

# Constructieberekening kunststof damwand traject 103\_2

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Delfland

Referentie: INFR170434 M-09

Revisie: 0

Datum: 23 september 2019

**Iv-Infra b.v.**

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek

Titel document: Constructieberekening kunststof damwand traject 103\_2

Ondertitel document:

Referentie: INFR170434 M-09

Revisie: 0

Datum: 23 september 2019

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Delfland

Projectnummer opdrachtgever: -

Project: INFR170434

Opgesteld door: R. van der Meijs

Paraaf:



Gecontroleerd door: F. Hesami

Paraaf:



Goedgekeurd door: G. van der Wedden

Paraaf:



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1.	Aanleiding	4
1.2.	Doel	4
1.3.	Leeswijzer	4
1.4.	Geraadpleegde referenties	4
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1.	Locatie en geometrie	5
2.2.	Levensduur en betrouwbaarheidsklasse	6
2.3.	Waterpeilen	6
2.4.	Bodemdaling	6
2.5.	Grondopbouw	6
2.6.	Geotechnische parameters	7
2.7.	Corrosie	7
2.8.	Bovenbelasting	8
2.9.	Berekende situaties	8
2.10.	Ontgrondingskuil	8
<b>3</b>	<b>Constructieberekeningen</b>	<b>10</b>
3.1.	Toets aangeleverde constructie	10
3.2.	Dagelijkse omstandigheden en bovenbelasting	10
3.3.	Situatie ontgrondingskuil	12
3.4.	Draagvermogen en levensduur	14
<b>4</b>	<b>Aandachtspunten</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Conclusie en advies</b>	<b>16</b>
<b>BIJLAGEN</b>		<b>17</b>
A.	D-Sheet berekening	17
B.	Gegevens constructie	18
C.	Grondonderzoek	19
D.	Aangeleverde gegevens door leverancier	20
E.	D-Foundations rapport	21

# 1 Inleiding

---

## 1.1. Aanleiding

Voor het project BGO Maassluis is voor traject 103\_2 ter plaatse van adres Commandeurshof 9 en Commandeurskade 2 het Hoogheemraadschap van Delfland voornemens een kunststof damwand te plaatsen met een waterkerende functie. Het particuliere perceel grenst aan de boezem de Zuidgaag en functioneert als regionale waterkering met IPO-normering III (1/100 per jaar). Er is voor deze constructie gekozen omdat in de tuin twee bijzonder waardevolle beuken staan die niet aangetast mogen worden. De sterkte en stabiliteit van de constructie is berekend en ontworpen door een leverancier op basis van de (geotechnische) kenmerken van de waterkering. Echter wil het Hoogheemraadschap aanvullende berekeningen voor het aantonen van de sterkte en stabiliteit van de constructie tijdens dagelijkse omstandigheden en in de situatie dat de boom faalt.

## 1.2. Doel

Het Hoogheemraadschap heeft besloten alsnog gedetailleerde ontwerpberekeningen te maken binnen de kaders van de normen en richtlijnen voor waterveiligheid. De berekeningen zijn nodig voor de situatie dat de boom achter de constructie faalt. Het doel van deze notitie is om de onderbouwing te geven dat de constructie voldoende stabiel is in de dagelijkse situatie en de situatie met een ontgrondingskuil direct achter de constructie.

## 1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de randvoorwaarden, eisen en uitgangspunten voor het ontwerp vastgelegd, hierin zijn ook de aangeleverde gegevens van de kunststof damwand opgenomen. In hoofdstuk 3 zijn de berekeningen gepresenteerd en is aangegeven welke eigenschappen de kunststof damwand zou moeten hebben. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan enkele aandachtspunten. Het rapport eindigt met de conclusie en het advies.

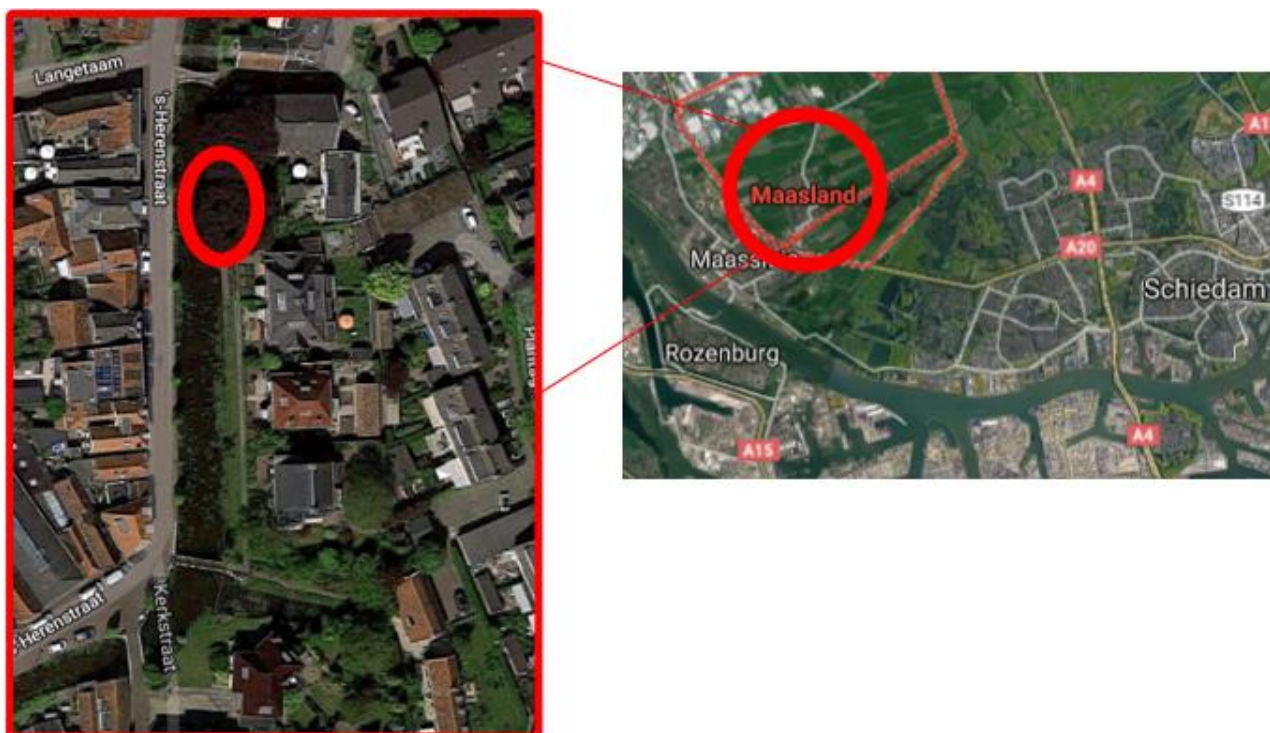
## 1.4. Geraadpleegde referenties

- [1] Hoogheemraadschap van Delfland, informatie waterpeilen 2018 via: <https://www.hhdelfland.nl/inwoner/juiste-waterpeil/waterpeil-bepalen>, 2018
- [2] Hoogheemraadschap van Delfland, Delflands Algemeen Waterkeringenbeleid 2018, via: <https://www.hhdelfland.nl/overheid/beleid-en-regelgeving/bijbehorende-documenten/documenten-beleid/algemeen-waterkeringenbeleid>
- [3] STOWA, Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen, 2011
- [4] Inpijn, 06P005104-RG-01 Maasland 09-05-2019, 2019
- [5] NEN, NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – deel Deel 1: Algemene regels
- [6] CUR, CUR166 handboek damwandconstructies 6<sup>e</sup> druk, 2012
- [7] CUR 228, Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen, Deltares, 2010
- [8] Rijkswaterstaat, Afronding onderzoek vermindering corrosietoeslag damwanden, 2015
- [9] Iv-Infra, 701968-103\_2-IN-17\_V2.0-Inmeting 103\_2-A1, juni 2018

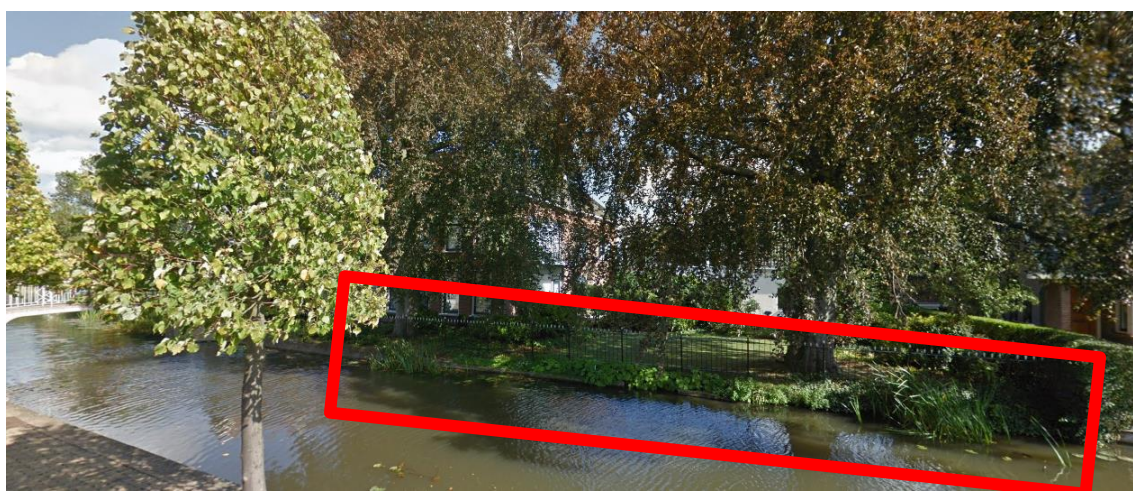
## 2 Uitgangspunten

### 2.1. Locatie en geometrie

In onderstaande figuren is de locatie van de kunststof damwand weergegeven, zie hiervoor de rode vlakken.



