

VERIFICATIEONDERZOEK ZAND-CEMENT STABILISAAT

Onderzoek naar de gevolgen van het opnemen van
beton met laag gehalte cement in de clusterregeling
BRL 1801 (zand-cement 150, 125 & 100 kg/m³)

eindrapport

Opdrachtgever / Client

SCBB
t.a.v. de heer A. van Beek
Postbus 383
3900 AJ VEENENDAAL

Ons kenmerk / Our reference

A848960/R20090202a/RZw/ILa

Autorisatie / Authorisation

dr. U. Hofstra

Datum / Date

24 september 2009

Auteur / Author

R. Zwerus



INHOUDSOPGAVE

	Pagina
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. WERKWIJZE	4
3. LABORATORIUMONDERZOEK	5
3.1. Minerale olie	5
3.2. Beschikbaarheidonderzoek en bepaling kritische componenten	6
3.3. Uitloogonderzoek met de diffusieproef	8
3.4. Duurzame vormvastheid	8
3.4.1. Verschil eerdere metingen duurzame vormvastheid	8
3.5. Kolomproeven	9
3.6. Gevolgen voor de keuringsfrequentie	10
4. CONCLUSIE	10
BIJLAGEN: ANALYSERAPPORTEN 09.0396A, 09.0642A EN 09.1322A	11

SAMENVATTING

INTRON heeft in opdracht van SCBB de milieuhygiënische kwaliteit in het kader van het Besluit Bodemkwaliteit vastgesteld van zand-cementstabilisaat ten behoeve van een verificatieonderzoek voor de clusterregeling. Het onderzoek dient aan te tonen wat er met de clusterregeling gebeurt als zand-cementstabilisaten met respectievelijk 150 kg/m^3 , 125 kg/m^3 en 100 kg/m^3 cement zou toetreden in de cluster voor de BRL 1801.

Certificatie-instelling Stichting BMC heeft de monsterneming uitgevoerd bij Mebin te Rotterdam, een betoncentrale in Hengelo en een betoncentrale in Groningen. Er zijn een 4-tal proefstukken zand-cementstabilisaat gemaakt per locatie.

Samenstelling:

De organische component minerale olie voldoet voor alle 3 de mengsels aan de grenswaarde (gehalte $<15 \text{ mg/kg d.s.}$).

Uitloging:

Alle 3 de mengsels voldoen aan de emissie eisen van het Besluit Bodemkwaliteit.

Alle 3 de mengsels voldoen nu aan de eis voor duurzame vormvastheid (massaverlies $< 30 \text{ g/m}^2$). In vorig onderzoek (2002) bleek zand-cement stabilisaat bij een cementgehalte $<180 \text{ kg/m}^3$ niet aan de eis te voldoen. Gedetailleerde analyse van de gevolgde werkwijze wijst op de verdichtingwijze en het mal oppervlak als oorzaak van deze verschillen.

Door opname van deze 3 mengsels zand-cementstabilisaat in de clustercertificatieregeling blijft de keuringsfrequentie onveranderd.

Dit is vastgesteld door de verandering van k-factor te berekenen die ontstaat door toevoeging van deze waarnemingen aan de waarnemingen uit het eerdere landelijke toelatingsonderzoek en door het toepassen van de gammaregeling.

1. INLEIDING

De Stichting SCBB treedt op als clusterattesthouder van het clustercertificaat voor betonmortel middels de milieuparagraaf van de BRL 1801. Nieuwe toetreders tot het cluster moeten een toetredingsonderzoek uit laten voeren, zoals is opgenomen in het kwaliteitshandboek van SCBB. In dit onderzoek wordt een verificatie vanuit SCBB uitgevoerd.

2. WERKWIJZE

Doel van dit onderzoek is op hoofdlijnen:

- Monstername conform BRL 1801;
- Laboratoriumonderzoek conform BRL 1801

Omdat het mogelijk is dat de duurzame vormvastheid en het massaverlies in de praktijk kritisch zijn is de kolomproef toegevoegd om de uitloging vast te stellen.

