, soms zelfs onnodig hoog gespecificeerd wordt.

Stelling: structureel gebruik van lagere cementsterkteklassen (minder fijn gemalen cementen produceren bij productie minder CO₂ ...) dus klasse 32,5 versus gebruikelijke 42,5.

Suggestie 2 voor CO₂-emissie reductie vanuit de verwerkingssituatie.

Setting: Bij verwerkingsstagnaties en teveel-bestelde beton wat normaliter wordt afgevoerd (materiaalafvalstroom en reeds geproduceerde CO₂-emissie onbenut) op de bouwplaats bufferen en voorzien van een speciale hulpstof zoals nu in ontwikkeling als VHB-Hydration-Stopper[®] technologie waardoor 100% re-entry voor verwerking mogelijk is.

Stelling: op jaarbasis wordt ca. 5% (1/20) van het totaalvolume aan "type 1 betonspecie" afgevoerd als afval. Hiervan kan zeker de helft worden bespaard door alsnog tot geplande inzet te komen middels deze hulpstof. Dus 2,5 % (de helft van 5%) van 80% van ruim 60.000 m^3 is ca. 1200 m^3 "type 1" betonspecie op jaarbasis lijkt een interessante reductie.



**BIJLAGE C CO2-EMISSIEBEREKENING 3 GENERIEKE MENGSELS
(2012)**



Memo

Definitief

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan :
Van : R.H.J. Noordermeer
CC :
Datum : 15-04-2014
Referentienummer : P3731-150
Betreft : Bijlage D - 3 generieke mengsels - CO₂-emissies

In 2009 is door de sectie materiaaltechnologie van Van Hattum en Blankevoort (VHB) drie generieke mengsels opgesteld. Met het programma Simapro is door INTRON destijds een berekening opgesteld van de bijbehorende CO₂-emissies. De totale CO₂-footprint van het door VHB ingekochte in situ beton is vervolgens geschat middels een verdeelsleutel van deze drie meest voorkomend mengsels (80%-15%-5%).

Voor de emissieberekeningen van de betonhoeveelheden in 2012 worden deze mengsels opnieuw beschouwd, met de volgende aandachtspunten:

- Behalve de zomermengsels worden, waar van toepassing, ook de wintermengsels berekend.
- In plaats van een schatting volgens een verdeelsleutel worden de daadwerkelijk gebruikte mengsels per project zo goed mogelijk vastgesteld.
- In eerste instantie zal voor de emissieberekening van 2012 door VHB zelf een berekening uitgevoerd worden van de CO₂-emissies.
- Er wordt aandacht gegeven aan de verschillen tussen de gebruikte cijfers uit 2009 en die van 2012.

1 INVOERGEGEVENS

1.1 Generieke mengsels

Voor de berekening zijn de generieke mengsels gebruikt die in Bijlage C1 beschreven zijn:

Tabel 1-1: Samenstelling van de drie meestgebruikte / generieke mengsels

| | | Type 1 | Type 2 | Type 3 |
|--|--|---|---|--|
| Aandeel t.o.v. totaal | | 80% | 15% | 5% |
| Betonspecificatie conform NEN-EN 206-1:2001 en NEN 8005:2008 | Sterkteklasse: Expositieklasse: Chlorideklasse: Consistentieklasse: | C 28/35 XD3/XF4 CI 0,4 S3 | C 35/45 XD3/XF4 CI 0,2 S3 | C 53/65 XD3/XF4 CI 0,2 S3 |
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 350 kg/m ³ CEM III/B 42,5 | 375 kg/m ³ CEM III/B 42,5 | 290 kg/m ³ CEM III/B 42,5 100 kg/m ³ CEM I 52,5 |
| | Cement – wintermengsel | 280 kg/m ³ CEM III/B 42,5 (20%) 70 kg/m ³ CEM I 52,5 | 300 kg/m ³ CEM III/B 42,5 (20%) 75 kg/m ³ CEM I 52,5 | n.v.t. |
| | Zand: | 800 kg/m ³ ; gradering 0- 4mm | 800 kg/m ³ ; gradering 0- 4mm | 800 kg/m ³ ; gradering 0- 4mm |
| | Grind: | 1050 kg/m ³ ; gradering 4-32mm | 1050 kg/m ³ ; gradering 4-32mm | 1050 kg/m ³ ; gradering 4-32mm |
| | Water: | 125 l/m ³ | 125 l/m ³ | 125 l/m ³ |
| | Hulpstof: | 1,5% op cementgewicht; 80% Naphtaleen & 20 % Lignine | 0,75% op cementgewicht; Polycarboxylaat (type HR) | 0,75% op cementgewicht; Polycarboxylaat (type HR) |

In het bovenstaande tabel is terug te zien dat voor mengseltypen 1 en 2 er ook een wintermengsel toegevoegd is. Bij deze wintermengsels is 20% van de CEM III vervangen door CEM I: door deze aanvulling met Portlandklinker komt de hydratatie van het cement ook bij lagere temperaturen op gang.



NB: Bij hogere sterkteklassen (bijvoorbeeld C53/65) is er geen sprake van een zogenaamd 'wintermengsel' in verband met de prestatie-eisen die aan deze bindmiddeltypen verbonden zijn.

1.2 Emissiefactoren volgens de VOBN (2012)

Het VOBN Benchmarkinstrumentⁱ geeft de volgende waarden voor de emissiefactoren:

Tabel 1-2: Emissiefactoren - invoergegevens 2012ⁱ

| Grondstof | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton betonmortel) | Emissiefactor (kg CO ₂ / m ³) | Herkomst data |
|--|--|--|-----------------------------------|
| CEM I cement | 818 | 340,8 | MRPI-blad |
| CEM II cement | 550 | 229,2 | LCA ENCI |
| CEM III cement | 296 | 123,3 | MRPI-blad |
| Zand | 2,7 | 1,1 | Betondatabase 3.1 |
| Grind | 2,7 | 1,1 | Betondatabase 3.1 |
| Plastificeerder (Lignine) | 220 | 91,7 | MRPI-blad |
| Superplastificeerder (Naphtaleen, polycarboxylaat) | 720 | 300,0 | MRPI-blad |
| | | | |
| Vervoer: truckmixer (diesel) | 0,154 | 0,0642 | (1km, zie §1.2.1) |
| | 6,16 | 2,57 | (return trip 2*20 km, zie §1.2.1) |

1.2.1 Vervoer per truckmixer

- Het vervoerscomponent wordt voor bulkvervoer aangegeven in het Handboek CO₂-Prestatieladder (p. 67: conversiefactoren). Deze geeft de volgende waarden:
 - Vrachtauto < 20 ton: emissie = 295 g CO₂/tonkm
 - Vrachtauto > 20 ton: emissie = 110 g CO₂/tonkm
- Het VOBN heeft op basis van verschillende onderzoeken (bvb. "Blik op Brandstof") het dieselvebruik van truckmixers op gemiddeld 2,7 liter/m³ vastgesteld (retourtrip 20 km, 10 m³ betonmortel)ⁱ. Met de conversiefactoren uit het Handboek CO₂-Prestatieladder komt dit neer op 8,5 kg CO₂ e /m³.
- Uit een CE-rapportⁱⁱ zijn specifiek voor betonmortel de volgende waarden aangehouden:
 - 'Zuinige' vrachtauto (Euro 5, zeer groot (>32 ton)): emissie = 107 g CO₂/tonkm;
 - 'Gemiddelde' vrachtauto (som vd 2 waarden / 2): emissie = 154 g CO₂/tonkm;
 - 'Onzuinige' vrachtauto (Euro 3, gemiddeld (16-32 ton)): emissie = 185 g CO₂/tonkm;

De uiteenlopende resultaten tonen aan dat het van groot belang is om in de toekomst de gemiddelde prestaties van de door de betonleverancier gebruikte truckmixers op te vragen. Voor een representatief beeld wordt in deze berekening uitgegaan van de gemiddelde emissie: 154 g CO₂/tonkm. Bij het vervoeren van 1 ton (1000kg) betonmortel over 1 kilometer komt dus 154 g CO₂ vrij.

In het algemeen gaat met uit van een reisafstand van 20 km (enkele reis) van betoncentrale naar bouwlocatieⁱⁱⁱ. De emissies bij één retourrit, omgerekend voor 1 ton betonmortel, zijn dan:
 $0,154 \text{ kg} * 2 * 20 \text{ km} = 6,16 \text{ kg CO}_2$.

Voor beton wordt aangenomen:

Dichtheid beton (ongewapend, verdicht): $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$.

→ Omrekenen: $1 \text{ kg CO}_2 / \text{ton betonmortel} = 1 * 2,4 \text{ kg CO}_2 / \text{m}^3 \text{ betonmortel}$

→ voor een m³ is de CO₂-uitstoot mbt. vervoer $0,154 * 2,4 = 0,370 \text{ kg/m}^3 \text{ km}$.

→ voor een m³ is de CO₂-uitstoot mbt. vervoer $6,16 * 2,4 = 14,8 \text{ kg/m}^3$ (return trip 2*20 km).



2 UITVOER: CO₂-EMISSIONS PER MENGSEL

De volgende zaken zijn bekend:

- De emissiefactor, ofwel de embodiële CO₂-gehalte in kg CO₂ per ton van elk materiaal;
- De hoeveelheid in ton van elk materiaal in 1 m³ beton.

Uit deze twee getallen valt eenvoudig per mengsel het aantal kg CO₂ per m³ beton(-mortel) af te leiden.

Tabel 2-1: CO₂-emissie generieke mengsel Type 1:

| | | Type 1 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|------------------------|---|---|---|
| Aandeel t.o.v. totaal | | 80% | | |
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 350 kg CEM III/B 42,5 = 0,35 ton | 296 | 0,35*296 = 103,6 |
| | Cement – wintermengsel | 280 kg CEM III/B 42,5 = 0,28 ton (20%) 70 kg CEM I 52,5 = 0,070 ton | 296 818 | 0,28*296 = 82,9 0,070*818 = 57,3 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg; 4,2 kg Naphtaleen = 0,00420 ton 1,05 kg Lignine = 0,00105 ton | 720 | 4,2*10 ⁻³ *720 = 3,02 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | Zomermengsel: 111,9 kg/m³ Wintermengsel: 148,5 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | Zomermengsel: 126,7 kg/m³ Wintermengsel: 163,3 kg/m³ |

Tabel 2-2: CO₂-emissie generieke mengsel Type 2:

| | | Type 2 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|------------------------|---|---|---|
| Aandeel t.o.v. totaal | | 15% | | |
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 375 kg CEM III/B 42,5 0,375 | 296 | 0,375*296 = 111,0 |
| | Cement – wintermengsel | 300 kg CEM III/B 42,5 (20%) 75 kg CEM I 52,5 | 296 818 | 0,30*296 = 88,8 0,075*818 = 61,4 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 0,75% Polycarboxylaate = 2,81 kg = 0,00281 ton | 720 | 2,81*10 ⁻³ *720 = 2,02 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | Zomermengsel: 118,0 kg/m³ Wintermengsel: 157,2 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | Zomermengsel: 132,8 kg/m³ Wintermengsel: 172,0 kg/m³ |

Tabel 2-3: CO₂-emissie generieke mengsel Type 3:

| | | Type 3 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|------------------------|---|---|---|
| Aandeel t.o.v. totaal | | 5% | | |
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 290 kg CEM III/B 42,5 100 kg CEM I 52,5 | 296 | 0,29*296 = 85,84 0,10*818 = 81,80 |
| | Cement – wintermengsel | n.v.t. | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 0,75% Polycarboxylaate = 2,93 kg = 0,00293 ton | 720 | 2,93*10 ⁻³ *720 = 2,11 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 174,8 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 189,6 kg/m³ |



3 RESULTATEN

3.1 Resultaten voor rekenaarden 2012

In het kort zijn dit de resultaten van de drie generieke mengsels:

Tabel 3-1: CO₂-emissies van de drie generieke mengsels

| | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (excl. transportcomponent) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (incl. transportcomponent; 14,8 kg CO ₂) |
|--|---|---|
| Mengsel Type 1 | Zoeremengsel: 111,9 kg/m ³ Wintermengsel: 148,5 kg/m ³ | Zoeremengsel: 126,7 kg/m ³ Wintermengsel: 163,3 kg/m ³ |
| Mengsel Type 2 | Zoeremengsel: 118,0 kg/m ³ Wintermengsel: 157,2 kg/m ³ | Zoeremengsel: 132,8 kg/m ³ Wintermengsel: 172,0 kg/m ³ |
| Mengsel Type 3 | 174,8 kg/m ³ | 189,6 kg/m ³ |
| Gemiddelde waarde (80-15-5% -verdeling) | Zoeremengsel: 116,0 kg/m ³ Wintermengsel: 130,8 kg/m ³ | Zoeremengsel: 151,1 kg/m ³ Wintermengsel: 165,9 kg/m ³ |

Opmerkingen:

- “Gemiddelde” emissiewaarden uit de literatuur komen redelijk overeen met de gemiddelden die bij deze mengsels gevonden worden. Met de bovenstaande verdeling is het echter mogelijk om de cijfers beter te nuanceren.
- Mengsels waar zwaardere eisen aan verbonden worden, zoals Mengsel Type 3, hebben een hoger klinkergehalte en hebben geen wintermengselvariant.
- Het verschil tussen de zomer- en wintermengsels is, ook voor CEM III-cement, vrij groot. De mogelijke invloed van bijvoorbeeld het gebruik van HyMoCo (waardoor bij lagere temperaturen nog steeds zoeremengsels gebruikt kunnen worden) kan hiermee gekwantificeerd worden.
- Voor het transportcomponent is er een verschil tussen de gebruikte waarden uit het CE-rapportⁱⁱ en de cijfers van het VOBN.
- Eén belangrijk punt dat door een contactpersoon van het VOBN wordt benadrukt is dat het stationair draaien van wachtende truckmixers ook een belangrijk deel kan vormen van de CO₂-emissies die onder “transport” vallen. Het beter afstemmen van planningen en het verkorten van wachttijden is hier een kans om efficiënter, goedkoper én groener te werken.

3.2 Vergelijking rekenwaarden 2009 en 2012

De rekenwaarden voor 2012 zijn niet hetzelfde als die van 2009: waar in 2009 door INTRON een berekening gemaakt is op basis van de drie generieke mengsels, nu is door VID meer onderscheid gemaakt binnen deze mengsels. Daarnaast zijn voor enkele grote projecten de mengsels apart doorgerekend.

De nieuwe aanpak heeft tot gevolg dat er met twee maten wordt gemeten. het is daarom van belang om het verschil aan te tonen tussen de resultaten volgens de resultaten van 2009 en die van 2012. Dit biedt een onderbouwd perspectief op de verschillen tussen de berekeningsresultaten van 2009 resp. 2012. De memo van INTRON uit 2009 geeft de gebruikte waarden bij het berekenen van de CO₂-emissies^{iv}:

Tabel 2 Totale CO₂ emissie van 1 m³ beton per levenscyclusfase

| Levenscyclusfase | CO ₂ emissie [kg CO ₂ eq./m ³] |
|--|---|
| Productie 1 gemiddelde m ³ beton (cradle-to-gate) | 77,0 |
| Transport naar constructie | 10,0 |
| Verwerken van beton | 5,5 |
| Verdichten beton | 0,2 |
| Slopen van beton | 15,6 |
| Transport naar breker/ stort | 20,1 |
| Finale afvalverwerking beton | 6,2 |

Figuur 3-1: tabel CO₂-emissies per m³ beton zoals berekend door INTRON in 2009^v



De onderbouwing van alle CO₂-emissiewaarden buiten productie zijn gebaseerd op de volgende gegevens:

| Transport naar constructieplaats | |
|--|---|
| Transport | 25 km transport "VLCA 2005 'Truck 28t incl. return trip' VLCA, 2005 |
| Verwerken van beton | |
| 70% wordt gestort met giekpomp | 0,7 m ³ "Giekpomp" Dubocalc database |
| 30% wordt gestort met kubel en kraan | 0,3 m ³ "Kubel + kraan (gemiddelde)" DuboCalc database |
| Verdichten van beton | |
| Verdichten met trilnaald | 1 m ³ "verdichten met trilnaald" DuboCalc database |
| Gebruiksfase betonnen constructie | |
| Onderhoud | Niet opgenomen binnen systeemgrenzen |
| Slopen van beton | |
| Slopen beton | 1 m ³ "slopen beton" Dubocalc database |
| Transport betonpuin naar breker | |
| Transport | 50 km transport "VLCA 2005 'Truck 28t incl. return trip' VLCA, 2005 |
| Eindelevenscyclus scenario | |
| 99% hergebruik in GWW | "breken steenachtig MRPI" VLCA 2005 Hier is allocatietoegepast. Dit wil zeggen dat maar de helft van de CO ₂ emissie van het breken wordt toegerekend aan beton. De andere helft wordt toegerekend aan betongranulaat, dat opnieuw in de GWW wordt toegepast. Dit gebeurt op basis van de economische waarden van betonpuin en betongranulaat. Deze vorm van economische allocatie is een voor betongranulaat gebruikelijk eindelevenscyclus scenario |
| 1% stort | LF: concrete nat. database IVAM 4.02 |

Figuur 3-2: memo INTRON: onderbouwing CO₂-emissies voor het VHB-rapport in 2009^{IV}

Op basis van figuur 3-1 is de CO₂-emissie van 1m³ beton 77 kg CO₂ eq./m³.
De volledige emissiewaarde zonder transportcomponenten is 114,5 kg CO₂ eq./m³.
Samen met transport, verwerking en sloop wordt de CO₂-emissie 134,6 kg CO₂ eq./m³

In het onderstaand tabel worden de 2 rekenwaarden vergeleken:

Tabel 3-2: CO₂-emissies van de drie generieke mengsels: 2009 versus 2012

| | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (2009) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (2012) |
|---|---|---|
| CO ₂ -emissie beton (80-15-5% -verhouding) | Basiswaarde productie: 77,0 kg/m ³ Totale waarde excl. transport: 114,5 kg/m ³ Totale waarde incl. transport sloop: 134,6 kg/m ³ | Zomermengsel: 116,0 kg/m ³ Wintermengsel: 151,1 kg/m ³ |
| Transportaandeel naar het werk: | 10 kg/m ³ (25 km incl. return trip) | 14,8 kg/m ³ (20 km incl. return trip) |
| TOTAAL: | Totale waarde: 144,6 kg/m ³ | Zomermengsel: 130,8 kg/m ³ Wintermengsel: 165,9 kg/m ³ |

De volgende zaken vallen op:

- De basiswaarde voor de productie van betonmortel uit 2009 is 77,0 kg/m³ (cradle-to-gate). Voor 2012 is dit 116,0 kg/m³ (cradle-to-cradle). Uitgaande van een cradle-to-cradle –principe zou de emissiewaarde van 2009 114,5 kg/m³ zijn. Hiermee blijken de gebruikte emissiewaarden bijna gelijk te zijn voor 2009 en 2012 (zomermengsel).
- Voor 2012 worden de gegevens voor sloop etc. overgenomen. Voor transport wordt 14,8 kg/m³ aangehouden.
- De transportwaarde uit 2009 ligt lager dan die van 2012, ondanks het feit dat in 2012 met 5 km minder transportafstand wordt gerekend.

Het is niet goed te achterhalen of bijvoorbeeld INTRON rekening heeft gehouden met zomer- en wintermengsels. Het is dus van belang om duidelijk aan te geven wat nu exact in deze emissiewaarden is meegenomen (mengseltypen, -verhoudingen, verwerkings-, sloop- en transportcomponenten).



4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Voor de gestorte in situ beton in 2009 (60429 m³ beton) zou de berekening van de CO₂-emissies vergelijkbare resultaten opleveren. Daarbij is alleen rekening gehouden met de 'standaardmengsels': de invloed van de los berekende CO₂-emissies van afwijkende mengselcodes is hier niet meegenomen.

De in 2012 gebruikte waarden voor de standaardmengsels zijn weergegeven in het onderstaand tabel.

Tabel 4-1: CO₂-emissies van de drie generieke mengsels: 2012

| | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) (2012) |
|---|---|
| CO ₂ -emissie beton (80-15-5% -verhouding) | Zoeremengsel: 116,0 kg/m ³ Wintermengsel: 151,1 kg/m ³ |
| Transportaandeel naar het werk: | 14,8 kg/m ³ (20 km incl. return trip) |
| TOTAAL: | Zoeremengsel: 130,8 kg/m ³ Wintermengsel: 165,9 kg/m ³ |

Het is van groot belang om duidelijk aan te geven wat nu exact in deze emissiewaarden is meegenomen (zie de memo voor de te gebruiken mengseltypen, -verhoudingen, verwerkings-, sloop- en transportcomponenten).

Aanbevelingen voor reductie van CO₂-emissies op basis van deze berekeningen:

- Het stationair draaien van wachtende truckmixers ook een belangrijk deel kan vormen van de CO₂-emissies die onder "transport" vallen. Het beter afstemmen van planningen en het verkorten van wachttijden is hier een kans om efficiënter, goedkoper én groener te werken.
- Het verminderen van het gebruik van wintermengsels veroorzaakt een significante vermindering in de CO₂-emissies.
- Het bijhouden van de daadwerkelijke transportkilometers heeft een duidelijke meerwaarde. Lokale betonleveranciers zijn m.b.t. het transportcomponent 'groener' dan centrales die verder weg gelegen zijn.

NB: een lokale leverancier met een hoge emissiewaarde bij productie scoort waarschijnlijk echter slechter dan een centrale op grotere afstand, die een lage emissiewaarde heeft bij productie.

Referenties:

ⁱ VOBN, *Resultaten keurmerk Beton Bewust*. November 2013, Schotanus&Jens, Nieuwegein.

ⁱⁱ CE Delft, *Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse Bouw*, april 2013.

ⁱⁱⁱ VOBN, *Informatieblad – Duurzaamheid van betonmengsels*. November 2013, Veenendaal.

^{iv} VHB, *Scope 3 analyse 'in situ' beton (Annex B: Memo INTRON aan VHB)*. Maart 2010, Woerden.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 2.0 |

BIJLAGE D BEREKENING CO₂-EMISSIES VAN DE 3 GROOTSTE PROJECTEN (2012)



Memo

concept

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan :
Van : R.H.J. Noordermeer
CC :
Datum : 08-04-2014
Referentienummer :
Betreft : c1000 BAVO kade - mengsels en hoeveelheden

CHECKPRINT: wijzigingen 05-12-2014.

Zie deze bijlage par. 3.2:

Vervoer is met de daadwerkelijke vervoersafstanden berekend.

Zie ook verificatie door SGS Intron (par. 4.2.7 en Bijlagen I en J);
Het standaard vervoerscomponent is uit de berekening van deze
bijlage geschrapt (zie 5 - Bijlage 2 van deze bijlage).

1 INLEIDING: CO₂-EMISSIONS IN SITU BETON BAVO-KADEMUREN IN 2012

Vanuit het concept van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) is Van Hattum en Blankevoort (VHB) bezig om onder andere haar jaarlijkse CO₂-emissies in kaart te brengen. Daarnaast heeft het bedrijf zich tot doel gesteld om de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de cijfers en berekeningen áchter deze cijfers zo nauwkeurig, transparant weer te geven en degelijk te onderbouwen.

Eén van de grote projecten die in 2012 door VHB uitgevoerd zijn, is het project BAVO-kademuren op de Maasvlakte 2 bij Rotterdam. Een groot deel van het in 2012 gestorte in situ beton is dan ook gestort bij dit project. De Bavo Kade was een samenwerkingsverband tussen VHB en de BAM (verhouding 50/50). De Mebin was hierbij de gecontracteerde leverancier: er was voor dit project een tijdelijke betoncentrale opgezet, de "Zilvermeeuw".

In deze memo wordt de ruim 26.000 m³ "beton" dat bij dit project in 2012 gestort is, genuanceerder onderverdeeld op basis van de mengselcodelijsten en het overzicht van de geleverde mengsels. Hiermee wordt een verbeterslag gemaakt op de nauwkeurigheid van de gerapporteerde CO₂-emissies ten opzichte van het vorige verslag m.b.t. de CO₂-Prestatieladder in 2009.

2 MENGSELCODES EN HOEVEELHEDEN GESTORT BETON

De mengsels van de BAVO-kade zijn verdeeld naar de constructieve onderdelen van deze kade. In de mengselcodetabellen (zie Bijlage 1) staat deze verdeling, genummerd van A tot en met K. Individuele mengsels die erg op elkaar lijken zijn ter vereenvoudiging samengevoegd.