Figuur 1: Locatie Prolock constructie kadevak 103\_2 in Maasland



Figuur 2: Aanzicht huidige situatie

De geometrie van het ingemeten dwarsprofiel [9] is weergegeven in figuur 3. De bodem van de watergang is aangehouden op de leggerdiepte van NAP -1,53 m. het onderwatertalud is expliciet niet in de berekening





Tabel 1: Grondopbouw op basis van DKM-01 [4]

Grondsoort	B.K. laag [NAP+ m]
Klei, schoon, slap	maaiveld
Klei, schoon, slap (s)	-1,30
Klei, organisch, slap (s)	-2,0
Klei, schoon, slap (s)	-3,0
Veen, matig voorbelast (s), ( $\gamma=10,5 \text{ kN/m}^3$ )	-4,60
Klei, schoon, slap (s)	-5,10
Klei, zandig matig vast (s)	-6,40
Klei, schoon matig (s)	-8,70
Zand, sterk kleiig (s)	-10,0
Klei, zandig matig vast (s)	-17,0
Klei, schoon matig (s)	-18,0
Veen, matig voorbelast (s)	-18,60
Zand, schoon, matig (s)	-19,10

## 2.6. Geotechnische parameters

De geotechnische eigenschappen zijn bepaald aan de hand van [5] en [6] en zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Geotechnische parameters

Grondsoort	$\gamma_{\text{unsat}}/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> / kN/m <sup>3</sup> ]	$c'_{\text{kar}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'_{\text{kar}}$ [°]	$\delta_{\text{kar}}$ [°]	Schelpfactor [-]	K1 [kN/m <sup>3</sup> ]	K2 [kN/m <sup>3</sup> ]	K3 [kN/m <sup>3</sup> ]
Veen, matig voorbelast	12,0/12,0	3,0	15,0	0,0	1,3	1.000	500	250
Klei, organisch, slap	13,5/13,5	1,0	15,0	7,5	1,3	1500	750	400
Klei, schoon, slap	14,0/14,0	1,0	17,5	8,8	1,5	2.000	1.000	500
Klei, schoon, matig	16,0/16,0	2,0	17,5	8,8	1,5	4.000	2.000	800
Klei, antropogeen	17,0/17,0	5,0	17,5	8,8	1,0	0	0	0
Klei, zandig, matig vast	18,0 / 18,0	1,0	22,5	11,3	1,5	7.000	3.500	1.500
Zand, sterk kleiig	18,0 / 20,0	0,0	25,0	16,7	2,0	10.000	5.000	2.500
Zand, schoon, matig	18,0 / 20,0	0,0	32,5	21,7	2,0	20.000	10.000	5.000

## 2.7. Corrosie

Voor de niet met grond belegde zijde of voor stalen constructie elementen worden de waarden uit [8] aangehouden. In tabel 3 zijn de corrosiewaarden weergegeven. In de rechtse kolom staan de waarden omgerekend naar 30 jaar. Voor de berekeningen in hoofdstuk 3 is uitgegaan van een corrosie van 0,36 mm per zijde in 30 jaar, de ondergrond waar de stalen buispalen staan is voornamelijk klei en is ongeroerd.

Tabel 3: Corrosiewaarden

Locatie en aanwezig milieu	Aantasting in 50 jaar (per zijde) [mm]	Aantasting in 30 jaar (per zijde) [mm]
Overige stalen onderdelen, ongeroerde schone bodem	0,60	0,36
Overige stalen onderdelen, geroerde bodem	1,50	0,50
Overige stalen onderdelen, zure bodem (veen)	1,75	1,05

## 2.8. Bovenbelasting

De constructie komt langs een particuliere tuin te staan. In maatgevende omstandigheden zullen er geen belastingen op de kade zijn, in de dagelijkse situatie hooguit een grasmaaier. Voor de zekerheid is een bovenbelasting van 2 kPa meegenomen in berekeningen.

## 2.9. Berekende situaties

Gevraagd is de constructie door te rekenen bij dagelijkse omstandigheden, en in de situatie dat de beuk achter de constructie faalt waardoor een ontgrondingskuil ontstaat. Hieronder zijn deze situaties beschreven. Andere situaties dan hieronder beschreven zijn niet beschouwd in dit rapport.

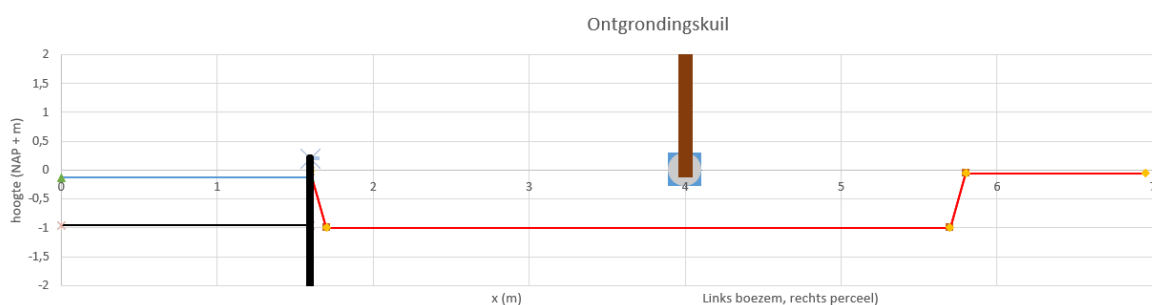
### 2.9.1. Dagelijkse omstandigheden

De constructie is berekend in de situatie dat de kering en de boom intact zijn, deze situatie staat hieronder getekend. De zwarte verticale lijn is de constructie, de bruine lijn de boom en de blauwe lijn is het streefpeil van de boezem. Het maaiveld ligt op NAP, het streefpeil is NAP -0,43 m.



### 2.9.2. Ontgrondingskuil en hoogwater

Een ontgrondingskuil werkt in deze situatie in eerste instantie gunstig omdat de actieve wig over de constructie verkleind wordt. De enige situatie die te bedenken is waarin het mogelijk minder gunstig wordt is als tegelijkertijd hoogwater optreedt. Deze situatie is hieronder geschetst. NAP -0,13 m is maatgevend hoogwater, de diepte van de ontgrondingskuil ligt op NAP -1,0 m.



## 2.10. Keuze afmetingen ontgrondingskuil

Het bijzondere aan deze beuk is de leeftijd van de boom in dit type gebied en ondergrond. Normaliter had de beuk in deze omgeving onder zijn eigen gewicht al omgevallen in combinatie met een storm al gefaald. Dit komt doordat de beuk ondiep wortelt, in slappe ondergrond hebben de wortels niet voldoende houvast om het gewicht te dragen van de boom bij een storm, blijkbaar is op deze locatie de ondergrond wel voldoende sterk geweest om voldoende draagkracht te bieden aan de wortels.

In het scenario dat de boom omvalt is het daarom ook onwaarschijnlijk dat de ontgrondingskuil een diepte van 1 m bereikt, dit zal hoogstwaarschijnlijk minder diep zijn vanwege de ondiepe worteling van de boom én



omdat het gewicht van de grond wel aanwezig zal blijven. Als onderbouwing is hieronder een uitsnede van het bomenrapport van Cobra (Boominventarisatie BGO clusters Maassluis en Midden-Delfland) gegeven, zij hebben onderzoek gedaan naar de eigenschappen van de beuken.

#### **Beworteling**

De bomen hebben door de ondiepe grondwaterstand een erg oppervlakkig en daardoor omvangrijk wortelgestel ontwikkeld. Nabij de beuken en de essen groeien de wortels tot aan het grondwater, maar verreweg de meeste wortels groeien in de bovenste 45 cm van de bodem. Wortels groeien tot ongeveer de rand of zelfs voorbij de rand van de kroonprojectie. De wortels van de beuken verdrukken de stenen kademuur (zie foto 7).

Voor de berekeningen in hoofdstuk 3 is wel gekozen een ontgrondingsdiepte van 1 m aan te houden. De breedte van de ontgrondingskuil wordt gelijk gehouden aan 4 m. Hiermee wordt voldoende veiligheid ingebouwd.

## 3 Constructieberekeningen

In dit hoofdstuk zijn de resultaten beschreven van de doorgerkende situaties. Gestart is met de controle of de aangeleverde eigenschappen van de constructie voldoen. Hierna worden de berekeningen bij de benoemde situaties beschreven. Ook is het verticaal draagvermogen beschouwd.

