Ketenanalyse beton

update 2023

Dat werkt!

Reimert Groep
Reimert | Ubink | De Wilde | Beugel

Bolderweg 14
1332 AT Almere
T (036) 532 01 43
info@reimert-almere.nl
www.reimert-almere.nl

CO_2-PRESTATIELADDER

4.A.1. Ketenanalyse beton – update 2023

Voorblad

Document:	4.A.1. Ketenanalyse beton (KAB)
Kenmerk:	4A1KAB–V.0-GE-20240722
Opgesteld door:	Stefanie Kamphuis
Update door:	Jan Bouma Alwin Anninga (Theo Pouw) Connie Boere (Theo Pouw)
Datum:	22-07-2024
Bijbehorende documenten:	S3A: Scope 3-analyse
Van toepassing op eis(en):	4.A.1.

Goedgekeurd door: G.M. Steenbergen, directeur

4.A.1. Ketenanalyse beton – update 2023

Datum : 20230722
Versie :1.0 / Definitief
Blad : 3 van 15

1. Inhoudsopgave

Voorblad 2
1. Inhoudsopgave 3
2. Toelichting 4
2. Organisatie en activiteiten 5
3. Ketenbeschrijving 5
4. CO2-uitstoot betonketen binnen de organisatie van Reimert 7
4.1 Winning en transport grondstoffen (A1-A2) 7
4.2 Productie betonspecie (A3) 7
4.3 Verwerking op de Bouwplaats (A4-A5) 7
4.4 Gebruiksfase (B) 8
4.5 Sloop (C) 8
4.6 Recycling (D) 9
4.7 Overzicht totale footprint betonketen Reimert Groep 10
4.2 Toepassen recyclebeton 10
4.3 Toepassen geopolymeerbeton 10
5. Overzicht ketenpartners 11
6. Mogelijkheden en strategieën 11
6.1 Betonmengsels: toepassen betongranulaat en geopolymeerbeton 11
6.2 Transport en verwerking op de bouwplaats 13
6.3 Ontwikkelingen 2022 13
7. Voortgang en doelstelling 2020, 2021, 2022 en 2023 13
7.2 Doelstelling 13
8. Verbeteringen ketenanalyse 14
9. Datacollectie en kwaliteit 14
10. Bronvermelding 15

2. Toelichting

Op basis van het document 'Scope 3 analyse' is beton niet meer gekwantificeerd als een van Reimert Groep's meest materiele Scope 3 emissies (tabel 1). Hierbij zijn zowel kwalitatieve als kwantitatieve indicatoren meegenomen om deze te bepalen. Gezien de potentie van geopolymeerbeton en de verwachte omzet in de verwerking van beton in 2023 is besloten de ketenanalyse te blijven vervaardigen.

Top 6:			
Nr.	PMC	Activiteit / categorie GHG	CO_2e ton
1.	Infra	Ingekochte goederen / diensten – Betontegels	3.395
2.	Infra / beton	Ingekochte goederen / diensten – Zand	2.773
3.	Infra / beton / bouw	Ingekochte goederen / diensten – Inhuur shovels en kranen	2.154
4.	Infra	Ingekochte goederen / diensten – PVC	1.159
5.	Infra	Ingekochte goederen / diensten – In Situ Beton	796
6.	Infra	Ingekochte goederen / diensten – Gebakken klinkers	687

Tabel 1: meest materiele Scope 3 emissies Reimert Groep

De voornaamste reden dat de Reimert Groep kiest voor het uitvoeren van de ketenanalyse beton is dat Reimert als aandeelhouder van Cirwinn (voorheen Recyclingmaatschappij Vijfhoek Flevoland B.V.) een initiatief is gestart om duurzaam beton te produceren: beton met betongranulaat als grindvervanger en beton waarin cement compleet vervangen wordt door een andere activator: geopolymeerbeton. Dit betekent niet alleen dat er CO_2 wordt bespaard op regulier beton, maar ook dat reststromen duurzaam kunnen worden verwerkt. Met deze ketenanalyse kunnen we de resultaten nauwkeurig monitoren en onze bijdrage aan de reductie van onze eigen CO_2-footprint en die van Almere in kaart brengen. Hierbij sluiten we eveneens aan bij de doelstellingen van de gemeente Almere, namelijk het reduceren van de CO_2-footprint van Almere en het sluiten van lokale grondstoffen kringlopen.

Duurzame betoncentrale Cirwinn

In onze eerste versie van de ketenanalyse in 2016 hebben we de gehele levenscyclus van beton op het door Reimert uitgevoerde project Reconstructie kruispunt Hilaard (uitgangspunt C30/37 CEM III/B) onder de loep

genomen en per schakel de CO_2-uitstoot in kaart gebracht. Hierbij hebben we gebruikgemaakt van emissiecijfers berekend door andere partijen, zoals CE Delft, en andere aannemers die een ketenanalyse voor beton hebben opgesteld. Inmiddels zijn wij enkele jaren verder en hebben we onze emissiegegevens verder uit kunnen diepen. Daarnaast zijn er ook geverifieerde gegevens over de CO_2-impact van geopolymeerbeton bekend en tevens ook van de reguliere betonspecie van onze vaste leverancier Theo Pouw.

