



Provincie Noord Brabant

PNB, N625 Rosmalen - Lith 4 kunstwerken

45B-902, brug Roode Wetering

Iv-Infra b.v.



Opdrachtgever: Provincie Noord Brabant
Projectnummer opdrachtgever: 625.14
Project: PNB, N625 Rosmalen - Lith 4 kunstwerken
Projectnummer: INPA100807
Betreft: 45B-902, brug Roode Wetering
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 + 24



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	Voegovergangen	12
3.3	Verharding op de rijvloer	16
3.4	Talud	17
3.5	Leuningen	19
3.6	Opleggingen	19
3.7	Asbest onderzoek	19
4	Conclusie en aanbeveling	20
4.1	Conclusie	20
4.2	Aanbevelingen	22
4.3	Aanvullende aanbevelingen	23

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-902. De inspectie is eind januari 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: wisselvallig;
- Temperatuur: variërend van -5° tot + 7° C;
- Waterstand: winterpeil.
- Bijzonderheden: geen.

2 Objectgegevens

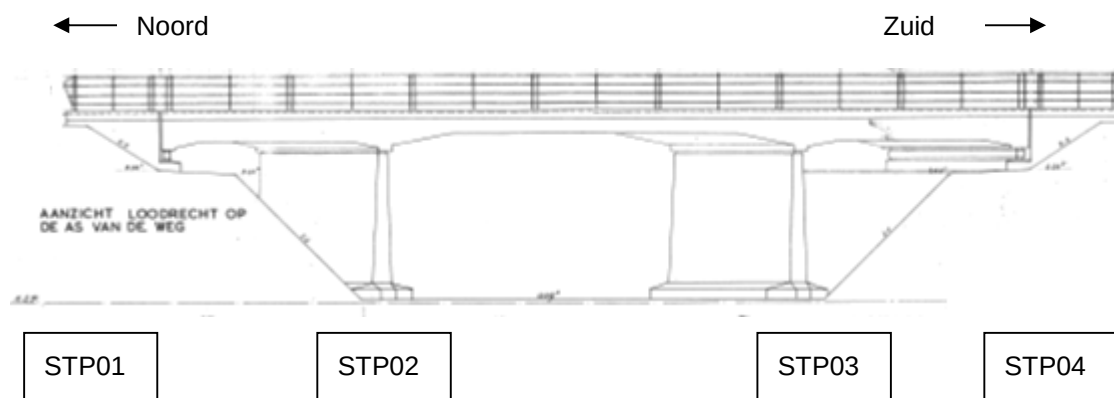
2.1 Beschrijving van het object

Kunstwerk 45B-902 in de N625 is een vaste betonnen brug over de Roode Wetering. 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



2.3 Overzichtstekening



2.4 Overzichtsfoto's



Overzichtsfoto westelijk aanzicht



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;
- chloriden schade;

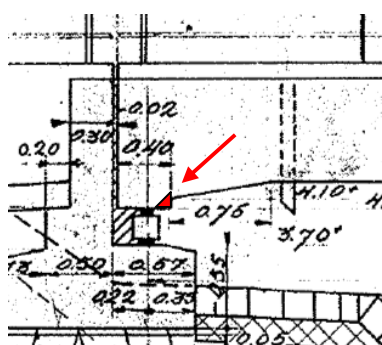
Bovenstaande schades worden hieronder verder uitgewerkt.

Loszittende (hol klinkende) delen van het betonoppervlak

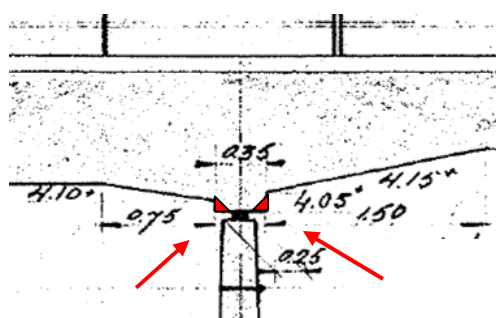
Tijdens de inspectie zijn alle betonnen onderdelen, tot een halve meter onder de waterlijn, volledig onder handbereik geïnspecteerd en afgeklopt. Hol klinkende en los zittende delen zijn vervolgens gemarkeerd. De locaties en afmetingen van deze schadeplekken zijn met behulp van foto's en schetsen vastgelegd,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

- in de overspanning tussen de steunpunten, zie foto 1 en 2;
- op de hoeken van de oplegbalk boven de opleggingen, zie afbeelding 1 en 2, foto 3 en 4;
- de bovenzijde van de fundatiesloof, zie foto 5.

In totaal verspreid over het gehele zichtbare betonoppervlak bedraagt het schadeoppervlak ca. 34 m² verdeelt over 94 plekken. Op enkele plaatsen ligt de wapening bloot en zijn de staven zichtbaar gecorrodeerd met ca. 0-20% materiaalafname.



Afbeelding: 1



Afbeelding: 2



Foto 1: hol klinkende delen



Foto 2: afgedrukte betondekking



Foto 3: afgedrukte betondekking

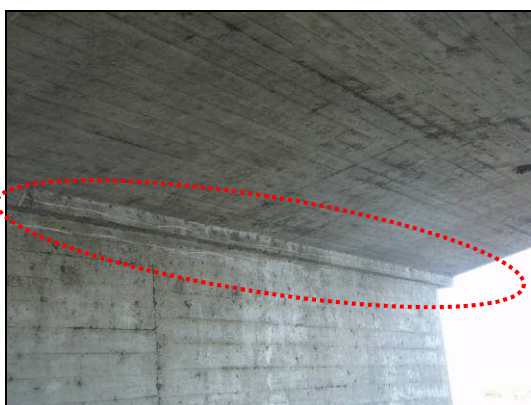


Foto 4: hol klinkende delen



Foto 5: afgedrukte betondekking

Scheurvorming

De onderzijde van de rijvloer en de pijlers vertonen meerdere scheuren, zie foto 6 t/m 8. De locaties en afmetingen van deze scheuren zijn met behulp van foto's en schetsen vastgelegd. De schetsen zijn opgenomen in bijlage 1.

Scheuren met een breedte groter dan 0,3mm:

- onderzijde rijvloer, twee scheuren in de lengte richting van het kunstwerk. De scheurbreedtes variëren van 0,3 tot 1mm.
- zuidelijke pijler, drie scheuren over de gehele hoogte met breedtes van 0,4 tot 1mm.
- noordelijke pijler, twee scheuren met een breedte van 0,8mm.
- De scheuren in de pijlers lopen voor zover zichtbaar door onder de waterlijn (slecht inspecteerbaar i.v.m. troebel water, zie foto 9)

Alle overige scheuren vertonen een breedte van ca. 0,3mm of kleiner.

