



## Memo

Voor: Gemeente Gouda   
Kopie:     
Van:   
Bedrijf: Iv-Infra b.v.  
Datum: 19 juli 2021  
Referentie: INFR201077-MEM-001-V0.1c  
Onderwerp: Bevindingen ASR onderzoek Noothoven van Goorstraat viaduct

---

### Inleiding

Op woensdag 23 juni 2021 is door Iv-Infra een ASR onderzoek uitgevoerd aan de bovenzijde van het Noothoven van Goorstraat viaduct over de spoorstraat en spoortunnel in Gouda.

### Aanleiding

De aanleiding voor dit onderzoek zijn de constatering die zijn gedaan tijdens de inspectie van het viaduct op 9 en 10 juni 2021. Hierbij zijn aan de bovenzijde twee betonkernen geboord voor chloride onderzoek. Bij het uitnemen van deze kernen bleken deze in meerdere lagen te zijn gedelamineerd (van elkaar los gescheurd). Er zijn toen drie extra kernen geboord met een grotere diameter ( $\varnothing$  75 mm) om een beter beeld te krijgen van de scheurvorming en voor aanvullende monsters voor laboratorium onderzoek. Ook bij deze kernen was delaminatie van het beton aanwezig. De scheuren in het beton zijn ontstaan door de alkali-silicareactie (ASR) in het beton. Dit is een chemische reactie tussen alkaliën in het cement en silica in het toeslagmateriaal. Als dat in het beton aanwezig is, wordt bij deze reactie water aangetrokken en gevormd tot een expansieve gel. Deze gel drukt het beton van binnenuit kapot.

De delaminatie bij de extra kernen was zo ernstig en tot een diep niveau dat is geadviseerd het viaduct per direct af te sluiten voor verkeer (behalve fietsers en voetgangers). Zie ook memo [INFR201077-Second Opinion Noothoven van Goorstraat Gouda].

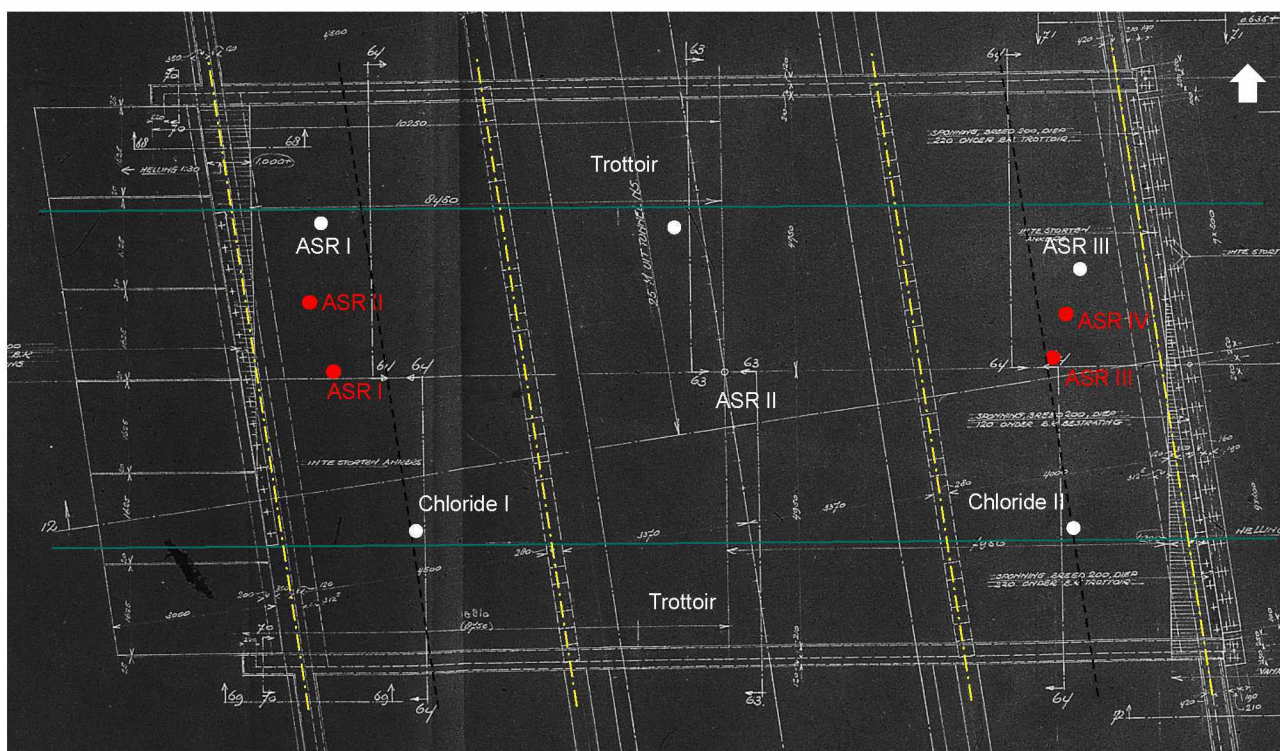
### Bevindingen onderzoek op locatie

Op 23 juni zijn uit de bovenzijde van het rijdek vier aanvullende kernen geboord. Deze kernen zijn geboord om meer inzicht te krijgen in de progressie van de aantasting van het beton door de ASR. Hierbij zijn vanaf de bovenzijde van het rijdek kernen geboord tot op de verdeelwapening van de onderwapening. Het rijdek is volgens archief tekening 365 mm dik. Bij het boren van de kernen is tot ca. 300-310 mm diep geboord. Dat is de diepte van bovenzijde van de verdeelwapening (van de onderwapening). Dit is ruim voldoende om een beeld te vormen van (het verloop van) de schade door ASR over de hoogte van het brugdek. De resterende dikte is opgebouwd uit de diktes van de staven en de betondekking op de onderwapening. Er is niet door het dek heen geboord.