2. Organisatie en activiteiten

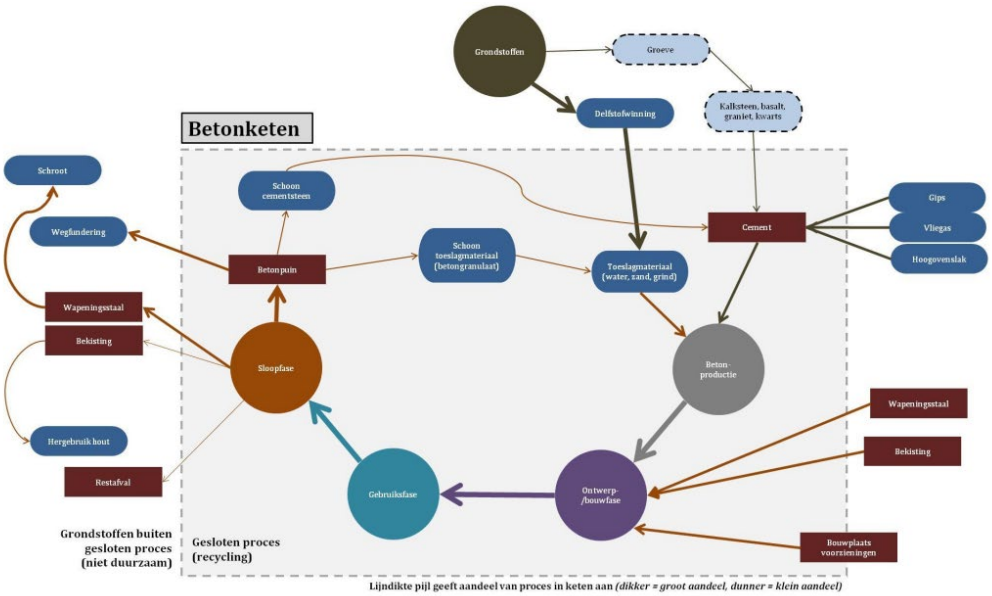
Naast wegenbouw, het bouwrijp maken van nieuwbouwlocaties en het inrichten van openbare ruimtes voert Reimert ook civiele betonbouw uit. Ontwerp, calculatie en werkvoorbereiding voor Reimert Bouw en Infrastructuur en haar zusterondernemingen Aannemingsbedrijf De Wilde en Beugel infrastructuur worden centraal georganiseerd vanuit Almere door de Reimert Groep. Het werkgebied beslaat uit de provincies Utrecht, Flevoland, Overijssel, Drenthe, Gelderland, Groningen, Friesland en Noord-Holland.

Bouwkundig gezien is midden-Nederland het werkgebied. Ubink Bouw en Onderhoud beschikt over bouwkundig en constructief onderlegde medewerkers en houdt kantoor op de centrale vestiging van Reimert. Ubink is gespecialiseerd in B2B onderhoud

3. Ketenbeschrijving

Over het algemeen kan worden gezegd dat in de projecten van de organisatie van Reimert gebruik wordt gemaakt van beton dat op locatie wordt gestort en prefabbeton (geprefabriceerde betonproducten). Daarbij wordt indien noodzakelijk ook wapening toegepast.

In deze ketenanalyse richten we ons op betonspecie dat op locatie wordt gestort (‘in situ’ beton). Wij hebben besloten om bekisting en wapening niet mee te nemen in deze analyse gezien de relatief kleine reductiemogelijkheden die we zien voor deze twee onderdelen van de keten.



keten van betonspecie of ‘in situ-beton’ ziet er als volgt uit:

Afbeelding 1: Betonketen, GMB Ketenanalyse Beton 2019

Wat tevens in de betonketen moet worden meegenomen zijn de transportbewegingen. Deze vinden plaats op de volgende schakels in de keten:

- Grondstofwinning → productielocatie
- Productielocatie → projectlocatie

- Sloop → recycling
- Sloop → afval

De keten valt op te delen in zes hoofdprocessen:

- Winning grondstoffen (A1-A2)

Voor de productie van betonspecie moeten verschillende grondstoffen gewonnen worden. De belangrijkste grondstoffen in dit proces zijn zand, grind, water en cement. Voor de productie van cement is daarnaast hoogovenslak, vliegas en gips nodig.

