

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

KETENANALYSE

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV

Bezoekadres:

Kanaalstraat 329

7547 AT Enschede

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

1. INLEIDING

In het kader van het behalen van niveau 5 op de CO2 Prestatieladder voert Van Haarst B.V. één analyse uit van GHG (Green House Gas) genererende ketens. Deze is bepaald op basis van de analyse van de Scope 3 emissies. Dit wordt in hoofdstuk 2 omschreven. Verder beschrijft dit document de ketenanalyse voor gebruik “duurzame beton”.

Wat is een ketenanalyse

Een ketenanalyse houdt in dat van een bepaald product of dienst de CO₂ uitstoot wordt berekend van de gehele keten. Met *de gehele keten* wordt de gehele levenscyclus van het product bedoeld: van inwinning van de grondstof tot en met verwerking van afval (of recycling).

Activiteiten

De werkzaamheden van Van Haarst bestaan uit het projecten op gebied van betonwerken en betonrenovatiewerkzaamheden voor opdrachtgevers (Semi) overheidsinstellingen als rijk, provincie, gemeenten, waterschappen.

Scope en relevantie

De productie van beton zorgt namelijk voor 5 tot 8 procent van de jaarlijkse menselijke uitstoot van CO₂. Gezien onze activiteiten in de sector het werken aan deze ketenanalyse zal een significante winst opleveren voor onze CO₂ footprint in de keten.

Doel van de ketenanalyse

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van CO₂ reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang binnen de doelstellingen. Op basis van het inzicht in de Scope 3 emissies en de twee ketenanalyses wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het CO₂ reductie plan van Van Haarst wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies. Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. Op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV

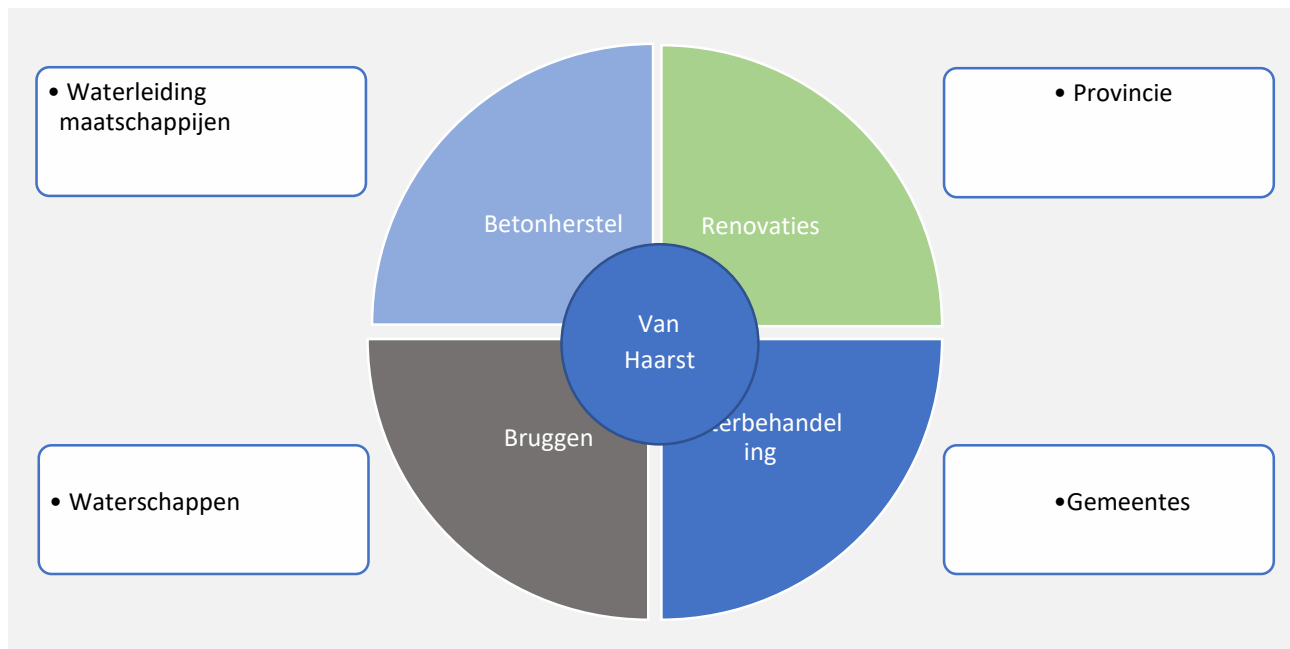


Specialisten in (civiele-) betonwerken

2. WAARDEKETEN

Van Haarst B.V. creëert waarde in de keten door middel van het verwerven, ontwerpen, aannemen en uitvoeren van (geïntegreerde en/of multidisciplinaire) projecten in de waterbouw, beton- en renovatie.

Van Haarst B.V. voert geen sloopwerkzaamheden uit.



Beton als product

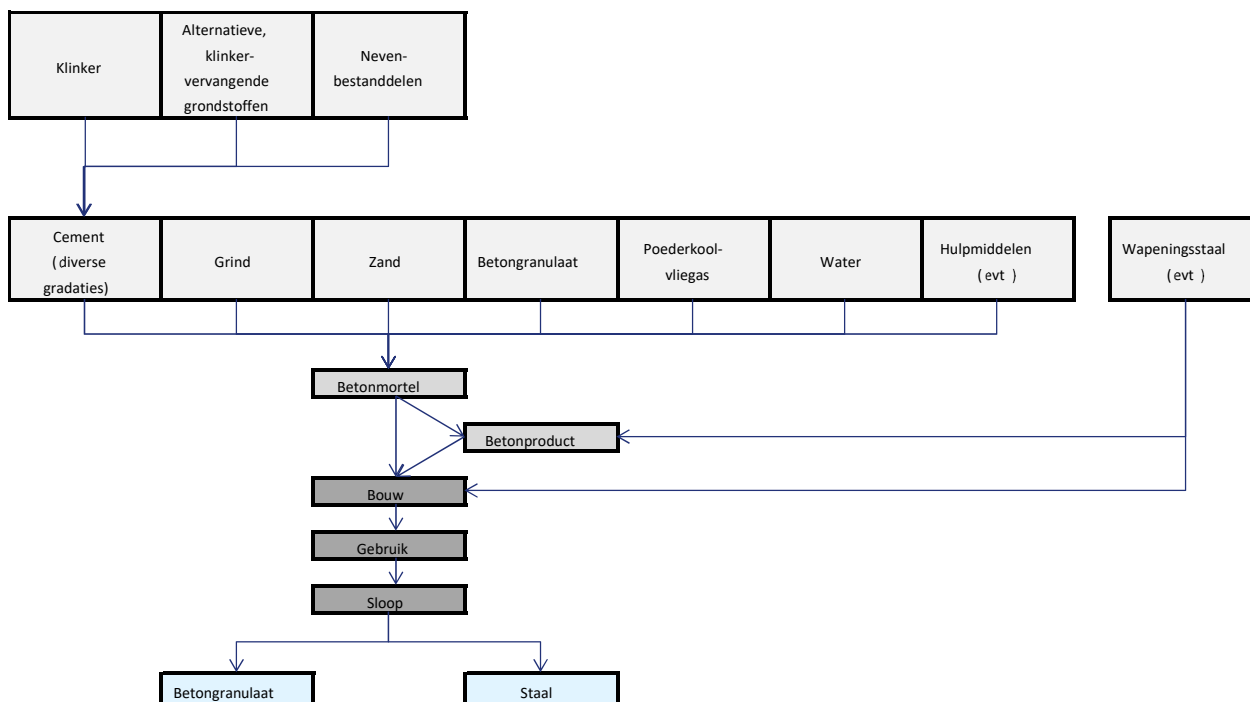
Beton wordt als bouw materiaal geproduceerd met een samenstelling bestaande uit water, zand, grind, bindmiddelen en eventueel hulp- en/of vulstoffen. Zand en grind worden toeslagmaterialen genoemd en wordt bij elkaar gehouden door het bindmiddel dat met water een reactie vormt. Bijna altijd wordt cement als bindmiddel toegepast. Het cement wordt door een chemische reactie met water verhard. De water/cementfactor, de hoeveelheid water gedeeld door de hoeveelheid cement, is bepalend voor de duurzaamheid en sterkte van beton.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken



Schematisch overzicht van ketenfases voor beton- en wapeningsstaal

Cement

Er zijn verschillende types cement met een kleiner of groter gehalte aan portlandcement en hoogovenslak of andere grondstoffen, aangeduid met CEM I tot en met CEM V. De aanduiding van de verschillende cementsoorten bestaat uit 'CEM', gevolgd door het Romeinse cijfer (I tot en met V) van de soort, daarna de letter A, B of C, afhankelijk van de afnemende klinkergehalte en een hoofdletter die staat voor het bestanddeel wat naast de portlandcementklinker is gebruikt.