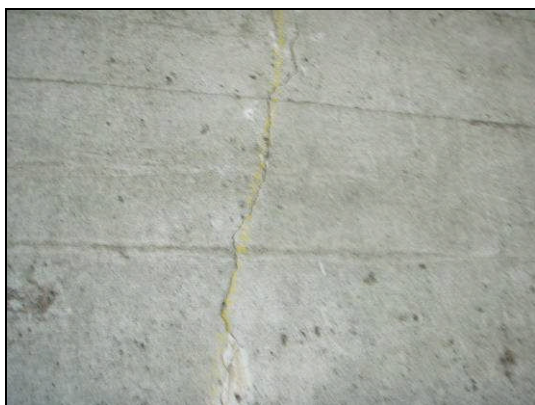


Foto 6: scheur in beton

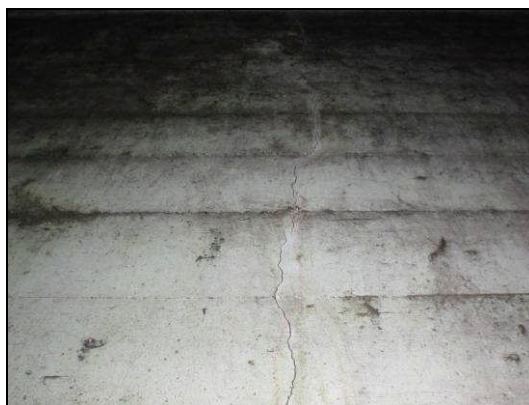


Foto 7: scheur in beton



Foto 8: scheur in beton



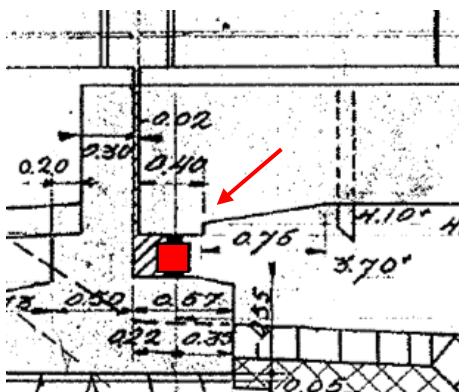
Foto 9: weinig zicht onder de waterlijn

Chloriden schades

De betonnen oplegbalken, zie afbeelding 3, van de landhoofden vertonen zwart-bruine roestsporen, zeer waarschijnlijk veroorzaakt door chloriden geïnitieerde wapeningscorrosie. De roestplekken bevinden zich, over 5-15% van het oppervlak, verdeeld over verschillende locaties, zie foto 10 en 11.

De eerder genoemde loszittende (hol klinkende) plekken op de fundatiesloof en de hoeken van de oplegbalken boven de landhoofden vertonen ook dezelfde kleur roestplekken, zie foto 12.

Er is bij deze inspectie, op deze locatie, geen laboratorium onderzoek aan het beton uitgevoerd.



Afbeelding: 3



Foto 10: bruin-zwarte roestsporen



Foto 11: bruin-zwarte roestsporen



Foto 12: bruin-zwarte roestsporen



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 A1 t/m A6 bevinden zich aan de onderzijde van de rijvloer ongeveer in het midden van de overspanning. A7 t/m A14 bevinden zich aan de bovenzijde van de rijvloer in of nabij de hemelwaterafvoergoot 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;
- carbonatatie diepte;
- 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 de goot 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
A1	14	25	16 / 68	12,9
A2	14	24	18 / 29	3,7
A3	16	21	14 / 28	4,7
A4	14	20	16 / 26	3,2
A5	15	28	19 / 61	10,3
A6	13	24	19 / 33	4,4

Tabel 1: resultaten betondekking onderzoek onderzijde rijvloer

Locatie	Aantal metingen	Gemiddelde dekking (mm)	Minimaal en maximaal dekking (mm)	Standaard afwijking
A7	Niet meetbaar			
A8	3	34	31 / 37	3,1
A9	7	46	40 / 52	5,1
A10	Niet meetbaar			
A11	Niet meetbaar			
A12	7	52	40 / 60	6,3
A13	5	58	52 / 62	3,9
A14	4	67	62 / 72	4,4

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)
A1	3,5
A2	2,5
A3	3,6
A4	9
A5	1
A6	6

Locatie	Diepte carbonatatatie (mm)
A7	0
A8	0
A9	0
A10	0
A11	0
A12	0
A13	0
A14	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	
A1	0,0	0,0	0,0	
A2	0,1	0,1	0,0	
A3	0,1	0,0	0,0	
A4	0,1	0,1	0,0	
A5	0,0	0,0	0,0	
A6	0,1	0,0	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	
A7	0,2	0,1	0,1	
A8	0,7	0,7	0,5	
A9	1,0	0,5	0,5	
A10	0,2	0,6	0,4	
A11	0,9	1,0	1,1	
A12	2,0	1,6	0,9	
A13	3,0	2,9	2,4	
A14	1,8	1,6	0,9	

Tabel 5: resultaten chloriden onderzoek bovenzijde rijvloer

In bijlage 3, foto's van de boorkernen, is bij kern A13 een extra foto toegevoegd. Het breukvlak van deze kern vertoont kenmerkende roestvlekken van chloridengeïnitieerde wapeningscorrosie.

3.2 Voegovergangen

De voegovergangen vertonen de volgende schades:

- de voegconstructies zijn niet waterdicht;
- in de voegconstructie bevindt zich geen afdichtingsrubber, in plaats daarvan is deze dichtgegoten met gietasfalt, zie foto 13;
- ter plaatsen van het fietspad ontbreekt aan één zijde het wafelijzer, zie foto 14;
- het asfalt op de rijvloer en de aarde baan, sluit niet waterdicht aan op het wafelijzer, zie foto 15;
- het asfalt op de aarde baan naast de voegovergang vertoont scheuren over de gehele breedte van de rijbanen over een lengte van ca. 0,5m, zie foto 16.

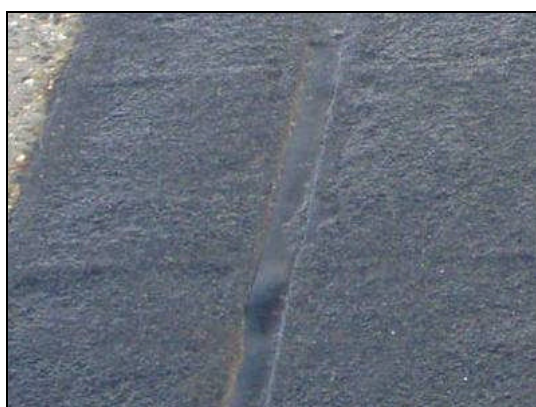


Foto 13: gietasfalt in plaats van afdichtingsrubber



Foto 14: wafelijzer ontbreekt



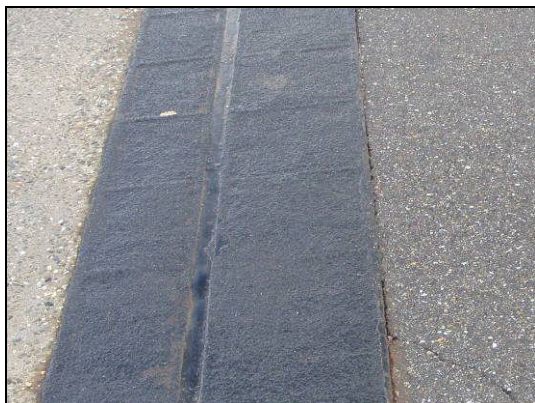


Foto 15: asfalt sluit niet waterdicht af tegen wafelijzer



Foto 16: asfalt op de aardebaan naast wafelijzer is gescheurd

De vrije ruimte tussen landhoofd en brugdek, onder de voegovergang, is tijdens de bouw afgegoten met asfaltvulling, zie foto 17. Naast de oplegbalken zijn stalen hoekijzers aangebracht, waarschijnlijk als afdichting om deze vrije ruimte te kunnen vullen, zie foto 18. Aan de westzijde van het zuidelijke landhoofd bevindt zich een verticale stalen strip, waarschijnlijk ook als afdichting gebruikt, zie foto 19. Deze stalen delen zijn zwaar gecorrodeerd met veel materiaalafname.