- Betonproductie (A3)

Wanneer zand, grind, cement en water worden gemengd ontstaat betonspecie. Hier wordt nog een additief, zoals plastificeerder, bindingsvertrager en indien nodig een vulstof aan toegevoegd. Cement is het hoofdbestanddeel van betonspecie, waarbij verschillende types kunnen worden toegepast: CEM I (Portlandklinker), CEM II, IV en V (waarbij de CO_2-intensieve Portlandklinker is vervangen door alternatieve grondstoffen) en CEM III (restproduct hoogovenslak). Afhankelijk van de toepassing bestaat betonspecie uit diverse gradaties: het cementgehalte, type cement, de hoeveelheid en type toeslagmiddelen kan sterk variëren.

- Verwerking in projecten (A4-A5)

Betonspecie wordt met betonmixers naar de bouwplaatsen vervoerd en ter plekke verwerkt met een betonpomp. Betonspecie wordt aan de hand van bekisting of een mal in de gewenste vorm gegoten. Bij traditioneel betonspecie wordt verdicht door middel van trilnaalden.

- Gebruikersfase (B)

In de gebruikers- en onderhoudsfase vergt beton weinig onderhoud. Kunstwerken worden meestal ontworpen met een levensduur van 50 of 100 jaar. Het kan voorkomen dat er soms reparaties aan het beton moeten worden gedaan.

- Slopen/breken van beton (C)

Voor de sloop van beton wordt vaak gebruik gemaakt van rupskranen met pneumatische trilkoppen om het betonpuin in grote fracties te breken. Vervolgens worden deze grote fracties gebroken tot kleinere fracties door het gebruik van een betonbreker. Na sloop van het bouwwerk en breken van het (gewapend) beton heeft men betongranulaat en eventueel gebruikt wapeningsstaal. Deze worden getransporteerd voor eventueel hergebruik.

- Recycling (D)

Het betongranulaat kan vervolgens gewassen worden in een wasinstallatie. Deze wasinstallatie zorgt ervoor dat het betongranulaat verder uitgesplist wordt in hoogwaardige secundaire grondstoffen. Grondstoffen die teruggewonnen worden zijn cementslak, secundair zand en verschillende fracties grind. Deze kunnen op een hoogwaardige manier weer worden toegepast in nieuw te produceren beton.

4. CO2-uitstoot betonketen binnen de organisatie van Reimert

Op basis van primaire leveranciersdata en secundaire data hebben wij de CO_2-uitstoot over het gehele proces inzichtelijk gemaakt. Deze zullen in dit hoofdstuk per fase toegelicht worden.

4.1 Winning en transport grondstoffen (A1-A2)

Zoals eerder benoemd bestaat betonspecie voornamelijk uit 4 ingrediënten: cement, zand, grind en eventueel vul- en hulpstoffen. Op basis van de beschermde LCA-rapportage van onze producent (Theo Pouw, 2023) kunnen de volgende CO_2-emissies inzichtelijk gemaakt worden voor de winning van deze vier productstromen per m^3 betonspecie.

Grondstof	CO_2 /m^3 betonspecie (kg)
Cem I	94.645
Zand/Grind	6.553
Hoogovenslak	8.181
Totaal:	109.383

Tabel 2: Co-emissies grondstoffenwinning (A1) ***(update 2023)***

Op basis van deze transportafstanden en de methode van transport levert dit de volgende CO_2-emissies op verdeeld naar aandeel truck en binnenvaartschepen per m^3 beton. Door vermeerdering van de transportafstanden naar de leveranciers is de bijdrage aan de footprint van transport toegenomen:

Transportmiddel	CO_2 /m^3 betonspecie (kg)
Truck	11.211
Binnenvaartschip	8.429
Totaal:	19.641

Tabel 3: CO_2-emissies transport grondstoffen (A2) (update 2023)

4.2 Productie betonspecie (A3)

Voor het productieproces van betonspecie zijn verschillende energiebronnen nodig. Voor het mixen van de betonspecie in de centrale wordt gebruik gemaakt van elektriciteit. Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van diesel om verschillende grondstoffen te transporteren naar de bunkers van de betoncentrale. Deze worden vervolgens per elektrische tansportband vervoerd naar de uiteindelijke mixer. Een laatste energiestroom die aan te duiden valt in het productieproces is aardgas. Dit wordt gebruikt voor verwarming van ingrediënten alsmede de centrale zelf.

Op de productielocatie in Almere zijn de gevels van de centrale bedekt met zonnepanelen. Deze zonnepanelen zijn goed voor ongeveer 40% van het elektriciteitsgebruik in het hele proces. Dit levert een reductie op van 0,2 kg CO_2 eq, per kWh. Op basis van de aan ons verstrekte gegevens (Theo Pouw, 2023) komen we tot de volgende hoeveelheid CO_2 eq. per m^3 betonspecie. Dit is opnieuw een verbetering t.o.v. 2020.