- CEM I: Portlandcement met maximaal 5% andere stoffen.
- CEM II: Allerlei mengvormen met portlandcement en bijvoorbeeld leesteen, minimaal 65% portlandcement
- CEM III: Hoogoven-portlandcementmengsel in 3 klassen: A, B en C; waarbij CEM III/A de minste (36-65%) en CEM III/C de meeste (81-95%) hoogovenslak bevat.
- CEM IV: Puzzolaancementsoorten.
- CEM V: Composietcementen, met mengsels van portlandcement, hoogovenslak en puzzolanen.

Het proces om cementklinker te verkrijgen bestaat uit het voorverwarmen tot 900° Celsius, zodat het aanwezige water verdampt en de stoffen worden omgezet in oxidemengsels. Dan volgt een fase van een half uur, waarin de temperatuur naar 950° Celsius wordt opgevoerd. De aanwezige calciumtrioxide (CaCO_3) wordt omgezet in calciumoxide (CaO) en het broeikasgas koolstofdioxide (CO_2). In de sinterfase wordt de temperatuur verhoogd tot 1420° Celsius gedurende tien minuten, waarin alluminaten en ferrieten ontstaan. Deze stoffen zijn hydraulische mineralen.

Toeslagmaterialen

Zand en grind zijn toeslagmaterialen die meestal in Nederlands beton worden gebruikt. Betonmortel bestaat uit ca. 75% uit toeslagmaterialen. Afhankelijk van de beschikbaarheid van deze materialen kunnen deze toeslagmaterialen worden vervangen door andere materialen, zoals graniet, bariet, porfier, kalksteen, basalt, kwarts en betongranulaat. De sterkteklasse en toepassing kunnen er ook voor zorgen dat andere materialen als toeslagmateriaal worden gebruikt.

Water wordt altijd gebruikt in betonmortel en zorgt ervoor dat het chemische proces in werking wordt gebracht. Gebruik van andere toeslagmaterialen zorgt ervoor dat de dichtheid van beton kan variëren. Basalt heeft bijv. een hoge dichtheid, waardoor de dichtheid van het beton ook een hoge dichtheid heeft. In de NEN-EN-206 wordt er onderscheid gemaakt tussen licht, normaal en zwaar beton:

- Lichtbeton met een dichtheid van 800 - 2000 kg/m³;
- Normaal beton met een dichtheid van 2000 - 2600 kg/m³;
- Zwaar beton met een dichtheid groter dan 2600 kg/m³.

Welke toeslagmaterialen er in het beton worden toegepast is afhankelijk van de gewenste prestaties van het beton. Het is projectafhankelijk aan welke eisen het beton moet voldoen en welke toeslagmaterialen ervoor benodigd zijn. Zo is de gevolgklasse van een betonvloer in een hal minder streng dan een betonnen brugdek, maar kan een betonvloer in een hal wel strenge eisen bevatten vanwege de aanwezigheid van bijvoorbeeld chemicaliën. Een betonnen brugdek komt in aanraking met strooizout en weersinvloeden en een betonvloer in een hal eventueel met chemicaliën. Mechanische (vervorming, druksterkte), chemische (verontreinigingen) en fysische (dichtheid, textuur, korrelvorm) eigenschappen bepalen de keuze van het toeslagmateriaal om een geschikt betonmengsel samen te stellen.

Na bewerking, breken, zeven en reinigen, kan gesloopt beton meestal worden hergebruikt als toeslagmateriaal in nieuw beton. Als meer dan 90% van het beton een volume massa heeft van 2000 kg/m³ dan mag het betongranulaat worden genoemd.

Er zijn kwaliteitseisen vastgelegd (*CUR 112 / NEN-EN 206 / NEN 8005*) in hoeverre betongranulaat als vervanger van grind in beton mag worden gebruikt. Een vervanging tot 30% van type A1 is in vrijwel alle betonconstructies toegestaan. Extra aandacht wordt gevraagd voor schoonbeton en betonconstructies die belast worden met dooizouten. De VOBN heeft een productinformatieblad betongranulaat 4/32 opgesteld waarin de kwaliteitseisen conform CUR112 en NEN5909 zijn vastgelegd. Naast de constructieve, technologische en uitvoeringsaspecten is ook gekeken naar de invloed van betongranulaat op de textuur en homogeniteit, warmteaccumulatie, geluid en emissies vanuit het materiaal. Er zijn geen beperkingen om tot 50% betongranulaat als grindvervanger in beton te gebruiken, geldend voor sterkteklassen C12/15 tot en met C53/65, mits aan de volgende eisen wordt voldaan:

- Gehalte aan beton conform NEN 5942 > 90%;
- Gehalte overig steenachtig conform NEN 5942 < 10%;
- Andere niet steenachtige bestanddelen NEN 5942 < 0,5%;
- Lichte niet-steenachtige bestanddelen conform EN 1744-1 par. 14.2 < 0,1%;
- CUR-Aanbeveling 112 moet zijn overeengekomen tussen opdrachtgever en opdrachtnemer.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

Daarnaast moet het betongranulaat voorzien zijn van een KOMO-productcertificaat, waarin milieu hygiënische en technische specificaties zijn vastgelegd.

Water

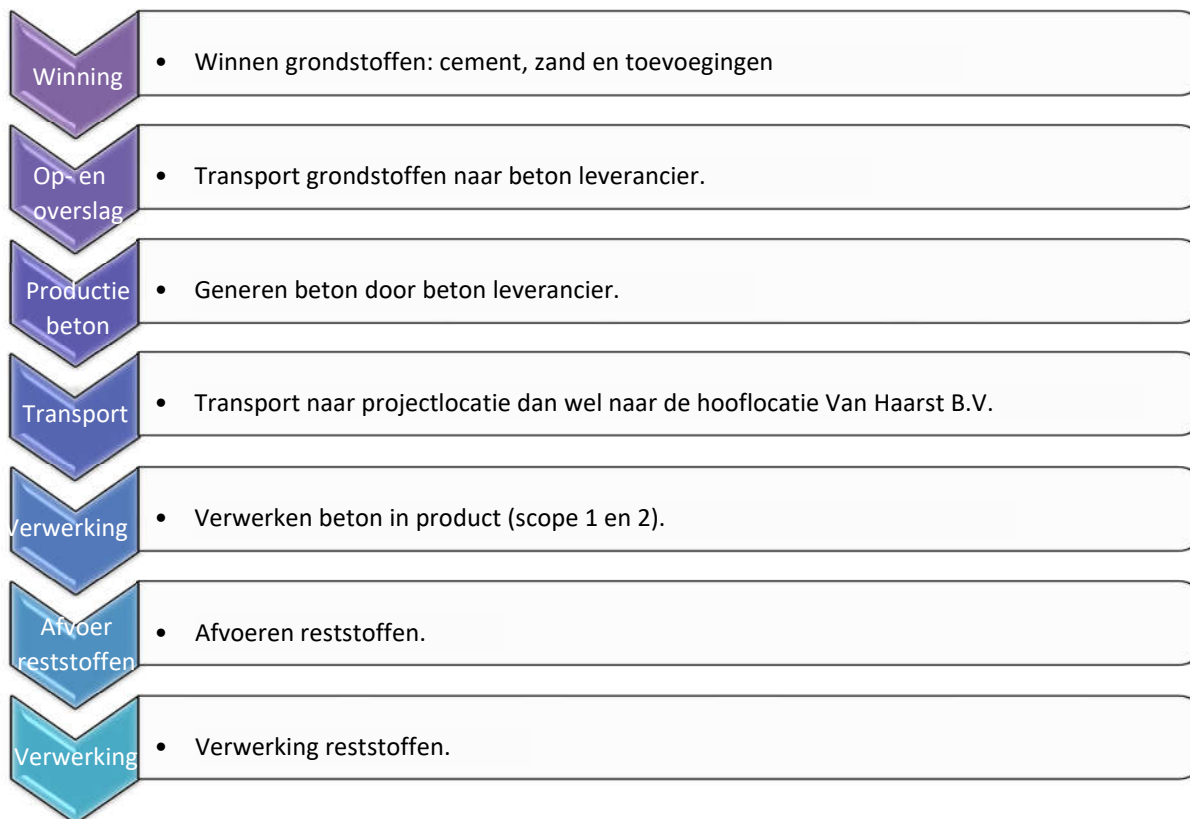
Een materiaal die niet kan ontbreken bij het maken van beton is water. Water heeft twee belangrijke functies:

