

## Onderzoeksrapport Uittreden alkalisch (grond)water en scheuren rijbaan Centrale As Noord 2

### Onderzoeksresultaten Centrale As, wegvak Noord 2

Heijmans Infra B.V.  
Voltastraat 2d  
7903 AB Hoogeveen

Opdrachtgever Provincie Fryslân  
Contract 12-17-WN

Opgesteld

Geverifieerd

Autorisatie

Vrijgegeven

Datum 03-12-2020

Paraaf

Documentnummer G.100619-OZR-CAN2-001

Versie 1.0

Status Definitief

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>ALGEMEEN</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
2.1	Onderzoek locaties	5
2.2	Uitgevoerde onderzoeken	5
<b>3</b>	<b>Geohydrologisch onderzoek</b>	<b>6</b>
3.1	Geohydrologisch onderzoek	6
3.2	Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater	6
3.2.1	Beschikbaar onderzoek	6
3.2.2	Opbouw	6
3.2.3	Dikte deklaag	7
3.2.4	Doorlatendheid watervoerende pakket	8
3.3	Neerslag en verdamping	8
3.4	Bodemdaling	9
3.5	Grondwaterstanden en stijghoogten	10
3.5.1	Lokaal grondwaterverloop	10
3.5.2	Peilbuis B06D0108	11
3.5.3	Extreemanalyse	14
3.5.4	Gehanteerde waterparameters op de locatie	15
3.5.5	Algemene grondwaterkwaliteit	15
<b>4</b>	<b>Verificatie onderzoek</b>	<b>16</b>
4.1	Aangebrachte ophogingen	16
4.1.1	Aanleghoogte volgens werkplan	16
4.1.2	Aanleghoogte volgens werkplan	16
4.1.3	Vergelijk aanleghoogtes werkplan en revisie	17
4.2	Laagdiktes sandwichconstructie	17
4.3	Drainage	17
4.4	Geogrid gewapende grondconstructie bestand tegen alkalisch water	18
<b>5</b>	<b>Hoogtemetingen</b>	<b>19</b>
5.1	Hoogtemetingen	19
5.2	Uitwerking hoogtemetingen	19
<b>6</b>	<b>Proefsleuvenonderzoek</b>	<b>20</b>
6.1	Locaties van de proefsleuven	20
6.2	LD-staalslakken in de constructie	20
6.2.1	Aanleghoogte eerste laag staalslakken	20
6.2.2	Laagverdeling sandwichconstructie	21
6.2.3	Mate van korstvorming van de LD-slakken	21
6.3	Uitloging LD-staalslakken	22
6.4	Stoomproeven LD-staalslakken	22
6.4.1	Uitgevoerd onderzoek	22
6.4.2	Uitkomsten onderzoek	23
6.5	Vochtgehalte LD-staalslakken en constructie	24
6.5.1	Vochtgehalte LD-staalslakken	24
6.5.2	Chemische analyse LD-staalslakken	24

6.5.3	Identificatie materiaal aangetroffen bij proefsleuf 3	25
6.5.4	Vochtgehalte zandlagen	25
6.6	Ligging drainagebuizen gebruikt tijdens de aanleg	26
6.7	Bodemopbouw rondom op- en afritten Dwarsloane	26
6.8	Boringen	26
6.8.1	Boringen in bestaande scheuren	26
6.8.2	Boringen in onbeschadigde verhardingen	27
6.9	Valgewichtdeflectiemetingen	28
6.10	Deformatiemetingen landhoofden KW Falom	29
6.11	Inspectie voegen KW Falom	29
6.12	Onvlakheden ter plaatse van KW Dwarsloane	29
6.13	Schade en scheurvorming voegovergang KW Dwarsloane	29
<b>7</b>	<b>Fotografisch overzicht</b>	<b>31</b>
7.1	Foto's proefsleuvenonderzoek	31
7.1.1	Proefsleuf 1	31
7.1.2	Proefsleuf 2	31
7.1.3	Proefsleuf 3	32
7.1.4	Proefsleuf 4	33
7.1.5	Proefsleuf 4a	33
7.1.6	Proefsleuf 5	34
7.1.7	Proefsleuf 6	35
7.1.8	Proefsleuf 7	36
7.1.9	Proefsleuf 8	37
7.1.10	Proefsleuf 9	37
7.1.11	Proefsleuf 10	38
7.1.12	Proefsleuf 11	39
7.1.13	Proefsleuf 12	39
7.2	Foto's boringen	40
7.2.1	Boringen in bestaande scheuren (6.8.1)	40
7.2.2	Boringen in onbeschadigde verharding (6.8.2)	43
7.3	Inspectie voegen KW Falom (6.11)	44
7.4	Onvlakheden Noordzijde KW Dwarsloane HRL en HRR (6.12)	45
7.5	Schade voeg-loze overgang KW Dwarsloane Zuid HRR (6.13)	46

## Bijlagen

Bijlage 01 – BBA certificaat 06/R141 – Geogrid

Bijlage 02 – Profielen

Bijlage 03 – Rapport JG20.0127, Proefsleuvenonderzoek

Bijlage 04 – Certificaat 13333399, Analyserapport uitloging

Bijlage 05 – Rapport e200324601, onderzoek staalslakken

Bijlage 06 – Rapport G.100619.2, Valgewicht-deflectiemetingen

## 1 ALGEMEEN

Titel : Onderzoeksrapport CAN2

Documentnummer : G.100619-OZR-CAN2-001

Versie : 1.0

Status : Definitief

Documenthistorie	Versie	Datum	Opmerkingen / Reden wijziging
Concept	0.1	30-10-2020	Eerste concept
Concept	0.2	01-02-2020	Onderzoeken toegevoegd
Concept	0.3	02-12-2020	Aanpassingen nav intern overleg 01-12-20
Concept	0.4	03-12-2020	Laatste aanvullingen en opmaak rapport
Definitief	1.0	03-12-2020	

Distributie aan	Naam	Bedrijf
Opdrachtgever		Provincie Fryslân - Projectleider
Opdrachtgever		Provincie Fryslân - Projectleider
Opdrachtgever		Provincie Fryslân – Materiaaldeskundige
Bedrijfsleider		Heijmans Infra BV
Adviseur		Heijmans Infra BV
Adviseur		Heijmans Infra BV
Adviseur		Heijmans Infra BV
Raadgevend Adviseur		Heijmans Infra BV
Projectleider		Heijmans Infra BV
Hoofdtechnoloog		Heijmans Infra BV
Documentbeheer		Heijmans Infra BV



## 2 Inleiding

Op dinsdag 6 en woensdag 7 oktober 2020 zijn door Heijmans Infra B.V. onderzoeken uitgevoerd op de Centrale As bij de kunstwerken van de Dwarsloane en De Falom.

Zoals omschreven in "Onderzoeksplan Uittreden alkalisch (grond)water en scheuren rijbaan Centrale As Noord 2" doc.nr. G.100619-OPN-CAN2-001, versie 2.0, d.d. 24-09-2020 is het doel van de onderzoeken om de oorzaak van het uitstromen van alkalisch water en de ontstaanswijze van de scheuren in de rijbanen te achterhalen en hiermee in overleg met Opdrachtgever te komen tot een Plan van Aanpak voor maatregelen ter voorkomen van deze gebreken.

In dit document worden de resultaten van de diverse onderzoeken weergegeven.

### 2.1 Onderzoek locaties

Het uittreden van het alkalisch (grond)water en het ontstaan van de scheuren in de rijbaan doet zich voor op de locaties waar tijdens de realisatie van de werkzaamheden aan CAN2 LD-staalslakken in de ophogingen zijn toegepast.

Dit betreft de ophogingen bij De Falom en de Dwarsloane. Op deze locaties zijn de onderzoeken uitgevoerd.

### 2.2 Uitgevoerde onderzoeken

De volgende onderzoeken hebben plaatsgevonden:

- Geohydrologisch onderzoek
- Verificatie onderzoek
- Hoogtemetingen
- Proefsleuvenonderzoek

Uitkomsten van de onderzoeken worden in de navolgende hoofdstukken weergegeven.

### 3 Geohydrologisch onderzoek

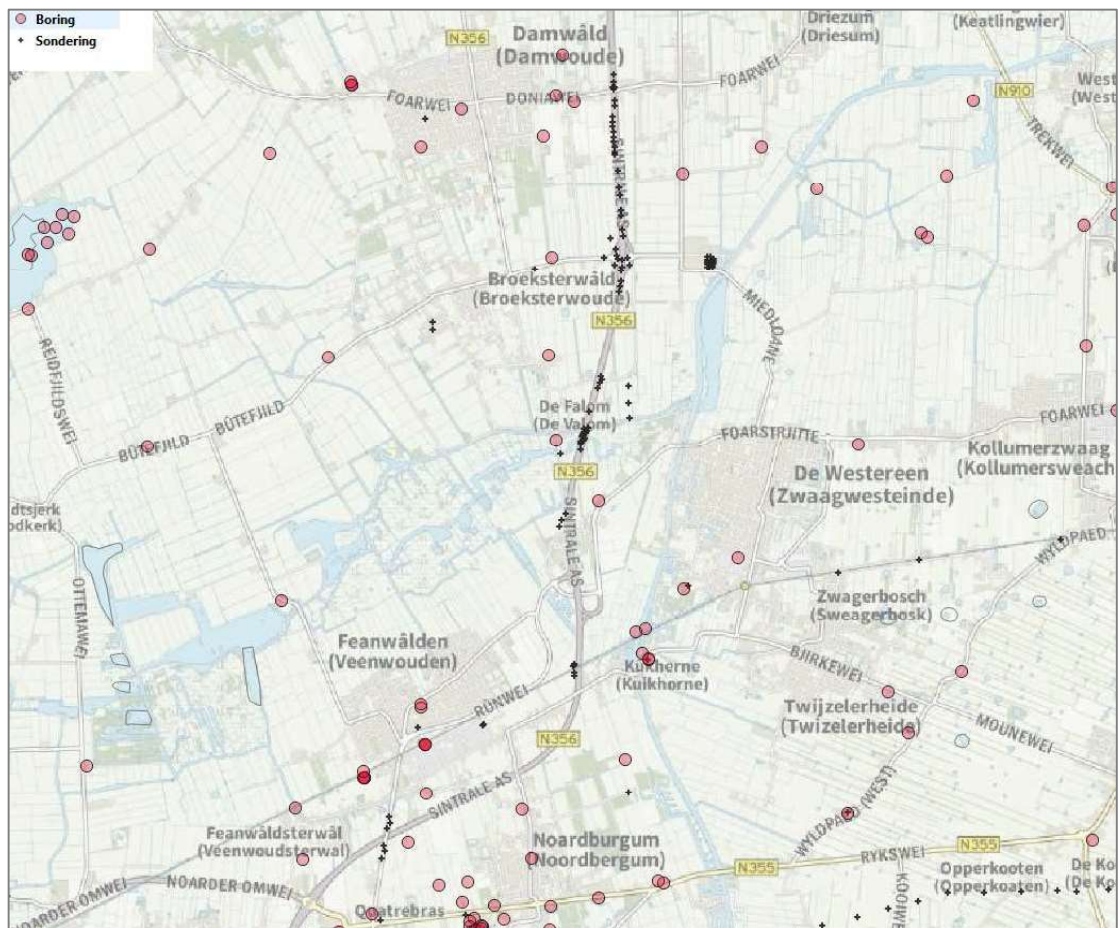
#### 3.1 Geohydrologisch onderzoek

Met het geohydrologisch onderzoek wordt met behulp van geohydrologische informatie en algemene openbare informatie omtrent bodemopbouw en neerslaghoeveelheden een onderbouwing gegeven over de meest voor de hand liggende oorzaak voor het uitreden van water uit de ophoging.

