



Provincie Noord Brabant

PNB, N625 Rosmalen - Lith 4 kunstwerken

45B-903, brug Hoefgraaf

Iv-Infra b.v.



Opdrachtgever: Provincie Noord Brabant
Projectnummer opdrachtgever: 625.14
Project: PNB, N625 Rosmalen - Lith 4 kunstwerken
Projectnummer: INPA100807
Betreft: 45B-903, brug Hoefgraaf
Referentie:

Auteur(s):	J.P. van Dijk	
Gecontroleerd:	C.P. Broekhuizen	Paraaf:
Goedgekeurd:	P.C. Filius	Paraaf:
Geautoriseerd:		Paraaf:

Datum: 17-03-2011
Revisie: 1
Status: Definitief
Aantal pagina's: iii + 18



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Beschrijving werkzaamheden	1
1.3	Doel van de werkzaamheden	2
1.4	Omstandigheden	2
2	Objectgegevens	3
2.1	Beschrijving van het object	3
2.2	Situatie	3
2.3	Overzichtstekening	4
2.4	Overzichtsfoto's	4
3	Bevindingen	6
3.1	Hoofddraagconstructie	6
3.2	Talud	12
3.3	Leuningen	13
3.4	Hemelwaterafvoersysteem	13
3.5	Opleggingen	14
3.6	Asbest onderzoek	14
4	Conclusie en aanbeveling	15
4.1	Conclusie	15
4.2	Hersteladvies	17

BIJLAGE



1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van de Provincie Noord-Brabant heeft Iv-Infra inspecties uitgevoerd aan vier kunstwerken in de N625, gedeelte Rosmalen – Lith. Het gaat hierbij om de volgende kunstwerken:

- 45B-901, brug Hertogswetering (nabij kilometerring 3,800);
- 45B-902, brug Roode Wetering (nabij kilometerring 3,850);
- 45B-903, brug Hoefgraaf (nabij kilometerring 3,000);
- 45B-904, brug Nieuwe Vliet (nabij kilometerring 2,250).

De opdracht heeft als kenmerk, raamovereenkomst 1362495 en projectnummer 625.14.

Per kunstwerk zijn de resultaten van de inspectie weergegeven in een rapport.

Dit rapport gaat over kunstwerk 45B-903. De inspectie is begin februari 2011 uitgevoerd.

1.2 Beschrijving werkzaamheden

Ten behoeve van het onderzoek naar de schades aan het betonwerk zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

1. Bureau studie ter voorbereiding van het onderzoek, bestaande uit het doornemen van tekeningen van het kunstwerk en het verzamelen van voor het onderzoek relevante gegevens.
2. Onderzoek op locatie, inspectie volgens CUR-aanbeveling 72, technische inspectie klasse 1.2 van de gehele betonconstructie.
3. Nader onderzoek op locatie, bestaande uit het afkloppen van het gehele betonoppervlak, vastleggen van hol klinkend en los beton op schetsen en het beoordelen van constructiedetails, schadebeelden en de omstandigheden bij de aanwezige schadeplaatsen.
4. Nader onderzoek op locatie, bestaande uit op 14 plaatsen betonkernen boren voor laboratorium onderzoek (incl. het repareren van de ontstane gaten). En op dezelfde locaties de aanwezige betondekking op de wapeningsstaven bepalen.
5. Laboratorium onderzoek, bestaande uit carbonatatie en chloriden onderzoek van de boorkernen.
6. Rapportage van de bevindingen. De inspectieresultaten zijn verwerkt in deze rapportage, verduidelijkt met foto's en tekeningen. Vervolgens zijn de aanwezige schades, metingen en laboratorium onderzoek geanalyseerd en is aan de rapportage een conclusie met aanbevelingen verbonden.
7. Het inwinnen van informatie bij een betonspecialist.



Tijdens de inspectie is naast het standaard gereedschap gebruik gemaakt van de volgende hulpmiddelen:

- Ponton met bootje;
- Rolsteiger en ladder;
- Betonboor Ø50 inwendig en PCC-mortel;
- Wapeningsdekkingsmeter (Profometer 5+S);
- Verkeersmaatregelen.

1.3 Doel van de werkzaamheden

Het doel van de inspectie is om inzicht te krijgen in de gehele toestand van het kunstwerk. Om aan de hand hiervan de benodigde herstelmaatregelen te kunnen adviseren.

1.4 Omstandigheden

Tijdens de inspectie waren de klimatologische omstandigheden als volgt:

- Weer: bewolkt;
- Temperatuur: ca. 6° C;
- Waterstand: winterpeil.
- Bijzonderheden: geen.

2 Objectgegevens

2.1 Beschrijving van het object

Kunstwerk 45B-903 in de N625 is een vaste betonnen brug over de Hoefgraaf. De brug bestaat uit een traditioneel gewapend betonnen rijdek met drie overspanningen over vier steunpunten. Het rijdek is ter plaatsen van de landhoofden en middenpijlers opgelegd op loodplaatjes van 12mm dik. De bovenzijde van het object is in gebruik als provinciale weg met aan beide zijde een fietspad. In §2.3 is een schematische overzichtstekening weergegeven, waarin de steunpunten zijn genummerd.

2.2 Situatie





Overzichtsfoto noordelijk aanzicht

3 Bevindingen

3.1 Hoofddraagconstructie

Tijdens het onderzoek zijn de volgende schades / gebreken aan de betonconstructie geconstateerd:

- loszittende (hol klinkende delen) van het betonoppervlak;
- scheurvorming;

Bovenstaande schades worden hieronder verder uitgewerkt.

Loszittende (hol klinkende) delen van het betonoppervlak

Tijdens de inspectie zijn alle betonnen onderdelen, tot een halve meter onder de waterlijn, volledig onder handbereik geïnspecteerd en afgeklopt. Hol klinkende en los zittende delen zijn vervolgens gemarkeerd. De locaties en afmetingen van deze schadeplekken zijn met behulp van foto's en schetsen vastgelegd, de schetsen zijn opgenomen in bijlage 1.

De loszittende (hol klinkende) delen bevinden zich voornamelijk aan de onderzijde van de rijvloer. In totaal verspreid over het gehele zichtbare betonoppervlak bedraagt het schadeoppervlak ca. 14 m² verdeelt over 47 plekken. Op enkele plaatsen ligt de wapening bloot en zijn de staven zichtbaar gecorrodeerd met ca. 0-20% materiaalafname, zie foto 1 t/m 4.

Op ca. 15 plaatsen zitten stukken ingestort hout van gemiddeld 10x10 cm, zie foto 5.



Foto 1: hol klinkende delen



Foto 2: corroderende wapening



Foto 3: afgedrukte betondekking



Foto 4: corroderende wapening

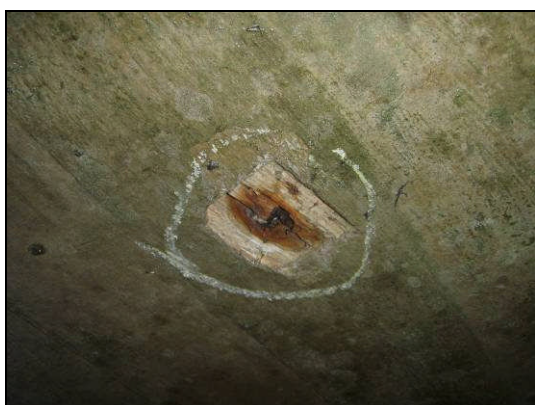


Foto 5: ingestort hout

Scheurvorming

De frontwanden van de landhoofden vertonen enkele scheuren met een breedte van 0,2mm of minder. De locaties en afmetingen van de scheuren met een breedte van 0,2mm zijn met behulp van foto's en schetsen vastgelegd. De schetsen zijn opgenomen in bijlage 1.

De palen van de tussensteunpunten vertonen meerdere grootte verticale scheuren. De locaties en afmetingen van deze scheuren zijn met behulp van foto's en schetsen vastgelegd. De schetsen zijn opgenomen in bijlage 1. Dit vertoont zich bij 8 van de 34 palen, de scheurbreedtes variëren van 0,5 tot 3mm en lopen door tot onder de waterlijn. In enkele gevallen zijn de palen doorgescheurd. Bij 5 van de 8 gescheurde palen begint de scheur ca. 50 tot 90 cm onder de dwarsdrager, zie foto 6 t/m 9.