Figuur 1: Wapeningtekening - langsdoorsnede westelijke overspanning

Om het dek zo min mogelijk te verzwakken als gevolg van de boringen zijn deze op tenminste 1/4 tot 1/3 van de overspanning genomen. Deze locaties bieden de meeste ruimte voor het bemonsteren van kernen van voldoende omvang, zonder de wapening in het beton te beschadigen.



Figuur 2: Bovenaanzicht met locaties van de betonkernen in wit de kernen van 9 en 10 juni in rood de aanvullende kernen van 23 juni

Algemeen beeld bij alle kernen die zijn geboord is dat bovenin de kern meer scheuren zitten en de scheuren tevens verder zijn ontwikkeld dan onderin de kern. Dit is ook te verwachten bij indringing van vocht vanaf de bovenzijde. In alle kernen zijn zeer veel scheuren zichtbaar. Bij alle kernen lopen de scheuren door de kiezels en ook is een duidelijke afscheiding zichtbaar op en rond de kiezels. Dit is kenmerkend voor aantasting door ASR.



## Onderzoeksresultaten

Kernen uitgenomen op 9 en 10 juni

### Chloride monster I



Figuur 3: Chloride monster I



Figuur 4: Afscheiding van gel op rand van gebroken kiezel

### Chloride monster II



Figuur 5: Chloride monster II



Figuur 6: Meerdere scheuren nog in ontwikkeling tussen de twee grotere scheuren

## ASR kern I



Figuur 7: ASR I



Figuur 8: ASR kern I scheurontwikkeling rond wapening



Figuur 9: ASR kern I scheurontwikkeling rond wapening



ASR kern II



Figuur 10: ASR kern II



Figuur 11: ASR kern II



### ASR kern III



Figuur 12: ASR kern III



Figuur 13: ASR kern III



Kernen uitgenomen op 23 juni

**Extra ASR kern I**



Figuur 14: Extra ASR kern I



Figuur 15: Extra ASR kern I - top



## Extra ASR kern II



Figuur 16: Extra ASR kern II



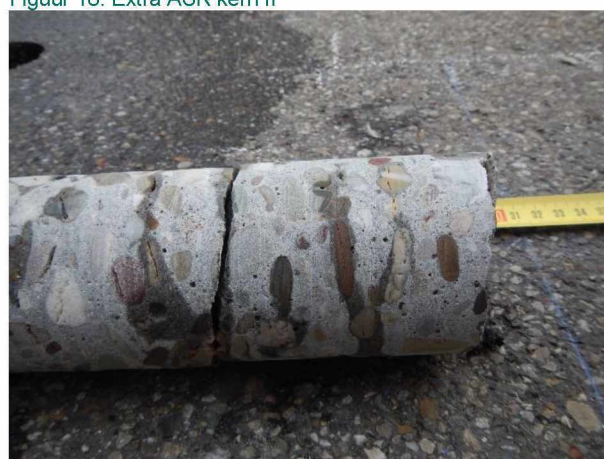
Figuur 17: Extra ASR kern II



Figuur 18: Extra ASR kern II



Figuur 19: Extra ASR kern II



Figuur 20: Extra ASR kern II



### Extra ASR kern III



Figuur 21: Extra ASR kern III



Figuur 22: Extra ASR kern III - top



Figuur 23: Extra ASR kern III - top



Figuur 24: Extra ASR kern III - onderkant



Figuur 25: Extra ASR kern III - onderkant



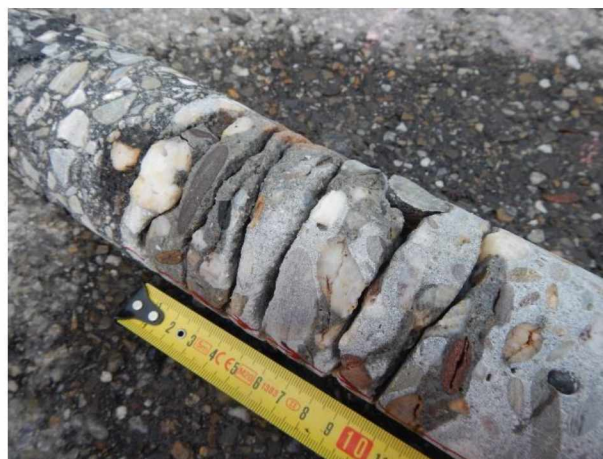
## Extra ASR kern IV



Figuur 26: Extra ASR kern IV



Figuur 27: Extra ASR kern IV - top



Figuur 28: Extra ASR kern IV - top



Figuur 29: Extra ASR kern IV - uitgenomen wapening



Figuur 30: Extra ASR kern IV - onderkant



## Kernen uit aanbrug – Oostzijde van brugdek

Omdat alle vier de extra ASR kernen een duidelijk overeenkomstig beeld gaven is besloten niet meer kernen uit het rijdek boven de tunnelbak te boren. Wel zijn er twee extra kernen geboord uit de bovenzijde van het rijdek van de aanbrug. Deze is namelijk binnen hetzelfde project gebouwd. Een kern is in de goot geboord de ander meer richting het midden van het rijdek. Bij deze kernen zijn geen sporen van ASR aangetroffen.