#### 3.2 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

##### 3.2.1 Beschikbaar onderzoek

In de Dinoloket database van TNO en in projectinformatie beschikbaar voor de realisering van het viaduct over de Falom en de Falomster Feart zijn bodemonderzoeken opgenomen. Een overzicht van de beschikbare informatie (boringen en sonderingen) is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Lokale boringen en sonderingen

##### 3.2.2 Opbouw

De globale bodemopbouw op basis van projectinformatie (boringen en sonderingen) en informatie opgenomen in het DINOLoket van TNO is in onderstaande tabel weergegeven. Het gemiddelde maaiveld ligt op circa -0.5 [m NAP].

Deze tabel geeft een inzicht in de orde van grootte van ondergrondparameters van de lagen die aangetroffen kunnen worden in de lokale ondergrond. In deze tabel staat 1<sup>e</sup> WVP voor het eerste watervoerende pakket. Lokaal kan de bodemopbouw hiervan (licht) afwijken. Het freatisch pakket komt op deze locatie overeen met laag 1.

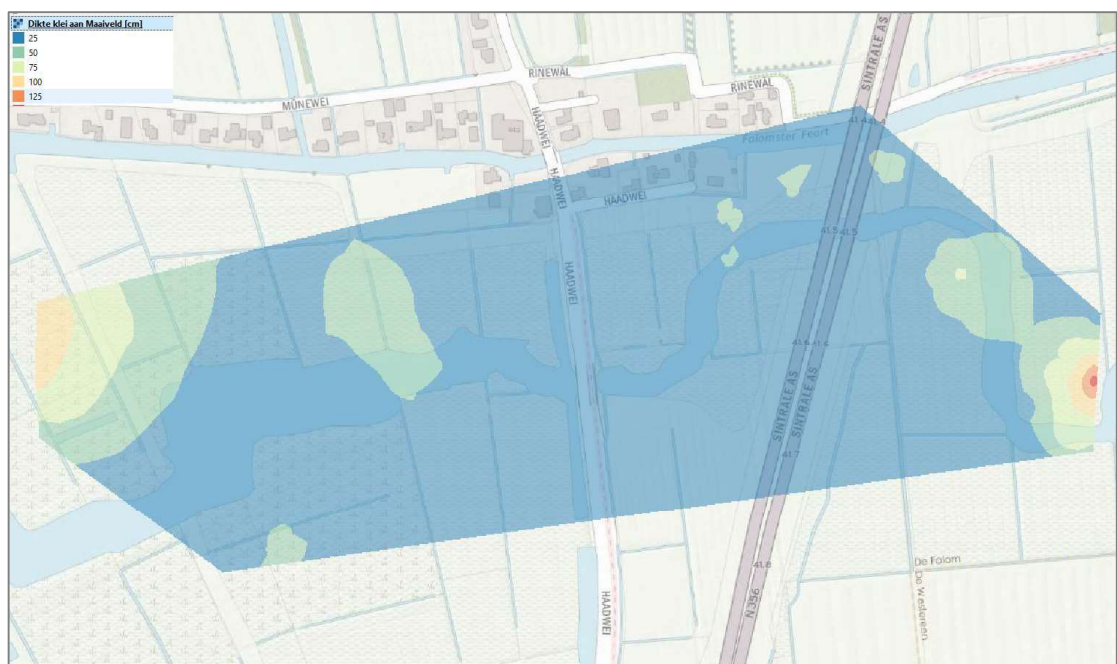
Tabel 3.1 Schematische bodemindeling

Laagnr.	Globale Hoogte [m NAP]	Lithologie	Doorlaatvermogen (k <sub>hor</sub> )	Doorlaatvermogen (k <sub>ver</sub> )	Effectief Poriëngehalte
	[m NAP]		[m/dag]	[m/dag]	[-]
1	0 / -1	Klei- en veenlagen	0.01	0.001	0.05
2	-1 / -20	Matig fijn tot matig grof zand	15-20	5	0.25

Onder de -20 [m NAP] is de bodemopbouw onbekend. Zowel een zandlaag tot -100 [m NAP] is mogelijk (boring B06D0211 in Veenwouden) als een kleilaag tot -95 [m NAP] is mogelijk (boring B06D0102 in Kuikhorne). Voor de ondiepe geohydrologie van de Falom is dit niet relevant.

### 3.2.3 Dikte deklaag

Op basis van de beschikbare ondergrondgegevens is een kaart samengesteld van de dikte van laag 1 in de omgeving van het viaduct. Deze is opgenomen in figuur 1.2.



Figuur 3.2 Dikte kleilaag aan maaiveld in cm.

Uit deze kaart komt naar voren dat de kleilaag overall aanwezig is, maar een beperkte dikte heeft.

### 3.2.4 Doorlatendheid watervoerende pakket

Door de grote verschillen in bodemopbouw van de diepere ondergrond ligt de KD-waarde van het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket tussen < 100 [m<sup>2</sup>/dag] en 1000 [m<sup>2</sup>/dag].

De waarden voor de horizontale en verticale doorlatendheden ( $k_{hor}$  en  $k_{ver}$ ) zijn gebaseerd op literatuurgegevens (o.a. het Grondwaterzakboekje) en het REGIS model van TNO. Ze worden hier gegeven als range waarbinnen de in de berekeningen gehanteerde k-waarden vallen.

## 3.3 Neerslag en verdamping

Op het KNMI meetpunt Leeuwarden (270) zijn de volgende neerslaggegevens gemeten:

Tabel 3.2: Klimaatgegevens

Maand	Neerslag (mm)	Verdamping (mm; Makkink)
j	68	8
f	49	15
m	53	32
a	38	56
m	52	87
j	68	90
j	73	95
a	81	81
s	80	50
o	78	28
n	81	10
d	76	6

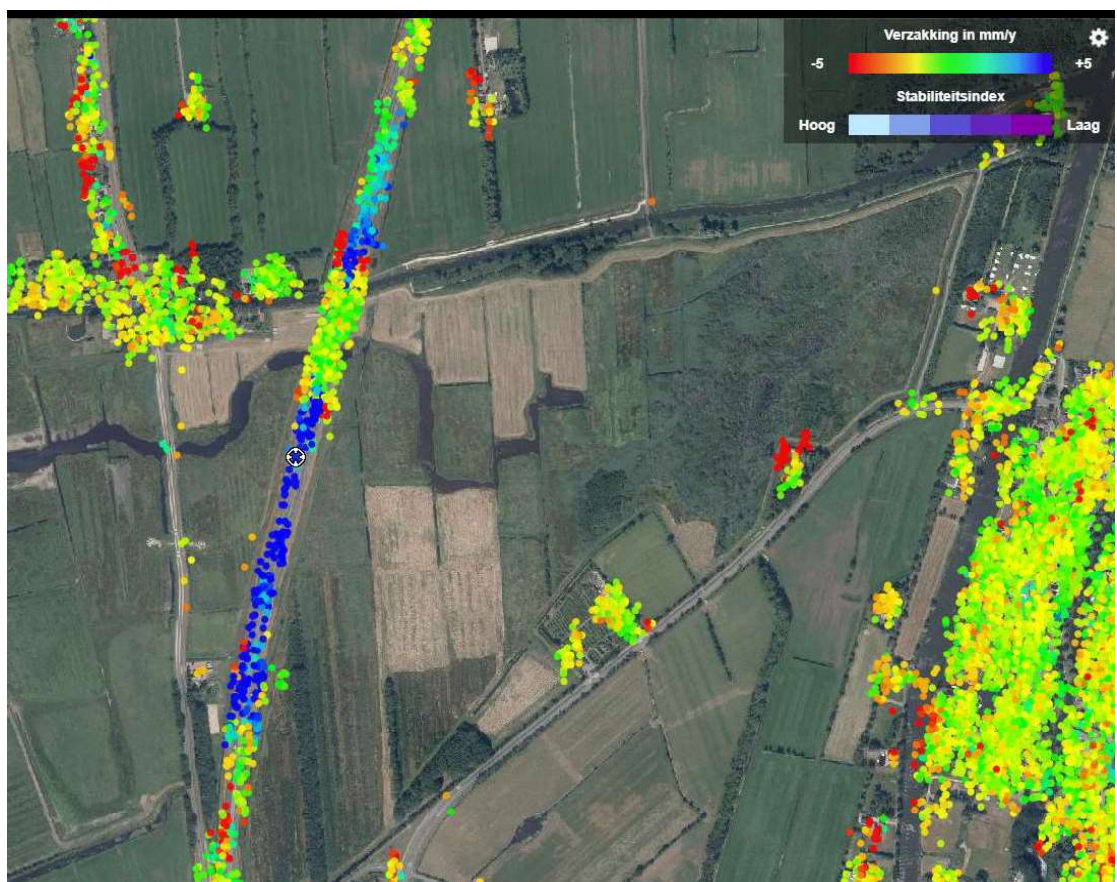
De jaarsom van de neerslag bedraagt gemiddeld 796 mm. De jaarsom van de verdamping bedraagt 558 mm. Op jaarbasis is hiermee sprake van een neerslagoverschot van 238 mm.



### 3.4 Bodemdaling

Op basis van de bodemdalingskaart van Nederland<sup>1</sup> kan een indicatie worden gekregen over de daling en stijging van vaste punten in de periode 2016-2019. Hierin valt op dat de Centrale As ter hoogte van de ophogingen een continue stijging heeft ondergaan (NB: dit is een indicatie op basis van satellietmetingen, geen geodesie gegeven) die tussen 5 tot 15 mm/jaar ligt.

In figuur 3.3 is een uitsnede van deze kaart opgenomen waarbij de donkerblauwe kleur equivalent is aan stijging van de vaste punten.



Figuur 3.3 Indicatie bodemdaling

Opgemerkt wordt dat daar waar geen vaste (harde, reflecterende) punten zijn, zoals in het vrije veld, er geen meting mogelijk is. Hoe de directe omgeving reageert is dan ook op basis van deze methodiek niet bekend.

