

Eindrapport HSL 2e fase Onderzoek betonkwaliteit

Samenvatting Inspectie- en laboratoriumonderzoek



Geocode: 119, 121, 166, 165, 164, 625, 667
Gehele HSL

Project: Landelijk onderzoek betonkwaliteit HSL 2^{de} fase
Registratienummer: Movares: RM005175
Kenmerk en Versie: BF4721R069F5.0

Royal HaskoningDHV: BF4721

Opdrachtgever: ProRail
3 augustus 2018

Inhoud

Managementsamenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Toelichting uitgevoerde onderzoek en rapportages 2 ^{de} fase	6
3. Samenvatting resultaten van het uitgevoerde onderzoek.....	8
3.1 Inleiding	8
3.2 Invloed op Arbo	8
3.3 Levensduur	8
3.4 Veilige berijdbaarheid	11
3.5 Interpretatie Resultaten	11
4. Conclusie en advies	12
COLOFON.....	14
BIJLAGE 1 Overzicht onderzochte kunstwerken.....	15

Managementsamenvatting

In opdracht van ProRail is door Movares/RHDHV betononderzoek verricht naar de HSL (landelijk onderzoek betonkwaliteit HSL 2^e fase). Dit om te onderzoeken of en wanneer de veilige berijdbaarheid en de technische levensduur van 100 jaar van de betonconstructies van de HSL in het geding komen. Het onderzoek is uitgevoerd op basis van inspecties en laboratorium onderzoek, waarbij extrapolatie van de gemeten carbonatatie diepte (belangrijk voor de afdekking van de wapening) als belangrijkste gegeven is gebruikt.

Uit het onderzoek is gebleken:

- Bij geen van de op dit moment gemeten carbonatatie dieptes is deze waarde groter dan de ontwerpwaarde van de betondekking (50mm).
- Bij negen kunstwerken is, op basis van de huidige gemeten carbonatatie diepte, een verwachte carbonatatie diepte na 100 jaar (einde ontwerplevensduur) berekend welke groter is dan de ontwerpwaarde van de betondekking (50mm). Deze situatie zal in de komende decennia echter nog niet aan de orde zijn.
- Voor vier van deze kunstwerken is tijdens uitvoering van de boringen een betondekking gemeten welke groter is dan de ontwerpwaarde van de betondekking (50mm). Hierbij is ook vastgesteld dat de verwachte carbonatatie diepte na 100 jaar (einde ontwerplevensduur) binnen de betondekking blijft.
- Voor vijf van deze kunstwerken kan niet met zekerheid worden gesteld dat de carbonatatie diepte gedurende de ontwerplevensduur de wapening niet bereikt. Het aantal boringen uitgevoerd bij deze vijf kunstwerken is niet groot genoeg om statistisch te onderbouwen dat de gemeten carbonatatie dieptes representatief zijn voor de betreffende bouwdelen in dit kunstwerk. Advies is om nader onderzoek uit te voeren om deze onzekerheid te beheersen.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan gesteld worden dat voor de meeste kunstwerken (63 van de 68) geen schade aan de primaire betonconstructie, gerelateerd aan de kwaliteit van deze betonconstructie, verwacht wordt binnen de ontwerplevensduur. Voor de meeste constructies is daarom de kans klein dat door schade aan de primaire betonconstructie, veroorzaakt door de kwaliteit van deze betonconstructie, de veilige berijdbaarheid in het geding komt gedurende de ontwerplevensduur. Voor de vijf kunstwerken waar dit niet valt te concluderen is vervolgonderzoek nodig.

Uitvoering van dit onderzoek is niet onmiddellijk nodig, maar kan over 10 jaar plaatsvinden, zodat ook beter inzicht in de snelheid van de carbonatatie-indringing wordt verkregen.

1. Inleiding

Het Nederlandse HSL-spoor is een circa 80 km lang traject dat loopt van Schiphol via Rotterdam naar de Belgische grens. Daar sluit het vervolgens aan op het Belgische HSL-spoor dat via Brussel naar Parijs voert. Het spoor is speciaal voor hoge snelheidstreinen ontworpen. Bij het ontwerp van de civiel technische constructies is uitgegaan van een ontwerplevensduur van 100 jaar voor primaire constructieonderdelen.

Een aantal jaren geleden is 'excessieve' mosgroei waargenomen op betonnen primaire constructie onderdelen van de Tunnel Rotterdam Noord (TRN). Dit is aanleiding geweest om de betonkwaliteit van de TRN nader te onderzoeken. Uit dit onderzoek zijn gebreken geconstateerd aan het beton. De oorzaak en de oplossing van dit probleem zijn in overleg met de aannemer van het project nader onderzocht. Uit dit onderzoek aan de TRN zijn herstelwerkzaamheden voortgekomen, die thans worden voorbereid voor uitvoering.