Figuur 31: Aanbrug ASR kern I



Figuur 32: Aanbrug ASR kern II

## Conclusie onderzoek op locatie

Bij alle geboorde kernen is sprake van scheurvorming, verspreid over de gehele hoogte van de kern. De hoeveelheid scheuren is bovenin de kernen groter, dus de onderlinge afstand tussen de scheuren is zeer laag. Maar ook dieper in de kern zijn nog zeer veel scheuren aanwezig. Op basis van de visuele beoordeling op locatie moet het beton als gescheurd worden geacht tot op de onderwapening.

## Bevindingen laboratorium onderzoek

### Opzet PFM onderzoek

De 3 ASR kernen die zijn geboord op 9 en 10 juni zijn in het laboratorium van Concrefy onderzocht op ASR. De kernen zijn eerst visueel beoordeeld. Hierbij is gelet op kenmerkende aspecten voor schade door ASR, zoals:

- De aanwezigheid van ASR gevoelig toeslag materiaal
- Het verloop en aanwezigheid van scheurvorming
- De mogelijke aanwezigheid van ASR gel
- De toegepaste cementsoort.

Vervolgens zijn de kernen vacuüm getrokken in epoxy en slijpplaatjes gemaakt voor de polarisatie- en fluorisatiemicroscopie (PFM).

### Beoordeling ASR kern I

In cilinder I is scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels waargenomen. Enkele ASR gevoelige korrels aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement (groter risico op ASR dan bij gebruik hoogovencement).



Figuur 33: Doorgeslepen ASR kern I in epoxy

In het slijpplaatje is scheurvorming aangetroffen. Enkele scheuren verlopen rondom het toeslagmateriaal maar er zijn ook scheuren door de toeslagkorrels. In diverse scheuren is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (= calcium hydroxide)



aangetroffen maar ook ASR gel. In de poriën bevindt zich ettringiet (witte chemische reactie met forse volumevergroting, zie meer uitleg in de bijlage).

### Visuele beoordeling ASR kern II

In cilinder II is ook scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels waargenomen. Er zijn verschillende ASR gevoelige korrels aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement.



Figuur 34: Doorgeslepen ASR kern II in epoxy

In het slijpplaatje zijn verschillende scheuren aangetroffen. In de scheuren is  $\text{Ca(OH)}_2$  en ASR gel aangetroffen. De scheuren verlopen rondom maar ook door het toeslagmateriaal. In de poriën bevindt zich ettringiet.

### Visuele beoordeling ASR kern III

In cilinder II is scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels waargenomen. Er zijn enkele ASR gevoelige korrels aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement.



Figuur 35: Doorgeslepen ASR kern III in epoxy

In dit slijpplaatje verlopen de scheuren rondom het toeslagmateriaal maar ook door de toeslagkorrels. In de scheuren is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  aanwezig en veel ASR gel. In de poriën bevindt zich ettringiet en ASR gel.

### Conclusie laboratorium onderzoek

Op basis van bovenstaande waarnemingen kan worden geconcludeerd dat er bij alle drie de kernen sprake is van schade door ASR.

### Overall conclusie

Gebaseerd op de bevindingen en conclusies van het onderzoek op locatie en de resultaten van het laboratorium onderzoek kan worden gesteld dat het dek sterke mate is aangetast door ASR. Het is niet mogelijk om de rekenkundige restcapaciteit van het brugdek te bepalen. Het dek dient daarom per direct ontlast te worden. Het afsluiten van autoverkeer is een significante ontlasting, waardoor de veiligheid van de constructie is gewaarborgd. Fietsers en voetgangers (geen mensenmenigte) zijn nog toegestaan op het viaduct. Wel zal het degradatieproces van het dek moeten worden gemonitord. Het dek kan niet worden gehandhaafd, maar zal moeten worden vervangen. Hiervoor wordt een variantenstudie aanbevolen, waarbij zal worden verkend welke mogelijkheden er zijn en wat er nog onderzocht dient te worden (aan de onderbouw). Een toelichting op ASR en nadere onderbouwing van het advies is opgenomen in bijlage B.





## Bijlage A - Rapportage Laboratoriumonderzoek

---

Concrefy rapport: 2021-0046-008  
Onderwerp: Onderzoek betonkernen  
Project IKORIN210372 / INFR201077 Gouda  
Nader onderzoek tien vaste kunstwerken

Datum rapport: 28-06-2021

Opdrachtgever: Iv-Infra B.V.

Adres opdrachtgever: [redacted]  
[redacted]  
Nederland

Projectnaam: Onderzoek 2021  
Projectnummer: 2021-0046  
Datum onderzoek: 25 juni 2021

Auteur: [redacted]

Thema: Betonschade  
Trefwoorden: ASR, PFM

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Concrefy.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de [redacted] voor Onderzoekopdrachten aan Concrefy, dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het Concrefy-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Concrefy®



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Laboratoriumonderzoek</b> .....	<b>3</b>
2.1	Monstermateriaal.....	3
2.2	Visuele inspectie cilinders.....	3
2.3	PFM onderzoek.....	6
2.3.1	Slijpplaatje van cilinder I.....	6
2.3.2	Slijpplaatje van cilinder II.....	6
2.3.3	Slijpplaatje van cilinder III.....	7
<b>3</b>	<b>Conclusie</b> .....	<b>7</b>

## 1 Inleiding

In opdracht van Adviesbureau Iv Infra B.V. heeft Concrefy een onderzoek uitgevoerd aan drie betonnen cilinders. Het doel van het onderzoek bestaat uit het beoordelen van eventuele aanwezigheid van schade door zogenaamde ASR (Alkali Silica Reactie) in het beton. Hiertoe zijn de cilinders in het laboratorium eerst visueel geïnspecteerd waarna er van de cilinders een microscopisch preparaat is vervaardigd. Dit slijpplaatje is onder een polarisatiemicroscop geanalyseerd. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in voorliggende rapportage.

