

**Nebest B.V.**

Marconiweg 2  
4131 PD Vianen  
Postbus 106  
4130 EC Vianen

T 085 489 01 00  
F 085 489 01 01  
E [info@nebest.nl](mailto:info@nebest.nl)  
I [www.nebest.nl](http://www.nebest.nl)

## Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Opdrachtgever                      Ingenieursbureau Boorsma  
Rapportnummer                      31657  
Status                                  Definitief  
Rapportdatum                        25 april 2017  
Uitvoering                            ing. M.W. van Zandwijk  
Projectleider                         H.N.G. Adema

| Autorisatie | Naam                   | Paraaf                                                                                    | Datum      |
|-------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Auteur      | ing. M.W. van Zandwijk | B.a.  | 25-04-2017 |
| Controle    | H.N.G. Adema           |       | 25-04-2017 |
| Vrijgave    | H.N.G. Adema           |       | 25-04-2017 |



IBAN NL47 RABO 0171 7681 67 | BIC RABONL2U | BTW NL008929439B01 | HR 23046375

Op al onze werkzaamheden is de 'Rechtsverhouding opdrachtgever - architect, ingenieur en adviseur DNR 2011' van toepassing.  
Deze voorwaarden liggen op ons kantoor ter inzage en zijn ook in te zien op onze website ([www.nebest.nl](http://www.nebest.nl)).



Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

---

## INHOUDSOPGAVE

|          |                                                 |          |
|----------|-------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING .....</b>                          | <b>3</b> |
| 1.1      | Aanleiding .....                                | 3        |
| 1.2      | Indeling rapportage .....                       | 3        |
| <b>2</b> | <b>GEGEVENS OVER DE CONSTRUCTIE.....</b>        | <b>4</b> |
| <b>3</b> | <b>WERKWIJZE .....</b>                          | <b>5</b> |
| 3.1      | Uitvoeringsdatum .....                          | 5        |
| 3.2      | Onderzoekslocaties.....                         | 5        |
| 3.3      | Onderzoeksmethode .....                         | 6        |
| 3.3.1    | Dekkingsmetingen.....                           | 6        |
| 3.3.2    | Carbonatatiediepte .....                        | 6        |
| 3.3.3    | Chloridegehalte .....                           | 6        |
| <b>4</b> | <b>ONDERZOEKSRESULTATEN .....</b>               | <b>7</b> |
| 4.1      | Dekkingsmetingen en laboratoriumonderzoek ..... | 7        |
| <b>5</b> | <b>ANALYSE ONDERZOEKSRESULTATEN .....</b>       | <b>8</b> |
| 5.1      | Analyse carbonatatiediepte .....                | 8        |
| 5.2      | Analyse chloridegehalte .....                   | 8        |
| 5.3      | (Rest)levensduur .....                          | 8        |

Bijlage 1 Foto's betonkernen

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

3

## **1 INLEIDING**

### **1.1 Aanleiding**

In het kader van onderhoud aan kunstwerk De Wiekslag te Veenendaal dient een uitspraak gedaan te worden over de (rest)levensduur van de landhoofden aan de noord- en zuidzijde van het kunstwerk. Met name aan het zuidelijke landhoofd is momenteel betonschade zichtbaar met blootliggende wapeningsdelen. Om een uitspraak te kunnen doen over de (rest)levensduur van het kunstwerk is nader onderzoek vereist.

Ingenieursbureau Boorsma heeft Nebest B.V. opdracht verleend nader onderzoek te verrichten op de verticale delen van de landhoofdwanden (frontwanden) aan de noord- en zuidzijde van kunstwerk De Wiekslag.

### **1.2 Indeling rapportage**

In hoofdstuk 2 van dit rapport zijn de relevante constructiegegevens voor dit onderzoek opgenomen. Verder zijn in hoofdstuk 3 de uitgevoerde werkzaamheden omschreven. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het nadere onderzoek opgenomen en in hoofdstuk 5 is een analyse van de onderzoeksresultaten opgenomen.

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

4

## 2 GEGEVENS OVER DE CONSTRUCTIE

Het kunstwerk is opgebouwd uit een noordelijk en zuidelijk landhoofd van beton met daarop rustend prefab betonliggers over de watergang. Zowel de frontwand van het noordelijke als die van het zuidelijke landhoofd is grof geprofileerd. Op de bovenzijde van het brugdek is aan weerszijden leuningwerk aangebracht. De leeftijd van de constructie is op dit moment 40 jaar. In figuur 2.1 is een overzichtsfoto van het kunstwerk opgenomen.



