

# Evaluatie CO2 reductie in ketensamenwerking:

## Project 3 bruggen over kanaal Almelo – de Haandrik

Brug Bergentheim



Brug Beerzerveld



Brug Emtenbroekerdijk



## **Uitvoering Aannemersbedrijf van Haarst**

### Deelnemers ketensamenwerking:

*Aannemersbedrijf H. Van Haarst*

*Betoncentrale Twenthe*

*Cemex Cement Duitsland*

*Twentse Recyclings Maatschappij TRM*

**Werkgroep ketensamenwerking duurzaam gebruik van beton.**

### **De leden van deWerkgroep:**

*Dhr. E. Eikenaar (Aannemersbedrijf H. Van Haarst)*

*Dhr. D. Wintels & dhr. H. Ter Welle (Betoncentrale Twenthe)*

*Dhr. W. Remarque (Cemex Cement Duitsland)*

*Dhr. W. Ekkelenkamp (Twentse Recyclings Maatschappij TRM)*

### **Omschrijving project**

Aannemersbedrijf H. van Haarst, is in overleg met Betoncentrale Twenthe een ketensamenwerking gestart om een verduurzamingslag te maken bij het gebruik van beton. De keuze om een ketensamenwerking te starten op het onderdeel beton ligt in de lijn van de beton technische werkzaamheden die Aannemersbedrijf H. van Haarst uitvoert en de relatief hoge CO2 uitstoot van cement. Om de mogelijkheden te analyseren heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst voor deze Co2 reductie het project voor drie bruggen over het Overijssel kanaal aangewezen dit werk start medio 2012. Om tot een zo hoge mogelijke CO2 reductie te komen, is de situatie geanalyseerd met als doelstelling het gehele project op een kwalitatief en economisch haalbare wijze zo duurzaam mogelijke op te leveren.

In samenwerking met de partijen Betoncentrale Twenthe, TRM en Cemex, heeft Aannemersbedrijf H. Van Haarst besloten om project breed de mogelijkheden te analyseren om een besparing te kunnen realiseren op de totale milieukosten en CO2, tijdens deze eerst werkbepreking is er door Betoncentrale Twenthe in samenspraak met Cemex & TRM het volgende geadviseerd.

#### **Advies op het gebied van cement**

- Toepassen van CEMIII met een hoog percentage hoogovenslak bij voorkeur een CEMIIIB met een lagere sterkte N42,5 i.p.v. het veel gebruikte CEMI 52,5N dit zorgt voor een CO2 reductie van +- 70% op het totale mengsel.

#### **Advies op het gebied van toeslag materiaal**

- Gebruik van gerecycled beton/menggranulaat voor het werk.
- Deze twee zaken kunnen worden gedaan door volgens het cradle-to-cradle principe te werken. Het puingranulaat afkomstig bij de sloop van het project kan op deze manier opnieuw worden ingezet op dezelfde locatie.
- Toepassen van vliegashoudend cement om zo de CO2 footprint te verlagen met +-20% d.m.v. cementverrekening t.o.v. CEM I.

#### **Advies op het gebied van logistiek**

- Juist inschatten en tijdig communiceren van de hoeveelheden en de stortcapaciteit , op deze manier kan het aantal logistieke bewegingen en rest beton verlaagd worden, tevens

reduceert het precies inschatten van de stortsnelheid per uur, de wachttijden op de bouw en dus brandstof.

- Gebruiken van derde generatie hulpstoffen in combinatie met 1m<sup>3</sup> beton minder laden, dit verhoogd het totaal aantal logistieke bewegingen, dit weegt echter niet op tegen de brandstofreductie, mixers hoeven niet meer op de bouw te mengen per saldo lijdt dit tot een reductie van +-3,5 liter(10,9kg CO<sub>2</sub>) per vracht wat uitkomt op +- 1kg Co<sub>2</sub> per M<sup>3</sup> beton.