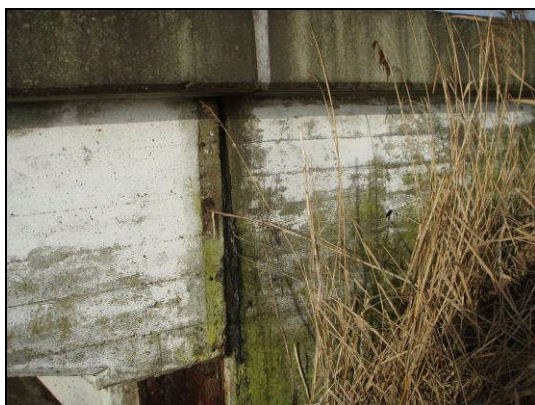


Foto 17: Afdichting vrije ruimte met asfaltvulling



Foto 18: hoekijzer zwaar gecorrodeerd



Foto 19: strip zwaar gecorrodeerd

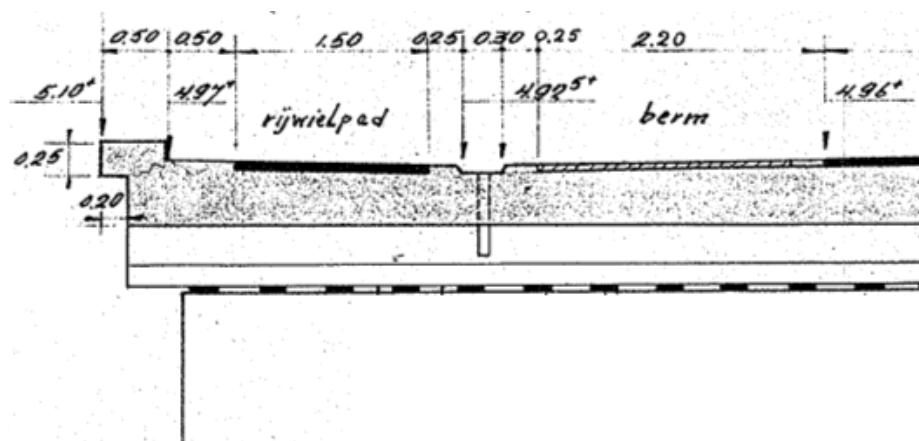
3.3 Verharding op de rijvloer

Asfalt; rijbanen

Het asfalt is visueel op afstand geïnspecteerd en vertoont zichtbare schade naast een reparatie plek in het midden van de rijvloer. Het asfalt is hier plaatselijk gescheurd en uitgereden, afmeting ca. 0,5 x 4m, zie foto 20.

Beton; fietspaden en berm

De verharding ligt verzinkt in de betonnen rijvloer, zie afbeelding 3. Tijdens de inspectie is de betonnen verharding volledig onder handbereik geïnspecteerd en afgeklopt. Hol klinkende 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 5. De betonnen verharding vertoont in totaal 62m² holle plekken, zie foto 21.



Afbeelding: 3



Foto 20: asfalt gescheurd en uitgereden



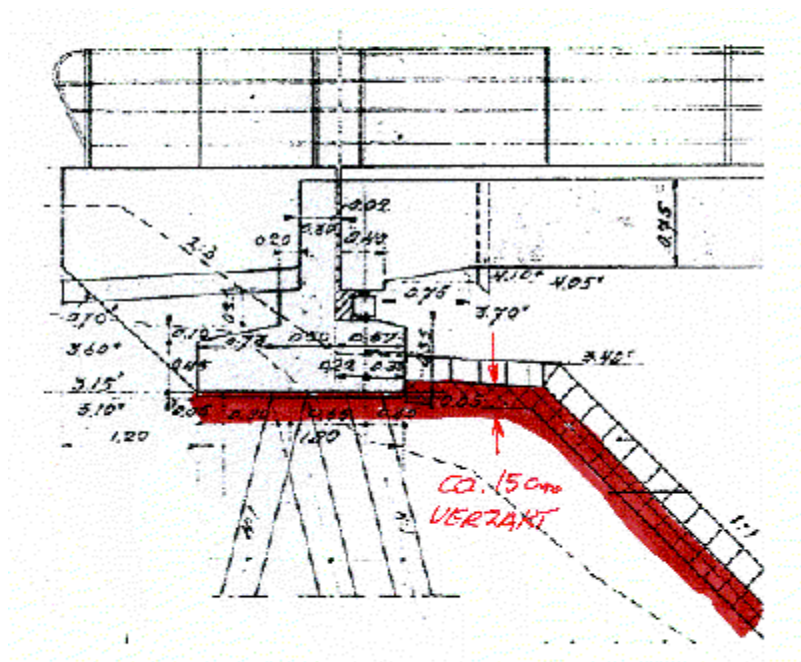
Foto 21: hol klinkende delen

3.4 Talud

De taludverharding is plaatselijk verdwenen, aan de oostzijde van het noordelijke landhoofd, ter plaatsen van het horizontale deel ca. 4m², zie foto 22. Verder zijn er verdeelt over beide taluds enkele losse stenen en plaatselijk voegwerk verdwenen.

De grond onder de taludverharding en de landhoofden is verzakt, zie afbeelding 4, foto 23 en 24. Waarschijnlijk komt dit bij beide landhoofden voor. Het is echter alleen zichtbaar op plaatsen waar stenen verdwenen zijn. Tevens is op enkele andere plaatsen de talud verharding verzakt, hetgeen ook aangeeft dat de grond hieronder is weggezakt. Deze verzakkingen zijn op de volgende plaatsen zichtbaar:

- Noordelijk landhoofd, westzijde horizontale deel van het talud, ca. 2m²;
- Zuidelijk landhoofd, oostzijde horizontale deel van het talud, ca. 4m²;
- Zuidelijk landhoofd, oostzijde schuine deel van het talud, ca. 10m² zie foto 25.



Afbeelding: 4



Foto 22: talud verharding plaatselijk verdwenen



Foto 23: grond onder talud verharding verzakt



Foto 24: grond onder fundatiesloof verzakt



Foto 25: talud verharding verzakt

3.5 Leuningen

De conservering van de leuningen is dof en licht verkrijjt, zie foto 26.



Foto 26: conservering leuning dof en licht verkrijjt

3.6 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.

3.7 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, de uit de rijvloer stekende ingestorte HWA-buizen en de nutsleidingen langs het kunstwerk. Na bureaustudie van de bestekstekeningen (geen revisie tekening!) en het vrijgraven van de koppen van de schampkanten, is het onwaarschijnlijk dat in de schampkanten leidingbuizen verwerkt zitten, zie foto 27 en 28. Het resultaat van dit onderzoek is dat er geen asbestverdacht materiaal is aangetroffen.