Foto 6: paal gescheurd



Foto 7: paal gescheurd



Foto 8: paal gescheurd



Foto 9: paal gescheurd onder de waterlijn

Bijzonderheden

De onderzijde van de rijvloer hangt door, zie foto 10. Dit vertoont zich bij de overspanning tussen de twee midden steunpunten. Er zijn echter geen noemenswaardige scheuren in de onderzijde van het dek waargenomen en de dekranden hangen niet door.



Foto 10: doorhangen dek



Nader onderzoek beton

Op een 14-tal plaatsen is het beton nader onderzocht, op zes plaatsen in de onderzijde en op acht plaatsen aan de bovenzijde van de rijvloer. De nummers C1 t/m C6 bevinden zich aan de onderzijde van de rijvloer ongeveer in het midden van de overspanning. C7 t/m C14 bevinden zich aan de bovenzijde van de rijvloer in de berm tussen fietspad en rijbaan en ongeveer boven de steunpunten. De locaties en nummering zijn vastgelegd en ingetekend op een schets, zie bijlage 2.

Het beton is op iedere locatie op het volgende onderzocht;

- betondekking op de wapening;
- carbonatatiediepte;
- aanwezigheid van chloriden op drie verschillende dieptes.

Bovenstaande onderzoeken worden hieronder verder uitgewerkt.

Betondekking op de wapening

Met behulp van een Profometer is de huidige betondekking op de wapeningsstaven gemeten. Het aantal metingen per locatie, aan de bovenzijde van de rijvloer, is gering door het kleine betonoppervlak van het vrij gegraven dek of doordat de diepte van de wapening zich soms buiten het bereik van de meter bevindt. De meetresultaten zijn opgenomen in tabel 1 en 2.

Locatie	Aantal metingen	Gemiddelde dekking (mm)	Minimaal en maximaal dekking (mm)	Standaard afwijking
C1	15	29	23 / 33	3,1
C2	15	28	19 / 61	10,3
C3	15	26	19 / 41	5,7
C4	15	27	23 / 34	2,9
C5	15	29	24 / 35	3,7
C6	15	30	23 / 28	3,8

Tabel 1: resultaten betondekking onderzoek onderzijde rijvloer

Locatie	Aantal metingen	Gemiddelde dekking (mm)	Minimaal en maximaal dekking (mm)	Standaard afwijking
C7	3	62	58 / 65	3,4
C8	8	49	35 / 59	6,9
C9	3	61	59 / 65	3,3
C10	7	52	43 / 72	9,9
C11	7	55	47 / 63	5,8
C12	8	47	41 / 50	3,3
C13	9	41	31 / 48	5,6
C14	3	61	58 / 65	3,8

Tabel 2: resultaten betondekking onderzoek bovenzijde rijvloer



Carbonatatatie onderzoek

Het carbonatatatie front is bepaald door laboratorium onderzoek. Een samenvatting van het carbonatatatie onderzoek is vastgelegd in tabel 3. In bijlage 4 zijn de complete resultaten van het laboratoriumonderzoek opgenomen.

Locatie	Diepte carbonatatatie (mm)
C1	0
C2	0
C3	0
C4	0
C5	0
C6	0

Locatie	Diepte carbonatatatie (mm)
C7	0
C8	0
C9	9
C10	0
C11	0
C12	0
C13	6
C14	0

Tabel 3: resultaten carbonatatatie diepte

Chloriden onderzoek

Het chloridengehalte in het beton is bepaald door laboratorium onderzoek. Per brug zijn er met een holle boor 14 boorkernen, met een diameter van 50mm, uit het dek geboord. De asfalt-/buitenzijde is gemarkeerd en de kernen zijn gefotografeerd, zie bijlage 3. Uit iedere kern zijn vanaf de asfalt-/buitenzijde geteld 3 proefstukken van 15mm gezaagd, hierdoor ontstaan er per boorlocatie betonmonsters uit een diepte van 0-15mm, 15-30mm en 30-45mm. In het laboratorium zijn de monsters vergruisd en is het chloridengehalte in relatie tot de cementmassa bepaald. Een samenvatting van de chloriden-indringing is vastgelegd in tabel 4 en 5. In bijlage 4 zijn de complete resultaten van het laboratoriumonderzoek opgenomen.

In de huidige betonvoorschriften, worden voor nieuw beton de volgende maxima gesteld voor het chloridengehalte ten opzichte van de cementmassa:

in ongewapend beton 2,0 % (m/m);

in gewapend beton 0,4 % (m/m);

in voorgespannen beton 0,1 % (m/m).

Deze onderzochte brug is uitgevoerd in gewapend beton.

Locatie	Chloriden gehalte t.o.v. cementmassa			Opmerkingen
	0-15 mm	15-30 mm	30-45 mm	
C1	0,0	0,0	0,0	
C2	0,0	0,0	0,0	
C3	0,0	0,0	0,0	
C4	0,0	0,0	0,0	
C5	0,1	0,0	0,0	
C6	0,1	0,1	0,0	

Tabel 4: resultaten chloriden onderzoek onderzijde rijvloer

Locatie	Chloriden gehalte t.o.v. cementmassa			Opmerkingen
	0-15 mm	15-30 mm	30-45 mm	
C7	0,1	0,1	0,0	
C8	0,1	0,0	0,0	
C9	0,2	0,2	0,2	
C10	0,1	0,0	0,0	
C11	0,1	0,1	0,1	
C12	0,3	0,2	0,1	
C13	0,2	0,5	0,4	
C14	0,2	0,1	0,1	

Tabel 5: resultaten chloriden onderzoek bovenzijde rijvloer

3.2 Talud

Het talud onder de uitloop van de hemelwaterafvoer aan de westzijde van het noordelijk landhoofd is plaatselijk uitgespoeld, afmeting ca. 100x30x30 cm, zie foto 11.



Foto 11: talud plaatselijk uitgespoeld

3.3 Leuningen

De conservering van de leuningen is dof en licht verkrijt, zie foto 12 en 13.



Foto 12: conservering leuning dof en licht verkrijt

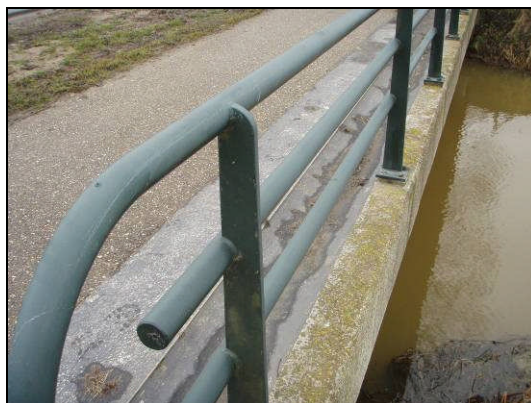


Foto 13: conservering leuning dof en licht verkrijt

3.4 Hemelwaterafvoersysteem

In het verlengde van de schampkanten, bevinden zich hemelwater verzamelputten in een gemetselde bestrating. De bestrating van de noordoostelijke put is plaatselijk verzakt, zie foto 15. Bij de zuidwestelijke put is de bestrating gedeeltelijk verdwenen en er is grond uitgespoeld, zie foto 16.

De bovengenoemde verzamelputten lozen op het oppervlaktewater via een PVC-buis in het talud. Aan de oost en westzijde van het zuidelijk landhoofd vertoont de uitloop van deze buis maaischade, zie foto 17.

Aan de bovenzijde van het kunstwerk bevinden zich naast de schampkanten, in het dek verwerkte, betonnen hemelwaterafvoergoten. Bij de westelijke goot vertoont het beton krimp-scheuren, in het totaal ca. 24 stuks. De beide goten zijn afgewerkt met conservering, deze is schraal en plaatselijk verdwenen, zie foto 18.



Foto 15: gemetselde bestrating verzakt



Foto 16: gat in gemetselde bestrating



Foto 17: HWA-afvoer beschadigd



Foto 18: conservering schraal en plaatselijk verdwenen

3.5 Opleggingen

De opleggingen bestaan uit 12mm dikke loodplaatjes en zijn nauwelijks inspecteerbaar. Steekproefsgewijs is de vrijeruimte aan een zijde van de opleggingen schoon gemaakt. Er zijn geen bijzonderheden aangetroffen.