#### Advies op het gebied van materiaal gebruik

- Keuze voor mortelschroefpalen, i.p.v. heipalen, dit heeft een Co<sub>2</sub> reducerende functie, o.a. op het gebied van het transport van de prefab heipalen t.o.v. van betonmortel. Verder kan bij mortel-schroefpalen gebruik gemaakt worden van hoogoven cement(CEMIII) i.p.v. portland cement(CEMI) bij prefab heipalen. Daarnaast kan er als grind vervanger een korrelmix of betongranulaat worden toegepast, deze mix bestaat uit gerecycled materiaal en heeft een Co<sub>2</sub> reducerende functie van +-50% t.o.v. van het grind.
- Het zoveel mogelijk in het werk storten van beton i.p.v. prefab aanleveren i.v.m. de relatief korte rijafstanden vanaf de centrale tot aan de werken.
- Gebruik maken van beton met kleurstof i.p.v. het aanbrengen van een coating op de brugdelen. Met beton op kleur kan er een duurzaam en onderhoudsvrij kunstwerk gerealiseerd worden. Het grote voordeel van beton met kleurstof is de hoge slijtvastheid, de kleurstof kan op de centrale worden toegevoegd aan het mengsel.

De winning van deze natuurlijk ijzeroxides is nauwelijks belastend voor het milieu. Er zijn voor de winning geen chemicaliën nodig. Daarnaast is er een minimale hoeveelheid energie nodig. De Co<sub>2</sub> uitstoot bij de winning van deze producten is derhalve nihil. Dit betekent dat er totale Co<sub>2</sub> van een mengsel met kleurstof minimaal afwijkt van een normaal mengsel. Dit is ook inzichtelijk gemaakt in het mengsel voorstel zoals hieronder beschreven.

Tevens heeft Betoncentrale Twenthe, Aannemersbedrijf H. Van Haarst een overzicht aangeleverd met de mogelijke Co<sub>2</sub> reductie van een aantal mengsels. Deze berekeningen zijn gebaseerd op de gegevens die bekend zijn bij de branchevereniging voor betonmortel fabrikanten(VOBN) & de betonvereniging. E. Eikenaar directeur bij Aannemersbedrijf H. van Haarst geeft aan deze alternatieven serieus te bekijken en in overleg met de opdrachtgever tot een definitief besluit te komen.

Voorgestelde standaard mengsels(C20/25-S3-XC2) in CEMI/CEMIII/CEMIII+Betongranulaat.

		Standaard recept CEMI	Recept CEMIII	Betongranulaat i.p.v. Grind
<b>Grondstofgebruik:</b>				
CEM I	818,000	0,3	0	0
CEM III	296,000	0	0,305	0,305
Vliegas	13,000	0	0	0
Zand				
Fijn	0	0,131	0,13	0,13
Zand B-zand	0	0,692	0,689	0,689
Zand totaal	2,660	0,823	0,819	0,819
Grind				
N31	0	1,017	1,017	0,834
Grind				
N16	0			
Grind totaal	2,660	1,017	1,017	0,834
Betongranulaat	1,100	0	0	0,183
Kalksteenmeel	1,000	0	0	0
Kleurstof	0,000	0	0	0
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		250,3	95,2	94,9

Voorgestelde mengsels Heipaal(CEMI) t.o.v. Mortelschroefpaal(CEMIII).

		Heipaal C30/37-s3-xc3	Mortelschroefpaal C30/37-s3-xc3
<b>Grondstofgebruik:</b>			
CEM I	818,000	0,38	0
CEM III	296,000	0	0,38
Vliegas	13,000	0	0
Zand			
Fijn	0	0,123	0,14
Zand B-zand	0	0,671	0,667
Zand totaal	2,660	0,794	0,807
Grind			
N31	0	0,748	0,521
Grind			
N16	0	0,228	0,237
Grind totaal	2,660	0,976	0,758
Betongranulaat	1,100	0	0,166
Kalksteenmeel	1,000	0	0
Kleurstof	0,000	0	0
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		315,5	116,8