<sup>1</sup> <https://bodemdalingskaart.portal.skygeo.com/portal/bodemdalingskaart/u1/viewers/basic/>

### 3.5 Grondwaterstanden en stijghoogten

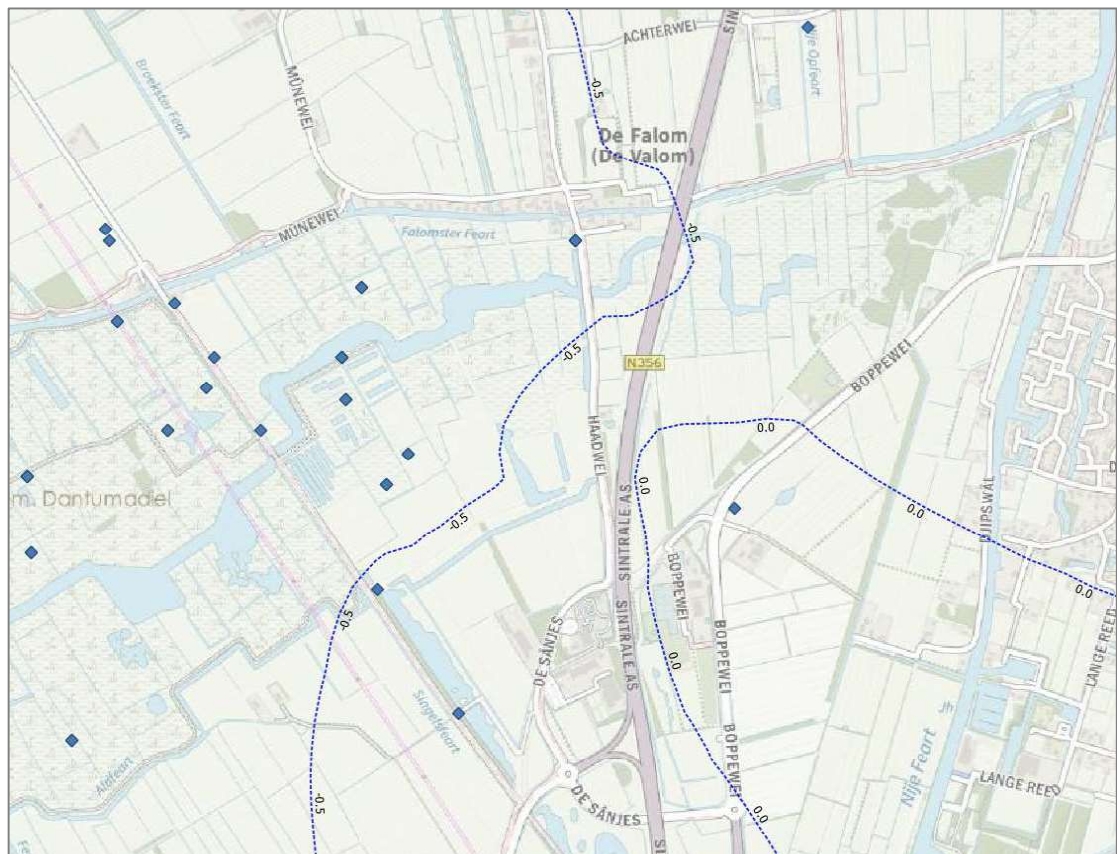
#### 3.5.1 Lokaal grondwaterverloop

Op basis van metingen opgenomen in de DINOLoket database van TNO en van gegevens afkomstig uit de database van Waternet is voor de omgeving van de projectlocatie een isohypsenkaart (lijnen van gelijke stijghoogte) van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) gemaakt. Deze kaart is geldig voor het 1<sup>e</sup> WVP (watervoerend pakket).

De GHG is in deze rapportage gedefinieerd als een waarde die gemiddeld 15% van de tijd wordt overschreden in een minimaal 8 jaar lange meetreeks. Deze GHG is bepaald op basis van het gemiddelde van de metingen over (minimaal) 8 jaar (GG) + 1 standaarddeviatie.

Hoewel het aantal metingen soms beperkt is blijkt in de praktijk dat hiermee een voldoende betrouwbare benadering van de GHG wordt berekend. In een polderbeheerd gebied als de projectlocatie is de onzekerheid van het bepalen van de GHG beperkt tot (maximaal) 0,1 meter.

De isohypsenkaart is opgenomen in figuur 2.1 en geeft een regionaal beeld van de lokale GHG in het 1<sup>e</sup> WVP. De gebruikte meetlocaties uit DINOLoket zijn opgenomen in figuur 3.4.



Figuur 3.4 GHG (in [m NAP]) en meetlocaties (blauwe ruiten).

Op basis van deze isohypsenkaart wordt geconcludeerd dat de stroming in het freatisch vlak ter hoogte van de projectlocatie noordwestwaarts gericht is.

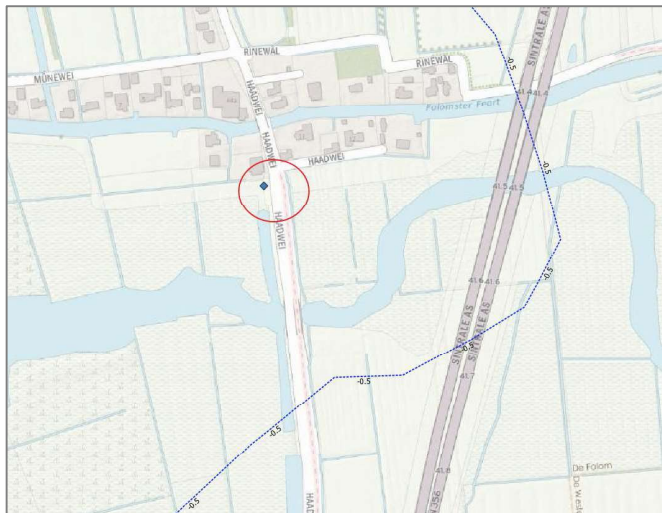
### 3.5.2 Peilbuis B06D0108

In het DINOloket is in peilbuis B06D0108 voor 4 verschillende filterdiepten een langjarige meetreeks opgenomen. De locatie van deze peilbuis is opgenomen in figuur 2.2.

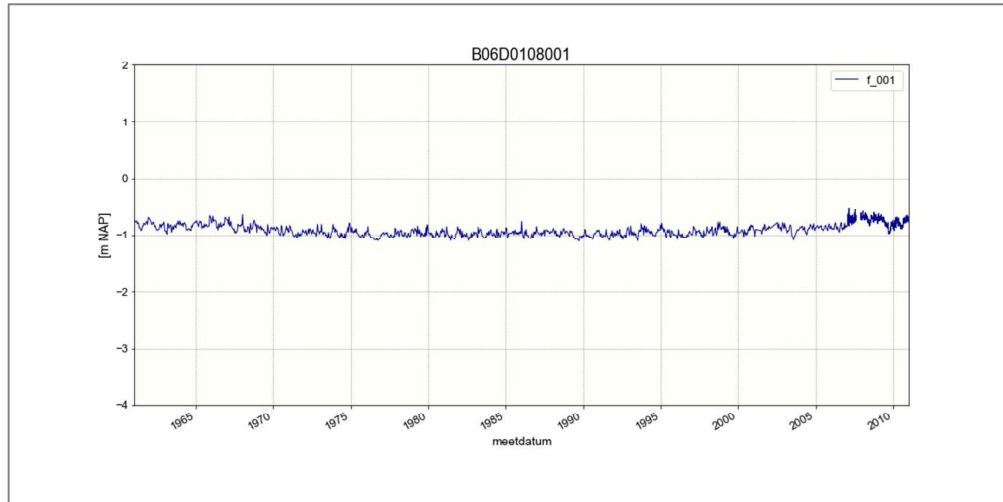
De meetreeksen zijn opgenomen in figuur 2.3.

Tabel 3: Opbouw meetpunt B06D0108

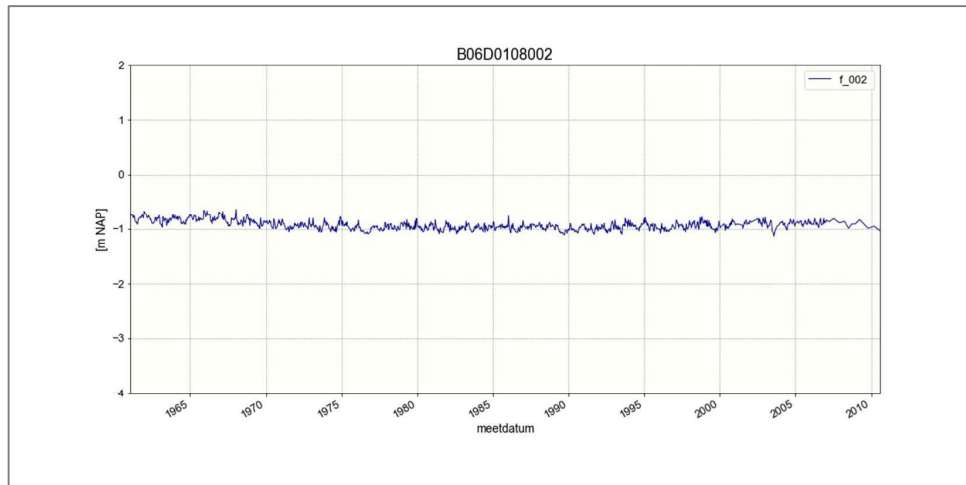
Filterdiepten (top filter)	[m NAP]
Filter 1	-7.1
Filter 2	-22.1
Filter 3	-32.1
Filter 4	-50.2