### 3.1. Toets aangeleverde constructie

De aangeleverde constructie is geschematiseerd in D-Sheet Piling. Echter is de lengte van de palen van 6,5 m onvoldoende voor de stabiliteit. Besloten is de stalen buispalen met 0,5 m te verlengen tot voldoende stabiliteit is verkregen. Hieronder in tabel 4 staan de aangepaste eigenschappen van de kunststof damwand met rood aangegeven, deze eigenschappen zijn input voor de gemaakte berekeningen in dit hoofdstuk.

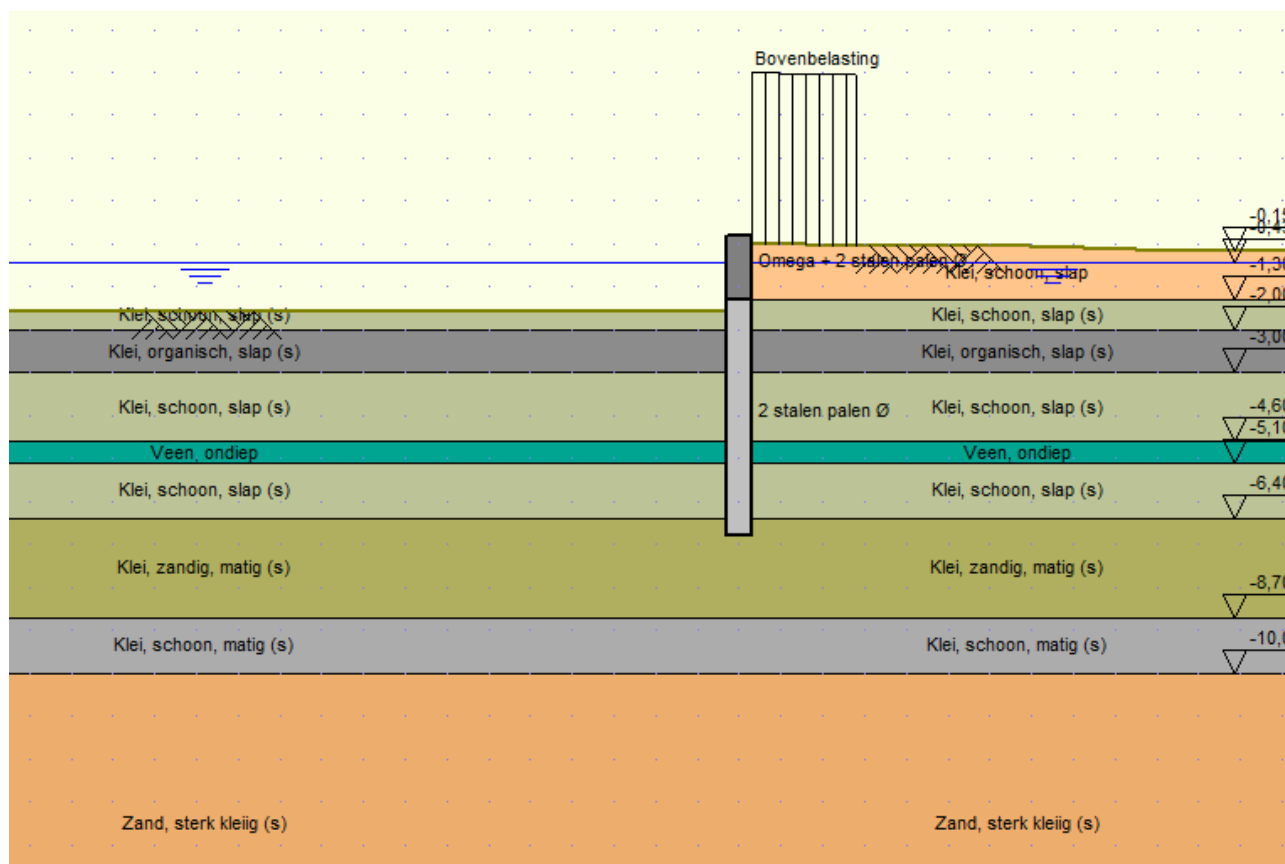
Tabel 4: Eigenschappen constructie

<b>Schermtypen kunststof damwand</b>	Prolock Omega	[-]
<b>Buigstijfheid scherm</b>	102,9	[kNm <sup>2</sup> /m]
<b>Hoogte scherm</b>	1,5	[m]
<b>Kopniveau</b>	+0,2	[NAP +m]
<b>Tenniveau</b>	-1,30	[NAP +m]
<b>Paaltypen buispaal</b>	∅139,7*5,6	[-]
<b>E modulus staal</b>	2,1E+08	[kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Traagheidsmoment I</b>	5,3E-06	m <sup>4</sup>
<b>Buigstijfheid paal</b>	1116	[kNm <sup>2</sup> /paal]
<b>Buitendiameter</b>	139,7	[mm]
<b>Wanddikte</b>	5,6	[mm]
<b>Lengte</b>	<b>7,0</b>	<b>[m]</b>
<b>Kopniveau</b>	+0,2	[NAP +m]
<b>Tenniveau</b>	<b>-6,8 m</b>	<b>[NAP +m]</b>
<b>Hart op hart afstand</b>	0,5	[m]
<b>Staalkwaliteit</b>	S235	[-]
<b>Gecombineerd profiel (scherm en paal)</b>		
<b>Kopniveau</b>	+0,2	[NAP +m]
<b>Tenniveau</b>	-1,30	[NAP +m]
<b>Buigstijfheid (scherm en twee palen)</b>	2334	[kNm <sup>2</sup> /m]

### 3.2. Dagelijkse omstandigheden en bovenbelasting

#### 3.2.1. Schematisatie in D-Sheet Piling

In onderstaande figuur 4 is de schematisering weergegeven.



Figuur 4: schematisering dagelijkse omstandigheden

### 3.2.2. Snedekrachten

De volledige berekening is opgenomen in bijlage A. In figuur 5 zijn de snedekrachten per fase voor de dagelijkse omstandigheden weergegeven.

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		<b>7,88</b>	<b>-5,18</b>	<b>0,0</b>	<b>62,1</b>	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		<b>7,88</b>	-5,15	<b>0,0</b>	61,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-34,5	2,91	1,63	<b>0,0</b>	32,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		3,49	1,96			
Max			<b>7,88</b>	<b>-5,18</b>	<b>0,0</b>	<b>62,1</b>	---

Figuur 5: Snedekrachten dagelijkse omstandigheden

### 3.2.3. Toets sterkte

#### Toetsing snedekrachten

Het maximaal optredende moment tijdens de dagelijkse omstandigheden inclusief bovenbelasting, bedraagt 7,90 kNm/paal. Dit moment bevindt zich op een niveau van NAP -4,20 m waar alleen nog de buispalen van de constructie aanwezig zijn. Het opneembare moment van de buispalen bedraagt 16,67 kNm/paal, zie bijlage B. De buispalen voldoen hiermee op sterkte met een unity check van 0,47.