- De grondstoffen cement en water vormen na een chemische reactie cementsteen. Dit is een verhard steenachtig eindproduct. De chemische reactie tussen cement en water wordt hydratatie genoemd, het toevoegen van water aan een bepaalde stof.
- Het zorgt ervoor dat betonmortel een bepaalde vloeibaarheid heeft, waardoor de mortel in een vorm gegoten kan worden. Als er te weinig water in zit dan is het beton te droog en is het lastig te storten. Als het beton te nat is dan gaan zakken de zware materialen (grind) naar beneden en drijft het cement naar boven.

Cement heeft zo'n 40% van zijn gewicht aan water nodig om de chemische reactie volledig te laten slagen. Het kan voorkomen dat de betonmortel dan slecht te gieten is. Daardoor wordt er in de praktijk vaak meer water toegevoegd, zo'n 50% van het gewicht van het cement. De verhouding tussen water en cement wordt de watercementfactor (wcf) genoemd. Als er extra water aan het mengsel wordt toegevoegd ontstaan er poriën. Poriën in beton beïnvloeden de sterkte van het beton als er fors meer water wordt toegevoegd.

3. BETONKETEN

In dit deel wordt de keten van beton beschreven. Bij realisatie van projecten en tevens het produceren van betonen producten op de hoofdlocatie beton toegepast. De keten beslaat zowel up- als downstream



Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

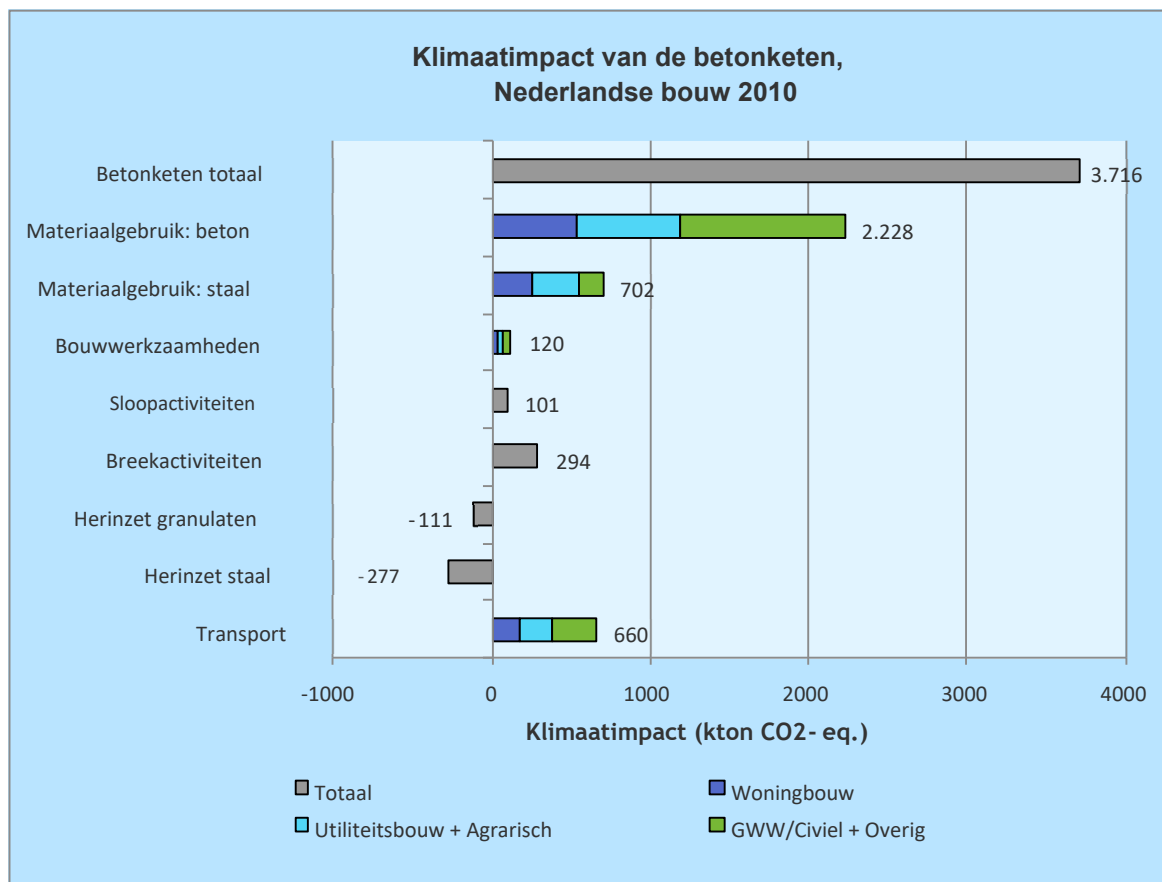
Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

activiteiten. In dit hoofdstuk volgt een beknopte beschrijving van de keten, de systeemgrenzen, resultaten en mogelijkheden tot reductie. De keten van beton bestaat in de kern uit de volgende stappen:

Een analyse van de Co2-impact van de Nederlandse betonketen op macroschaal, door CE Delft geeft het onderstaande beeld:



Het betongebruik (materiaal) heeft het grootste aandeel in de Co2-impact (40 tot 60%). Het transport heeft een aanzienlijke bijdrage doordat het zware cement en beton grotendeels over de weg worden vervoerd. Het gebruik van wapeningsstaal heeft ook een aanzienlijke impact. Na gebruik wordt het wapeningsstaal gerecycled, waardoor de totale impact van staal verder wordt verlaagd.

4. KETENPARTNERS

Ketenpartners duurzame beton ketenanalyse

In het verleden is Aannemersbedrijf H. van Haarst, in overleg met Betoncentrale Twenthe, een ketensamenwerking gestart om een verduurzamingslag te maken bij het gebruik van beton. Bij het project voor drie bruggen over het Overijssel Kanaal heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst de mogelijkheden voor CO2 reductie geanalyseerd. Dit is uitgevoerd in samenwerking met de partijen Betoncentrale Twenthe, TRM (Twentse Recycling Maatschappij) en Cemex. Het project is uitgevoerd, geëvalueerd en heeft tot een positief resultaat geleid. De betonketen is in samenwerking met bovengenoemde partijen onderzocht. Daarom zijn zij

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

als eerste belangrijke ketenpartners in het bereiken en ondernemen van acties/maatregelen voor verdere CO2-reductie in de betonketen.