3.6 Asbest onderzoek

Visueel is gekeken naar de aanwezigheid van asbestverdacht materiaal aan het uitwendige van het kunstwerk, waarbij met nadruk is gekeken naar de schampkanten en de nutsleidingen langs het kunstwerk. Na bureaustudie van de bestekstekeningen (geen revisie tekening!) en de aanwezigheid van HWA-putten in het verlengde van de schampkanten, is het onwaarschijnlijk dat in de schampkanten leidingbuizen verwerkt zitten, zie foto 15 en 16. Het resultaat van dit onderzoek is dat er geen asbestverdacht materiaal is aangetroffen.



4 Conclusie en aanbeveling

4.1 Conclusie

Hoofddraagconstructie

Tijdens het onderzoek zijn de volgende schades / gebreken aan de betonconstructie geconstateerd:

- loszittende (hol klinkende) delen van het betonoppervlak, totaal ca. 14m² ; verdeelt over ca. 47 plekken. Vooral aan de onderzijde van de rijvloer. De schades worden veroorzaakt door onvoldoende betondekking. De minimaal voorgeschreven betondekking op traditionele wapening bedraagt volgens de Europese normen 30 mm. Op de nader onderzochte locaties is gemiddeld minder dekking gemeten. Ten gevolge van onvoldoende betondekking kan vocht en zuurstof de wapening bereiken, waardoor deze gaat roesten. In combinatie met een kwalitatief minder beton (bouwjaar kunstwerk 1957) treedt dit proces versneld op;
- enkele scheuren in de frontwanden met een breedte van 0,2mm of minder;
- meerdere grote verticale scheuren met een breedte variëren van 0,5 tot 3mm die onder de waterlijn doorlopen, dit vertoont zich bij 8 palen van de midden steunpunten. Enkele van deze palen zijn doorgescheurd. Bij 5 van de 8 gescheurde palen begint de scheur ca. 50 tot 90 cm onder de dwarsdrager. Mogelijk is de oorzaak vorstschade.

Op 14-tal plaatsen is het beton van de rijvloer nader onderzocht. Aan de onderzijde van de rijvloer ongeveer in het midden van de overspanning en aan de bovenzijde van de rijvloer in de berm tussen rijbaan en fietspad. Om de samenhang tussen de onderzoeken zichtbaar te maken zijn de onderzoeksgegevens gecombineerd in één grafiek voor de onderzijde (grafiek 1) en één grafiek voor de bovenzijde (grafiek 2).

Toelichting grafiek 1:

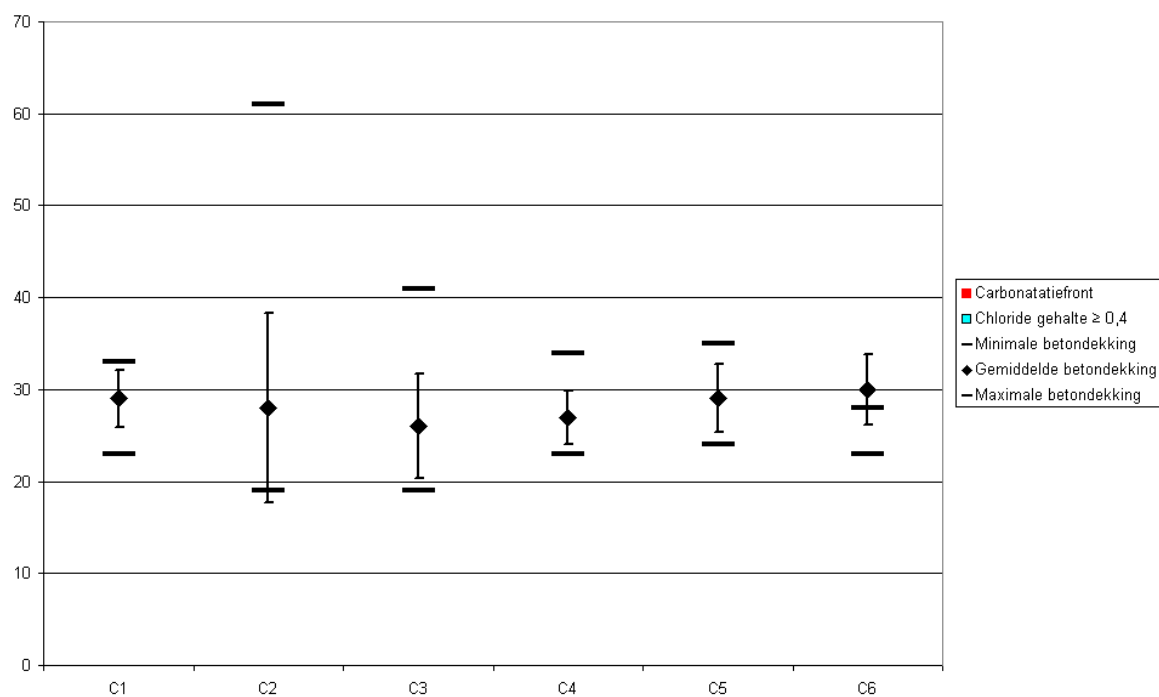
Op de onderzochte locaties (zonder uiterlijke betonschade) aan de onderzijde van de rijvloer is geen noemenswaardige chloriden aangetroffen. Ook is er geen gecarbonateerd beton aangetroffen

Toelichting grafiek 2:

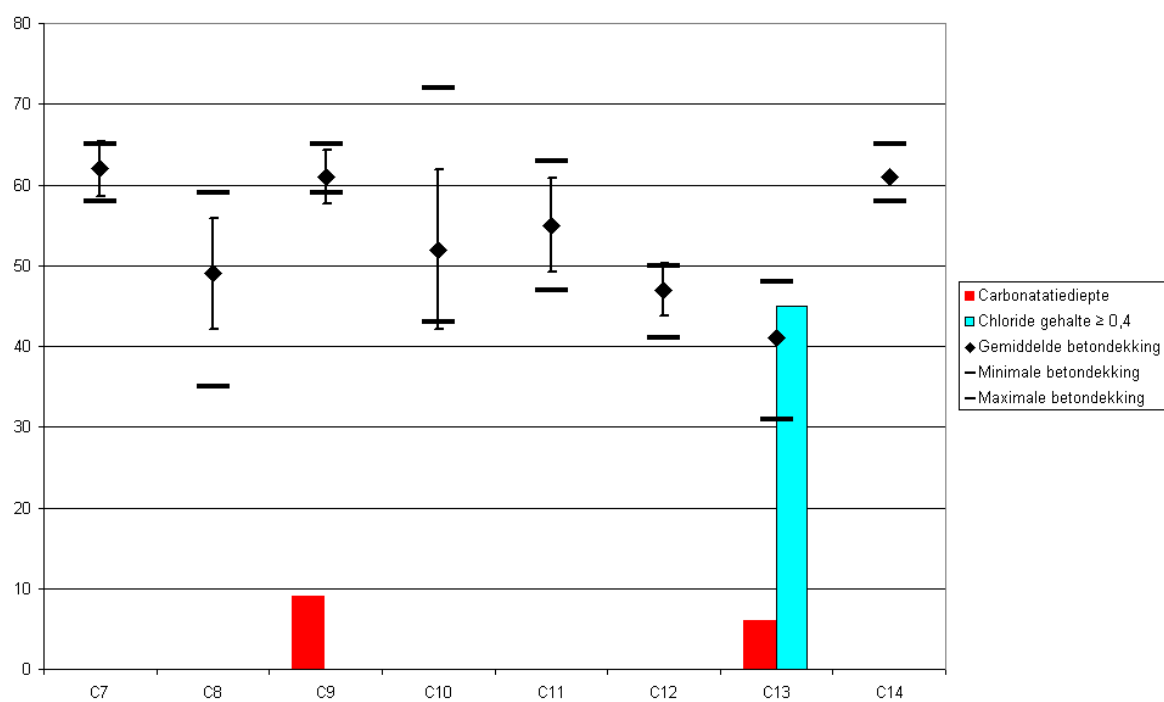
Op de onderzochte locaties in berm aan de bovenzijde van de rijvloer, is het carbonatatiefront voldoende verwijderd van de wapening. De aangetroffen chloridgehaltes zijn nagenoeg overal onder het gewenste maximum van 0,4%.