Foto 27: noord oost kop schampkant



Foto 28: noord oost kop schampkant



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. 34m² ; verdeelt over ca. 94 plekken. Vooral aan de onderzijde van de rijvloer, de oplegbalken boven de steunpunten en de bovenzijde van de fundatie sloof. 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.
- Meerdere scheuren aan de onderzijde van de rijvloer en de pijlers, totaal ca. 46m¹ met een breedte van ca. 0,4mm of groter. De overige scheuren hebben een breedte van 0,3mm of minder.
- betonschade aan de oplegbalken onder de voegovergangen, zeer waarschijnlijk chloriden schade gezien de bruin-zwarte roestsporen. Op deze locaties is het beton tijdens deze inspectie niet nader onderzocht waardoor er geen zekerheid bestaat over de ernst en omvang van de schade.

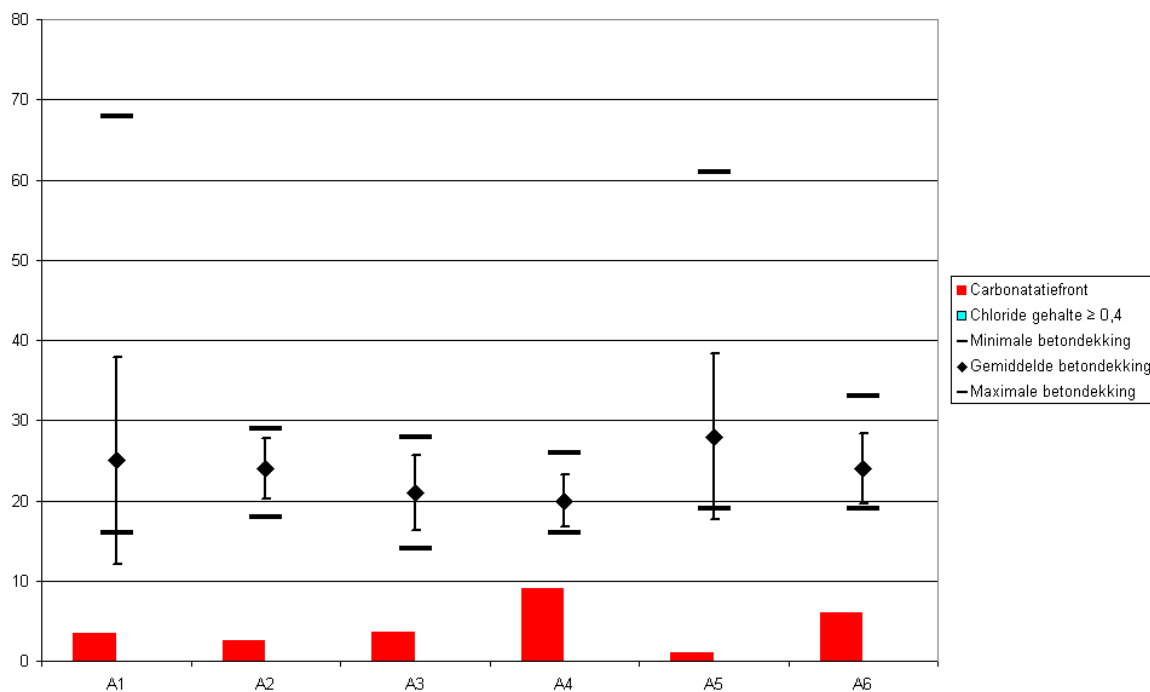
Op 14-tal plaatsen is het beton van de rijvloer nader onderzocht. Aan de onderzijde van de rijvloer ongeveer in het midden van de overspanning en aan de bovenzijde van de rijvloer in of nabij de hemelwatergoot ongeveer boven de steunpunten. Om de samenhang tussen de onderzoeken zichtbaar te maken zijn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

Toelichting grafiek 1:

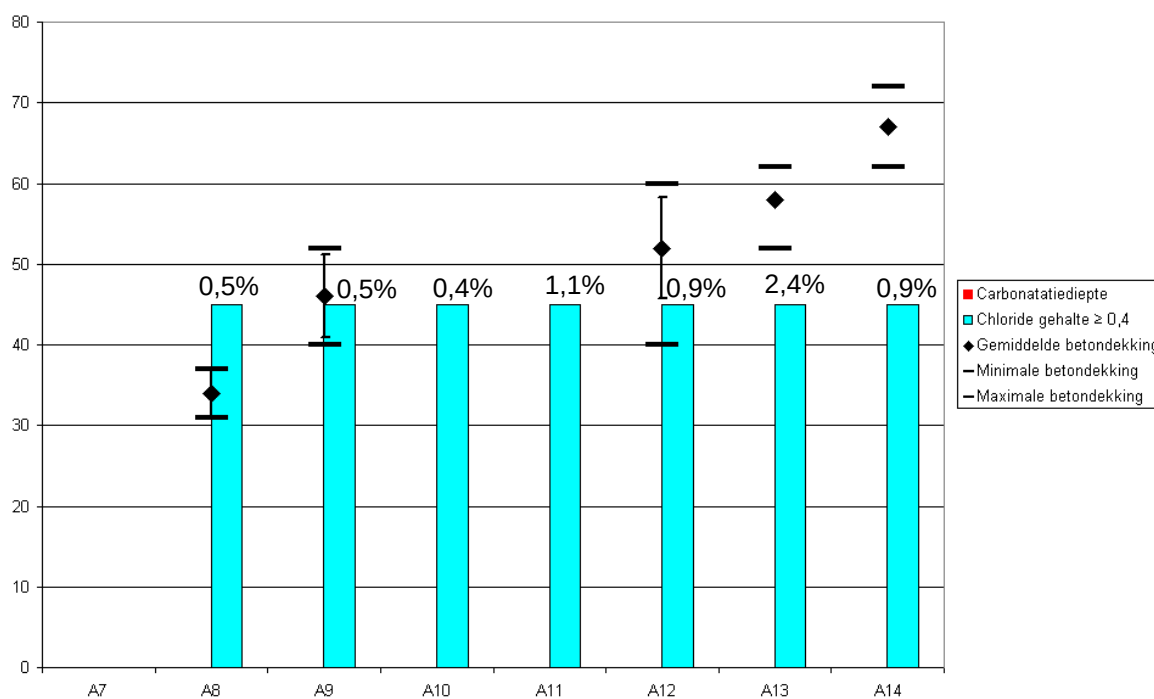
Op de onderzochte locaties (zonder uiterlijke betonschade) aan de onderzijde van de rijvloer is geen noemenswaardige chloriden aangetroffen. Ook is het carbonatatiefront voldoende verwijderd van de wapening.

Toelichting grafiek 2:

Op de onderzochte locaties in de HWA-goot aan de bovenzijde van de rijvloer, is de carbonatatie diepte overal nul. De aangetroffen chloridengehaltes zijn nagenoeg overal boven het gewenste maximum van 0,4% tot een diepte van 45mm. Het is zeer waarschijnlijk dat de 0,4% grens op de meeste plaatsen de wapening bereikt heeft.