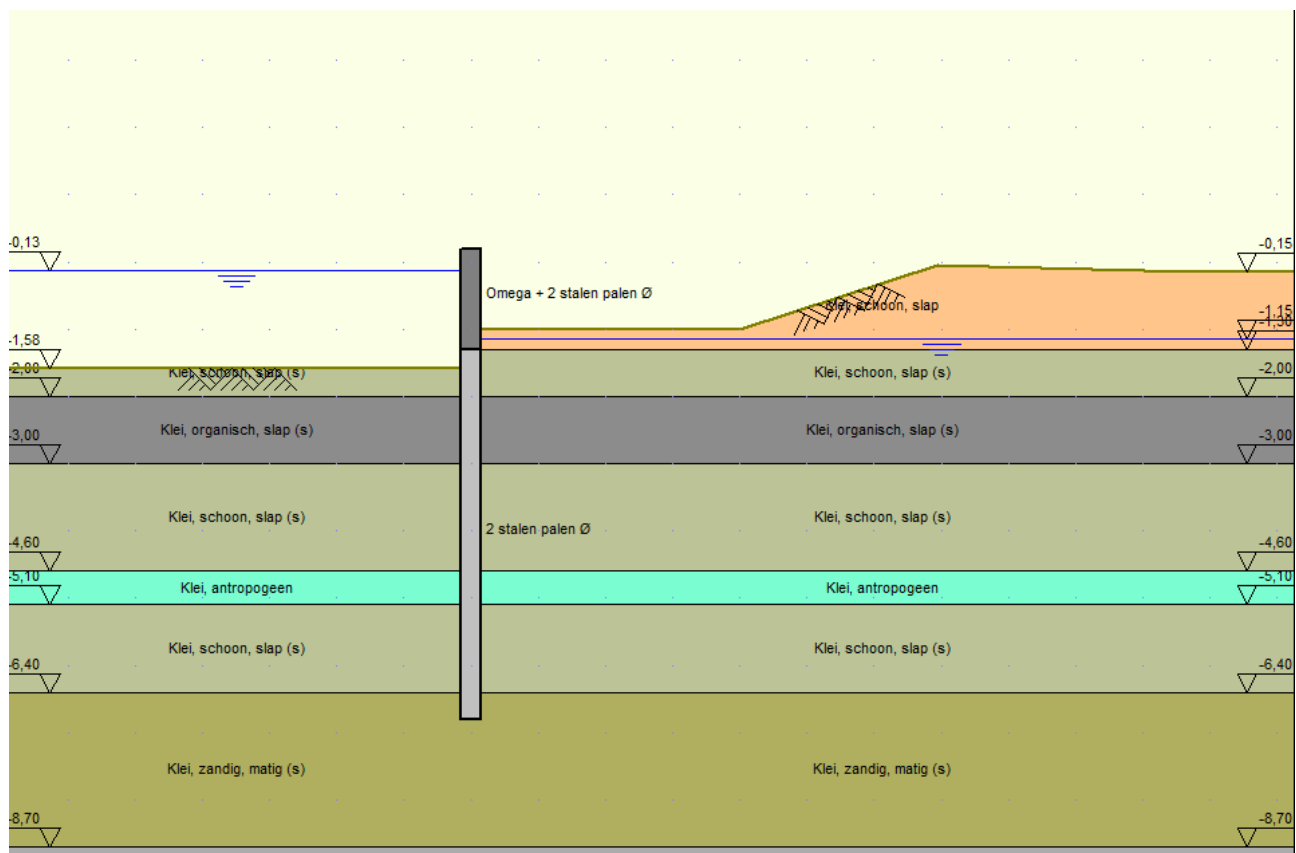
## Vervorming

De maximale horizontale vervorming bedraagt 34 mm in de situatie met bovenbelasting. Er zijn geen eisen gesteld aan de maximale vervorming, deze vervorming is gelijk aan de gangbare esthetische eis van 100 mm.

### 3.3. Situatie ontgrondingskuil

#### 3.3.1. Schematisatie in D-Sheet Piling

In onderstaande figuur 6 is de schematisering weergegeven.



Figuur 6: schematisering ontgrondingskuil

#### 3.3.2. Snedekrachten

De volledige berekening is opgenomen in bijlage A. In figuur 7 zijn de snedekrachten per fase voor de situatie ontgrondingskuil weergegeven.

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	<b>56,7</b>	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	56,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-5,58	-2,91	<b>0,0</b>	39,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-5,45	-2,91	<b>0,0</b>	39,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	46,3	-3,79	-2,26	<b>0,0</b>	27,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-4,55	-2,71			
Max			<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	<b>56,7</b>	---

Figuur 7: Snedekrachten situatie ontgrondingskuil

### 3.3.3. Toets sterkte

#### Toetsing snedekrachten

Het maximaal optredende moment in de constructie bedraagt -8,36 kNm/paal. Dit moment bevindt zich op een niveau van NAP -4,30 m waar alleen nog de buispalen van de constructie aanwezig zijn. Het opneembare moment van de buispalen bedraagt 16,67 kNm/paal, zie bijlage B. De buispalen voldoen hiermee op sterkte met een unity check van 0,50.

#### Vervorming

De maximale horizontale vervorming bedraagt 46 mm, polderwaarts. Er zijn geen eisen gesteld aan de maximale vervorming, deze vervorming valt echter ruim binnen de gangbare esthetische eis van 100 mm.

### 3.4. Draagvermogen en levensduur

Uit de grondopbouw is met een eerste blik duidelijk dat de constructie niet op een draagkrachtige laag wordt gefundeerd. Volgens het grondonderzoek bevinden de draagkrachtige lagen zich pas op een diepte van NAP -20,0 m. Met D-Foundations is voor de zekerheid gecontroleerd of er inderdaad geen draagkracht is, het blijkt dat de negatieve kleef groter is dan het draagvermogen van de klei en veen lagen, zie voor het D-Foundation rapport bijlage 1EE. De constructie zal dus zakken in de tijd, dit is een inherent gevolg van de keuze voor de kunststof damwand. Als gekeken wordt naar een constructief alternatief dan zullen er constructies tot de draagkrachtige laag op NAP -20,0 m moeten worden aangebracht, dit is in deze situatie niet realistisch en gewenst. Dit alternatief is zeer kostbaar en zal leiden tot grote schade aan de beuk vanwege de benodigde werkruimte tijdens uitvoering. De keuze voor de kunststof damwand blijft hiermee de juiste.

De mate van zakking van de constructie zal maximaal even groot zijn als de autonome bodemdaling. Hiervoor hanteert het Hoogheemraadschap voor haar kades een daling van 10 mm per jaar. Dit is een gebiedsgetal en een veilige waarde, lokaal kan deze waarde afwijken. Indien de kop van de constructie op NAP +0,20 m staat bij oplevering heeft de constructie voor hoogte een geschatte levensduur van ca. 20 jaar bij een verwachte zakking van 10 mm per jaar. De leggerhoogte ligt op NAP+0,10 m, na 10 jaar zal de constructie deze hoogte bereiken, daarna kan de constructie nog 10 jaar zakken tot de ingreephoogte van NAP +0,00 m. Wanneer de ingreephoogte bereikt is dan is het advies het kunststof scherm te verwijderen, de stalen buispalen weer op hoogte te zetten door de buispalen op te lengen tot NAP +0,20 m en daarna het scherm weer terug te plaatsen.

Concluderend is het draagvermogen van de ondergrond niet toereikend, maar kan door de hoogte van de constructie periodiek (bv 5 jaar) in te meten eenvoudig gecontroleerd worden wanneer onderhoud (oplengen buispalen) aan de constructie gepleegd moet worden.



## 4 Aandachtspunten

---

- Bij de niet zettingsvrije constructies dient bij baggerwerkzaamheden toezicht gehouden te worden dat er niet dieper gebaggerd wordt dan de leggerdiepte.
- Bij het aanbrengen van de palen dient voorzichtig gewerkt te worden om schade aan de beuken en andere belendingen te voorkomen. De werkruimte is beperkt, zowel op land als op water. Hiervoor dient vooraf door de aannemer een gedegen plan uitgewerkt te worden.
- De aannemer dient bij het aanbrengen van de constructie rekening te houden met een beperkte ruimte (in hoogte !) waarbinnen de constructie gerealiseerd moet worden. De takken van de beuk hangen namelijk tot over het water.
- Jaarlijks dient gecontroleerd te worden of de wortels van de beuk niet vergroeien met de constructie. Als dit wel zo is, dan dienen deze wortels verwijderd te worden. Indien de boom faalt, dan is in deze situatie de ontgrondingskuil wellicht niet de meest maatgevende situatie, waarschijnlijker is dat de manier waarop de boom omvalt en hoe het wegtrekken van het wortelpakket invloed heeft op de damwand maatgevend is voor de constructie. Een ontgrondingskuil zal in deze situatie veel minder maatgevend zijn dan het moment waarop de boom omvalt (bovenop de constructie, wortels trekken constructie mee etc.).
- De constructie doet dienst als vervangende waterkering, de constructie dient daarom voldoende hoog te blijven. Omdat de constructie zettingsgevoelig is dient periodiek (elke 5 jaar) de kop van de constructie ingemeten te worden waarmee geverifieerd wordt of deze nog voldoet op hoogte.
- Omdat in de huidige situatie de wortels van de beuk tot het boezemwater kunnen reiken en in de nieuwe situatie een harde scheiding is aangebracht, dient gecontroleerd te worden of dit geen nadelige invloeden kan hebben voor de beuk. Mochten er nadelen voor de boom ontstaan dan zou de constructie op een aantal plaatsen geperforeerd kunnen worden zodat het boezemwater kan doorstromen richting het wortelpakket van de beuk. Dit is echter weer een nadeel voor het krijgen van vergroeiingen van de wortels van de beuk met de constructie, de wortels zullen groeien richting de perforaties. Dan is de jaarlijkse controle op vergroeiingen essentieel.

## 5 Conclusie en advies

---

Het toepassen van de kunststof damwand ter plaatse van de beuk in traject 103\_2 is een goede oplossing. De berekende constructie door de leverancier dient aangepast te worden. De lengte van de palen dient verlengd te worden tot 7,0 m (teenniveau NAP -6,8 m).

Aangetoond is dat de constructie voldoende sterk en stabiel is voor de berekende situaties tijdens dagelijkse omstandigheden, bovenbelasting en de ontgrondingskuil van de beuk voor een minimale levensduur van 30 jaar. Overigens zal in de situatie van het falen van de beuk de wijze waarop de beuk omvalt de grootste invloed hebben. Als deze op de constructie valt is het zeer waarschijnlijk dat de constructie ook faalt, ook als er wortels vergroeien met de constructie. Jaarlijkse controle op vergroeiingen wordt geadviseerd. Ook de conditie van de beuk dient periodiek gecontroleerd te worden.

De constructie dient als vervangende waterkering maar is wel zettingsgevoelig. Hiermee moet rekening gehouden worden gedurende de levensduur, de constructie kan nadat het onder de ingreephoogte is gekomen eenvoudig weer op hoogte worden gezet door de stalen buispalen op te lengen.