Proces	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)
Productie betonspecie	1,54
Totaal:	1,54

Tabel 4: Co-emissies productieproces betonspecie (A3) (Update 2023)

4.3 Verwerking op de Bouwplaats (A4-A5)

Voor de verwerking van betonspecie op de bouwplaats moet de betonspecie eerst vervoerd worden naar de bouwplaats. Dit wordt gedaan aan de hand van Euro 6 betonmixers. Om de CO_2-emissies inzichtelijk te maken is uitgegaan van een gemiddelde transportafstand van 20 km van centrale tot projectlocatie. Op basis van emissiefactoren van CE-Delft(2013, p. 27) en een soortelijk gewicht van beton van 2400 kg/m^3 kunnen we dan tot de volgende hoeveelheid CO_2 eq. uitkomen per m^3 betonspecie:

Proces	Transportafstand (km)	Emissiefactor CO_2/km (kg)	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)
Transport naar projectlocatie	20	0,257	5,14
		Totaal:	5,14

Tabel 5: Co-emissies transport betonspecie naar projectlocatie (A4)

Na het transport wordt de betonspecie gestort. Hierbij kan er gebruik worden gemaakt van een betonpomp en trilnaalden voor het verdichten van de betonspecie. Op basis van gegevens uit de Nationale Milieu Database (2022, Betonspecie voor GWW C3037 CEM I 30% granulaat) is er de volgende hoeveelheid CO_2 eq. uitkomen per m^3 betonspecie te kwantificeren:

Proces	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)
Verwerking betonspecie	18,29
Totaal:	18,29

Tabel 6 Co-emissies verwerking betonspecie op projectlocatie (A5)

4.4 Gebruiksfase (B)

Door de hoge duurzaamheid van beton hoeft er geen onderhoud gepleegd te worden. Er vallen voor de gebruiksfase dan ook geen CO_2-emissies gekwantificeerd te worden in de footprint.

4.5 Sloop (C)

De sloopfase van beton valt te verdelen in 4 verschillende fases: de sloop zelf (C1), het transport naar de afvalverwerker (C2), de verwerking van het afval (C3) en eventuele stort van niet herbruikbare materialen (C4).

Voor het sloopproces zelf komen emissies vrij. Deze worden veroorzaakt door rupskranen en eventueel een betonbreker die op de projectlocatie aanwezig is. Op basis van gegeven van de NMD (2023) kunnen de volgende emissies voor dit proces gekwantificeerd worden:

Proces	CO_2 eq./m^3 beton (kg)
Sloop beton	20,23
Totaal:	20,23

Tabel 7: Co-emissies sloop beton op projectlocatie (C1)

Voor het transport naar de afvalverwerker is dit wel het geval. Er is voor het berekenen van deze emissies wederom uitgegaan van een aantal aannames. Ten eerste is er weer uitgegaan van een transportafstand van 20 km. Daarnaast is er voor het vervoer uitgegaan van Euro 6 trucks en een soortelijk gewicht van betonpuin van 1700 kg/m^3. Op basis van dezelfde emissiefactor van CE Delft (2013) zijn de volgende emissies berekend:

Proces	Transportafstand (km)	Emissiefactor CO_2/km (kg)	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)
Transport naar verwerker	20	0,182	3,64
		Totaal:	3,64

Tabel 8: Co-emissies transport betonpuin naar verwerker (C2)

Ook op de locatie van de afvalverwerker komt er uitstoot vrij. Deze is afkomstig van de breekinstallatie voor het betonpuin en het verplaatsen van verschillende afvalstromen. Deze kunnen op basis van de gegevens van de NMD (2022) gekwantificeerd worden:

Proces	CO_2 eq./m^3 beton (kg)
Verwerking betonpuin	0,18
Totaal:	0,18

Tabel 9 Co-emissies verwerking betonpuin op locatie verwerker (C3)

Daarnaast kan een deel van het betonpuin niet op een hoogwaardige manier hergebruikt worden. Er moet hierbij gedacht worden aan betonpuin dat tijdens haar levensduur verontreinigd is geraakt. Bij de verwerking hiervan komen ook emissies vrij. Dit heeft voornamelijk betrekking op afvoer van het materiaal binnen de afvalverwerkingslocatie zelf. De vrijkomende emissies zijn echter maar marginaal voor een m^3 beton (NMD, 2022):

Proces	CO_2 eq./m^3 beton (kg)
Afvoer afval	0,12
Totaal:	0,12

Tabel 10: Co-emissies afvoer restproduct naar stort (C4)