De gestorte hoeveelheden van het gehele project zijn in het onderstaande tabel gegeven:

Tabel 2-1: Gestorte betonhoeveelheden BAVO-kademuren 2009 - 2012

| | D1 | D1+ | D2 | | | | | | | | | E1 | E2 | E3 | E1-16 | E4/E7 |
|-----------|---------|-----------|-------|-------|-----------|-------|----------|----------|----------|---------|-----------|----------|----------|----------|-------|----------|
| ng | Wl | wl | Wl | sloof | DW | Vibro | C3 Vibro | C5 Vibro | C6 Vibro | Dwsloof | E1A Lwand | L-Wand | L-wand | L-wand | Vloer | L-wand |
| i,3 | 4.327,0 | 304,5 | 192,0 | 138,0 | 101.801,5 | 929,5 | 7,3 | 11.629,8 | 354,8 | 476,5 | 5.787,0 | 25.888,5 | 19.968,5 | 10.710,0 | 42,0 | 12.581,8 |
| totaal m3 | | 263.515,3 | | | | | | | | | | | | | | |



| E5 / E8 | E6 / E9 | E6+ / E9+ | F1 | F2 | F3 | F4 | G1 | H1/H4 | H2A | H3 / H5 | H3 / H6-H3+ / H6+ | I | I2 | | |
|---------|---------|-----------|----------------|---------|---------|------------------|--------|-----------|-----------|---------|-------------------|----------|----------|---------|---------|
| L-wand | L-wand | L-wand | Kr.baan + balk | Kr.baan | Kr.baan | Basraloc uspalen | Kelder | Verank.CW | Buispl CW | CW | CW | Boven CW | Boven CW | Gording | Gording |
| 8.635,0 | 9.209,0 | 4.121,5 | 9.445,5 | 5.010,0 | 2.540,0 | 24,0 | 344,5 | 11.569,8 | 204,0 | 537,0 | 1.858,5 | 6.697,0 | 5.146,5 | 1.120,5 | 1.120,5 |

| WV | K | L | M | J1 | J2 | Toesl CEMII | Toesl CEMI | Grind Dmax1 | Grind Dmax8 | overig | Castcret | verwarm | totaal |
|-------|----------------|-----|--------|-------|-------|-------------|------------|-------------|-------------|--------|----------|---------|-----------|
| loods | walstroomvoorz | L | kelder | Nokke | Nokke | | | | | | | | |
| 40,0 | 134,3 | 8,5 | 135,5 | 104,3 | 371,0 | | | | | | | | 263.515,3 |

Met de geclusterde mengselsamenstellingen wordt het volgende verkregen voor het jaar 2012:

Tabel 2-2: Gestorte betonhoeveelheden BAVO-kademuren 2012

| Mengselcode + | A1 A2 E1a | B1 E1 E1-16 E4 E7 F1 G1 H1 H1-16 H4 I1 | B2 E2 E5 E6 E8 I2 F2 H2 H5 | B3 E9 F3 H3 H6 I3 | C1 C2 C3 C5 C6 | D1 | D1+ | D2 | E6+ E9+ H3+ H6+ |
|---------------|------------|--|----------------------------|-------------------|----------------|-------|-------|------|------------------|
| | 0,0 | 2.439,5 | 15.815,5 | 7.068,5 | 913,3 | 637,5 | 164,5 | 44,0 | 315,0 |
| Mengselcode + | H1a H1a-16 | H2a | H3a | J1 | J2 | J3 | K | | |
| | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | | Totaal: 27.398,8 |

Uit Tabel 2-2 blijkt dat negen 'clusters' met mengsels in 2012 gestort zijn. Hiervan wordt het gestorte beton volgens mengsel K (1m³) voor het gemak bij B1 opgeteld, gezien de geringe hoeveelheid.

3 BEREKENING CO₂-EMISSIES

3.1 Embodied CO₂-gehalte van het materiaal

De CO₂-footprints van de bovenstaande mengsels (Global Warming Potential (GWP) in kg/m³) zijn doorgerekend m.b.v. de getallen uit de Nationale Milieudatabase en MRPI-bladen van stoffen. De hieruit volgende CO₂-emissies van de BAVO-kade in 2012 zijn:

Tabel 3-1: CO₂-emissies BAVO-kade in 2012, verdeeld over de gebruikte mengsels

| Mengsel | Hoeveelheid gestort beton (m ³) | GWP per mengsel (kg CO ₂ /m ³) | CO ₂ -emissie (kg CO ₂) |
|---------|---|---|--|
| B1 | 2.440,5 | 109,4 | 266.990,7 |
| B2 | 15.815,5 | 130,3 | 2.060.759,7 |
| B3 | 7.068,5 | 151,2 | 1.068.757,2 |
| C1 | 913,3 | 121,3 | 110.783,3 |
| D1 | 637,5 | 64,5 | 41.118,8 |
| D1+ | 164,5 | 116,7 | 19.197,2 |
| D2 | 44,0 | 68,0 | 2.992,0 |
| E6+ | 315,0 | 175,1 | 55.156,5 |
| Totaal | 27.398,8 | | 3.625.755,2 |

Zoals vermeld in de inleiding dient bij deze waarden opgemerkt te worden dat dit bouwproject een samenwerkingsverband was met BAM Civiel, in verhouding 50/50. Ook de invloed van de hoeveelheid in situ beton en daarmee CO₂-emissies van VHB wordt daarom gehalveerd (?).



3.2 CO₂-emissies door vervoer

Voor de BAVO-kades is speciaal door de Mebin een tijdelijke centrale geplaatst: "De Zilvermeeuw". Hieronder zijn de adresgegevens van productielocatie en de bouwlocatie (keet) gegeven:

| Projectnr. | Omschrijving project | Adres leverancier | Adres bouwplaats (keet) | Enkele reis (km) |
|------------|----------------------|---|---|------------------|
| C1000 | BAVO | Dintelweg 125, 3198 LB Europoort Rotterdam (Humberweg 9, 3197 KE Botlek Rotterdam) | Europaweg nabij nr 902 3199 LC Maasvlakte, Rotterdam +10km bijtellen Havennymer 8213 | 19,8 |

Een retourlevering is hiermee vastgesteld op $2 \cdot 19,8 = 39,6$ km.

Naast de reisafstand is het aantal leveringen nodig om het transportcomponent van de geleverde betonmortel te berekenen. Uitgegaan wordt van een capaciteit van 9 m³ per levering met een truckmixer. Door de geleverde volumes door 9 te delen is het aantal leveringen geschat.



4 BIJLAGE 1: MENGSELCODEAFSPRAKEN BAVO-KADE (BEWERKT)

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Mengselcode + | B1 E1 E1-16 E4 E7 F1 G1 H1 H1-16 H4 I1 | B2 E2 E5 E6 E8 I2 F2 H2 H5 | B3 E9 F3 H3 H6 I3 | C1 C2 C3 C5 C6 | D1 | D1+ | D2 | E6+ E9+ H3+ H6+ |
| Beton - sterkteklasse - milieuklasse - consistentieklasse - chlorideklasse (Cl) | C28/35 XA2 S3 0.40 | C28/35 XA2 S3 0.40 | C28/35 XA2 S3 0.40 | C28/35 XA2 F5 0.40 | C12/15 X0 S3 0.40 | C12/15 X0 S3 0.40 | C12/15 X0 S3 0.40 | C28/35 XA2 S3 0.40 |
| Cement - soort 1 - sterkteklasse - Hoeveelheid - soort 2 - sterkteklasse - Hoeveelheid | CEM III/B 42,5 N LH 340 -- | CEM III/B 42,5 N LH 300 CEMI 52.5 R 40 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 260 CEMI 52.5 R 80 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 380 -- | CEM III/B 42,5 N LH 200 -- | CEM III/B 42,5 N LH 100 CEMI 52.5 R 100 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 200 -- | CEM III/B 42,5 N LH 260 CEMI 52.5 R 120 kg |
| Vulstof - soort - hoeveelheid in kg/m ³ - K-factor | | | | Vliegas 20 0.2 | Vliegas 100 0.2 | Vliegas 100 0.2 | | |
| Hulpstoffen - soort - Soort | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Superpl | - | - | | Cretoplast |
| Toevoeging - soort - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal - Grind D _{max} 32 - Grind D _{max} 16 | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100 % | 100 % |
| Water | | | | | | | | |
| Stortwijze | | | | - | Verpomp Baar | Verpomp Baar | NIET Ver- pompbaar | |
| Opmerking | Sloof Diepwand | Sloof Diepwand | Sloof Diepwand | Vibropalen | Werkvloer | Werkvloer | Werkvloer | Beton L-Wand Sloof diepwand |
| GWP per mengsel (kg CO₂/m³) | 109,4 | 130,3 | 151,2 | 121,3 | 64,5 | 116,7 | 68,0 | 175,1 |

- Toepassing**
- A : Diepwanden
 - B : Sloof
 - C : Vibropalen
 - D : Werkvloer
 - E : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand
 - F : Kraanbaan
 - G : Kelder kabel
 - H : Combiwand
 - I ; Gording ankerwand
 - J ; Nokken
 - K ; Walstroom deksels

Opmerking: CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS



5 BIJLAGE 2: BEREKENING CO₂-EMISSIES MENGSELS UIT BIJLAGE 1

De gebruikte gegevens voor het berekenen van de GWP zijn:

Tabel 5-1: Emissiefactoren - invoergegevens 2012.

| Grondstof | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton) | Herkomst data |
|--|--|-----------------------------------|
| CEM I cement | 818 | MRPI-blad |
| CEM II cement | 550 | LCA ENCI |
| CEM III cement | 296 | MRPI-blad |
| Vliegas | | MRPI-blad |
| Zand | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Grind | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Plastificeerder (Lignine) | 220 | MRPI-blad |
| Superplastificeerder (Naphtaleen, Cretoplast, polycarboxylaat) | 720 | MRPI-blad |
| | | |
| Vervoer: truckmixer (diesel) | 0,154 | (1km, zie §1.2.1) |
| | 6,16 | (return trip 2*20 km, zie §1.2.1) |

Zie deze bijlage par. 3.2: Vervoer is met de daadwerkelijke vervoersafstanden berekend.

Zie ook verificatie door SGS Intron (par. 4.2.7 en Bijlagen I en J); Het standaard vervoerscomponent is uit de berekening van deze bijlage geschrapt.

De volgende zaken zijn bekend:

- De emissiefactor, ofwel de embodiëde CO₂-gehalte in kg CO₂ per ton van elk materiaal;
- De hoeveelheid in ton van elk materiaal in 1 m³ beton.

Uit deze twee getallen valt eenvoudig per mengsel het aantal kg CO₂ per m³ beton(-mortel) af te leiden.

NB: in de mengselcodeafspraken zijn de waarden voor zand, grind, water en hulpstoffen niet gespecificeerd. Deze waarden zijn daarom geschat via de waarden van de 3 generieke mengsels uit Bijlage D van het hoofddocument (CO₂-footprint 2012).

Tabel 5-2: CO₂-emissie mengsel Type B1:

| | | Type B1 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 340 kg CEM III/B 42,5 = 0,34 ton | 296 | 0,34*296 = 100,64 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 109,4 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 124,2 kg/m³ |

Tabel 5-3: CO₂-emissie mengsel Type B2:

| | | Type B2 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 300 kg CEM III/B 42,5 = 0,30 ton 40 kg CEM III/B 52,5 = 0,04 ton | 296 818 | 0,30*296 = 88,80 0,04*818 = 32,72 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 130,3 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 145,1 kg/m³ |



Tabel 5-4: CO₂-emissie mengsel Type B3:

| | | Type B3 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 260 kg CEM III/B 42,5 = 0,26 ton 80 kg CEM III/B 52,5 = 0,08 ton | 296 818 | 0,26*296 = 76,96 0,08*818 = 65,44 |
| | Vliegas: | - | - | - |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 151,2 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 166,0 kg/m³ |

Tabel 5-5: CO₂-emissie mengsel Type C1:

| | | Type C1 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 380 kg CEM III/B 42,5 = 0,38 ton | 296 | 0,38*296 = 112,48 |
| | Vliegas: | 20 kg = 0,020 ton | 3,26 | 0,020*3,26 = 0,07 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 121,3 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 136,1 kg/m³ |

Tabel 5-6: CO₂-emissie mengsel Type D1:

| | | Type D1 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|----------------------------------|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 200 kg CEM III/B 42,5 = 0,20 ton | 296 | 0,20*296 = 59,2 |
| | Vliegas: | 100 kg = 0,10 ton | 3,26 | 0,10*3,26 = 0,33 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | - | - | 0 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 64,5 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 79,3 kg/m³ |

Tabel 5-7: CO₂-emissie mengsel Type D1+:

| | | Type D1+ (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|--|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 100 kg CEM III/B 42,5 = 0,10 ton 100 kg CEM III/B 52,5 = 0,10 ton | 296 818 | 0,10*296 = 29,6 0,10*818 = 81,8 |
| | Vliegas: | 100 kg = 0,10 ton | 3,26 | 0,10*3,26 = 0,33 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | - | - | 0 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 116,7 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 131,5 kg/m³ |



Tabel 5-8: CO₂-emissie mengsel Type D2:

| | | Type D2 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 200 kg CEM III/B 42,5 = 0,20 ton | 296 | 0,20*296 = 59,20 |
| | Vliegias: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 68,0 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 82,8 kg/m³ |

Tabel 5-9: CO₂-emissie mengsel Type E6+:

| | | Type E6+ (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|--|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 260 kg CEM III/B 42,5 = 0,26 ton 120 kg CEM III/B 52,5 = 0,12 ton | 296 818 | 0,26*296 = 76,96 0,12*818 = 98,16 |
| | Vliegias: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5% = 5,25 kg Cretoplast = 5,25*10 ⁻³ ton | 720 | 5,25*10 ⁻³ *720 = 3,78 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 175,1 kg/m³ |
| Transport (return trip 20 km) | | | | 14,8 kg/m³ |
| Totale CO₂-emissie [kg CO₂ /m³] | | | | 189,9 kg/m³ |

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Mengselcode + | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | L.O.S. | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XA2 | XA2 | | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 |
| - consistentieklasse | F5 | F5 | | S3 | S3 | S3 | F5 |
| - chlorideklasse (Cl) | 0,40 | 0,40 | | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Cement | | | 1270 kg | | | | 380 kg |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 360 | 360 | 1270 | 320-350 | 280-310 | 240-270 | 380 |
| - soort 2 | -- | -- | | -- | CEMI | CEMI | -- |
| - sterkteklasse | | | | | 52.5 R | 52.5 R | |
| - Hoeveelheid | | | | | 40 Kg | 80 Kg | |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | Vliegas | Vliegas | | | | | Vliegas |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | 40 | 40 | | | | | 20 |
| - K-factor | 0.2 | 0.2 | | | | | 0.2 |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Superpl | Superpl | - | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Superpl |
| - Soort | Vertrager | Vertrager | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | -- | -- | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | -- | -- | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | -- | -- | | 100% | 100% | 100% | 100% |
| - Grind D _{max} 16 | 100% | 100% | | | | | |
| Water | | | 570 liter | | | | |
| Stortwijze | Goot | Goot | Goot | | | | - |
| Opmerking | 8 uur vertrager | 6 uur vertrager | Binden bentoniet | Sloof Diepwand | Sloof Diepwand | Sloof Diepwand | Vibropalen |
| Prijzen | €85.65 | €85.65 | €125,00 | €78,90 | €80,90 | €82.90 | €79,90 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Opmerking: CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toepasbaar is.

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking :

Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Mengselcode + | C2 | C3 | C5 | C6 | D1 | D1+ | D2 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C12/15 | C12/15 | C12/15 |
| - milieuklasse | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | X0 | X0 | X0 |
| - consistentieklasse | F5 | F5 | F4 | F4 | S3 | S3 | S3 |
| - chlorideklasse (Cl) | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | 380 kg CEM III/B | 380 kg CEM III/B | 380 kg CEM III/B | 380 kg CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 380 | 380 | 380 | 380 | 200 | 100 | 200 |
| soort 2 | -- | -- | -- | -- | -- | CEMI | -- |
| - sterkteklasse | | | | | | 52.5 R | |
| - hoeveelheid | | | | | | 100 Kg | |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | Vliegas | Vliegas | Vliegas | Vliegas | Vliegas | Vliegas | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 | 100 | |
| - K-factor | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Superpl | Superpl | Superpl | Superpl | - | - | |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | | 50% | | 50% | 100% | 100% | 100 % |
| - Grind D _{max} 16 | 100% | 50% | 100% | 50% | | | |
| Water | | | | | | | |
| Stortwijze | | | | | Verpomp Baar | Verpomp Baar | NIET Verpomp baar |
| Opmerking | Vibropalen | Vibropalen | Vibropalen | Vibropalen | Werkvloer | Werkvloer | Werkvloer |
| Prijzen | €86,70 | €83,30 | €84,70 | €81,30 | €70,90 | €75,90 | €65,90 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toepasbaar is.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Mengselcode + | E1 | E2 | E1-16 | E1a | E1a16 | E4 | E5 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 |
| - consistentieklasse | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 |
| - chlorideklasse (Cl) | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 320-340 | 280-300 | 330-350 | 280 | 290 | 320-340 | 280-300 |
| soort 2 | -- | CEMI | -- | -- | -- | -- | CEMI |
| - sterkteklasse | | 52.5 R | | | | | 52.5 R |
| - Hoeveelheid | | 40 kg | | | | | 40 kg |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | | | Vliegas | Vliegas | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | 50 | 40 | | |
| - K-factor | | | | 0.2 | 0.2 | | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100% | 100 % | 100 % |
| - Grind D _{max} 16 | | | | | | | |
| Water | | | | | | | |
| opmerking | | | | | | | |
| Opmerking | Vloer | Vloer | Vloer | Vloer alternatief | Vloer alternatief | Beton L Wand Sloofdiep wand | Beton L Wand Sloof diepwand |
| Prijzen | €73,10 | €75,10 | | €72,85 | | €74,05 | €76,05 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Opmerking: CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toe

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mengselcode + | E6 | E6+ | E7 | E8 | E9 | E9+ | F1 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XA2 | XA2 | XF4 | XF4 | XF4 | XF4 | XF4 |
| - consistentieklasse | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 |
| - chlorideklasse (Cl) | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 240-260 | 240-260 | 335-355 | 295-315 | 255-275 | 215-235 | 335-355 |
| - soort 2 | CEMI | CEMI | -- | CEMI | CEMI | CEMI | -- |
| - sterkteklasse | 52.5 R | 52.5 R | | 52.5 R | 52.5 R | 52.5 R | |
| - Hoeveelheid | 80 kg | 120 kg | | 40 kg | 80 kg | 120 kg | |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| - K-factor | | | | | | | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Cretoplast | Cretoplast | Superpl | Superpl | Superpl | Superpl | Superpl |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| - Grind D _{max} 16 | | | | | | | |
| Water | | | | | | | |
| Opmerking | | | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout |
| Opmerking | Beton L Wand Sloof diepwand | Beton L Wand Sloof diepwand | Beton L Wand | Beton L Wand | Beton L Wand | Beton L Wand | Kraan baan |
| Prijzen | €78,05 | €80,05 | €74,05 | €76,05 | €78,05 | €80,05 | €74,05 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toe

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|
| Mengselcode + | F2 | F3 | G1 | H1 | H1-16 | H1a | H1a16 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XF4 | XF4 | XF4 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 |
| - consistentieklasse | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 |
| - Zetmaat | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| - chlorideklasse (Cl) | | | | | | | |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 295-315 | 255-275 | 335-355 | 320-340 | 330-350 | 280 | 290 |
| - soort 2 | CEMI | CEMI | -- | -- | -- | -- | -- |
| - sterkteklasse | 52.5 R | 52.5 R | | | | | |
| - Hoeveelheid | 40 kg | 80 kg | | | | | |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | | | | | Vliegas | Vliegas |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | 50 | 40 |
| - K-factor | | | | | | 0.2 | 0.2 |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Superpl | Superpl | Superpl | | | | |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | | | | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | | 100 % | |
| - Grind D _{max} 16 | | | | | 100% | | 100% |
| Water | | | | | | | |
| Opmerking | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | | | alternatief | alternatief |
| Opmerking | Kraan baan | Kraan Baan | Kelder | | | Combiwand | Combiwand |
| Prijzen | €76,05 | €78,05 | €74,05 | €74,05 | Combiwand € | €73,80 | € |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Opmerking: CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toe

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Mengselcode + | H2 | H2a | H3 | H3+ | H3a | H4 | H5 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XF4 | XF4 |
| - consistentieklasse | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 |
| - Zetmaat | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| - chlorideklasse (Cl) | | | | | | | |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH |
| - Hoeveelheid | 280-300 | 245 | 240-260 | 200-220 | 210 | 335-355 | 295-315 |
| - soort 2 | CEMI | CEMI | CEMI | CEMI | CEMI | -- | CEMI |
| - sterkteklasse | 52.5 R | 52.5 R | 52.5 R | 52.5 R | 52.5 R | | 52.5 R |
| - Hoeveelheid | 40 kg | 35 kg | 80 kg | 120 kg | 70 kg | | 40 kg |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | Vliegas | | | Vliegas | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | 50 | | | 50 | | |
| - K-factor | | 0.2 | | | 0.2 | | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Superpl | Superpl |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| - Grind D _{max} 16 | | | | | | | |
| Water | | | | | | | |
| Stortwijze | | | | | Alternatief | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout |
| Opmerking | | | | | | | |
| | Combiwand | Combiwand | Combiwand | Combiwand | Combiwand | Combiwand | Combiwand |
| Prijzen | € 76,05 | € 75,55 | € 78,05 | € 80,05 | € 77,30 | € 74,05 | € 76,05 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Opmerking: CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toe

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking : Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|---------------------|
| Mengselcode + | H6 | H6+ | I1 | I2 | I3 | J1 | J2 |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 | C28/35 |
| - milieuklasse | XF4 | XF4 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 | XA2 |
| - consistentieklasse | S3 | S3 | S3 | S3 | S3 | F4 | F4 |
| - Zetmaat | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 160 mm | 160 mm |
| - chlorideklasse (Cl) | | | | | | 0.40 | 0.40 |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM III/B | CEM II/B-V |
| - sterkteklasse | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N LH | 42,5 N |
| - Hoeveelheid | 255-275 | 215-235 | 320-340 | 280-300 | 240-260 | 125-145 | 125-145 |
| - soort 2 | CEMI | CEMI | -- | CEMI | CEMI | CEMI | CEMI |
| - sterkteklasse | 52.5 R | 52.5 R | | 52.5R | 52.5R | 52.5 R | 52.5 R |
| - Hoeveelheid | 80 kg | 120 kg | | 40 Kg | 80 Kg | 215-195 | 215-195 |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| - K-factor | | | | | | | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | | | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast | Cretoplast |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | Superpl | Superpl | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | | |
| - Grind D _{max} 16 | | | | | | | |
| Water | | | | | | | |
| Stortwijze | Vorst, dooizout | Vorst, dooizout | | | | | |
| Opmerking | | | gording | gording | gording | Zomer mengsel | Overgang mengsel |
| Prijzen | €78,05 | €80,05 | €74,05 | €76,05 | €78,05 | €90,50 | €92,10 |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |

Toelichting: Bij zichtbeton kiezen voor een samenstelling die gedurende het gehele werk toe

Aannemer : BAVO

Werk : 2^{de} Maasvlakte Kademuur

Opmerking :

Mengselcode: 3BAVKAD.....

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|------------|--|--|--|--|--|
| Mengselcode + | J3 | K | | | | | |
| Beton | | | | | | | |
| - sterkteklasse | C28/35 | C45/55 | | | | | |
| - milieuklasse | XA2 | XC4 | | | | | |
| - consistentieklasse | F4 | F4 | | | | | |
| - Zetmaat | 160mm | 160mm | | | | | |
| - chlorideklasse (Cl) | 0.40 | 0.40 | | | | | |
| Cement | | | | | | | |
| - soort 1 | CEMI | CEM III/B | | | | | |
| - sterkteklasse | 52.5R | 42,5 N LH | | | | | |
| - Hoeveelheid | 330-350 | | | | | | |
| - soort 2 | | CEMI | | | | | |
| - sterkteklasse | | 52.5 R | | | | | |
| - Hoeveelheid | | | | | | | |
| Vulstof | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| - K-factor | | | | | | | |
| Hulpstoffen | | | | | | | |
| - soort | Cretoplast | Superplast | | | | | |
| - Soort | | | | | | | |
| Toevoeging | | | | | | | |
| - soort | | | | | | | |
| - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 32 | | | | | | | |
| - Grind D _{max} 16 | | 100% | | | | | |
| Water | | | | | | | |
| Stortwijze | | | | | | | |
| Opmerking | Winter | Walstroom | | | | | |
| | Mengsel | deksels | | | | | |
| Prijzen | € 96,90 | € 97,85 | | | | | |

Bovengenoemde mengsels kunnen afwijken van de met u gemaakte prijsafspraken. Indien u de consequenties van e.e.a. wilt weten verzoeken wij u contact op te nemen met onze afdeling Verkoop.