Grafiek 1: onderzoeksresultaten onderzijde rijvloer



Grafiek 2: onderzoeksresultaten bovenzijde rijvloer



Voegovergangen

De voegovergangen vertonen veel schades zoals lekkage en onjuiste uitvoering. De vrije ruimte tussen landhoofd en brugdek, onder de voegovergang is afgegoten met asfaltvulling. Hiervoor zijn stalen afdichtingsprofielen aangebracht deze zijn zwaar gecorrodeerd met veel materiaalafname.

Het asfalt op de aarde baan naast beide voegovergangen vertoont scheuren, waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt doordat de grond onder de stootplaten is verzakt en het zand tussen asfalt en stootplaten weg kan spoelen.

Verharding op de rijvloer

Het asfalt van de rijbaan is plaatselijk gescheurd en uitgereden, afmeting ca. 2m²

De betonnen verharding van de fietspaden en de berm vertoont veel holklinkende plekken, in totaal 62m².

Talud

De taludverharding is plaatselijk verdwenen totaal ca. 4m². Verder zijn er verdeelt over beide taluds enkele losse stenen en plaatselijk voegwerk verdwenen. De grond onder het talud verharding en de fundatiesloof is verzakt. Dit is plaatselijk waarneembaar, maar waarschijnlijk komt dit bij beide taluds en fundatiesloven voor, mede gezien de plaatselijk aanwezige verzakkingen van de talud verharding.

Leuning

De conservering van de leuning is dof en licht verkrijgt

4.2 Aanbevelingen

Geadviseerd wordt de volgende schades nader te onderzoeken, om meer inzicht te krijgen in de ernst en omvang:

- chloriden indringing en materiaalafname van de wapening, in de oplegbalken ter plaatsen van de landhoofden en in de bovenzijde van de rijvloer in fietspad en rijbaan;
- de vrije ruimte onder de stootplaten en de fundatiesloof;
- de gehele asfaltconstructie van de rijbanen doormiddel van afkloppen.

Geadviseerd wordt de volgende herstelwerkzaamheden op korte termijn uit te voeren:

- het asfalt herstellen, ca. 2m².

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 het dek, de oplegbalk boven de oplegging en de fundatiesloof, totaal ca. 50m² (incl. factor 1,5) zie opmerking 1;



- vergroten van de betondekking door het aanbrengen van een laag spuitbeton op de bovengenoemde onderdelen;
- reparatie van scheuren in de wanden met een breedte van 0,4mm of meer, totaal ca. 46m¹, door de scheuren afdichtend te injecteren;
- kathodische bescherming, zie opmerking 2.

Opmerking 1:

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

Opmerking 2:

Kathodische bescherming stopt het proces van chloriden geïnitieerde wapeningscorrosie, er is echter geen duidelijkheid over de omvang van de mogelijk al aangetaste wapening

Reconstructie van de bovenzijde van de rijvloer, bestaande uit:

- gehele voegovergangen te vervangen, totaal ca. 33m¹.
- de gehele beton verharding van het fietspad en de berm te verwijderen, de betonconstructie hieronder te inspecteren en waar nodig te repareren.
- afhankelijk van het nader onderzoek van de asfaltconstructie mogelijk de gehele asfaltconstructie te verwijderen, de betonconstructie hieronder te inspecteren en waar nodig te repareren.
- aanbrengen van een nieuw waterdichte verharding op de gehele (of gedeeltelijke) rijvloer

Reconstructie van de taluds:

- de vrije ruimtes onder fundatiesloof (en eventueel stootplaten) vullen met grout en de talud verharding herstraten.

Herstelwerkzaamheden op lang termijn, 3-6 jaar:

- vier afdichtings hoekijzers en één strip onder de voegovergang verwijderen;
- leuningen borstelen en conserveren.

4.3 Aanvullende aanbevelingen

Geadviseerd wordt een herstelkosten raming te maken van de bovengenoemde aanbevelingen en deze kosten af te wegen tegen het geheel vervangen van het kunstwerk. Waarbij in overweging genomen dient te worden dat de omvang van de chloridenschade van dit kunstwerk onvoldoende is vastgesteld. Eventueel deze overweging uit te breiden met een constructief onderzoek of het kunstwerk nog voldoet aan de huidige verkeersbelasting

**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	5
3	Bijlage 3: Foto's boorkernen	8
4	Bijlage 4: Rapportage TNO	12
5	Bijlage 5: Ingetekende schades bovenzijde rijvloer	13

