

Vliegasunie B.V.  
t.a.v. de heer A. Saraber  
Postbus 265  
4100 AG CULEMBORG

Datum / Date  
23 oktober 2015

Telefoon / Phone  
046 - 4204204

Uw kenmerk / Your reference

Ons kenmerk / Our reference  
A884990/BU20151420b GWe/LHa

Betreft / Subject  
Beoordeling rapport HSL-TRN

Geachte heer Saraber,

In het rapport 'HSL-TRN Rapportage inspectie/onderzoek betonkwaliteit en advies herstel' (d.d. 24 september 2015) van Railinfra Solutions wordt gesteld dat het gebruik van (te veel) vliegas de oorzaak kan zijn van een te klein soortelijk oppervlak en een te grote afstandsfactor van de luchtbelstructuur in het beton, waardoor deze een slechte bestandheid heeft tegen vorstdooi-wisselingen.

Naar aanleiding hiervan heeft u SGS INTRON gevraagd om dit rapport zorgvuldig te bestuderen en haar onafhankelijke en deskundige beoordeling te geven, specifiek wat betreft de aspecten die poederkoolvliegas betreffen.

In onderstaande beoordeling wordt eerst in het kort een algemene indruk van het gehele rapport gegeven, waarna vervolgens op de aan poederkoolvliegas gerelateerde aspecten nader wordt ingegaan. In het vervolg van dit document wordt poederkoolvliegas verkort aangegeven als vliegas.

### Algemene indruk rapport

Het rapport bevat een aantal storende tekstuele en inhoudelijke gebreken. Naar de mening van SGS INTRON worden hierdoor, ondanks omvangrijke werkzaamheden, onjuiste conclusies getrokken. Een aantal voorbeelden hiervan zijn:

- De term 'natuurlijke' beluchting.
- Onduidelijke formulering laatste opsommingspunt §2.4.
- Missende bijlage met volledige petrografische beoordeling in het onderzoeksrapport BAS in bijlage VII.
- Geen enkele foto van het aangetaste oppervlak van de boorkernen (enkel de cilindermantel). Ook geen foto's van slijpplaatjes van de buitenste laag, waar het juist allemaal om draait.
- De CEN/TS 12390-9 beschrijft 3 wezenlijk verschillende vorstdooi-testmethoden. Niet aangegeven is welke methode is gebruikt en hoe die is toegepast op de onderzochte betonkernen (met name preparatie testoppervlak). De variatiecoëfficiënt van dergelijke testmethoden bedraagt 25 à 30%.

- Hoewel in het rapport zelf is opgemerkt dat (zoals ook in de betreffende norm aangegeven) deze testmethoden geen eenduidige relatie vertonen met de praktijk, worden de resultaten toch gebruikt om het praktijkgedrag over meerdere decennia aan te geven. Hierbij wordt zelfs niet de gelegenheid genomen om deze benadering te valideren op de praktijkwaarnemingen van de afgelopen 12 jaar.
- Vanwege het zogenoemde 'wandeffect' zit er meer cementsteen in de buitenste zone dan in de bulk van het beton, waardoor de mate van scaling dus in eerstgenoemde zone groter zal zijn. Daarnaast speelt nabehandeling van het beton nog een belangrijke rol, waardoor de eigenschappen van de buitenste zone inferieur kunnen zijn aan die van het bulkbeton. Met deze aspecten is in het rapport geen rekening gehouden.
- Het poriënwater in beton bevriest niet bij 0°C maar bij veel lagere temperaturen. Dit wordt bepaald door het gehalte aan opgeloste zouten en de diameter van de porië (bijvoorbeeld water in gelporiën bevriest pas bij -80°C).