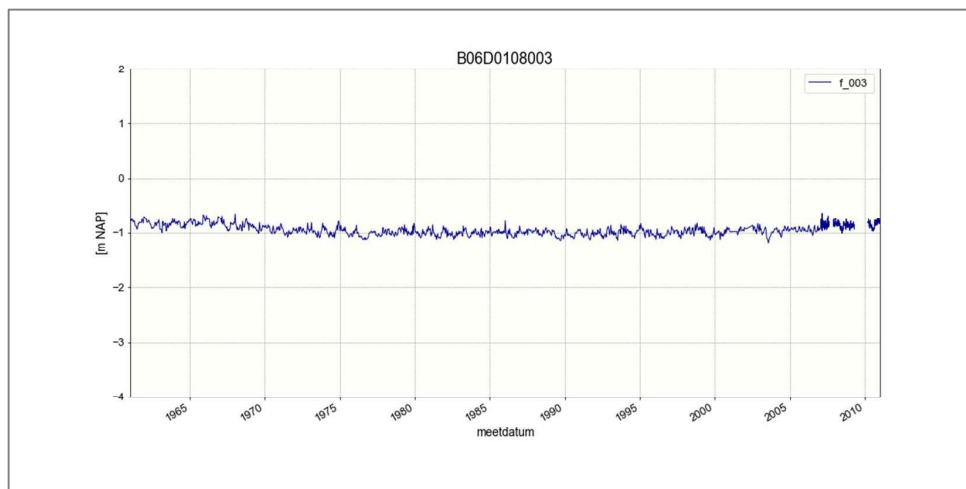
Figuur 3.5 Locatie peilbuis B06D0108



Figuur 3.6a Registratie filter 1

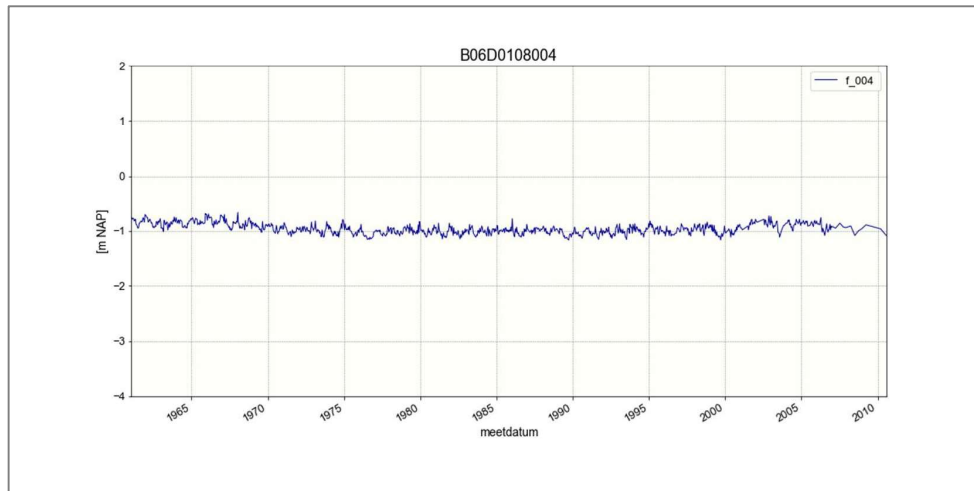


Figuur 3.6b Registratie filter 2



Figuur 3.6c Registratie filter 3





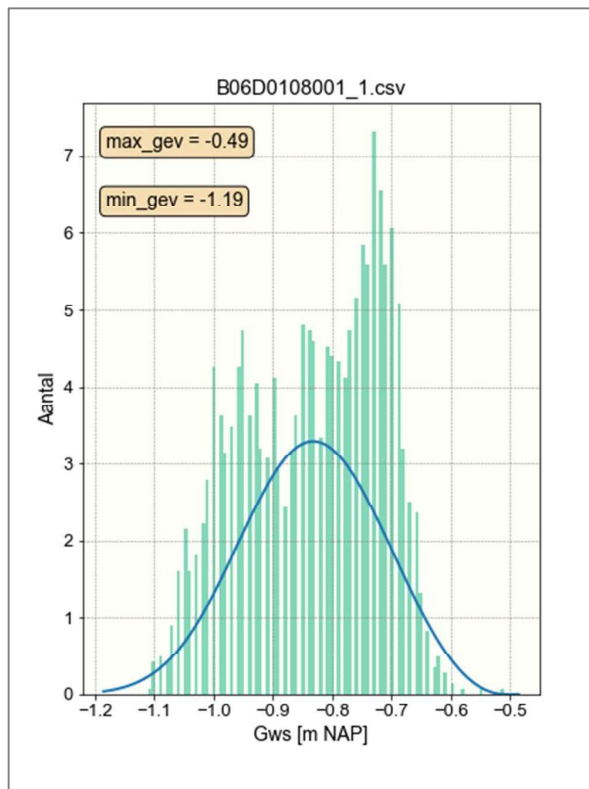
Figuur 3.6d Registratie filter 4

Deze peilbuis fluctueert weinig, indicatief voor een peil beheerde omgeving. Daarnaast is er vrijwel geen verticaal spanningsverschil, indicatief voor het ontbreken van een opwaarts gerichte kwelstroom of een neerwaarts gerichte infiltratiestroom.

Op basis van deze grondwatermetingen komt grondwater niet veel hoger dan -0,5 [m NAP].

### 3.5.3 Extremanalyse

Op basis van de meetreeks in filter 1 is een Gumbelanalyse gemaakt om de extreme waarden (herhalingsjijd 1/100 jaar) te bepalen. Op basis van deze analyse worden waarden van -0.49 [m NAP] (hoog) en -1.19 [m NAP] verwacht.



Figuur 3.7 Gumbel extremanalyse filter 1

### 3.5.4 Gehanteerde waterparameters op de locatie

Voor de berekeningen worden de volgende parameters gehanteerd op basis van Waternet en TNO informatie.

Tabel 4: Definitie grondwaterparameters

Parameter	Benaming	Bepalingswijze
<b>GG</b>	Gemiddelde grondwaterstand over de laatste 10 jaar	Gemiddelde van de meetwaarden t.o.v. NAP
<b>GHG</b>	Gemiddelde hoogste grondwaterstand	GG + 1 standaarddeviatie, herhalingsijd 1/jaar
<b>GLG</b>	Gemiddelde laagste grondwaterstand	GG - 1 standaarddeviatie, herhalingsijd 1/jaar

Gehanteerde waterparameters

Tabel 5: Specifieke grondwaterparameters Falom

	<b>GLG</b>	<b>GG</b>	<b>GHG</b>	<b>standaarddeviatie</b>
<b>1e WVP</b>	-0.9	-0.75	-0.6	0.15

Uitgangswaarden grondwaterparameters

### 3.5.5 Algemene grondwaterkwaliteit

Het grondwater in het freatisch vlak is regenwater gevoed en overwegend zoet. In het 1e watervoerende pakket komt zout grondwater voor. Op basis van TNO/Regis kaarten ligt de brak/zoutgrens op deze locatie op circa -44 [m NAP].

## 4 Verificatie onderzoek

### 4.1.1 Beschrijving onderzoek

Het verificatie onderzoek is gericht op het in beeld brengen van de as-built situatie van de aangebrachte terpen waarin staalslakken zijn aangebracht.

### 4.1.2 Opzet van het onderzoek

Aan de hand van documenten welke tijdens de realisatie van de Centrale As Noord 2 zijn opgesteld is uitgezocht hoe de constructies zijn opgebouwd en waar bijvoorbeeld de drainage is gelegd. Tijdens de realisatie was met de opdrachtgever een teamsite gedeeld voor de projectdocumenten. Uit deze teamsite zullen relevante documenten worden opgezocht

Middels dit onderzoek moet inzicht gekregen worden hoe tijdens de realisatie:

- De ophogingen zijn aangebracht t.o.v. de ondergrond en grondwaterstand,
- De laagdiktes van de sandwichconstructie was,
- Drainage is aangelegd,
- Of de weefsels/geogrids welke zijn toegepast bij de gewapende grond constructies bestand zijn tegen alkalisch water.

## 4.1 Aangebrachte ophogingen

### 4.1.1 Aanleghoogte volgens werkplan

Voor aanvang van de werkzaamheden met de staalslakken is door Heijmans het werkplan LD-Staalslakken, objectnummer CAN2-500-1000-WPL-ST5-001 opgesteld. In bijlage 7 van het aangegeven werkplan zijn de aanlegniveaus, de NAP-hoogte vanaf waar de ophoging van de staalslakken kon beginnen, aangegeven.

### 4.1.2 Aanleghoogte volgens werkplan

Bij oplevering van het project zijn dwarsprofielen verstrekt van de inmetingen van de terpen met slakken. De volgende pdf-bestanden zijn verstrekt:

#### Dwarsloane:

- DT-04c – mw10 – slakken km 8000
- DT-04c – mw10 – slakken km 8100
- DT-04c – mw10 – slakken km 8250
- DT-04c – mw10 – slakken km 8350

#### De Falom – Noordzijde:

- DT-06A – mw10 – slakken km 9750
- DT-06A – mw10 – slakken km 9850

#### De Falom – Zuidzijde:

- DT-06B – mw10 – slakken km 10100
- DT-06B – mw10 – slakken km 10200
- DT-06B – mw10 – slakken km 10300
- DT-06B – mw10 – slakken km 10400

#### 4.1.3 Vergelijk aanleghoogtes werkplan en revisie

##### **Dwarsloane Noord**

Profiel	Aanlegniveau conform werkplan	Aanlegniveau volgens revisie
8100	0,65+ NAP	0,79+ NAP
8000	0,52+ NAP	0,55+ NAP

##### **Dwarsloane Zuid**

Profiel	Aanlegniveau conform werkplan	Aanlegniveau volgens revisie
8280	0,68+ NAP	0,71+ NAP
8340	0,58+ NAP	0,73+ NAP

##### **De Falom**

Profiel	Aanlegniveau conform werkplan	Aanlegniveau volgens revisie
9750	0,35+ NAP	0,53+ NAP
10200	0,30+ NAP	0,44+ NAP

#### 4.2 Laagdiktes sandwichconstructie

In het werkplan LD-Staalslakken staat in paragraaf 5.3 en bijlage 3 omschreven dat er is gekozen om een "sandwichmodel te maken met 20 cm zand voor ophoging om 80 cm slakken". In het keuringsplan is hiervoor de afgeleide eis Afg.eis WKP SLK-006 opgenomen.

Voor betaalpost 41 (Dwarsloane) is deze eis geverifieerd met de volgende documenten:

- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_01 – km 8000
- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_02 – km 8100
- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_03 – km 8250
- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_04 – km 8350

Voor betaalpost 41 (De Falom) is deze eis geverifieerd met de volgende documenten:

- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_05 – km 9750
- 041\_KPSTS\_002, 003, 006, 007, 009\_06 – km 9850

Voor betaalpost 45 (De Falom) is deze eis geverifieerd met de volgende documenten:

- 045\_KPSTS\_02,03,06,07,09\_01 – km 10100
- 045\_KPSTS\_02,03,06,07,09\_02 – km 10200
- 045\_KPSTS\_02,03,06,07,09\_03 – km 10300
- 045\_KPSTS\_02,03,06,07,09\_04 – km 10400

#### 4.3 Drainage

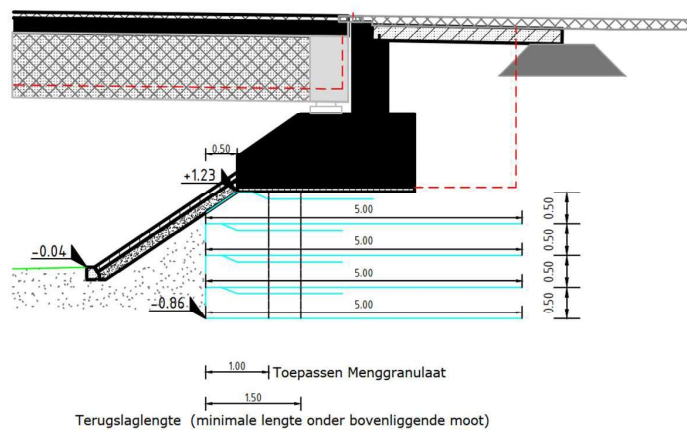
Toepassing van LD-staalslakken kan er toe leiden dat de pH-waarde van het uit de constructie tredende water verhoogd kan zijn. Om te voorkomen dat dit pH-waarde verhoogde water afstroomt in het oppervlakte- of grondwater is voorafgaande het aanbrengen van de slakken een drainage gelegd. Hiermee werd het uitredende water uit de constructie opgevangen en afgevoerd naar een

ontvangstput. In deze put werd het pH-verhoogde water door toevoeging van zoutzuur verlaagd tot een waarde waarmee het geloosd kon worden op het oppervlaktewater

Op de tekeningen 5157\_O001, deel1 en deel 2 is aangegeven hoe dit drainage systeem is aangelegd.