Bijzonderheden

De onderzijde van de rijvloer, voornamelijk bij de overspanning tussen de twee midden steunpunten, hangt door. Waarschijnlijk is dit al sinds de bouw van het kunstwerk, want er zijn geen schades aangetroffen waaruit blijkt dat dit later is ontstaan. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de bekisting is "bezweken" tijdens de stort van het dek.



Grafiek 1: onderzoeksresultaten onderzijde rijvloer



Grafiek 2: onderzoeksresultaten bovenzijde rijvloer



Talud, leuning en hemelwaterafvoersysteem

De volgende kleine schades zijn aangetroffen:

- het talud is plaatselijk uitgespoeld, afmeting ca. 0,1m³;
- de conservering van de leuning is dof en licht verkrijt;
- de gemetselde bestrating van de HWA-verzamelpotten is plaatselijk verzakt of verdwenen;
- De PVC uitloopbuizen in het talud van het HWA-systeem vertonen maaischade;
- De betonnen HWA-goten op het kunstwerk vertonen kripscheuren en de conservering is schraal en plaatselijk verdwenen.

4.2 Hersteladvies

Herstelwerkzaamheden op middellang termijn, 1-3 jaar

Betonreparaties aan de hoofdconstructie bestaande uit:

- alle losse delen verwijderen, wapening ontroesten en beton repareren, aan de onderzijde van de rijvloer, totaal ca. 21m² (incl. factor 1,5), zie opmerking 1;
- vergroten van de betondekking door het aanbrengen van een laag spuitbeton op de onderzijde van de rijvloer;
- reparatie van alle scheuren in de palen van de tussensteunpunten, totaal ca. 12m¹, door de scheuren afdichtend te injecteren, afhankelijk van constructief onderzoek (zie opmerking 2);

Opmerking 1:

Volgens ervaringen uit het verleden is gebleken, dat tijdens het verwijderen van losse delen, de holklinkende plek vaak groter groeien bij oude betonconstructies. Het herstel oppervlak is daarom ca. 1,5x zo groot geschat.

Opmerking 2:

Geadviseerd wordt op korte termijn de constructie constructief te onderzoeken. Sommige palen zijn zodanig gescheurd, dat er twijfel bestaat of de beugelwapening nog voldoende intact is. Daarnaast bestaat er twijfel of er voldoende wapening aanwezig is, documentatie over de aanwezige wapening van de palen ontbreekt. Hierdoor zouden de palen kunnen bezwijken, waarmee de constructieve veiligheid van de constructie in het gedrang komt.

Herstelwerkzaamheden op lang termijn, 3-6 jaar:

- taluduitspoeling aanvullen met grond;
- leuning borstelen en conserveren;
- bestrating rondom HWA-potten herstellen;
- uitloopbuizen in het talud van het HWA-systeem vervangen;
- de betonnen HWA-goten in de rijvloer afdichtend conserveren.
- bovenzijde rijvloer, het beton beschermen tegen indringen van dooizouten door het aanbrengen van een afdichtende laag, combineren met vervangen asfaltconstructie.

De overige schades hoeven niet hersteld te worden.

**Iv-Infra b.v.**

Kraanspoor 28
1033 SE Amsterdam
Nederland
Telefoon +31 (0)20 630 46 40
Fax +31 (0)20 630 46 41
www.iv-infra.nl

Iv-Infra b.v.

Fultonbaan 30
3439 NE Nieuwegein
Postbus 1396
3430 BJ Nieuwegein
Nederland
Telefoon +31 (0)30 602 30 30
Fax +31 (0)30 602 30 39
www.iv-infra.nl

Iv-Infra b.v.

Noordhoek 37
3351 LD Papendrecht
Postbus 1155
3350 CD Papendrecht
Nederland
Telefoon +31 (0)78 644 81 11
Fax +31 (0)78 644 81 12
www.iv-infra.nl

Iv-Groep b.v.

Noordhoek 37
3351 LD Papendrecht
Postbus 1155
3350 CD Papendrecht
Nederland
Telefoon +31 (0)78 644 80 00
Fax +31 (0)78 644 80 01
www.iv-groep.nl



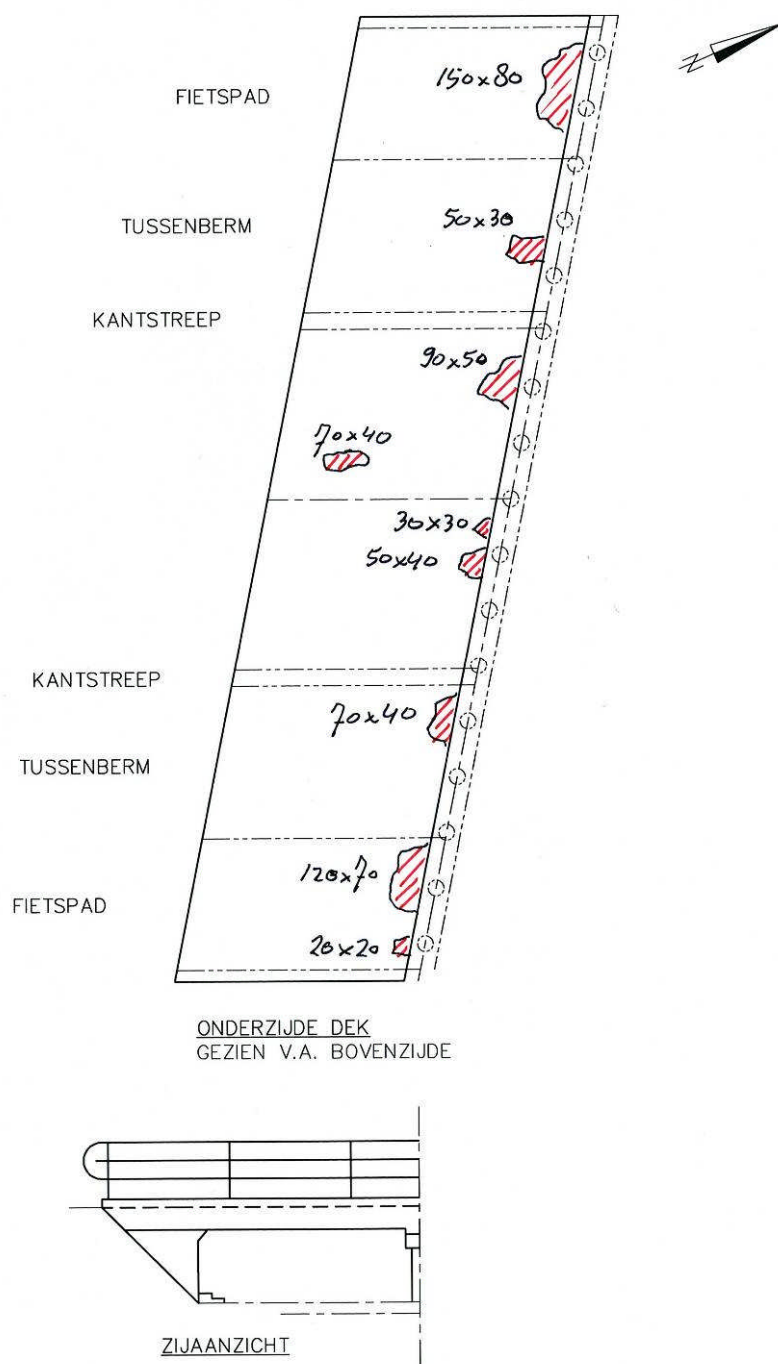
Bijlage Inhoudsopgave

1	Bijlage 1: Ingetekende schades onderzijde rijvloer	1
2	Bijlage 2: Onderzoek locaties	7
3	Bijlage 3: Foto's boorkernen	10
4	Bijlage 4: Rapportage TNO	14