## 2 Laboratoriumonderzoek

### 2.1 Monstermateriaal

Er zijn drie cilinders door de opdrachtgever aangeleverd. De monsters zijn gecodeerd met cilinder I (scheurvorming), cilinder II (scheurvorming) en cilinder III (ook scheurvorming). De exacte monsternamen locatie is bij Concrefy niet bekend.

### 2.2 Visuele inspectie cilinders

De aangeleverde cilinders zijn in het laboratorium van Concrefy eerst visueel beoordeeld. Hierbij is gelet op kenmerkende aspecten voor schade door ASR, zoals de aanwezigheid van ASR gevoelig toeslagmateriaal, verloop en aanwezigheid van scheurvorming, mogelijke aanwezigheid van ASR gel en de toegepaste cementsoort. In cilinder I is scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels waargenomen. Enkele ASR gevoelige korrels zijn aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement.



Figuur 1: cilinder I



Figuur 2: cilinder I met epoxy



In cilinder II is ook scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels waargenomen. Er zijn verschillende ASR gevoelige korrels aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement.



Figuur 3: cilinder II



Figuur 4: cilinder II met epoxy



In cilinder III is scheurvorming in de cementsteen en toeslagkorrels. Er zijn enkele ASR gevoelige korrels aangetroffen. De gebruikte cementsoort is portlandcement. Deze beoordeling is gegeven in de bijlage.



Figuur 5: cilinder III



Figuur 6: cilinder III met epoxy

Voor de aanvullende beoordeling op ASR zijn drie microscopische preparaten gemaakt.

## 2.3 PFM onderzoek

Om een mogelijke schade door ASR verder te kunnen beoordelen is een slijpplaatje vervaardigd en beoordeeld. Dit is een microscopisch preparaat van 30 µm dikte.

### 2.3.1 Slijpplaatje van cilinder I

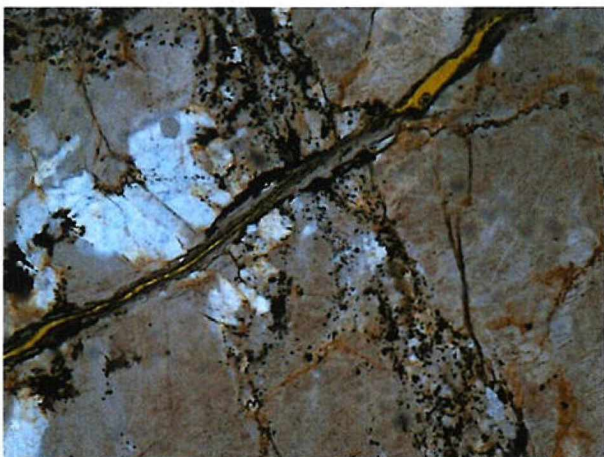
In dit slijpplaatje is scheurvorming aangetroffen. Enkele scheuren verlopen rondom het toeslagmateriaal maar er zijn ook scheuren door de toeslagkorrels. In diverse scheuren is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  aangetroffen maar ook ASR gel. In de poriën bevindt zich ettringiet. Het beton is vervaardigd van portlandcement.



*Figuur 7: slijpplaatje cilinder I scheuren in kwartskorrel met asr gel (100X PPL)*

### 2.3.2 Slijpplaatje van cilinder II

In dit slijpplaatje zijn verschillende scheuren aangetroffen. In de scheuren is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en ASR gel aanwezig. De scheuren verlopen rondom maar ook door het toeslagmateriaal. In de poriën bevindt zich ettringiet. Het beton is vervaardigd van portlandcement.

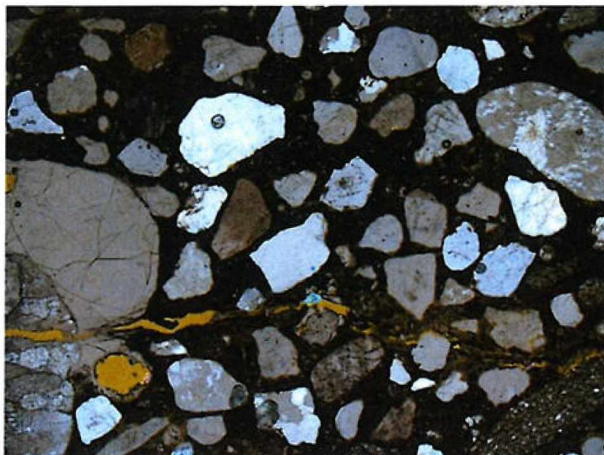


*Figuur 8: slijpplaatje cilinder II asr gel in scheur toeslagkorrel (100X PPL)*



### 2.3.3 Slijpplaatje van cilinder III

In dit slijpplaatje is scheurvorming aangetroffen. De scheuren verlopen rondom het toeslagmateriaal maar ook door de toeslagkorrels. In de scheuren is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  aanwezig en veel ASR gel. In de poriën bevindt zich ettringiet en ASR gel. Het beton is vervaardigd van portlandcement.