### **Vliegasserelateerde aspecten**

#### Oorzaak schade (pag. 1, 3<sup>e</sup> alinea):

*"Uit de bureaustudie van de eerder verrichtte onderzoeken komt naar voren dat met name de (te snelle) carbonatatie in combinatie met mosgroei en vervolgens vorst de schade veroorzaakt. De oorzaak van deze schade is een te hoge porositeit van het beton, waarschijnlijk veroorzaakt door het onvolledig reageren van de bindmiddelen en het carbonatatieproces."*

Als waarschijnlijke oorzaak wordt genoemd het onvolledig reageren van de bindmiddelen. Het bindmiddel in betreffend beton is volgens bijlage III van het rapport CEM III/B 42,5 LH.HS, dat in 2 varianten gedeeltelijk is vervangen door CEM I 52,5 R. Volledige reactie, dus een hydratatiegraad van 100%, is voor dergelijke cementen nooit haalbaar. Waarschijnlijk wordt bedoeld dat de hydratatiegraad door bepaalde omstandigheden (mate van nabehandeling??) is verlaagd.

Tevens wordt gesuggereerd dat carbonatatie bijdraagt aan een hoge porositeit, hetgeen onjuist is. In dat geval zouden alle constructies vervaardigd met CEM III/B cement gevoelig zijn voor een dergelijke schade. Door carbonatatie kan de porositeit van Portlandcementbeton enigszins afnemen en die van hoogoven-cementbeton enigszins toenemen. Relevanter is de verandering in permeabiliteit: bij beton met Portlandcement (CEM I) worden de poriën fijner van structuur (minder permeabel) en die bij beton met hoogoven-cement (CEM III/B) grover van structuur (meer permeabel).

#### Oorzaak schade (pag. 1, 1 na laatste alinea):

*"Het nader onderzoek naar de mogelijke reden van de slechte bestandheid tegen vorstdooi wisselingen heeft aangetoond dat het soortelijk oppervlak van de ingesloten luchtbellen te klein is en de afstandsfactor te groot voor het voldoende bestand zijn tegen invloed van vorst. Zie hiervoor bijlage VIII."*

Bedoeld wordt bijlage VII, waarin de karakteristieken van de aanwezige luchtholten in het beton zijn bepaald. Een dergelijke bepaling is echter enkel zinvol indien door een luchtbelvormer fijne luchtbelletjes in het betonspeciemengsel zijn gevormd om de bestandheid tegen vorstdooi(zout)belasting te verbeteren. Dit is volgens bijlage III van het rapport niet het geval voor het betreffende beton (er is geen luchtbelvormer aangegeven bij hulpstoffen). Dit beton bevat enkel grovere luchtbellen/holten die door het verdichten niet uit het beton zijn verdreven.

Beton dat in milieuklassen XF1 of XF3 wordt toegepast, hoeft volgens NEN 8005 ook geen luchtbelvormer te bevatten. Wel dient de water-bindmiddelfactor kleiner dan respectievelijk 0,55 en 0,50 te zijn. Hoewel

het watergehalte niet is gespecificeerd in bijlage III, is aangegeven dat de berekende water-cementfactor volgens de VBT (Voorschriften Beton Technologie; NEN 5950) van de opgesomde betonmengsels  $\leq 0,55$  zijn en dus voldoen aan de eis voor milieuklasse XF1. In deze bijlage is eveneens een berekende water-bindmiddelfactor volgens Duracrete aangegeven. Niet duidelijk is aangegeven waarom Duracrete is genoemd. De aangegeven waarden kloppen indien de vliegias volledig als bindmiddel wordt meegerekend. Voor vliegias (conform NEN-EN 450-1) toegevoegd als vulstof bij CEM III/B beton geldt volgens NEN 8005 een k-waarde van 0,2, hetgeen betekent dat 20% van de vliegias mag worden gerekend als bindmiddel (dus maximaal  $6 \text{ kg/m}^3$ ). Betreffende betonmengsels, met uitzondering van J en T, voldoen dus niet aan milieuklasse XF3.