Ketenpartners kernactiviteiten

De productmarktcombinatie (PMC) van Van Haarst in relatie tot belang en rangorde bevinden zich in de renovatie en waterbouw. De ketenpartners die door deze twee trechters in kaart kunnen worden gebracht zijn:

- Opdrachtgevers (Provincies, de Waterschappen, Waterleidingmaatschappijen);
- Leveranciers: Betonleveranciers, betonproducenten;
- Omgeving;
- Onderaannemers;
- Architectenbureaus

Ketenpartners betonketen

De belangrijkste fasen in de ketenfase in relatie tot de ketenpartners zijn geïdentificeerd als volgt:

A. Verwerven

Bij een aanbesteding waarin Van Haarst ruimte heeft om met de opdrachtgever mee te mogen denken kan vanaf initiatiefase gekeken worden naar doelstellingen en visie op de betonproductie. Gaan we voor duurzame beton of zijn er toch ontwerpeisen die hier van afwijken. Daarnaast kan budget ook een rol spelen. Van Haarst heeft hier wel invloed op de opdrachtgever en zal als uitgangspunt altijd gaan voor duurzame beton. Opdrachtgevers hakken uiteindelijk de knoop door, maar via de overheid en politiek kunnen we de maatschappelijke discussie over beton wel aanwakkeren. Wij kunnen hier onze invloed op de opdrachtgever uitoefenen.

B. Ontwerp- en bouwfase

Indien dit het onderdeel van de opdracht is, hebben we als Van Haarst invloed op het ontwerp. Dat betekent dat we mogen meedenken of bepalen hoe het ontwerp eruit komt te zien en we dus invloed hebben op de toegepaste beton en welke soort. Ook hier zien we dus de opdrachtgever maar ook architecten, adviesbureaus en overige betrokken bij ontwerp als ketenpartners.

Verder kunnen we hier onze onderaannemers en leveranciers als ketenpartner zien i.c.m. de opdrachtgever en overige betrokkenen bij de ontwerpfase. In de ontwerpfase en bouwfase wordt besloten hoeveel staal er verwerkt wordt in de constructies, welke bekisting gebruikt wordt en onder welke omstandigheden en condities gewerkt wordt. Dit is niet direct beton, maar biedt wel potentiële kansen voor reductievermindering in de betonketen. Bijvoorbeeld door minder staal te gebruiken.

C. Gebruiksfase

In de gebruiksfase vindt er geen grootschalige betonproductie of toepassing plaats, behoudens bij eventuele uitbreiding en/of aanpassing. Hiervoor kun je de dezelfde ketenpartners aanwijzen als in de bouwfase. Echter in de gebruiksfase weten we dat het vaker voor kan komen dat er betonreparaties uitgevoerd moeten worden. In dergelijke gevallen kunnen de eerder genoemde partners veelal niet aangewezen worden vanwege afwijkend materiaalgebruik.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

D. Sloopfase

Deze fase behoort niet tot de kernactiviteiten. Van Haarst doet renovatie en nieuwbouw indien en sprake zou zijn van slopen wordt dit dan volledig uitbesteedt. In dit geval kunnen wij als opdrachtgever eisen stellen aan de afvoer en hergebruik van de materialen. Denk hierbij aan hergebruik van betongranulaat door het scheiden en vermalen van de grondstoffen. Het is dan mogelijk om toepassing ervan af te stemmen met de betonleverancier. Daarmee kan Van Haarst een bijdrage leveren aan het reduceren van de totale uitstoot van CO₂ in de betonketen in de sloopfase. De ketenpartner die hier geïdentificeerd kan worden is de sloper en/of de afvoerder.

5. KWANTIFICEREN VAN EMISSIES IN DE KETEN

CO₂ betonmortelmengsels

Om de CO₂-uitstoot van de meest voorkomende mengsels te berekenen wordt uitgegaan van het gemiddelde betonmortelmengsel volgens een onderzoeksrapport van CE-Delft: 'Update prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2016':

Component	Gemiddelde samenstelling (kg/m ³)		
	Betonmortel	Betonproducten	Beton gemiddeld (gewogen)
Portlandcement CEM I	59	199	119
Hoogovencement CEM III	253	114	193
Rivierzand	787	870	823
Riviergrind	1.034	993	1.016
Betongranulaat	40	53	46
Poederkoolvliegias	6	16	10
Kalksteenmeel	0	36	16
Water	167	106	141
Gemiddeld totaal	2.346	2.386	2.363
Waarden berekend op basis van gegevens van	VOBN	BFBN	

Met deze gegevens kan enkel de CO₂-uitstoot van de grondstoffen, betonproductie (excl. transport naar bouwplaats) en sloop van de betonconstructie (excl. wapening) worden berekend. Door het toevoegen van processen op de bouwplaats in de 'CUR-ontwerptool Groen Beton' is het wel mogelijk de CO₂-uitstoot van de gemiddelde betonmortel van de hele betonketen te berekenen. Hieronder behoren het transport, bekisting, wapening en aanvullende processen op de bouwplaats. In onderstaande tabel zijn aannames gedaan om een zo'n juist mogelijk beeld van de totale CO₂-uitstoot van de gemiddelde betonmortel te krijgen.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

Onderdeel in proces	Definitie	Waarde
<i>Bouwplaats</i>	Betonmengsel of prefab	Betonmengsel
	Hoeveelheid	500 m ³
	Afvalpercentage	0,49%
	Transport betonmengsel naar bouwplaats	Gemiddelde truckmixer
	Afstand naar bouwplaats	20 km
<i>Bekisting</i>	Multiplex*	2500 kg
	Vurenhout*	2500 kg
	Ontkistingsmiddel	3 kg
<i>Wapening en metaal</i>	Soort	Wapeningsnet (FeB 500 HKN)
	Gewicht**	48500 kg
<i>Processen op bouwplaats</i>	Verdichten	500 m ³ met trilbalk
	Energie***	Elektriciteit 4000 kWh

Het blijkt dat bij de productie van het cement de meeste CO₂ vrijkomt. Het vermoeden wordt hiermee bevestigd. Opvallend is dat er net zoveel CO₂ wordt uitgestoten bij de wapening in beton. Echter wordt 65% van de CO₂ uitstoot 'teruggewonnen', doordat in de sloof fase het wapeningsstaal uit de constructie kan worden gehaald en omgesmolten kan worden voor toepassing in andere industrieën. In de volgende tabel is weergegeven hoeveel kg CO₂ per m³ betonmortel er per materiaal en fase wordt uitgestoten.

	Fase	Materiaal	kg CO ₂ /m ³ betonmortel
A1	Productie	Toeslagmateriaal	3,96
		Cement	124,28
		Betongranulaat	0,04
A2	Transport	Cement	7,81
		Toeslagmateriaal	21,41
		Betongranulaat	0,16
A3	Productie	Energie	4,92
A4	Transport bouwplaats	Bekisting	0,05
		Wapening	1,97
		Bouwplaats	4,56
A5	Bouwproces/aanleg	Bekisting	8,44
		Wapening	125,88
		Verdichten	0,03
		Energie	5,81
C1	Sloop		
C2	Transport naar afvalverwerker	Bekisting	0,05