Onder toezicht van Certificatie-instelling Stichting BMC zijn als niet-vormgegeven bouwstof bij Mebin te Rotterdam een 4-tal proefstukken beton gemaakt. De proefstukken zijn aangemaakt in de periode van 10-2-2009 tot 19-2-2009.

De samenstelling van het zand-cement beton was als volgt:

cement	Cem II/B-V 42,5 N ENCI	150 kg/m ³
grof toeslagmateriaal	-	0 kg/m ³
fijn toeslagmateriaal	Zand 0/4	1600 kg/m ³
water	Oppervlakte water	110 kg/m ³
vulstof	-	- kg/m ³
Hulpstof	-	0 kg/m ³

Onder toezicht van BMC zijn bij een producent in Hengelo een 4-tal proefstukken beton gemaakt. De proefstukken zijn aangemaakt op 5 februari 2009.

De samenstelling van het zand-cement beton was als volgt:

cement	Cem III/B 42,5 N LH/HS	125 kg/m ³
grof toeslagmateriaal	-	0 kg/m ³
fijn toeslagmateriaal	Zand 0/2	800 kg/m ³
	zand 0/4	800 kg/m ³
water		100 kg/m ³
vulstof	-	- kg/m ³
Hulpstof	-	0 kg/m ³

Onder toezicht van BMC zijn bij een betoncentrale te Groningen een 4-tal proefstukken beton gemaakt. De proefstukken zijn aangemaakt op 24-4-2009.

De samenstelling van het zand-cement beton was als volgt:

cement	Cem III/B 42,5 N	100 kg/m ³
grof toeslagmateriaal	-	0 kg/m ³
fijn toeslagmateriaal	Zand 0/4	725 kg/m ³
	Zand 0/2	725 kg/m ³
water	-	100 kg/m ³
vulstof	-	- kg/m ³
Hulpstof	-	0 kg/m ³

De producent heeft deze proefstukken afgeleverd bij het laboratorium van INTRON te Sittard voor onderzoek van de milieuhygiënische eigenschappen conform AP04.

In opdracht van SCBB heeft INTRON het volgende toelatingsonderzoek uitgevoerd voor alle 3 de locaties:

- bepaling van het gehalte minerale olie;
- bepaling van de beschikbaarheid voor uitloging met de beschikbaarheidsproef;
- bepaling van de kritische componenten aan de hand van de resultaten van de beschikbaarheid en de tortuositeit;
- bepaling van de emissie ten gevolge van de kritische componenten met de diffusieproef;
- bepaling van de emissie met de kolomproef.

Het laboratorium van INTRON is een door de minister aangewezen instelling voor onderzoek in het kader van het Besluit Bodemkwaliteit. De relevante onderdelen van de accreditatie zijn AP04-U2 en AP04-SB1.

3. LABORATORIUMONDERZOEK

3.1. Minerale olie

Het gehalte minerale olie is <15 mg/kg d.s. voor alle 3 de mengsels. De grenswaarde uit het Besluit Bodemkwaliteit is 500 mg/kg d.s. Alle 3 de mengsels voldoen dus ruim aan de eisen op dit gebied.

3.2. Beschikbaarheidonderzoek en bepaling kritische componenten

De kritische componenten voor de uitlogingsproef worden geselecteerd met de beschikbaarheidsproef. Hiermee wordt de beschikbaarheid van een component voor uitloging (U_{bes}) bepaald. Met de beschikbaarheid wordt de maximale emissie als vormgegeven bouwstof berekend.

De berekeningswijze houdt rekening met de tortuositeit van het materiaal.

$$\varepsilon_{64} = 2654 \times \rho \times U_{bes} \times \sqrt{\frac{10^{-8,88}}{T}}$$

waarin: ε_{64} = cumulatieve uitloging van de betreffende component over 64 dagen [mg/m^2]:

- ρ = droge dichtheid (kg/m^3)
 U_{bes} = beschikbaarheid van de betreffende component (mg/kg d.s.)
 T = tortuositeit van de mortel (-)

De tortuositeit wordt in het algemeen bepaald uit de uitloging van natrium uit het proefstuk in de diffusieproef. De tortuositeit is bij beton genomen als de standaard tortuositeit van beton uit het gezamenlijke toelatingsonderzoek, zijnde $T = 1500$ voor beton. Bij deze zand-cement monsters is echter gerekend met een tortuositeit van $T=400$ wanneer er geen tortuositeit gemeten is. Dit mede gebaseerd op tortuositeit metingen van $T=290$ en $T=780$.