#### 4.4 Geogrid gewapende grondconstructie bestand tegen alkalisch water

De landhoofden van kunstwerk De Falom zijn uit een gewapende grondconstructie gemaakt. Een gewapende grondconstructie is een constructie van menggranulaat, grond en geogrids.



Figuur 4.1 – Detail gewapende grondconstructie De Falom

In verband met het uitstromen van alkalisch water uit de constructie wordt nagegaan in hoeverre de toegepaste geogrids bestand zijn tegen dit alkalisch water. Voor toegepaste geogrids is een BBA (British Board of Agrément) certificaat beschikbaar met reductiefactoren op de beschikbare sterkte die afhankelijk zijn van de pH.

Voor deze constructie is door Geonius Geotechniek B.V. een geotechnische berekening t.b.v. toepassen geotextiel Kunstwerk de Falom Centrale As, opdracht nummer GA-140465, versie 1.0 d.d. 9 juli 2014 uitgevoerd. Uit de uitgevoerde berekeningen worden voor deze constructie de Secugrid 80/20 en 150/40 R6 als benodigd aangegeven. In deze berekening is als veiligheidsfactor voor aantasting ten gevolge van omgevingsinvloeden 2,0 aangehouden.

Voor uitvoering van de gewapende grondconstructie bij de Falom is werkplan CAN2-500-1000-WPL-GRW-002 opgesteld. Als bijlage 3 zat hier het productcertificaat van de Secugrid® R (Pes/Pet) toegevoegd. Op dit certificaat staat het BBA-logo waarin wordt verwezen naar certificaat 06/R141. Dit certificaat is als bijlage 01 toegevoegd.



Op bladzijde 7 van dit certificaat staan in tabel 5 de veiligheidsfactoren bij een bepaalde pH-waarde in de bodem. Bij een bodem pH-niveau van 11,1 – 12,5 wordt een “safety factor” van 1,14 – 1,20 aangegeven.

## **5 Hoogtemetingen**

### **5.1 Hoogtemetingen**

Aanvullend aan de bovenstaande onderdelen is het model van de locatie ingemeten ten opzichte van NAP. Daarbij zijn op een aantal raaien de volgende punten ingemeten:

- Bovenzijde talud
- Asfaltverharding
- Teen talud
- Uittrede punten
- Op en afritten (Dwarsloane)
- Tussenliggende bermen ((Dwarsloane)

### **5.2 Uitwerking hoogtemetingen**

Aan de hand van vooraf vastgestelde raaien is het huidige wegtracé ingemeten. In bijlage 02 zijn de profielen van De Dwarloane en De Falom opgenomen.

## 6 Proefsleuvenonderzoek

Om een beeld te krijgen hoe de constructie er op dit moment bij ligt is overéengekomen om een proefsleuven onderzoek uit te voeren. Daarbij dient ter plaatse van de uitrede punten, of in ieder geval in de nabijheid daarvan, ten minste één proefsleuf worden gegraven.

### 6.1 Locaties van de proefsleuven

Er is op basis van de hoogte van de ophoging, veilig werken, huidige toestand van de weg en locatie, een keuze gemaakt waar de in totaal 12 proefsleuven gemaakt worden. Als basis zijn de twee ophogingen De Falom en Dwarsloane genomen in combinatie met HRR, HRL en Noord- en Zuidzijde van de kunstwerken. Hier zijn 8 proefsleuven gegraven. Voorts is besloten om bij de op- en afritten van de Dwarsloane HRL en HRR 4 proefsleuven te graven.

In het onderzoeksplan zijn in bijlage 1 de locaties waar de proefsleuven genomen zouden worden weergegeven. Tijdens uitvoering van de onderzoeken hebben de locatie de tekst "sandwich" met een volgnummer gekregen. Hieronder een overzicht van de geplande proefsleuven met de benaming welke deze in de profielen (bijlage 02) hebben gekregen.

Dit zijn de locaties van de 12 proefsleuven in volgorde van uitvoering:

#### 6 Oktober:

Proefsleuf 4 (OPN)	N356 HRL	km 41.600	= sandwich 2
Proefsleuf 2 (OPN)	N356 HRL	km 41.300	= niet gemeten
Proefsleuf 7 (OPN)	N356 HRL	km 39.750c	= geen sandwich aangetroffen
Proefsleuf 5 (OPN)	N356 HRL	km 39.700	= sandwich D2
Proefsleuf 8 (OPN)	N356 HRL	km 39.550d	= geen sandwich aangetroffen
Proefsleuf 6 (OPN)	N356 HRL	km 39.680	= sandwich D4

#### 7 Oktober:

Proefsleuf 11 (OPN)	N356 HRR	km 39.500a	= sandwich D6
Proefsleuf 9 (OPN)	N356 HRR	km 39.600	= sandwich D5
Proefsleuf 10 (OPN)	N356 HRR	km 39.700	= sandwich D3
Proefsleuf 12 (OPN)	N356 HRR	km 39.900b	= sandwich D1
Proefsleuf 1 (OPN)	N356 HRR	km 41.300	= sandwich 4
Proefsleuf 3 (OPN)	N356 HRR	km 41.700	= sandwich 3

Ter plaatse van de voorgestelde proefsleuven 7 en 8 trad alkalisch water uit waarop besloten is om op deze locaties een proefsleuf te graven. Na ontgraving bleek dat hier geen constructie met staalslakken is aangebracht. Deze sleuven zijn dan ook niet meegenomen in de metingen.

Bij proefsleuf 2 zijn geen metingen verricht omdat er ten tijde van deze ontgraving gelijktijdig gemeten moest worden in de rijdende afzetting op HRR R1.

Ten opzichte van de voorgenomen proefsleuven is sandwich 1 een extra genomen meting.

### 6.2 LD-staalslakken in de constructie

#### 6.2.1 Aanleghoogte eerste laag staalslakken

Eén van de doelstellingen van het graven van de proefsleuven is het meten van de aanleghoogte van de eerst laag staalslakken. Er is gepoogd dit zo nauwkeurig mogelijk te doen middels 06 GPS RTK metingen. Er mag vanuit worden gegaan dat de metingen zijn uitgevoerd met een



nauwkeurigheid van +/- 50mm. Deze nauwkeurigheid komt voort uit het feit dat het in de praktijk vastleggen van de hoogtes hier en daar best een uitdaging bleek.

Zo bleek plaatselijk dat de laagdikte varieerde en dat er grote diversiteit in korrelgrootte werd aangetroffen. Tevens bleek tijdens de werkzaamheden dat er plaatselijk water uit de constructie kwam, wat het meten van de aanleghoogte bemoeilijkte. Om de aanleghoogte te bepalen was in veel gevallen een meetstok nodig van 4 m. Toch is gepoogd om een zo nauwkeurig beeld te krijgen van de aanleghoogte.

De aanleghoogtes welke zijn gemeten:

- Dwarslaan
  - sandwich\_D1 = 0,456+ NAP
  - sandwich\_D2 = 1,226+ NAP
  - sandwich\_D3 = 2.280+ NAP
  - sandwich\_D4 = 1.432+ NAP
  - sandwich\_D5 = einde sleuf, niet gemeten
  - sandwich\_D6 = 0,907+ NAP
  
- De Falom
  - sandwich 1 = 0,411+ NAP
  - sandwich 2 = 0,377+ NAP
  - sandwich 3 = 0.300+ NAP
  - sandwich 4 = 0.427+ NAP

De hoogtes zijn toegevoegd in de [bijlage 02](#).

#### 6.2.2 Laagverdeling sandwichconstructie

Ook is tijdens het graven van de proefsleuven de hoogte gemeten van de sandwichconstructie. Voor deze metingen gelden dezelfde opmerkingen genoemd bij 6.2.1.

De metingen zijn als volgt uitgevoerd: De kraan heeft trapsgewijs de lagen gepoogd te volgen, waarna de grondwerker zo nauwkeurig mogelijk de hoogte aangeeft met de blad van de schep. Vervolgens is de hoogte gemeten door de meetstok op de schep te plaatsen.

De hoogtes zijn toegevoegd in de [bijlage 02](#).

#### 6.2.3 Mate van korstvorming van de LD-slakken

Tijdens het graven van de proefsleuven is beoordeeld in hoeverre er zgn. korstvorming is ontstaan. Onder invloed van blootstelling aan atmosferische omgeving zou er een korst moeten ontstaan.

Het bepalen van de mate van korstvorming is visueel beoordeeld in combinatie met het losgraven met de schep van de bovenste deel van de laag staalslakken die de constructie afdekt.

Er is op geen enkele locatie visueel enige mate van korstvorming waargenomen. Locatie 3 leek een korst te hebben, maar na onderzoek bleek dit niet zo te zijn (zie ook paragraaf 6.5.3 – Identificatie materiaal aangetroffen in proefsleuf 3). De bevindingen zijn verwoord in rapportage JG20.0127 welke als [bijlage 03](#) is toegevoegd.

Er zijn foto's gemaakt van de LD-staalslakken in de diverse proefsleuven. De foto's zijn in dit werkplan te zien in hoofdstuk 7 - Fotografisch overzicht.

### 6.3 Uitloging LD-staalslakken

Om na te gaan of er nog sprake is van uitloging van de LD-staalslakken zijn per proefsleuf mengmonsters samengesteld van de staalslakken. Deze mengmonsters zijn gekoeld bewaard bij Heijmans Bodem en/of vervoerd naar het door de Raad van Accreditatie (RvA) geaccrediteerd laboratorium, Synlab te Rotterdam.

Opgemerkt moet worden dat van proefsleuf 7 en 8 geen mengmonsters zijn samengesteld van staalslakken. Deze proefsleuven bevinden zich in de berm van de af- en oprit van kunstwerk Dwarslaan. Zoals omschreven in paragraaf 6.1 zijn is hier geen staalslakconstructie aangetroffen.

