



**GROENALLIANTIE MIDDEN-  
HOLLAND**  
**Nader onderzoek object RP6Ba152**



Versie	Datum	Documentnr.	Status	Opgesteld door: Thijs Schaper
1	29-10-21	Sdm.162-023	Definitief	Gecontroleerd door: Mark Groot



## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
1.1 OPDRACHT.....	1
1.2 OPDRACHTBESCHRIJVING EN AANLEIDING ONDERZOEK.....	1
1.3 PROJECTTEAM .....	1
1.4 LEESWIJZER.....	1
<b>2. WERKWIJZE.....</b>	<b>2</b>
2.1 OBJECT EN LIGGING.....	2
2.2 NADER ONDERZOEK.....	2
<b>3. WAARNEMINGEN .....</b>	<b>3</b>
3.1 WESTELIJKE BRUG, BETONNEN STEUNPUNTEN EN PALEN .....	3
<b>4. METINGEN.....</b>	<b>5</b>
4.1 DEKKINGSMETINGEN.....	5
4.2 CHLORIDEONDERZOEK.....	5
4.3 CARBONATATIE METINGEN .....	5
4.4 MEETPUNTEN NADER ONDERZOEK.....	6
4.5 MEETRESULTATEN.....	7
4.5.1 <i>Dekkingsmetingen</i> .....	7
4.5.2 <i>Chlorideonderzoek</i> .....	7
4.5.3 <i>Carbonatatiemetingen</i> .....	7
<b>5. BEVINDINGEN.....</b>	<b>8</b>
5.1 INSPECTIE EN TESTRESULTATEN.....	8
<b>6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>9</b>
6.1 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....	9
<b>7. OVERZICHT BIJLAGEN .....</b>	<b>9</b>



## 1. INLEIDING

### 1.1 Opdracht

De Groenalliantie Midden-Holland heeft op 21 juli 2021 aan Ingenieursbureau Westenberg B.V. opdracht verstrekt voor het uitvoeren van een nader onderzoek aan object **RP6BA152**.

### 1.2 Opdrachtbeschrijving en aanleiding onderzoek

#### Doel van de opdracht is:

- Vaststellen omvang en ernst van scheurvorming, eerder waargenomen tijdens een inspectie.
- Vaststellen van de mate van carbonatatie en chloride indringing in de palen van de constructie.
- Bepalen van de aanwezige wapeningsdekking ter plaatse van de carbonatatie en chloridemetingen.

In deze rapportage wordt dit nader onderzoek en de resultaten besproken.

#### Aanleiding onderzoek:

Tijdens eerder uitgevoerde inspecties aan het object zijn scheuren in de palen van de betonnen constructie waargenomen. Ook zijn er corrosie uitspoelingen waargenomen aan de palen. Hierdoor is het vermoeden ontstaan dat verhoogde chloridegehalten en / of carbonatatie van het beton de oorzaak zou kunnen zijn voor de schadebeelden.

In dit nader onderzoek is onderzocht wat de oorzaak is voor de aanwezige scheurvorming in de palen en of er verhoogde chloride en carbonatatie waarden aanwezig zijn in de palen. Daarnaast is de wapeningsdekking ter plaatse bepaald in de palen.

### 1.3 Projectteam

Het projectteam voor deze opdracht is als volgt samengesteld:

Projectleider: ir. Mark Groot

Inspecteur/adviseur: ing. Thijs Schaper

Inspecteur/adviseur: ing. Dirk-Jan Gerritsen

De bevindingen en hersteladviezen zijn vastgesteld door Thijs Schaper.

Namens de Groenalliantie Midden-Holland is de heer P. de Block projectverantwoordelijk en eerste aanspreekpunt tijdens de uitvoering. De heer De Block heeft de functie van projectleider bij de Groenalliantie Midden-Holland.