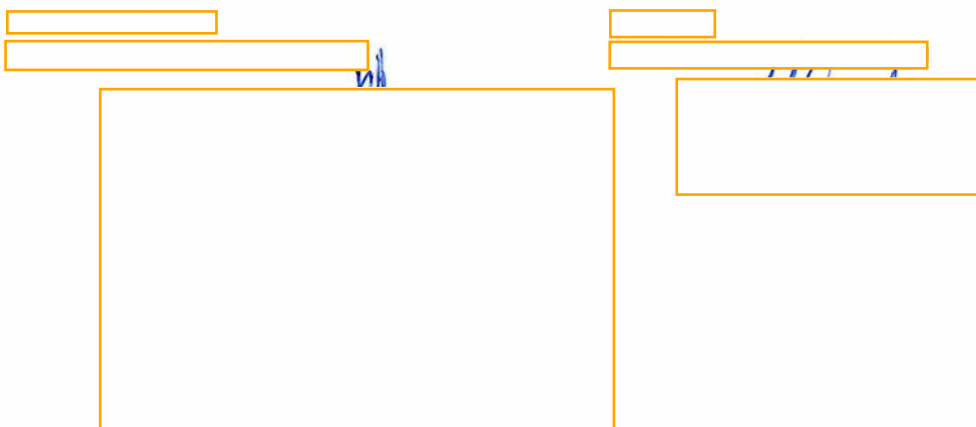
Figuur 9: slijpplaatje cilinder III asr gel in scheuren en poriën (25X PPL)

## 3 Conclusie

Bij de visuele inspectie van de cilinders is bij alle drie de cilinders scheurvorming parallel aan het oppervlak waargenomen. Enkele scheuren lopen langs het toeslagmateriaal maar er zijn ook scheuren door de toeslagkorrels. Er zijn verschillende ASR gevoelige korrels aangetroffen.

Ettringiet is waargenomen in poriën van alle drie de cilinders, in cilinder nummer III ook in scheuren. In de slijpplaatjes van de cilinders I, II en III is scheurvorming aanwezig met  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en ASR gel. In het slijpplaatje van cilinder nummer III is veel ASR gel aanwezig.

Op basis van bovenstaande waarnemingen van de gemaakte slijpplaatjes kan daarom worden geconcludeerd dat er bij de cilinders I, II en III sprake is van schade door ASR.



Project: Onderzoek 2021 Betontechnologie  
Onderdeel: visuele inspectie cilinders  
Monstercode: I  
Locatie:  
Boorrichting:

**Afmetingen:**  
hoogte totaal: 200 mm  
diameter: 75 mm



**Visuele inspectie:**

verdichting:  
goed  
luchtballen:  
klein  
weinig

**Oppervlak proefstuk:**

coating aanwezig:  
nee  
scheuren:  
ja  
scheurwijdte: 0,3 mm  
hoogte: 25 mm  
lengte: 75 mm  
aantal: 5 stuks

**Toeslagmateriaal:**

vorm:  
rond  
uiterlijk:  
kwartsachtig  
aangetast  
Dmax:  
16 mm

**Onvolkomenheden:**

waterlenzen:  
nee  
segregatie  
niet

**Verontreinigingen:**

flint

**Slijpplaatje:**

ja

**Dekking wapening**

bovenwapening			onderwapening		
dekking*	diameter	corrosie	dekking*	diameter	corrosie
mm	mm	-	mm	mm	-
40	18	ja			

\* dekking van bovenzijde cilinder tot bovenzijde wapening

**Opmerkingen**

Geen opmerking

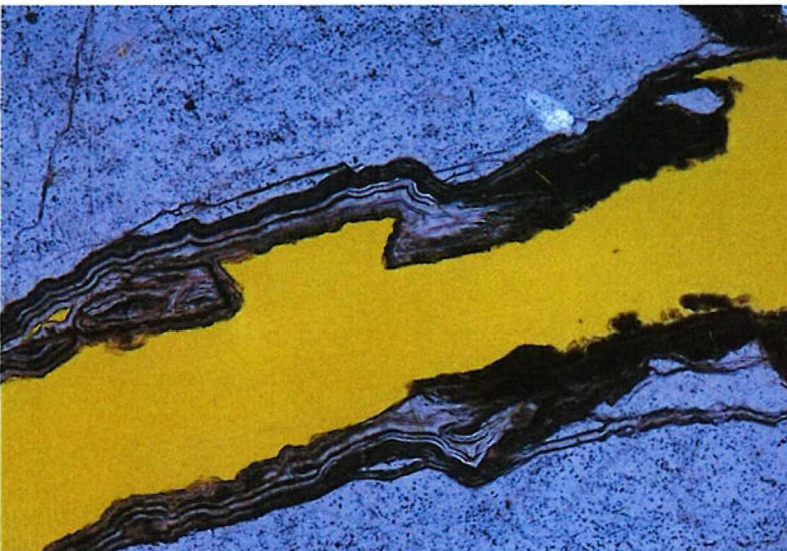


## Slijpplaatje I

Scheurvorming in cement	Ja
Scheurvorming door toeslagmateriaal	Ja
Soort toeslagmateriaal	Kwarts
Mogelijk ASR gel?	Ja, weinig
Ettringiet	Ja, poriën
DEF	Nee
Sulfaataantasting	Nee
Cementsoort	Portlandcement