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| Toepassing | A | : Diepwanden |
| | B | : Sloof |
| | C | : Vibropalen |
| | D | : Werkvloer |
| | E | : Beton L Wand+Vloer+Sloof diepwand |
| | F | : Kraanbaan |
| | G | : Kelder kabel |
| | H | : Combiwand |
| | I | : Gording ankerwand |
| | J | : Nokken |
| | K | : Walstroom deksels |



Memo

concept

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan :
Van : R.H.J. Noordermeer
CC :
Datum : 23-06-2014
Referentienummer :
Betreft : L3172 Westrandweg - mengsels en hoeveelheden

1 INLEIDING: CO₂-EMISSIONS IN SITU BETON WESTRANDWEG IN 2012

Vanuit het concept van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) is Van Hattum en Blankevoort (VHB) bezig om onder andere haar jaarlijkse CO₂-emissies in kaart te brengen. Daarnaast heeft het bedrijf zich tot doel gesteld om de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de cijfers en berekeningen áchter deze cijfers zo nauwkeurig, transparant weer te geven en degelijk te onderbouwen.

Eén van de grote projecten die in 2012 door VHB uitgevoerd zijn, is de bouw van de Westrandweg bij Amsterdam. In deze memo wordt de ruim 6200 m³ "in situ beton" dat bij dit project in 2012 gestort is, genuanceerder onderverdeeld op basis van de mengselcodelijsten en het overzicht van de geleverde mengsels. Hiermee wordt een verbeteringslag gemaakt op de nauwkeurigheid van de gerapporteerde CO₂-emissies ten opzichte van het vorige verslag m.b.t. de CO₂-Prestatieladder in 2009. De Westrandweg is het eerste grote project waar HyMoCo op grote schaal is toegepast.

2 MENGSELCODES EN HOEVEELHEDEN GESTORT BETON

De mengsels van Westrandweg zijn verdeeld naar de constructieve onderdelen van deze weg. In het mengselcodetabel staan de codes voor de mengsels, met de aanvulling van zomer- en wintervarianten (zie Bijlage 1). Individuele mengsels die erg op elkaar lijken zijn ter vereenvoudiging samengevoegd. De gestorte hoeveelheden van 2012 zijn in het onderstaande tabel gegeven:

Tabel 2-1: Gestorte betonhoeveelheden Westrandweg – 2012

| Code: | LD12 | LD50 | LD60 (1) | LD60 (2) | PD03 | PD05 | PD09 | SD16 | SD17 | SD20 | SD21 | SD27 | SE28 | SE32 | SE36 | SE44 |
|-----------------|-------|-------|----------|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Leveringen (m3) | 52,5 | 714,5 | 297 | 328 | 272,5 | 52,5 | 126 | 8,5 | 53,5 | 16 | 58 | 4,5 | 142,5 | 111 | 315 | 4 |
| | SD65 | SD66 | SD67 | SD71 | SE79 | SE84 | SE85 | SE86 | SE88 | SE94 | SE96 | SE97 | SE98 | WA01 | | |
| 12 | 101,3 | 289,3 | 27 | 126,5 | 723,5 | 255 | 679,5 | 49 | 465 | 50 | 5,5 | 308 | 13,5 | 5661 | | |

Met de geclusterde mengselsamenstellingen wordt het volgende verkregen voor het jaar 2012:

Tabel 2-2: Gestorte betonhoeveelheden Westrandweg 2012

| Code: | LD12 | LD50 | WA01 PD05 | PD09 SD17 | SE32 | SE44 | SE84 SE79 SD67 SD66 | SE85 | SE86 | SE88 | SD65 | SE96 SE97 |
|-------|------|-------|--------------|--------------|-------|------|------------------------------|------|-------|------|------|--------------|
| | 52,5 | 714,5 | 338,5 | 266,5 | 253,5 | 319 | 1866 | 282 | 679,5 | 49 | 477 | 363,5 |
| | 0,9% | 12,6% | 6,0% | 4,7% | 4,5% | 5,6% | 33,0% | 5,0% | 12,0% | 0,9% | 8,4% | 6,4% |
| | | | | | | | 5661 | | | | | 100% |

Uit Tabel 2-2 blijkt dat 12 'clusters' met mengsels in 2012 gestort zijn.



NB: er is een verschil tussen de gestorte hoeveelheden voor 2012 in het hoofddocument (6236,5 m³) en in het document met betonleveringen (5661 m³). Dit komt door verschillende administratieve keuzes die gemaakt zijn bij het bepalen van de grens tussen de boekingsjaren. In dit document wordt het hoofddocument aangehouden. Er wordt gebruikgemaakt van de percentages om de verdeling over de mengsels te bepalen.

3 BEREKENING CO₂-EMISSIONS

3.1 Embodied CO₂-gehalte van het materiaal

De CO₂-footprints van de bovenstaande mengsels (Global Warming Potential (GWP) in kg/m³) zijn doorgerekend m.b.v. de getallen uit de Nationale Milieudatabase en MRPI-bladen van stoffen. De hieruit volgende CO₂-emissies van de Westrandweg in 2012 zijn:

Tabel 3-1: CO₂-emissies (embodied; zonder transportcomponent) Westrandweg in 2012, verdeeld over de gebruikte mengsels

| | Mengsel | Hoeveelheid gestort beton (m ³) | GWP per mengsel (kg CO ₂ /m ³) | CO ₂ -emissie (kg CO ₂) | |
|-----------------|---------|---|---|--|-----------|
| Zommersmengsels | LD12 | 0,9% | 56,1 | 137,9 | 7.736,2 |
| | LD50 | 12,6% | 785,8 | 133,3 | 104.747,1 |
| | PD03 | 6,0% | 374,2 | 97,0 | 36.297,4 |
| | SD16 | 4,7% | 293,1 | 117,0 | 34.292,7 |
| | SE28 | 4,5% | 280,6 | 120,2 | 33.728,1 |
| | SE36 | 5,6% | 349,2 | 126,5 | 44.173,8 |
| Wintersmengsels | LD60 | 33,0% | 2058,1 | 149,1 | 306.862,7 |
| | SD71 | 5,0% | 311,8 | 157,0 | 48.952,6 |
| | SE86 | 12,0% | 748,5 | 153,1 | 114.595,4 |
| | SE88 | 0,9% | 56,1 | 166,9 | 9.363,1 |
| | SE94 | 8,4% | 523,9 | 130,0 | 68.107,0 |
| | SE98 | 6,4% | 399,1 | 129,9 | 51.843,1 |
| | Totaal | 100% | 6236,5 m ³ | | 860.699,2 |

3.2 CO₂-emissies door vervoer

Voor de Westrandweg is de Mebin de leverancier geweest.

Hieronder zijn de adresgegevens van productielocatie en de bouwlocatie (bouwplaats) gegeven:

| Projectnr. | Omschrijving project | Adres leverancier | Adres bouwplaats | Enkele reis (km) |
|------------|----------------------|--|---------------------------|------------------|
| L3172 | Westrandweg | Leverancier: Mebin Amsterdam Van der Madeweg 36, 1099 BT Amsterdam | Westpoortweg Amsterdam | 24,4 |

Een retourlevering is hiermee vastgesteld op $2 \times 24,4 = 48,8$ km.

Naast de reisafstand is het aantal leveringen nodig om het transportcomponent van de geleverde betonmortel te berekenen. Uitgegaan wordt van een capaciteit van 9 m³ per levering met een truckmixer. Door de geleverde volumes door 9 te delen is het aantal leveringen geschat.

De CO₂-emissie van een truckmixer is vastgesteld op 0,154 kg CO₂ e/km.

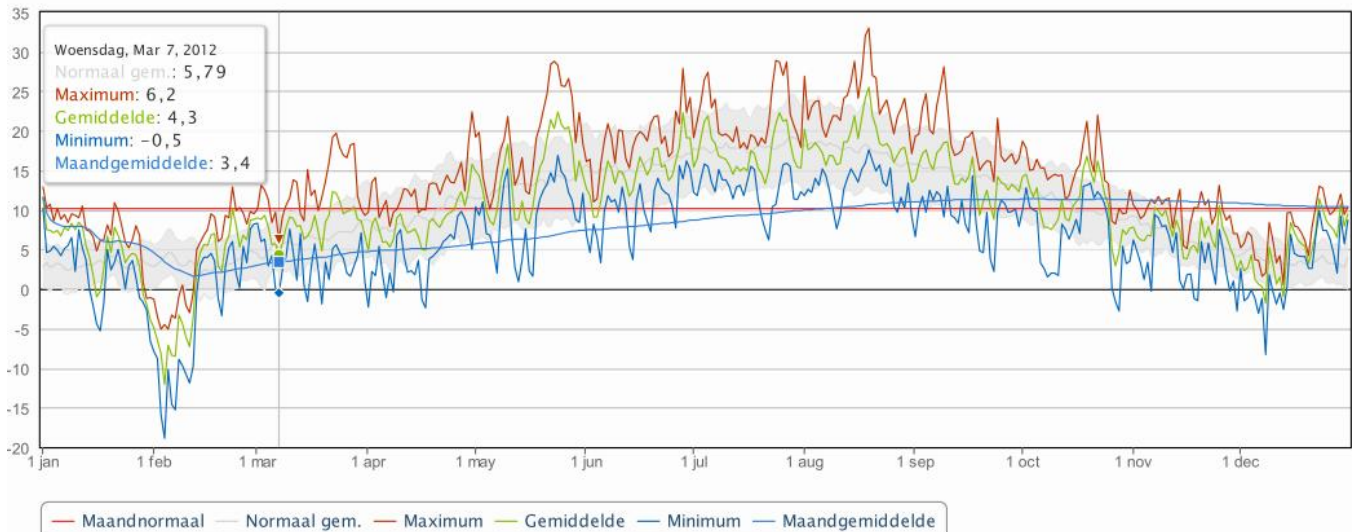
NB: in dit document wordt alléén de embodiée CO₂-emissies berekend. De CO₂-emissies door transport worden in de hoofddocumenten berekend.



3.3 CO₂ besparing door HyMoCo

Met HyMoCo kunnen in wintercondities (lees: een gemiddelde etmaaltemperatuur $\leq 5^{\circ}\text{C}$) relatief 'langzame' mengsels gebruikt worden. Dit vertaalt zich naar een bindmiddel met een lagere CO₂-footprint. HyMoCo is bij de Westrandweg met name gebruikt in de pijlerbalken: deze grote dwarsdragers bovenaan de pijlers staan onder voorspanning. De storten zijn kenmerkend qua volume: meestal zo'n 100-120 m³ per stort.

Voor 2012 zagen de etmaaltemperaturen er als volgt uit (bron: KNMI):



Figuur 3-1: Temperatuurwaarden 2012 (bron: <http://www.weerstatistieken.nl/de-bilt/2012>)

Uit de bovenstaande grafiek blijkt dat in 2012 wintercondities geldig waren tot in mei. Onderstaand tabel geeft de storten aan waarbij HyMoCo gebruikt is.

Tabel 3-2: CO₂-besparing door gebruik HyMoCo bij de Westrandweg

| datum | Gem. etmaaltemperatuur | aantal m ³ | Gebruikt mengsel | GWP 1 m ³ (kg CO ₂) | Equivalent Wintermengsel | GWP 1 m ³ (kg CO ₂) | Besparing per m ³ (kg CO ₂) | Besparing totaal (kg CO ₂) |
|-----------|------------------------|-----------------------|------------------|--|--------------------------|--|--|--|
| 24-1-2012 | 3,3 °C | 102 | SE98 | 129,9 | SE85 | 157,0 | 27,1 | 2764,2 |
| 6-2-2012 | -6,5 °C | 100 | SE98 | 129,9 | SE85 | 157,0 | 27,1 | 2710,0 |
| 27-2-2012 | 6,2 °C | 106 | SE98 | 129,9 | SE85 | 157,0 | 27,1 | 2872,6 |
| 27-2-2012 | 6,2 °C | 104 | SE94 | 130,0 | SE86 | 153,1 | 23,1 | 2402,4 |
| 6-3-2012 | 5,7 °C | 100 | SE36 | 126,5 | SE85 | 157,0 | 30,5 | 3050,0 |
| 7-3-2012 | 4,3 °C | 115 | SE36 | 126,5 | SE85 | 157,0 | 30,5 | 3507,5 |
| 14-3-2012 | 6,3 °C | 100 | SE36 | 126,5 | SE85 | 157,0 | 30,5 | 3050,0 |
| 727 | | | | | | | | 20356,7 |

Over 727 m³ gestort beton is dus 20,4 ton CO₂ bespaard.

Ten opzichte van de totale CO₂-uistoot (861 ton) is dit een directe besparing van 2,4%.

Hier zijn de indirecte besparingen van HyMoCo (kortere kisttijd, geen verwamd beton nodig etc.) nog niet meegenomen.

- Mengsel SE36 is een zommengsel dat m.b.v. HyMoCo in winterse omstandigheden is gebruikt.
- Mengsel SE94 en mengsel SE98 zijn bijzondere wintermengsels, waarbij 70%-80% CEMIII/B versneden wordt met 25-30% CEMIII/A. Dit type wintermengsel is mogelijk gemaakt door HyMoCo en levert daarmee een bijdrage aan de CO₂ besparing.



4 BIJLAGE 1: MENGSELCODEAFSPRAKEN WESTRANDWEG

| PRODUCTSPECIFICATIES (Westrandweg, deel 1-2: zomermengsels) | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|--|
| Mengselcode + | <u>LD12</u> | <u>LD50</u> | <u>PD03</u> WA01 PD05 | <u>SD16</u> SD17 SD20 SD21 SD27 PD09 | <u>SE28</u> SE32 | <u>SE36</u> SE44 |
| Beton - sterkteklasse - milieuklasse - consistentieklasse - chlorideklasse (Cl) | C28/35 XF4 S3 0.40 | C28/35 XF4 S3 0.40 | C28/35 XC3 S3 (laag) 0.40 | C28/35 XF4 S2 (hoog) 0.40 | C35/45 XF4 S3 0.20 | C35/45 XF4 F4 0.20 |
| Cement - soort 1 - sterkteklasse - Hoeveelheid - soort 2 - sterkteklasse - Hoeveelheid | CEM III/B 42,5 N LH 325 kg CEM I 52,5 R 40 kg | CEM III/B 42,5 N LH 182,5 kg CEM III/A 52,5 182,5 kg | CEM III/B 42,5 N LH 300 kg - | CEM III/B 42,5 N LH 365 kg - | CEM III/B 42,5 N LH 328,5 kg CEM III/A 52,5 36,5 kg | CEM III/B 42,5 N LH 346,5 kg CEM III/A 52,5 38,5 kg |
| Vulstof - soort - hoeveelheid in kg/m ³ - K-factor | - | - | - | - | - | - |
| Hulpstoffen - soort | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% |
| Toevoeging - soort - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | |
| Toeslagmateriaal - Grind D _{max} 32 - Grind D _{max} 16 | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 0% 100% |
| Water | | | | | | |
| Stortwijze | - | - | - | - | - | - |
| Opmerking | Zomermengsel met LBV | Snel najaars-mengsel met LBV | Massabeton | | | SE36: HyMoCo |
| GWP per mengsel (kg CO₂/m³) | 137,9 kg/m³ | 133,3 kg/m³ | 97,0 kg/m³ | 117,0 kg/m³ | 120,2 kg/m³ | 126,5 kg/m³ |

| | | | |
|-------------------|------|---|---|
| Toepassing | LD12 | : | Schampkanten |
| | LD50 | : | Schampkanten |
| | PD03 | : | Onderlagen poeren |
| | SD16 | : | Kolommen, pijlerbalken, landhoofden, vleugelwanden, schampkanten, aanstorten spankoppen |
| | SE28 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |
| | SE36 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |

Opmerkingen:

- CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS.
- PKV staat voor poederkool vliegias.
- De hulpstof (in dit geval is een superplast met 1,5% aangenomen) wordt genoteerd als percentage van het totale gewicht van de bindmiddel.



| PRODUCTSPECIFICATIES (Westrandweg, deel 2-2: wintermengsels) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|
| Mengselcode + | <u>LD60</u> SD66 SD67 SE79 SE84 | <u>SD71</u> SE85 | <u>SE86</u> | <u>SE88</u> | <u>SE94</u> SD65 | <u>SE98</u> SE96 SE97 |
| Beton - sterkteklasse - milieuklasse - consistentieklasse - chlorideklasse (Cl) | C28/35 XF4 S3 0.40 | C28/35 XF4 S3 0.40 | C35/45 XF4 F4 0.20 | C35/45 XF4 F4 0.20 | C35/45 XF4 F4 0.20 | C35/45 XF4 F4 0.20 |
| Cement - soort 1 - sterkteklasse - Hoeveelheid - soort 2 - sterkteklasse - Hoeveelheid | CEM III/A 52,5 365 kg - - - | CEM III/A 52,5 385 kg - - - | CEM III/A 52,5 375 kg - - - | CEM III/A 52,5 410 kg - - - | CEM III/B 42,5 N LH 262,5 kg CEMIII/A 52,5 112,5 kg | CEM III/B 42,5 N LH 308 kg CEMIII/A 52,5 77 kg |
| Vulstof - soort - hoeveelheid in kg/m ³ - K-factor | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |
| Hulpstoffen - soort | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% |
| Toevoeging - soort - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | |
| Toeslagmateriaal - Grind D _{max} 32 - Grind D _{max} 16 - Grind D _{max} 8 | 100% - - | 0% 100% - | 50% 50% - | 0% 0% 100% | 50% 50% - | 0% 100% - |
| Water | | | | | | |
| Stortwijze | - | - | - | - | - | - |
| Opmerking | Wintermengsel met LBV | - | | | | Voor- en najaarsmengsel |
| GWP per mengsel (kg CO₂/m³) | 149,1 kg/m³ | 157,0 kg/m³ | 153,1 kg/m³ | 166,9 kg/m³ | 130,0 kg/m³ | 129,9 kg/m³ |

| | | | |
|-------------------|------|---|--|
| Toepassing | LD60 | : | Schampkanten |
| | SD71 | : | Kolommen, pijlerbalken, landhoofden, vleugelwanden, schampkanten, aanstorten spankopen |
| | SE86 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |
| | SE88 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |
| | SE94 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |
| | SE98 | : | Drukragen met voorspanning + einddwarsdragers, pijlerbalken |

Opmerkingen:

- CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS.
- PKV staat voor poederkool vliegas.
- De hulpstof (in dit geval is een superplast met 1,5% aangenomen) wordt genoteerd als percentage van het totale gewicht van de bindmiddel.



5 BIJLAGE 2: BEREKENING CO₂-EMISSIONS MENGSELS UIT BIJLAGE 1

De gebruikte gegevens voor het berekenen van de GWP zijn:

Tabel 5-1: Emissiefactoren - invoergegevens 2012.

| Grondstof | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton) | Herkomst data |
|--|--|-----------------------------|
| CEM I cement | 818 | MRPI-blad |
| CEM II cement | 550 | LCA ENCI |
| CEM III/A cement | 384 | Presentatie VN Constructies |
| CEM III/B cement | 296 | MRPI-blad |
| Vliegas | 3,26 | MRPI-blad |
| Zand | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Grind | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Plastificeerder (Lignine) | 220 | MRPI-blad |
| Superplastificeerder (Naphtaleen, Cretoplast, polycarboxylaat) | 720 | MRPI-blad |

De volgende zaken zijn bekend:

- De emissiefactor, ofwel de embodiële CO₂-gehalte in kg CO₂ per ton van elk materiaal;
- De hoeveelheid in ton van elk materiaal in 1 m³ beton.

Uit deze twee getallen valt eenvoudig per mengsel het aantal kg CO₂ per m³ beton(-mortel) af te leiden.

NB: in de mengselcodeafspraken zijn de waarden voor zand, grind, water en hulpstoffen niet gespecificeerd. Deze waarden zijn daarom geschat via de waarden van de 3 generieke mengsels uit Bijlage D van het hoofddocument (CO₂-footprint 2012).

(Zommengsels)

Tabel 5-2: CO₂-emissie mengsel Type LD12:

| | | Type LD12 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 325 kg CEM III/B 42,5 = 0,325 ton 40 kg CEM I 52,5 = 0,040 ton | 296 818 | 0,325*296 = 96,20 0,040*818 = 32,72 |
| | Vliegas: | - | - | - |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*365 = 5,475 kg Superplast = 0,005475 ton | 720 | 0,005475*720 = 3,94 |
| Embodiële CO₂ [kg CO₂ / m³] | | | | 137,9 kg/m³ |

Tabel 5-3: CO₂-emissie mengsel Type LD50:

| | | Type LD50 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|--|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 182,5 kg CEM III/B 42,5 = 0,1825 ton 182,5 kg CEM III/A 52,5 = 0,1825 ton | 296 384 | 0,1825*296 = 54,02 0,1825*384 = 70,08 |
| | Vliegas: | - | - | - |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*385 = 5,775 kg Superplast = 0,005775 ton | 720 | 0,005775*720 = 4,16 |
| Embodiële CO₂ [kg CO₂ / m³] | | | | 133,3 kg/m³ |



Tabel 5-4: CO₂-emissie mengsel Type PD03:

| | | Type PD03 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 300 kg CEM III/B 42,5 = 0,30 ton | 296 | 0,300*296 = 88,80 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*300 = 4,5 kg Superplast = 0,0045 ton | 720 | 0,0045*720 = 3,24 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 97,0 kg/m³ |

Tabel 5-5: CO₂-emissie mengsel Type SD16:

| | | Type SD16 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 365 kg CEM III/B 42,5 = 0,365 ton | 296 | 0,365*296 = 108,04 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*365 = 5,475 kg Superplast = 0,005475 ton | 720 | 0,005475*720 = 3,94 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 117,0 kg/m³ |

Tabel 5-6: CO₂-emissie mengsel Type SE28:

| | | Type SE28 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 328,5 kg CEM III/B 42,5 = 0,3285 ton 36,5 kg CEM III/A 52,5 = 0,0365 ton | 296 384 | 0,3285*296 = 97,24 0,0365*384 = 14,02 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*365 = 5,475 kg Superplast = 0,005475 ton | 720 | 0,005475*720 = 3,94 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 120,2 kg/m³ |

Tabel 5-7: CO₂-emissie mengsel Type SE36:

| | | Type SE36 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 346,5 kg CEM III/B 42,5 = 0,3465 ton 38,5 kg CEM III/A 52,5 = 0,0385 ton | 296 384 | 0,3465*296 = 102,56 0,0385*384 = 14,78 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*385 = 5,775 kg Superplast = 0,005775 ton | 720 | 0,005775*720 = 4,16 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 126,5 kg/m³ |

(wintermengsels)

Tabel 5-8: CO₂-emissie mengsel Type LD60:

| | | Type LD60 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 365 kg CEM III/A 52,5 = 0,365 ton | 384 | 0,365*384 = 140,16 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*365 = 5,475 kg Superplast = 0,005475 ton | 720 | 0,005475*720 = 3,94 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 149,1 kg/m³ |



Tabel 5-9: CO₂-emissie mengsel Type SD71:

| | | Type SD71 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 385 kg CEM III/A 52,5 = 0,385 ton | 384 | 0,385*384 = 147,84 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*385 = 5,775 kg Superplast = 0,005775 ton | 720 | 0,005775*720 = 4,16 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 157,0 kg/m³ |

Tabel 5-10: CO₂-emissie mengsel Type SE86:

| | | Type SE86 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 375 kg CEM III/A 52,5 = 0,375 ton | 384 | 0,375*384 = 144,00 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*375 = 5,625 kg Superplast = 0,005625 ton | 720 | 0,005625*720 = 4,05 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 153,1 kg/m³ |

Tabel 5-11: CO₂-emissie mengsel Type SE88:

| | | Type SE88 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 410 kg CEM III/A 52,5 = 0,410 ton | 384 | 0,410*384 = 157,44 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*410 = 6,15 kg Superplast = 0,00615 ton | 720 | 0,00615*720 = 4,43 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 166,9 kg/m³ |

Tabel 5-12: CO₂-emissie mengsel Type SE94:

| | | Type SE94 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|--|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 262,5 kg CEM III/B 42,5 = 0,2625 ton 112,5 kg CEM III/A 52,5 = 0,1125 ton | 296 384 | 0,2625*296 = 77,70 0,1125*384 = 43,20 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*375 = 5,625 kg Superplast = 0,005625 ton | 720 | 0,005625*720 = 4,05 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 130,0 kg/m³ |