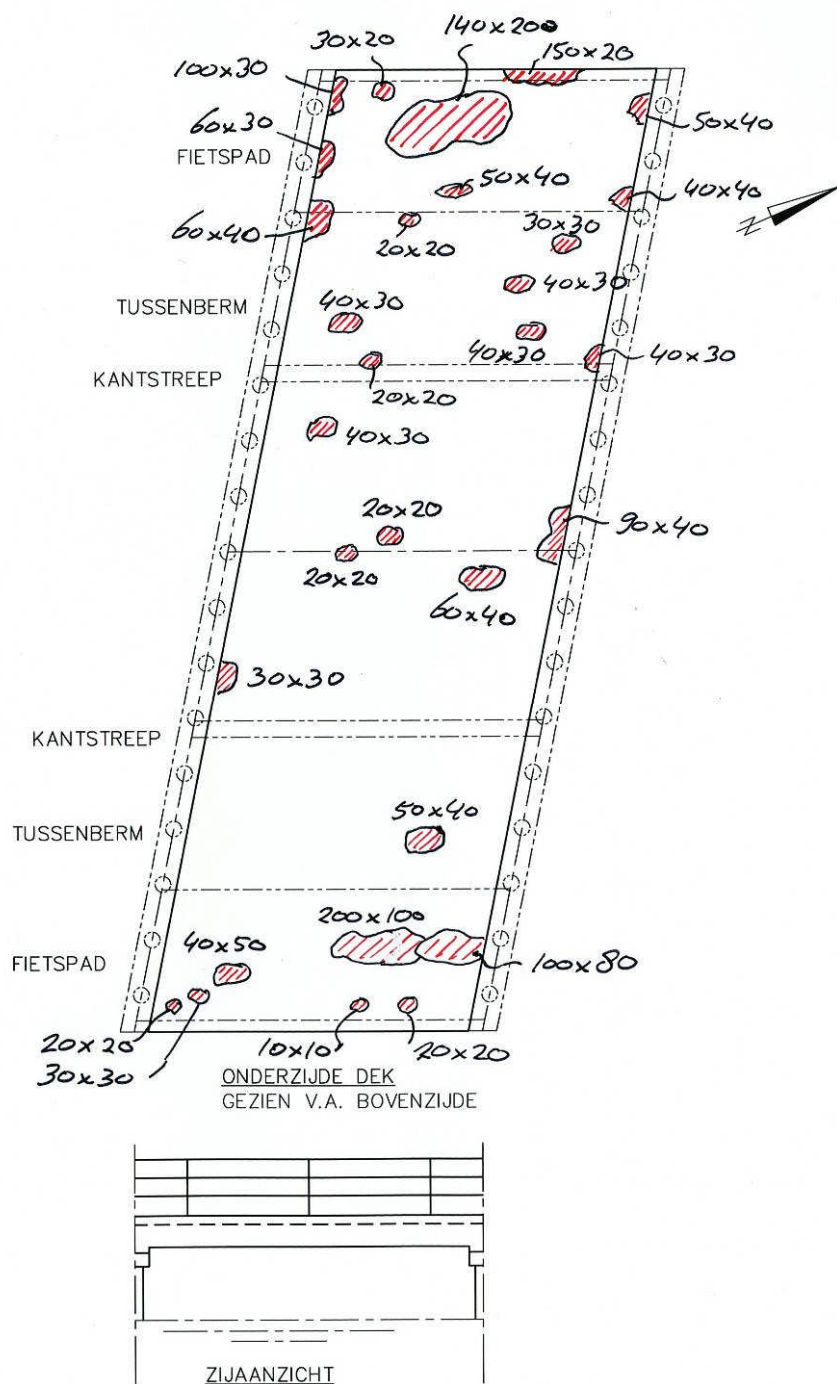


1 Bijlage 1: Ingetekende schades onderzijde rijvloer

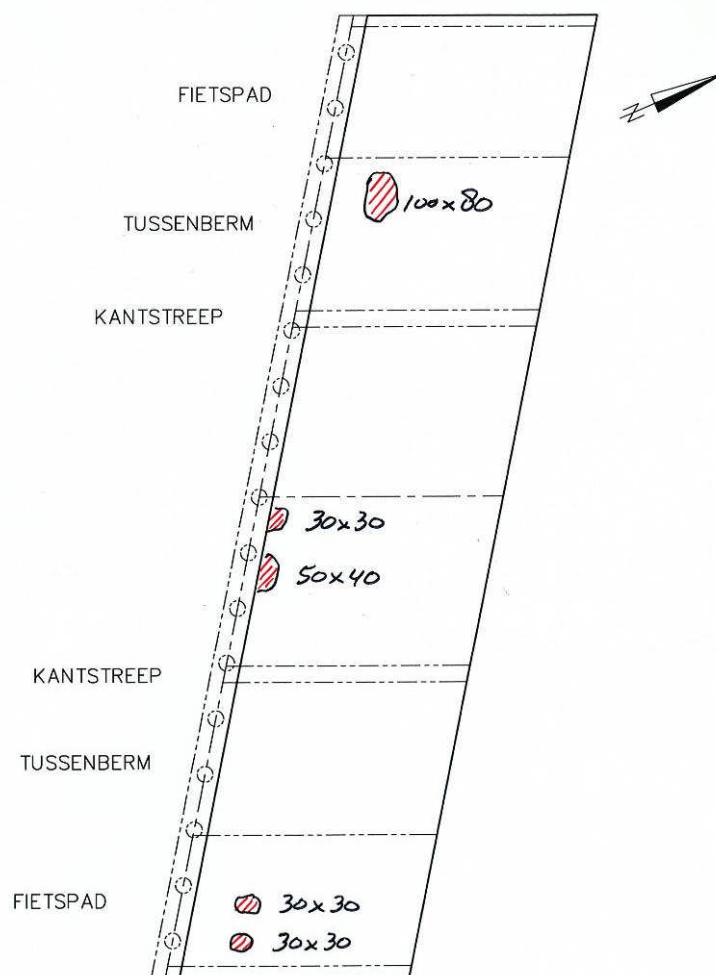
Schets: onderzijde rijvloer zuidelijke overspanning
Schets: „ „ midden overspanning
Schets: „ „ noordelijke overspanning
Schets: landhoofden frontwanden
Schets: tussensteunpunten



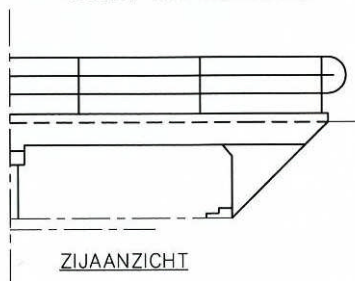
Schets: onderzijde rijvloer zuidelijke overspanning (maten in cm)



Schets: onderzijde rijvloer midden overspanning (maten in cm)



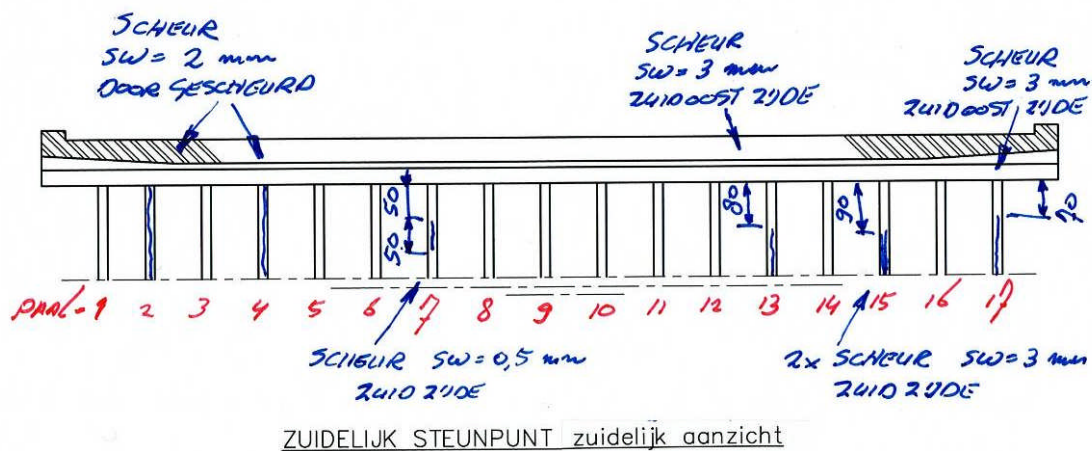
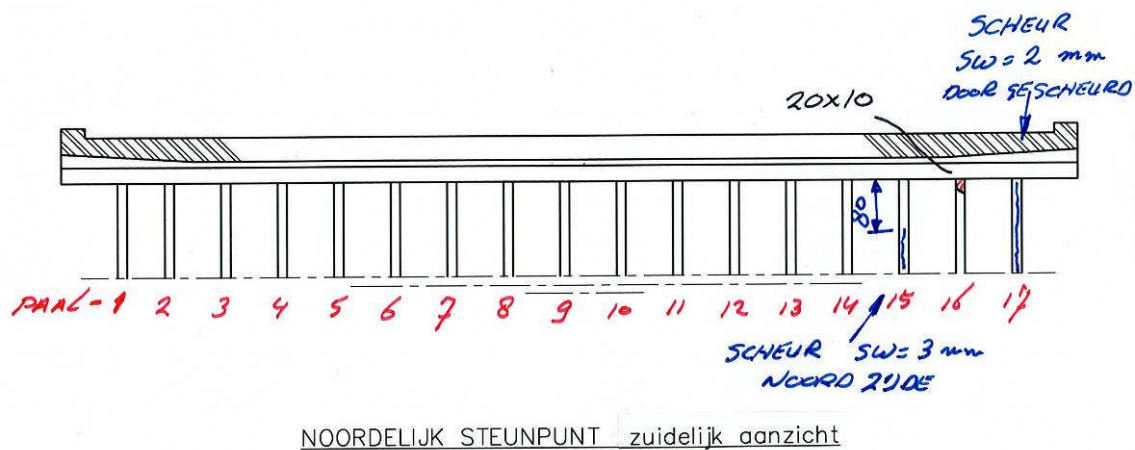
ONDERZIJDE DEK
GEZIEN V.A. BOVENZIJDE