### 1.4 Leeswijzer

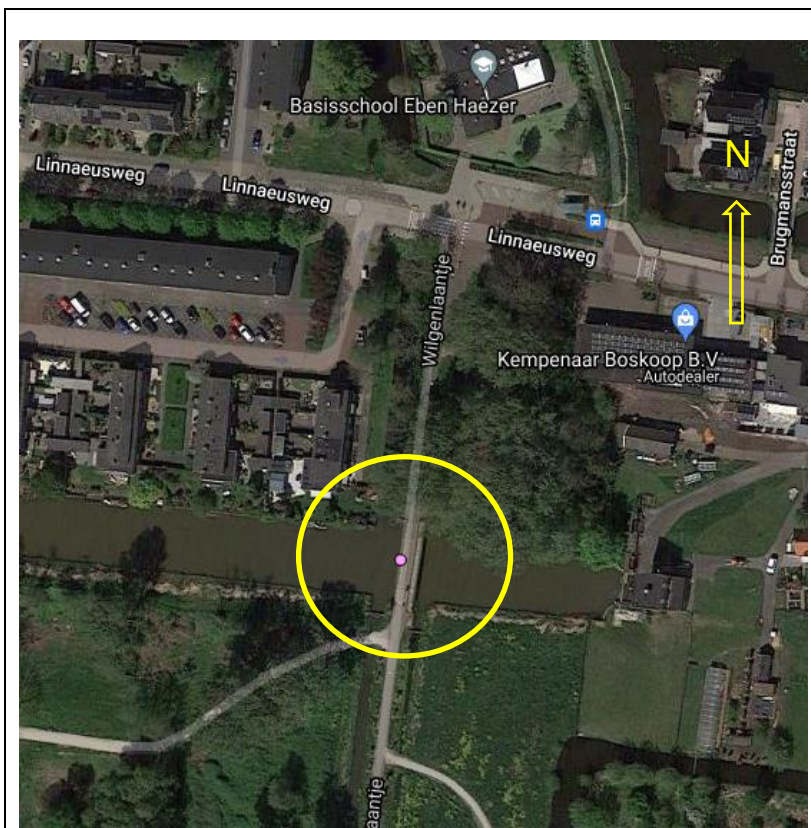
In hoofdstuk 2 is de werkwijze toegelicht. De waarnemingen worden behandeld in hoofdstuk 3. De werkwijze en meetresultaten van de chloride, carbonatatie en dekkingsmetingen aan de betonnen palen worden in hoofdstuk 4 behandeld. In hoofdstuk 5 worden de bevindingen weergegeven. De conclusie en de aanbevelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 6. De onderbouwing van het rapport is opgenomen in de bijlagen.



## 2. WERKWIJZE

### 2.1 Object en ligging

Object RP6BA152 bestaat uit twee betonnen bruggen met verschillende bouwjaren. Het onderzoek richt zich op de westelijk gelegen brug. Vermoedelijk is dit object gebouwd in de jaren 50' / 60' van de vorige eeuw. De (gewapende)betonnen brug heeft een lengte van 21,2 meter en een breedte van 3,6 meter. De brug is tegenwoordig enkel toegankelijk voor fiets / voetverkeer alhoewel de brug breed genoeg is voor gemotoriseerd verkeer. De westelijke brug heeft 4 steunpunten met elk 3 (gewapend)betonnen palen (totaal 12 palen). De brug ligt aan de noordzijde van het Wilgenlaantje en ten westen van het gemeal aan de Linnaeusweg te Boskoop.



Afbeelding: Ligging van object RP6BA152 Bron: Google Maps.

### 2.2 Nader onderzoek

Het nader onderzoek is uitgevoerd op 8 oktober 2021. De inspectie heeft zich voornamelijk gericht op de onderzijde van de westelijke brug en de in eerdere inspecties waargenomen scheurvorming. De inspectie is uitgevoerd met inzet van een boot. Bij het nader onderzoek is de westelijke brug eerst visueel geïnspecteerd. Daarna zijn op 4 locaties in de palen wapeningsdekkingsmetingen, boorstofmonsters genomen (voor het chlorideonderzoek) en carbonatatie metingen uitgevoerd.