## BIJLAGEN

### A. D-Sheet berekening

## **Report for D-Sheet Piling 18.1**

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares

Date of report: 23-9-2019  
Time of report: 16:37:18  
Report with version: 18.1.1.2

Date of calculation: 23-9-2019  
Time of calculation: 14:29:27  
Calculated with version: 18.1.1.2

File name: N:\..\INFR170434 190923 0b Prolock kadevak 103\_2\_RvdM\_dag-omst

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Warnings	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum allowable moments	5
3.3 Calculation Options	5
4 Outline Stage 1: Dagelijkse omstandigheden	7

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		<b>7,88</b>	<b>-5,18</b>	<b>0,0</b>	<b>62,1</b>	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		<b>7,88</b>	-5,15	<b>0,0</b>	61,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-34,5	2,91	1,63	<b>0,0</b>	32,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		3,49	1,96			
Max			<b>7,88</b>	<b>-5,18</b>	<b>0,0</b>	<b>62,1</b>	---

### 2.2 Warnings

\* Phi values

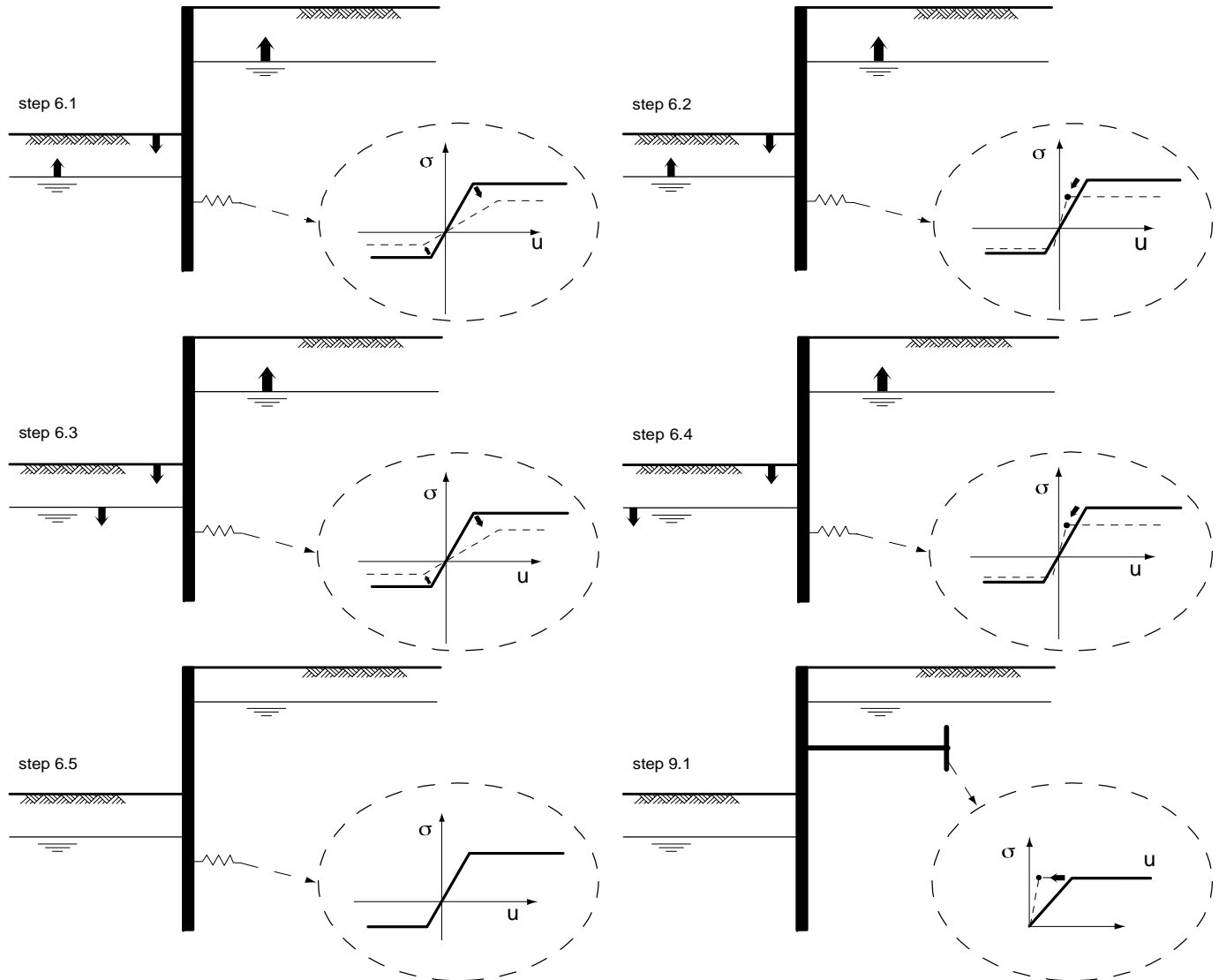
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a  $K_a$ ,  $K_o$ ,  $K_p$  calculation.

Profile(s):

- Grondopbouw water
- Grondopbouw land



2.3 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m <sup>3</sup>
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

#### 3.2 Sheet Piling Properties

Length	7,00 m
Level top side	0,20 m
Number of sections	2

##### 3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Omega + 2 stal...	-1,30	0,20	Combined	0,50
2 stalen palen Ø	-6,80	-1,30	User defined	0,14

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm <sup>2</sup> /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ]	Note to reduction factor
Omega + 2 stal...	2,3341E+03	0,93	1,0854E+03	
2 stalen palen Ø	7,9857E+03	0,93	1,0397E+03	

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Omega + 2 stal...	70,33	1,00	1,00	0,95	33,41
2 stalen palen Ø	181,22	1,00	1,00	0,94	23,85

#### 3.3 Calculation Options

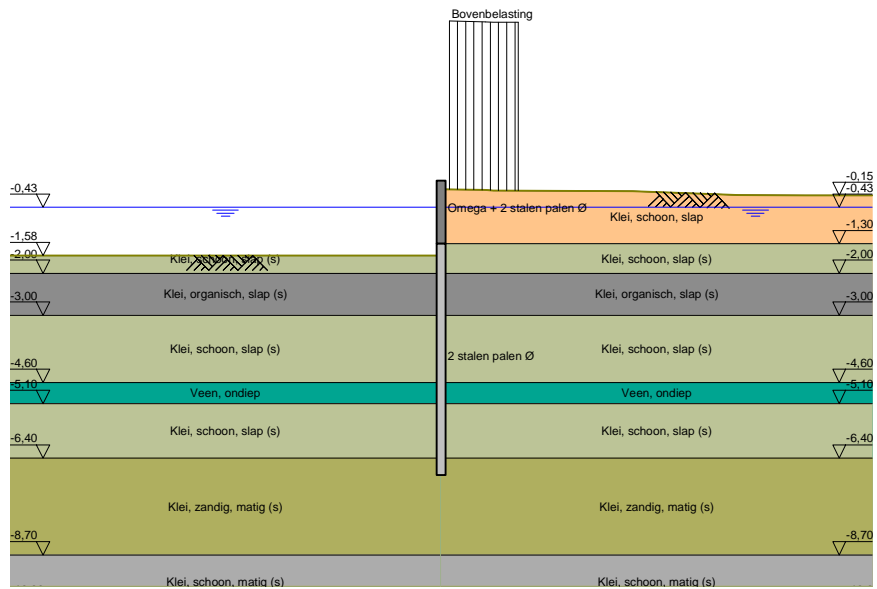
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00

---

- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

## 4 Outline Stage 1: Dagelijkse omstandigheden

Outline - Stage 1: Dagelijkse omstandigheden



End of Report

## **Report for D-Sheet Piling 18.1**

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares

Date of report: 9/23/2019  
Time of report: 4:37:43 PM  
Report with version: 18.1.1.2

Date of calculation: 9/23/2019  
Time of calculation: 2:30:34 PM  
Calculated with version: 18.1.1.2

File name: N:\..\INFR170434 190923 0b Prolock kadevak 103\_2\_RvdM\_ontgrondingskuil

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Warnings	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum allowable moments	5
3.3 Calculation Options	5
4 Outline Stage 1: ontgrondingskuil	7



## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	<b>56,7</b>	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	56,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-5,58	-2,91	<b>0,0</b>	39,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-5,45	-2,91	<b>0,0</b>	39,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	46,3	-3,79	-2,26	<b>0,0</b>	27,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-4,55	-2,71			
Max			<b>-8,36</b>	<b>7,24</b>	<b>0,0</b>	<b>56,7</b>	---