Schets: onderzijde rijvloer noordelijke overspanning (maten in cm)



Schets: landhoofden frontwanden



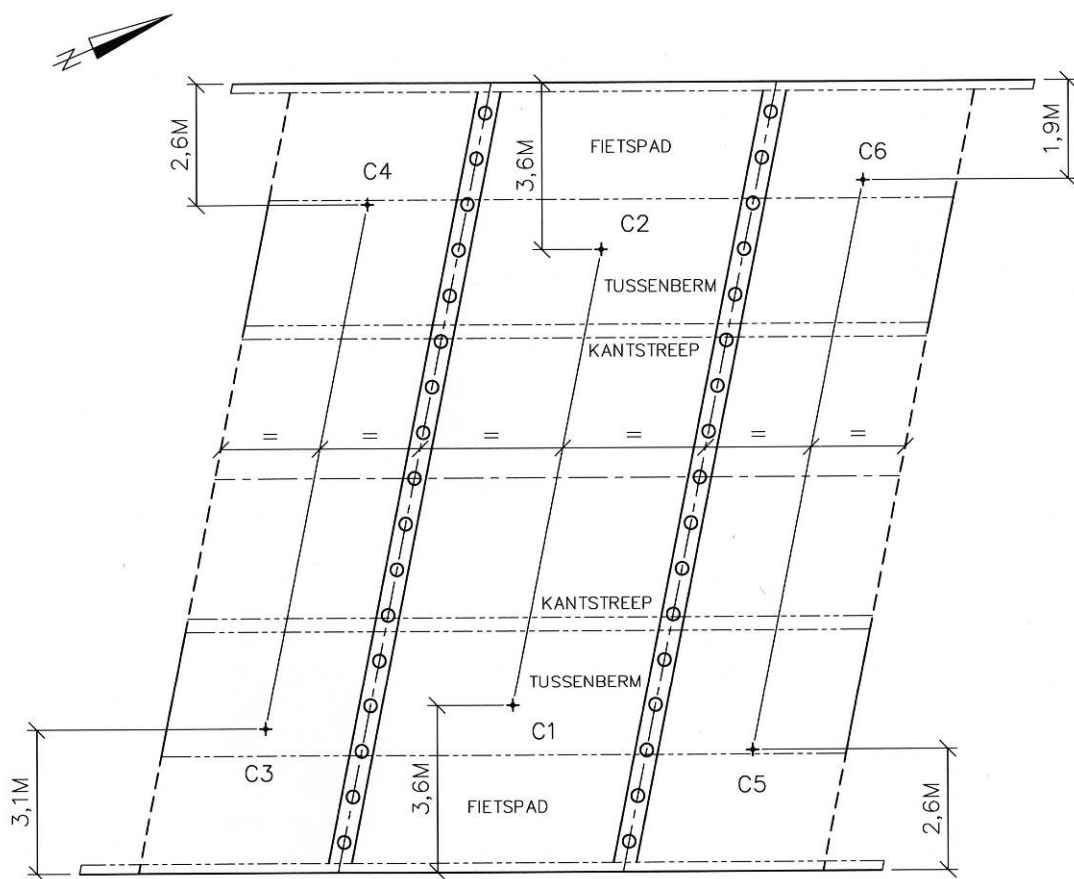
Schets: tussensteunpunten



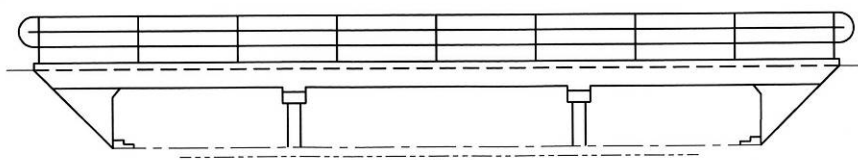
2 **Bijlage 2: Onderzoek locaties**

Schets: onderzijde rijvloer

Schets: bovenzijde rijvloer

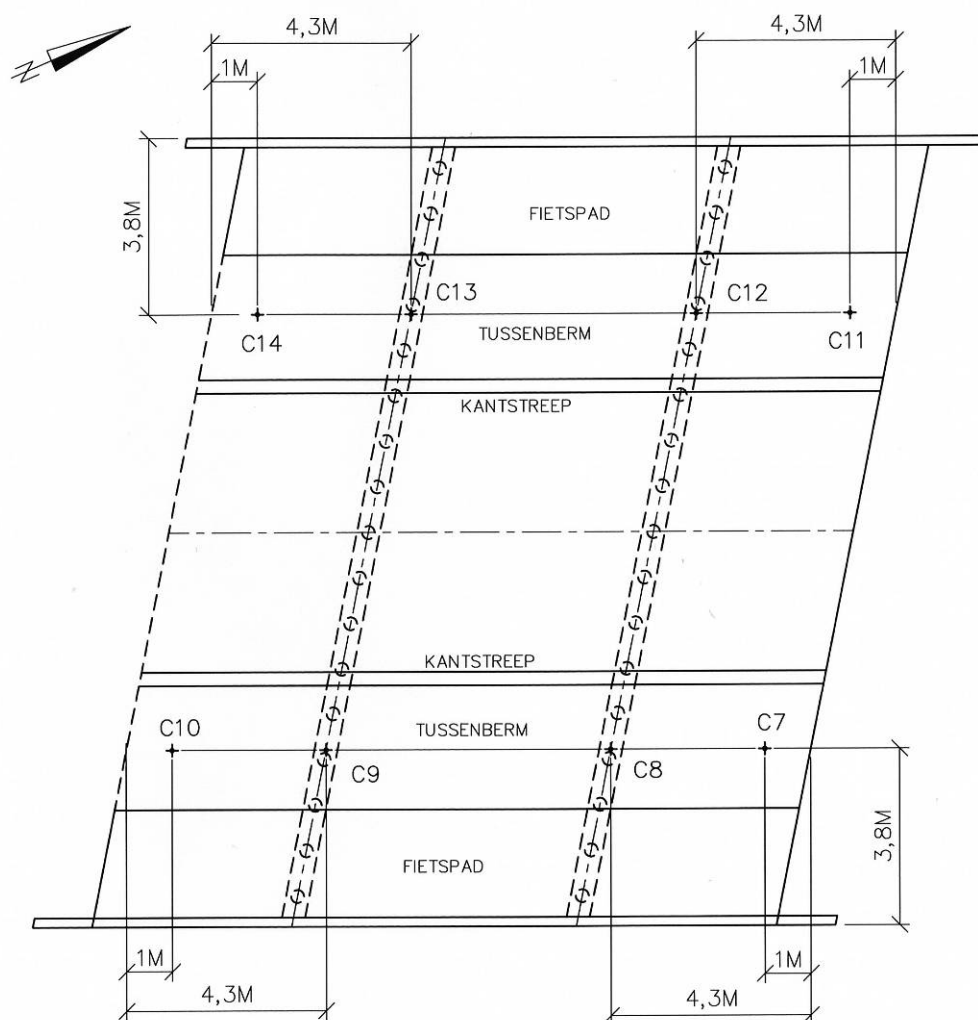


ONDERZIJDE RIJvloer



ZIJAAANZICHT

Schets: onderzijde rijvloer



BOVENAANZICHT RIJVLOER



ZIJAANZICHT

Schets: bovenzijde rijvloer



3 Bijlage 3: Foto's boorkernen



Boorkern C1



Boorkern C2



Boorkern C3



Boorkern C4



Boorkern C5



Boorkern C6



Boorkern C7



Boorkern C8



Boorkern C9



Boorkern C10



Boorkern C11



Boorkern C12



Boorkern C13



Boorkern C14

Opmerkingen:

- Diverse kernen op de foto's zijn gebroken, dit is ontstaan tijdens het nemen van het betonmonster. Met een holle boor wordt in het beton geboord tot voorbij de gewenste diepte, waarna met een kleine beitels de kern wordt losgebroken. Hierbij breekt de kern soms op plaatsen die verzwakt zijn door de aanwezigheid van wapening of door plaatselijk slechte verdichting van het beton.
- Direct na het nemen van de betonmonsters zijn geen roestsporen aan het "zaagvlak" van de wapeningstaven aangetroffen. Echter doordat het staal vanaf dan wordt blootgesteld aan (vochtige) omgevingslucht ontstaat er een lichte roestvorming op het "zaagvlak".
- Het type aangetroffen wapeningsstaal in de kernen is "glad staal".