### 3. WAARNEMINGEN

#### 3.1 Westelijke brug, betonnen steunpunten en palen

Tijdens de inspectie valt de sterke stroming in de watergang op, veroorzaakt door het gemaal aan oostzijde in de richting van het gemaal. Bij de inspectie aan de onderzijde is aan vrijwel elke paal scheurvorming in het beton aangetroffen. Waar scheurvorming is waargenomen zijn ook holle delen en afbrokkelend beton aanwezig. De gemiddelde afmeting van de afbrokkeling is 30 bij 30 cm. Ook vertonen de meeste palen corrosie uitspoeling en zijn 4 palen aangetast met gevorderde wapeningscorrosie. In de oplegbalken van de steunpunten zijn ook scheuren en wapeningscorrosie aangetroffen. Het rijdek vertoont aan onderzijde kleine schadebeelden van wapeningscorrosie. Aan de bovenzijde van de dwarsliggers bij de steunpunten zijn lekkage sporen waargenomen. Deze schadebeelden zijn niet waargenomen aan de oostelijke brug (welke buiten het uitgevoerde nader onderzoek valt). Hieronder een overzicht van de waargenomen schadebeelden aan de onderzijde van de westelijke brug.



Holle delen, scheurvorming, wapeningscorrosie en afbrokkelende delen aan paal aan buitenzijde (zuidzijde) van de brug.



Lekkage sporen aan onderzijde rijdek bij de steunpunten, bij vrijwel alle steunpunten aanwezig.



Wapeningscorrosie, scheurvorming en holle delen aan binnenzijde van paal.



Gevorderde wapeningscorrosie met afgebrokkelde delen aan middelste paal bij steunpunt aan zuidzijde van brug.



Holle delen met scheurvorming in betonnen paal



Scheurvorming in betonnen steunpunt aan zuidzijde van brug.



Wapeningscorrosie aan onderzijde steunpunt en rijdek.



Wapeningscorrosie aan onderzijde brugdek.

## 4. METINGEN

### 4.1 Dekkingsmetingen

Op dezelfde locaties waar het chloride en carbonatatie onderzoek is uitgevoerd, zijn ook wapeningsdekkingsmetingen uitgevoerd. Dit is gedaan om de betondekking op de wapening te bepalen. Met deze gegevens kan, in combinatie met de chloride en carbonatatie metingen, worden bepaald of de chloride / carbonatatie de wapening heeft bereikt. Per locatie zijn 9 dekkingsmetingen verricht waarvan een gemiddelde per locatie is bepaald.

Voor de metingen is gebruik gemaakt van een dekkingsmeter van type Proceq Profometer 5+.