### 2.2 Warnings

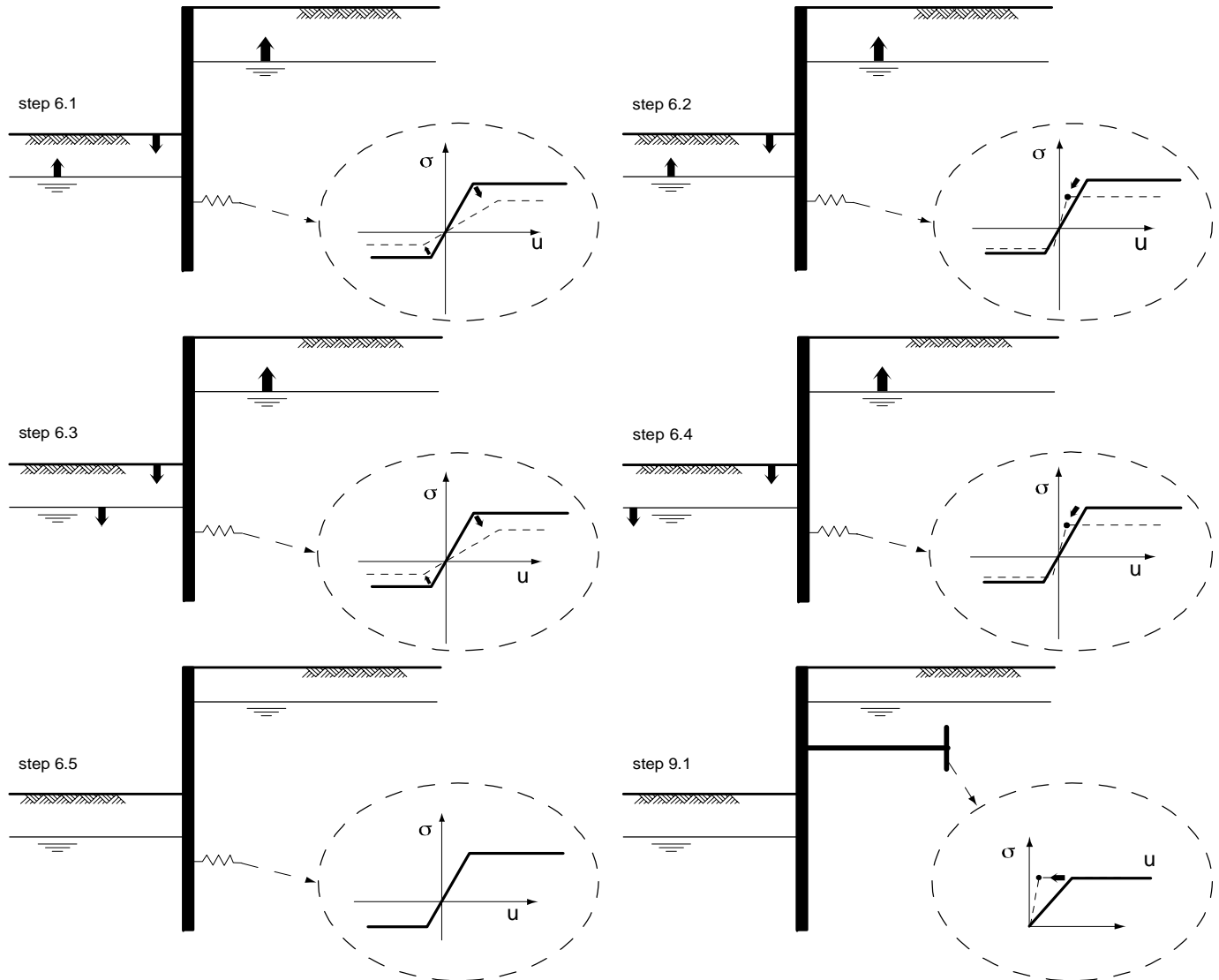
\* Phi values

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a  $K_a$ ,  $K_o$ ,  $K_p$  calculation.

Profile(s):

- Grondopbouw water
- Grondopbouw land

2.3 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m <sup>3</sup>
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

#### 3.2 Sheet Piling Properties

Length	7,00 m
Level top side	0,20 m
Number of sections	2

##### 3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Omega + 2 stal...	-1,30	0,20	Combined	0,50
2 stalen palen Ø	-6,80	-1,30	User defined	0,14

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm <sup>2</sup> /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ]	Note to reduction factor
Omega + 2 stal...	2,3341E+03	0,93	1,0854E+03	
2 stalen palen Ø	7,9857E+03	0,93	1,0397E+03	

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Omega + 2 stal...	70,33	1,00	1,00	0,95	33,41
2 stalen palen Ø	181,22	1,00	1,00	0,94	23,85

#### 3.3 Calculation Options

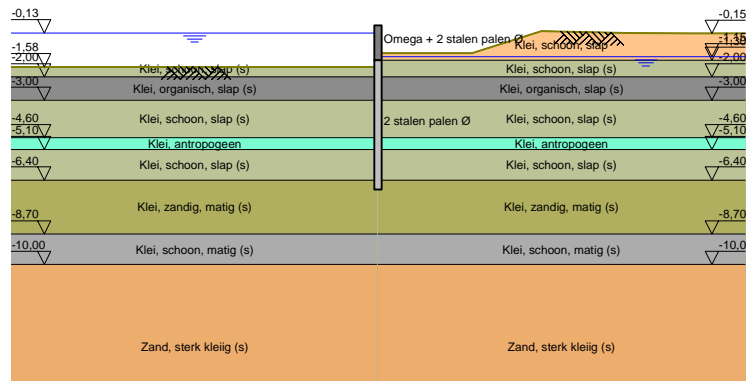
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00

---

- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

## 4 Outline Stage 1: ontgrondingskuil

### Outline - Stage 1: ontgrondingskuil



End of Report

## B. Gegevens constructie

### Projectgegevens

Opdrachtgever:	Hoogheemraadschap van Delfland
Project:	BGO Kadevak 103_2
Projectnummer:	INFR170434
Betreft:	Kunststof damwand Commandeurshof 9
Referentie:	-
Auteur(s):	R. van der Meijs
Datum:	23-9-2019
Revisie:	0
Status:	Concept

### Gegevens van het constructie element

Prolock type	=	Omega
Palen	=	ø139,7*5,6
$D_{\text{buiten, origineel}}$	=	139,7 mm
$t_{\text{wand, origineel}}$	=	5,6 mm
H.o.h. afstand palen	=	0,5 m
Staalkwaliteit	=	S235
Enkelzijdige corrosie buitenzijde	=	0,36 mm
Enkelzijdige corrosie binnenzijde	=	0,36 mm

### Constructiegegevens gecombineerd profiel

<b>Reductiefactor<sub>EI</sub></b>	=	0,88 -
$EI_{\text{Origineel}}$	=	2334,11 kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
$EI_{\text{Corrosie}}$	=	2046,42 kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
<b>Reductiefactor<sub>M</sub></b>	=	0,92 -
$M_{r, \text{kar}; \text{el}; \text{origineel}}$	=	55,71 kNm/m <sup>1</sup>
$M_{r, \text{kar}; \text{el}; \text{corrosie}}$	=	51,26 kNm/m <sup>1</sup>

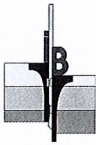
### Constructiegegevens buispalen

<b>Reductiefactor<sub>EI</sub></b>	=	0,88 -
$EI_{\text{Origineel}}$	=	1115,60 kN/m <sup>2</sup> /paal
$EI_{\text{Corrosie}}$	=	976,80 kN/m <sup>2</sup> /paal
<b>Reductiefactor<sub>M</sub></b>	=	0,88 -
$M_{r, \text{kar}; \text{el}; \text{origineel}}$	=	127,94 kNm/m <sup>1</sup>
$M_{r, \text{kar}; \text{el}; \text{corrosie}}$	=	112,60 kNm/m <sup>1</sup>
$M_{, \text{max}; \text{corrosie per paal}}$	=	15,65 kNm