Figuur 2.1: Overzichtsfoto kunstwerk De Wiekslag

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

5

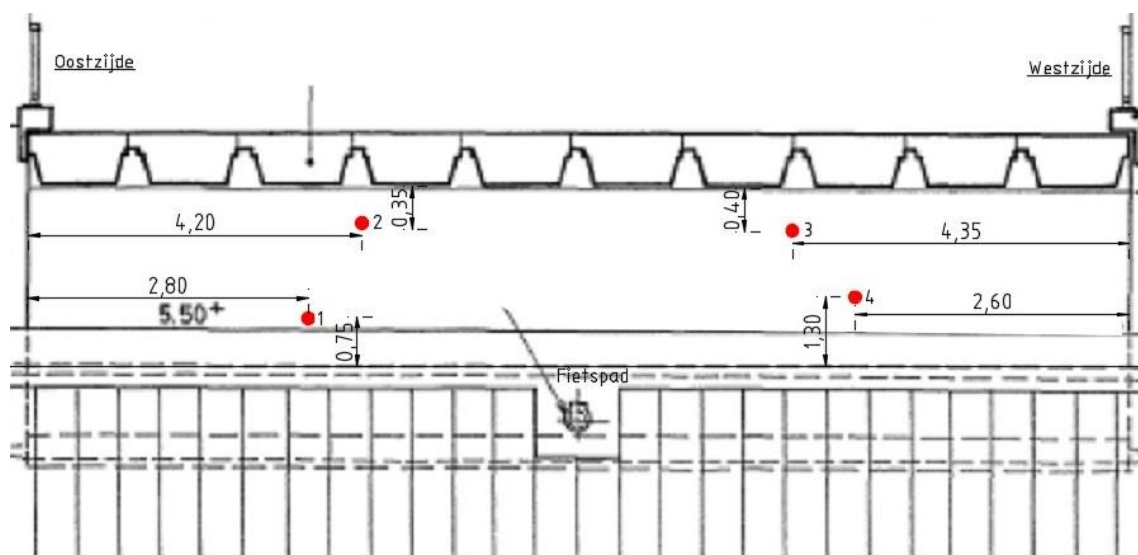
### 3 WERKWIJZE

#### 3.1 Uitvoeringsdatum

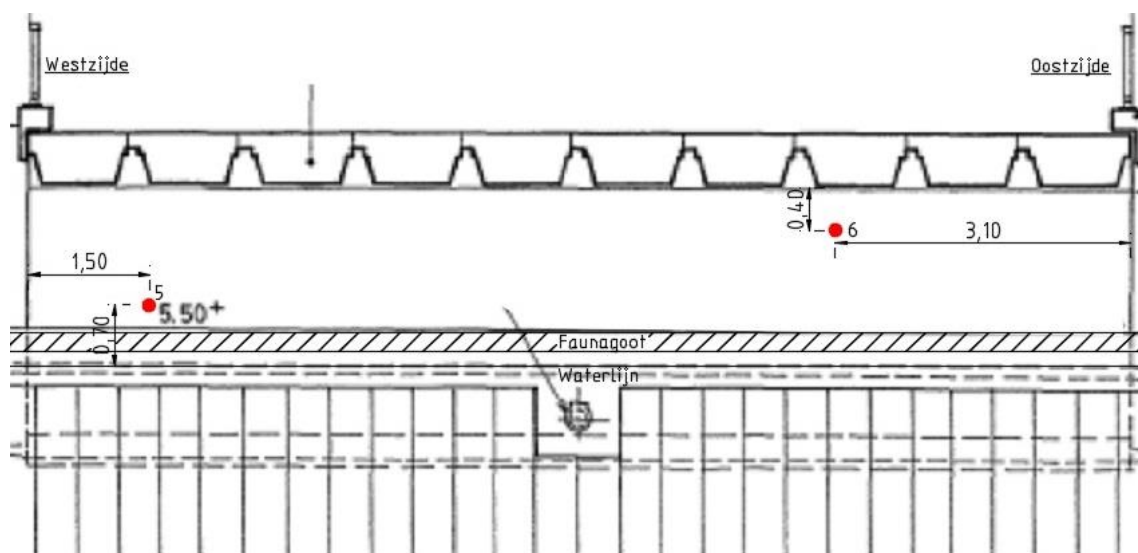
De werkzaamheden zijn op 13 april 2017 uitgevoerd door ing. M.W. van Zandwijk.