## Voorgestelde mengsels met kleurstof

		Beton zonder coating CEMIII	Gekleurde Beton CEMIII + Kleurstof
<b>Grondstofgebruik:</b>			
CEM I	818,000	0	0
CEM III	296,000	0,36	0,36
Vliegas	13,000	0	0
Zand			
Fijn	0		
Zand B-zand	0	0,723	0,723
Zand totaal	2,660	0,723	0,723
Grind			
N31	0	0,52	0,52
Grind			
N16	0	0,52	0,52
Grind totaal	2,660	1,04	1,04
Betongranulaat	1,100	0	0
Kalksteenmeel	1,000	0,08	0,08
Kleurstof	0,000	0	0,004
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		<b>111,3</b>	<b>111,3</b>

### Uitkomst advies

Op basis van bovenstaande informatie en het overleg met de opdrachtgever, heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst gekozen om de bruggen uit te voeren met een gekleurde beton, dit omdat het vervangen van de coating door slijtvaste gekleurde beton een Co2 reducerende functie heeft en op de lange termijn de onderhoudskosten verlaagt.

Tevens is er gekozen om het werk uit te voeren met mortelschroef palen, hiervoor heeft Betoncentrale Twente een speciaal boorpalen mengsel; uitgevoerd met hoogoven cement en is een gedeelte van het grind vervangen door gerecycled materiaal, de totale Co2 reductie van een mortelschroefpaal t.o.v. een heipaal is ongeveer 70%.

Daarnaast wordt in de standaard mengsels een zo hoog mogelijk gehalte aan gerecyclede materialen toe te gepast, in combinatie met een CEMIIIB i.p.v. CEMI. Tenslotte heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst de keuze gemaakt om een aantal onderdelen die prefab geleverd worden, in het werk te storten. Aan het einde van het project kan op deze manier een reële inschatting gedaan worden van de Co2 reductie t.o.v. de oorspronkelijke situatie.

## Evaluatie en eindrapportage

Eind 2013 zijn de drie bruggen opgeleverd en middels deze rapportage wordt de gerealiseerde CO<sub>2</sub> reductie bepaald. In de bijlagen I t/m III vindt u de bijbehorende berekeningen per brug uitgesplitst.

Als basis voor de drie berekeningen van de CO<sub>2</sub> reductie zijn de gefactureerde hoeveelheden beton met de mengsel specificaties als uitgangspunt genomen. De beton is geleverd vanaf centrale Hardenberg. De hoeveelheden zijn exclusief de beton die gebruikt is voor de fundaties met behulp van mortelschroefpalen.

Op basis van de eerder genoemde gegevens van de branche organisatie, de vereniging voor Betonmortel in Nederland (VOBN) zijn al de mengsels doorgerekend. Uiteindelijk kan op basis van deze cijfers geconcludeerd worden of er sprake is van CO<sub>2</sub> reductie. Voor de hoeveelheden en berekeningen verwijzen wij u naar bijlage I t/m III

### Conclusie brug Bergentheim (Bijlage I)

In totaal is er voor deze brug vanuit de centrales Hardenberg en Almelo 196,76 m<sup>3</sup> beton geleverd. Al deze mengsels zijn waar mogelijk uitgevoerd met menggranulaat en het CO<sub>2</sub>-arme CEMIII-B 42,5 cement, voorzien van hoogovenslak. De keuze voor kleurstof heeft geen impact op de totale CO<sub>2</sub> footprint van een m<sup>3</sup> beton. Daarom is gerekend met een standaard C30/37 S3 XF4 recept. Er is in de berekening uitgegaan van de besparing t.o.v. de CEM I (Portland cement)

Uit de berekening blijkt dat de totale CO<sub>2</sub> besparing uit komt op 30.538 kg CO<sub>2</sub>

Vanuit het oogpunt van besparingen is er ook gekeken naar eventuele faalkosten die mogelijk gemaakt zijn gedurende dit project. Betoncentrale Diamant berekend bij een langere lostijd een toeslag lostijd. Tevens wordt er indien er beton over blijft de toeslag verwerkingskosten restbeton doorberekend. Door een efficiënt te plannen en een goede voorbereiding kunnen deze kosten geëlimineerd worden. De regel is dat stortkosten vanaf 0,5 m<sup>3</sup> worden geregistreerd. Uit de bonnen en de facturatie zijn geen stortkosten of verwerkingskosten restbeton vermeld, derhalve mag er vanuit gegaan worden dat er hier geen faalkosten gemaakt zijn. In dit project zijn geen lostijd toeslagen of stortkosten berekend. De lostijden zijn derhalve binnen de afgesproken tijd gebleven.