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

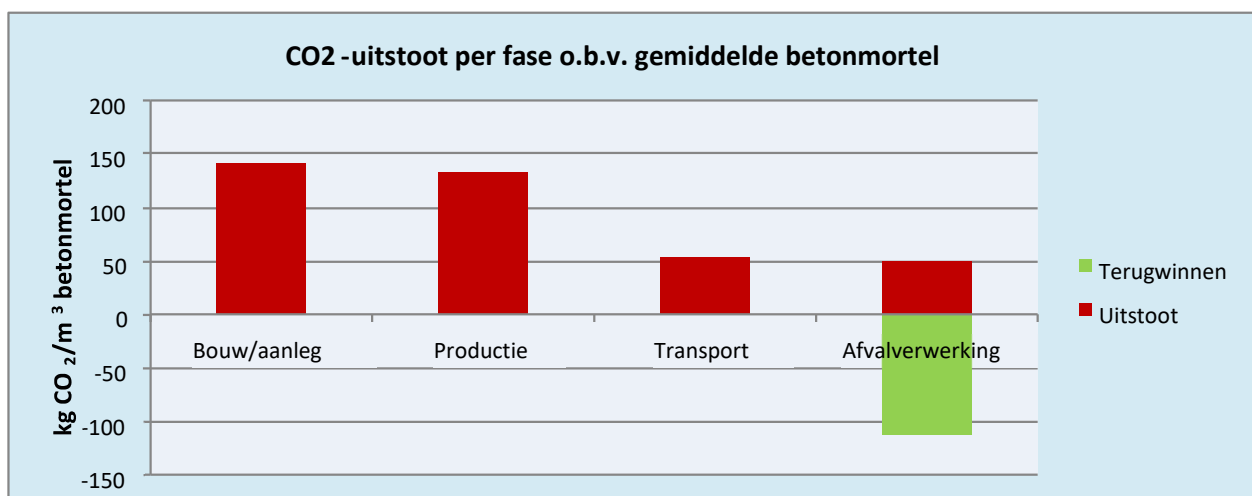
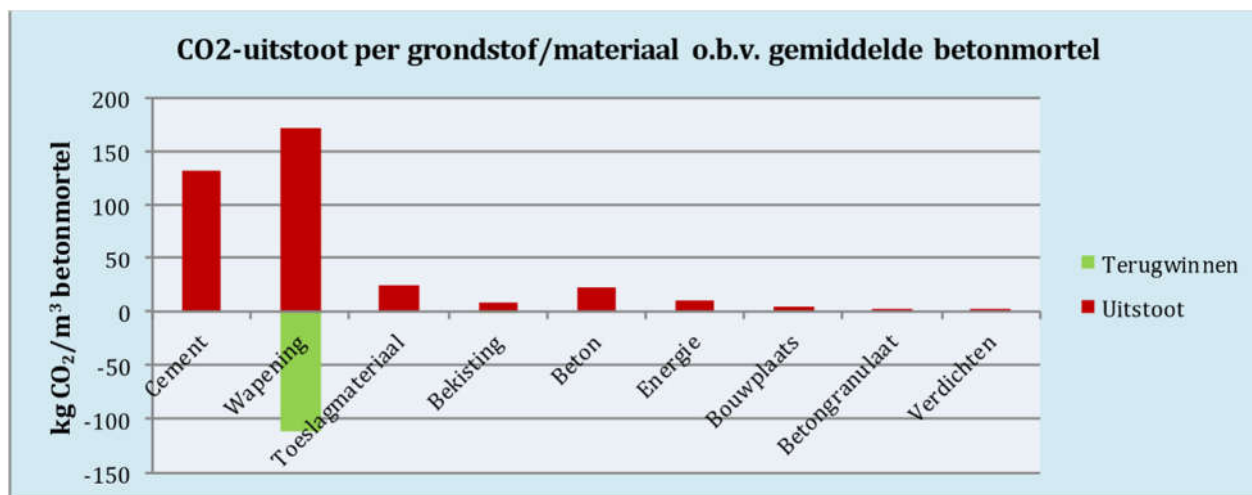
Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

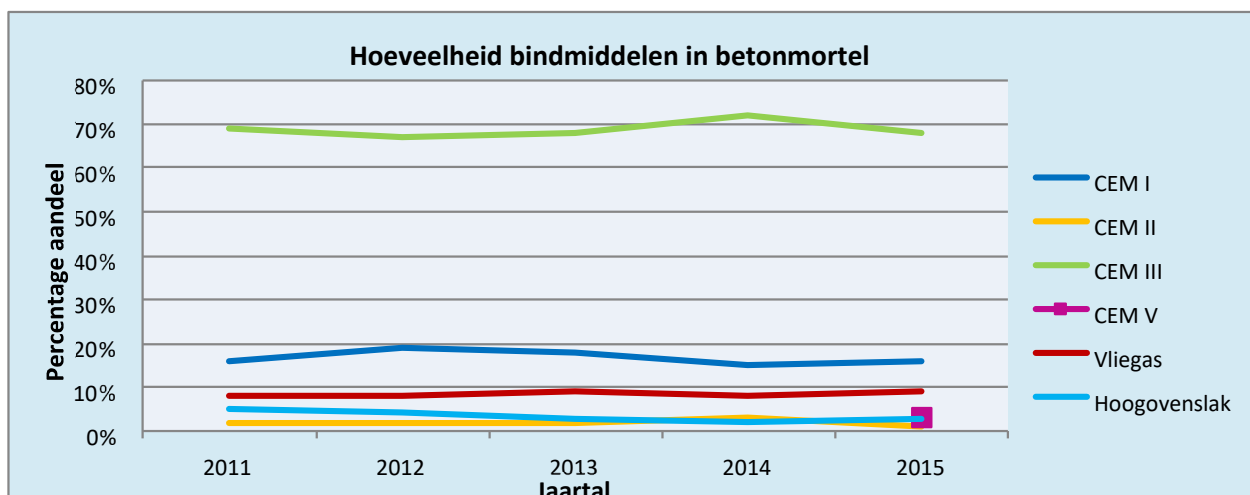
		Wapening	0,69
		Beton	15,94
C3	Afvalverwerking	Bekisting	0,03
		Beton	5,77
		Wapening	43,63
D	Afvalprocessen einde levenscyclus	Wapening	-111,77
		Bekisting	-1,38
TOTAAL			278,98

Op basis van de berekeningen m.b.v. de 'CUR-ontwerptool Groen Beton', kan inzichtelijk worden gemaakt hoeveel CO₂ er wordt uitgestoten tijdens het gehele proces (grondstofwinning tot sloop/recycling) en hoeveel CO₂ er wordt gereduceerd door hergebruik van materialen. Dit hebben we inzichtelijk gemaakt door te specificeren per grondstof/materiaal en per fase.



CO2 productie meest toegepaste bindmiddelen

Om een vergelijking te kunnen maken hoe de betonmengsels die in de praktijk worden toegepast zich verhouden tot de gemiddelde samenstelling van betonmortel wordt de CO₂-uitstoot van de meest toegepaste bindmiddelen in beton berekend. Volgens de jaarlijkse benchmark van brancheorganisatie VOBN. bestond iedere toegepaste m³ bindmiddel in 2015 voor 68% uit CEM III, 16% uit CEM I, 9% uit vliegias en voor het overige deel uit hoogovenslak, CEM V en CEM II. Hieronder is te zien dat de verhoudingen van de toegepaste bindmiddelen in betonmortel de laatste vijf jaar niet is veranderd.



Op basis van betonmortelmengsels met CEM I, CEM II/b-v, CEM III/a, CEM III/b en CEM V wordt een vergelijking gemaakt van de CO₂-uitstoot in de betonketen. De hoeveelheden zand, grind en water is in ieder mengsel hetzelfde en heeft hetzelfde soortelijk gewicht als de gemiddelde betonmortel. In de tabel op de volgende pagina is de samenstelling van het betonmortel weergegeven. De samenstelling van het cement heeft invloed op de CO₂uitstoot in het betonmengsel. Er kunnen veel verschillende cementsamenstellingen zijn binnen hetzelfde cementtype, omdat er een bepaalde range per cementgrondstof is vastgesteld. Dat is in de onderstaande tabel weergegeven.