ASR gel in scheur korrel (100X PPL)



ASR gel in scheur korrel (100X PPL)

Project: Onderzoek 2021 Betontechnologie  
Onderdeel: visuele inspectie cilinders  
Monstercode: II  
Locatie:  
Boorrichting:



**Afmetingen:**  
hoogte totaal: 280 mm  
diameter: 75 mm

**Visuele inspectie:**

verdichting:  
goed  
luchtbelen:  
klein  
weinig

**Oppervlak proefstuk:**

coating aanwezig:  
nee  
scheuren:  
ja  
scheurwijdte: 0 mm  
hoogte: 12 mm  
lengte: 75 mm  
aantal: 7 stuks

**Toeslagmateriaal:**

vorm:  
rond  
uiterlijk:  
kwartsachtig  
aangetast  
Dmax:  
16 mm

**Onvolkomenheden:**

waterlenzen:  
nee  
segregatie  
niet

**Verontreinigingen:**

flint

**Slijpplaatje:**

ja

**Dekking wapening**

bovenwapening			onderwapening		
dekking*	diameter	corrosie	dekking*	diameter	corrosie
mm	mm	-	mm	mm	-
25	18	ja			

\* dekking van bovenzijde cilinder tot bovenzijde wapening

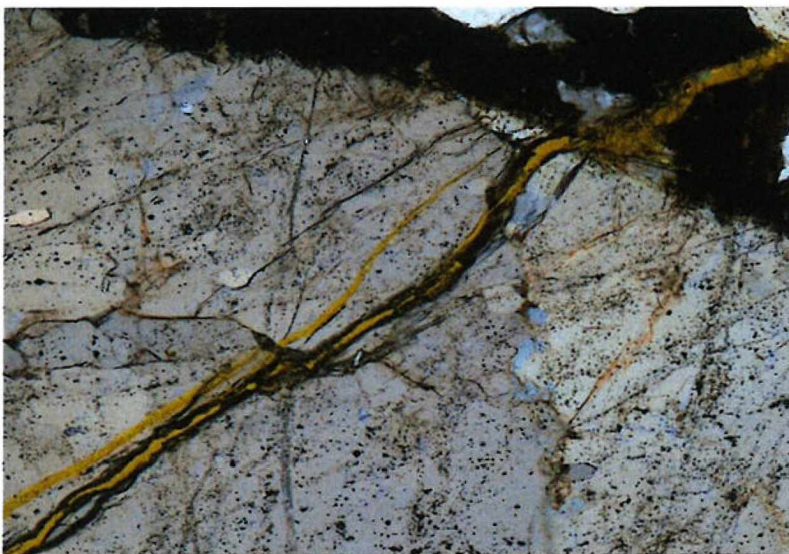
**Opmerkingen**

Geen opmerking

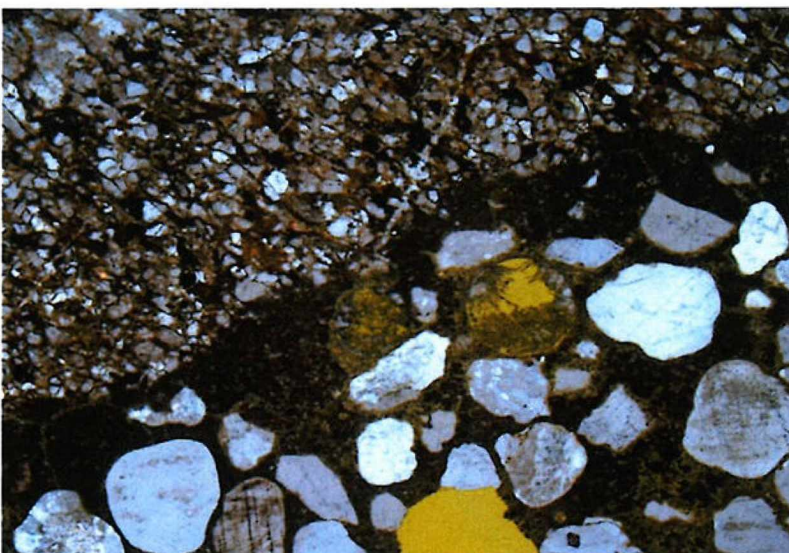


## Slijpplaatje II

Scheurvorming in cement	Ja
Scheurvorming door toeslagmateriaal	Ja
Soort toeslagmateriaal	Kwarts
Mogelijk ASR gel?	Ja, weinig
Ettringiet	Ja, poriën
DEF	Nee
Sulfaataantasting	Nee
Cementsoort	Portlandcement



ASR gel in scheur korrel (100X PPL)



ettringiet in poriën 25X PPL

Project: Onderzoek 2021 Betontechnologie  
Onderdeel: visuele inspectie cilinders  
Monstercode: III  
Locatie:  
Boorrichting:



**Afmetingen:**  
hoogte totaal: 390 mm  
diameter: 75 mm

**Visuele inspectie:**

verdichting:  
matig  
luchtballen:  
klein  
matig

**Oppervlak proefstuk:**

coating aanwezig:  
nee  
scheuren:  
ja  
scheurwijdte: 0 mm  
hoogte: 25 mm  
lengte: 75 mm  
aantal: 9 stuks