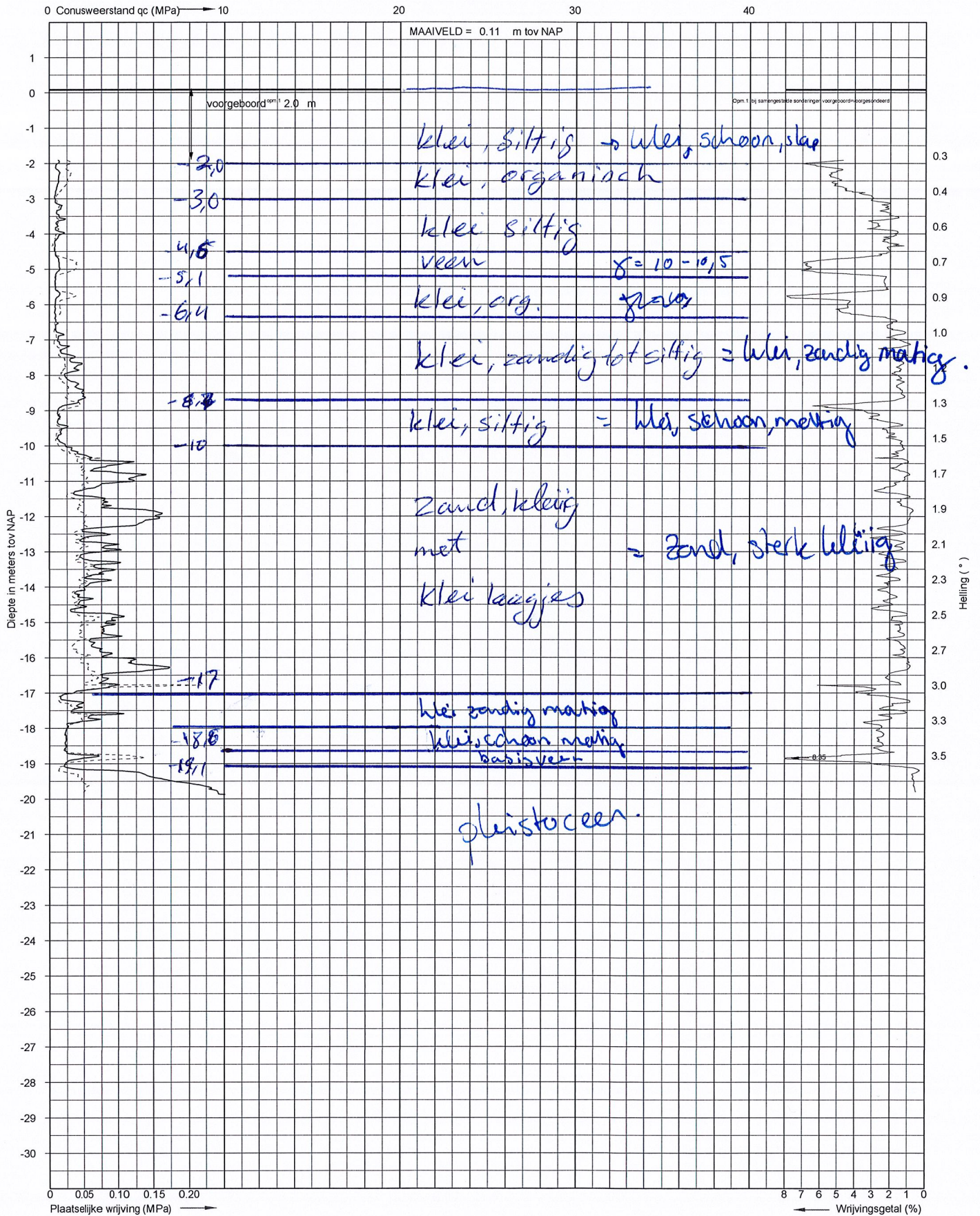
## C. Grondonderzoek



interpretatie/grondbouw (DKM-0)  
23-09-2019 / Farshad Hesami



Opdracht: 06P005104  
Project: Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sondeerkasse 3  
Conusnummer: P10-CFII-10

Uitvoerder: S15-ken  
Datum: 6-5-2019

X: 78332,714  
Y: 439386,418

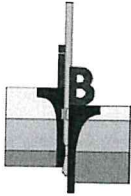
Sondering DKM-01





**INPIJN-BLOKPOEL**  
**ingenieursbureau**

**Geotechniek - Milieutechniek**



---

## Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

**Betreft** Resultaten geotechnisch onderzoek

**Opdrachtnummer** 06P005104

**Documentnummer** 06P005104-RG-01

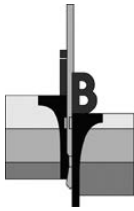
**Opdrachtgever** Hoogheemraadschap van Delfland  
Postbus 3061  
2601 DB Delft

*Opgesteld door* : A. Verrips  
*Gezien* : H. Eenhoorn  
*Status* : Definitief  
*Codering* : RG

*Datum rapport* : 8 mei 2019

Paraaf :

Paraaf :



Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## INHOUDSOPGAVE

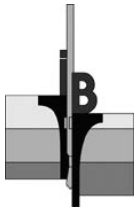
<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ONDERZOEK .....</b>	<b>1</b>
2.1 SONDERING.....	1
2.2 BORING.....	1
2.3 VOORBORING .....	1
2.4 WATERPASSING.....	2
2.5 FOTO'S.....	2

### BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafiek
- D) Boorstaten
- E) Verklaring codering

### VERZENDLIJST

1x digitaal Hoogheemraadschap van Delfland te Delft t.a.v. mevrouw M. Houdé  
[mhoude@hdelfland.nl](mailto:mhoude@hdelfland.nl)



Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## 1. INLEIDING

Ten behoeve van het project "Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland" is door ons bureau op verzoek van Hoogheemraadschap van Delfland uit Delft een geotechnisch onderzoek verricht. Voorliggend rapport bevat een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

## 2. ONDERZOEK

### 2.1 Sondering

Er is één sondering gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij deze sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft een indicatie van de verschillende grondsoorten onder het grondwaterniveau. De sondering is uitgevoerd door de onverankerde minirups.

Opmerking:

Sondering DKM-01 is ongeveer 20 meter verplaatst in overleg met de opdrachtgever.

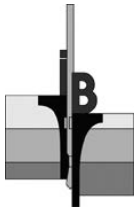
Voor de grafiek van de sondering wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van het sondeerpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01, toegevoegd onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

### 2.2 Boring

Er is een boring uitgevoerd. In het boorgat is naar de grondwaterstand gepeild. Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01, toegevoegd onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

### 2.3 Voorboring

Er is een voorboring(vBDKM-01) uitgevoerd. In het boorgat is naar de grondwaterstand gepeild. Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01, toegevoegd onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.



Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## **2.4 Waterpassing**

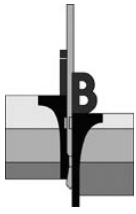
Met behulp van een GNSS meetsysteem is de hoogte van een vast punt (Put 1) bepaald ten opzichte van NAP. De hoogte van het maaiveld ter plaatse van het onderzoekspunt (Dorpel 1) is vervolgens ingemeten uitgaande van dit vaste punt.

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de overige onderzoekspunten ingemeten in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP.

De gemeten hoogte is gecontroleerd aan de hand van een NAP-referentieniveau in de omgeving van het werk. Voor de omschrijving van het referentiepunt en voor de resultaten van de waterpassing wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

## **2.5 Foto's**

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.

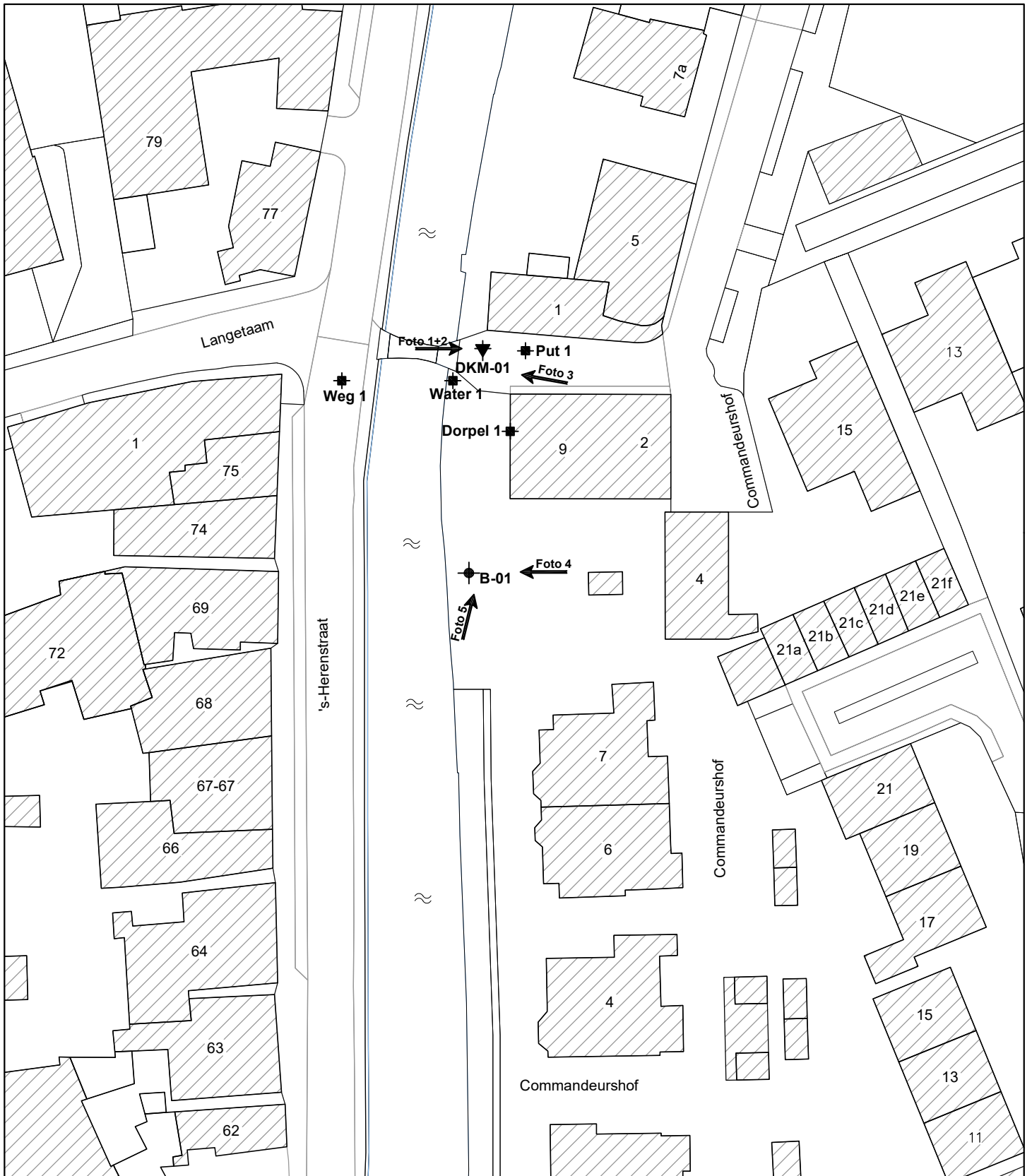


Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

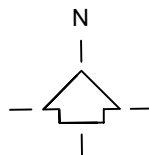
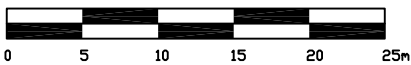
---