Naar aanleiding van de bevindingen bij de TRN is indicatief onderzoek uitgevoerd bij een vijftal andere objecten in de HSL, te weten de Tunnel Dordtse Kil (TDK), de Tunnel Oude Maas (TOM), Tunnelbak (Cutting) Galder, Tunnelbak (Cutting) Prinsenbeek en Tunneldeel bij Westrik. De resultaten daarvan gaven aan dat ook op die locaties mosgroei op het beton voorkomt.

Het voorgaande is aanleiding geweest voor ProRail om duidelijkheid te verkrijgen over de kwaliteit van het beton in alle primaire constructieonderdelen van de HSL. Om het daarvoor vereiste onderzoek te kunnen vaststellen is een bureaustudie gedaan om te bepalen welke typen kunstwerken op de HSL voorkomen en welke uitvoeringsmethodes zijn toegepast bij de realisatie van de constructies. Dit heeft geleid tot een lijst met typische kunstwerken verdeeld over de verschillende oorspronkelijke bouwcontracten binnen het koepelcontract voor de realisatie van het project.

Vervolgens is een werkplan¹ gemaakt voor een vervolgonderzoek dat rekening houdt met diversiteit van de verschillende kunstwerken, maar dat ook voldoende informatie garandeert over de gehele HSL. In eerste instantie zijn daartoe alle kunstwerken geselecteerd. Na overleg met onder andere TNO is besloten om een risico gestuurd proces te volgen. Daarbij wordt onderzoek aan circa één derde van alle kunstwerken uitgevoerd, representatief voor alle typen kunstwerken en contracten partijen van de HSL.

Door uitvoering van een inspectie van alle kunstwerken kunnen boringen aan het onderzoek worden toegevoegd. Op basis van deze inspecties en extra monsternames is een representatief onderzoek verkregen. Het werkplan beschrijft de volgende onderdelen ten aanzien van dit vervolgonderzoek:

1. visuele inspectie
2. boringen en monstername
3. laboratoriumonderzoek
4. interpretatie informatie
5. conclusie

Na afloop van elke stap zijn de omvang en de intensiteit van de vervolgstappen bepaald, zodat wordt voorkomen dat er hiaten in het onderzoek ontstaan.

¹ Het werkplan opgesteld door RailinfraSolutions met als titel "HSL - 2e fase Werkplan inspectie / onderzoek Betonkwaliteit (Combi)" en referentie RIS430-8/pouc/015 met als datum 11 maart 2016, geeft aan op welke wijze selecties zijn uitgevoerd om tot een keuze van kunstwerken, boringen en laboratorium onderzoek te komen.

De werkzaamheden tot en met het opstellen van het werkplan zijn onderdeel van Fase 1 van het project. De uitvoering van het Werkplan betreft Fase 2. De onderliggende rapportage is onderdeel van deze 2^e Fase.

2. Toelichting uitgevoerde onderzoek en rapportages 2^{de} fase

Het aantal onderzochte kunstwerken bedraagt 68. De 68 kunstwerken zijn verdeeld over de zes tracés, tevens de zes contracten van het koepelcontract:

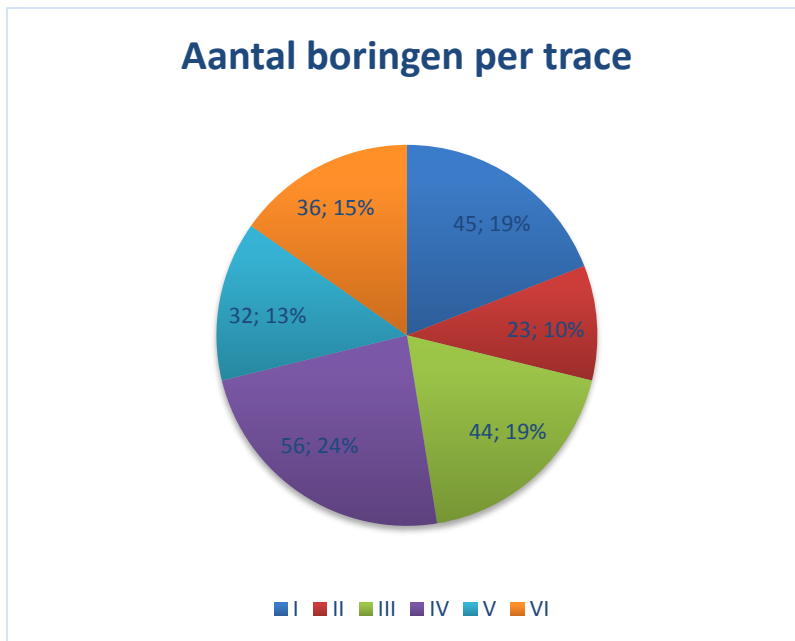
- I: Noordelijk Holland (NOH)
- II: Boortunnel onder het Groene Hart (BOT)
- III: Zuid-Holland Midden (ZHM)
- IV: Zuid-Holland Zuid (ZHZ)
- V: Brabant Noord (BrN)
- VI: Brabant Zuid (BrZ)