**Toeslagmateriaal:**

vorm:  
rond  
uiterlijk:  
kwartsachtig  
gescheurd  
Dmax:  
16 mm

**Onvolkomenheden:**

waterlenzen:  
nee  
segregatie  
niet

**Verontreinigingen:**

flint

**Slijpplaatje:**

ja

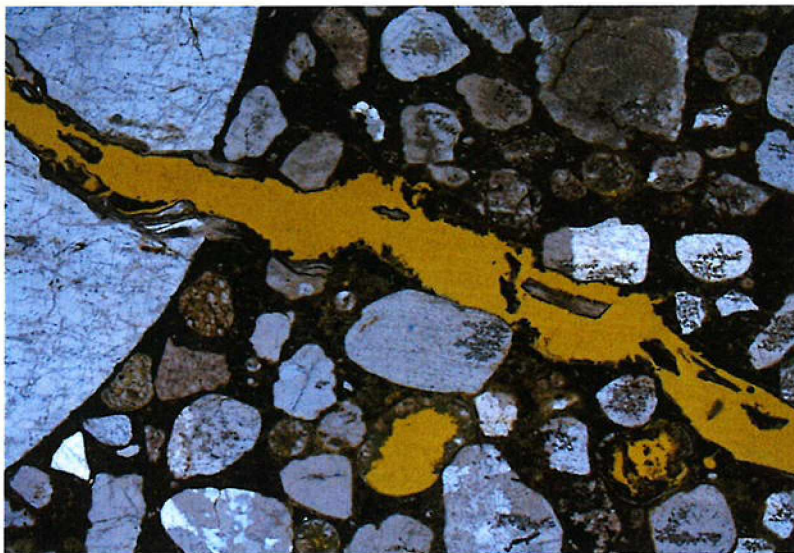
**Opmerkingen**

Geen opmerking



### Slijpplaatje III

Scheurvorming in cement	Ja
Scheurvorming door toeslagmateriaal	Ja
Soort toeslagmateriaal	Kwarts
Mogelijk ASR gel?	Ja, veel
Ettringiet	Ja, poriën
DEF	Nee
Sulfaataantasting	Nee
Cementsoort	Portlandcement



ASR gel in scheur korrel 25X PPL



ASR gel in scheur korrel 100X PPL

## Bijlage B – Toelichting ASR en onderbouwing advies

Op basis van destructief betononderzoek is geconcludeerd dat er sprake is van verregaande degradatie van het brugdek als gevolg van ASR (Alkali Silica Reactie). De ASR (in de volksmond ook betonrot genoemd) heeft geleid tot delaminatie van het betonnen brugdek, waardoor de samenhang van het beton verloren is gegaan. Dit heeft een negatieve invloed op de capaciteit van het brugdek, waardoor de constructieve veiligheid in het geding komt voor de weggebruikers.

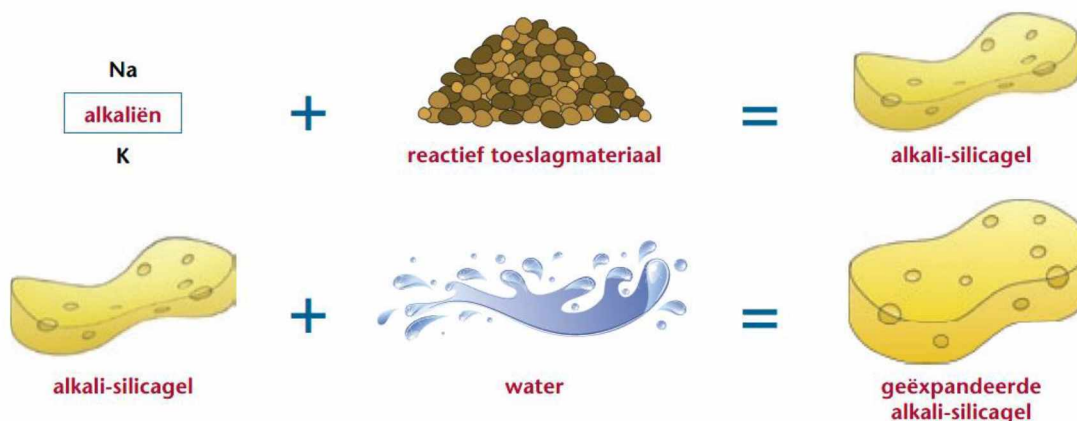
Door Iv-Infra is geadviseerd om het brugdek af te sluiten voor voertuigen. Hiertoe zijn reeds maatregelen getroffen door de gemeente. Beperkt gebruik door voetgangers en fietsers is vooralsnog mogelijk (geen marathon, avondvierdaagse, wielertocht e.d.).

Hier volgt een beknopte toelichting op het fenomeen ASR en onderbouwing van het verstrekte advies.

### Toelichting ASR

ASR is de afkorting voor Alkali-Silica Reactie. Hierbij reageren bepaalde, reactief silica bevattende bestanddelen van het toeslagmateriaal met alkaliën die in het in het poriewater van beton aanwezig zijn. Er wordt een gelachtig reactie-product gevormd dat we alkali-silicagel noemen.

Deze gel kan (ingedrongen) water opnemen waardoor het gaat zwellen. De geëxpandeerde alkali-silicagel oefent druk uit in het beton. Door deze drukkracht nemen in eerste instantie de mechanische eigenschappen van het beton, waaronder de treksterkte, af. Het beton kan daardoor in tweede instantie gaan scheuren. Als scheurvorming ontstaat spreken we van 'schadelijke ASR'. De afname van de samenhang en treksterkte van beton kan leiden tot het bezwijken van betonconstructies.