### 4.2 Chlorideonderzoek

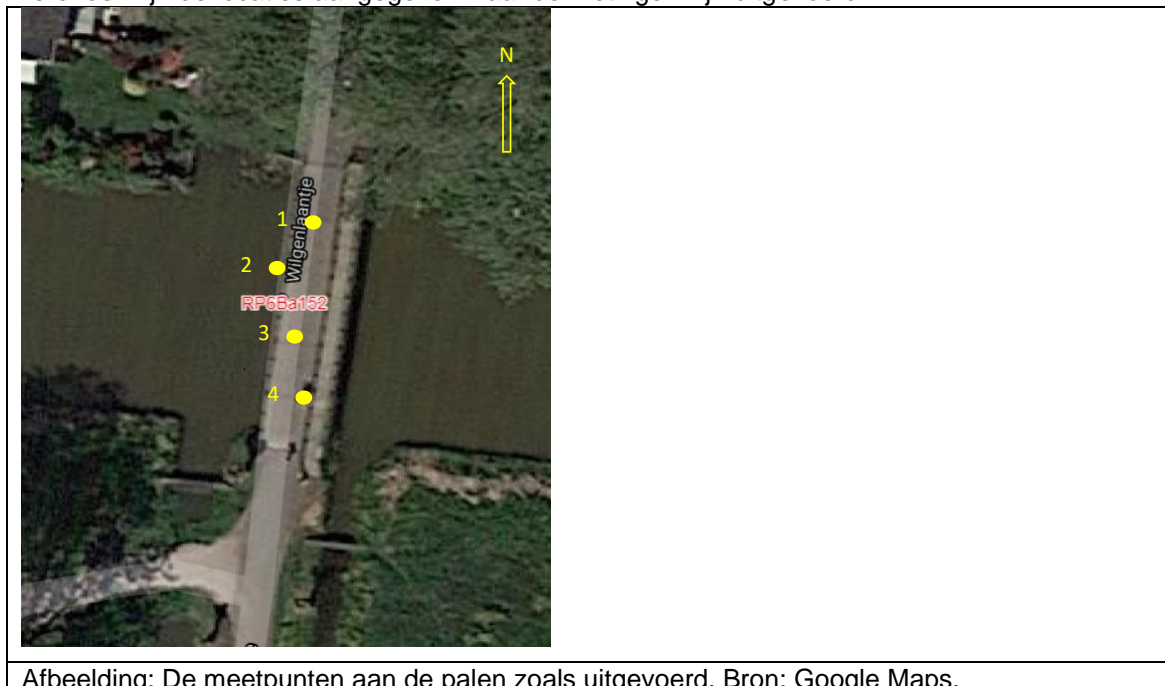
Voor de uitvoering van het chlorideonderzoek zijn op 4 locaties, op twee verschillende diepten, boorstofmonsters genomen. In totaal zijn 8 boorstofmonsters voor het chlorideonderzoek genomen. Hierbij is met een betonboor, boorstof opgevangen en gelabeld, verstuurd naar een laboratorium. In het laboratorium is de aanwezigheid van chloride bepaald.

Door op twee verschillende diepten (voor en na de wapening) een monster te nemen, kan worden bepaald tot welke diepte de chloride is ingedrongen.

### 4.3 Carbonatatie metingen

Op dezelfde locaties (4 totaal) als de chloridemetingen zijn ook carbonatatie metingen uitgevoerd. Per locatie zijn op twee punten metingen gedaan, waarvan per locatie een gemiddelde is bepaald. Dit is gedaan door op enkele plaatsen met een kleine boor een gaatje te boren in de paal. Met een indicatievloeistof (fenolftaleïne) kan bepaald worden tot welke diepte de carbonatatie van het beton heeft plaatsgevonden. Met een schuifmaat is de diepte van de opgetreden carbonatatie gemeten. De mate van carbonatatie geeft informatie over de ouderdom van de constructie, de mogelijkheid voor wapeningscorrosie en de kwaliteit van het beton.

Hieronder zijn de locaties aangegeven waar de metingen zijn uitgevoerd.



Afbeelding: De meetpunten aan de palen zoals uitgevoerd. Bron: Google Maps.





#### 4.4 Meetpunten nader onderzoek

Hieronder zijn de locaties van de genomen metingen aan de palen van object RP6BA152 weergegeven.



RP6BA152\_meetpunt-01



RP6BA152\_meetpunt-02



RP6BA152\_meetpunt-03



RP6BA152\_meetpunt-04





#### 4.5 Meetresultaten

In de tabellen hieronder zijn de resultaten van uitgevoerde metingen weergegeven. De originele meetgegevens en meetresultaten zijn weergegeven in bijlage I en III.

##### 4.5.1 Dekkingsmetingen

In de onderstaande tabel zijn de gemeten betondekkingen weergegeven zoals gemeten tijdens de inspectie.