Tabel 1: Berekende emissie met tortuositeit

component	berekende emissie met tortuositeit (150) (mg/m ²)	berekende emissie met tortuositeit (125) (mg/m ²)	berekende emissie met tortuositeit (100) (mg/m ²)	max. emissie waarde BBK (mg/m ²)
antimoon (Sb)	< 7,4	< 0,8	< 1,4	8,7
arseen (As)	< 6	< 7	< 6	260
barium (Ba)	385	452	439	1500
cadmium (Cd)	0,93	0,36	0,47	3,8
chrom (Cr)	17,1	6,4	5,5	120
kobalt (Co)	12	6	9	60
koper (Cu)	7	6	5	98
kwik (Hg)	< 0,04	< 0,05	< 0,04	1,4
molybdeen (Mo)	< 7	< 1	< 2	144
lood (Pb)	< 11	< 13	< 11	400
nikkel (Ni)	40	13	17	81
seleen (Se)	< 2,4	< 0,9	< 0,8	4,8
tin (Sn)	< 2	< 3	< 2	50
vanadium (V)	< 11	< 13	< 11	320
zink (Zn)	310	138	139	800
fluoride (F)	738	666	652	2500
chloride (Cl)	545	2512	856	110000
sulfaat (SO ₄)	24601	20099	19253	165000
bromide (Br)	< 545	< 641	< 545	670

De resultaten van de berekende emissie op basis van de gemeten beschikbaarheid (zie analyserapporten 09.0396, 09.0642 en 09.1322) zijn maatgevend voor de selectie van extra kritische componenten. Indien een component niet aangetoond kan worden (<-waarde) wordt de bouwstof geacht op deze parameter sowieso te voldoen. Bij geen van de gemeten componenten is de berekende emissie op basis van de beschikbaarheid hoger dan de maximale emissie waarde. De standaard parameters voor meting van de uitloging in de diffusieproef zijn natrium (voor diffusiebepaaldheid), barium, fluoride en sulfaat. Hieraan worden op basis van de beschikbaarheidsproef dus voor alle 3 de mengsels geen componenten aan toegevoegd.

3.3. Uitloogonderzoek met de diffusieproef

De resultaten van de diffusieproeven zijn gedetailleerd weergegeven in de bijlagen. In de tabel hieronder geven we de gemeten emissie als vormgegeven bouwstof op basis van de uitloging in de diffusieproef en de maximale emissiewaarden uit het Besluit Bodemkwaliteit voor alle 3 de mengsels.

Tabel 2: Emissie volgens diffusieproef

component	emissie (150) (mg/m ²)	emissie (125) (mg/m ²)	emissie (100) (mg/m ²)	max. emissie waarde (mg/m ²)
barium (Ba)	140	60	5,7	1500
natrium	4900	1800	2400	Geen eis
fluoride (F)	44	51	72	2500
sulfaat (SO ₄)	390	620	860	165000

Alle onderzochte componenten voldoen ruimschoots aan de emissiewaarden voor vormgegeven bouwstoffen voor alle 3 de mengsels.

3.4. Duurzame vormvastheid

De duurzame vormvastheid wordt weergegeven door middel van het massaverlies aan te tonen bij de diffusieproef. Hiervoor geldt een maximaal massaverlies van 30 g/m² zoals gesteld in de regeling bodemkwaliteit.