Voor elk kunstwerk is begonnen met een bureau-onderzoek. Op basis van dit onderzoek is een Object Risico Analyse (ORA) opgesteld. Vervolgens zijn de visuele inspectie's uitgevoerd. Op basis van de waarnemingen is per kunstwerk de Object Risico Analyse (ORA) aangevuld/aangepast. Doel van deze inspecties was het beoordelen of het aantal boringen dat was bepaald in het werkplan toereikend zou zijn. Daarnaast is bij de inspectie gekeken naar de ARBO-veiligheid (enkel vluchtpaden), de aanwezigheid van bovenmatige mosgroei en de aanwezigheid van bovenmatig stof in de open toeritten. Na bestudering van het uitgevoerde laboratoriumonderzoek, zijn enkele ORA's aangevuld. Het betreft de kunstwerken, waar nader onderzoek is geadviseerd.

Op basis van de uitgevoerde visuele inspecties is het aantal boringen beperkt aangepast ten opzichte van het oorspronkelijke werkplan. Er zijn ten opzichte van het werkplan twee boringen extra uitgevoerd op plekken waar visueel "schade" is geconstateerd en er zijn 25 boringen vervallen. De boringen die zijn vervallen waren gelegen op locaties waar geen schadebeeld zichtbaar was. Daarvan bevonden zich 16 boringen in de drukzone van voorgespannen betondelen en negen boringen bij kunstwerken waar al voldoende boringen waren uitgevoerd, dan wel waar niet op een veilige manier de boringen konden worden uitgevoerd.

Als gevolg van deze aanpassingen is het aantal uitgevoerde boringen 236 ten opzichte van de uitgevraagde 259.

In het taartdiagram (Figuur 1) is de verdeling van de 236 boringen die zijn gebruikt voor het onderzoek over de zes tracés weergegeven:



Figuur 1 Boringen per tracé

Van alle monsters zijn in het laboratorium visuele opnames gemaakt en zijn carbonatatie proeven uitgevoerd. Deze opnames dienen om de huidige toestand van het beton vast te leggen. Daarnaast zijn monsters onderzocht op chloride, porositeit, petrografische parameters en druksterkte. Deze resultaten zijn vergeleken met hun verwachtingswaarden om een indruk te verkrijgen of naast carbonatatie andere oorzaken van schade binnen de ontwerplevensduur te verwachten zijn. Een overzicht van de alle laboratoriumtesten, met resultaten, is opgenomen in de rapportage van het laboratorium BAS (rapport "Onderzoek betonkwaliteit HSL", met kenmerk 2017-1179-001). In die rapportage worden ook de toegepaste laboratoriumproeven beschreven en worden afwijkingen in de waarnemingen gemeld.

Tenslotte is van elk onderzocht kunstwerk een rapportage opgesteld welke de volgende onderdelen bevat:

- Interpretatie van de resultaten van alle waarnemingen.
- Inspectierapport (visueel) met Object Risico Analyses (ORA's);
- Registratieformulier waarin het uitgevoerd boorwerk is beschreven;
- Foto's boorlocaties;
- Laboratorium resultaten.

In Bijlage 1 is een overzicht van de kunstwerken weergegeven (inclusief geocode en kilometrering), met de daarbij behorende rapportage.

3. Samenvatting resultaten van het uitgevoerde onderzoek

3.1 Inleiding

In het eindrapport van BAS is de toetsingswijze door het laboratorium toegelicht. Voor een uitgebreide analyse van de resultaten van de individuele kunstwerken wordt verwezen naar het betreffende rapport per kunstwerk, BF4721R001 tot en met BF4721R068. In deze rapportage wordt enkel naar het 'R-nummer' verwezen.

3.2 Invloed op Arbo

De bevindingen met betrekking tot Arbo zijn afkomstig uit de visuele inspecties (onderzoekstap 1) welke zijn uitgevoerd aan de kunstwerken voorafgaand aan de uitgevoerde betonboringen:

- Ten aanzien van de ARBO-veiligheid zijn er geen gebreken geconstateerd, enkel bij kunstwerk II.02 BOT toerit noord is sprake van gladheid door mos op de toegangstrappen.
- Bovenmatig stof in de toeritten van tunnels is niet waargenomen.

3.3 Levensduur

De volgende bevindingen zijn afkomstig van waarnemingen tijdens het uitvoeren van de het laboratorium onderzoek en van de analyse van de uitgevoerde testen.

Visuele inspectie

De onderzochte boorkernen uit de beschouwde kunstwerken vertoonden geen ernstige afwijkingen waaruit schade kan worden verwacht binnen de ontwerplevensduur van de HSL. Dit komt overeen met de resultaten van de visuele inspectie per kunstwerk (onderzoekstap 1).