Het gebruik van de CO<sub>2</sub> arme mengsels en de toevoeging van gerecyclede materialen heeft de kwaliteit van het product niet beïnvloed. Ook het toepassen van gekleurde beton in dit project is positief verlopen.

### Conclusie brug Beerzeveld (Bijlage II)

In totaal is er voor deze brug vanuit centrale Hardenberg 144,5 m<sup>3</sup> beton geleverd. Al deze mengsels zijn waar mogelijk uitgevoerd in het CO<sub>2</sub>-arme CEMIII-B 42,5 cement, voorzien van hoogovenslak. De keuze voor kleurstof heeft geen impact op de totale CO<sub>2</sub> footprint van een m<sup>3</sup> beton. Daarom is gerekend met een standaard C30/37 S3 XF4 recept. Er is in de berekening uitgegaan van de besparing t.o.v. de CEM I (Portland cement)

Uit de berekening blijkt dat de totale CO<sub>2</sub> besparing uit komt op 26.947 kg CO<sub>2</sub>

Vanuit het oogpunt van besparingen is er ook voor deze brug gekeken naar eventuele faalkosten die gemaakt zijn gedurende dit project. Uit de bonnen en de facturatie zijn geen stortkosten of verwerkingskosten restbeton vermeld. Tevens zijn er op dit project geen lostijd toeslagen of stortkosten berekend. De lostijden zijn derhalve binnen de afgesproken tijd gebleven. Op basis van voorgaande kan worden geconcludeerd dat er zorgvuldig is gepland en de werkzaamheden op de werkplek efficiënt zijn uitgevoerd.

Het toepassen van gekleurde beton is ook in dit project positief verlopen.

### **Conclusie brug Emtenbroekerdijk (Bijlage III)**

In totaal is er voor deze brug vanuit de centrales in Hardenberg en Almelo 133 m<sup>3</sup> beton geleverd. Dit mengsel was uitgevoerd in het CO<sub>2</sub>-arme CEMIII-B 42,5 cement, voorzien van hoogovenslak. De keuze voor kleurstof heeft geen impact op de totale CO<sub>2</sub> footprint van een m<sup>3</sup> beton. Daarom is gerekend met het standaard C30/37 S3 XF4 recept. Er is in de berekening uitgegaan van de besparing t.o.v. de CEM I (Portland cement)

Uit de berekening blijkt dat de totale CO<sub>2</sub> besparing uit komt op 24.668 kg CO<sub>2</sub>

Vanuit het oogpunt van besparingen is er ook voor deze brug gekeken naar eventuele faalkosten die gemaakt zijn gedurende dit project. Uit de bonnen en de facturatie zijn geen stortkosten of verwerkingskosten restbeton vermeld. Tevens zijn er op dit project geen lostijd toeslagen of stortkosten berekend. De lostijden zijn derhalve binnen de afgesproken tijd gebleven. Op basis van voorgaande kan worden geconcludeerd dat er zorgvuldig is gepland en de werkzaamheden op de werkplek efficiënt zijn uitgevoerd.