4.6 Recycling (D)

Zoals eerder in de ketenomschrijving beschreven zijn er voor betongranulaat ook recyclingmogelijkheden. Er zijn twee veelgebruikte toepassingen binnen de sector. Als funderingsmateriaal voor wegen in de vorm van menggranulaat of het opnieuw toepassen van granulaat in nieuwe betonspecie. Doordat dit grondstoffen bespaart, kan hier een negatieve CO_2-uitstoot voor gealloceerd worden. Op basis van gegevens van de NMD (2022) kan de volgende hoeveel CO_2-emissies van de totale footprint worden afgetrokken:

Proces	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)
Hergebruik grondstoffen	-8,63
Totaal:	-8,63

Tabel 11: Co-emissies recycling betonspecie (D)

4.7 Overzicht totale footprint betonketen Reimert Groep

Op basis van de bovenstaande gegevens kan de totale footprint van 1 m^3 inzichtelijk gemaakt worden:

Proces	CO_2 eq./m^3 betonspecie (kg)	Percentage footprint
Winning Grondstoffen (A1)	109,383	64,5%
Transport Grondstoffen (A2)	19,641	11,6%
Productie (A3)	1,54	0,9%
Transport naar locatie (A4)	5,14	3,0%
Aanleg (A5)	18,29	10,8%
Gebruik (B)	0,00	0,0%
Sloop (C1)	20,23	11,9%
Transport naar afvalverwerker (C2)	3,64	2,1%
Verwerking van het afval (C3)	0,18	0,1%
Stort (C4)	0,12	0,1%
Hergebruik (D)	-8,63	-5,1%
Totaal:	169,534	100%

Update 2023

Op basis van deze analyse kan er worden geconcludeerd dat het zwaartepunt van de CO_2-footprint in de grondstoffenwinning zit, en dan voornamelijk het cement. De reductiemaatregelen zullen zich dan ook voornamelijk richten op dit onderdeel van de keten. In hoofdstuk 6 zal er dieper op deze reductiemaatregelen worden ingegaan.

4.2 Toepassen recyclebeton

Binnen onze ontwerpopdrachten hebben wij vaak vrijheid waar het gaat om het toepassen van materialen. Steeds vaker zien wij de uitvraag voorbijkomen om een plan te schrijven voor circulaire toepassingen of andere keuzes in het kader van duurzaamheid. Het toepassen van recyclebeton sluit hier goed op aan. Wel is er een kanttekening als het gaat om kwaliteitseisen. Wanneer bijvoorbeeld de CUR100 (schoonbeton) van toepassing is, is de verwerking van recyclebeton risicovol. Door ontwikkelingen in de markt, door o.a. het betonakkoord, zien we in de markt wel ontwikkelingen waarin mengsels met hogere percentages toeslagmaterialen steeds gangbaarder wordt. Op de betoncentrale op het terrein van Cirwinn wordt al standaard gebruik gemaakt van 30% hergebruikte toeslagmaterialen in de standaard betonspecie en met toevoeging van gerecyclede steenslag zelfs tot 70% afhankelijk van het mengsel.

4.3 Toepassen geopolymeerbeton

Sinds 2020 beschikt de betoncentrale over de technische capaciteit om op grote schaal geopolymeerbeton te produceren. Geopolymeerbeton is een innovatief beton wat in samenstelling nauwelijks verschilt van regulier beton. Echter is het belangrijkste verschil dat het cement vervangen wordt door een samenstelling van chemische activators die het verhardingsproces in werking doen treden. De productie van cement is jaarlijks goed voor 8% van de wereldwijde CO_2-uitstoot. Daarnaast heeft het ook het grootste aandeel in de footprint van beton. Door het cement te vervangen is er dus een enorme reductie te behalen in bouwwerken waarvoor beton gebruikt moet worden. Verder biedt het geopolymeerbeton de mogelijkheid om hergebruikte toeslagmaterialen toe te passen. Dit kan in sommige situaties zelfs tot 100% zonder dat dit afdoet aan de sterkte en kwaliteit.

CO_2-reductie geopolymeerbeton

Zoals gezegd is de samenstelling van geopolymeerbeton relatief gezien gelijk aan dat van een gewone mortel. Echter heeft het cement (CEM I) een bijdrage van 94,65 kg CO_2 eq. per m^3 op een totale footprint van 130,564 kg CO_2 eq. Dit is dus een bijdrage van het cement van 72.5% in de totale footprint. Als er gekeken wordt naar de totale footprint van de cementvervangers in het geopolymeerbeton dan komt dit neer op 69,36 kg CO_2 per m^3 beton. Dit levert per m^3 dus een absolute reductie op van 61,2 kg CO_2 eq. op.