Carbonatatie berekeningen

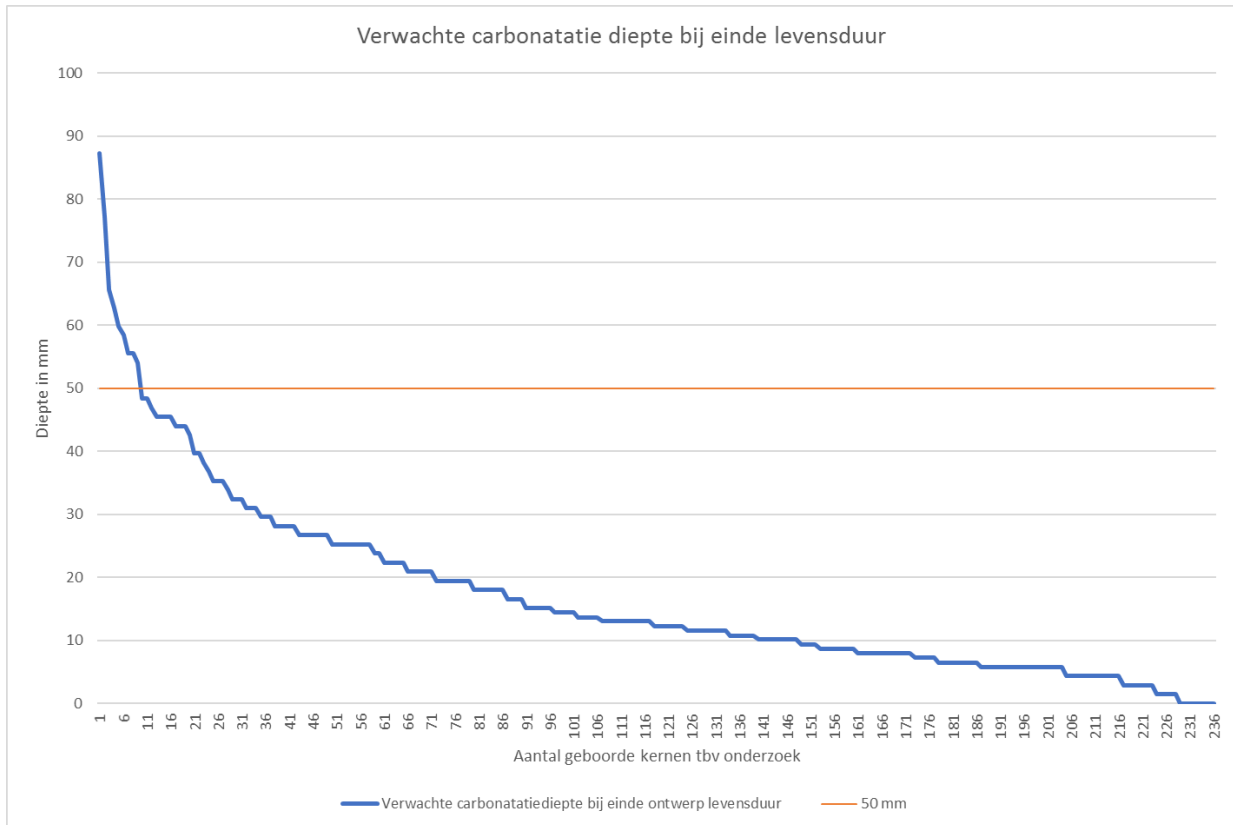
Als onderdeel van het onderzoek naar de restlevensduur van het beton, is gekeken naar de diepte van het carbonatatie front. Hiervoor zijn 2 richtlijnen gehanteerd:

Als de gemeten gemiddelde carbonatatie diepte groter dan 5 mm is, wordt de TNO-richtlijn gebruikt die voor de HSL is opgesteld. Bij waarden kleiner dan 5 mm geeft deze formule onrealistische waardes, zodat voor die waarden de Rijkswaterstaat richtlijn is gebruikt.

Volgens de door TNO opgestelde formule kan de huidige (tijdstip t_1) waarde die voor carbonatatie is gemeten worden omgerekend naar een verwachte carbonatatie na 100 jaar (tijdstip t_{100}) zijnde de ontwerp levensduur. Indien die berekende waarde groter is dan de dekking op de wapening bestaat een kans op schade binnen de ontwerplevensduur van de primaire constructie onderdelen. Generiek is voor deze beoordeling de waarde van de ontwerpdekking van 50mm aangehouden. Indien de berekende carbonatatie meer bedraagt dan deze ontwerpdekking is beoordeeld of de tijdens de boorwerkzaamheden gemeten betondekking groter is dan deze ontwerpdekking.