## BIJLAGE I – Brug Bergentheim



Leveringen Brug Bergentheim			
Leverdatum	Product	M3 beton	Betoncentrale
778	C30/37-S3-XF4-HB	45,5	Hardenberg
786	C30/37-S3-XF4-HB	3	Hardenberg
865	C30/37-S3-XF4-HB	15	Almelo
17-9-2012	C30/37-S3-XF4-HB	6,5	Hardenberg
24-7-2012	C30/37-S3-XF4-HB	9,75	Hardenberg
26-9-2012	C30/37-S3-XF4-HB	2,25	Hardenberg
812	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	18	Hardenberg
864	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	34,76	Hardenberg
6-9-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	1,5	Hardenberg
17-7-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	8,25	Hardenberg
20-7-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	20,5	Hardenberg
30-8-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	28	Hardenberg
24-9-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	1,5	Hardenberg
25-7-2012	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof-HB	2,25	Hardenberg
	<b>TOTAAL M3 BETON</b>	<b>196,76</b>	
	<b>TOTAAL M3 KLEURSTOF</b>	<b>114,76</b>	
<b>Totalen per mengsel:</b>			
	C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof	114,76 m3	
	C30/37-S3-XF4	82 m3	

Berekening CO2 reductie op beton Brug Bergentheim							CO2 Besparing
		C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4 N16	C30/37-S3-XF4 N16		
<b>GRONDSTOFGEBRUIK:</b>	<b>CO2/Ton</b>	<b>CEMI</b>	<b>CEMIII</b>	<b>CEMI</b>	<b>CEMIII</b>		
CEM I	818,000	0,30	0,00	0,30	0,00		
CEM III-B 42,5N	296,000	0,00	0,305	0,000	0,305		
Vliegias	13,000	0,00	0,00	0,00	0,00		
Zand Fijn	0	0,000	0,00	0,000	0,00		
Zand B-zand	0	0,785	0,785	0,785	0,785		
<b>Zand totaal</b>	<b>2,660</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>		
Grind N31	0	1,017	1,017	0,00	0,00		
Grind N16	0	0,00	0,00	1,017	1,017		
<b>Grind totaal</b>	<b>2,660</b>	<b>1,017</b>	<b>1,017</b>	<b>1,017</b>	<b>1,017</b>		
Betongranulaat	1,100	0,00	0,00	0,18	0,00		
Kalksteenmeel	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00		
Kleurstof	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		<b>250,19</b>	<b>95,07</b>	<b>250,39</b>	<b>95,07</b>		
<b>Totale afname per mengsel</b>							
C30/37-S3-XF4-N16-Kleurstof	114,8	28.712	10.911			17.802	
C30/37-S3-XF4	82,0			20.532	7.796	12.736	
						<b>30.538</b>	
						KG CO2	





## BIJLAGE III – Brug Emtenbroekerdijk



Leveringen Brug Emtenbroekerdijk			
Leverdatum	Product	M3 beton	Betoncentrale
700	C20/25-XC3-S3 HB N31	6	Almelo
1129	C20/25-XC3-S3 HB N31	4	Hardenberg
18-10-2012	C30/37-XF4-S3 HB N31	29,5	Hardenberg
19-12-2012	C30/37-XF4-S3 HB N31	3,25	Hardenberg
	C30/37-XF4-S3 HB N31	10,5	Almelo
	C30/37-XF4-S3 HB N31	4	Almelo
1-11-2012	C30/37-XF4-S3 HB N16	2,25	Hardenberg
21-11-2012	C30/37-XF4-S3 HB N16	3,25	Hardenberg
22-11-2012	C30/37-XF4-S3 HB N16	2,75	Hardenberg
25-2-2013	C30/37-XF4-S3 HB N16 Kleurstof	2,5	Hardenberg
1667	C30/37-XF4-S3 HB N16 Kleurstof	13,5	Hardenberg
29-11-2012	C30/37-XF4-S3 HB 50%N16 Kleurstof	12,75	Hardenberg
12-12-2012	C30/37-XF4-S3 HB 50%N16 Kleurstof	3	Hardenberg
14-12-2012	C30/37-XF4-S3 HB 50%N16 Kleurstof	1,5	Hardenberg
14-11-2014	C30/37-XF4-S3 HB 50%N16 Kleurstof	34,25	Hardenberg
	<b>TOTAAL M3 BETON</b>	133	
	<b>TOTAAL M3 KLEURSTOF</b>	67,5	
<b>Totalen per mengsel:</b>			
	C20/25-XC3-S3 HB N31	10	m3
	C30/37-XF4-S3 HB N31	47,25	m3
	C30/37-XF4-S3 HB 50% N16	51,5	m3
	C30/37-XF4-S3 HB N16	24,25	m3