Geopolymeerbeton toepassing in projecten

Na een uitvoerig testtraject, dat gestart is in 2019, bleken de testresultaten zo positief dat in 2020 de beslissing is gemaakt om het geopolymeerbeton toe te passen in twee te bouwen bruggen op het Floriade terrein in Almere. Het ging hier om een voetgangersbrug (Rondje Weerwaterbrug) en een verkeersbrug (Beverbrug) welke geschikt is voor zwaar vrachtverkeer. In de voetgangersbrug is er in het brugdek gekozen voor geopolymeerbeton in het brugdek. De echte innovatie heeft echter plaatsgevonden in de verkeersbrug. Hier is geopolymeerbeton namelijk voor het eerst wereldwijd toegepast in de constructieve delen van de brug zoals in de tussenliggers en de randliggers. Voor beide bruggen is in totaal 732 m^3 geopolymeerbeton toegepast.

In 2023 is weinig gebruik gemaakt van geopolymeerbeton. Voor de stootplaten voor de Zaanbrug is in totaal 36 m^3 geopolymeerbeton gebruikt.

5. Overzicht ketenpartners

Fase	Ketenpartner	Relatieketenpartner
Eisen m.b.t. beton	Opdrachtgevers	Direct
Certificering beton	KIWA	Indirect
Winning Grondstoffen	Diverse leveranciers Theo Pouw	Indirect
Productie betonspecie	Theo Pouw	Direct
Transport naar bouwplaats	Cirwinn, Theo Pouw	Direct
Verwerker op bouwplaats	Eigen medewerkers/ onderaannemers	Direct/ indirect
Sloop	Eigen medewerkers/ onderaannemers	Direct/ indirect
Transport/ recycling	Cirwinn / Theo Pouw	Direct

6. Mogelijkheden en strategieën

6.1 Betonmengsels: toepassen betongranulaat en geopolymeerbeton

Binnen onze ontwerpopdrachten hebben wij vaak vrijheid waar het gaat om het toepassen van materialen. Steeds vaker zien wij de uitvraag voorbijkomen om een plan te schrijven voor circulaire toepassingen of andere keuzes in het kader van duurzaamheid. Het toepassen van recyclebeton sluit hier goed op aan. Wel is er een kanttekening als het gaat om kwaliteitseisen. Wanneer bijvoorbeeld de CUR100 (schoonbeton) van toepassing is, is de verwerking van recyclebeton risicovol. Door ontwikkelingen in de markt, door o.a. het betonakkoord, zien we in de markt wel ontwikkelingen waarin mengsels met hogere percentages toeslagmaterialen steeds gangbaarder wordt. Op de betoncentrale op het terrein van Cirwinn wordt al standaard gebruik gemaakt van 30% hergebruikte toeslagmaterialen in de standaard mortel en met toevoeging van gerecyclede steenslag zelfs tot 70% afhankelijk van het mengsel.

Binnen onze EMVI-aanbestedingen wordt standaard ingezet op beton met een recyclepercentage van betonpuin als grindvervanger waarbij 30% onze standaard is. Daarnaast proberen wij in EMVI-aanbestedingen geopolymeerbeton als extra kans aan te bieden aan opdrachtgevers of als alternatief aan te bieden in MKI-aanbiedingen. Echter lopen we op dit moment nog tegen weerstand bij opdrachtgevers aan door het innovatieve karakter van het geopolymeerbeton. Door bewustwording hopen we dat geopolymeerbeton op

grotere schaal in kunstwerken toegepast kan gaan worden. Grootste probleem is op dit moment het “bewijs” van de levensduur t.o.v. reguliere beton omdat dit bewijs nog niet is te leveren.

Bij het toepassen van betongranulaat dient rekening te worden gehouden met de kwaliteit van het beton: wanneer sprake is de CUR 100 (en eventuele andere normen/eisen) wordt het al risicovol om voor een percentage te gaan dat boven die 20-30% ligt. In samenwerking met Theo Pouw hebben we verschillende mengsels samengesteld om te kijken wat dit zou doen met de footprint. Uit de resultaten blijkt dat de footprint door het toepassen van betongranulaat langzaam naar beneden gaat. De vraag of we iets kunnen met de werkplanning door bijv. de verhardingstijd van het beton te verlengen van 28 dagen naar 56 dagen (of meer) hebben we ook bekeken. Beton dat meer tijd krijgt om te verharden, kan worden samengesteld met een lager klinkergehalte, en daarmee een lagere CO_2-uitstoot. De MKI-waarden en CO_2-uitstoot kunnen dan met tientallen procenten omlaag.

In onderstaande tabel is af te lezen dat wanneer je kijkt naar de reguliere betonmengsels in de linker kolom er voor C30/37 sprake is van 140 kg CO_2/m3 en bij C35/45 145 kg CO_2/m3. Wanneer je gaat voor een percentage betongranulaat van 30, dan vermindert de OO_2-uitstoot voor beide mengsels met 5 kg CO_2/m3.