Echter, deze carbonatatie berekening houdt geen rekening met de andere omstandigheden zoals de mate van chloriden, porositeit (de permeabiliteit van beton voor agressieve stoffen) en wisselingen in vochtgehalte. Deze parameters bepalen mede de kans op schade binnen de ontwerplevensduur. De berekende waarden van de verwachte carbonatatie bij einde ontwerplevensduur van de beproefde 236 boringen zijn weergegeven in Figuur 2.

Ouderdom van de kunstwerken ten tijde van de metingen is gesteld op 12 jaar (dus $t_1 = 12$ jaar). Omdat de oplevering van het project als uitgangspunt is aangehouden, is deze waarde een ondergrens (ontkisting van de constructie zal ruim daarvoor hebben plaatsgevonden).



Figuur 2 Potentiele carbonatatie diepte bij einde levensduur

De ontwerpdekking van de wapening voor de kunstwerken bedraagt 50mm. Van de 236 kernen zijn er negen kernen welke een verwachte carbonatatie diepte bereiken van meer dan 50mm. Deze negen kernen komen alle uit verschillende kunstwerken. De negen kernen welke een verwachte carbonatatie diepte bereiken van meer dan 50mm betreffen de onderstaande kunstwerken vermeld in Tabel 1 met daarachter het bijbehorende rapportnummer.

Tabel 1 Kunstwerken waarbij carbonatatie diepte 50mm kan overschrijden einde ontwerplevensduur

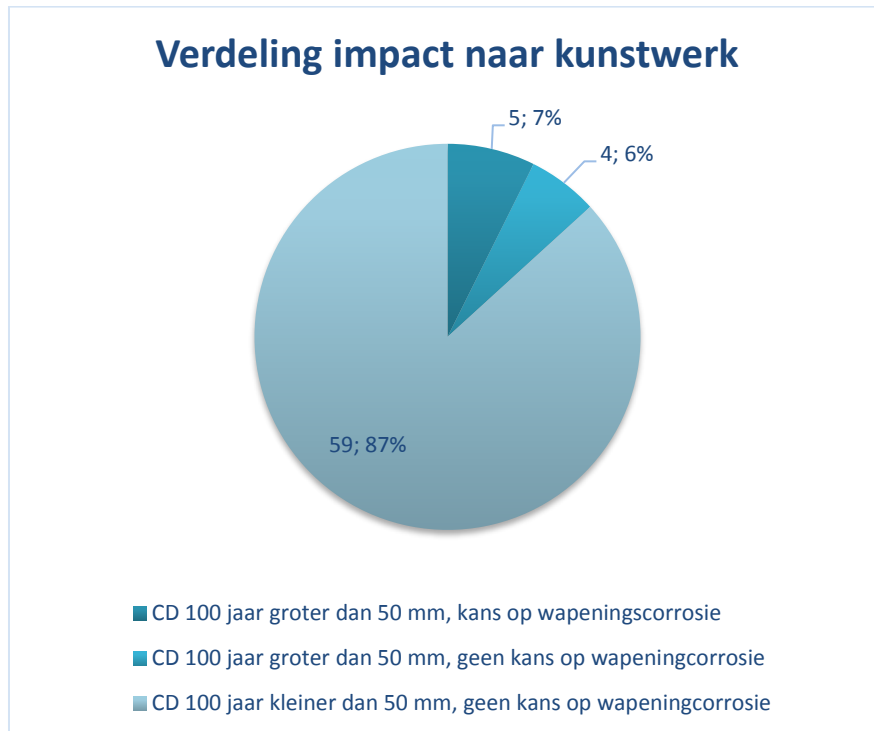
I.18 SPV over A44 en Lisserweg (R004)	IV.23 Toerit Zuid TOM (R030)
I.20 Aquaduct onder Ringvaart toerit Noord (R006)	IV.68 Brug Hollands Diep Riviergedeelte (R041)
I.34 SPV Rijkswetering (R009)	V.09 Pergola Geldersedijk (R046)
II.02 BOT toerit Noord (R013)	VI.24-e WV Invoegweg A16 (R067)
III.20 WV LV-viaduct nr 3 Waghenadreef (R022)	

Op basis van een analyse van deze informatie, kan gesteld worden dat vijf van deze kunstwerken een potentiële carbonatatie diepte hebben die hoger is dan de gemeten dekking op locatie. Tijdens boren is de dekking gemeten op de boorlocatie, er is vervolgens rekening gehouden met de laagst gemeten betondekking. Bij onderstaande vijf kunstwerken bestaat er een kans dat de carbonatatie de wapening zal bereiken binnen de ontwerplevensduur en daarmee kan er corrosie optreden:

- I.18 SPV over A44 en Lisserweg (R004)
- II.02 BOT toerit Noord (R013)
- IV.23 Toerit Zuid TOM (R030)
- IV.68 Brug Hollands Diep Riviergedeelte (R041)
- V.09 Pergola Geldersedijk (R046)

Deze situatie zal in de komende decennia echter nog niet aan de orde zijn.