Berekening CO2 reductie op beton Brug Emtenbroekerdijk											
		C20/25-S3-XC3	C20/25-S3-XC3	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	C30/37-S3-XF4	CO2 Besparing
		CEMI	CEMIII + Granulaat	N31	N31	50% N16	50% N16	100% N16	100% N16	CEM III	
<b>GRONDSTOFGEbruik:</b>	<b>CO2/Ton</b>										
CEM I	818,000	0,30	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00		
CEM III-B 42,5N	296,000	0,00	0,305	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36		
Vliegias	13,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Zand Fijn	0	0,131	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Zand B-zand	0	0,692	0,69	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785		
<b>Zand totaal</b>	<b>2,660</b>	<b>0,82</b>	<b>0,819</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>	<b>0,785</b>		
Grind N31	0	1,017	0,834	1,085	1,085	0,542	0,542	0,000	0,000		
Grind N16	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,542	0,542	1,085	1,085		
<b>Grind totaal</b>	<b>2,660</b>	<b>1,017</b>	<b>0,834</b>	<b>1,085</b>	<b>1,09</b>	<b>1,084</b>	<b>1,084</b>	<b>1,085</b>	<b>1,085</b>		
Betongranulaat	1,100	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Kalksteenmeel	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Kleurstof	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		<b>250,29</b>	<b>94,87</b>	<b>299,45</b>	<b>111,53</b>	<b>299,45</b>	<b>111,53</b>	<b>299,45</b>	<b>111,53</b>		
<b>Totale afname per mengsel</b>											
C20/25-XC3-S3 HB N31	10,00	2502,94	948,75								1.554
C30/37-XF4-S3 HB N31	47,25			14.149	5.270						8.879
C30/37-XF4-S3 HB 50% N16	51,5					15.422	5.744				9.678
C30/37-XF4-S3 HB N16	24,25							7.262	2.705		4.557
											<b>24.668</b>
											KG CO2

## Werkgroep

Aannemersbedrijf H. Van Haarst (E. Eikenaar)

Betoncentrale Twenthe (J. Dekker, H. Ter Welle)

Cemex Cement Duitsland (W. Remarque)

Twentse Recyclings Maatschappij TRM (W. Ekkelenkamp)

## Omschrijving project

Aannemersbedrijf H. van Haarst, is in overleg met Betoncentrale Twenthe een ketensamenwerking gestart om een verduurzamingslag te maken bij het gebruik van beton. De keuze om een ketensamenwerking te starten op het onderdeel beton ligt in de lijn van de beton technische werkzaamheden die Aannemersbedrijf H. van Haarst uitvoert en de relatief hoge CO2 uitstoot van cement. Om de mogelijkheden te analyseren heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst voor deze Co2 reductie het project voor drie bruggen over het Overijssel kanaal aangewezen dit werk start medio 2012. Om tot een zo hoge mogelijke CO2 reductie te komen, is de situatie geanalyseerd met als doelstelling het gehele project op een kwalitatief en economisch haalbare wijze zo duurzaam mogelijke op te leveren.

In samenwerking met de partijen Betoncentrale Twenthe, TRM en Cemex, heeft Aannemersbedrijf H. Van Haarst besloten om project breed de mogelijkheden te analyseren om een besparing te kunnen realiseren op de totale milieukosten en CO2, tijdens deze eerst werkbepreking is er door Betoncentrale Twenthe in samenspraak met Cemex & TRM het volgende geadviseerd.

### Advies op het gebied van cement

- Toepassen van CEMIII met een hoog percentage hoogovenslak bij voorkeur een CEMIIIB met een lagere sterkte N42,5 i.p.v. het veel gebruikte CEMI 52,5N dit zorgt voor een CO2 reductie van +- 70% op het totale mengsel.