Oorzaak schade (pag. 1, laatste alinea en §8.3):

*“De oorzaak van het niet aanwezig zijn van het gewenste minimale soortelijke oppervlak aan luchtbellen en de juiste afstandsfactor kan gelegen zijn in het feit dat er (te veel) vliegias aan het betonmengsel is toegevoegd.”*

Deze conclusie is volledig onjuist. Er is immers geen luchtbelvormer aan het betonmengsel toegevoegd, waardoor de gewenste waarden voor het soortelijke oppervlak en de afstandsfactor van de luchtbelstructuur nooit bereikt kunnen worden. Dit wordt niet veroorzaakt door de vliegias!

Er zijn betonmengsels met een vliegiasgehalte oplopend tot meer dan  $100 \text{ kg/m}^3$  die in combinatie met een luchtbelvormer ruimschoots aan de eisen voor de afstandsfactor en fijnheid van de luchtbelletjes voldoen, en zodoende in de gehele milieuklasse XF (1 t/m 4) kunnen worden toegepast.

Beton met vliegias (tot meer dan 33% m/m) wordt al 35 jaar in Nederland op brede schaal succesvol toegepast in de betonsector. Diverse onderzoeken (o.a. CUR-rapporten 144 en 2000-2) hebben de duurzaamheid van dergelijk beton, ook in de praktijk, aangetoond.

‘Natuurlijke’ beluchting (pag. 2 en §8.3):

*“Het toepassen van vliegias in beton kent vele voordelen voor het eindproduct (onder andere een dichtere structuur) maar zorgt er ook voor dat de ‘natuurlijke’ beluchting van het mengsel te kort schiet. Het toepassen van een luchtbelvormer had dit kunnen voorkomen.”*

Het eerste deel van de eerste zin in bovenstaand citaat is juist. Het tweede deel van die zin is onzin, zoals hierboven al is aangegeven. De opstellers van het rapport zijn mogelijk verward met het effect van vliegias op de dosering van hulpstoffen (waaronder luchtbelvormer) in beton. Door het (geringe) gehalte aan koolstof in vliegias wordt een kleine hoeveelheid hulpstof geabsorbeerd, waardoor de dosering van een hulpstof soms iets hoger dient te zijn dan in eenzelfde betonmengsel zonder vliegias. Dit is algemeen bekend en levert in de praktijk geen enkel probleem op. Hulpstoffen reageren eveneens specifiek op verschillende cementen, zodat op basis van specifieke ervaring of geschiktheidsproeven de juiste dosering wordt bepaald.

Oorzaak verhoogde carbonatatie diepte (§2.4):

*“Het is onbekend op dit moment vast te stellen wat zo een hoge carbonatatie veroorzaakt. Van de analyse ligt een incompatibiliteit tussen de componenten van het bindmiddel is (klinker, hoogovenslak en vliegias) voor de hand en dat de beperkte hoeveelheid van geproduceerde  $\text{Ca(OH)}_2$  in de mengsels in sommige gevallen de hydratatie processen niet voldoende kan laten gebeuren.”*

Los van de gebrekkige formulering, is de getrokken conclusie onjuist en door geen enkele waarneming onderbouwd. Resultaten van het in §3.1 genoemde petrografisch onderzoek naar dit aspect, zijn niet opgenomen in het rapport. Klinker, hoogovenslak en vliegas zijn veel toegepaste en compatibele combinaties, zowel in bindmiddelen als in een combinatie van cement en vulstof. Deze bindmiddelcombinaties vormen voldoende vrije kalk ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) om de latenthydraulische en puzzolane componenten om te zetten in cementgel. Uiteraard is hierbij wel van belang dat geen vroegtijdige uitdroging plaatsvindt (goede nabehandeling), maar dat geldt voor alle cementen.

**Conclusie SGS INTRON**

In het rapport van Railinfra Solutions is ten onrechte een relatie gelegd tussen de waargenomen schade aan de betonnen constructiedelen van HSL-TRN en de toepassing van (te veel) vliegas.

Mocht u naar aanleiding van dit document nog vragen of opmerkingen hebben, aarzel dan niet om contact met mij op te nemen.

Met vriendelijke groet,



dr. ir. G.J.L. van der Wegen  
senior adviseur  
SGS INTRON B.V.