4 Bijlage 4: Rapportage TNO



Retouradres: Postbus 49, 2600 AA DELFT

Iv-Infra b.v.
T.a.v. de heer C.P. Broekhuizen
Postbus 1155
3350 CD PAPENDRECHT
3350CD1155

Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 15 276 30 00
F +31 15 276 30 10
info-BenO@tno.nl

Datum

18 februari 2011

Onze referentie

034-DTM-2011-xxxx

E-mail

hans.beijersbergenvh@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 15 276 31 53

Doorkiesfax

+31 15 276 30 26

Projectnummer

054.01191/01.01

Uw referentie

INPA 100807

Onderwerp

TNO rapport 034-DTM-2011-xxxx "Chemisch onderzoek aan 42 betonkernen "

Geachte heer Broekhuizen,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het onderzoek naar:

- Het chloridengehalte van 42 betonkernen op 3 dieptes, conform BSW rapportnr. 96-01;
- De carbonatatie diepte van 42 betonkernen met behulp van fenolftaleïne;
- De indicatieve cementtype bepaling van 3 kernen (A1, B1 en C1).

Dit onderzoek is conform uw schriftelijk verzoek d.d. 2 februari 2011 (INPA 100807) en aanvullende e-mail van 7 februari 2011 uitgevoerd en is neergelegd in onze offerte (2011.41.02.106073) van 16 februari.

De betreffende monsters volgens opgave afkomstig uit: project PNB - N625 Rosmalen-Lith 4 kunstwerken, zijn op 3 februari 2011 door ons in ontvangst genomen en ingeschreven onder monsterserienummer: C1113.

Het chloridenonderzoek is onder onze RvA-accreditatie L115 uitgevoerd volgens werkvoorschrift: LAB/W/122 versie 3, conform de paragrafen 5.1.2 en 5.3.1 van RWS-rapport BSW 96-01 (januari 1996).

De uitvoering van het onderzoek omvatte de volgende stappen.

De betonkernen zijn na te zijn beschreven (zie tabel 1) over hun lengteas gespleten, waarna één breukvlak is bespoten met fenolftaleïne voor het carbonatatieonderzoek (zie tabel 1).

De andere kernhelft is ten behoeve van het chloridenonderzoek verzaagd in 3 deelmonsters op 0-15, 15-30 en 30-45 mm vanaf de bovenzijde van de kernen. Dit na het eventueel verwijderen van de bitumen toplaag. Na het drogen van deze deelmonsters bij 105°C zijn de monsters gebroken en vormalen. De resterende poedervormige monsters zijn ontsloten met behulp van salpeterzuur (2,9 M), door de betreffende oplossingen twee minuten te koken (conform BSW 96-01, § 5.2.1). Na filtratie van de destrukaten zijn de filtraten gebruikt voor de chloridenanalyses volgens Volhard (conform BSW 96-01, § 5.3.1) en de afgefilterde residuen voor de cementmassabepalingen.

Voor de bepaling van de bindmiddelmassa wordt het onder deze analyseomstandigheden oplosbare deel van het monster aangemerkt als zijnde het bindmiddelbestand-

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksoopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Haaglanden; de Algemene Voorwaarden zullen op verzoek worden toegezonden.



Datum

18 februari 2011

Onze referentie

034-DTM-2011-xxxx

Blad

2/2

deel, waarbij een correctie wordt toegepast voor een gemiddelde hydratatiegraad van het bindmiddel van 20 % (m/m) (conform BSW 96-01, § 5.2.3). Hieruit is tevens een indicatieve bindmiddel-toeslagverhouding berekend.

In de tabellen 2 t/m 4 zijn de resultaten van het chloridenonderzoek weergegeven.

Van de kernen met de codes A1, B1 en C1 is via een reactie op mangaan vastgesteld of het betreffende cementtype een Portland- dan wel een hoogovencement is.

Resultaten van het onderzoek

Cementtype: De resultaten van het onderzoek aan de monsters A1, B1 en C1 naar het cementtype, via een reactie op mangaan, toont aan dat het bindmiddel geen hoogovencement bevat. Bij het splijten van de kernen is aan het verse splijtoppervlak eveneens geconstateerd, dat er geen indicatie is die wijst op de aanwezigheid van hoogovencement.

Carbonatatie diepte: In tabel 1 zijn naast een beschrijving van de onderzochte kernen de resultaten van de bepaling van de carbonatatie diepte vermeld.



Datum
18 februari 2011

Onze referentie
034-DTM-2011-xxxx

Blad
3/3

Tabel 1: Beschrijving kernen en resultaten carbonatatiebepaling

Kern- code	Dia- meter (mm)	Opbouw kern (mm)			Wapening, positie-diameter (mm-mm)	Carbonatatie- diepte in mortel/beton (mm)
		Bitumen (mm- mm)	Mortel (mm- mm)	Beton (mm- mm)		
A1	45			0-62		3.5
A2	45			0-81		2.5
A3	45			0-90		3.6
A4	45			0-88		9
A5	45			0-83	27-16	1
A6	45			0-76		6
A7	45		0-81			0
A8	56		0-15	15-102		0
A9	56	0-1		1-80		0
A10	56	0-1	1-15	15-77		0
A11	56	0-1		1-103		0
A12	56	0-1		1-55		0
A13	56	0-1		1-78		0
A14	56			0-80		0
B1	45			0-65		6
B2	45			0-52		2
B3	45			0-82		0
B4	45			0-84	25-16	2
B5	45			0-84	35-16	1
B6	45			0-62		2
B7	45			0-90	55-16, 75-16	0
B8	45	0-7	7-22	22-102	30-16, 50-16	0
B9	45	0-20		20-106	20-16, 40-16	0
B10	45	0-35		35-107		0
B11	56	0-23		23-85		0
B12	56	0-30		30-122	28-16	0
B13	56	0-30		30-115		0
B14	56	0-30		30-85		0
C1	45			0-75		0
C2	45			0-70		0
C3	45			0-82	33-16	0
C4	45			0-80	50-11	0
C5	45			0-80	51-11	0
C6	45			0-60	54-11	0
C7	45			0-68		0
C8	45			0-90	83-16	0
C9	45		0-16	16-56		9
C10	45			0-142		0
C11	45			0-97		0
C12	45			0-90	67-16	0
C13	45		0-10	10-95	56-16	6
C14	45			0-106		0



Datum

18 februari 2011

Onze referentie

034-DTM-2011-xxxx

Blad

4/4

Chloridenonderzoek: In de tabellen 2 t/m 4 zijn de resultaten van het chloridenonderzoek vermeld. Hierin is naast de monstercodering en de reeds omschreven bindmiddel-toeslagverhouding het geanalyseerde chloridengehalte vermeld in massapercentages ten opzichte van de monster(beton)massa (Cl_B) en ten opzichte van de globale bindmiddelmassa (Cl_C). De globale bindmiddelmassa is bepaald aan de hand van de oplosbare fractie van het monster in verdund salpeterzuur. De meetonzekerheid van de chloridenbepaling, uitgedrukt in de uitgebreide meetonzekerheid (U), voor deze monsteranalyses bedraagt voor: $Cl_B \pm 0,02 \%$ (m/m) en voor $Cl_C \pm 0,1 \%$ (m/m). Zij is verkregen door de gecombineerde standaard-onzekerheid u_c te vermenigvuldigen met een dekkingsfactor k gelijk aan 2. Dit komt overeen met een 95% betrouwbaarheidsinterval met ongeveer 95% dekking