Samenstelling	C30/37						C35/45					
PoB (%)	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
Slak (5)	70	80	70	80	70	80	70	80	70	80	70	80
Primair (grof TSM)	100	100	70	70	50	50	100	100	70	70	50	50
Secundair (grof TSM)	0	0	30	30	50	50	0	0	30	30	50	50
CO2	140	109	135	105	132	101	145	114	140	109	136	105
MKI	11,3	9,5	10,8	8,9	10,4	8,5	11,7	9,8	11,1	9,2	10,7	8,8

Als er aan de knoppen gedraaid wordt en de verhouding cement-slak aangepast wordt, vermindert de CO_2-uitstoot met meer dan 30 kg CO_2/m3.

Sinds 2020 beschikt de betoncentrale over de technische capaciteit om op grote schaal geopolymeerbeton te produceren. Geopolymeerbeton is een innovatief beton wat in samenstelling nauwelijks verschilt van regulier beton. Echter is het belangrijkste verschil dat het cement vervangen wordt door een samenstelling van chemische activators die het verhardingsproces in werking doen treden. De productie van cement is jaarlijks goed voor 8% van de wereldwijde CO_2.-uitstoot. Daarnaast heeft het ook het grootste aandeel in de footprint van beton. Door het cement te vervangen is er dus een enorme reductie te behalen in bouwwerken waarvoor beton gebruikt moet worden. Verder biedt het geopolymeerbeton de mogelijkheid om hergebruikte toeslagmaterialen toe te passen. Dit kan in sommige situaties zelfs tot 100% zonder dat dit afdoet aan de sterkte en kwaliteit.

Zoals gezegd is de samenstelling van geopolymeerbeton relatief gezien gelijk aan dat van een gewone mortel. Echter heeft het cement (Cem I) een bijdrage van 94,65 kg CO_2 eq. per m^3 op een totale footprint van 130.564 kg CO_2 eq.. Dit is dus een bijdrage van het cement van 72.5% in de totale footprint. Als er gekeken wordt naar de totale footprint van de cementvervangers in het geopolymeerbeton dan komt dit neer op 69,36 kg CO_2 per m^3 beton. Dit levert per m^3 dus een absolute reductie op van 61,204 kg CO_2 eq. op.

Zoals boven gesteld, biedt de constructieve toepassing van geopolymeerbeton vooral mogelijkheden om op grote schaal CO_2-recuctie te bewerkstelligen in de betonketen. Per m^3 levert het geopolymeerbeton een reductie op van 61,204 kg CO_2 eq. Een gemiddelde brug bevat rond de 195 m^3 beton. Dit zou per brug een reductie van 11,9 ton opleveren. Dit is nog eens extra relevant gezien de grote vervangingsopgave waar de Nederlandse infrastructuur voor staat in de nabije toekomst. Tussen nu en 2040 dienen 40.000 bruggen en viaducten vervangen te worden. Als de vervanging allemaal in geopolymeerbeton gedaan zou worden zou dit een potentiële besparing van 0,5 megaton aan CO_2 eq. opleveren.

6.2 Transport en verwerking op de bouwplaats

Reimert zoekt samen met haar ketenpartners naar nog verdere reductie in de CO_2-reductie in de betonketen. Op het gebied van transport en verwerking wordt er op dit moment gekeken naar de volgende maatregelen:

- Verkleinen transportafstanden leveranciers
- Bulkleveringen grondstoffen per binnenvaartschip
- Transport op HVO100 dan wel vrachtwagens met waterstofinjectie
- Elektrische truckmixers

6.3 Ontwikkelingen 2022

Projecten

Sinds 2020 wordt op al onze projecten al ingeschreven met duurzamere betonmengsels waarvan de CO_2 footprint lager is door de toepassing van hoge percentages betongranulaat. Dit heeft de CO_2-uitstoot per m^3 teruggebracht.

7. Voortgang en doelstelling 2020, 2021, 2022 en 2023

In de tweede helft van 2023 hebben we 36 m3 geopolymeerbeton met 50% betongranulaat toegepast op stootplaten bij de Zaanbrug tussen Wormer en Wormerveer. Dit beton was afkomstig van de centrale Cirwinn in Almere.

In onderstaand overzicht wordt de impact van het geopolymeerbeton in de CO_2-uitstoot duidelijk. Er wordt de vergelijking gemaakt tussen de werkelijke hoeveelheid geopolymeerbeton die is toegepast en de alternatieve situatie waarin regulier beton met 30% betongranulaat is toegepast.

Fase	**Project: Stootplaten Zaanbrug Geopolymeer met 50%**	**% totaal**	**30%**	**% totaal**
	m3		**m3**	
Winning/ productie	69,36	64%	130,56	77%
Transport naar bouwplaats	5,14	5%	5,14	3%
Verwerker op bouwplaats	18,29	17%	18,29	11%
Sloop & recycling	20,23	19%	20,23	12%
Transport verwerker	3,64	3%	3,64	2%
Verwerking afval	0,18	0%	0,18	0%
Stort	0,12	0%	0,12	0%
Hergebruik	-8,64	-8%	-8,64	-5%
Totaal CO_2/m	**108,32**	**100%**	**169,53**	**100%**

Dit levert in totaal dus een reductie op van 61,204 kg CO_2 eq/m^3 en dus een procentuele reductie van 36%.