Van de samengestelde mengmonsters is door middel van de versnelde kolomproef de uitloging de vastgesteld. Het eluaat is geanalyseerd op een pakket zware metalen aangevuld met een aantal anorganische parameters. In verband met de LD-staalslakken is vanadium als kritische parameter toegevoegd.

Het analysepakket bestaat uit: antimoon, arseen, barium, cadmium, chroom, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, seleen, tin, vanadium, fluoride, bromide, chloride en sulfaat.

Het analyserapport is toegevoegd als bijlage 04. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de uitloging weergegeven. In de tabel zijn alleen die parameters vermeld die een uitloging vertonen (meetwaarde groter dan detectiegrens).

Ten behoeve van de uitloogproef wordt bij het begin en eind van de proef de zuurgraad (pH) gemeten. Vanwege de opvallend hoge zuurgraad zijn deze meetwaarden ook opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 6.3-1: Analyseresultaten uitloging staalslakken

Analyse-monster	Proefsleuf	Type	pH start	pH eind	>Emissie
1	1	Staalslak	9.98	12.24	Barium, vanadium
2	2	Staalslak	10.00	12.19	Vanadium
3	3	Staalslak	10.02	12.21	Barium, seleen, vanadium
4	4	Zand	9.99	12.63	Barium, chroom, vanadium, chloride
5	5	Staalslak	9.99	12.54	Barium, vanadium
6	6	Staalslak	10.02	12.49	Barium, chroom, vanadium
9	9	Staalslak	9.99	12.65	Barium, vanadium, chloride
10	10	Staalslak	9.99	12.62	Barium, vanadium
11	11	Staalslak	10.00	12.49	Barium, chroom, vanadium, chloride
12	12	Staalslak	9.98	12.36	Barium, chroom, vanadium, chloride

Uit de resultaten van de (indicatieve) uitloogtesten blijkt dat barium en vanadium in vrijwel alle proefsleuven boven de detectiegrens wordt gemeten in het eluaat. Tevens worden de parameters chroom en chloride ook regelmatig gemeten. In enkele proefsleuf (3) wordt seleen eveneens gemeten.

### 6.4 Stoomproeven LD-staalslakken

#### 6.4.1 Uitgevoerd onderzoek

Op basis van 4 monsters, afkomstig uit proefsleuven 1, 4, 6 en 10, is door Kiwa\*KOAC onderzoek verricht naar de reactiviteit van de toegepaste LD-staalslakken. De heffing, als gevolg van reactieve LD-staalslak, is vastgesteld door middel van de stoomproef conform NEN-EN 1744-1 hoofdstuk 18.

Een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek en de onderzoeksresultaten zijn terug te vinden in Kiwa\*KOAC rapport e200324601-2 (zie [bijlage 05](#)).

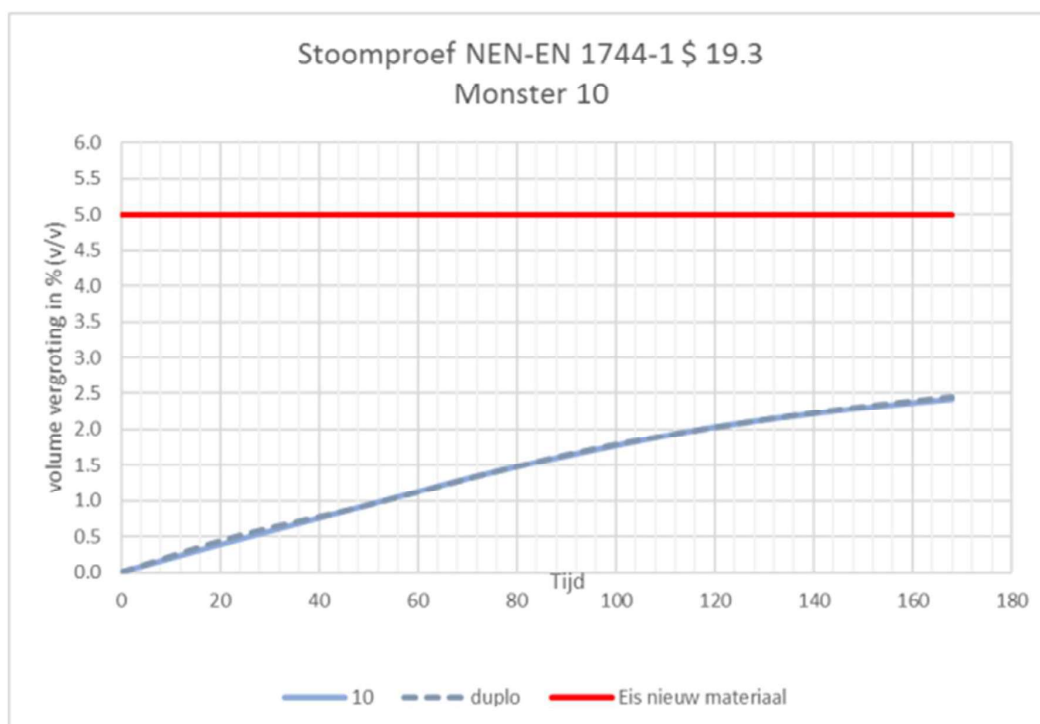
#### 6.4.2 Uitkomsten onderzoek

In onderstaande tabel (tabel 6.4-1) zijn de resultaten van de uitgevoerde stoomproeven weergegeven.

Heffing in % V/V	Monster 1		Monster 4		Monster 6		Monster 10	
	Bep. 1	Bep. 2	Bep. 1	Bep. 2	Bep. 1	Bep. 2	Bep. 1	Bep. 2
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.6	0.4	0.5	0.6	0.3	0.4	0.5	0.5
48	1.0	0.7	0.7	0.8	0.5	0.7	0.9	0.9
72	1.3	0.9	0.9	1.0	0.7	0.8	1.3	1.3
96	1.5	1.1	1.0	1.3	0.8	1.0	1.7	1.7
120	1.7	1.2	1.1	1.4	0.9	1.1	2.0	2.0
144	1.8	1.3	1.2	1.6	1.0	1.2	2.3	2.3
168	1.9	1.4	1.3	1.7	1.1	1.2	2.4	2.4

Tabel 6.4-1: Resultaten stoomproeven LD-staalslakken

Monster 10 vertoonde de meeste heffing na 168 uur. Voor dit monster is het verloop van de heffing als functie van de tijd weergegeven in figuur 6.4-1. De heffing na 168 uur, bepaald als gemiddelde van 2 deelmonsters, bedraagt voor dit monster 2.4 % (v/v). Het blijft daarmee ruim onder de eis gesteld aan de heffing voor nieuw materiaal (maximaal 5 % (v/v)).



Figuur 6.4-1 Gemeten heffing als functie van de tijd (monster 10)

Let op:

- de heffing is gemeten op monsters afkomstig uit het werk, niet aan nieuw materiaal. Wat aan heffing is gemeten, is een restheffing. De onderzoeksresultaten zeggen derhalve niets over de heffing die al in het werk is opgetreden
- de gemeten heffing in 7 dagen (168 uur) kan niet worden vertaald naar een snelheid van de nog optredende heffing in de tijd in het werk

## 6.5 Vochtgehalte LD-staalslakken en constructie

### 6.5.1 Vochtgehalte LD-staalslakken

Aan de hand van 4 monsters, afkomstig uit proefsleuven 1, 4, 6 en 10, heeft Kiwa\*KOAC het vochtgehalte van de toegepaste LD-staalslakken bepaald. Het vochtgehalte is vastgesteld conform NEN-EN 1097-5.

Een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek en de onderzoeksresultaten zijn terug te vinden in Kiwa\*KOAC rapport e200324601-2 (zie [bijlage 05](#)).

In onderstaande tabel (tabel 6.5-1) zijn de gemeten vochtgehalten van de LD-staalslakken weergegeven.

Monster gemerkt	Watergehalte	Eenheid
1	7.1	% m/m
4	6.4	% m/m
6	7.2	% m/m
10	5.0	% m/m

Tabel 6.5-1 Gemeten vochtgehalten LD-staalslakken

### 6.5.2 Chemische analyse LD-staalslakken

Bij de productie van staal wordt calciumoxide (CaO) in een overmaat toegepast, waardoor deze in de staalslak overblijft. Calciumoxide kan door reactie met water fors expanderen. Als reactieproduct ontstaat calciumhydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Voor 4 monsters, afkomstig uit proefsleuven 1, 4, 6 en 10, heeft GEOS (in opdracht van Kiwa\*KOAC) een kwalitatieve XRD-analyse (Röntgen Diffractie) uitgevoerd. Een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek en de onderzoeksresultaten zijn terug te vinden in Kiwa\*KOAC rapport e200324601-2 (zie [bijlage 05](#)).

In onderstaande tabel (tabel 6.5-2) zijn de in de monsters voorkomende CaO en Ca(OH)<sub>2</sub> gehalten weergegeven.

Monster gemerkt	Gehalte CaO	Gehalte Ca(OH) <sub>2</sub>	Eenheid
1	< 0.3	< 0.3	% m/m
4	< 0.3	< 0.3	% m/m
6	< 0.3	< 0.3	% m/m
10	< 0.3	< 0.3	% m/m

Tabel 6.5-2 Gehaltes CaO en Ca(OH)<sub>2</sub> in LD-staalslakken

De gehalten CaO en Ca(OH)<sub>2</sub> zijn minimaal en liggen beneden de detectiegrens.

Op basis van de onderzoeksresultaten, ondersteund door enkele indicatieve berekeningen, komt Kiwa\*KOAC tot de conclusie dat de heffing gemeten bij de stoomproeven niet wordt veroorzaakt door een reactie van CaO tot Ca(OH)<sub>2</sub>. De heffing wordt waarschijnlijk veroorzaakt door andere reactieve stoffen zoals magnesiumoxide (MgO) of een reactie van CaO tot CaCO<sub>3</sub> (calciumcarbonaat). De laatste reactie wordt ook wel carbonatatie genoemd.

### 6.5.3 Identificatie materiaal aangetroffen bij proefsleuf 3

Ter plekke van proefsleuf 3 is direct boven de sandwichconstructie een onbekend materiaal aangetroffen. Van het materiaal is een monster genomen welke voor nader onderzoek bij Kiwa\*KOAC is aangeboden.

Een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek en de onderzoeksresultaten is terug te vinden in Kiwa\*KOAC rapport e200324601-2 (zie [bijlage 05](#)).

Uit het onderzoek blijkt dat er sprake is van zand-grijs gekleurd korrelvormig materiaal. De korrels zijn 3 tot 6 cm groot (zie foto 1).



**Foto 1** Korrelvormig materiaal ter plaatse van proefsleuf 3

Het betreft zeker geen steenachtig materiaal. Het materiaal lijkt een 'gestold' of 'samengedrukt' materiaal voorzien van kleine poriën (holle ruimtes). Gegeven de structuur en dichtheid is het geen staalslak. Het materiaal bevat organische (kleine) bestanddelen.