### Advies op het gebied van toeslag materiaal

- Gebruik van gerecycled beton/menggranulaat voor het werk.
- Deze twee zaken kunnen worden gedaan door volgens het cradle-to-cradle principe te werken. Het puingranulaat afkomstig bij de sloop van het project kan op deze manier opnieuw worden ingezet op dezelfde locatie.
- Toepassen van vliegask om zo de CO2 footprint te verlagen met +-20% d.m.v. cementverrekening t.o.v. CEM I.

### Advies op het gebied van logistiek

- Juist inschatten en tijdig communiceren van de hoeveelheden en de stortcapaciteit, op deze manier kan het aantal logistieke bewegingen en rest beton verlaagd worden, tevens reduceert het precies inschatten van de stortsnelheid per uur, de wachttijden op de bouw en dus brandstof.
- Gebruiken van derde generatie hulpstoffen in combinatie met 1m3 beton minder laden, dit verhoogd het totaal aantal logistieke bewegingen, dit weegt echter niet op tegen de brandstofreductie, mixers hoeven niet

meer op de bouw te mengen per saldo lijdt dit tot een reductie van +-3,5 liter(10,9kg CO<sub>2</sub>) per vracht wat uitkomt op +- 1kg Co<sub>2</sub> per M3 beton.

#### Advies op het gebied van materiaal gebruik

- Keuze voor mortelschroefpalen, i.p.v. heipalen, dit heeft een Co<sub>2</sub> reducerende functie, o.a. op het gebied van het transport van de prefab heipalen t.o.v. van betonmortel. Verder kan bij mortel-schroefpalen gebruik gemaakt worden van hoogoven cement(CEMIII) i.p.v. portland cement(CEMI) bij prefab heipalen. Daarnaast kan er als grind vervanger een korrelmix of betongranulaat worden toegepast, deze mix bestaat uit gerecycled materiaal en heeft een Co<sub>2</sub> reducerende functie van +-50% t.o.v. van het grind.
- Het zoveel mogelijk in het werk storten van beton i.p.v. prefab aanleveren i.v.m. de relatief korte rijafstanden vanaf de centrale tot aan de werken.
- Gebruik maken van beton met kleurstof i.p.v. het aanbrengen van een coating op de brugdelen. Met beton op kleur kan er een duurzaam en onderhoudsvrij kunstwerk gerealiseerd worden. Het grote voordeel van beton met kleurstof is de hoge slijtvastheid, de kleurstof kan op de centrale worden toegevoegd aan het mengsel.

De winning van deze natuurlijk ijzeroxides is nauwelijks belastend voor het milieu. Er zijn voor de winning geen chemicaliën nodig. Daarnaast is er een minimale hoeveelheid energie nodig. De Co<sub>2</sub> uitstoot bij de winning van deze producten is derhalve nihil. Dit betekent dat er totale Co<sub>2</sub> van een mengsel met kleurstof minimaal afwijkt van een normaal mengsel. Dit is ook inzichtelijk gemaakt in het mengsel voorstel zoals hieronder beschreven.

Tevens heeft Betoncentrale Twenthe, Aannemersbedrijf H. Van Haarst een overzicht aangeleverd met de mogelijke Co<sub>2</sub> reductie van een aantal mengsels. Deze berekeningen zijn gebaseerd op de gegevens die bekend zijn bij de branchevereniging voor betonmortel fabrikanten(VOBN) & de betonvereniging. E. Eikenaar directeur bij Aannemersbedrijf H. van Haarst geeft aan deze alternatieven serieus te bekijken en in overleg met de opdrachtgever tot een definitief besluit te komen.