7.2 Doelstelling

De referentiecijfers van de in 2016 opgestelde doelstelling is aangepast aan de cijfers van de centrale in Almere, terwijl de reductiepercentages ambitieuzer zijn ingezet sinds 2020. De cijfers zijn gebasseerd op de volumes afgenomen in situ beton en geopolymeerbeton:

4.A.1. Ketenanalyse beton – update 2023

	2016	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	referentie	-1%	-2%	-3%	-4%	-5%	-7%	-8%	-10%
Doelstelling	198	196,02	194,04	192,06	190,08	188,1	184.1	180,2	176,58
Resultaat kg CO_2 / m^3	198	196	194	185	154	169,5	169,5		

Door de toepassing van geopolymeerbeton in afgelopen jaren in verschillende projecten, is de uitstoot per m^3 beton dat de Reimert Groep toepast fors gedaald. In totaal is er in 2021 805 m3 in situ geopolymeerbeton toegepast binnen onze projecten. Dit is in totaal 16% van het totale toegepaste in situ beton over 2021. In 2022 is er geen polymeerbeton toegepast de totale hoeveelheid verwerkt beton bedroeg 1848,5 m3. Het betreft hier regulier beton.

Om de utistoot binnen de keten in 2023 nog verder te laten dalen, zet de Reimert Groep in op de volgende maatregelen:

Onderdeel	Actie	VT	Wanneer	Status	Reductie		
					2022	2023	2024
Winning / productie	Inventariseren mogelijkheden percentages hergebruik betongranulaat per toepassing verder opvoeren waar mogelijk	Directie Ontwerp Werkvoor-bereiding Uitvoering	Vanaf 2018	Vanaf 202 standaard 30% hergebruikt betongranulaat in tenders Door onderzoeken mogelijkheden toepassen boven de 50% hergebruik	5%	2%	2%
Transport naar project	Verkleinen transportafstanden leverancier Bulkleveringen grondstoffen per binnenvaarschip Transport op HVO100 dan wel vrachtwagens met waterstofinjectie Elektrische truckmixer	Directie Werkvoor-bereiding Uitvoering KAM-manager	Vanaf 2020	Actief in gesprek met leveranciers om dit te bewerkstelligen			
Winning / productie	Toepassing en opschaling geopolymeerbeton	Directie	Vanaf 2020	2021: Eerste projecten met geopolymeerbeton Nieuwe projecten worden actief gezocht			
				totaal	5%	2%	2%

8. Verbeteringen ketenanalyse

- In samenwerking met de betontechnoloog opties op duurzaamheid onderzoeken (regelmatige update i.v.m. ontwikkelingen;
- Beter inzicht krijgen in CO_2-footprint na productie/winning fase, is nu nog generieke informatie. Er kan bijvoorbeeld gekeken worden naar het aantal daadwerkelijke transportkilometers over het gehele jaar. Daarnaast zou ook een het ingezette materieel op projecten voor meer primaire data moeten zorgen.

9. Datacollectie en kwaliteit

In deze ketenanalyse is gebruikgemaakt van branchecijfers en zijn aangevuld met specifieke cijfers van leveranciers. Wij zijn hierin verder ondersteund door de duurzaamheidsexpert van de Theo Pouw Groep, Alwin Anninga en Connie Boere.

Voor de secundaire data is de kwaliteit lager. Echter zijn de aannames die gedaan zijn duidelijk aangegeven in het berekenen van de uitstoot in de keten. Zoals in hoofdstuk 8 benoemd gaat er gekeken worden of er meer primaire informatie verkregen kan worden na de productiefase van de betonspecie.

10. Bronvermelding

CE-Delft. (2013, april). *Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw*. https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_2828_Milieu-impact_van_betongebruik_DEF_1411033477.pdf

GMB. (2019, april). *Ketenanaylse Beton* [Illustratie]. Ketenanalyse Beton. https://cdn.i-pulse.nl/gmb-website/userfiles/CO2-Prestatieladder/ketenanalyse-beton-gmb-2019-definitief.pdf

Nationale Millieudatabase. (2022, 8 augustus). *Betonmortel voor GWW C3037 CEM I 30% granulaat* (3.1) [Dataset]. Stichting NMD. https://viewer.milieudatabase.nl/producten

Theo Pouw B.V. (2020, juni). *LCA achtergrondrapport M1 (C30/37) & M2 (Geopolymeer)*.

LCA update Theo Pouw b.v. 2023