Tabel 5-13: CO₂-emissie mengsel Type SE98:

| | | Type SE98 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 308 kg CEM III/B 42,5 = 0,308 ton 77 kg CEM III/A 52,5 = 0,077 ton | 296 384 | 0,308*296 = 91,17 0,077*384 = 29,57 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*385 = 5,775 kg Superplast = 0,005775 ton | 720 | 0,005775*720 = 4,16 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 129,9 kg/m³ |

MENGSSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN ZOMERPERIODE

| Prestatie-eisen betonleverancier | | | | | | | | | | | | | | | Mengselcode overzicht uitvoerder | | | | |
|----------------------------------|--|----------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------|--|-----------------------------|--|---|---|---|--|
| Mengsel-groep | Constructie-onderdeel | Sterkte klasse | Milieu-klasse | Consistentie klasse | Toeslagmateriaal | | | Chloride klasse | Bindmiddelcomponenten | | | | Aanv. eisen m.b.t. grijstint | Bestelcode voor dit mengsel | C-waarde (t.b.v. methode gewogen rijpheid) | Constructie-onderdeel | Consistentie klasse | Zetmaat S Schudmaat F Vloeimaat SF (op het werk) | Aanvullende eisen / opmerkingen |
| | | | | | Grind 1 | Grind 2 | Hoefv. "fijn" (<0,250 mm) | | Bindmiddel 1 | Bindmiddel 2 | Max. bindm.Geh. (+/- 10 kg) | Vulstof | | | | | | | |
| WA | Werkvloerbeton | L.O.S (C 8/10) | L.O.S. (X 0) | F4 zonder plast! | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | >115 | 1,0 | CEM III/B | - | 200 kg | geen | - | WA 01 | 1,55 | Werkvloeren dikte 70 mm | F4 | F = 490 - 550 | 50 % grind 4-16 mm. Storten met kubel; Zomermengsel |
| OC | Onderwaterbeton | C 20/25 | XC 2 | F5 (vl. mt. min. 550) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 1,0 | CEM III/B | - | 320 kg | gewenst | - | OC 01 | 1,55 | Onderwaterbetonvloeren dikte 1000 mm | F5 (vl. mt. min. 550) | SF = 450 - 570 | 100% grind 4-32 mm; Onderwater beton |
| VC | Vulbeton langsvoegen | C 20/25 | XC 4 | F5 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 140 | 1,0 | CEM III/B | - | 380 kg | geen | - | VC 01 | 1,55 | Vulbeton langsvoegen | F5 | SF = 560 - 620 | 100% grind 4-16 mm; Let op! Vulbeton voorzien van 2 uur aanvullende vertraging |
| MD | Constructiebeton (zijde niet "schoon betonwerk") | C 28/35 | XC 3 | S3 (laag) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | >140 | 0,4 | CEM III/B | - | 300 kg | gewenst | - | PD 03 | 1,55 | Onderlagen poeren | S3 (laag) | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton |
| | | | | F4 (laag) | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | CEM III/B | | - | 310 kg | gewenst | - | PD 05 | 1,55 | F4 (laag) | | F = 490 - 550 | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Massabeton | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | | | | | | | CEM III/B | - | 320 kg | | gewenst | - | PD 07 |
| D | | | XF 4 | S3 (laag) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 140 | 0,4 | CEM III/B | - | 355 kg | geen | - | PD 09 | 1,55 | Toplaag poeren | S3 (laag) | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | CEM III/B | | - | 355 kg | geen | - | PD 11 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel | |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 140 | | CEM III/B | - | 360 kg | geen | - | DD 11 | 1,55 | Drukragen KW 500/900 serie ("normale" sterkteontw.) | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| LD | Constructiebeton met LBV | C 28/35 | XF 4* | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5R (40 kg) | 365 kg | geen | - | LD 12 | 1,52 | Schampkanten KW 520 en KW vak A t/m G (met LBV) | S3 (hoog) | S = 100 - 150 | 100% grind 4-32 mm; Zomermengsel met LBV |
| | | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | 50% CEM III/A | 50% CEM III/B | 365 kg | geen | - | LD 50 | 1,50 | | | | Sneller najarsmengsel met LBV |
| E | Constructiebeton (zijde niet "schoon betonwerk") | C 35/45 | XF 4 | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 150 | 0,4 | CEM III/B | - | 360 kg | geen | - | DE 12 | 1,45 | Zettingsvrije plaat | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/B | - | 365 kg | geen | - | DE 13 | 1,45 | Drukragen KW 500/900 serie ("normale" sterkteontw.) | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| SD | Constructiebeton ("schoon betonwerk") | C 28/35 | XF 4 | S2 (hoog) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,4 | CEM III/B | - | 365 kg | geen | "Schoon" betonwerk grijsschaal A conform CUR-A 100 klasse B1 | SD 16 | 1,55 | Kolommen (m.u.v. KW 520 stp. 10!), pijlerbalken (ook KW 520 stp. 2 t/m 10), landhoofden, vleugelwanden, schampkanten en aanstorten spankopen dwarsvoorspanning | S2 (hoog) | S = 50 - 90 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/B | - | 375 kg | geen | | SD 18 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/B | - | 385 kg | geen | | SD 20 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/B | - | 365 kg | geen | | SD 17 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/B | - | 375 kg | geen | | SD 19 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/B | - | 385 kg | geen | | SD 21 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/B | - | 365 kg | geen | | SD 23 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/B | - | 375 kg | geen | | SD 25 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | CEM III/B | - | 385 kg | geen | SD 27 | 1,55 | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel | | | | | | | | | | |
| SE | Constructiebeton ("schoon betonwerk") | C 35/45 | XF 4 | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,2 | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 365 kg | geen | "Schoon" betonwerk grijsschaal A conform CUR-A 100 klasse B1 | SE 28 | 1,52 | Drukragen KW 520 met voorspanning + einddwarsdragers (snel mengsel; d.w.z. 30,0 N/mm2 nodig na 84 uur) Pijlerbalken KW 520 stp. 12 + 14 t/m 69 (excl. Stp. 65) (zeer snelle sterkteontw.; 23,0 N/mm2 nodig na 40 uur verhardening) (met voorspanning), Pijlerbalk stp. 72 | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 375 kg | geen | | SE 30 | 1,52 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 365 kg | geen | | SE 32 | 1,52 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 375 kg | geen | | SE 34 | 1,52 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 385 kg | geen | | SE 36 | 1,52 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | F5 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 395 kg | geen | | SE 38 | 1,52 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 8 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (10%) | CEM III/B (90%) | 420 kg | geen | | SE 44 | 1,52 | | | | 100 % grind 4-8 mm; "Getemperd" Zomermengsel |
| SF | Constructiebeton ("schoon betonwerk") | C 45/55 | XF 4 | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,2 | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | "Schoon" betonwerk grijsschaal A conform CUR-A 100 klasse B1 | SF 43 | 1,40 | Pijlerbalk KW 520 stp. 13 ("normale" sterkteontw) (met voorspanning) en kolom KW 520 stp. 10 | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | | SF 45 | 1,40 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 395 kg | geen | | SF 47 | 1,40 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 (50%) | CEM III/B (50%) | 375 kg | geen | | SF 46 | 1,50 | | 100 % grind 4-32 mm; "Getemperd" Zomermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 (50%) | CEM III/B (50%) | 385 kg | geen | | SF 48 | 1,50 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; "Getemperd" Zomermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (50%) | CEM III/B (50%) | 395 kg | geen | | SF 49 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; "Getemperd" Zomermengsel | | |
| | | | | F5 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (50%) | CEM III/B (50%) | 395 kg | geen | | SF 50 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; "Getemperd" Zomermengsel | | |
| | | | | | 4 / 8 mm (100%) | 0% | > 180 | | CEM III/A 52,5 (50%) | CEM III/B (50%) | - | geen | | SF 51 | 1,50 | | 100 % grind 4-8 mm; "Getemperd" Zomermengsel | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

*) Uitvoeren met een maximale wcf van 0,45 en aanvullend LBV conform bepalingen blad 3!

Voor de overige randvoorwaarden die van toepassing zijn op deze mengselcodelijst wordt verwezen naar blad 3!

MENGSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN VOOR-/NAJAAR EN WINTERPERIODE

| Prestatie-eisen betonleverancier | | | | | | | | | | | | | | Mengselcode overzicht uitvoerder | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|---------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------|---|---|--|---|---|---|--|
| Mengsel-groep | Constructie-onderdeel | Sterkte klasse | Milieu-klasse | Consistentie klasse | Toeslagmateriaal | | | Chloride klasse | Bindmiddelcomponenten | | | | Aanv. eisen m.b.t. grijs tint | Bestelcode voor dit mengsel | C-waarde (t.b.v. methode gewogen rijpheid) | Constructie-onderdeel | Consistentie klasse | Zetmaat S Schudmaat F Vloeimaat SF (op het werk) | Aanvullende eisen / opmerkingen |
| | | | | | Grind 1 | Grind 2 | Hoev. "fijn" (<0,250 mm) | | Bindmiddel 1 | Bindmiddel 2 | Max. bindm.Geh. (+/- 10 kg) | Vulstof | | | | | | | |
| WA | Werkvloerbeton | L.O.S (C 8/10) | L.O.S (X 0) | F4 zonder plast! | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | >115 | 1,0 | CEM III/B | CEM I 52,5 (100 kg) | 200 kg | geen | - | WA 51 | 1,35 | Werkvloeren dikte 70 mm | F4 | F = 490 - 550 | 50 % grind 4-16 mm. Storten met kubel; Wintermengsel |
| VC | Vulbeton langsvoegen | C 20/25 | XC 4 | F5 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 140 | 1,0 | CEM III/B | CEM I 52,5 (100 kg) | 380 kg | geen | - | VC 51 | 1,45 | Vulbeton langsvoegen | F5 | SF = 560 - 620 | 100% grind 4-16 mm; Let op! Vulbeton voorzien van 2 uur aanvullende vertraging |
| MD | Constructiebeton (zijnde niet "schoon betonwerk") | C 28/35 | XC 3 | S3 (laag) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | >140 | 0,4 | CEM III/B | - | 300 kg | gewenst | - | PD 53 | 1,55 | Onderlagen poeren | S3 (laag) | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton |
| | | | | F4 (laag) | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | CEM III/B | | - | 310 kg | gewenst | - | PD 55 | 1,55 | F4 (laag) | | F = 490 - 550 | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Massabeton | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | CEM III/B | | - | 320 kg | gewenst | - | PD 57 | 1,55 | | | | 100% grind 4-16 mm; Massabeton | |
| D | | | XF 4 | S3 (laag) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 140 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 355 kg | geen | - | PD 59 | 1,45 | Toplaag poeren | S3 (laag) | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | CEM III/B | | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 355 kg | geen | - | PD 61 | 1,45 | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | | | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | CEM III/B | | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 360 kg | geen | - | PD 62 | 1,45 | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | | | | |
| | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 140 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 360 kg | geen | - | DD 61 | 1,45 | Drukklagen KW 500/900 serie ("normale" sterkteontw.) | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| LD | Constructiebeton met LBV | C 28/35 | XF 4* | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,4 | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | - | LD 60 | 1,40 | Schampkant KW 520 en KW vak A t/m G (met LBV) | S3 (hoog) | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel met LBV |
| E | Constructiebeton (zijnde niet "schoon betonwerk") | C 35/45 | XF 4 | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 150 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 360 kg | geen | - | DE 62 | 1,40 | Zettingsvrije plaat | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | F4 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | | CEM III/B | CEM I 52,5 (ca. 80 kg) | 365 kg | geen | - | DE 63 | 1,40 | Drukklagen KW 500/900 serie ("normale" sterkteontw.) | | | F4 |
| | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | 0,4 | CEM III/A 52,5 | - | 420 kg | geen | - | DE 64 | 1,40 | Drukklagen KW 520 ("snelle" sterkteontw.) | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | | | | |
| SD | Constructiebeton ("schoon betonwerk") | C 28/35 | XF 4 | S2 (hoog) | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | 0,4 | CEM III/A 52,5 (30%) | CEM III/B (70%) | 360 kg | geen | "Schoon" betonwerk grijschaal A conform CUR-A 100 klasse B1 | SD 65 | 1,50 | Kolommen (m.u.v. KW 520 stp. 10!), pijlerbalken (ook KW 520 stp. 2 t/m 10), landhoofden, vleugelwanden, schampkanten en aanstorten spankoppen dwarsvoorspanning | S2 (hoog) | S = 50 - 90 | 100 % grind 4-32 mm; Getemperd Wintermengsel |
| | | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | | SD 66 | 1,40 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | | SD 68 | 1,40 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | | SD 70 | 1,40 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel |
| | | | | S3 | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | | SD 67 | 1,40 | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | | SD 69 | 1,40 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | | SD 71 | 1,40 | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | | SD 73 | 1,40 | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | F4 | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | | SD 75 | 1,40 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | | SD 77 | 1,40 | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | | SE 79 | 1,40 | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | | SE 81 | 1,40 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | | |
| SE | Constructiebeton ("schoon betonwerk") | C 35/45 | XF 4 | S3 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | 0,2 | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | "Schoon" betonwerk grijschaal A conform CUR-A 100 klasse B1 | SE 83 | 1,40 | Drukklagen KW 520 met voorspanning + eindhoudersdragers (snel mengsel; d.w.z. 30,0 N/mm2 nodig na 84 uur) Pijlerbalken KW 520 stp. 12 + 14 t/m 69 (excl. Stp. 65) (zeer snelle sterkteontw.; 23,0 N/mm2 nodig na 40 uur verharden) (met voorspanning) | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-16 mm; Toplaag, Wintermengsel |
| | | | | | 0% | 4 / 32 mm (100%) | > 160 | | CEM III/A 52,5 | - | 365 kg | geen | | SE 84 | 1,40 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 | - | 375 kg | geen | | SE 86 | 1,40 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | F4 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 385 kg | geen | | SE 85 | 1,40 | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 8 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 | - | 410 kg | geen | | SE 88 | 1,40 | | 100 % grind 4-8 mm; Wintermengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 (20%) | CEM III/B (80%) | 375 kg | geen | | SE 95 | 1,50 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (20%) | CEM III/B (80%) | 385 kg | geen | | SE 98 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (50%) | 4 / 32 mm (50%) | > 165 | | CEM III/A 52,5 (30%) | CEM III/B (70%) | 375 kg | geen | | SE 94 | 1,50 | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (30%) | CEM III/B (70%) | 385 kg | geen | | SE 96 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | F5 | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (20%) | CEM III/B (80%) | 390 kg | geen | | SE 99 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | CEM III/A 52,5 (30%) | CEM III/B (70%) | 390 kg | geen | | SE 97 | 1,50 | | 100 % grind 4-16 mm; Voor- en najaarmengsel | | |
| | | | | | 4 / 16 mm (100%) | 0% | > 170 | | | | | | | | | | | | |

***) Uitvoeren met een maximale wcf van 0,45 en aanvullend LBV conform bepalingen blad 3!**

OVERIGE RANDVOORWAARDEN MENGSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN

| | |
|---------|--|
| Opm. 1 | Alle mengselspecificaties in deze lijst zijn, <u>tenzij expliciet anders vermeld</u> , onder KOMO-BV BMC productcertificaat op basis van BRL 1801 geleverd op prestatie-eisen conform NEN-EN 206-1 A1+A2:2005 en NA:NEN 8005:2008. |
| Opm. 2 | In aanvulling op hetgeen art. 5.2.3.4 van NA:NEN 8005:2008 stelt, wordt gevraagd van elke mengselspecificatie voor constructief beton uit deze lijst, op verzoek een zgn. " Chloriden- en Alkalibalans " (geactualiseerd overzicht van alkali-bijdrage per grondstof) te kunnen overleggen waaruit toereikende ASR-resistentie (CUR Aanbeveling 89-2H) moet blijken. |
| Opm. 3 | In afwijking op de grenswaarden m.b.t. de toelaatbare hoeveelheid vlekvormende (ijzer-)bestanddelen als gevolg van verontreinigingen in het toeslagmateriaal zoals genoemd in NEN-EN 12620 en bijbehorende NA:NEN 5905 par. 6.4 moet ernaar worden gestreefd om dit toelaatbare gehalte te beperken tot 50% van de in deze documenten genoemde waarde. Dit geldt enkel voor de mengselgroepen voor "schoon betonwerk". |
| Opm. 4 | In afwijking op het vrijlaten van mengselgraderingsgebieden conform NEN-EN 206-1 A1+A2:2005 / NEN 8005:2008 moet er voor alle mengselgroepen voor constructieve toepassingen naar worden gestreefd dat de mengselgradering ligt in A-B gebied conform art. 6.3 van de "oude" NEN 5950:1995. |
| Opm. 5 | Ten behoeve van bepaling van het momentane druksterkteniveau in de constructie (tijdens uitvoering), zal in tijdig overleg voorafgaand aan verwerking, van alle gewenste mengselspecificaties voor constructieve toepassingen, op aanvraag een getoetste IJkgrafiek conform NEN 5970:2001 door de leverancier moeten kunnen worden overlegd. |
| Opm. 6 | In verband met traceerbaarheid van druksterktecontrole-resultaten wordt verlangd dat bij aflevervolumes > 50 m3 per dag van specifieke mengsels uit deze lijst, het proefstuk-resultaat traceerbaar is naar een specifiek afleverbonnummer; ofwel minimaal één proefstuk per mengseltype per dag bemonsterd uit een aan <i>dit</i> project geleverd betonvolume. |
| Opm. 7 | Fluctuaties in omgevingscondities maken dat verwerkbaarheid <i>binnen</i> de gevraagde consistentieklasse-grenzen kan variëren; een noodzakelijk geachte compensatie hiervan door nadosering van hulpstof en/of water op het werk mag uitsluitend plaatsvinden na per fax ontvangen schriftelijke goedkeuring door de betontechnoloog van de leverancier. Frequente overschrijding van consistentieklasse-grenzen (incl. toleranties cfm. art. 5.4.1 tabel 11 van NEN-EN 206-1 A1/A2:2005) dienen steeds ogenblikkelijk te worden teruggekoppeld aan de leverancier, daar anders geen compenserende actie kan worden uitgevoerd en definitieve afkeur zal worden opgelegd indien 3 aaneensluitende leveranties de tolerantiegrenzen overschrijden. |
| Opm. 8 | In aanvulling op par. 5.5 van BRL 1801:2006 wordt gesteld dat de betonspecie na aankomst op het werk minimaal 45 minuten binnen de consistentieklasse-grenzen (tabel A art. 4.2.1 van NA:NEN 8005:2008) moet kunnen worden gewaarborgd. |
| Opm. 9 | Bij de keuze tussen " Zomer- " of " Winter- "-mengsel wordt als vuistregel vaak een scheiding gemaakt bij gem. etmaaltemperatuur boven of beneden 10 °C. Bij specietemperaturen boven 25 °C dient een aanvullende bindingsvertraging te worden aanbevolen om de kans op koude voegen te beperken. |
| Opm. 10 | Ten aanzien van geattesteerde bindmiddelcombinaties wordt opgemerkt dat de aanduiding CEM III/B zowel fabrieksmatig bereid, als KOMO-BV geattesteerd mag zijn. Voor gebruik van gecertificeerde vulstoffen geldt eveneens dat deze zijn toegestaan, voorzover geldende regelgeving conform de specifieke BRL wordt gevolgd en de (evt. verkleurende) bijkomende effecten hiervan minimaal 5 werkdagen <i>voorafgaand aan toepassing</i> zijn gecommuniceerd. |
| Opm. 11 | In afwijking van par. 3.1.2 van BRL 1801 moet worden gesteld dat voor dit werk geen 4% maar 3% geldt! |
| Opm. 12 | In afwijking van par. 12.1.1 van BRL 1801 geldt: Overschrijding van de wbf > 0,02 leidt altijd tot een schriftelijke waarschuwing aan de afnemer . De consequenties hiervan voor de prestaties van het constructiedeel in termen van duurzaamheid zullen van geval tot geval separaat worden beoordeeld. |
| Opm. 13 | In afwijking van par. 12.1.1 van BRL 1801 geldt dat wanneer de 28-daagse druksterkteprestatie van een individuele proefkubus van een receptuur meer dan 3x achtereen een overschrijding van 2 sterkteklassen vertoont hiervan altijd een schriftelijke waarschuwing aan de afnemer wordt gedaan . Voorbeeld: een proefkubus van een mengsel in sterkteklasse C28/35 levert bij beproeving een druksterkte van 58 N/mm2; dit is > 55 N/mm2 (afgeleid van sterkteklasse C 45/55) en ligt daarmee boven de gewenste bandbreedte! |
| Opm. 14 | Voor alle mengselcodes in mengselgroep LD geldt dat aan de milieuklasse XD3/XF4 moet worden voldaan d.m.v. een waterbindmiddelfactor ≤ 0,45; Aanvullend dient hierbij het luchtpercentage wat d.m.v. een luchtbelvormer (Cugla LBV-02 conform onderzoek Mebin/Cugla) is ingebracht minimaal 3,5% te zijn, ongeacht de korrelgroep. Hierbij geldt dat de sterkteprestatie gewaarborgd moet blijven. |



Memo

concept

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan :
Van : R.H.J. Noordermeer
CC :
Datum : 19-06-2014
Referentienummer :
Betreft : z3510 ECCR - mengsels en hoeveelheden

1 INLEIDING: CO₂-EMISSIES IN SITU BETON ECCR GARAGE IN 2012

Vanuit het concept van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) is Van Hattum en Blankevoort (VHB) bezig om onder andere haar jaarlijkse CO₂-emissies in kaart te brengen. Daarnaast heeft het bedrijf zich tot doel gesteld om de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de cijfers en berekeningen áchter deze cijfers zo nauwkeurig, transparant weer te geven en degelijk te onderbouwen.

Eén van de grote projecten die in 2012 door VHB uitgevoerd zijn, is de bouw van een parkeergarage voor het European China Centre (ECCR). In deze memo wordt de ruim 8200 m³ "in situ beton" dat bij dit project in 2012 gestort is, genuanceerder onderverdeeld op basis van de mengselcodelijsten en het overzicht van de geleverde mengsels. Hiermee wordt een verbeterslag gemaakt op de nauwkeurigheid van de gerapporteerde CO₂-emissies ten opzichte van het vorige verslag m.b.t. de CO₂-Prestatieladder in 2009.

2 MENGSELCODES EN HOEVEELHEDEN GESTORT BETON

De mengsels van de ECCR zijn verdeeld naar de constructieve onderdelen van deze kade. In het mengselcodetabel staan de codes voor de mengsels, met de aanvulling van zomer- en wintervarianten (zie Bijlage 1). Individuele mengsels die erg op elkaar lijken zijn ter vereenvoudiging samengevoegd.

De gestorte hoeveelheden van 2012 zijn in het onderstaande tabel gegeven:

Tabel 2-1: Gestorte betonhoeveelheden ECCR – 2012

| Code: | CD13 | CD15 | CD20 | CD60 | CD63 | CD65 | WB03 | LD40 | MD03 | MD05 | MD53 | MD55 | SD33 | SD39 | SD43 | SD83 | c20/25 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|--------|
| Leveringen (m3) | 1154 | 13,5 | 1079 | 15 | 2686 | 8 | 90,5 | 124 | 34,5 | 34,5 | 292 | 13,5 | 768,5 | 33,5 | 33 | 388,3 | 172,5 |

Met de geclusterde mengselsamenstellingen wordt het volgende verkregen voor het jaar 2012:

Tabel 2-2: Gestorte betonhoeveelheden ECCR 2012

| Code: | CD15 | SD39 | CD60 | CD65 | MD55 | c20/25 | MD03 | MD05 | SD43 | WB03 | LD40 | MD53 | SD33 | SD83 |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1168 | 1112 | 2709 | 124 | 305,5 | 1134 | 388,3 | 6941 | | | | | | |
| | 16,8% | 16,0% | 39,0% | 1,8% | 4,4% | 16,3% | 5,6% | | | | | | | |



Uit Tabel 2-2 blijkt dat negen 'clusters' met mengsels in 2012 gestort zijn. Hiervan wordt het gestorte beton volgens mengsel K (1m³) voor het gemak bij B1 opgeteld, gezien de geringe hoeveelheid.

NB: er is een verschil tussen de gestorte hoeveelheden voor 2012 in het hoofddocument (8214 m³) en in het document met betonleveringen (6941 m³). Dit komt door verschillende administratieve keuzes die gemaakt zijn bij het bepalen van de grens tussen de boekingsjaren. In dit document wordt het hoofddocument aangehouden. Er wordt gebruikgemaakt van de percentages om de verdeling over de mengsels te bepalen.