Meetpunt	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Gemiddelde dekking mm
Dekking locatie 1	33	36	41	40	38	41	34	48	48	35,9
Dekking locatie 2	45	47	41	39	43	41	37	29	31	35,3
Dekking locatie 3	41	42	48	30	32	49	44	39	37	36,2
Dekking locatie 4	39	41	38	42	39	44	40	36	43	36,2

##### 4.5.2 Chlorideonderzoek

De onderstaande tabel geeft de chloridegehalten weer zoals gemeten in de genomen boorstofmonsters. De testresultaten zijn ook weergegeven in bijlage III.

Meetpunt	Diepte van meting mm	Chloridegehalte (t.o.v. cement)
1.1	40	1.746
1.2	52	2.171
2.1	24	1.298
2.2	45	1.991
3.1	28	2.095
3.2	36	2.385
4.1	41	0.868
4.2	58	1.637

##### 4.5.3 Carbonatatiemetingen

In onderstaande tabel zijn de gemeten carbonatatie diepten aangegeven per locatie.

Meetpunt	mm	mm	Gemiddelde carbonatatie diepte mm
Carbonatatie diepte locatie 1	11	9	10
Carbonatatie diepte locatie 2	6	7	6,5
Carbonatatie diepte locatie 3	11	9	10
Carbonatatie diepte locatie 4	16	20	18



## 5. BEVINDINGEN

### 5.1 Inspectie en testresultaten

Tijdens de inspectie aan de westelijke brug zijn diverse schadebeelden aan de palen waargenomen. De schadebeelden zijn voornamelijk wapeningscorrosie, afbrokkelende (holle) delen en scheurvorming. Er zijn ook palen waargenomen waar de wapening over een groter gedeelte blootligt zonder dekking. Ook de steunpunten en rijdek vertonen, weliswaar in mindere mate, gelijke schadebeelden. Bij het nemen van de monsters viel op dat de buitenste 4 tot 5 cm van het beton tot aan de wapening (plaatselijk) broos is en niet in goede conditie verkeerd. De metingen geven aan dat de gemiddelde wapeningsdekking rond de 35 / 36 mm is. De chloride metingen zijn verricht op zowel het beton voor de wapening (tussen 0 en 35mm) en erna (35mm en dieper).

Alle chloridemonsters geven een hoge waarde weer vanaf 0.868% chloridegehalte ten opzichte van het cement of hoger. Voor de interpretatie van de gemeten chloridegehalten kan onderstaande tabel worden aangehouden.

<b>Chloridegehalte ten opzichte van cementgehalte (massa procenten):</b>	<b>Kans op wapeningscorrosie:</b>
Cl < 0,3%	Onwaarschijnlijk
0,3% < Cl < 0,6%	Mogelijk in gecarbonateerd beton
0,6% < Cl < 1,0%	Mogelijk in niet gecarbonateerd beton
Cl > 1,0%	Zeer waarschijnlijk

Tabel: Chloridegehalten gemeten tegenover de kans op wapeningscorrosie. Bron Ingenieursbureau Westenberg B.V.

Uit de gemeten waarden en de gegevens in bovenstaande tabel blijkt dat alle monsters een zeer waarschijnlijke tot mogelijke kans (meting 4.1) op wapeningscorrosie geven. Dit beeld wordt ook visueel bevestigd in de constructie. Uit de metingen blijkt ook dat de verhoogde chloridewaarden zich tot achter de wapening van de palen (35/36 mm en dieper) bevindt.

Zowel de palen, steunpunten en in enige mate het rijdek vertonen wapeningscorrosie en uitbloei van corrosie (vlekken). Het is waarschijnlijk dat ook in het rijdek en oplegbalken verhoogde waarden van chloride aanwezig zijn gezien deze schadebeelden.

De carbonatatie metingen geven aan dat de gemiddelde carbonatatie diepte tussen de 6,5 en 18mm ligt. De carbonatatie heeft in deze metingen de wapening nog niet bereikt. Rondom blootliggende wapening kan dit wel het geval zijn, afhankelijk van de tijd dat het beton rondom de wapening in contact is geweest met de buitenlucht.