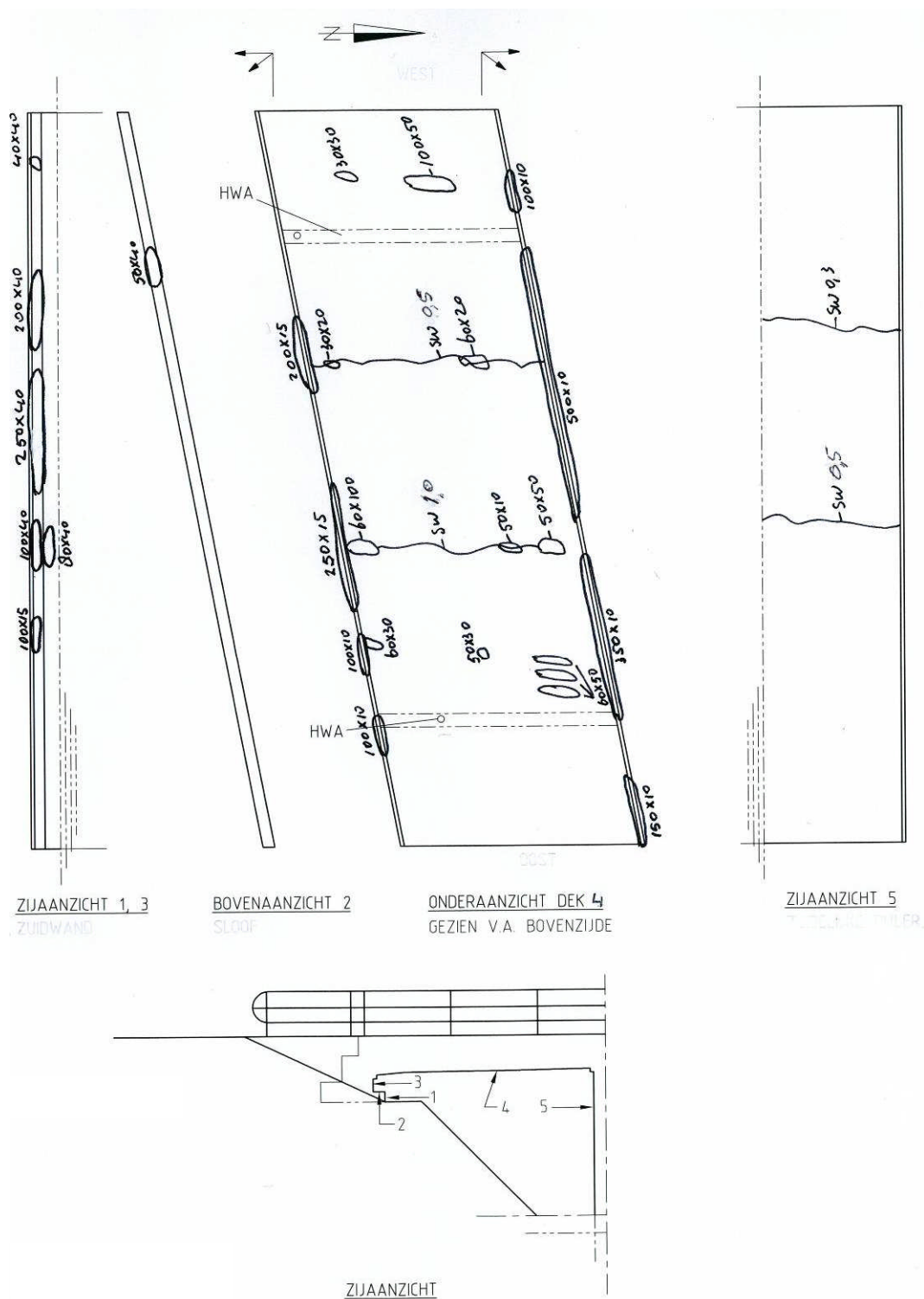


1 **Bijlage 1: Ingetekende schades onderzijde rijvloer**

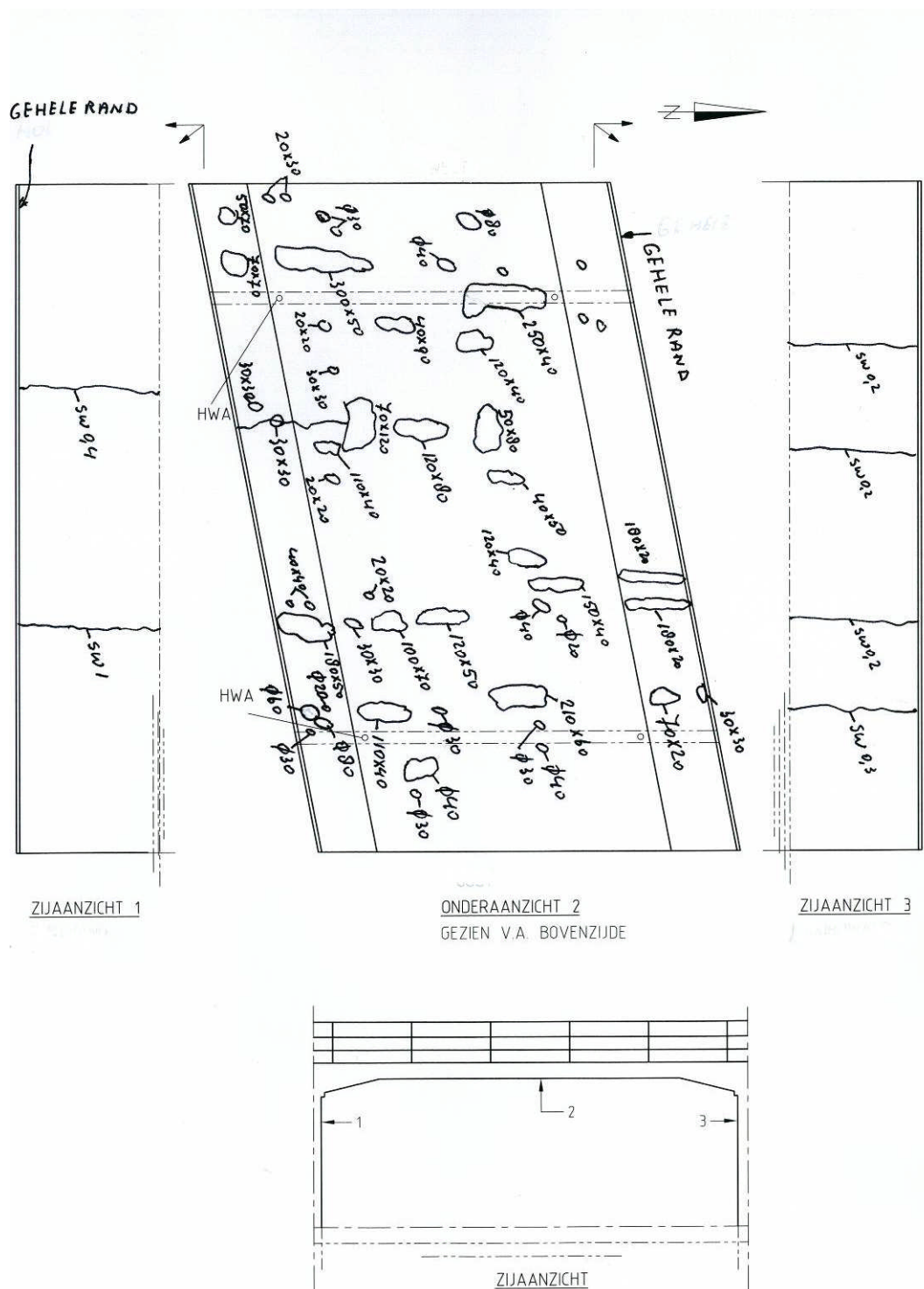
Schets: onderzijde rijvloer en wanden zuidelijke overspanning

Schets: „ „ „ „ midden overspanning

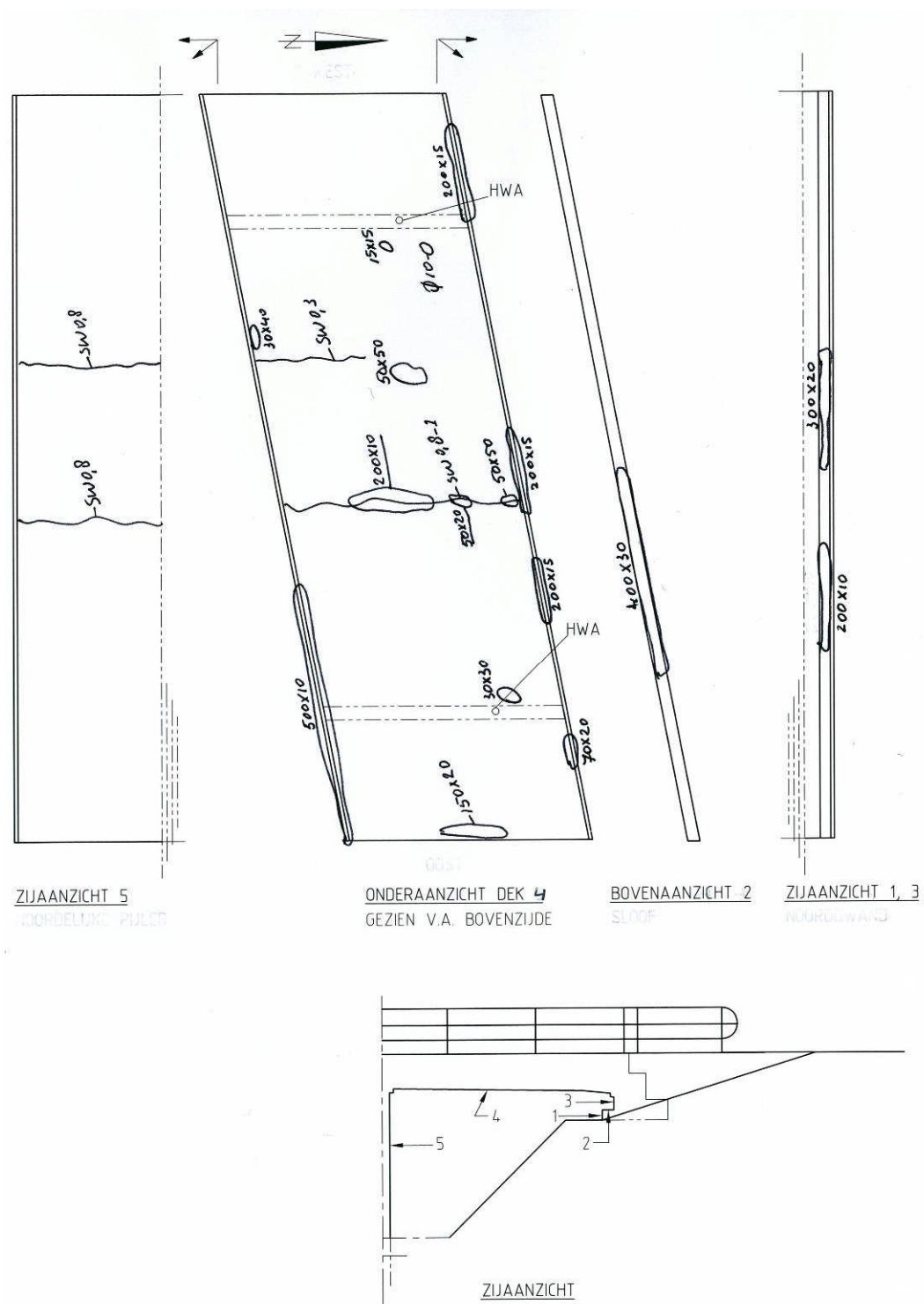
Schets: „ „ „ „ noordelijke overspanning