3 BEREKENING CO₂-EMISSIES

3.1 Embodied CO₂-gehalte van het materiaal

De CO₂-footprints van de bovenstaande mengsels (Global Warming Potential (GWP) in kg/m³) zijn doorgerekend m.b.v. de getallen uit de Nationale Milieudatabase en MRPI-bladen van stoffen. De hieruit volgende CO₂-emissies van de ECCR-garage in 2012 zijn:

Tabel 3-1: CO₂-emissies (embodied; zonder transportcomponent) ECCR in 2012, verdeeld over de gebruikte mengsels

| Mengsel | Hoeveelheid gestort beton (m ³) | | GWP per mengsel (kg CO ₂ /m ³) | CO ₂ -emissie (kg CO ₂) |
|---------|---|--------|---|--|
| CD13 | 16,8% | 1380,0 | 106,4 | 146.832,0 |
| CD20 | 16,0% | 1314,2 | 109,3 | 143.642,1 |
| CD63 | 39,1% | 3211,7 | 132,5 | 425.550,3 |
| LD40 | 1,8% | 147,8 | 162,4 | 24.002,7 |
| MD53 | 4,4% | 361,4 | 115,1 | 41.597,1 |
| SD33 | 16,3% | 1338,9 | 103,4 | 138.442,3 |
| SD83 | 5,6% | 460,0 | 124,3 | 57.178,0 |
| Totaal | 100% | 8214,3 | | 977.244,5 |

3.2 CO₂-emissies door vervoer

Voor de ECCR parkeergarage is de Mebin de leverancier geweest.

Hieronder zijn de adresgegevens van productielocatie en de bouwlocatie (bouwplaats) gegeven:

| Projectnr. | Omschrijving project | Adres leverancier | Adres bouwplaats | Enkele reis (km) |
|------------|----------------------|--|--|------------------|
| Z3510 | ECCR parkeergarage | Leverancier: Mebin Rotterdam Opijnenstraat 30, 3087 CG Rotterdam | Paul Krugerstraat 181 5/F 3072 GJ Rotterdam | 4,6 |

Een retourlevering is hiermee vastgesteld op $2 \times 4,6 = 9,2$ km.

Naast de reisafstand is het aantal leveringen nodig om het transportcomponent van de geleverde betonmortel te berekenen. Uitgegaan wordt van een capaciteit van 9 m³ per levering met een truckmixer. Door de geleverde volumes door 9 te delen is het aantal leveringen geschat.

De CO₂-emissie van een truckmixer is vastgesteld op 0,154 kg CO₂ e/km.

NB: in dit document wordt alléén de embodiëde CO₂-emissies berekend. De CO₂-emissies door transport worden in de hoofddocumenten berekend.



4 BIJLAGE 1: MENGSELCODEAFSPRAKEN ECCR (SAMENGEVOEGD)

| PRODUCTSPECIFICATIES | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Mengselcode + | <u>CD13</u> CD15 (zomer) | <u>CD20</u> SD39 (zomer) | <u>CD63</u> CD60 CD65 (winter) | <u>LD40</u> (zomer) | <u>MD53</u> MD55 (winter) | <u>SD33</u> , <u>MD03</u> <u>MD05</u> <u>SD43</u> <u>WB03</u> <u>SD33</u> (zomer) | <u>SD83</u> (winter) |
| Beton - sterkteklasse - milieuklasse - consistentieklasse - chlorideklasse (Cl) | C28/35 XF3/XA1 F4 0.40 | C28/35 XC1 F4 0.40 | C28/35 XF3/XA1 F4 0.40 | C28/35 XD3/XF4 S2 0.40 | C28/35 XC2 S3 0.40 | C28/35 XC4 S3 0.40 | C28/35 XC4 S3 0.40 |
| Cement - soort 1 - sterkteklasse - Hoeveelheid - soort 2 - sterkteklasse - Hoeveelheid | CEM III/B 42,5 N LH 330 -- | CEM III/B 42,5 N LH 340 -- | CEM III/B 42,5 N LH 280 CEMI 52.5 R 50 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 270 CEMI 52.5 R 90 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 250 CEMI 52.5 R 40 Kg | CEM III/B 42,5 N LH 320 -- | CEM III/B 42,5 N LH 280 CEMI 52.5 R 40 Kg |
| Vulstof - soort - hoeveelheid in kg/m ³ - K-factor | PKV 50 kg 0,4 | - | PKV 50 kg 0,4 | - | PKV 75 kg 0,2 | PKV 75 kg 0,4 | PKV 75 kg 0,4 |
| Hulpstoffen - soort | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% | Superplast 1,5% |
| Toevoeging - soort - hoeveelheid in kg/m ³ | | | | | | | |
| Toeslagmateriaal - Grind D _{max} 32 - Grind D _{max} 16 | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 50 % 50 % |
| Water | | | | | | | |
| Stortwijze | - | - | - | - | - | - | - |
| Opmerking | | | | | | | |
| GWP per mengsel (kg CO₂/m³) | 106,4 | 109,3 | 132,5 | 162,4 | 115,1 | 103,4 | 124,3 |

- Toepassing**
- CD13 : Keldervloer (niv. -2); druklaag op breedplaatvloeren (niv. -1)
 - CD20 : Vloer niv. 0, kelder- en binnenwanden; SD39: rond- en waterkerende kelderwanden, binnenwanden
 - CD63 : Keldervloer (niv. -2); druklaag op breedplaatvloeren (niv. -1)
 - LD40 : Hellingbanen
 - MD53 : Poeren onder keldervloer
 - SD33 : Grond- en waterkerende kelderwanden, binnenwanden; Diversen
 - SD83 : Grond- en waterkerende kelderwanden, binnenwanden

Opmerkingen:

- CEM III/B 42,5 N LH staat voor Hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH HS.
- PKV staat voor poederkool vliegias.
- De hulpstof (in dit geval is een superplast met 1,5% aangenomen) wordt genoteerd als percentage van het totale gewicht van de bindmiddel.



5 BIJLAGE 2: BEREKENING CO₂-EMISSIONS MENGSELS UIT BIJLAGE 1

De gebruikte gegevens voor het berekenen van de GWP zijn:

Tabel 5-1: Emissiefactoren - invoergegevens 2012.

| Grondstof | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton) | Herkomst data |
|--|--|-------------------|
| CEM I cement | 818 | MRPI-blad |
| CEM II cement | 550 | LCA ENCI |
| CEM III cement | 296 | MRPI-blad |
| Vliegas | 3,26 | MRPI-blad |
| Zand | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Grind | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Plastificeerder (Lignine) | 220 | MRPI-blad |
| Superplastificeerder (Naphtaleen, Cretoplast, polycarboxylaat) | 720 | MRPI-blad |

De volgende zaken zijn bekend:

- De emissiefactor, ofwel de embodiële CO₂-gehalte in kg CO₂ per ton van elk materiaal;
- De hoeveelheid in ton van elk materiaal in 1 m³ beton.

Uit deze twee getallen valt eenvoudig per mengsel het aantal kg CO₂ per m³ beton(-mortel) af te leiden.

NB: in de mengselcodeafspraken zijn de waarden voor zand, grind, water en hulpstoffen niet gespecificeerd. Deze waarden zijn daarom geschat via de waarden van de 3 generieke mengsels uit Bijlage D van het hoofddocument (CO₂-footprint 2012).

Tabel 5-2: CO₂-emissie mengsel Type CD13:

| | | Type CD13 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 330 kg CEM III/B 42,5 = 0,33 ton | 296 | 0,33*296 = 97,68 |
| | Vliegas: | 50 kg = 0,050 ton | 3,26 | 0,050*3,26 = 0,16 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*330 = 4,95 kg Superplast = 0,00495 ton | 720 | 0,00495*720 = 3,56 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 106,4 kg/m³ |

Tabel 5-3: CO₂-emissie mengsel Type CD20:

| | | Type CD20 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 340 kg CEM III/B 42,5 = 0,34 ton | 296 | 0,34*296 = 100,64 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*340 = 5,1 kg Superplast = 0,0051 ton | 720 | 0,0051*720 = 3,67 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 109,3 kg/m³ |

Tabel 5-4: CO₂-emissie mengsel Type CD63:

| | | Type CD63 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 280 kg CEM III/B 42,5 = 0,28 ton | 296 | 0,28*296 = 82,88 |
| | | 50 kg CEM I 52,5 = 0,05 ton | 818 | 0,05*818 = 40,90 |
| | Vliegas: | 50 kg = 0,050 ton | 3,26 | 0,050*3,26 = 0,16 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*330 = 4,95 kg Superplast = 0,00495 ton | 720 | 0,00495*720 = 3,56 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 132,5 kg/m³ |



Tabel 5-5: CO₂-emissie mengsel Type LD40:

| | | Type LD40 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 270 kg CEM III/B 42,5 = 0,27 ton 90 kg CEM I 52,5 = 0,09 ton | 296 818 | 0,27*296 = 79,92 0,09*818 = 73,62 |
| | Vliegas: | - | | |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*360 = 5,4 kg Superplast = 0,0054 ton | 720 | 0,0054*720 = 3,89 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 162,4 kg/m³ |

Tabel 5-6: CO₂-emissie mengsel Type MD53:

| | | Type MD53 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 250 kg CEM III/B 42,5 = 0,25 ton 40 kg CEM I 52,5 = 0,04 ton | 296 818 | 0,25*296 = 74,00 0,04*818 = 32,72 |
| | Vliegas: | 75 kg = 0,075 ton | 3,26 | 0,075*3,26 = 0,24 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*290 = 4,35 kg Superplast = 0,00435 ton | 720 | 0,00435*720 = 3,13 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 115,1 kg/m³ |

Tabel 5-7: CO₂-emissie mengsel Type SD33:

| | | Type SD33 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 320 kg CEM III/B 42,5 = 0,32 ton | 296 | 0,32*296 = 94,72 |
| | Vliegas: | 75 kg = 0,075 ton | 3,26 | 0,075*3,26 = 0,24 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*320 = 4,8 kg Superplast = 0,0048 ton | 720 | 0,0048*720 = 3,46 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 103,4 kg/m³ |

Tabel 5-8: CO₂-emissie mengsel Type SD83:

| | | Type SD83 (1 m ³ beton) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton materiaal) | Emissiewaarde voor 1 m ³ beton (kg CO ₂) |
|---|--------------|---|---|---|
| Grondstofsoort, gehalten (kg/m ³), merk/type | Cement: | 280 kg CEM III/B 42,5 = 0,28 ton 40 kg CEM I 52,5 = 0,04 ton | 296 818 | 0,28*296 = 82,88 0,04*818 = 32,72 |
| | Vliegas: | 75 kg = 0,075 ton | 3,26 | 0,075*3,26 = 0,24 |
| | Zand: | 800 kg = 0,80 ton | 2,7 | 0,8*2,7 = 2,16 |
| | Grind: | 1050 kg = 1,05 ton | 2,7 | 1,05*2,7 = 2,84 |
| | Water: | 125 kg = 0,125 ton | 0 | 0,125*0 = 0 |
| | Hulpstoffen: | 1,5%*320 = 4,8 kg Superplast = 0,0048 ton | 720 | 0,0048*720 = 3,46 |
| Embodied CO₂ [kg CO₂ /m³] | | | | 124,3 kg/m³ |



MENGSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN ZOMERPERIODE

| Prestatie-eisen betonleverancier | | | | | | | | | | | | | | Mengselcode overzicht uitvoerder | | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|---------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------|---|--|
| Mengsel-groep | Constructie-onderdeel | Sterkte klasse | Milieu-klasse | Consistentie klasse | Toeslagmateriaal | | | | Chloride klasse | Bindmiddelcomponenten | | | | Aanv. eisen | Bestelcode voor dit mengsel | C-waarde (t.b.v. methode gewogen rijpheid) | Constructie-onderdeel | Consistentie klasse | Zetmaat S Schudmaat F Vloeimaat SF (op het werk) | Aanvullende eisen / opmerkingen |
| | | | | | Percentage Grind 4-8 mm | Percentage Grind 4-16 mm | Percentage Grind 4-32 mm | Hoef. "fijn" (<0,250 mm) | | Bindmiddel 1 | Bindmiddel 2 | Maximum bindm.Geh. (+/- 10 kg) | Vulstof (k = ...) | | | | | | | |
| WB | Werkvloerbeton (vlak) | L.O.S (C 12/15) | L.O.S. (X0) | F4 zonder plast! | 0 | 100 | 0 | >115 | 1,0 | CEM III/B | - | 200 kg | geen | - | WB 01 | 1,55 | Werkvloeren dikte 50 mm | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-1 6 mm. Storten met kubel; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | >130 | | CEM III/B | - | 300 kg | 100 kg PKV (K = 1,0) | - | WB 03 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-1 6 mm. Storten met pomp; Zomermengsel |
| MD | Constructiebeton (massadoorsneden) | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XC2 | S2 (hoog) | 0 | 0 | 100 | >130 | 0,4 | CEM III/B | - | 290 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 01 | 1,55 | Poeren onder de keldervloer | S2 (hoog) | S = 50 - 90 (doelwaarde=90) | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton Zomermengsel |
| | | | | S3 | 0 | 0 | 100 | > 135 | | CEM III/B | - | 290 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 03 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | - | 300 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 05 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Massabeton Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | - | 310 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 07 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Massabeton Zomermengsel |
| CD | Constructiebeton (zijnde "niet zichtwerk") | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XF3/XA1 | S3 | 0 | 0 | 100 | > 135 | 0,4 | CEM III/B | - | 320 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 10 | 1,55 | Keldervloer niveau -2 en druklaag op breedplaatelamenten niveau -1 (zijnde parkeervloeren) | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0 | 0 | 100 | > 140 | | CEM III/B | - | 330 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 13 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | - | 340 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 15 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | 0 | 100 | 0 | > 145 | CEM III/B | | - | 350 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 17 | 1,55 | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel | | | | |
| | | C 28/35 | XC1 | F4 | 0 | 0 | 100 | > 140 | 0,4 | CEM III/B | - | 340 kg | geen | - | CD 20 | 1,55 | Vloer niveau 0 | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | - | 350 kg | geen | - | CD 23 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | - | 360 kg | geen | - | CD 25 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SD | Constructiebeton (zichtwerk Kl. A cfm NEN 6722) | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XC4 | S3 | 0 | 0 | 100 | > 140 | 0,4 | CEM III/B | - | 310 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 30 | 1,55 | Grond- en waterkerende kelderwanden en binnenwanden | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 145 | | CEM III/B | - | 320 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 33 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | F4 | 0 | 0 | 100 | > 145 | | CEM III/B | - | 320 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 35 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 150 | | CEM III/B | - | 330 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 37 | 1,55 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Zomermengsel |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 155 | | CEM III/B | - | 340 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 39 | 1,55 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Zomermengsel |
| LD | Constructiebeton + LBV ("normaal" betonwerk) | C 28/35 | XD3/XF4* | S2 (hoog) | 0 | 0 | 100 | > 150 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (90 kg) | 360 kg | - | - | LD 40 | 1,45 | Hellingbanen | S2 (hoog) | S = 50 - 90 (doelwaarde=90) | Zomermengsels + LBV en tixotroop karakter; LET OP!! DE ONDERDELEN DIE MET DEZE MENGSELS WORDEN GESTORT ZIJN EXTRA GEVOELIG VOOR EEN CORRECT UITGEVOERDE NABEHANDELING! |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 155 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (90 kg) | 370 kg | - | - | LD 43 | 1,45 | | | | |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 160 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (90 kg) | 380 kg | - | - | LD 45 | 1,45 | | | | |

LET OP! In verband met het afwijkende bindmiddelkarakter van de mengselsamenstellingen is een zeer zorgvuldig uitgevoerde nabehandeling cruciaal voor de waterdichtheid en eindkwaliteit!

*) Uitvoeren met een maximale wcf van 0,45 en aanvullend LBV conform bepalingen blad 3!

Voor de overige randvoorwaarden die van toepassing zijn op deze mengselcodelijst wordt verwezen naar blad 3!



MENGSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN VOOR- /NAJAAR EN WINTERPERIODE

| Prestatie-eisen betonleverancier | | | | | | | | | | Mengselcode overzicht uitvoerder | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|---------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|-----------------------------|--|--|---------------------|---|--|--|
| Mengsel-groep | Constructie-onderdeel | Sterkte klasse | Milieu-klasse | Consistentie klasse | Toeslagmateriaal | | | | Chloride klasse | Bindmiddelcomponenten | | | | Aanv. eisen | Bestelcode voor dit mengsel | C-waarde (t.b.v. methode gewogen rijpheid) | Constructie-onderdeel | Consistentie klasse | Zetmaat S Schudmaat F Vloeimaat SF (op het werk) | Aanvullende eisen / opmerkingen | |
| | | | | | Percentage Grind 4-8 mm | Percentage Grind 4-16 mm | Percentage Grind 4-32 mm | Hoefv. "fijn" (<0,250 mm) | | Bindmiddel 1 | Bindmiddel 2 | Maximum bindm.Geh. (+/- 10 kg) | Vulstof (k = ...) | | | | | | | | |
| WB | Werkvloerbeton (vlak) | L.O.S (C 12/15) | L.O.S. (X0) | F4 zonder plast! | 0 | 100 | 0 | >115 | 1,0 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (100 kg) | 200 kg | geen | - | WB 51 | 1,40 | Werkvloeren dikte 50 mm | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-16 mm. Storten met kubel; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | >130 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (100 kg) | 300 kg | 100 kg PKV (K = 1,0) | - | WB 53 | 1,40 | | | | 100 % grind 4-16 mm. Storten met pomp; Wintermengsel | |
| MD | Constructiebeton (massadoorsneden) | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XC2 | S2 (hoog) | 0 | 0 | 100 | >130 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 290 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 51 | 1,50 | Poeren onder de keldervloer | S2 (hoog) | S = 50 - 90 (doelwaarde=90) | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton Wintermengsel | |
| | | | | S3 | 0 | 0 | 100 | > 135 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 290 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 53 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Massabeton Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 300 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 55 | 1,50 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Massabeton Wintermengsel | |
| | | | | F4 | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 310 kg | 75 kg PKV (K = 0,2) | - | MD 57 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Massabeton Wintermengsel | |
| CD | Constructiebeton (zijnde "niet zichtwerk") | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XF3/XA1 | S3 | 0 | 0 | 100 | > 135 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (50 kg) | 320 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 60 | 1,50 | Keldervloer niveau -2 en druklaag op breedplaatelamenten niveau -1 (zijnde parkeervloeren) | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | F4 | 0 | 0 | 100 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (50 kg) | 330 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 63 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (50 kg) | 340 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 65 | 1,50 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (50 kg) | 350 kg | 50 kg PKV (K = 0,4) | - | CD 67 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | |
| | | C 28/35 | XC1 | F4 | | 0 | 0 | 100 | > 140 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (60 kg) | 340 kg | geen | - | CD 70 | 1,48 | Vloer niveau 0 | F4 | F = 490 - 550 | 100 % grind 4-32 mm; Voor- /najaarsmengsel |
| | | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (60 kg) | 350 kg | geen | - | CD 73 | 1,48 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Voor- /najaarsmengsel |
| | | | | | | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (60 kg) | 360 kg | geen | - | CD 75 | 1,48 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Voor- /najaarsmengsel |
| | | | | | | 0 | 0 | 100 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (80 kg) | 340 kg | geen | - | CD 70 | 1,45 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | | 0 | 50 | 50 | > 140 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (80 kg) | 350 kg | geen | - | CD 73 | 1,45 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel |
| | | | | | | 0 | 100 | 0 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (80 kg) | 360 kg | geen | - | CD 75 | 1,45 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel |
| SD | Constructiebeton (zichtwerk Kl. A cfm NEN 6722) | L.O.S. (C 28/35) (na 56d) | XC4 | S3 | 0 | 0 | 100 | > 140 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 310 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 80 | 1,50 | Grond- en waterkerende kelderwanden en binnenwanden | S3 | S = 100 - 150 | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 320 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 83 | 1,50 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | F4 | 0 | 0 | 100 | > 145 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 320 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 85 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 150 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 330 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 87 | 1,50 | | | | 50 % grind 4-16/50% grind 4-32 mm; Wintermengsel | |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 155 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (40 kg) | 340 kg | 75 kg PKV (K = 0,4) | - | SD 89 | 1,50 | | | | 100 % grind 4-16 mm; Wintermengsel | |
| LD | Constructiebeton + LBV ("normaal" betonwerk) | C 28/35 | XD3/XF4* | S2 (hoog) | 0 | 0 | 100 | > 150 | 0,4 | CEM III/B | CEM I 52,5 R (120 kg) | 360 kg | - | - | LD 90 | 1,40 | Hellingbanen | S2 (hoog) | S = 50 - 90 (doelwaarde=90) | Wintermengsels + LBV en tixotroop karakter; LET OP!! DE ONDERDELEN DIE MET DEZE MENGSLS WORDEN GESTORT ZIJN EXTRA GEVOELIG VOOR EEN CORRECT UITGEVOERDE NABEHANDELING! | |
| | | | | | 0 | 50 | 50 | > 155 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (120 kg) | 370 kg | - | - | LD 93 | 1,40 | | | | | |
| | | | | | 0 | 100 | 0 | > 160 | | CEM III/B | CEM I 52,5 R (120 kg) | 380 kg | - | - | LD 95 | 1,40 | | | | | |

LET OP! In verband met het afwijkende bindmiddelkarakter van de mengselsamenstellingen is een zeer zorgvuldig uitgevoerde nabehandeling cruciaal voor de waterdichtheid en eindkwaliteit!

*) Uitvoeren met een maximale wcf van 0,45 en aanvullend LBV conform bepalingen blad 3!

Voor de overige randvoorwaarden die van toepassing zijn op deze mengselcodelijst wordt verwezen naar blad 3!