Samenstelling	Hoeveelheid [kg/m ³ betonmortel]
Cement	318
Rivierzand	800
Riviergrind	1.061
Water	167
Gemiddeld totaal	2.346

Naam	Betekenis	Samenstelling (in %)		
		Portlandcement-klinker	Hoogovenslak	Vliegias
CEM I	Portlandcement	100%		
CEM II/b-v	Portlandvliegiascement	65-79%		21-35%
CEM III/a	Hoogovencement	35-64%	36-65%	
CEM III/b	Hoogovencement	20-34%	66-80%	
CEM V	Composietcement	40-64%	18-30%	18-30%

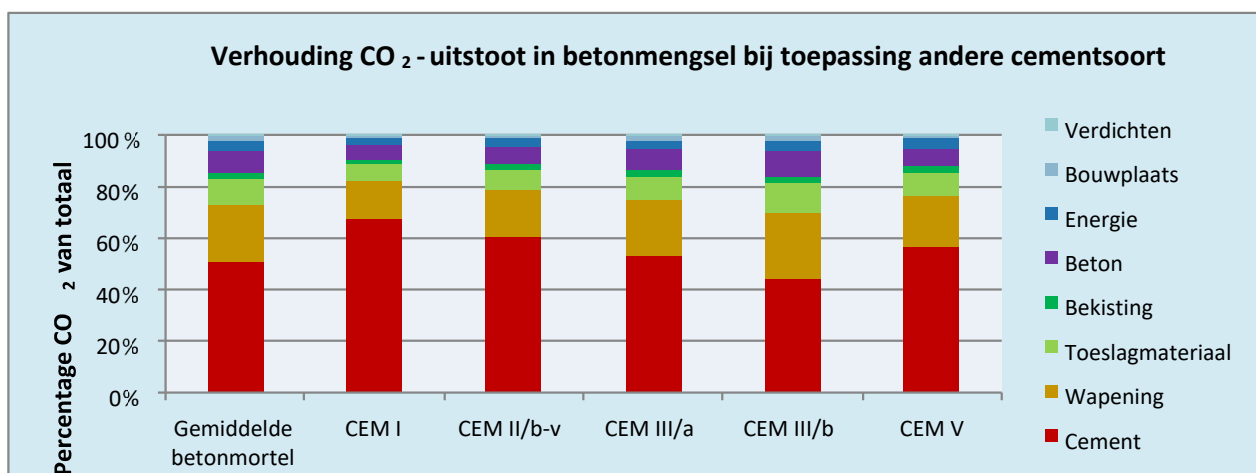
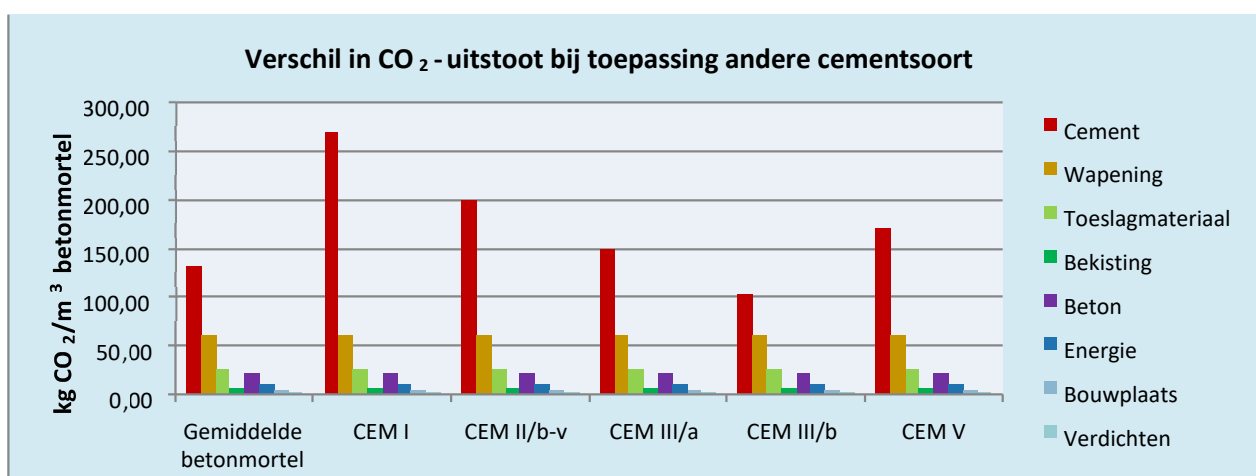
Ketenanalyse – CO₂ Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

De verschillende betonsamenstellingen op basis van variatie in cementtype leiden tot een verschil in CO₂uitstoot van het mengsel. Volgens onderzoek is portlandcement goed voor 5-7% van de CO₂uitstoot. In Nederland ligt dat op ongeveer 1%, dankzij het gebruik van klinkerarm cement. Met behulp van de 'CUR-ontwerptool Groen Beton' is een vergelijking tot stand gekomen, waarin is berekend welke mengsels het meest 'groen' zijn en hoeveel ze onderling afwijken van elkaar als het gaat om CO₂-uitstoot. Daar wordt bevestigd dat het veel toepassen van portlandcement een grote bijdrage kan hebben bij de wereldwijde CO₂-uitstoot. In onderstaand figuur is het aantal kg CO₂ per m³ betonmortel weergegeven, waarbij het type cement de bepalende factor is van de totale CO₂-uitstoot van het beton. De figuur die erop volgt, op de volgende bladzijde, laat de verhoudingen van de CO₂-uitstoot tussen de processen zien. In beide figuren is het gehele proces van grondstofwinning tot sloop meegenomen in de berekening.



Samengevat kan worden gezegd dat het cementtype van grote invloed is op de CO₂-uitstoot van het beton en het gehele project. In onderstaande tabel zijn de afwijkingen t.o.v. de gemiddelde toegepaste

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

cementtype weergegeven. CEM I blijkt de meest milieubelastende variant te zijn, en CEM III/b de meest groene variant als het gaat om veelgebruikte cementtypen.

Cementtype	kg CO ₂ /m ³ betonmortel	% t.o.v. basis
Gemiddelde betonmortel (<i>basis</i>)	132,09	100%
CEM I	269,35	204%
CEM II/b-v	199,24	151%
CEM III/a	149,25	113%
CEM III/b	103,21	78%
CEM V	171,88	130%

Op de volgende pagina is de uitstoot zoals eerder in dit hoofdstuk uitgewerkt omgezet naar de betonketen.

6. REDUCTIEMOGELIJKHEDEN EN -DOELSTELLINGEN EN PLAN VAN AANPAK

In de ketenanalyse zijn een aantal andere ontwikkelingen meegenomen als mogelijke maatregel. De genoemde innovaties kunnen CO₂-uitstoot terugdringen.

Technologische opties

A. CO₂ als reductiebron

CarbonCure is er in geslaagd een technologie te ontwikkelen waarbij reeds uitgestoten CO₂ terug gebracht wordt in beton. Koolstofdioxide wordt vanuit een tank in gasvorm tijdens het productieproces in het beton geïnjecteerd. Uit onderzoek is gebleken dat door het toepassen van CO₂ in beton de kwaliteit aanzienlijk verbeterd. Dit heeft als gevolg dat er minder cement toegepast hoeft te worden om dezelfde sterkte te bereiken.

Door het toevoegen van CO₂ vindt er een extra chemische reactie plaats in de productieproces van het beton. Door deze reactie wordt de CO₂ vastgelegd in het beton in de vorm van kalksteen. Dit betekent dat bij het breken van een betonconstructie aan het einde van de levensduur, deze CO₂ niet meer vrijkomt. Op die manier wordt CO₂ gebruikt als grondstof, die niet meer teruggewonnen wordt.

Er wordt met deze methode CO₂ gereduceerd door CO₂ die reeds uitgestoten is toe te passen als grondstof en door het cement dat niet toegepast hoeft te worden als gevolg van het toepassen van CO₂.

Bij het injecteren van 593 gram CO₂ in één kuub beton wordt er twintig keer zo veel CO₂ bespaard dankzij het niet toepassen van het cement. Dit houdt in dat er nog eens 11.866 gram CO₂ bespaard wordt. Echter brengt het vernieuwde proces wel extra werkzaamheden met zich mee. Zo moet de CO₂ opgevangen worden en getransporteerd naar de locatie waar het verwerkt zal worden. Dit brengt een verlies van 119 gram CO₂ per geproduceerde kuub met zich mee. Bij elkaar opgeteld is de CO₂-reductie per kuub beton 12.341 gram.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

Op basis van de gemiddelde betonmortelsamenstelling die is gegeven in het onderzoeksrapport van CE-Delft kan hieruit opgemaakt worden dat er 9% cement bespaard kan worden. In combinatie met de andere bovengenoemde factoren komt dit uit op een besparing van 4,7% CO₂-uitstoot op het volledige ketenproces per kubus beton.

B. Geopolymeerbeton

Geopolymeerbeton is klinkervrij cement. In diverse projecten wordt dit beton toegepast op plaatsen waar het geen tot weinig constructieve risico's heeft. Denk hieraan aan betontegels, banden, grastegels en straatstenen.