In onderstaand diagram (Figuur 3) is een verdeling weergegeven van de impact van de berekende carbonatatie diepte (CD) einde levensduur kunstwerk.



Figuur 3 Verdeling impact naar kunstwerk

Naast het onderzoek naar de carbonatatie diepte zijn van een aantal boringen op voorhand aanvullende onderzoeken uitgevoerd. Deze extra onderzoeken kunnen eventueel bij overschrijding van de carbonatatie-diepte, waarbij andere fenomenen een rol kunnen spelen, extra informatie verschaffen.

Chloride gehalte

Er zijn geen chloride gehalten in het beton gevonden die hoger zijn dan de vigerende norm voor gewapend beton. Alle waarden liggen onder de 0,4% m/m t.o.v. het cementgewicht. Hierdoor is de kans op chloride-geïnitieerde corrosie in het gewapend beton verwaarloosbaar, de grenswaarden zijn afkomstig uit de NEN-EN-206-1.

Porositeit

Van de 236 kernen is bij 32 kernen de porositeit bepaald, op verschillende diepten. In totaal 67 metingen, zoals beschreven in Bijlage 1. Gezien de wijze van bepalen (2-dimensionaal oppervlak) kan er op basis van één slijpplaatje geen conclusie getrokken worden, wel over het gemiddelde van alle slijpplaatjes. Daar komt uit dat de gemiddelde porositeit over de beproefde kernen 1.4% bedraagt. Dit is normaal voor goed verdicht beton, waarbij geen luchtbelvormer is toegepast.

Poederkoolvliegias

Poederkoolvliegias is in enkele kernen aangetroffen.

Druksterkte

Er zijn enkele monsters beproefd. Alle monsters bleken een druksterkte te hebben die boven de ontwerpwaarde ligt. Het geringe aantal onderzochte monsters en de spreiding van de resultaten maakt dat er geen conclusies kunnen worden getrokken op basis van een statistische analyse.

3.4 Veilige berijdbaarheid

Ten aanzien van bovenmatige mosgroei, op de constructieve onderdelen, is dit geconstateerd op enkele stempels van I.20 Aquaduct onder Ringvaart Toerit Noord (zie hiervoor de betreffende rapportage R006) en in mindere mate bij de stempels in andere delen van de HSL. Voor deze constructies kan de veilige berijdbaarheid in het geding komen.

3.5 Interpretatie Resultaten

Het uiteindelijke resultaat van het onderzoek geeft aan dat er voor de meeste kunstwerken geen bijzonderheden zijn vastgesteld en dat kan worden volstaan met het reguliere onderhoudsprogramma zoals aangegeven in “Richtlijn Eisen inspectie en kwaliteitsmeting Kunstwerken” met kenmerk ProRail RLN00156v3 d.d. 15/04/2010.

Deze richtlijn geeft aan dat functioneringsinspecties eens per drie jaar zijn vereist voor alle “standaard” kunstwerken en een verhoogde frequentie (1 keer per jaar) van toepassing is voor bijzondere kunstwerken, zoals tunnels en de brug over het Hollands Diep. Daarnaast geeft deze richtlijn aan om eens per acht jaar een hoofdinspectie uit te voeren ².

Gezien de resultaten van het onderzoek en de ligging boven de sporen, is het advies de toeritten naar tunnels en de open bakken waar betonnen stempels zijn toegepast te inspecteren met een (verhoogde) frequentie van 1 keer per jaar en de toeritten dus net als tunnels als een bijzondere kunstwerk te beschouwen.

² In de rapporten per kunstwerk is een afwijkende naamgeving van deze inspecties opgenomen. Beschrijving in deze samenvatting is correct.

4. Conclusie en advies

De hoofddoelstelling van het project is om een onderbouwde inschatting te maken wanneer de veilige berijdbaarheid van het HSL spoor gerelateerd aan de kwaliteit van de spoor dragende constructies in het geding komt. Eveneens is een inschatting gemaakt wanneer de veilige berijdbaarheid van het HSL spoor gerelateerd aan de kwaliteit van de betonconstructie boven en naast het spoor in het geding komt. Daarnaast is bepaald of de constructieve veiligheid van de objecten gehaald kan worden en of er aanvullende maatregelen benodigd zijn. Als laatste is er bepaald of de ARBO-veiligheid en de veiligheid ten aanzien van het gebruik van technische installaties in het geding komt, hierbij is enkel bovenmatig stof of vervuiling opgenomen, welke de functionaliteit van de tunnel technische installaties verslechterd.

Hieronder volgt een opsomming van de conclusies en adviezen.