OVERIGE RANDVOORWAARDEN MENGSELCODELIJST BETONSAMENSTELLINGEN

| | |
|---------|---|
| Opm. 1 | Alle mengselspecificaties in deze lijst zijn, <u>tenzij expliciet anders vermeld</u> , onder KOMO-BV BMC productcertificaat op basis van BRL 1801-1:2010 geleverd op prestatie-eisen conform NEN-EN 206-1 A1+A2:2005 en NA:NEN 8005:2008. |
| Opm. 2 | In aanvulling op hetgeen art. 5.2.3.4 van NA:NEN 8005:2008 stelt, wordt gevraagd van elke mengselspecificatie voor constructief beton uit deze lijst, op verzoek een zgn. " Chloriden- en Alkalibalans " (geactualiseerd overzicht van alkali bijdrage per grondstof) te kunnen overleggen waaruit toereikende ASR-resistentie (CUR Aanbeveling 89-2H) moet blijken. |
| Opm. 3 | In afwijking op de grenswaarden m.b.t. de toelaatbare hoeveelheid vlekvormende (ijzer-)bestanddelen als gevolg van verontreinigingen in het toeslagmateriaal zoals genoemd in NEN-EN 12620 en bijbehorende NA:NEN 5905 par. 6.4 moet ernaar worden gestreefd om dit toelaatbare gehalte te beperken tot 50% van de in deze documenten genoemde waarde. Dit geldt enkel voor de mengselgroepen MD en SD voor "Schoon Betonwerk". |
| Opm. 4 | Voor alle mengselcodes in mengselgroep MD en SD geldt dat deze moeten voldoen aan de eisen van NEN 6722 Tabel 8 klasse A. Streefwaarde ENCI grijschaal B. |
| Opm. 5 | Het toepassen van beton-, metselwerk- of menggranulaat is <i>niet</i> toegestaan voor betonspecie voor " Schoon Betonwerk " conform CUR-Aanbeveling 100. Alle overige betonsoorten (zijnde "niet-schoon beton") waarvoor granulaat uitwisseling tegen natuurlijke toeslagmaterialen wordt overwogen (conform art.6.1 van BRL1801-1:2010)geldt dat dit, ondanks de vervallen meldingsplicht aan de afnemers, voorafgaand aan toepassing aan de betontechnoloog van de aannemer moet worden gemeld. |
| Opm. 6 | In afwijking op het vrijlaten van mengselgraderingsgebieden conform NEN-EN 206-1 A1+A2:2005 / NEN 8005:2008 moet er voor alle mengselgroepen voor constructieve toepassingen naar worden gestreefd dat de mengselgradering ligt in A-B gebied conform art. 6.3 van de "oude" NEN 5950:1995. |
| Opm. 7 | Ten behoeve van bepaling van het momentane druksterkteniveau in de constructie (tijdens uitvoering), zal in tijdig overleg voorafgaand aan verwerking, van alle gewenste mengselspecificaties voor constructieve toepassingen, op aanvraag een getoetste IJKgrafiek conform NEN 5970:2001 door de leverancier moeten kunnen worden overlegd. Het aantal in contract op te nemen " inbegrepen ijkgrafieken dient 5 stuks te bedragen. Voor dit project een ijkgrafiek bepalen van de mengsels die met groen danwel rood zijn geaccentueerd. |
| Opm. 8 | In verband met traceerbaarheid van druksterktecontrole-resultaten wordt verlangd dat bij aflevervolumes > 50 m3 per dag van specifieke mengsels uit deze lijst, het proefstuk-resultaat traceerbaar is naar een specifiek afleverbonnummer; ofwel minimaal één proefstuk per mengseltype per dag bemonsterd uit een aan <i>dit</i> project geleverd betonvolume. |
| Opm. 9 | Fluctuaties in omgevingscondities maken dat verwerkbaarheid <i>binnen</i> de gevraagde consistentieklasse-grenzen kan variëren; een noodzakelijk geachte compensatie hiervan doornadoseering van hulpstof en/of water op het werk mag uitsluitend plaatsvinden na per fax ontvangen schriftelijke goedkeuring door de betontechnoloog van de leverancier Frequente overschrijding van consistentieklasse-grenzen (incl. toleranties cfm. art. 5.4.1 tabel 11 van NEN-EN 206-1 A1/A2:2005) dienen steeds ogenblikkelijk te worden teruggekoppeld aan de leverancier, daar anders geen compenserende actie kan worden uitgevoerd en definitieve afkeur zal worden opgelegd indien 3 aaneensluitende leveranties de tolerantiegrenzen overschrijden. Op het project zullen door de aannemer onaangekondigde afnamecontroles plaatsvinden om conformiteit aan bestelde eigenschappen bij aflevering te verifiëren conform par. 3.1 van BRL 1801-1:2010. |
| Opm. 10 | In aanvulling op par. 5.6 van BRL 1801-1:2010 wordt gesteld dat de betonspecie na aankomst op het werk minimaal 45 minuten binnen de consistentieklasse-grenzen (tabel A art. 4.2.1 van NA:NEN 8005:2008) moet kunnen worden gewaarborgd. Voor zelfverdichtend beton zullen, in afwijking van par. 6.2 van BRL1801-1:2010, separaat nadere afspraken over de duur van consistentieklassebehoud worden gemaakt. |
| Opm. 11 | Bij de keuze tussen " Zomer- " of " Winter- "mengsel wordt als vuistregel vaak een scheiding gemaakt bij een gem. etmaaltemperatuur boven of beneden 10 °C. Het overschakelen tussen deze twee hoofdtypen zal door de uitvoering aan de betoncentrale worden gecommuniceerd. Indien door de leverancier andersoortige hulpstoffen worden overwogen dan hetgeen in deze mengselcodelijst standaard is voorzien, zal dit altijd met voorafgaande kennisgeving aan de betontechnoloog van de aannemer moeten plaatsvinden. Dit geldt met name voor hulpstoffen met een vertragende (neven-)werking en de invloed hiervan op het bindings- en verhardingstempo. |
| Opm. 12 | Ten aanzien van geattesteerde bindmiddelcombinaties wordt opgemerkt dat de aanduiding CEM III/B zowel fabrieksmatig bereid, als KOMO-BV geattesteerd mag zijn. Voor gebruik van gecertificeerde vulstoffen geldt eveneens dat deze zijn toegestaan, voorzover geldende regelgeving conform de specifieke BRL wordt gevolgd en de (evt. verkleurende) bijkomende effecten hiervan minimaal 5 werkdagen <i>voorafgaand aan toepassing</i> zijn gecommuniceerd. |
| Opm. 13 | Voor alle mengselcodes in mengselgroep LD geldt dat aan de milieuklasse XD3/XF4 moet worden voldaan d.m.v. een waterbindmiddelfactor $\leq 0,45$; Aanvullend dient hierbij het luchtpercentage wat d.m.v. een luchtbelvormer is ingebracht minimaal 3,5% te zijn, ongeacht de korrelgroep. Hierbij geldt dat de sterkteprestatie gewaarborgd moet blijven. |
| Opm. 14 | In afwijking van par. 3.1.2 van BRL 1801-1:2010 moet worden gesteld dat voor dit werk geen 4% maar 3% geldt! |
| Opm. 15 | In afwijking van par. 12.1.1 van BRL 1801-1:2010 geldt: Overschrijding van de wbf > 0,02 leidt altijd tot een schriftelijke waarschuwing aan de afnemer . De consequenties hiervan voor de prestaties van het constructiedeel in termen van duurzaamheid zullen van geval tot geval separaat worden beoordeeld. |
| Opm. 16 | In aanvulling op par. 12.1.1 van BRL 1801-1:2010 geldt dat wanneer de 28-daagse druksterkteprestatie van een individuele proefkubus van een receptuur meer dan 3x achtereen een overschrijding van 2 sterkteklassen vertoont hiervan altijd een schriftelijke waarschuwing aan de afnemer wordt gedaan . Voorbeeld: een proefkubus van een mengsel in sterkteklasse C28/35 levert bij beproeving een druksterkte van 58 N/mm ² ; dit is > 55 N/mm ² (afgeleid van sterkteklasse C 45/55) en ligt daarmee boven de gewenste bandbreedte! |

Mengsels waarvan aanvullende eigenschappen moeten worden bepaald:

Deze eigenschappen dienen z.s.m. na opdracht te worden bepaald in een nader overeen te komen volgorde:

Van deze mengselcodes dient een ijkgrafiek te worden ingezet; het meetgebied in overleg met VHB nader te bepalen.

Semi-adiabatische warmte-ontwikkeling, Druksterkte (NEN-EN 12390-3)- en Splijttreksterkte (NEN-EN 12390-6) na 1, 3, 7, 14, 28 en 56 dagen verharding, Statische E-modulus (DIN 1048 deel 5) na 3, 7 en 28 dagen verharding



**BIJLAGE E MEMO VOLKER INFRADESIGN: DIALOOG
SUGGESTIES (2009)**



ANNEX : MEMO VOLKER INFRADESIGN: DIALOOG SUGGESTIES



Aan : Dhr H. Berkien
 Van : J. Kronemeijer
 CC : R. van Zanten / B. Koggel
 Datum : 15-02-2010
 Referentienummer :
 Betreft : Betonmengsel- en verwerkingsmethoden; consequenties voor CO₂-emissie

Duurzame(re) beton

Binnen VHB wordt op aangeven van deskundige opdrachtgevers zoals Rijkswaterstaat en ProRail in ontwerpvoorschriften tot dusver uitsluitend op *technische duurzaamheid* gefocust in de zin van storingsvrij functioneren gedurende "referentieperiodes" van 100 jaar (of meer) en bij uitvoering gestuurd en gerealiseerd. Hierin is door ProRail sinds kort en als eerste een aspect van *ecologische duurzaamheid* (namelijk CO₂ uitstoot in het bouwproces) als nieuw "gunnings criterium" (analoog aan de bekende EMVI-gunningscriteria) toegevoegd door het verlenen van een tot 10% olopende fictieve korting op de inschrijfsom bij bezit van een proces-certificaat CO₂-ladder-niveau 3.

Aangezien in onze sturende rol als hoofdaannemer, ten aanzien van CO₂-uitstoot tijdens het bouwproces, vaak de sterkste bijdrage uit *transport* van mensen en materieel valt te becijferen, richt deze MEMO zich op *grondstofkeuzes* en de gevolgen hiervan ten aanzien van CO₂-emissie gedurende de verschillende levensfasen van een betonconstructie.

Even een drietal feiten⁽¹⁾ op een rijtje omtrent beton in z'n algemeenheid:

- o De wereldwijde CO₂-productie schijnt voor circa 6% op het conto van fabricage van Portlandcement te komen, waarbij China en India met hun bouwproductie gezamenlijk ca. 70 % van de totale cementproductie en afname realiseren.
- o Volgens het MRPI-blad (Milieu Relevante Product Informatie) van branchevereniging VOBN, ontstaat bij productie van één m³ betonspecie⁽²⁾ aangeduid conform NEN-EN 206-1 als een kwaliteit C28/35-XC1-S3 circa 145 -175 kg CO₂. Hierbij geldt dat dit geproduceerd is in Nederland en bestaat uit ca. 325 kg hoogovencement, Nederlands rivier zand en -grind en drinkwater, bereid in een elektrisch aangedreven vrije-val menger en gereed voor transport geladen in een "standaard" 9 m3 truckmixer.
- o Bij bereiding van betonspecie komt circa 80% van de CO₂-emissie op het conto van de grondstof cement. Hierin zou een reductiemogelijkheid als eerste focus kunnen liggen.

Suggesties reductiemogelijkheden CO₂-emissie bij de grondstof bindmiddel:

Invloed van het type bindmiddel:

- o Portlandcement ("onversneden" CEM I) zoals wereldwijd nog vrijwel overal de populairste variant, wordt amper toegepast in constructies voor RWS en ProRail omdat hier vanwege *technische duurzaamheid* vrijwel uitsluitend van hoogovencement (CEM III/B) gebruik mag worden gemaakt. Het aandeel echter aan "onversneden PC" in Nederlandse hoogovencement (feitelijk een versnijding van HO slak + CEM I) bedraagt slechts ca. 25 - 30% wat het reeds tot

¹ Betoniek 14/23 "Beton & CO₂"; april 2009; Aeneas uitgevers Den Bosch

² N.B. het half-fabriekaat grijs en vloeibaar, dus exclusief ingestorte wapening en niet het verharde product en dus ook exclusief alle materieel en mankracht noodzakelijk om dit mogelijk te maken zoals bekisting, mankracht, stormmaterieel etc.



| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Thema / Project | : CO ₂ / Prestatieladder |
| Documentnaam | : LCA "in-situ" beton |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 1 |
| Status | : Definitief |

Volker InfraDesign



het CO₂-emissie armste cementtype ter wereld maakt, maar dat is slechts een toevallige bijkomstigheid en geen bewuste keus.

(Dailoog suggestie 1) verruiming van de CEM III/B attestings-criteria op toepasbaarheid in méér expositieklassen en hogere vervangingspercentages zou een verdere stimulans in emissie-reducties betekenen...

- o Puzzolanen (cementvervangende bindmiddelen) zoals vliegashuis en silicafume leveren een verbetering omdat (net als feitelijk met HO slak) van industriële restproducten gebruik gemaakt wordt en dus op cement (tot ca. 20%) kan worden bespaard. De normatief toelaatbare vervangingspercentages bij eigenhandig versnijden in de betoncentrale (i.t.t. fabrieksmatige versnijding) zijn echter streng gemaximeerd en ook aanvangsdruksterkten liggen bij hogere vervangingspercentages vaak wat ongunstiger wat in uitvoering snel een planningscyclus nadeel kan betekenen.

(Dailoog suggestie 2) herbeschouwing door RWS en ProRail op normatief toelaatbare vervangingspercentages (k-waarden) ditmaal getoetst op duurzaamheidsbijdrage (en niet vrijwel enkel op sterkte zoals nu het geval) zou een stimulans in emissie-reducties betekenen...

Involoed van het gehalte aan bindmiddel:

- o In voornoemde MRPI opgave van de VOBN wordt gesproken van expositieklasse XC1 wat bij Infrabouw voor RWS en ProRail te laagwaardig is en wat voor C28/35 in zwaardere expositieklassen (XD3/XF4) per definitie een ca. 80 a 100 kg/m³ hoger cementgehalte oplevert omdat anders domweg de *technische* duurzaamheid niet gerealiseerd kan worden bij hetzelfde (reeds voorgeschreven) cementtype. Dit enkele feit verhoogt de CO₂-emissie relatief met ca. 20% en (op grond van de 80% CO₂ bijdrage uit cement in betonspecie) absoluut met ca. 15%.
- o Een bijkomend praktisch nadeel (naast de kostprijs) van een hoog cementgehalte is de verhoogde scheurkans door hydratatie-warmte-ontwikkeling wat, bij optreden, onvoorziene behoefte aan mankracht en materieel (en dus onvoorzien transport) ter herstel veroorzaakt. Dit probleem van verhoogde scheurkans is normaliter op drie manieren te bestrijden, bijvoorbeeld door (a) gebruik te maken van hogere puzzolaangehaltes; zgn. "Low-heat mengsels" met als nadeel o.a. een trage sterkteontwikkeling (vooral in het koude jaargetijde) en dus een doorlooptempo-vertraging, (b) door geforceerd te koelen waarbij het koelaggregaat ook CO₂-emissie veroorzaakt of (c) door langdurig geïsoleerd te laten afkoelen wat soms weer doorlooptempo-vertraging oplevert.

(Dailoog suggestie 3) gebruik van een aangepast koelaggregaat wat naar behoefte in het hydratatieproces ingrijpt kan de nadelen van de voornoemde 3 opties beter beheersbaar maken, met name in het koude jaargetijde; de VHB-HM&C[®] systematiek zoals nu in ontwikkeling.

- o Een sinds jaar-en-dag veel gehanteerde methode om cementgehalten te verlagen (bij een bepaalde verwerkbaarheid) is het gebruik van superplastificeers. Sommige moderne soorten PCE-varianten staan in een kwaad daglicht mbt vermeende bijwerkingen waardoor soms projectgebonden regelgeving opduikt waarin *gebruik van PCE-superplastificeers wordt uitgesloten* (door RWS) met als gevolg dat cementgehalten onnodig hoog blijven. Eén van de gevolgen hiervan is ook dat de druksterkteprestatie op normleeftijd van 28 dagen soms tot 60% hoger liggen (strength overkill) dan noodzakelijk hetgeen vervolgens zowel de scheurkans (verhoogde E_{moo}) vergroot als het wapeningspercentage opdrijft. Hoewel dit gepaard gaat met hoge aanvangssterkten die (door krappe plannings) weer wél worden gewaardeerd, is een algemene tendens opgemerkt dat een lagere cementsterkteklasse bijna nooit wordt overwogen, sterker nog dit wordt vaak onnodig hoog gespecificeerd.

(Dailoog suggestie 4) promotie van gebruik van van lagere cementsterkteklassen (minder fijn gemalen cementen produceren bovendien minder CO₂ bij productie...) dus klasse 32,5 versus 42,5 of zelfs 52,5.

(Dailoog suggestie 5) herbeschouwing op introduceren normatieve bovengrens in druksterkteklassen. Ook de overweging lagere druksterkteniveaus te kiezen zodra de nieuwe sterkteklasse C30/37 wordt ingevoerd i.p.v. het "automatisme" dan maar te kiezen voor C35/45.

(Dailoog suggestie 6) herbeschouwing op mogelijkheid normatief zowel 28-daagse sterkteniveau als ook "uitgestelde sterkteprestatie" toe te staan door op 56-daagse sterkteniveaus te sturen.

(Dailoog suggestie 7) herbeschouwing op mogelijkheid om "leveranties op samenstelling" als gelijkwaardig te beschouwen aan "leverantie op sterkteprestaties" onder KOMO-certificatie door

| | | | |
|--------------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| Opgesteld: BAK/RZA | Gecontroleerd: Diversen | Datum: 15 maart 2010 | Pagina 29 van 31 |
|--------------------|----------------------------|----------------------|------------------|



| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Thema / Project | : CO ₂ / Prestatieladder |
| Documentnaam | : LCA "in-situ" beton |
| Documentnummer | : |
| Revisie | : 1 |
| Status | : Definitief |

Volker InfraDesign

collectief gebundeld geschiktheidonderzoek middels "family-concept" voor Infrabeton-mengsels te beheren. Dit wordt nu niet beloont en dit zou de viscieuze cirkel kunnen doorbreken.

Suggesties reductiemogelijkheden CO₂-emissie bij de grondstof toeslagmateriaal :**Type:**

- o Rivier zand en grind (al dan niet op huidige zeebodem gewonnen) is als primaire grondstof op wereldschaal weliswaar niet schaars, maar levert door de transportcomponent een bijdrage aan CO₂.
(**Dialoog suggestie 8**) bij technische gelijkwaardigheid kan een voorkeurkeuze worden benoemd voor zo lokaal mogelijk zand en grind i.p.v. uit een ver buitenland aangevoerd materiaal zoals bijv. kalksteen, basalt, graniet en porfier.
- o Alternatieven voor zand en grind als metselwerkpuin- en betonpuingranulaat (hoewel op technische levensduur snel inferieur en daardoor bij RWS en Prorail bij zware expositieclassen uitgesloten) hebben als klassiek nadeel dat om geschikt te zijn scheiding aan de bron lastig en kostbaar is en dat veel breukenergie (en dus CO₂-productie) nodig is om de gewenste korrelmaat te bereiken.
(**Dialoog suggestie 9**) herbeschouwing op toelaatbaarheid van gebruik, toelaatbare vervangingspercentages en toelaatbaarheid in onderdelen van constructies waar de verhoogde permeabiliteit geen bedreiging voor technische levensduur vormen.

Suggesties voor reductiemogelijkheden CO₂-emissie in verwerkingsfase betonspecie

- o Verdichting van beton met als doel luchtinsluiting te bestrijden vindt plaats met elektrisch aangedreven verdichtingsmotoren. Het beperken van de verdichtingsomvang en duur kan op verschillende manieren worden bereikt; (1) gebruik van hogere consistentieclassen; een tendens die reeds langer doorzet, (2) betere korrelgradering dan hetgeen de norm toestaat en (3) opvoeren aandeel vulstof zoals vliegas en kalksteenmeel
(**Dialoog suggestie 10**) herbenoemen normatieve restricties op graderingsgebieden toeslag.
- o Nabehandelen als maatregel tegen vocht- en kwaliteitsverlies van de toplaag van constructies kan met soms normatief opgelegde jute-dekkleden (ROBK van RWS) een arbeidsintensieve handeling zijn die met curing-compounds gelijkwaardig effectief, maar minder arbeidsintensief is. (**Dialoog suggestie 11**) Introductie nabehandelingsclassen cfm EN 13670.
- o Bij verwerkingsstagnaties en teveel-bestelde beton wat normaliter wordt afgevoerd (materiaalafvalstroom en CO₂-productie onbenut) op de bouwplaats bufferen en voorzien van een speciale hulpstof zoals nu in ontwikkeling als VHB-Hydration-Stopper® technologie waardoor 100% re-entry voor verwerking mogelijk is.

Suggesties voor reductiemogelijkheden CO₂-emissie in gebruiksfase van beton

- o (**Dialoog suggestie 13**) Gebruikmaking van het thermische massa-concept (zgn. "betonkern-activering" of gebruik van Phase-Change-Materials als toevoeging aan beton) voor warmte- of koude buffering zoals steeds populairder in de utilitaire sector kan ook bij bruggen en viaducten een goede oplossing bieden bij problemen rond vervormingen in opleggingen en voegconstructies (duur en onderhoudsintensief !) of in het zonder dooizout (!) sneeuw- en ijsvrij houden van rijdekken.

Suggesties voor reductiemogelijkheden CO₂-emissie in sloopfase

- o Betonsoorten die om technische duurzaamheidsredenen zijn voorzien van (al-dan-niet constructieve) PP-vezels en/of staalvezels zijn erg moeilijk (veel breukenergie en arbeidsintensief) met conventionele technieken te slopen.
(**Dialoog suggestie 14**) heroverweeg de CO₂-emissie bij gebruik van staalvezelversterkte constructies bij DC&M contracten en investeer als VHB in onderzoek in controlled-demolition-technology mbv memory-metals of DEF bij toenemend gebruik van betontypen als SFRUHPC.

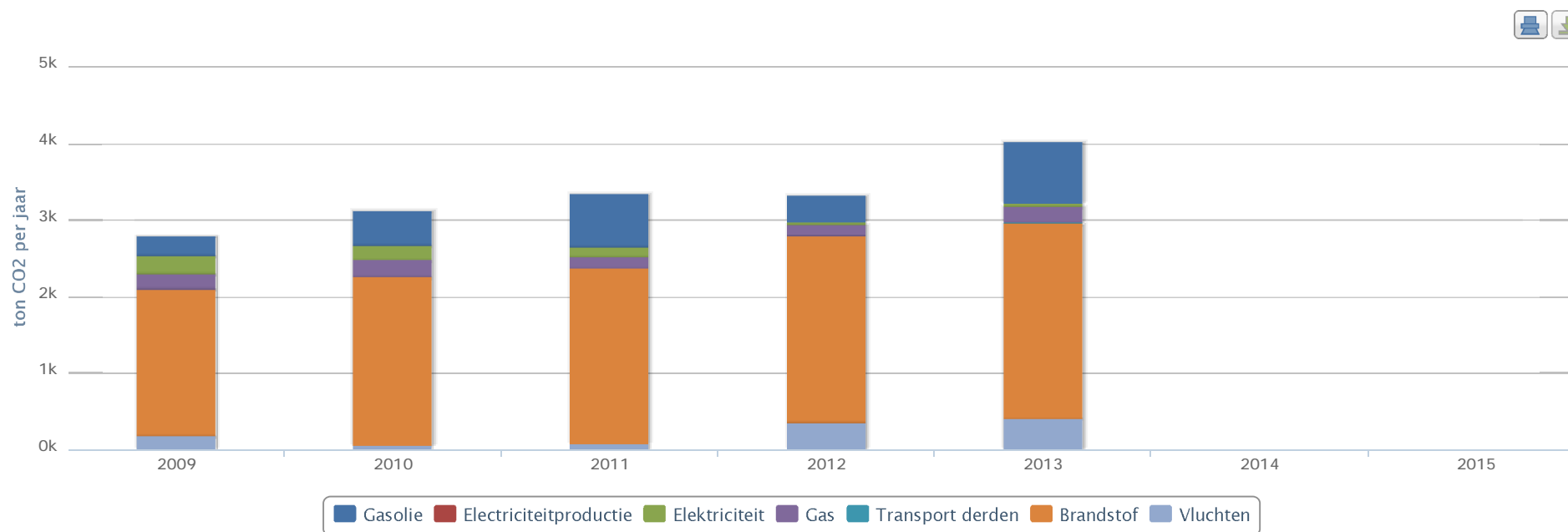
| | | | |
|--------------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| Opgesteld: BAK/RZA | Gecontroleerd: Diversen | Datum: 15 maart 2010 | Pagina 30 van 31 |
|--------------------|----------------------------|----------------------|------------------|