Tijdens de inspectie is waargenomen dat het gemaal ten oosten van de constructie veel stroming veroorzaakt in de watergang. Deze stroming heeft een verstekend effect op de voortgang van de eroderen van het beton en ook het corrosieproces. Er zijn lekkage sporen waargenomen bij de steunpunten vanaf het rijdek richting de palen. Strooizouten en regenwater dat op deze manier de palen bereikt, heeft ook een versterkend effect op de wapeningscorrosie.



## 6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

### 6.1 Conclusie en aanbevelingen

Uit het nader onderzoek is gebleken dat de palen van de westelijke brug in matige staat verkeren. Een groot gedeelte van de palen vertoont wapeningscorrosie, scheurvorming en afbrokkelende delen. Ook aan de steunpunten (oplegbalken) en rijdek zijn deze schadebeelden waargenomen. De meetresultaten geven een verhoogde chloridewaarde weer in alle gemeten locaties in de palen. Deze verhoogde chloridewaarde is tot achter de wapening gemeten. Gezien de wapeningscorrosie en corrosie uitbloei in de steunpunten en rijdek, kan aangenomen worden dat zich daar ook verhoogde chloridewaarden bevinden. De waterstroming, veroorzaakt door het oostelijk gelegen gemaal, versneld in combinatie met de verhoogde chloridewaarden de corrosiesnelheid van de wapening alsmede het eroderen van het beton. Daarnaast versnellen ook strooizouten en regenwater dat via het rijdek, richting de steunpunten en palen stroomt het corrosie proces.

De aangetroffen scheurvorming in de palen duidt ook op overbelasting door het gemotoriseerd verkeer dat gebruik maakt van de brug.

Het bouwjaar van de brug wordt geschat op de jaren '50 / '60 van de vorige eeuw. Hiermee komt het eind van de levensduur van de brug in zicht. Gezien de waargenomen schadebeelden aan de palen, steunpunten en rijdek en de gemeten verhoogde chloridegehalten in de palen, verkeert de brug in matige tot slechte staat.

Herstel van de schades, veroorzaakt door de wapeningscorrosie en chloride indringing, zijn zeer ingrijpend en kostbaar. Daarnaast is het gezien de leeftijd van de brug niet meer rendabel om dit herstel uit te voeren.

Gezien de toestand van de brug, de aanwezigheid van verhoogde chloridewaarden en doordat het niet rendabel is herstel uit te voeren, wordt geadviseerd om de brug binnen (maximaal) 5 jaar te vervangen. Om verdergaande overbelasting van de brug tegen te gaan wordt nadrukkelijk geadviseerd om de brug af te sluiten voor al het gemotoriseerd vervoer. Afhankelijk of dit te handhaven is zal er een fysieke afsluiting noodzakelijk zijn middels het plaatsen van bijvoorbeeld een paal met slot. Het incidenteel laten passeren van een ambulance is geen probleem. Ook fietsers en voetgangers kunnen ongehinderd gebruik maken van de brug.

## 7. OVERZICHT BIJLAGEN

Nr.	Titel	Versie	Datum	Document	Omvang*
I	Formulier Beton metingen	1	27-10-21	Sdm.162-024	1 pag.
II	Foto dossier RP6Ba152	1	27-10-21	Sdm.162-025	
III	Laboratoriumonderzoek chloridegehalte boorstofmonsters	1	27-10-21	Sdm.162-026	6 pag.

\* De omvang van het document exclusief eventuele kaften, titelbladen en bijlagen.







**Groenalliantie Midden-Holland**

**Bijlage I**

**Formulier Beton metingen**





**Groenalliantie Midden-Holland**

**Bijlage II**

**Foto dossier RP6Ba152**







**Groenalliantie Midden-Holland**

**Bijlage III**

**Laboratoriumonderzoek  
chloridegehalte boorstofmonsters**