Figuur: Schematische weergave van de alkali-silicareactie (bron: betoniek-15-02XL d.d. 2010)

Tegenwoordig worden eisen gesteld aan toeslagmaterialen in betonmengsels, om schade aan constructies ten gevolge van ASR te voorkomen (CUR-aanbeveling 89).

### Constructieve veiligheid viaduct Noothoven van Goorstraat.

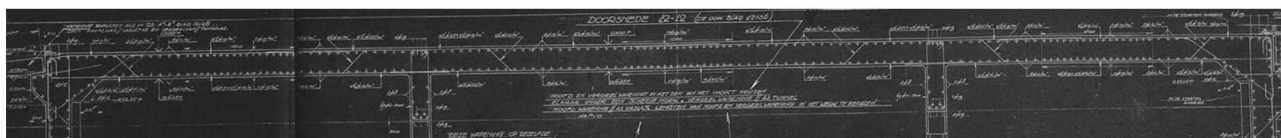
De degradatie ten gevolge van ASR is een proces dat jaren duurt en dus ook voor dit object al jaren geleden in gang zal zijn gezet. Het viaduct is omstreeks 2014 gerestaureerd waarbij betonherstel heeft plaats



gevonden en een nieuwe coating aan de onderzijde van het brugdek is aangebracht. Voor gebruik van de brug gold (tot aan de huidige afsluiting) een lastbeperking van 30 ton totaallast en 10 ton aslast. Tijdens de schouw door de constructeur (vóór de afsluiting) bleek ook dat de vuilniswagen gebruik maakt van dit object (vaak voertuiggewicht van 30 ton en aslasten van 10 ton). Er zijn geen schades geconstateerd die duiden op overbelasting. Dit betekent dat het brugdek in staat is geweest om deze belasting te dragen (bewezen sterkte).

Nu bekend is dat sprake is van verregaande degradatie door ASR, kan de constructieve veiligheid niet meer gewaarborgd worden. Herberekenen van constructies waarin ASR is vastgesteld is niet meer (goed) mogelijk, omdat de richtlijn die hieraan ten grondslag lag (CUR-aanbeveling 102) inmiddels is ingetrokken. Een vervanging voor deze richtlijn is er (nog) niet en bekend is dat deze richtlijn in sommige gevallen te conservatief was. Aangezien de ASR hier heeft geleid tot het verloren gaan van de samenhang van het beton, zijn berekeningen ook niet meer representatief voor het werkelijke gedrag.

ASR heeft in de basis voornamelijk een negatieve invloed op de treksterkte van het beton en daarmee op de dwarskrachtcapaciteit van het betonnen brugdek. Falen op dwarskracht is een bros bezwijkmechanisme ("plotseling bezwijken") in tegenstelling tot falen op buiging. Buiging uit zich in eerste instantie door scheurvorming in het beton ("waarschuwend effect"). Er is in dit brugdek opgebogen wapening aanwezig, wat een gunstig effect heeft t.a.v. de dwarskrachtcapaciteit en tevens de boel (gedelamineerd beton) in het dwarskrachtgebied "bij elkaar houdt".



Figuur: Fragment archieftekening brugdek met opgebogen wapening

Door geen verkeer meer toe te laten op het brugdek, is de kans op plotseling bezwijken verkleind. Het brugdek wordt nu belast door het eigen gewicht en de rustende belasting (asfalt, trottoirtegels e.d.). De verhouding enkele fietsers en voetgangers t.o.v. het eigen gewicht en de rustende belasting is nihil. Hiermee is dus ten opzichte van de "bewezen sterkte" een stuk veiligheid gecreëerd.

**Let op:** avondvierdaagse of andere evenementen met risico op mensenmenigte dienen wel te worden voorkomen.

Het ASR-proces is te ver gevorderd om het brugdek te kunnen versterken of om maatregelen te treffen die het kunnen vertragen. Voorspellen wanneer het beton van het dek zover ver is gedegradeerd dat het dek zal falen/bezwijken is helaas niet mogelijk. De verwachting is echter dat het dek niet spontaan zal instorten, maar bij verdergaande degradatie schades zal gaan vertonen aan de onderzijde.

## Advies

Wij adviseren daarom om een nulinspectie uit te voeren, waarbij alle aanwezige scheuren en schades goed in kaart worden gebracht of gebruik te maken van een recente uitgebreide inspectie. Vervolgens dient in eerste instantie 2-wekelijks een veiligheidsinspectie te worden uitgevoerd waarbij de aandachtspunten uit de



nul-inspectie gecontroleerd worden (bijv. scheurwijdtes van bepaalde scheuren in kritische gebieden). Afhankelijk van de bevindingen kan het inspectie-interval aangepast worden.

Hiermee kan tijdig worden geconstateerd dat het dek verder verslechterd en kan heroverweging plaatsvinden voor wat betreft fietsers en voetgangers over (én verkeer onder) het viaduct. De termijn waarop verdere schades zich zullen openbaren is niet te voorspellen. Bijkomend voordeel van de huidige herstelde / nette / geverfde situatie is wel dat schades waarschijnlijk goed zichtbaar worden. De periode tot verwijderen (en eventueel vervangen) van het dek schatten we in op ca. 2 jaar, maar tegelijk hoe eerder hoe beter.