Schets: onderzijde rijvloer en wanden zuidelijke overspanning (maten in cm)



Schets: onderzijde rijvloer en wanden midden overspanning (maten in cm)



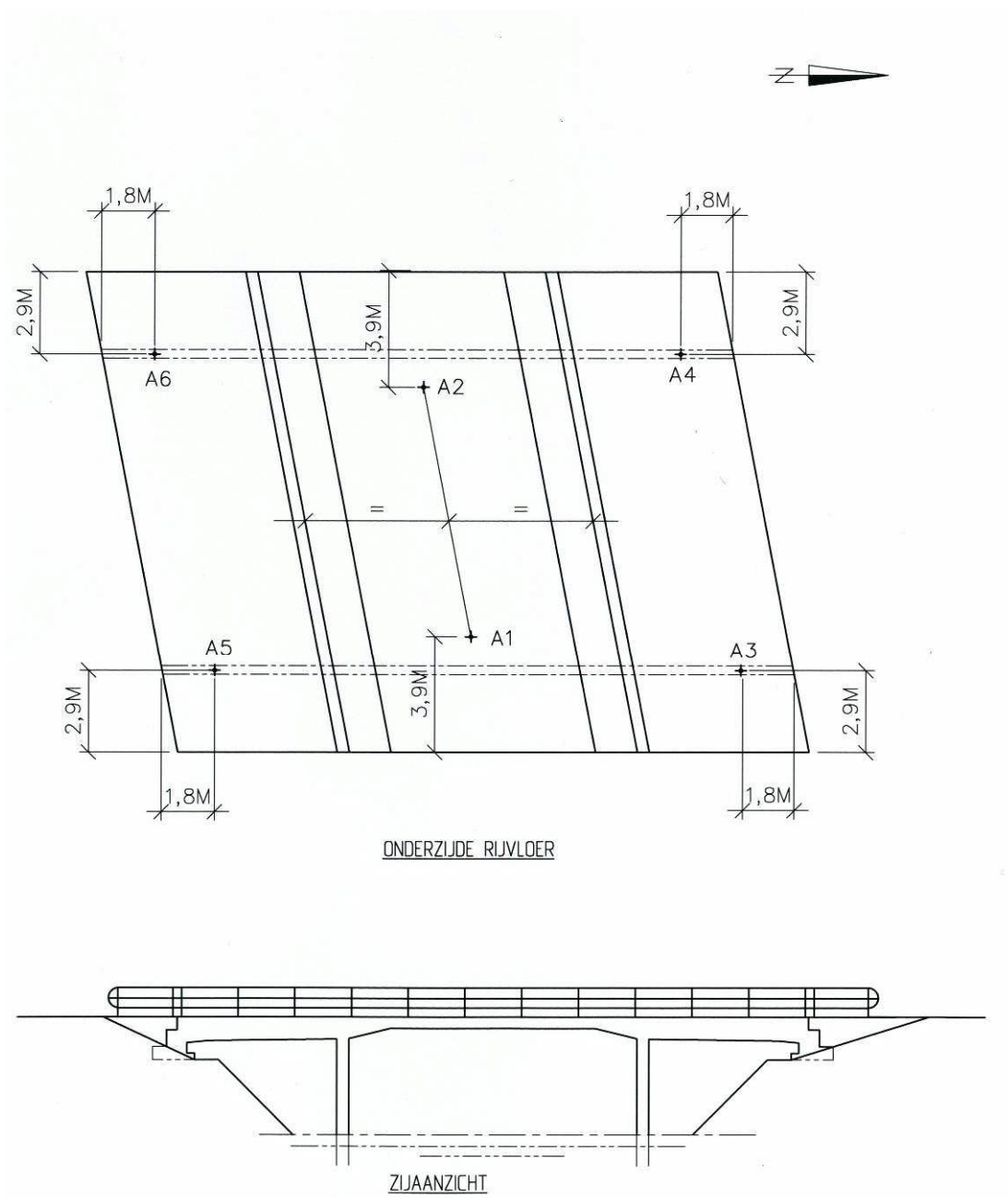
Schets: onderzijde rijvloer en wanden noordelijke overspanning (maten in cm)