1. Bij geen van de op dit moment gemeten carbonatatie dieptes is deze waarde groter dan de ontwerpwaarde van de betondekking (50mm).
2. Bij negen kunstwerken is, op basis van de huidige gemeten carbonatatie diepte, een verwachte carbonatatie diepte na 100 jaar (einde ontwerplevensduur) berekend welke groter is dan de ontwerpwaarde van de betondekking (50mm). Deze situatie zal in de komende decennia echter nog niet aan de orde zijn.
3. Voor een vijftal kunstwerken kan niet met zekerheid worden gesteld dat de carbonatatie diepte gedurende de ontwerplevensduur de wapening niet bereikt. Het aantal boringen uitgevoerd bij deze vijf kunstwerken is niet groot genoeg om statistisch te onderbouwen dat de gemeten carbonatatie dieptes representatief zijn voor de betreffende bouwdelen in dit kunstwerk. Advies is om nader onderzoek uit te voeren om deze onzekerheid weg te nemen. Om tevens beter inzicht in de snelheid van de carbonatatie-indringing te verkrijgen kan het nader onderzoek over circa 10 jaar worden uitgevoerd. Het betreft de volgende kunstwerken:
 - a. I.18 SPV over A44 en Lisserweg (R004)
 - b. II.02 BOT toerit Noord (R013)
 - c. IV.23 Toerit Zuid TOM (R030)
 - d. IV.68 Brug Hollands Diep Riviergedeelte (R041)
 - e. V.09 Pergola Geldersedijk (R046)
4. Er is geen bovenmatig stof in de open toeritten van de tunnels waargenomen, die een nadelige invloed kunnen hebben op de tunnel technische installaties.
5. Op het punt van herstelmaatregelen wordt geadviseerd conform het vigerende onderhoudsprogramma van ProRail inspecties uit te voeren. Dit betekent voor bijzondere kunstwerken een jaarlijkse inspectie en voor de overige kunstwerken eens per drie jaar een functioneringsinspectie en eens per 8 jaar een hoofdinspectie. Voor de kunstwerken waar stempels aanwezig zijn, wordt geadviseerd deze stempels, net als tunnels (bijzonder kunstwerk boven de sporen) jaarlijks te inspecteren.
6. Naast de geconstateerde mosgroei (zowel in eerder onderzoek, alsook bij dit onderzoek) is bovenmatige mosgroei enkel geconstateerd bij I.20 Aquaduct onder Ringvaart Toerit Noord. Dit dient als aandachtspunt meegenomen te worden in het onderhoudsprogramma.

7. Op het punt ARBO-veiligheid vormen de toegangstrappen II.02 BOT toerit noord een gevaar voor de toegankelijkheid in verband met overmatige mosgroei. Geadviseerd wordt om de trappen vrij te maken van mosgroei.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan gesteld worden dat voor de meeste kunstwerken (63 van de 68) geen schade aan de primaire betonconstructie, gerelateerd aan de kwaliteit van deze betonconstructie, verwacht wordt binnen de ontwerplevensduur. Voor de meeste constructies is derhalve de kans klein dat door schade aan de primaire betonconstructie, veroorzaakt door de kwaliteit van deze betonconstructie, de veilige berijdbaarheid in het geding komt gedurende de ontwerplevensduur. Voor de vijf kunstwerken waar dit niet valt te concluderen is vervolgonderzoek nodig.

COLOFON

Opdrachtgever :	ProRail
Project naam :	Landelijk Onderzoek betonkwaliteit 2 ^{de} Fase
Project nummer:	RM005175/BF4721
Omvang rapport:	16 pagina's
Auteur :	Jack Sip & Jorrit Juk
Bijdrage:	Bert Dekker & Bert Strijker
Interne controle:	Rob Vergoossen & Wiljan de Moor
Projectleider:	Bert Strijker & Jack Sip
Projectmanager:	Hans van Leeuwen
Datum:	3 augustus 2018