#### 3.2 Onderzoekslocaties

In figuur 3.1 en figuur 3.2. zijn de onderzoekslocaties opgenomen per landhoofd. De weergegeven maten in beide figuren zijn in meters. De maten in figuur 3.1 zijn gemeten vanaf onderzijde dek, bovenzijde fietspad en het begin en einde van de frontwand van het landhoofd. De maten in figuur 3.2 zijn gemeten vanaf onderzijde dek, bovenzijde waterlijn en het begin en einde van de frontwand van het landhoofd.



Figuur 3.1: Overzicht onderzoekslocaties landhoofd zuidzijde



Figuur 3.2: Overzicht onderzoekslocaties landhoofd noordzijde

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

6

### **3.3 Onderzoeksmethode**

#### **3.3.1 Dekkingsmetingen**

Random alle onderzoekslocaties zijn negen minimale betondekkingen op de eerste laag wapening gemeten.

#### **3.3.2 Carbonatatiediepte**

Op elke betonkern is de carbonatatiediepte bepaald. De carbonatatiediepte is bepaald conform NEN-EN 14630.

#### **3.3.3 Chloridegehalte**

Op alle zes boorkernen is op drie onderzoeksdieptes het chloridegehalte bepaald. De chloridegehaltes zijn bepaald op de dieptes 5-15 mm, 15-25 mm en 25-35 mm. Het chloridegehalte is in het laboratorium bepaald in overeenstemming met de voorschriften van de Bouwdienst Rijkswaterstaat, zoals vastgelegd in BSW-rapport 96-01. De bepaling geschiedt door middel van de ISESAM-methode. Deze methode komt overeen met de bepaling door middel van directpotentiometrie met standaardadditie volgens voornoemd BSW-rapport.

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

7

## 4 ONDERZOEKSRESULTATEN

### 4.1 Dekkingsmetingen en laboratoriumonderzoek

De resultaten van de dekkingsmetingen, chloride-indringing en carbonatatie diepte zijn weergegeven in figuur 4.1. De locatienummering komt overeen met de in hoofdstuk 3 opgenomen onderzoekslocaties.

| locatie    | gemeten betondekking                                                                                                        |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |      |            | chloridegehalte t.o.v. |          |          | carbonatatie-      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|------|------------|------------------------|----------|----------|--------------------|
|            | [mm]                                                                                                                        |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |      |            | cementmassa [%]        |          |          | diepte             |
|            | 1                                                                                                                           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | min. | max. | gem. | s.a. | 95 %-grens | 5-15 mm                | 15-25 mm | 25-35 mm | (max. diepte) [mm] |
| 1          | 35                                                                                                                          | 35 | 37 | 34 | 34 | 35 | 33 | 31 | 34 | 31   | 37   | 34   | 2    | 32         | 0,7                    | 1,3      | 0,9      | 18                 |
| 2          | 32                                                                                                                          | 30 | 31 | 30 | 27 | 29 | 33 | 31 | 31 | 27   | 33   | 30   | 2    | 28         | 0,6                    | 1,4      | 0,6      | 10                 |
| 3          | 28                                                                                                                          | 27 | 26 | 28 | 30 | 27 | 29 | 29 | 30 | 26   | 30   | 28   | 1    | 26         | 0,6                    | 1,0      | 0,4      | 16                 |
| 4          | 27                                                                                                                          | 29 | 30 | 26 | 29 | 28 | 27 | 28 | 31 | 26   | 31   | 28   | 2    | 26         | 0,9                    | 1,9      | 1,0      | 16                 |
| 5          | 35                                                                                                                          | 35 | 37 | 38 | 37 | 36 | 37 | 38 | 37 | 35   | 38   | 37   | 1    | 35         | 0,7                    | 2,0      | 0,5      | 24                 |
| 6          | 31                                                                                                                          | 32 | 33 | 33 | 31 | 34 | 36 | 29 | 31 | 29   | 36   | 32   | 2    | 29         | 0,2                    | 1,1      | 0,6      | 19                 |
| s.a.       | standaardafw ijking                                                                                                         |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |      |            |                        |          |          |                    |
| 95 %-grens | statistisch bepaalde ondergrens w aarboven 95% van de betondekking zich bevindt. Berekening 95 %-grens = gem. - (1,64*s.a.) |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |      |            |                        |          |          |                    |