Datum
18 februari 2011

Onze referentie
034-DTM-2011-xxxx

Blad
5/5

Tabel 2: Chloridenresultaten A-serie:

Kerncode	Zonediepte (mm)	Bindmiddel- toeslag verhouding	Massa percentage chloride (%-m/m) t.o.v.	
			Monstermassa Cl _B	Bindmiddelmasa Cl _C
A1	00-15	1: 5.1	0.01	0.0
	15-30	1: 6.0	0.00	0.0
	30-45	1: 7.4	0.00	0.0
A2	00-15	1: 6.6	0.01	0.1
	15-30	1: 6.6	0.01	0.1
	30-45	1: 5.1	0.01	0.0
A3	00-15	1: 5.0	0.01	0.1
	15-30	1: 4.9	0.00	0.0
	30-45	1: 9.7	0.00	0.0
A4	00-15	1: 6.0	0.01	0.1
	15-30	1: 5.6	0.01	0.1
	30-45	1: 5.3	0.00	0.0
A5	00-15	1: 6.5	0.01	0.0
	15-30	1: 5.4	0.00	0.0
	30-45	1: 6.0	0.00	0.0
A6	00-15	1: 5.3	0.01	0.1
	15-30	1: 6.0	0.00	0.0
	30-45	1: 5.2	0.00	0.0
A7	00-15	1: 3.2	0.04	0.2
	15-30	1: 3.0	0.02	0.1
	30-45	1: 3.4	0.01	0.1
A8	00-15	1: 3.7	0.13	0.7
	15-30	1: 4.3	0.12	0.7
	30-45	1: 5.9	0.07	0.5
A9	00-15	1: 4.3	0.18	1.0
	15-30	1: 7.1	0.06	0.5
	30-45	1: 5.8	0.07	0.5
A10	00-15	1: 2.6	0.06	0.2
	15-30	1: 3.5	0.12	0.6
	30-45	1: 3.8	0.08	0.4
A11	00-15	1: 6.3	0.13	0.9
	15-30	1: 9.2	0.09	1.0
	30-45	1: 5.7	0.15	1.1
A12	00-15	1: 4.9	0.33	2.0
	15-30	1: 4.4	0.28	1.6
	30-45	1: 3.2	0.21	0.9
A13	00-15	1: 4.5	0.54	3.0
	15-30	1: 4.8	0.48	2.9
	30-45	1: 3.9	0.47	2.4
A14	00-15	1: 5.0	0.29	1.8
	15-30	1: 6.0	0.21	1.6
	30-45	1: 3.3	0.21	0.9



Datum
18 februari 2011

Onze referentie
034-DTM-2011-xxxx

Blad
6/6

Tabel 3: Chloridenresultaten B-serie:

Kerncode	Zonediepte (mm)	Bindmiddel- toeslag verhouding	Massa percentage chloride (%-m/m) t.o.v.	
			Monstermassa Cl _B	Bindmiddelmasa Cl _C
B1	00-15	1: 5.5	0.01	0.1
	15-30	1: 5.2	0.01	0.0
	30-45	1: 4.6	0.01	0.1
B2	00-15	1: 7.7	0.01	0.1
	15-30	1: 5.7	0.01	0.1
	30-45	1: 5.5	0.00	0.0
B3	00-15	1: 5.6	0.01	0.1
	15-30	1: 5.7	0.00	0.0
	30-45	1: 5.9	0.00	0.0
B4	00-15	1: 5.7	0.02	0.1
	15-30	1: 4.5	0.01	0.0
	30-45	1: 5.7	0.01	0.0
B5	00-15	1: 6.1	0.01	0.1
	15-30	1: 5.9	0.00	0.0
	30-45	1: 8.3	0.00	0.0
B6	00-15	1: 5.8	0.01	0.1
	15-30	1: 12.1	0.00	0.0
	30-45	1: 7.9	0.00	0.0
B7	00-15	1: 5.5	0.05	0.3
	15-30	1: 6.5	0.04	0.3
	30-45	1: 5.5	0.04	0.3
B8	00-15	1: 2.5	0.06	0.2
	15-30	1: 6.0	0.03	0.2
	30-45	1: 5.0	0.03	0.2
B9	00-15	1: 4.9	0.06	0.3
	15-30	1: 8.5	0.03	0.3
	30-45	1: 5.0	0.04	0.2
B10	00-15	1: 3.7	0.10	0.5
	15-30	1: 5.5	0.05	0.3
	30-45	1: 5.4	0.05	0.3
B11	00-15	1: 4.9	0.05	0.3
	15-30	1: 4.5	0.03	0.2
	30-45	1: 6.1	0.02	0.2
B12	00-15	1: 4.6	0.05	0.3
	15-30	1: 7.0	0.03	0.2
	30-45	1: 4.1	0.03	0.2
B13	00-15	1: 5.5	0.07	0.5
	15-30	1: 6.9	0.05	0.4
	30-45	1: 6.4	0.05	0.4
B14	00-15	1: 7.8	0.04	0.3
	15-30	1: 4.6	0.05	0.3
	30-45	1: 6.1	0.03	0.2



Datum
18 februari 2011

Onze referentie
034-DTM-2011-xxxx

Blad
7/7

Tabel 4: Chloridenresultaten C-serie

Kerncode	Zonediepte (mm)	Bindmiddel- toeslag verhouding	Massa percentage chloride (%-m/m) t.o.v.	
			Monstermassa Cl_B	Bindmiddelmasa Cl_C
C1	00-15	1: 5.3	0.01	0.0
	15-30	1: 6.1	0.00	0.0
	30-45	1: 6.2	0.00	0.0
C2	00-15	1: 4.5	0.00	0.0
	15-30	1: 7.1	0.00	0.0
	30-45	1: 6.5	0.00	0.0
C3	00-15	1: 4.3	0.01	0.0
	15-30	1: 4.7	0.00	0.0
	30-45	1: 4.9	0.00	0.0
C4	00-15	1: 5.4	0.00	0.0
	15-30	1: 9.6	0.00	0.0
	30-45	1: 6.1	0.00	0.0
C5	00-15	1: 5.6	0.01	0.1
	15-30	1: 6.3	0.00	0.0
	30-45	1: 5.1	0.00	0.0
C6	00-15	1: 6.0	0.02	0.1
	15-30	1: 8.5	0.01	0.1
	30-45	1: 7.3	0.01	0.0
C7	00-15	1: 5.0	0.01	0.1
	15-30	1: 6.4	0.01	0.1
	30-45	1: 6.6	0.00	0.0
C8	00-15	1: 6.0	0.01	0.1
	15-30	1: 6.2	0.01	0.0
	30-45	1: 5.0	0.01	0.0
C9	00-15	1: 6.4	0.03	0.2
	15-30	1: 4.1	0.04	0.2
	30-45	1: 5.9	0.02	0.2
C10	00-15	1: 4.8	0.01	0.1
	15-30	1: 5.5	0.01	0.0
	30-45	1: 5.8	0.00	0.0
C11	00-15	1: 5.2	0.02	0.1
	15-30	1: 6.0	0.02	0.1
	30-45	1: 8.8	0.01	0.1
C12	00-15	1: 4.9	0.04	0.3
	15-30	1: 6.5	0.03	0.2
	30-45	1: 6.0	0.02	0.1
C13	00-15	1: 6.1	0.02	0.2
	15-30	1: 5.6	0.07	0.5
	30-45	1: 5.8	0.06	0.4
C14	00-15	1: 4.9	0.03	0.2
	15-30	1: 5.5	0.01	0.1
	30-45	1: 4.6	0.01	0.1



Datum

18 februari 2011

Onze referentie

034-DTM-2011-xxxx

Blad

8/8

Dit document heeft de status van een TNO-rapport, en is bij TNO bekend als TNO-rapport 034-DTM 2011xxxx. Dit rapport mag niet worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO. Dit rapport is in opdracht opgesteld. Voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Wij vertrouwen erop u hiermede voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

Ing. J.F. Beijersbergen v Henegouwen
Structural Assessment & Building Lab