Er moet gewaarborgd worden dat door middel van het grootschalig toepassen van hoogovenslak en vliegas in geopolymeerbeton er geen schaarste optreedt in deze producten. Dit zou namelijk kunnen leiden tot een toename van het gebruik van portlandcementklinker in traditioneel beton, waardoor de CO₂-uitstoot weer toeneemt. Over de constructieve eigenschappen van geopolymeerbeton en de ontwikkeling daarvan in de tijd is nog veel onzekerheid. Ook over de bescherming van wapening in geopolymeerbeton zijn nog de nodige vragen.

Geopolymeerbeton is door het hoge gehalte aan alkaliën ook niet circulair toe te passen. Het is alleen nog geschikt als fundatiemateriaal of als betongranulaat in nieuw geopolymeerbeton. Als deze problemen opgelost zijn is het een product waarmee de grootste uitstootbron binnen het beton vervangen kan worden wat een enorme CO₂-reductie op kan leveren.

C. SOLIDIA-Cement

Het toepassen van Solidia-cement kan een besparing opleveren tot wel €100/ton CO₂. Solidia Technologies heeft een alternatief cement ontwikkeld op basis van Wollastoniet (CaSiO₃), een calciumsilicaat. Het Solidia-cement vormt beton met dezelfde ingrediënten als Portlandcement. Alleen de uithardingsreactie is een carbonatatiereactie met CO₂.

Er zijn twee grote bijkomende voordelen. Het cement reageert met CO₂ in plaats van water. Hierdoor hoeven er dus geen grote hoeveelheden water toegevoegd te worden. Als tweede heeft het Solidia-beton de 28 dagen sterkte al na 24 uur bereikt. Mits de carbonatatiereactie bij een temperatuur van 40 tot 60 graden Celsius plaatsvindt. Hierdoor kan snel ontkist worden en worden bouwprocessen niet opgehouden en kan dit in veel gevallen zelfs versneld worden.

Doordat het cement in dezelfde installaties als het portlandcement gemaakt kan worden hoeven er weinig aanpassingen op de markt plaats te vinden. Dit zou de overgang kunnen vergemakkelijken. Solidia-cement wordt met een lagere temperatuur geproduceerd en er komt minder CO₂ vrij bij de productie. Dit samen geeft al een reductie van ongeveer 30% ten opzichte van de productie van portlandcement. Dan is er ook nog de CO₂ die opgenomen wordt in het beton. Hiermee wordt tot 300kg CO₂ per ton cement opgenomen in het beton.

Er zijn al testen uitgevoerd met het op grote schaal produceren van Solidia-cement. Deze testen zijn geslaagd. Op dit moment is de uitdaging om het cement ook daadwerkelijk toe te passen. De mogelijkheden zijn op dit moment beperkt tot niet constructieve toepassingen.

D. Advanced Dry Recovery (ADR)

Er zijn op dit moment verschillende innovaties gaande op het gebied van het terugwinnen van materialen/grondstoffen uit het beton dat aan het einde van zijn levensduur is. Traditioneel wordt het beton gebroken tot een aantal gangbare gradaties. Het wapeningsstaal wordt op dat moment gescheiden en hergebruikt. Het overgebleven gebroken betonpuin kan hergebruikt worden als wegfundatie en kan toegepast worden als grindvervanger in nieuw beton.

De ADR wordt ontwikkeld door een Europese samenwerking van partijen in verschillende segmenten in de betonketen. Zo zijn producenten, aannemers, eindverwerkers, kennisinstellingen en overheden betrokken bij de ontwikkeling van deze technologie. De technologie is gebaseerd op het verschil in kinetische energie van een object. Gebroken puin met een fractie 0-16 kan door deze techniek gescheiden worden in de gradaties 0-4 en 4-16. Dit gebeurt in een vochtige omgeving en hierdoor komt er dus geen schadelijk stof vrij. De gradatie 4-16 is zeer geschikt om als grindvervanger toegepast te worden in nieuw beton. Dit vanwege de kleine hoeveelheid fijn toeslagmateriaal. Hierdoor neemt de waterbehoefte minder toe. Voor de gradatie 0-4 is er een andere toepassing. Er wordt onderzocht naar hoe deze fractie de fijne toeslagmaterialen kan vervangen en misschien zelfs als alternatief voor cement. Hiervoor wordt het materiaal eerst gedroogd en daarna nog fijner gemalen. Hierdoor komt ongehydrateerd cement vrij. Uit proeven is gebleken dat er inderdaad cement bespaard kan worden door het toepassen van het materiaal uit de ADR.

E. SmartCrusher

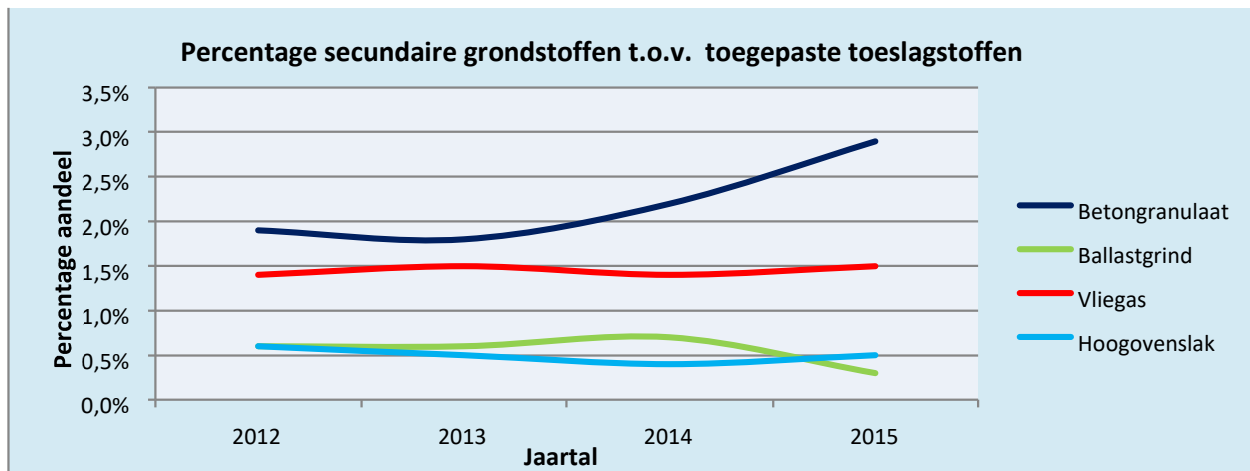
Materialen hebben verschil in druksterkte. Zand en grind hebben een veel hogere druksterkte dan cement. Dit is de variabele in het materiaal waarvan gebruik gemaakt wordt om het te kunnen scheiden. In plaats van door alles heen te breken oefent de SmartCrusher gedoseerd druk uit op het materiaal. Hierdoor breken alleen de cementen van het toeslagmateriaal af. Het resultaat is een schoon grind en zand dat hoogwaardiger toegepast kan worden dan grind en zand dat afkomstig is van winlocaties. Het andere product is het cement dat veel lichter is en door middel van luchtstromen afgevangen kan worden. Dit cement heeft zijn bruikbaarheid ook al bewezen. Door de SmartCrusher hoeft er veel minder klinker te worden geproduceerd. Het ongehydrateerde cement dat nog aanwezig is in oud beton loopt op tot zo'n 40 à 50%.

Recycling

Steenachtige materialen dragen voor 60% bij aan de totale afvalstromen in Nederland. De afzet naar de wegenbouw staat nu garant voor 95%, maar de vraag zal naar verwachting afnemen. Dit biedt kansen voor alternatieve afzetmarkten, zoals de betonindustrie.