Figuur 4.1: Resultaten laboratoriumonderzoek

Bij de weergegeven dekkingsmetingen dient rekening gehouden te worden met een afwijking van maximaal 10 mm. Deze afwijking wordt veroorzaakt door de grove profilering van de frontwanden van beide landhoofden. Bij de weergegeven dekkingen in figuur 4.1 is geen rekening gehouden met deze afwijking.

Betonkern 4 en 6 zijn in twee delen uit het landhoofd genomen. Er is een scheur zichtbaar in de betonkern die niet veroorzaakt is door het boren van de kern. Ook in de boorgaten van betonkern 4 en 6 is deze scheur op dezelfde diepte zichtbaar. Dit duidt mogelijk op het afdrukken van de betondekking op de corroderende wapening.

Tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden is, hoewel buiten de projectscope, het landhoofd op enkele locaties afgeklopt met een afklophamer. Hierbij zijn hol klinkende delen waargenomen, wat duidt op losliggende delen beton.

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

8

## **5 ANALYSE ONDERZOEKSRESULTATEN**

### **5.1 Analyse carbonatatiediepte**

Ter plaatse van de onderzoekslocaties varieert de maximaal gemeten carbonatatiediepte van 10 tot 24 mm. De minimaal gemeten betondekking varieert op de onderzoekslocaties van 26 tot 35 mm. Hierbij moet rekening gehouden worden met een afwijking van maximaal 10 mm door de grove profilering van het beton. Wanneer op de gemeten minimale betondekking 10 mm afwijking in mindering wordt gebracht, varieert de minimaal gemeten betondekking van 16 tot 25 mm.

De constructie heeft op dit moment een (aangenomen) levensduur van 40 jaar. Met de gereduceerde gemeten waarden is aan de hand van de wortel-t-formule berekend dat op dit moment circa 21% van de wapening in de eerste laag zich in gecarbonateerd beton bevindt. Binnen 25 jaar stijgt dit percentage bij gelijkblijvende omstandigheden tot 50%.

Op basis van dit onderzoek en bovenstaande resultaten blijkt dat ongeveer een vijfde deel van de eerste laag wapening in de frontwanden mogelijk onderhevig is aan door carbonatatie geïnitieerde corrosie met het daarmee gepaard gaande afdrukken van de betondekking. Dit is op diverse locaties zichtbaar en hoorbaar (afkloppen).

Bij gelijkblijvende omstandigheden zal op grote schaal uitbreiding van schade plaatsvinden door carbonatatiegeïnitieerde corrosie.

### **5.2 Analyse chloridegehalte**

Het maximale gemeten chloridegehalte bedraagt 2,0% ten opzichte van het cementgehalte. Ter plaatse van de wapeningszone (diepte 15-25 mm) varieert het chloridegehalte van 1,0% tot 2,0%.

Bij deze waarden is het ontstaan van grootschalige door chloride geïnitieerde wapeningscorrosie reëel.

Bij gelijkblijvende omstandigheden zal op grote schaal uitbreiding van schade plaatsvinden door chloridegeïnitieerde corrosie.

### **5.3 (Rest)levensduur**

Indien geen maatregelen worden genomen om de huidige schademechanismen te stoppen, zullen de landhoofden niet direct hun functie verliezen. De (rest)levensduur is derhalve nog zeker de ontwerp-levensduur minus de leeftijd van de constructie.

Om de constructie gedurende de levensduur te handhaven zonder grootschalige schades, anders dan nu reeds aanwezig, dienen maatregelen te worden genomen om de huidige schades te herstellen en schades in de toekomst te voorkomen.

Titel : Nader onderzoek brug Wiekslag te Veenendaal

Rapportnummer : 31657

---

## Bijlage 1 Foto's betonkernen



Figuur 1.1: Betonkern 1



Figuur 1.2: Betonkern 2



Figuur 1.3: Betonkern 3



Figuur 1.4: Betonkern 4



Figuur 1.5: Betonkern 5



Figuur 1.6: Betonkern 6