BIJLAGE 1 Overzicht onderzochte kunstwerken

Object	Km	Geocode	Rapport no.
I.02 SPV Bennebroekerweg	145.500	166	BF4721R001
I.03 ZVP tussen KW1417-KW1418	143.525-145.500	166	BF4721R002
I.10 WV N207	141.575	166	BF4721R003
I.18 SPV over A44 en Lisserweg	139.479	166	BF4721R004
I.19 ZVP tussen KW1413-Aquaduct	138.3950-139.300	166	BF4721R005
I.20 Aquaduct onder Ringvaart Toerit Noord	138.950	166	BF4721R006
I.20 Aquaduct onder Ringvaart Toerit Noord	137.700	166	BF4721R007
I.29 ZVP tussen KW1410-KW1408	133.380-135.810	166	BF4721R008
I.34 SPV Rijkswatering	133.380	166	BF4721R009
I.40 Verdiepte kruising HSL-A4	131.700-132.150	166	BF4721R010
I.47 WV afrit A4 over BOT	1129.850	166	BF4721R011
II.01 WV viaduct over BOT en A4	130.240	166	BF4721R012
II.02 BOT toerit Noord	130.405	166	BF4721R013
II.04 BOT toerit Zuid	122.254	166	BF4721R014
II.04 BOT toerit Zuid	120.650-120.773	166	BF4721R015
III.04 SPV VB Hoogeveenseweg	120.676	166	BF4721R016
III.04 SPV VB Hoogeveenseweg	119.300	166	BF4721R017
III.11 ZVP	118.700-119.300	166	BF4721R018
III.14 SPV Oosterheem	117.800	166	BF4721R019
III.16 Doorgaand Spoorviaduct	117.270 – 111.349	166	BF4721R020
III.18 Half Verdiepte Open Bak	111.188 – 108.286	166	BF4721R021
III.20 WV LV-viaduct nr 3 Wagheneardreef	110.374	166	BF4721R022
III.24 WV LV-viaduct nr 1 Wolfert Lyceum	108.553	166	BF4721R023
III.25-1 SPV VB Wildersekade	107.779	166	BF4721R024
III.25-1 SPV VB Wildersekade	106.931-108.286	166	BF4721R025
IV.10 DKB Duikerbrug Hoofdsw. gang168	214.410	165	BF4721R026
III.26 ZVP 106,931-108,286	214.410-214.460	165	BF4721R027
IV.12 SPV_VB Wegonderd.gang Lindeweg	214.450	165	BF4721R028
IV.21 Toerit Noord (TOM) (open-gesloten)	215.080 – 215.430	165	BF4721R029
IV.23 Toerit Zuid TOM (open-gesloten)	217.000 - 217.730	165	BF4721R030
IV.27 WV Wegviaduct Molendijk	217.850	165	BF4721R031
IV.28 ZVP	217.870 - 217.890	165	BF4721R032
IV.37 VB_SPV_WV Maasdamseweg	218.940 - 218.940	165	BF4721R033
IV.39 DKB Faunapass. Maasdamseweg	219.030	165	BF4721R034
IV.55 Verdiepte Bak Mookhoek	221.950 – 222.880	165	BF4721R035
IV.62 ZVP	223.510 - 223.900	165	BF4721R036
IV.63 WV Boordijk	223.900	165	BF4721R037
IV.64 Toerit Noord TDK	223.670 – 224.510	165	BF4721R038
IV.66 Toerit Zuid TDK	225.490 – 226.280	165	BF4721R039
IV.67 Brug Hollands Diep Aanbrug Noord	226.280 – 226.640	119	BF4721R040
IV.68 Brug Hollands Diep Riviergedeelte	225.700 – 227.900	119	BF4721R041
IV.69 Brug Hollands Diep Aanbrug Zuid	227.830 – 228.320	625	BF4721R042
IV.70 SPV over industriespoor Moerdijk	228.232 – 228.292	625	BF4721R043
V.01 ZVP	228.360 – 231.730	625	BF4721R044
V.03 WV Omgeleide Hoofdstraat	231.240	625	BF4721R045
V.09 Pergola Geldersedijk	231.730 – 232.200	625	BF4721R046
V.11 ZAC	232.700 – 236.530	121	BF4721R047
V.15 SPV Fly-over	234.200 – 234.600	121	BF4721R048
V.19-1 WV A59 (Toerit A16)	236.120 – 236.120	121	BF4721R049
V.22 Brug rivier de Mark	236.970 – 237.090	121	BF4721R050
V.24 ZAC	237.320 – 241.020	121	BF4721R051
V.26 WV Brielsedreef	238.290	121	BF4721R052
VI.01 Tunnelbak Prinsenbeek	240.980 – 242.130	667	BF4721R053
VI.01a WV Kruisende viaducten	240.900	667	BF4721R054
VI.03 SPC over IC-spoor Roosendaal	242.200 – 243.825	667	BF4721R055

VI.05 Bak - viaduct over uittakker	244.043	164	BF4721R056
VI.08 SPV Viaduct Leursebaan HSL	242.990	164	BF4721R057
VI.11 SPV Verl. Ettensebaan	243.237	164	BF4721R058
VI.12 ZAC	243.900-244.00	164	BF4721R059
VI.17 SPV Gr. Engelbertlaan	245.660	164	BF4721R060
VI.18 ZAC	245.660 – 246.080	164	BF4721R061
VI.21 SPV Brug Aa of Weerijis	246.950	164	BF4721R062
VI.22 ZAC	247.000 – 247.610	164	BF4721R063
VI.23 WV Effenseweg	247.590	164	BF4721R064
VI.24 Bak Tunnelbak Galder (A16_A58)	248.710 – 250.080	164	BF4721R065
VI.24-b WV HSL Schuin kruisend met A16	249.300	164	BF4721R066
VI.24-e WV Invoegweg A16	249.754	164	BF4721R067
VI.27 WV Hazeldonksestraat	253.800	164	BF4721R068