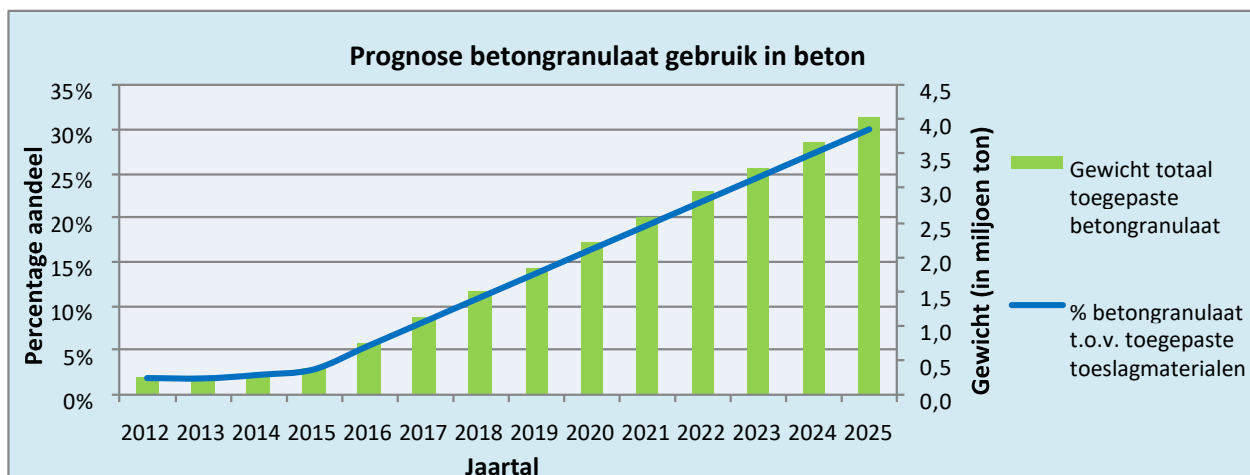
A. Betongranulaat

Uit de jaarlijkse benchmark blijkt een toename van 35 naar 55 kilogram betongranulaat per m³ betonmortel. Bij een jaarproductie van 7 miljoen m³ betonmortel betekent het een toename van 140.000 ton met een jaarhoeveelheid van 385.000 ton.



Met de verwachting dat steenachtig materiaal uit de afvalstromen de komende jaren fors gaat toenemen, is er ruimte om de stijgende trend door te zetten. Dat is benodigd om een poging te doen de doelstelling van 30% betongranulaat t.o.v. toegepaste toeslagstoffen te behalen.

Sinds kort is het vanuit technische regelgeving toegestaan om 30% betongranulaat toe te passen. Een constructeur kan met toestemming van de opdrachtgever een ontwerp maken bestaande uit 50% betongranulaat als er conventioneel wordt gerekend. Voor veel toepassingen is zelfs 100% mogelijk.



Volgens BetonInfra, een samenwerkingsverband tussen het Cement&BetonCentrum, de Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland (VOBN) en de Commissie Cementbeton Wegenbouw van de Vakgroep Specialistische Wegenbouw van Bouwend Nederland, is het milieuvoordeel van het toepassen van betongranulaat relatief beperkt. Een bepalende factor hierbij zijn de transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton. Deze afstanden moeten klein zijn om er een milieuvoordeel uit te halen. Gebouwen en constructies neerzetten die voor de helft en in uitzonderlijke gevallen zelf volledig bestaan uit betongranulaat als toeslagmateriaal kan nadelig zijn voor het milieu, omdat

betongranulaat een hogere waterbehoefte heeft dan primair grind. Er kan een kleine milieuwinst behaald worden door betongranulaat in nieuw beton toe passen als er niet meer dan 24% grind wordt vervangen door betongranulaat. De waterbehoefte van betongranulaat zorgt ervoor dat er meer water aan het betonmengsel moet worden toegevoegd. De norm schrijft voor dat er dan ook meer cement in het mengsel moet worden toegevoegd om de reken betonsterkte te behouden. Toepassing van hoge percentages betongranulaat kan daardoor zelfs een nadelig effect hebben voor het milieu.

Tot op heden wordt gebroken beton bijna altijd als puinfundering onder een weg gebruikt i.p.v. hergebruikt in nieuw beton. De sterkte van beton bestaande uit gerecyclede materialen zou het toepassen ervan weerhouden, maar is dat ook terecht? Het blijkt dat tot 25% betongranulaat er geen gevolgen zijn, maar dat het watertekort boven 25% wel belangrijke rol gaat spelen.

B. Gerecycled materialen in beton

Voor het toepassen van gerecyclede materialen en daarmee het realiseren van een circulaire economie, geldt dat normen en wetten soms een randvoorwaarde zijn om meer hergebruik te realiseren. Dit geldt bijvoorbeeld als reststromen aan bepaalde kwaliteitscriteria moeten voldoen om aantoonbaar geschikt te zijn voor inzet als grondstof voor een nieuw product. Het is dan nodig dat partijen in de keten afspraken maken over de kwaliteitseisen waar het recycalaat aan moet voldoen om geschikt te zijn als grondstof. Deze afspraken worden door de markt vaak vastgelegd in nationale of internationale normen.

De belangrijkste wet- en regelgevingen wat betreft het toepassen van granulaten als secundaire toeslagmateriaal in beton zijn de CUR-Aanbevelingen en NEN. Hieronder staat aangegeven welke wet- en regelgeving van toepassing is bij een bepaald percentage betongranulaat in een betonmengsel.

Percentage grindvervanging	Wet- en regelgeving
20% vervanging van grind	<ul style="list-style-type: none">– NEN-EN 206-1– NEN 8005– Geen toestemming van opdrachtgever nodig– Levering onder KOMO certificaat op gebruikseisen
50% vervanging van grind	<ul style="list-style-type: none">– CUR-Aanbeveling 112, geen aanpassing van rekenregels– Toestemming van opdrachtgever nodig– Levering onder KOMO certificaat op samenstelling
100% vervanging van grind	<ul style="list-style-type: none">– CUR-Aanbeveling 112, met toepassing van de aanpaste rekenregels.– Toestemming van opdrachtgever nodig.– Levering onder KOMO certificaat op samenstelling.

7. CONCLUSIE

Uit de ketenanalyse kan worden opgemaakt dat cement de meest CO2 producerende grondstof van beton is. Het toepassen van gerecyclede materialen in combinatie van soort cement kan richtinggevend zijn in de doelstellingen voor het reduceren van CO2 in de keten.

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

Maatregelen Van Haarst

- Betongranulaat (tot max van 24%) toe gaan passen op projecten.
 - 24% betongranulaat betekend 0,62 kg /ton product CO2-reductie.
- CEM III/b wordt altijd als betonmengsel gekozen indien de opdrachtgever/ constructie dit toelaat.
 - CEM III/b zorgt voor 20% reductie in CO2 uitstoot.
- Inzet lokale (beton)leveranciers;
- Aangaan dialoog met de opdrachtgevers als er minder cement dan wel een gunstigere receptuur toegepast kan worden.
- Aansluiting zoeken bij het betonakkoord waar mogelijk voor kleinbedrijf.

8. BRONVERMELDING

Bron / Document	Kenmerk
Handboek CO2-prestatieladder 3.0, 30 juni 2015	Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen
Corporate Accounting & Reporting standard	GHG-protocol, 2004
Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard	GHG-protocol, 2010a
Product Accounting & Reporting Standard	GHG-protocol, 2010b
Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw	https://www.ce.nl/publicaties/1374/milieu-impact-van-betongebruik-in-de-nederlandse-bouw

De opbouw van dit document is gebaseerd op de Corporate Value Chain (Scope 3) Standaard. Daarnaast is, waar nodig, de methodiek van de Product Accounting & Reporting Standard aangehouden (zie de onderstaande tabel).

Corporate Value Chain (Scope 3) Standard	Product Accounting & Reporting Standard	Ketenanalyse:
H2. Business goals & Inventory design	H3. Business Goals	Hoofdstuk 2
H5. Overview of Scope 3 emissions	-	Zie document 4.A.1_1
H6. Setting the Bounary	H7. Boundary Setting	Hoofdstuk 2, 3

Ketenanalyse – CO2 Prestatieladder

Aannemersbedrijf H. van Haarst BV



Specialisten in (civiele-) betonwerken

H7. Collecting Data	H9. Collecting Data & Assessing Data Quality	Handboek
H8. Accounting for Supplier Emissions	-	Onderdeel van implementatie van CO2Prestatieladder niveau 5
H9. Setting a reduction target	-	Hoofdstuk 6