Kiwa\*KOAC kan het materiaal zonder verder onderzoek niet nader definiëren.

### 6.5.4 Vochtgehalte zandlagen

Tevens is het vochtgehalte van enkele zandlagen van de sandwichconstructie bepaald. Deze bepalingen zijn door Heijmans uitgevoerd. Ook is er ter plaatse van proefsleuven de laagdikte bepaald van de afdekgrond. De resultaten van de bepalingen staan genoemd in rapport JG20.0127, zie bijlage 03.

Tijdens het graven van de proefsleuven bleek dat er grote verschillen zichtbaar waren met betrekking tot de hoeveelheid vocht in de constructie en eventueel vrijkomend water. Het vocht in de sandwichconstructie zelf bleek op veel plaatsen op de zandlagen 'te staan'. De reden hiervoor moet gezocht worden in het aanzienlijk hoge leemgehalte van het zand.

Ter plaatse van proefsleuf 2,4,10 weinig uittredend water. Proefsleuf 1,3,5,12 matig hoeveelheid uittredend water. Proefsleuf 6,7,8,11 en 12 grote hoeveelheid uittredend water.

Over het algemeen is wel de indruk dat de hoeveelheid afdekgrond het weglichaam 'opsluit'.

## **6.6 Ligging drainagebuizen gebruikt tijdens de aanleg**

Tijdens het ontgraven van de proefsleuven is alleen bij sandwich 1 drainage aangetroffen. Om verdere verstoring van de berm te voorkomen is niet verder gezocht. De eventuele (werk)drainage welke nog wel aanwezig zou zijn functioneert niet meer. Het water wordt niet afgevoerd en blijft onder in de ophoging staan

## **6.7 Bodemopbouw rondom op- en afritten Dwarsloane**

De bodemopbouw van de op- en afritten van de Dwarsloane zijn niet overal gelijk. De Westelijke op- en afritten (HRR) zijn opgebouwd met LD-staalslakken en AGRAX conform de hoofdrijbaan, met dien verstande dat er maar 1 of 2 lagen LD-staalslakken zijn toegepast. De Oostelijke zijde (HRL) is daarentegen opgebouwd met zand en AGRAX.

In hoofdstuk 7 zijn foto's toegevoegd van de opbouw van de op- en afritten.

## **6.8 Boringen**

Er zijn boringen genomen om te bepalen hoe de scheuren zich ontwikkelen. Er zijn in de loop van de tijd langs- en dwarsscheuren ontstaan in de asfaltconstructie. Het merendeel van de scheuren zijn langsscheuren. Over de aanwezige dwarsscheuren kan gezegd worden dat bijna alle dwarsscheuren zich aan het eind of begin van een ophoging manifesteren.

### *6.8.1 Boringen in bestaande scheuren*

Er zijn boringen gemaakt op oude en nieuwe scheuren. Een nieuwe scheur is een scheur die nog niet behandeld is, dus niet ouder dan een paar maanden. Voorbeeld hiervan is kern 50, 51, 55 en 56. Op de nieuwe scheuren is geboord midden in de scheur (50,55) en aan het eind van de scheur (51,56). Het eind van de scheur is in dit geval een misleidende term, omdat dit feitelijk het begin van een nieuwe scheur is, die in het verlengde ligt van de bestaande, nieuwe scheur. Kern 50 is over de gehele funderings- en asfaltconstructie doorgescheurd, waarbij opgemerkt kan worden dat de scheurwijdtes, naar mate ze zich dieper in de constructie manifesteren, toenemen. Aan kern 51 is goed te zien dat de scheurvorming aan de onderzijde van de constructie ontstaat. Aan de bovenzijde van het asfalt is nog geen scheur zichtbaar, in de fundering en de onderlaag is het begin van het scheurvormingsproces duidelijk te zien. Aan de breedte van de scheuren is tevens te zien dat het hier vrij nieuwe scheuren betreft.

Kern 52 en 53 zijn geboord in een oude scheur. Dit is te zien aan het feit dat deze reeds in een eerder stadium is gevuld, maar ook dat de mate van scheurvorming intenser is. Daar waar wij in

nieuwe scheuren boven in de asfaltconstructie scheuren zien van 3mm, komen hier scheurwijdtes voor van meer dan 10mm. Onder in de fundering lopen deze getallen op tot soms wel 30 mm of meer.

Kern 53 is geboord op het 'kruispunt' van een langs- en een dwarsscheur. Ter plaatse van de scheur blijkt het asfalt 15 mm te zijn gezakt. Ook hier is goed te zien dat de scheurvorming in de fundering aanzienlijk is.

Ter plaatse van kern 57 en 59 is gepoogd te onderzoeken of er scheurvorming aanwezig was in de LD-staalslakken loodrecht onder de scheuren. Om dit te kunnen doen is het zand verwijderd tussen de LD-slakken en AGRAX fundering. Omdat de werkruimte bijzonder beperkt was en de LD-slakken zich op een diepte van meer dan 1m bevonden, bleek het bepalen van de mate van scheurvorming in de LD-slakken een lastige klus. Een visuele bepaling is dan ook niet 100% betrouwbaar, mede omdat er tijdens het boren zand in de scheuren is gaan zitten. Om meer te kunnen zeggen over eventueel aanwezige scheuren, is met een lange ijzeren pen geprobeerd eventuele scheuren te zoeken. Op beide locaties is het niet gelukt om op deze wijze loodrecht onder de bestaande scheuren, scheurvorming te ontdekken in de LD-staalslakken.

Over het algemeen kan gesteld worden dat de schade aan het asfalt oppervlak zich beperkt tot het volgen van de scheurvorming die vanuit de fundering geïnitieerd wordt. Randschades rondom de scheuren komen vooralsnog bijna niet voor.

In hoofdstuk 7 fotografisch overzicht zijn foto's van de boorkernen, maar wat veel meer informatie geeft, foto's van de boorkerngaten te zien. Door middel van scheurdikte staven van verschillende doorsnede is te zien wat de scheurwijdte is van de scheuren op de verschillende dieptes in de asfaltconstructie en de gebonden fundering. Ook is goed te zien dat de scheurwijdte van nieuwe scheuren verschilt van de scheurwijdte van oude scheuren.

#### 6.8.2 Boringen in onbeschadigde verhardingen

Ter referentie zijn ook kernen geboord op locaties waar tot op heden geen schade is te zien. Bij deze kernen zijn geen onregelmatigheden aangetroffen in zowel het asfaltdeel en het funderingsdeel. In hoofdstuk 7 staan foto's van de boorkernen.

Overzicht van de locaties van de boorkernen.

Boorkern	x-coördinaat	y-coördinaat
50	196.657.374	585.832.094
51	196.657.658	585.833.662
52	196.794.482	586.378.929
53	196.795.047	586.378.528
54	196.809.057	586.437.409
55	197.165.795	587.880.014
56	197.170.655	587.886.387
57	197.124.462	588.081.678
58	197.123.427	588.019.509
59	196.663.412	585.942.585

Tabel 6.8-1 Coördinaten locaties boorkernen

## 6.9 Valgewichtdeflectiemetingen

Om de stijfheid van de constructielagen (asfalt, fundering, zandbaan en ophoging) te bepalen zijn er door Kiwa\*KOAC valgewicht-deflectiemetingen (VGD-metingen) uitgevoerd.

De VGD-metingen zijn uitgevoerd op 2 locaties waar regelmatig langsscheuren voorkomen:

- De Falom km. 41.100 – km. 42.000
- De Dwarsloane km. 39.400 – km. 40.000

Per locatie zijn de VGD-metingen op verschillende meetvakken uitgevoerd (zie tabel 6.9-1)

Valgewichtdeflectiemetingen (VGD-metingen) zijn uitgevoerd om de draagkracht van de constructie vast te stellen.

Locatie, strook	Van	Tot	Lengte [m]	Meetvak
HRL, R1	40.000	39.400	600	CANL-R1a
HRL, R1	42.000	41.100	900	CANL-R1b
HRL, R2	39.900	39.400	500	CANL-R2a
HRL, R2	42.000	41.100	900	CANL-R2b
HRL, vw-c	40.000	39.800	200	CANL-VWC
HRL, vw-d	39.600	39.400	200	CANL-VWD
HRL, parkeerhaven	41.900	41.840	60	CANL-PH
HRR, R1	39.450	40.000	550	CANR-R1a
HRR, R1	41.100	42.000	900	CANR-R1b
HRR, R2	39.400	40.000	600	CANR-R2a
HRR, R2	41.100	42.000	900	CANR-R2b
HRR, vw-a	39.440	39.640	200	CANR-VWA
HRR, vw-b	39.710	40.000	290	CANR-VWB
HRR, parkeerhaven	41.636	41.695	59	CANR-PH

Tabel 6.9-1 Overzicht meetvakken

De teruggerekende laagstijfheden (gemiddelde waarden) per meetvak zijn in onderstaande tabel (tabel 6.9-2) opgenomen.

Vak	Asfalt (bij 20 °C) [MPa]	Fundering [MPa]	Zandbed [MPa]	Ophoging [MPa]
CANL-R1a	10598	11549	60	969
CANL-R1b	13641	11601	68	971
CANL-R2a	22566	7151	54	1300
CANL-R2b	20969	6400	72	654
CANL-VWC	54099	3963	45	1300
CANL-VWD	9524	12288	35	1300
CANL-PH	10835	9554	53	1300
CANR-R1a	11572	6828	124	459



CANR-R1b	14932	8283	76	1015
CANR-R2a	19375	3544	134	396
CANR-R2b	27640	5364	93	681
CANR-VWA	16972	6266	42	1096
CANR-VWB	14408	12841	56	669
CANR-PH	25699	8712	71	1790

Tabel 6.9-2: Overzicht teruggerekende laagstijfheden

In bijlage 06 is het door Heijmans opgestelde onderzoeksrapport (kenmerk G.100619.2) opgenomen.

## 6.10 Deformatiemetingen landhoofden KW Falom

### 6.11 Inspectie voegen KW Falom

De voegen van KW Falom zijn geïnspecteerd. Aangezien er op R2 een dynamische afzetting was gepland, bleek een gedetailleerde inspectie van de voegen van R2 niet mogelijk. De voegen in R1 zijn op HRL noord- en zuidzijde in goede staat. Er zijn visueel geen afwijkingen geconstateerd. Dit geldt ook voor de voegen op HRR. Ook in de vlakheid van het asfalt voor en na de voegen zijn met een rei van 3 m geen afwijkingen geconstateerd. Ook hier is in verband met de planning van de afzettingen enkel op de R2 gemeten.

In hoofdstuk 7 zijn foto's toegevoegd

### 6.12 Onvlakheden ter plaatse van KW Dwarsloane

Tijdens de inspectie van de scheuren zijn ter plaatse van KW Dwarsloane onregelmatigheden geconstateerd aan de noordzijde van het kunstwerk. De onregelmatigheden manifesteren zich over de gehele breedte van de asfaltverharding op HRL en HRR. De geconstateerde onregelmatigheden hebben betrekking op de vlakheid van de deklaag van de asfaltconstructie.

