

DURA VERMEER BETON- EN WATERBOUW ; HOGESCHOOL VAN
ARNHEM EN NIJMEGEN

Hoofdrapportage

Een concrete blik op de CO2-footprint
van civiele betonwerken

Ruben van der Zanden

25-2-2016

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Een concrete blik op de CO2-footprint van civiele betonwerken'. Een onderzoek dat is gehouden om een bewustzijn te creëren binnen de betonwereld dat de CO2-uitstoot van de betonketen niet gereduceerd wordt zolang men de CO2-footprint over het grote geheel analyseert en beoordeeld.

Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Civiele Techniek aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN). Van februari 2015 tot en met augustus 2015 ben ik actief geweest met het onderzoek en het schrijven van deze scriptie. Graag wil ik mijn schoolbegeleider Ruud de Boer bedanken voor het meedenken in oplossingen voor de problemen die ik ben tegengekomen tijdens het afstudeerproces.

Het bedrijf van waaruit deze opdracht gekomen is, is Dura Vermeer Beton- en Waterbouw (DVBW). Ik mag van geluk spreken dat ik hier mijn onderzoek heb kunnen uitvoeren, gezien de warme sfeer op de werkvloer die zorgde voor veel communicatie, kennisuitwisseling en ontspanning met mijn collega's van Dura Vermeer. Graag wil ik de heren Hans Kooijman en Maarten van de Ven bedanken voor de bovenmatige interesse, tijd en input die jullie in mijn onderzoek hebben gestoken. Daarnaast wil ik in het speciaal mijn begeleider Joost van Bezooijen bedanken vanwege het feit dat je mij de kans hebt gegeven mijn onderzoek in volledige vrijheid uit te voeren en klaarstond op de momenten dat ik vast leek te lopen.

Ruben van der Zanden

Auteur

Ruben van der Zanden
Haarhamer 22
5446 VB, Wanroij
Civiele Techniek
rubenvdzanden@hotmail.com

Betrokken organisaties

Afstudeerbedrijf

Dura Vermeer Beton- en Waterbouw

Schoenaker 8
6640 AB Beuningen

Onderwijsinstelling

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Faculteit Built Environment
Ruitenberglaan 26
6826 CC, Arnhem

Betrokken personen

Verzorger opdracht

Hans Kooijman
Statutair Directeur
h.kooijman@duravermeer.nl

Bedrijfsbegeleider

Joost van Bezooijen
Hoofd Procesmanagement
joost.v.bezooijen@duravermeer.nl

Eerste begeleider

Ruud de Boer
Hoofddocent
ruud.deboer@han.nl

Tweede begeleider

Jaap Kerstma
Hoofddocent
j.kerstma@han.nl

Voor dit document geldt:

Indien bij een afbeelding of figuur geen bron vermeld is, is er sprake van eigen werk van R.A. van der Zanden, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, in opdracht van Dura Vermeer Beton- en Waterbouw.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	6
1. Inleiding	7
2. Onderzoeksgegevens	8
2.1 Aanleiding	8
2.2 Probleemstelling.....	8
2.3 Doelstelling.....	8
2.4 Onderzoeksvragen.....	9
3. CO2-footprint.....	10
3.1 CO2-uitstoot beton project Ruimte voor de Waal	10
4. Toegepaste betonmengsels.....	15
4.1 L-wand.....	15
4.1.1 Toegepaste betonmengsels	15
4.2 Milieuklasse.....	17
4.2.1 Eisen	17
4.2.2 Afwegingen	17
4.3 Ontwerplevensduur	18
4.3.1 Eisen	18
4.3.2 Afwegingen	18
4.4 Eindsterkte	19
4.4.1 Eisen	20
4.4.2 Afwegingen	20
4.5 Bouwmethode	20
4.5.1 Eisen	20
4.5.2 Afwegingen	20
4.6 Planning	21
4.6.1 Eisen	21
4.6.2 Afwegingen	21
4.7 Samenvatting	21
5. Conclusie.....	22
6. Aanbevelingen en suggesties	23
6.1 Ontwerpeisen	23
7. Bibliografie.....	24
Bijlagen.....	26
Bijlage A – Tabel Cementbouw CO2-emissies en samenstelling beton project Ruimte voor de Waal	27
8. Addendum	29
8.1 Inleiding.....	29

8.2	Scheurvorming	30
8.2.1	Inleiding.....	30
8.2.2	Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	31
8.2.3	Berekening.....	33
8.2.4	Resumé.....	37
8.3	Mengselberekening	38
8.3.1	Inleiding.....	38
8.3.2	Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	38
8.3.3	Berekening.....	39
8.3.4	Conclusies	45
8.4	Verhardingsbeheersing	46
8.4.1	Inleiding.....	46
8.4.2	Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	46
8.4.3	Berekening.....	46
8.4.4	Conclusies	56
8.5	Eindconclusie	58

Samenvatting

Het doel van dit afstudeeronderzoek is het creëren van een bewustzijn omtrent de CO₂-footprint van beton binnen de civiele betonketen. Het reduceren van CO₂-uitstoot is binnen de betonwereld een veelbesproken onderwerp. Het verminderen van CO₂-uitstoot wordt momenteel getracht aan de hand van gemiddelde jaarcijfers van betoncentrales. Echter, voordat deze CO₂-uitstoot drastisch verlaagd kan worden, dient men eerst bewust te zijn van de specifieke herkomst van deze emissies.