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 2.0 |

BIJLAGE F CO₂-FOOTPRINT VHB SCOPE 1-2, PERIODE 2009-2015

Emissies en voorspellingen Van Hattum en Blankevoort bv

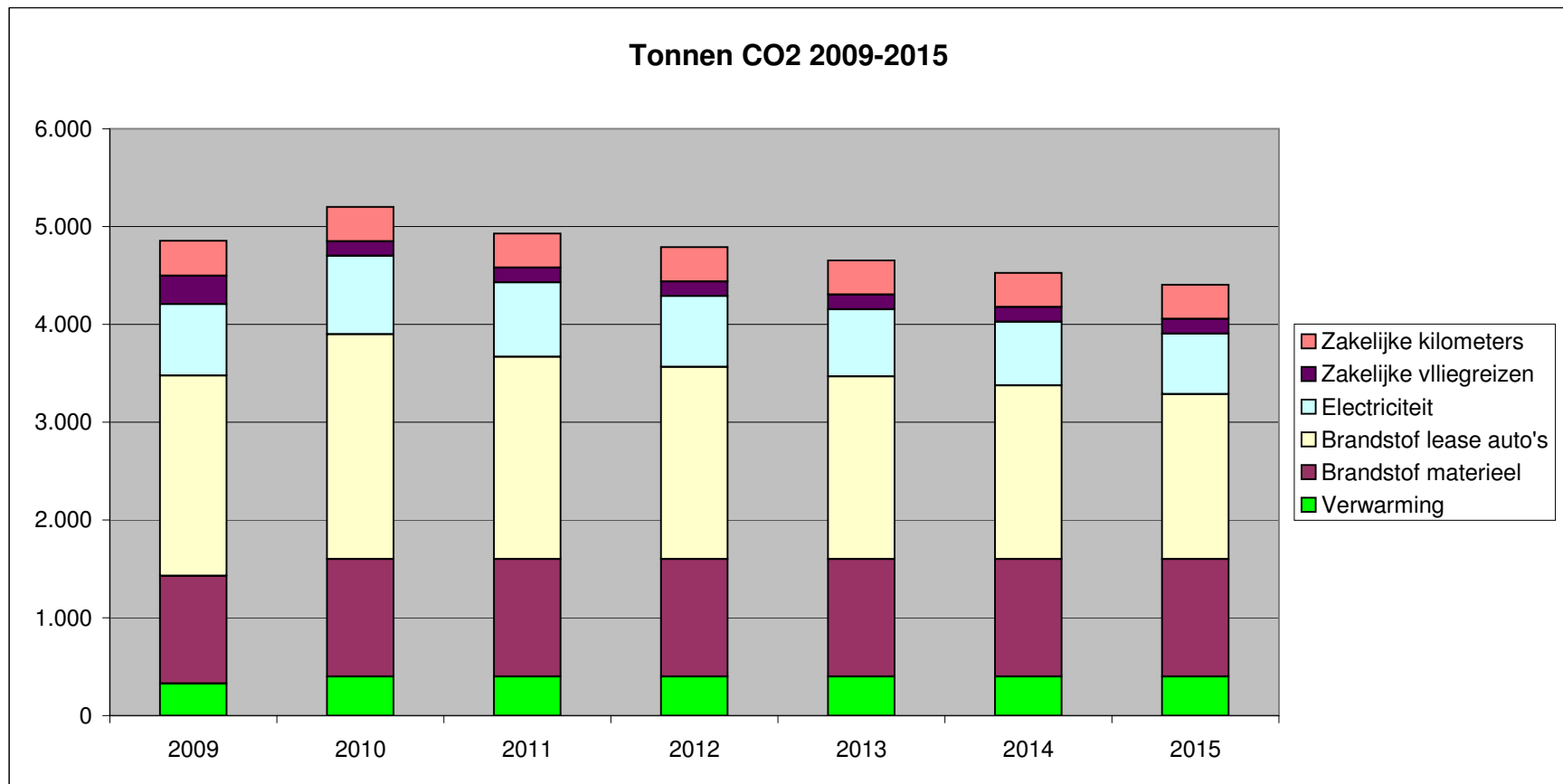


- [Verberg data](#)
- [Meer zien op de tijdslijn](#)

| | Eenheid | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|------|------|
| Gasolie | ton CO ₂ | 260,32 | 452,71 | 702,92 | 343,16 | 805,03 | 0,0 | 0,0 |
| Electriciteitproductie | ton CO ₂ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Elektriciteit | ton CO ₂ | 238,89 | 189,02 | 127,46 | 34,92 | 34,11 | 0,0 | 0,0 |
| Gas | ton CO ₂ | 199,22 | 220,21 | 146,35 | 147,38 | 213,03 | 0,0 | 0,0 |
| Transport derden | ton CO ₂ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,04 | 0,0 | 0,0 |
| Brandstof | ton CO ₂ | 1913,38 | 2190,17 | 2290,42 | 2441,66 | 2552,96 | 0,0 | 0,0 |
| Vluchten | ton CO ₂ | 185,63 | 65,94 | 80,79 | 348,13 | 409,70 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2797 | 3118 | 3348 | 3315 | | | |



| | 2009 Werkelijk | 2010 Prognose | 2011 Doelstelling | 2012 Doelstelling | 2013 Doelstelling | 2014 Doelstelling | 2015 Doelstelling |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Brandstof (verwarming) | 328 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Brandstof (materieel) | 1.102 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 1.200 |
| Brandstof lease-huur auto's | 2.047 | 2.300 | 2.070 | 1.967 | 1.868 | 1.775 | 1.686 |
| Electriciteit | 730 | 800 | 760 | 722 | 686 | 652 | 619 |
| Zakelijke vliegreizen | 291 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Zakelijke kilometers privé auto's | 360 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Totaal | 4.856 | 5.200 | 4.930 | 4.789 | 4.654 | 4.526 | 4.405 |



Uitgangspunten reducties na 2010:

- * Lease auto's : 10% reductie in jaar 2011; daarna elk jaar 5%
- * Electriciteit : 5% reductie vanaf 2011
- * Rest : in 2011-2015 op niveau 2010



**BIJLAGE G VHB: MEMO WINTERMAATREGELEN
VERHARDINGSBEHEERSING**



Aan : Projecten
Van : Jos Kronemeijer (OJK) / Bas Koggel (BAK)/ Bram Beijer (ABE)
CC :
Datum : 05-12-2012
Referentienummer : VIDxxx/materiaaltechnologie/009
Betreft : Standaard memo "Winter maatregelen"

WINTER MAATREGELLEN

Algemeen

Lage temperaturen, in het bijzonder die onder het vriespunt, hebben twee effecten op (zeer) jong verhardend beton:

Een tragere sterkte-ontwikkeling

Globaal zal de sterkte van beton verhardend bij 5 °C na zeven dagen ongeveer de helft zijn dan dat van beton verhardend bij 20 °C.

Kans op bevriezing

Bij afkoeling tot temperaturen beneden nul graden zal het vrije water bevriezen, wat daardoor uitzet met ongeveer 9 %. Hierdoor wordt de structuur van het jonge beton verstoord, met blijvende schade als gevolg. Door de volumevermeerdering van het bevroren water loopt de hydraulische druk in de poriën op. Hierdoor raakt de cementsteen beschadigd en worden ook de korrels van het toeslagmateriaal uit elkaar gedrukt, met als resultaat een poreus beton. De hechting tussen cementsteen en bijvoorbeeld toeslagmateriaal en wapeningsstaal zal veel zwakker zijn. Dit alles resulteert in een lagere sterkte en stijfheid, alsmede in een verminderde duurzaamheid. Totdat een druksterkte van 5 MPa bereikt is, is beton hier vatbaar voor.

In het algemeen geldt: begint de temperatuur de 5 °C te naderen, dan is er alle reden om het weerbericht goed in de gaten te houden.

Voor het storten

Betonspecie mag niet worden gestort tegen vlakken waarvan de temperatuur lager dan 0 °C is. Voor het storten dienen bekisting, in te storten onderdelen en wapening ijs- en sneeuwvrij gemaakt worden. Het voorkomen hiervan door het van te voren afdekken van kist en wapening verdient uiteraard de voorkeur boven het achteraf verwijderen van ijs en sneeuw.

Weerfases

Om een beeld te krijgen welke maatregelen wanneer noodzakelijk zijn is het weer opgedeeld in de volgende weerfases, en benodigde maatregelen. Als het weerbericht voor de volgende 24 uur een overgang naar een koudere weerfase wordt verwacht, moet met die koudere weerfase worden gerekend.

| Weerfase | Gemiddelde temperatuur van 's ochtends 09:00 uur tot de volgende ochtend 09:00 uur | In de nacht |
|----------|---|---|
| 0 | plus 4 °C of hoger | op de meeste plaatsen: geen vorst of niet meer dan 1 °C vorst |
| 1 | plus 4 °C of hoger | op vele plaatsen: meer dan 1 °C vorst |
| 2 | tussen 0 °C en plus 4 °C | op de meeste plaatsen: niet meer dan 2 °C vorst |
| 3 | tussen 0 °C en plus 4 °C | op de meeste plaatsen: meer dan 2 °C vorst |
| 4 | beneden 0 °C | op de meeste plaatsen: niet meer dan 5 °C vorst |
| 5 | beneden 0 °C | op vele plaatsen: 5 °C tot 10 °C vorst |
| 6 | beneden 0 °C | op vele plaatsen: meer dan 10 °C vorst |

| | |
|------------------|--|
| Weerfase 0 en 1: | Geen aanvullende maatregelen |
| Weerfase 2: | De vers gestorte beton dient beschermt te worden totdat de gemiddelde kubusdruksterkte tenminste 5 N / mm ² bedraagt (te controleren met rijpheidsmeter en ijkgrafiek). In de praktijk betekent dit het doelmatig afdekken en isoleren van het gestorte oppervlak met isolatiezeilen. Houten bekisting en staal met PUR worden als isolerend beschouwd. |
| Weerfase 3: | Idem als bij weerfase 2 Het toepassen van een wintermengsel volgens de betonmengselcodelijst |
| Weerfase 4: | Idem als bij weerfase 3 Het toepassen van verwarmde beton in overleg met de betoncentrale als de betonspecietemperatuur van 10 °C op het werk niet meer gegarandeerd kan worden. De temperatuur van het betonoppervlak mag niet onder de 4 °C uit komen, dit kan betekenen dat direct na het storten de vloer afgedekt dient te worden. |
| Weerfase 5: | Idem als bij weerfase 4 Voor het behouden van een temperatuur van 4 °C van het betonoppervlak is in het algemeen toevoer van warmte noodzakelijk. |
| Weerfase 6: | Bij deze weerfase mag geen beton meer worden verwerkt tenzij speciale maatregelen worden genomen (toepassen HyMoCo). |

Ontkisten

- Het ontkisten mag niet eerder dan wanneer het beton bestand is tegen bevriezing; dit is het geval bij een gemiddelde kubusdruksterkte van $5 \text{ N} / \text{mm}^2$.
- Nabehandeling is vereist en kan door middel van een curing compound plaats vinden zolang de temperatuur het toelaat. Alternatieve behandeling voor de wanden is het langer laten staan van de wandbekisting en het afdekken met isolatiegordijnen van wanden die met een stalen bekisting zijn gestort.

Vloeren

Bij vloeren dient men er aandacht aan te besteden dat eventueel bleeding water niet bevroest. Het is daarom belangrijk de vloeren te isoleren, totdat voldoende sterkte is bereikt.

Toepassen HyMoCo

- HyMoCo is een integraal verhardingsbeheersingsconcept. Het staat voor beheerste Hydratatie, real-time Monitoren en op afstand Controleren van verhardend beton in massaconstructies.
- Met HyMoCo verhardt een betonnen (massa-)constructie gecontroleerder. De constructie wordt, waar en wanneer nodig, verwarmd middels een aangepast aggregaat. HyMoCo is reeds succesvol toegepast tot $-12 \text{ }^\circ\text{C}$ (Westrandweg). Neem voor meer informatie en de mogelijkheden contact op met de afdeling Materiaaltechnologie.



BIJLAGE H GEBRUIKTE CO₂-WAARDEN GRONDSTOFFEN (2012)



Memo

Definitief

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan :
Van : R.H.J. Noordermeer
CC :
Datum : 31-10-2014
Referentienummer :
Betreft : Bijlage H - Gebruikte CO₂-waarden in 2012

In deze bijlage staan de gebruikte waarden op een rij die gebruikt zijn in de CO₂-emissieberekeningen van 2012. Het gaat hierbij om de emodied CO₂-waarden van de materialen. Ook zijn de bronnen van deze waarden bijgevoegd, opdat de berekening volledig te reproduceren is.

Het VOBN Benchmarkinstrumentⁱ geeft de volgende waarden voor de emissiefactoren:

Tabel 1: Emissiefactoren - invoergegevens 2012ⁱ

| Grondstof | Emissiefactor (kg CO ₂ / m ³) | Emissiefactor (kg CO ₂ / ton betonmortel) | Herkomst data (via bron 1) ¹ VOBN, <i>Resultaten keurmerk Beton Bewust</i> . November 2013, Schotanus&Jens, Nieuwegein. |
|--|--|--|---|
| CEM I cement | 340,8 | 818 | MRPI-blad |
| CEM II cement | 229,2 | 550 | LCA ENCI |
| CEM III/A cement | 123,3 | 296 | MRPI-blad |
| CEM III/B cement | 123,3 | 296 | MRPI-blad |
| Zand | 1,1 | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Grind | 1,1 | 2,7 | Betondatabase 3.1 |
| Vliegias | 3,26 | 13 | Vliegiasunie |
| Plastificeerder (Lignine) | 91,7 | 220 | MRPI-blad |
| Superplastificeerder (Naphtaleen, polycarboxylaat) | 300,0 | 720 | MRPI-blad |
| Vervoer: truckmixer (diesel) | 0,0642 | 0,154 | (1km, zie §1.2.1) |
| | 2,57 | 6,16 | (return trip 2*20 km, zie §1.2.1) |

1.1.1 Vervoer per truckmixer

- Het vervoerscomponent wordt voor bulkvervoer aangegeven in het Handboek CO₂-Prestatieladder (p. 67: conversiefactoren). Deze geeft de volgende waarden:
 - Vrachtauto < 20 ton: emissie = 295 g CO₂/tonkm
 - Vrachtauto > 20 ton: emissie = 110 g CO₂/tonkm
- Het VOBN heeft op basis van verschillende onderzoeken (bvb. "Blik op Brandstof") het diesilverbruik van truckmixers op gemiddeld 2,7 liter/m³ vastgesteld (retourtrip 20 km, 10 m³ betonmortel)ⁱ. Met de conversiefactoren uit het Handboek CO₂-Prestatieladder komt dit neer op 8,5 kg CO₂ e / m³.
- Uit een CE-rapportⁱⁱ zijn specifiek voor betonmortel de volgende waarden aangehouden:
 - 'Zuinige' vrachtauto (Euro 5, zeer groot (>32 ton)): emissie = 107 g CO₂/tonkm;
 - 'Gemiddelde' vrachtauto (som vd 2 waarden / 2): emissie = 154 g CO₂/tonkm;
 - 'Onzuinige' vrachtauto (Euro 3, gemiddeld (16-32 ton)): emissie = 185 g CO₂/tonkm;



De uiteenlopende resultaten tonen aan dat het van groot belang is om in de toekomst de gemiddelde prestaties van de door de betonleverancier gebruikte truckmixers op te vragen. Voor een representatief beeld wordt in deze berekening uitgegaan van de gemiddelde emissie: 154 g CO₂/tonkm.

Bij het vervoeren van 1 ton (1000kg) betonmortel over 1 kilometer komt dus 154 g CO₂ vrij.

In het algemeen gaat met uit van een reisafstand van 20 km (enkele reis) van betoncentrale naar bouwlocatieⁱⁱⁱ. De emissies bij één retourrit, omgerekend voor 1 ton betonmortel, zijn dan:

$0,154 \text{ kg} * 2 * 20 \text{ km} = 6,16 \text{ kg CO}_2$.

Voor beton wordt aangenomen:

Dichtheid beton (ongewapend, verdicht): $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$.

→ Omrekenen: $1 \text{ kg CO}_2 / \text{ton betonmortel} = 1 * 2,4 \text{ kg CO}_2 / \text{m}^3 \text{ betonmortel}$

→ voor een m³ is de CO₂-uitstoot mbt. vervoer $0,154 * 2,4 = 0,370 \text{ kg/m}^3 \text{ km}$.

→ voor een m³ is de CO₂-uitstoot mbt. vervoer $6,16 * 2,4 = 14,8 \text{ kg/m}^3$ (return trip 2*20 km).

ⁱ VOBN, *Resultaten keurmerk Beton Bewust*. November 2013, Schotanus&Jens, Nieuwegein.

ⁱⁱ CE Delft, *Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse Bouw*, april 2013.

ⁱⁱⁱ VOBN, *Informatieblad – Duurzaamheid van betonmengsels*. November 2013, Veenendaal.



| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Project | : | CO2-Prestatieladder VHB |
| Objectnummer | : | |
| Projectnummer | : | VIDP3731-150 |
| Documentnummer | : | |
| Revisie | : | 3.0 |

**BIJLAGE I MEMO INTRON: BEOORDELING CO₂-
EMISSIEBEREKENING DOOR SGS INTRON(2012)**



BUILDING MATERIALS

BEOORDELING KETENANALYSE

Status **eindrapport**

Datum **26-11-2014**

Rapportnr. **A879210/R20140412**

SGS INTRON

COLOFON

| | | | |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Opdrachtgever / Customer | Van Hattum en Blankevoort t.a.v. de heer H. Berkien Postbus 525 3440 AM WOERDEN | E-mail: | hberkien@vhbinfra.nl |
| Titel rapport / Titel report | Beoordeling ketenanalyse Subtitelrapport | | |
| Offerte / Quotation | A879210/BO20140506/BRo/SSi | Datum / Date | 27-08-2014 |
| Opdracht / Purchase order | P3731-150 | Datum / Date | 10-09-2014 |
| Opdrachtnemer / Contractor | SGS INTRON B.V. Postbus 5187 6130 PD SITTARD | Kantoor / Office | Dr. Nolenslaan 126 6136 GV SITTARD |
| Contactpersoon / Contactperson | B. Roijen, MSc. | Tel.: | +31 46 4204204 |
| | | Mob.: | |
| | | E-mail: | bob.roijen@sgs.com |
| Auteur / Author | B. Roijen, MSc. | Autorisatie / Authorisation | dr. U. Hofstra |
| Handtekening / Autograph |  | Handtekening / Autograph |  |
| Datum / Date | Rapportnr. / Reportnr. | Reden revisie / Reason revision | |
| 26-11-2014 | A879210/R20140412/BRo/SSi | | |

Disclaimer

Tenzij anders overeengekomen worden de opdrachten uitgevoerd op basis van de meest recente versie van de algemene voorwaarden van SGS INTRON B.V. Op eenvoudig verzoek worden deze voorwaarden opnieuw aan u toegezonden. Uw aandacht wordt gevraagd voor de beperking van aansprakelijkheid en de vergoedings- en bevoegdheidskwesties bepaald door deze voorwaarden.

Elke houder van dit document dient te weten dat de informatie vevat in dit document uitsluitend is gebaseerd op de bevindingen van SGS INTRON B.V. op het ogenblik van haar tussenkomst en binnen de grenzen van de eventuele instructies van de opdrachtgever. SGS INTRON B.V. kan enkel aansprakelijk zijn jegens haar opdrachtgever. Dit document stelt de bij een handelstransactie betrokken partijen niet vrij van hun plicht al hun rechten en verplichtingen uit te oefenen voortspruitend uit de bij die transactie betrokken documenten. Elke niet toegestane wijziging, evenals de namaak of vervalsing van de inhoud of het uiterlijk van dit document, is onrechtmatig en overtreders zullen worden vervolgd.

© SGS INTRON BV

INHOUDSOPGAVE

| | Pagina |
|--|--------|
| 1. INLEIDING | 4 |
| 1.1. Algemeen..... | 4 |
| 1.2. Werkwijze | 4 |
| 1.3. Over dit rapport..... | 5 |
| 2. RESULTAAT BEOORDELING | 5 |
| 2.1. Beoordeling uitvoering ketenanalyse aan de hand van checklijsten..... | 5 |
| 2.2. Beoordeling berekening..... | 14 |
| REFERENTIELIJST | 15 |

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

In het kader van de CO₂-prestatieladder van Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO) heeft Van Hattum en Blankevoort een ketenanalyse opgesteld van in het werk gestort beton. Van Hattum en Blankevoort heeft aan SGS INTRON gevraagd om deze ketenanalyse te beoordelen. Dit gebeurt in het kader van de voortzetting van de certificering van Van Hattum en Blankevoort op Niveau 5 van de CO₂-prestatieladder.

In 2009 heeft Van Hattum en Blankevoort eerder al een ketenanalyse opgesteld [1]. Deze studie is een actualisatie van de studie die in 2009 is uitgevoerd.

1.2. Werkwijze

De beoordeling heeft plaatsgevonden op VHB rapport: *Scope 3 analyse in situ beton*, revisie 2.1 d.d. 14-10-2014 [3]. De ketenanalyse kan worden gezien als een gedeeltelijke levenscyclusanalyse (LCA). De thema's voor de beoordeling zijn daarom overgenomen uit de LCA norm: ISO 14044 [2]. De beoordeling houdt in dat er is gekeken of:

1. de gebruikte methoden consistent zijn met de toegepaste normen,
2. de rekenmethode wetenschappelijk- en technische verantwoord zijn,
3. de gebruikte gegevens geschikt zijn en tot verhouding staan in relatie tot het doel van de studie,
4. de interpretaties het doel en de limitaties binnen de studie weerspiegelen,
5. de rapportage op transparante en consistente wijze is samengesteld.

Voor het opstellen van de ketenanalyse zijn door VHB de eisen en richtlijnen uit het Green House Gas Protocol [4] gevolgd. Als handvatten voor de beoordeling van de hierboven genoemde punten bieden twee publicaties van het World Business Council for Sustainable Development checklijsten met belangrijke thema's en aandachtspunten bij het opstellen van ketenanalyses [5] en [6]. De eerste van deze twee documenten focust wat meer op de analyses gericht op product niveau, de tweede focust meer op de Scope 3 emissies van organisaties. Beide checklijsten zijn door SGS INTRON gebruikt omdat de ketenanalyse zich tegelijkertijd richt op de Scope 3 emissies als op de emissies die voortvloeien uit de levering van een duidelijk afgebakend product (het storten van beton). Dit betekend dat er in de checklijsten eisen worden gesteld die niet altijd geheel op de ketenanalyse van VHB van toepassing zijn. Daar waar dit het geval is, is een opmerking gemaakt.

De checklijsten zijn overgenomen in het Engels omdat er geen Nederlandstalige versies beschikbaar zijn.

Naast de invulling van deze formele punten uit het GHG protocol is door SGS INTRON de beoordeeld of de berekeningen zijn gemaakt zoals deze in het de ketenanalyse door VHB zijn beschreven.

Hiermee is deze beoordeling geen verificatie van de emissie inventarisatie. De beoordeling richt zich op de uitvoering en de door VHB gemaakte berekeningen voor de ketenanalyse.

1.3. Over dit rapport

De resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in hoofdstuk 2. In paragraaf 2.1 zijn de checklijsten uit het Green House Gas Protocol door SGS INTRON ingevuld. In paragraaf 2.2 is de door VHB gemaakte berekening becommentarieerd.

2. RESULTAAT BEOORDELING

2.1. Beoordeling uitvoering ketenanalyse aan de hand van checklijsten

In de tabellen 2.1 en 2.2 zijn de checklijsten ingevuld voor achtereenvolgens de “Product Life Cycle” benadering en de “Value Chain” benadering.

In beide tabellen zijn 4 kolommen opgenomen:

1. Kolom 1 verwijst naar het hoofdstuk van het thema van de betreffende GHG-standaard;
2. Kolom 2 geeft de criteria weer;
3. In kolom 3 is weergegeven of het criterium in de ketenanalyse is bereikt of niet;
4. In kolom 4 is een toelichting gegeven wanneer een criterium niet is bereikt. Soms heeft SGS INTRON een suggestie gegeven voor extra informatie de ketenanalyse ter verduidelijking. Een aantal criteria zijn “niet van toepassing” vanwege de gehanteerde documenten bij het opstellen van de ketenanalyse. In een aantal gevallen heeft SGS INTRON dit toegelicht.