**Voorgestelde standaard mengsels(C20/25-S3-XC2) in CEMI/CEMIII/CEMIII+Betongranulaat.**

		Standaard recept CEMI	Recept CEMIII	Betongranulaat i.p.v. Grind
<b>Grondstofgebruik:</b>				
CEM I	818,000	0,3	0	0
CEM III	296,000	0	0,305	0,305
Vliegas	13,000	0	0	0
Zand				
Fijn	0	0,131	0,13	0,13
Zand B-zand	0	0,692	0,689	0,689
Zand totaal	2,660	0,823	0,819	0,819
Grind				
N31	0	1,017	1,017	0,834
Grind				
N16	0			
Grind totaal	2,660	1,017	1,017	0,834
Betongranulaat	1,100	0	0	0,183
Kalksteenmeel	1,000	0	0	0
Kleurstof	0,000	0	0	0
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		250,3	95,2	94,9

**Voorgestelde mengsels Heipaal(CEMI) t.o.v. Mortelschroefpaal(CEMIII).**

		Heipaal C30/37-s3-xc3	Mortelschroefpaal C30/37-s3-xc3
<b>Grondstofgebruik:</b>			
CEM I	818,000	0,38	0
CEM III	296,000	0	0,38
Vliegas	13,000	0	0
Zand			
Fijn	0	0,123	0,14
Zand B-zand	0	0,671	0,667
Zand totaal	2,660	0,794	0,807
Grind			
N31	0	0,748	0,521
Grind			
N16	0	0,228	0,237
Grind totaal	2,660	0,976	0,758
Betongranulaat	1,100	0	0,166
Kalksteenmeel	1,000	0	0
Kleurstof	0,000	0	0
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		315,5	116,8

**Voorgestelde mengsels met kleurstof**

		<b>Beton zonder coating CEMIII</b>	<b>Gekleurde Beton CEMIII + Kleurstof</b>
<b>Grondstofgebruik:</b>			
CEM I	818,000	0	0
CEM III	296,000	0,36	0,36
Vliegas	13,000	0	0
Zand			
Fijn	0		
Zand B-zand	0	0,723	0,723
Zand totaal	2,660	0,723	0,723
Grind			
N31	0	0,52	0,52
Grind			
N16	0	0,52	0,52
Grind totaal	2,660	1,04	1,04
Betongranulaat	1,100	0	0
Kalksteenmeel	1,000	0,08	0,08
Kleurstof	0,000	0	0,004
<b>Totaal KG CO2 per M3</b>		<b>111,3</b>	<b>111,3</b>

**Uitkomsten Advies**

Op basis van bovenstaande informatie en het overleg met de opdrachtgever, heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst gekozen om de bruggen uit te voeren met een gekleurde beton, dit omdat het vervangen van de coating door slijtvaste gekleurde beton een Co2 reducerende functie heeft en op de lange termijn de onderhoudskosten verlaagt.

Tevens is er gekozen om het werk uit te voeren met mortelschroef palen, hiervoor heeft Betoncentrale Twenthe een speciaal boorpalen mengsel; uitgevoerd met hoogoven cement en is een gedeelte van het grind vervangen door gerecycled materiaal, de totale Co2 reductie van een mortelschroefpaal t.o.v. een heipaal is ongeveer 70%.

Daarnaast wordt in de standaard mengsels een zo hoog mogelijk gehalte aan gerecyclede materialen toe te gepast, in combinatie met een CEMIIIB i.p.v. CEMI. Tenslotte heeft Aannemersbedrijf H. van Haarst de keuze gemaakt om een aantal onderdelen die prefab geleverd worden, in het werk te storten. Aan het einde van het project kan op deze manier een reële inschatting gedaan worden van de Co2 reductie t.o.v. de oorspronkelijke situatie.

Eind augustus zal het gehele project worden geïnventariseerd om op deze manier de werkelijke vorderingen op het gebied van Co2 reductie te kwantificeren, daarnaast wordt opdracht ook geëvalueerd met de werkgroep om toekomstige verbeteringen te kunnen doorvoeren. Op deze manier worden de mogelijkheden van Co2 reductie binnen de keten in beeld gebracht, en wordt de Co2 belasting in het gehele traject van de winning van de grondstoffen tot het verwerken van de beton inzichtelijk voor alle partijen.