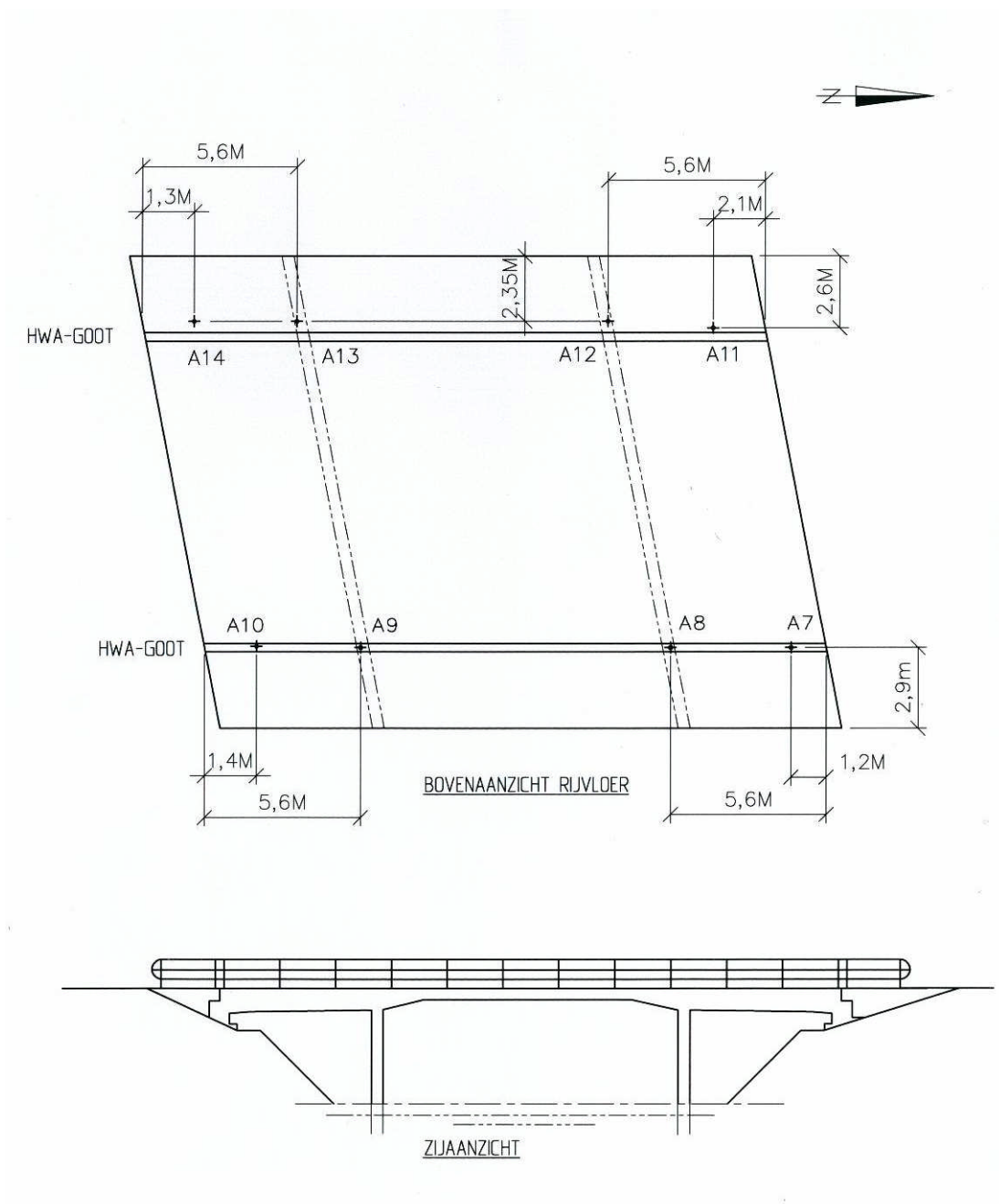
2 **Bijlage 2: Onderzoek locaties**

Schets: onderzijde rijvloer

Schets: bovenzijde rijvloer



Schets: onderzijde rijvloer



45B-902, brug Roode Wetering



3 Bijlage 3: Foto's boorkernen



Boorkern A1



Boorkern A2



Boorkern A3



Boorkern A4



Boorkern A5



Boorkern A6



Boorkern A7



Boorkern A8



Boorkern A9



Boorkern A10



Boorkern A11



Boorkern A12



Boorkern A13



Boorkern A13



Boorkern A14

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 beitel 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 lengtes gespleten, waarna één breukvlak is bespoten met fenolftaleïne voor het carbonatatieonderzoek (zie tabel 1).

De andere kernhelte 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 vernalen. 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 onderzoeksovereenkomsten 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 carbonatatiediepte bepaling

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 chloridgehalte 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.

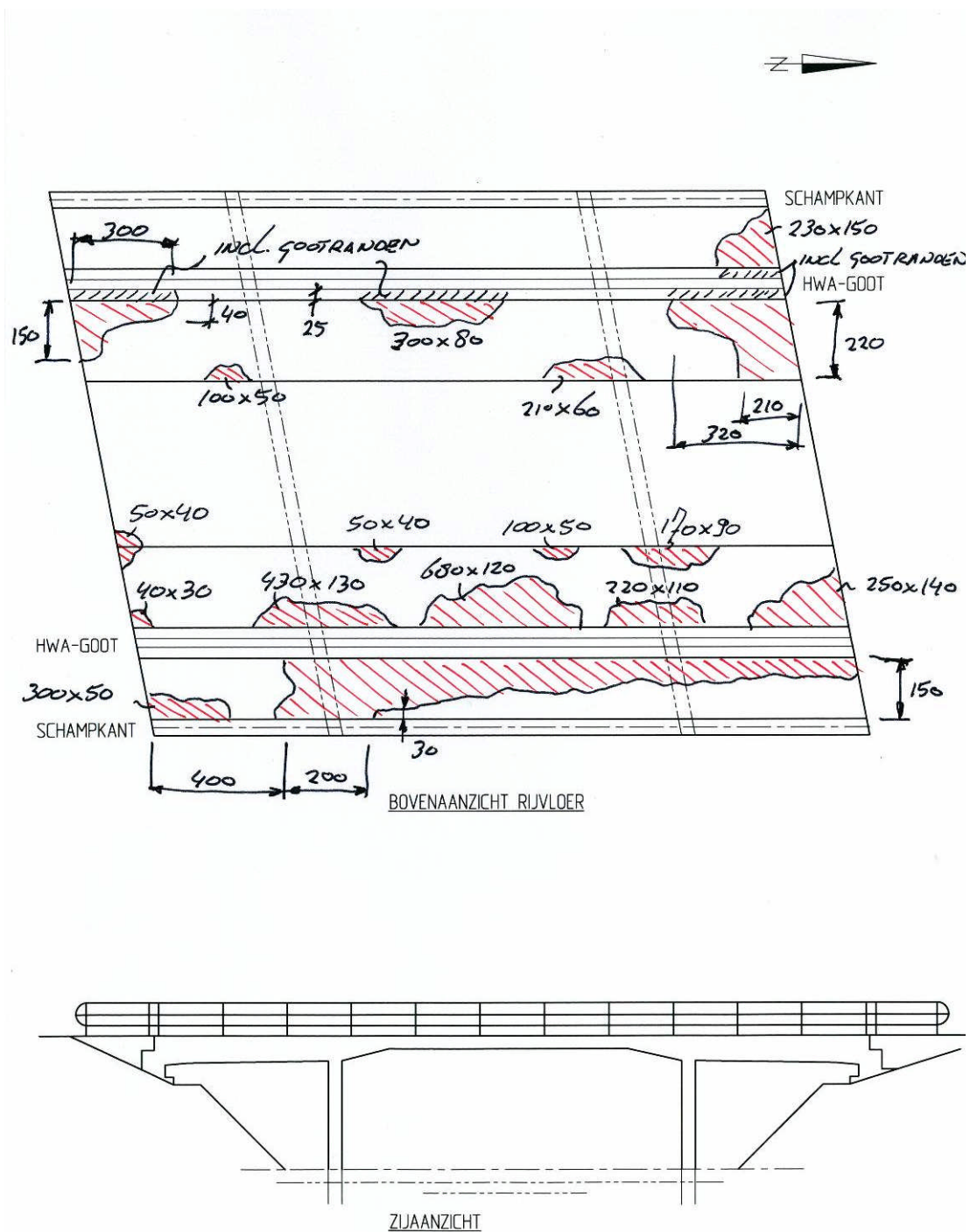
Hoogachtend,

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



5 Bijlage 5: Ingetekende schades bovenzijde rijvloer

Schets bovenzijde rijvloer



Schets bovenzijde rijvloer (maten in cm)