Tabel 2.1 Checklijst “Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard”, overgenomen uit [5]

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|--|---|----------|---|
| 4. Accounting and Reporting Principles | GHG accounting and reporting of a product inventory shall follow the principles of relevance, accuracy, completeness, consistency, and transparency | Ja | Voldoet, mits opmerkingen uit deze tabel worden verwerkt. |
| 5. Fundamentals of Product Life Cycle Accounting | A GHG product inventory shall follow the life cycle and attributional approaches | Nee | Een LCA benadering vereist dat transportprocessen van grondstoffen naar de betoncentrale en productieprocessen op de betoncentrale worden toegevoegd aan de analyse. |
| 6. Establishing the Scope of a Product Inventory | • Companies shall account for carbon dioxide (CO ₂), methane (CH ₄), nitrous oxide (N ₂ O), sulfur hexafluoride (SF ₆), perfluorocarbons (PFCs), and hydrofluorocarbons (HFCs) emissions to, and removals from, the atmosphere | Ja | Dit kan worden verduidelijkt in het rapport door een toelichting op te nemen over het begrip CO ₂ -equivalenten. De gehanteerde gegevens (bijv. MRPI-bladen) omvatten voor zover SGS INTRON dit kan nagaan de hiernaast genoemde broeikasgassen. |
| | • Additional GHGs included in the inventory shall be listed in the inventory report | Nee | Licht dit nader toe per gegevensbron. |
| | • Companies shall define the product, unit of analysis, and reference flow | Ja | Relevant voor de analyse, functionele eenheid gehanteerd. |
| | • For all final products, companies shall define the unit of analysis as a functional unit | N.v.t | |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|--|--|----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> For intermediate products where the eventual function is unknown, companies shall define the unit of analysis as the reference flow | Ja | Relevant voor de analyse, functionele eenheid gehanteerd. |
| 7. Boundary Setting | <ul style="list-style-type: none"> The boundary of the product GHG inventory shall include all attributable processes | Ja | Voor zover van toepassing bij het doel van de studie. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report the life cycle stage definitions and descriptions | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall disclose and justify any exclusions of attributable processes in the inventory report | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report attributable processes in the form of a process map | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report any non-attributable processes included in the boundary | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> The boundary for final products shall include the complete life cycle, from cradle-to-grave | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> The boundary of a cradle-to-gate partial life cycle inventory shall not include product use or end-of-life processes in the inventory results | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall disclose and justify when a cradle-to-gate boundary is defined in the inventory report | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report the time period of the inventory | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report the method used to calculate land-use change impacts, when applicable | | | |
| 8. Collecting Data and Assessing Data Quality | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall collect data for all processes included in the inventory boundary | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall collect primary data for all processes under their ownership or control | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> During the data collection process, companies shall assess the data quality of activity data, emission factors, and/or direct emissions data by using the data quality indicators | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> For significant processes, companies shall report a descriptive statement on the data sources, the data quality, and any efforts taken to improve data quality | Ja | |
| 9. Allocation | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall allocate emissions and removals to accurately reflect the contributions of the studied product and co-product(s) to the total emissions and removals of the common process | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|-----------------------------------|---|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall avoid allocation wherever possible by using process subdivision, redefining the functional unit, or using system expansion | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> If allocation is unavoidable, companies shall allocate emissions and removals based on the underlying physical relationships between the studied product and co-product(s) | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> When physical relationships alone cannot be established or used as the basis for allocation, companies shall select either economic allocation or another allocation method that reflects other relationships between the studied product and co-product(s) | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall apply the same allocation methods to similar inputs and outputs within the product's life cycle | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> For allocation due to recycling, companies shall use either the closed loop approximation method or the recycled content method as defined by this standard | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> When using the closed loop approximation method, companies shall report displaced emissions and removals separately from the end-of-life stage | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall disclose and justify the methods used to avoid allocation or perform allocation | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| | <ul style="list-style-type: none"> When using the closed loop approximation method, companies shall report displaced emissions and removals separately from the studied product's end-of-life stage inventory | Ja | Door gebruik van MRPI als voornaamste databron voor grondstoffen mag ervan uit worden gegaan dat dit punt voldoet. |
| 10. Assessing Uncertainty | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall report a qualitative statement on inventory uncertainty and methodological choices. Methodological choices include: | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Use and end-of-life profile | Nvt | Gaat voorbij doelstelling rapport |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Allocation methods, including allocation due to recycling | Nvt | Gaat voorbij doelstelling rapport |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Source of global warming potential (GWP) values used | Nvt | Gaat voorbij doelstelling rapport |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Calculation models | Nvt | Gaat voorbij doelstelling rapport |
| 11. Calculating Inventory Results | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall apply a 100-year GWP factor to GHG emissions and removals data to calculate the inventory results in units of CO₂ equivalent (CO₂e) | Nee | Door de keuze voor de gebruikt achtergrondgegevens wordt wel aan dit punt voldaan. Maar voor niet-ingewijden is het niet duidelijk. Neem een toelichting op in het rapport. |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|---------------|--|----------|--|
| | • Companies shall report the source and date of the GWP factors used | Ja | |
| | • Companies shall quantify and report the following: | | |
| | o Total inventory results in CO ₂ e per unit of analysis, which includes all emissions and removals included in the boundary from biogenic sources, non-biogenic sources, and land-use change impacts | Ja | Voldoet, voor zover deze thema's passen binnen de doelstelling van het rapport |
| | o Percentage of total inventory results by life cycle stage | Ja | |
| | o Biogenic and non-biogenic emissions and removals separately when applicable | Nvt | |
| | o Land-use change impacts separately when applicable | Nvt | |
| | o Cradle-to-gate and gate-to-gate inventory results separately or a clear statement that confidentiality is a limitation to providing this information | Ja | |
| | • Companies shall not include the following when quantifying inventory results: weighting factors for delayed emissions; offsets; and avoided emissions | Ja | |
| | • Companies shall report the amount of carbon contained in the product or its components that is not released to the atmosphere during waste treatment, if applicable | Nvt | |
| | • For cradle-to-gate inventories, companies shall report the amount of carbon contained in the intermediate product | Nvt | |
| 12. Assurance | • The product GHG inventory shall be assured by a first or third party | Ja | |
| | • Companies shall choose assurance providers that are independent of, and have no conflicts of interest with, the product GHG inventory process | Ja | |
| | • Companies shall report the assurance statement in the inventory report | | |
| | • The statement shall include: o The level of assurance achieved (limited or reasonable) including assurance | | |
| | o opinion or the critical review findings | | |
| | o Whether the assurance was performed by a first or third party | | |
| | o A summary of the assurance process | | |
| | o The relevant competencies of the assurance providers | | |
| | o How any potential conflicts of interest were avoided for first party assurance | | |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|---------------|---|----------|---|
| 13. Reporting | Companies shall publicly report the following information to be in conformance with the GHG Protocol Product Standard: | | |
| | General Information and Scope | | |
| | • Contact information | Ja | Auteur is vermeld, nog beter zou zijn om een aparte paragraaf hieraan te wijden |
| | • Studied product name and description | Ja | |
| | • The unit of analysis and reference flow | Ja | |
| | • Type of inventory: cradle-to-grave or cradle-to-gate | Nee | Het rapport beschrijft dit nu als "cradle-to-cradle" |
| | • Additional GHGs included in the inventory | Nee | Beschrijf de gehanteerde bronnen, MRPI data bevatten bijvoorbeeld meer broeikasgassen |
| | • Any product rules or sector-specific guidance used | Nvt | |
| | • Inventory date and version | Ja | |
| | • For subsequent inventories, a link to previous inventory reports and description of | Ja | |
| | • any methodological changes | Ja | |
| | • A disclaimer stating the limitations of various potential uses of the report | Nvt | |
| | • including product comparison | Nvt | |
| | Boundary Setting | | |
| | • Life cycle-stage definitions and descriptions | Ja | |
| | • A process map including attributable processes in the inventory | Ja | |
| | • Non-attributable processes included in the inventory | Ja | |
| | • Excluded attributable processes and justification for their exclusion | Ja | |
| | • Justification of a cradle-to-gate boundary, when applicable | Nvt | |
| | • The time period | Ja | |
| | • The method used to calculate land-use change impacts, when applicable | Nvt | |
| | Allocation | | |
| | • Disclosure and justification of the methods used to avoid or perform allocation due to co-products or recycling | Nvt | |
| | • When using the closed loop approximation method, any displaced emissions and removals separately from the end-of-life stage | Nvt | |
| | Data Collection and Quality | | |
| | • For significant processes, a descriptive statement on the data sources, data quality, and any efforts taken to improve data quality | Ja | |
| | Uncertainty | | |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|-----------|---|----------|------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • A qualitative statement on inventory uncertainty and methodological choices. Methodological choices include: <ul style="list-style-type: none"> o Use and end-of-life profile o Allocation methods, including allocation due to recycling o Source of global warming potential (GWP) factors used o Calculation models | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Use and end-of-life profile | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Allocation methods, including allocation due to recycling | Nvt | |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Source of global warming potential (GWP) factors used | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> o Calculation models | Nvt | |
| | Inventory Results | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • The source and date of the GWP factors used | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Total inventory results in units of CO₂e per unit of analysis, which includes all emissions and removals included in the boundary from biogenic sources, non-biogenic sources, and land-use change impacts | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Percentage of total inventory results by life cycle stage | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Biogenic and non-biogenic emissions and removals separately, when applicable | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Land use impacts separately, when applicable | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Cradle-to-gate and gate-to-gate inventory results separately (or a clear statement that confidentiality is a limitation to providing this information) | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • The amount of carbon contained in the product or its components that is not released to the atmosphere during waste treatment, when applicable | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • For cradle-to-gate inventories, the amount of carbon contained in the intermediate product | | |
| | Assurance | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • The assurance statement including: <ul style="list-style-type: none"> • Whether the assurance was performed by a first or third party • Level of assurance achieved (limited or reasonable) and assurance opinion or the critical review findings • A summary of the assurance process • The relevant competencies of the assurance providers • How any potential conflicts of interests were avoided for first party assurance | Ja | |
| | Setting Reduction Targets and Tracking Inventory Changes | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Companies that report a reduction target and/or track performance over time shall include the following: | Nvt | |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|---|--|----------|------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • The base inventory and current inventory results in the updated inventory report • The reduction target, if established • Changes made to the inventory, if the base inventory was recalculated • The threshold used to determine when recalculation is needed • Appropriate context identifying and describing any significant changes • that trigger base inventory recalculation • The change in inventory results as a percentage change over time between two inventories on the unit of analysis basis • An explanation of the steps taken to reduce emissions based on the inventory results | | |
| <p>14. Setting Reduction Targets and Tracking Inventory Changes Over Time</p> | <p><i>Note: Setting a reduction target and tracking inventory changes over time is not required to claim conformance with the Product Standard. However, if companies choose to set a reduction target, the following requirements apply.</i></p> <p>To set reduction targets and track inventory changes over time, companies shall:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Develop and report a base inventory that conforms with the requirements of this • standard • Recalculate the base inventory when significant changes in the inventory • methodology occur and report those changes • Complete and disclose an updated inventory report including the updated results, • the base inventory results, and the context for significant changes • Use a consistent unit of analysis to enable comparison and track performance over time | Nvt | Nvt |

Tabel 2.2 Checklijst “Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard”, overgenomen uit [6]

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|--|---|----------|---|
| 4. Accounting and Reporting Principles | <ul style="list-style-type: none"> GHG accounting and reporting of a scope 3 inventory shall be based on the following principles: relevance, completeness, consistency, transparency, and accuracy. | Ja | Mits commentaren uit deze tabel worden verwerkt in het eindrapport. |
| 6. Setting the Scope 3 Boundary | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall account for all scope 3 emissions and disclose and justify any exclusions. | Nee | Voeg de emissies voor de productieprocessen toe |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall account for emissions from each scope 3 category according to the minimum boundaries listed in table 5.4. | Ja | Mits bovenstaand punt wordt toegevoegd |
| | <ul style="list-style-type: none"> Companies shall account for scope 3 emissions of CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, and SF₆, if they are emitted in the value chain. | Ja | Dit kan worden verduidelijkt in het rapport door een toelichting op te nemen over het begrip CO ₂ -equivalenten. De gehanteerde gegevens (bijv. MRPI-bladen) omvatten voor zover SGS INTRON dit kan nagaan de hiernaast genoemde broeikasgassen. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Biogenic CO₂ emissions that occur in the value chain shall not be included in the scopes, but shall be included and separately reported in the public report. | Ja | Voor zover van toepassing. Door het gebruik van MRPI data wordt er rekentechnisch voldaan aan dit punt. |
| 9. Setting a GHG Target and Tracking Emissions over Time | <i>When companies choose to track performance or set a reduction target, companies shall:</i> | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Choose a scope 3 base year and specify their reasons for choosing that particular year; | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> Develop a base year emissions recalculation policy that articulates the basis for any recalculations; and | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> Recalculate base year emissions when significant changes in the company structure or inventory methodology occur. | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| 11. Reporting | <i>Companies shall publicly report the following information:</i> | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> A scope 1 and scope 2 emissions report in conformance with the GHG Protocol Corporate Standard | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Total scope 3 emissions reported separately by scope 3 category | Ja | |
| | <ul style="list-style-type: none"> For each scope 3 category, total GHG emissions reported in metric tons of CO₂ equivalent, excluding biogenic CO₂ emissions and independent of any GHG trades, such as purchases, sales, or transfers of offsets or allowances | Nvt | Zie eerdere opmerking biogeen CO ₂ |
| | <ul style="list-style-type: none"> A list of scope 3 categories and activities included in the inventory | Ja | |

| Hoofdstuk | Criteria | Bereikt? | Commentaar |
|-----------|--|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> A list of scope 3 categories or activities excluded from the inventory with justification of their exclusion | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> Once a base year has been established: the year chosen as the scope 3 base year; the rationale for choosing the base year; the base year emissions recalculation policy; scope 3 emissions by category in the base year, consistent with the base year emissions recalculation policy; and appropriate context for any significant emissions changes that triggered base year emissions recalculations | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> For each scope 3 category, any biogenic CO₂ emissions reported separately | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> For each scope 3 category, a description of the types and sources of data, including activity data, emission factors and global warming potential (GWP) values, used to calculate emissions, and a description of the data quality of reported emissions data methods, and assumptions used to calculate scope 3 emissions | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> For each scope 3 category, a description of the methodologies, allocation | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |
| | <ul style="list-style-type: none"> For each scope 3 category, the percentage of emissions calculated using data obtained from suppliers or other value chain partners | Nvt | Gaat voorbij aan eis uit gehanteerde versie Handboek CO ₂ -prestatieladder |

2.2. Beoordeling berekening

Naast de beoordeling van de ketenanalyse aan de hand van de toetsingslijsten heeft SGS INTRON ook de berekening zelf beoordeeld. VHB heeft hiertoe de berekening en de gebruikte achtergrondgegevens ter beschikking gesteld. Het belangrijkste document daartoe is het Excel bestand "2014-07-11 - Ingekochte betonhoeveelheden 2012 DEF printversie".

In het bestand zijn de projecten met de gehanteerde hoeveelheden in situ beton opgenomen, samen met van de berekening van de CO₂ emissie. Op basis van de aangeleverde documenten heeft SGS INTRON gekeken of:

1. De in het rapport beschreven rekenwijze is gehanteerd;
2. De in het rapport gehanteerde gegevensbronnen zijn gehanteerd;
3. Of het resultaat van de berekening overeen komt met de in het rapport genoemde CO₂ emissie;
4. Of de berekening de LCA benadering volgt en daarmee alle relevante levenscyclusfasen worden meegenomen in de studie.

De gehanteerde rekenwijze is door SGS INTRON geverifieerd door de in het rapport beschreven werkwijze te vergelijken met de berekening in het Excel bestand met berekeningen. Ten aanzien van de berekeningen van de hoeveelheid m³, de transportafstand en de betonsamenstelling en de daarvoor gebruikte gegevensbronnen zijn door SGS INTRON geen bijzonderheden vastgesteld. De resultaten van de berekeningen komen overeen met de in het rapport genoemde hoeveelheden.

Ten aanzien van de LCA benadering en de daarmee samenhangende levenscyclusfasen is het rapport niet volledig. Niet duidelijk zijn de werkwijzen betreffende:

1. Het meenemen van de processen op de betoncentrale;
2. Het transport van grondstoffen van de grondstoffenproducenten naar de betoncentrale;
3. Het meenemen van overige processen, zie opmerking op pagina 24 van het rapport, "voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde".

De processen op de betoncentrale en het transport van grondstoffen naar de betoncentrale zijn nu niet meegenomen in de getallen zonder dat daarbij een verklaring wordt gegeven.

Voor de CO₂ emissie van transport van beton van de betoncentrale naar het werk worden in het rapport en de diverse bijlage meerdere kentallen genoemd. Het is aan te bevelen om de uiteindelijk gebruikte waarde beter en eenduidiger toe te lichten. Ter illustratie: het Excel bestand noemt: 3.33 kg CO₂ eq./ m³km, het rapport noemt in tabel 4-3: 3.33 kg CO₂ eq./ km en bijlage D lijkt nog andere hoeveelheden CO₂ eq. voor transport bij verschillende betonmengsels te noemen.

REFERENTIELIJST

- [1] B. Koggel, „Scope 3 Analyze 'In Situ' Beton,“ Woerden, 2010.
- [2] ISO, 2006. “Environmental management. Life cycle assessment – Requirements and Guidelines”. ISO 14044:2006.
- [3] R.H.J. Noordermeer, Scope 3 analyse in situ beton, revisie 2.1, 14-10-2014
- [4] World Business Council for Sustainable Development / World Resources Institute, „The Greenhouse Gas Protocol, revised edition,“ 2004.
- [5] World Business Council for Sustainable Development / World Resources Institute, “Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard”, 2011
- [6] World Business Council for Sustainable Development / World Resources Institute, “Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard”, 2011



WWW.SGS.COM/INTRON

ABOUT SGS

SGS is the world's leading inspection, verification, testing and certification company and is recognized as the global benchmark for quality and integrity. With more than 70.000 employees, SGS operates a network of over 1.000 offices and laboratories around the world.

SGS INTRON B.V.

Dr. Nolenslaan 126
P.O. Box 5187
NL-6130 PD Sittard
t +31 (0)46 420 42 04
f +31 (0)46 452 90 60

SGS INTRON B.V.

Venusstraat 2
P.O.Box 267
NL-4100 AG Culemborg
t +31 (0)345 585 170
f +31 (0)345 585 171

SGS NETHERLANDS

Malledijk 18
P.O. Box 200
NL-3200 AE Spijkernisse
t +31 (0)181 693 333
f +31 (0)181 623 566

SGS BELGIUM

SGS House
Noorderlaan 87
B-2030 Antwerpen
t +32 (0)3 545 44 00
f +32 (0)3 545 44 99

WHEN YOU NEED TO BE SURE





**BIJLAGE J MEMO VHB: REACTIE BEOORDELING CO₂-
EMISSIEBEREKENING DOOR SGS INTRON (2012)**



Memo

Definitief

Telefoon : +31 (0)348 435100
Telefax : +31 (0)348 435111

Aan : B. Roijen
Van : R.H.J. Noordermeer
CC : H. Berkien
Datum : 27-11-2014
Referentienummer :
Betreft : Evaluatie rapportage Intron m.b.t. Scope 3 analyse CO₂-emissies 2012

1 INLEIDING

Eén essentieel onderdeel dat vereist is bij een Scope 3 analyse voor de CO₂-Prestatieladder is het verifiëren van de berekening door een onafhankelijke, externe organisatie. In dit kader heeft SGS Intron een rapport opgesteld op 26-11-2014 (documentnummer A879210/R20140412). De bevindingen van het rapport worden in deze memo toegelicht.

2 BEVINDINGEN INTRON

Er zijn door Intron 3 conclusies gesteld.

2.1 De gehanteerde rekenwijze

“De gehanteerde rekenwijze is door SGS INTRON geverifieerd door de in het rapport beschreven werkwijze te vergelijken met de berekening in het Excel bestand met berekeningen. Ten aanzien van de berekeningen van de hoeveelheid m³, de transportafstand en de betonsamenstelling en de daarvoor gebruikte gegevensbronnen zijn door SGS INTRON geen bijzonderheden vastgesteld. De resultaten van de berekeningen komen overeen met de in het rapport genoemde hoeveelheden.”

Hiermee stelt Intron vast dat de gegevens van de berekening en de MRPI-bladen correct in het rapport zijn overgenomen en dat de bronnen hiervoor legitiem zijn. Er zijn op dit gebied dus geen aanpassingen nodig.

2.2 De LCA benadering

“Ten aanzien van de LCA benadering en de daarmee samenhangende levenscyclusfasen is het rapport niet volledig. Niet duidelijk zijn de werkwijzen betreffende:

- 1. Het meenemen van de processen op de betoncentrale;*
- 2. Het transport van grondstoffen van de grondstoffenproducenten naar de betoncentrale;*
- 3. Het meenemen van overige processen, zie opmerking op pagina 24 van het rapport, “voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde”.*

De processen op de betoncentrale en het transport van grondstoffen naar de betoncentrale zijn nu niet meegenomen in de getallen zonder dat daarbij een verklaring wordt gegeven.”

Punt 1: De vervoerscomponenten uit de MRPI bladen waren uit de berekening geschrapt: hier gaat het echter niet om het transport van betonspecie naar de bouwplaats toe (zoals was verondersteld), maar het transport van de grondstoffen naar de betoncentrale toe. Hiermee is dit vervoerscomponent dus onterecht uit de berekening verwijderd.



Punt 2: de gebruikte MRPI bladen omvatten de transport en verwerking van de grondstoffen: het cement, toeslagmaterialen en overige bindmiddelen en hulpstoffen. Deze MRPI bladen omvatten hiermee niet het verwerken van deze grondstoffen door de betoncentrale tot het halffabriekaat betonspecie.

Punt 3: De opmerking op blz. 24 van de analyse “voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde” is onjuist. Deze waarden worden weldegelijk meegenomen, maar deze waarden staan niet in de MRPI bladen van de grondstoffen; zoals bij punt 1 en 2 vermeld omvatten de MRPI bladen de footprints van de grondstoffen, niet het halffabriekaat betonspecie. De getallen voor o.a. sloop en afvalverwerking zijn vermeld in het tabel op pagina 24 van de Scope 3 analyse. Deze getallen zijn overgenomen uit de analyse van 2009.

2.3 De CO₂-emissies voor transport

“Voor de CO₂ emissie van transport van beton van de betoncentrale naar het werk worden in het rapport en de diverse bijlage meerdere kentallen genoemd. Het is aan te bevelen om de uiteindelijk gebruikte waarde beter en eenduidiger toe te lichten. Ter illustratie: het Excel bestand noemt: 3.33 kg CO₂ eq./ m³km, het rapport noemt in tabel 4-3: 3.33 kg CO₂ eq./ km en bijlage D lijkt nog andere hoeveelheden CO₂ eq. voor transport bij verschillende betonmengsels te noemen.”

In paragraaf 1.2.1 van Bijlage C wordt een aantal waarden aangegeven die door verschillende bronnen gebruikt worden.

- Uit de waarden van het daarin genoemde CE rapport is de gemiddelde waarde genomen voor de berekening van de emissiewaarden voor vervoer in 2012: 154g /tonkm CO₂.
- Omgerekend naar volume geeft dit met dichtheid $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$ voor beton $0,37 \text{ kg/m}^3\text{km CO}_2$.
- Uitgaande van een ‘gemiddelde’ truckmixer met inhoud 9 m^3 geeft dit $9 \cdot 0,37 = 3,33 \text{ kg/km CO}_2$.
- Bij een ‘standaardmengsel’ wordt een retourrit aangenomen: 2 keer 20km: $2 \cdot 20 \cdot 0,37 = 14,8 \text{ kg CO}_2$ per m³ beton.

(zie ook tabel 4-3 op blz. 23 van het rapport)

In Bijlage D (en een aantal andere locaties, waar van toepassing) wordt deze $14,8 \text{ kg CO}_2$ gebruikt als ‘standaardwaarde’ voor een retourrit (2x20km) van betoncentrale naar het werk en terug, voor één m³ beton. In werkelijkheid wordt voor de 3 grootste werken en elders, waar mogelijk, gebruik gemaakt van de daadwerkelijk gereden kilometers in de truckmixers:

- Excel berekening: er is $X \text{ m}^3$ beton gestort.
- Eerst wordt het aantal ritten per truckmixer berekend (mixer met inhoud 9 m^3): $X \text{ m}^3 / 9 \text{ m}^3 = Y$ ritten.
- Het aantal ritten Y wordt vermenigvuldigd met 2 keer de reisafstand R .
Het totaal aantal afgelegde kilometers wordt hiermee $K_{\text{tot}} = Y \cdot 2R \text{ km}$.
- Tenslotte wordt de CO₂-emissie door transport bepaald door de totaal afgelegde kilometers door truckmixers te vermenigvuldigen met de CO₂-uitstoot van een mixer per kilometer:
 $\text{GWP (vervoer)} = K_{\text{tot}} \cdot 3,33 = Y \cdot 2R \text{ km} \cdot 3,33 \text{ kg/km CO}_2 = Y \cdot 2R \cdot 3,33 \text{ kg CO}_2$.

Alhoewel in de berekening voor de drie grootste mengsels gerekend is met de daadwerkelijk gereden kilometers, is in Bijlage D ter indicatie de ‘standaardwaarde’ van $14,8 \text{ kg CO}_2/\text{m}^3$ beton bijgevoegd. Uiteindelijk kloppen de cijfers dus wel, maar wordt in Bijlage D de standaardafstand (20km) gebruikt per m³ en in de berekening de daadwerkelijke afstand per truckmixer á 9 m^3 . Dit kan makkelijk tot verwarring leiden. Om deze verwarring tegen te gaan, worden in Bijlage D de bijgevoegde ‘standaard’ transportafstanden geschrappt.



3 CONCLUSIES EN VERWERKING FEEDBACK INTRON IN DE ANALYSE

De volgende conclusies kunnen uit de verificatie van SGS Intron getrokken worden met betrekking tot de Scope 3 analyse CO₂-emissies in situ beton van VHB:

1. In de Scope 3 analyse is het transport naar en de verwerking van grondstoffen in de betoncentrale niet voorzien. Dit komt doordat in plaats van een programma als Dubocalc de daaraan ten grondslag liggende MRPI-bladen gebruikt zijn. Enerzijds is hierdoor het programma als “black box” geëlimineerd, anderzijds blijkt dat er hierdoor onbedoeld punten in de berekening worden vergeten.
2. De opmerking op blz. 24 van de analyse “voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde” is niet juist.
3. In Bijlage D wordt als vervoerscomponent de standaardafstand (20km) genoemd, terwijl in de berekening de daadwerkelijke afstanden gebruikt worden.

De volgende wijzigingen worden in de analyse aangebracht:

1. Daar de waarden voor transport naar de betoncentrale en verwerking in de betoncentrale relatief laag zijn t.o.v. de CO₂-emissies van het beton zelf (met name het cement), zullen deze waarden niet alsnog in de berekening bijgevoegd worden. Wél is dit een aandachtspunt voor toekomstige Scope 3 analyses.
2. De opmerking op blz. 24 van de analyse “voor 2012 worden deze getallen daarom nog afgetrokken van de embodied CO₂ emissiewaarde” wordt geschrapt.
3. Om verwarring tegen te gaan, worden in Bijlage D de bijgevoegde ‘standaard’ transportafstanden geschrapt.