Tabel 3: massaverlies

Zand-cement verhouding	150 (Kg/m ³)	125 (Kg/m ³)	100 (Kg/m ³)
massaverlies	0 g/m ²	0 g/m ²	3 g/m ²

3.4.1. Verschil eerdere metingen duurzame vormvastheid

In 2002 (INTRON rapportnummer: A811930/R20020453/UHo) is er ook voor een verificatie onderzoek de duurzame vormvastheid bepaald. Deze waren veel slechter dan de metingen die voor dit huidige onderzoek zijn verricht en overschreden het maximaal toegestane massaverlies. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de verschillende methoden van monsterbereiding. Bij het onderzoek van 2009 zijn de proefstukken verdicht door trillen, wat de standaard werkwijze is. Tevens is er nu een andere mal gebruikt als in 2002, namelijk een PE emmer i.p.v. een PVC mal (die een gladder oppervlak heeft). Beide effecten dragen bij aan een lager massaverlies in de diffusieproef. Middels een verificatieonderzoek zal worden vastgesteld of dit inderdaad de oorzaak is.

In paragraaf 3.5 staan de resultaten van de kolomproeven uitgewerkt die zijn uitgevoerd om aan te tonen dat het materiaal ook voldoet aan het Besluit Bodemkwaliteit mocht de duurzame vormvastheid bezwijken.

3.5. Kolomproeven

Om aan te tonen wat de uitloging is mocht de vormvastheid geen stand houden, is er voor dit verificatieonderzoek aanvullend de uitloging met de kolomproef bepaald voor alle 3 de mengsels.

Tabel 4: uitloging volgens kolomproeven

component	150 (Kg/m ³) (mg/kg d.s.)	125(Kg/m ³) (mg/kg d.s.)	100(Kg/m ³) (mg/kg d.s.)	Grens BBK (mg/kg d.s.)
antimoon	0.008	0.007	0.01	0.16
arseen	<0.05	<0.05	<0.05	0.9
barium	14	1.8	9.1	22
cadmium	<0.001	<0.001	<0.001	0.04
chrom	0.44	<0.05	<0.05	0.63
cobalt	<0.03	<0.03	<0.03	0.54
koper	<0.05	<0.05	0.054	0.9
kwik	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.02
lood	<0.1	<0.1	<0.1	2.3
molybdeen	0.18	0.033	0.17	1
nikkel	<0.05	<0.05	<0.05	0.44
seleen	<0.007	0.01	0.008	0.15
tin	<0.02	<0.02	<0.02	0.4
vanadium	<0.1	<0.1	<0.1	1.8
zink	<0.2	<0.2	<0.2	4.5
bromide	1.6	1.9	1.7	55
chloride	54	18	52	616
fluoride	13	74	38	1730
sulfaat	<0.5	<0.5	<0.5	20

Hieruit blijkt dat alle drie de mengsels voldoen aan het Besluit Bodemkwaliteit als niet vormgegeven bouwstof. De meest kritische component is, zoals te verwachten is, de uitloging van barium. Ook bij het zand-cement met het hoogste gehalte cement voldoet de uitloging van barium ($E_{Ba} = 14$ mg/kg d.d.) aan de grenswaarde ($E_{Ba} = 12$ mg/kg d.d.).

3.6. Gevolgen voor de keuringsfrequentie

De enige componenten, waarvan significante uitloging is vastgesteld zijn sulfaat en barium. Om die reden hebben we voor deze componenten onderzocht of toevoeging van dit product aan de cluster een invloed heeft op de keuringsfrequentie. Dit wordt gedaan door de zogenaamde k-factor te berekenen. Deze factor hangt af van het verschil tussen de gemeten waarde en de toetsingswaarde en van de spreiding tussen de onderzochte partijen.

Voor alle 3 de mengsels ontstaat er bij toetreding in de clusterregeling van de BRL 1801 geen verandering in de keuringsfrequentie voor beide componenten Barium en Sulfaat.

Met het toevoegen van het verificatie monster van alle 3 de mengsels aan de data van het cluster blijft de keuringsfrequentie van het cluster onveranderd.

4. CONCLUSIE

De zand-cement mengsels voldoen alle 3 aan alle getoetste parameters om te kunnen toetreden tot de clusterregeling van de BRL 1801. Ook voldoen ze als niet vormgegeven bouwstof aan het Besluit Bodemkwaliteit.