Om dit bewustzijn te creëren is de CO₂-footprint van de civiele betonketen van grof naar fijn geanalyseerd. In eerste instantie is onderscheid gemaakt tussen de civiele bouw en de woning- en utiliteitsbouw. Vervolgens is de CO₂-uitstoot van betonwerken van vijf projecten van Dura Vermeer Beton- en Waterbouw (DVBW) vergeleken. Daarna is ingezoomd op één van deze vijf projecten: Ruimte voor de Waal. Hierin is de CO₂-uitstoot per betonwerk geanalyseerd en vergeleken, waarna één betonconstructie tot in de uiterste details is geanalyseerd op CO₂-uitstoot. Bij de CO₂-analyse van deze constructie is gekeken naar milieuklasse, ontwerplevensduur, eindsterkte, bouwmethode en stortplanning.

Wanneer de CO₂-uitstoot van beton in de civiele bouw ten opzichte van de woning- en utiliteitsbouw vergeleken wordt, valt direct op dat deze twee branches dermate van elkaar verschillen, dat het onmogelijk is dezelfde doelen en eisen m.b.t. CO₂-reductie te stellen. De civiele betonbouw produceert namelijk de helft van de totale hoeveelheid beton die de woning- en utiliteitsbouw produceert, terwijl de totale CO₂-uitstoot van beide branches gelijk blijft. Als vervolgens gekeken wordt naar de gemiddelde CO₂-uitstoot van vijf afzonderlijke betonprojecten van DVBW, blijken de emissies te variëren tussen de 120 kg en de 250 kg CO₂-uitstoot / m³ betonmortel. Om te kijken waar dit verschil vandaan komt is ingezoomd op project Ruimte voor de Waal. Ook hier variëren de cijfers per betonconstructie tussen de 130 kg (ondersteunde constructie) en 230 kg (overspanning) CO₂-uitstoot / m³ betonmortel. Daarom is ook hier weer gekeken naar één betonconstructie. Na het bekijken van de mengselsamenstellingen i.v.m. de ontwerpeisen m.b.t. milieuklasse, ontwerplevensduur, eindsterkte, bouwmethode en stortplanning, blijkt dat door de aanwezigheid van de strengste eisen op deze constructie weinig ruimte is om de uitstoot van CO₂ te reduceren.

Belangrijkste conclusie uit het onderzoek is dat geen enkel civiel betonproject hetzelfde is qua CO₂-uitstoot. Het is daardoor onmogelijk om voor het reduceren van de CO₂-uitstoot doelen en eisen te stellen die worden gebaseerd op de gemiddelde CO₂-uitstoot per m³ beton van de jaarproductie van betoncentrales in Nederland. Dit is momenteel echter wel het geval.

Concluderend kan worden gesteld dat een duidelijk en concreet beeld geschetst is over de CO₂-footprint binnen de civiele betonketen. Wil men de CO₂-uitstoot van de keten drastisch verlagen, is het van belang dat betonconstructies apart geanalyseerd en beoordeeld worden. Dit in tegenstelling tot het feit dat betoncentrales momenteel beoordeeld en geanalyseerd worden op basis van de jaarlijkse gemiddelde CO₂-uitstoot van de centrale.

Om het reduceren van de CO₂-uitstoot binnen de civiele betonketen een boost te geven wordt aanbevolen een index samen te stellen. Deze index geeft per type betonconstructie weer wat de gemiddelde CO₂-uitstoot is van de toe te passen beton. Daarna kunnen bij projecten concrete doelen gesteld worden m.b.t. het reduceren van de CO₂-uitstoot van een specifieke betonconstructie. Gevolg is dat de gehele civiele betonketen een grote slag maakt in het reduceren van de CO₂-uitstoot.

De scheurwijdte en het betonmengsel zijn in principe los van elkaar te berekenen. Echter, om tot een optimaal ontwerp te komen, dienen deze twee berekeningen wel samengevoegd te worden. Alle gegevens van beide berekeningen komen samen in de verhardingsbeheersing van een computersimulatieprogramma, in dit geval Femmasse Heat. Via dit programma worden de spelende krachten en de temperatuurontwikkeling inzichtelijk gemaakt en kan het ontwerp geoptimaliseerd worden door warmtebeheersing toe te passen, in dit geval koelleiding.