De onvlakheden zijn als zgn. 'bult' te classificeren en bevinden zich op km 39.659 op zowel HRR en HRL.

Deze onregelmatigheden zijn van dien aard, dat besloten is om de vlakheid te meten met een rei. De afwijking, gemeten met een rei van 3 m bedroeg 30 mm.

De locatie waar zich dit probleem voordoet lijkt het einde van de stootplaten te zijn. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of dit correct is.

Aan de noordzijde van KW Dwarsloane zijn geen onregelmatigheden geconstateerd ter plaatse van het eind van de stootplaten.

In hoofdstuk 7 zijn foto's bijgevoegd van de onvlakheden.

### 6.13 Schade en scheurvorming voegovergang KW Dwarsloane

Tevens bleek tijdens bovengenoemde inspectie de voegovergang HRR aan de zuidzijde van KW Dwarsloane schade te vertonen.

De schade manifesteerde zich voor het eerst in het voorjaar van 2020 in de vorm van het plaatselijk loslaten van de deklaag in de rechter rijstrook van R2. Op de 1<sup>e</sup> foto van nummer 6.13 in hoofdstuk 7 is de locatie van de herstelde schade te zien.

Tijdens de inspectie van 7 oktober 2020 bleek tevens dat er zich scheurvorming heeft gevormd op R1 ter plaatse van bovengenoemde schade. Ook hier is een foto van bijgevoegd in hoofdstuk 7

De voegen zijn uitgevoerd als zgn. Brainjoint voeg, met dien verstande dat Microflex XL is toegepast als deklaag in plaats van Brugflex.

## 7 Fotografisch overzicht

### 7.1 Foto's proefsleuvenonderzoek

#### 7.1.1 Proefsleuf 1



#### 7.1.2 Proefsleuf 2





7.1.3 Proefsleuf 3





7.1.4 Proefsleuf 4



7.1.5 Proefsleuf 4a



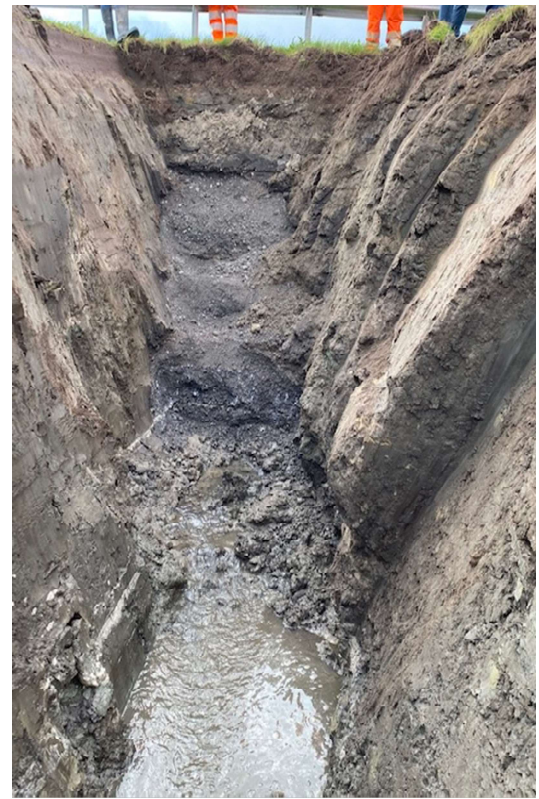


7.1.6 Proefsleuf 5





7.1.7 Proefsleuf 6







### 7.1.8 Proefsleuf 7





7.1.9 Proefsleuf 8



7.1.10 Proefsleuf 9



7.1.11 Proefsleuf 10





7.1.12 Proefsleuf 11



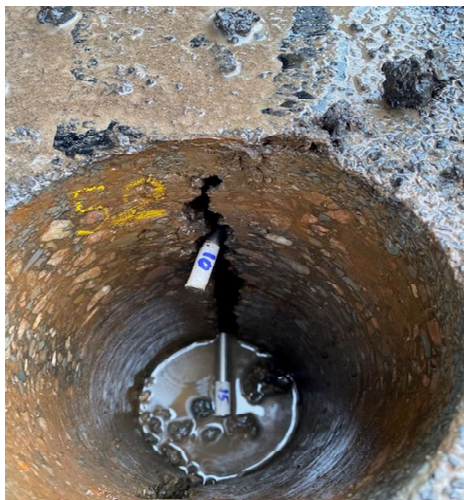
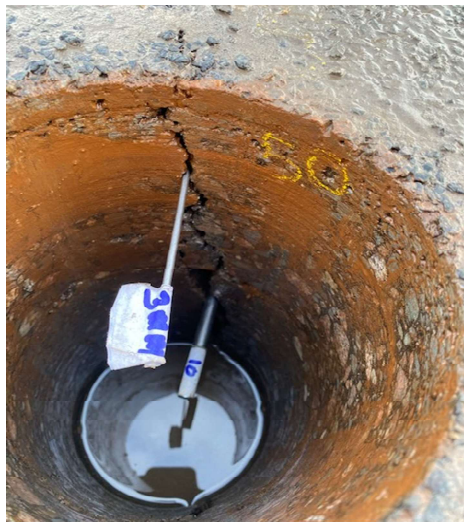
7.1.13 Proefsleuf 12



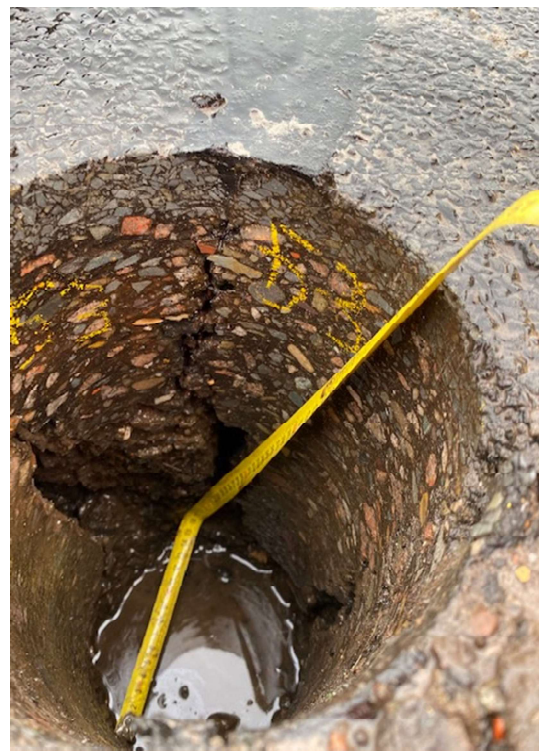


## 7.2 Foto's boringen

### 7.2.1 Boringen in bestaande scheuren (6.8.1)













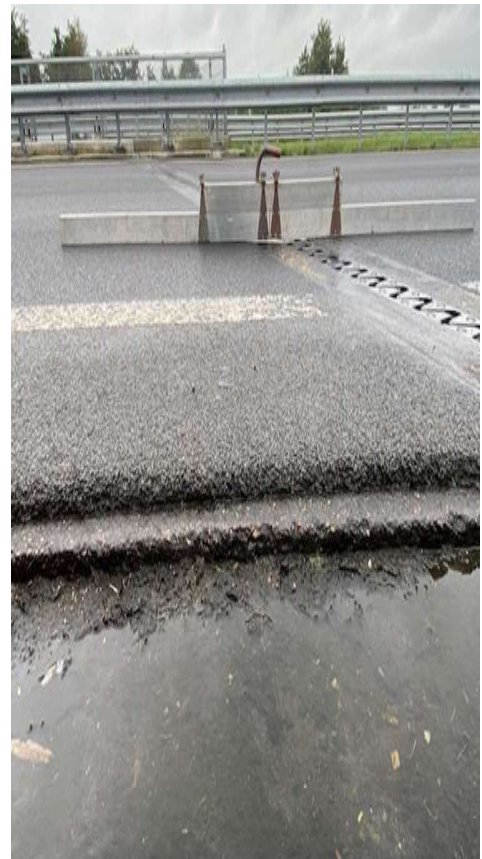


7.2.2 Boringen in onbeschadigde verharding (6.8.2)





### 7.3 Inspectie voegen KW Falom (6.11)

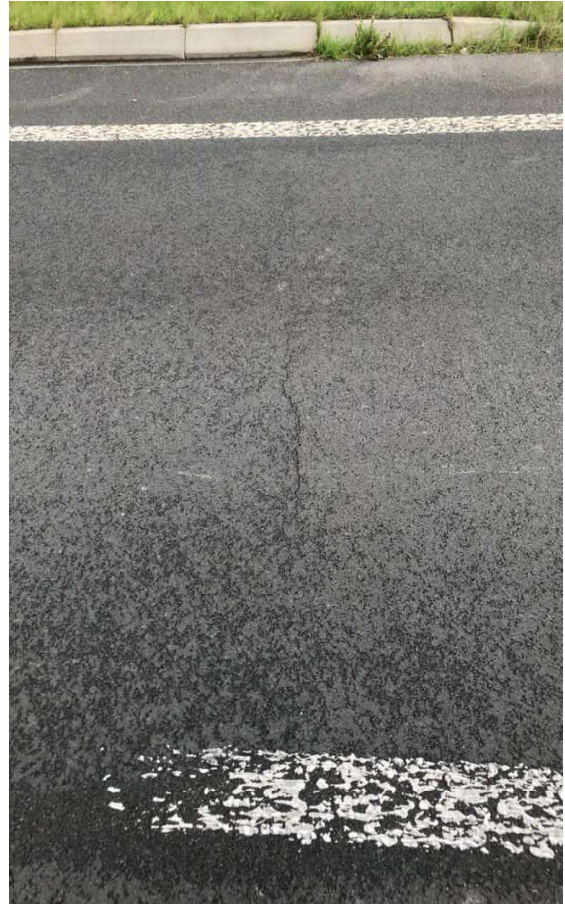




#### 7.4 Onvlakheden Noordzijde KW Dwarsloane HRL en HRR (6.12)



### 7.5 Schade voeg-loze overgang KW Dwarsloane Zuid HRR (6.13)



Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

**Bijlage 01 – BBA Certificaat 06/R141**



Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

## **Bijlage 02 - Profielen**

Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

## **Bijlage 03 – Rapport JG20.0217, Proefsleuvenonderzoek**

Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

**Bijlage 04 – Certificaat 13333399, Analyserapport uitloging**

Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

**Bijlage 05 – Rapport e200324601, onderzoek staalslakken**

Datum 03-12-2020

G.100619-OZR-CAN2-001

**heijmans**

Versie: 1.0

## **Bijlage 06 – Rapport G.100619.2, Valgewicht-deflectiemetingen**