## Bijlage A

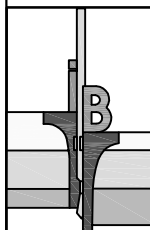




 **Bestaande bebouwing**



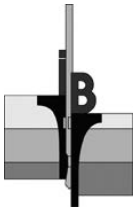
Bron: <b>E-mail digitale tekening</b>	
Bureau + vestigingsplaats:	
Tekening- / bladnummer:	
Datum laatste bewerking:	

	Opdrachtnomschrijving / locatie: <b>Grondonderzoek nabij Commandeurshof 9 te Maasland</b>	Opdrachtnummer: <b>046P005104</b>	Bijlage: <b>SIT-01</b>	
	Omschrijving tekening: <b>Situatietekening</b>	Bewerkt: <b>AVS</b>	Datum: <b>08-05-2019</b>	
		X, Y:	Schaal: <b>1 : 500</b>	Formaat: <b>A4</b>

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

n:\opdrachten\06\005106p005104\06-veldwerk\04-tekeningen\06p005104-sit-01-avs.dwg





Opdracht : 06P005104  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---



1. Locatie vBDKM-01



2. vBDKM-01



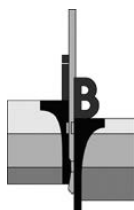
3. Locatie DKM-01



4. Locatie B-01



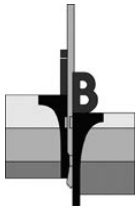
5. B-01



Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## Bijlage B



Opdracht : 06P005104  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

### WATERPASSTAAT

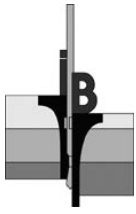
Datum meting : 6 mei 2019  
Referentiepunt : Put 1  
Hoogteligging referentiepunt : 0,02m t.o.v. NAP  
Locatie referentiepunt : Zie situatietekening  
Gegevens verstrekt door : dGPS

<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
DKM-01 / vBDKM-01	78.332,7	439.396,4	0,11
B-01	78.331,4	439.375,4	-0,13
Dorpel 1 – Commandeurshof 9	---	---	0,24
Put 1	78.336,7	439.396,2	0,02
Weg 1	78.319,5	439.393,2	0,01
Water 1 d.d. 06-05-2019	78.329,9	439.393,4	-0,48
Grondwaterstand DKM-01 d.d. 06-05-2019	---	---	-1,69
Grondwaterstand B-01 d.d. 06-05-2019	---	---	-1,28

Indien de bovengenoemde RD-coördinaten (X, Y en Z) zijn vermeld dan zijn deze meetpunten ingemeten met behulp van dGPS.

**Let op:**

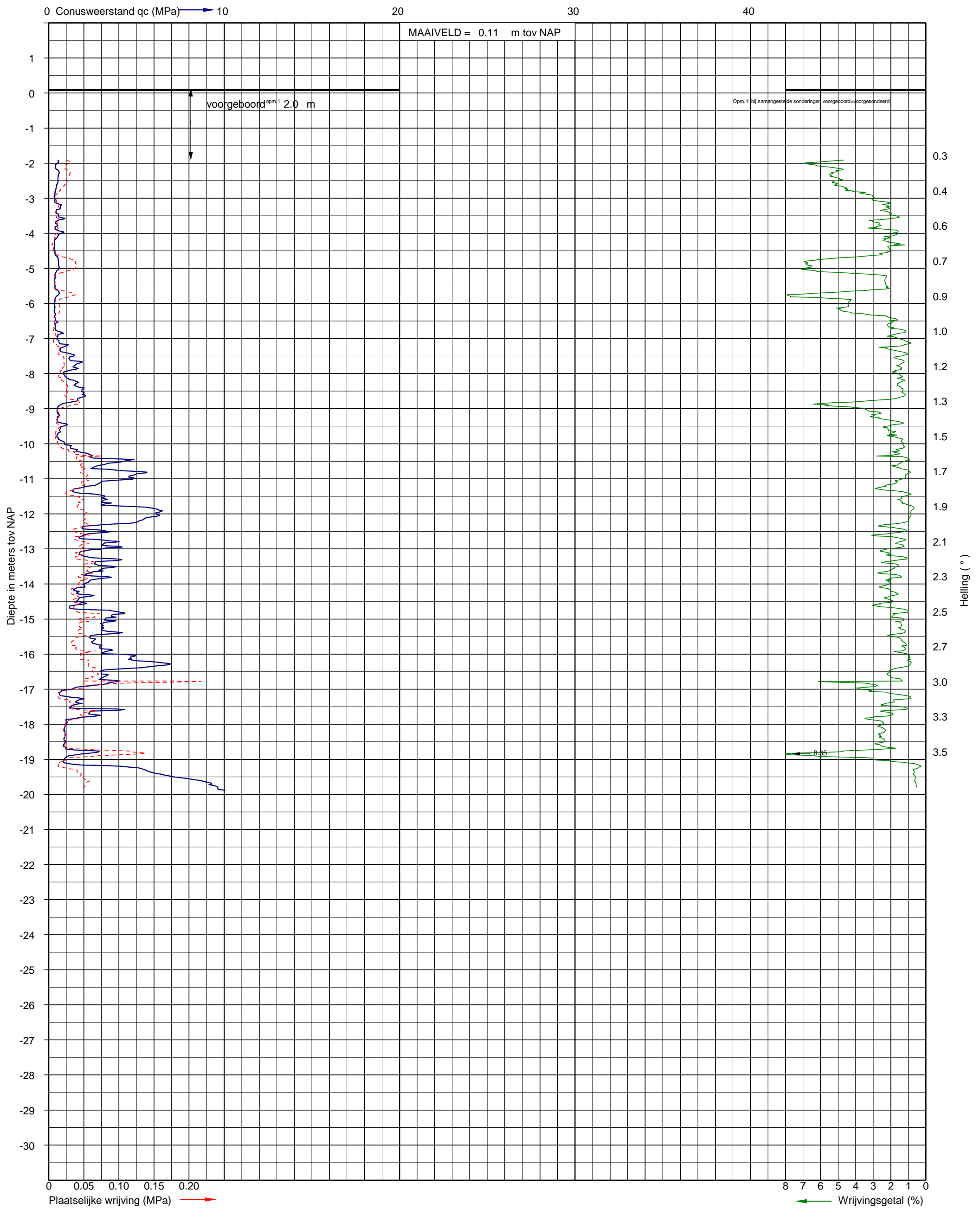
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

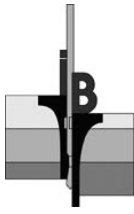


Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## Bijlage C

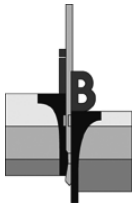




Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## Bijlage D



Opdracht: 06P005104

Project: Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

**Boring:**

Uitvoering op:  
Uitvoering door:

**B-01**

06-05-2019  
mvl/thn

**Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1**

Maaiveldhoogte [m]: -0,13 N.A.P.  
Grondwaterstand [cm-mv]: 115

**Classificatie volgens NEN 5104**



**Boring:**

Uitvoering op:  
Uitvoering door:  
Uitgevoerd nabij:

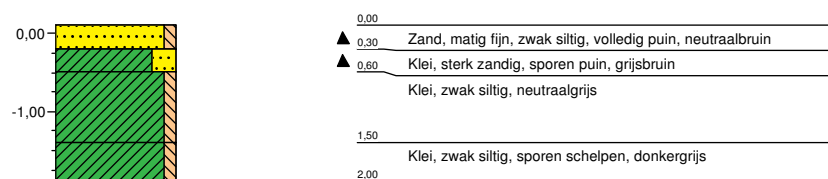
**vBDKM-01**

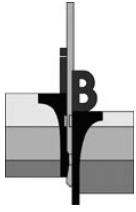
06-05-2019  
mvl/thn  
DKM-01

**Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1**

Maaiveldhoogte [m]: 0,11 N.A.P.

**Classificatie volgens NEN 5104**



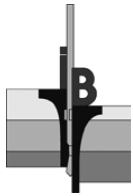


Opdracht : 06P005104  
Document : 06P005104-RG-01  
Project : Grondonderzoek nabij de Commandeurshof 9 te Maasland

---

## Bijlage E





## VERKLARING CODERING BORINGEN (conform NEN 5104)

### GRIND

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

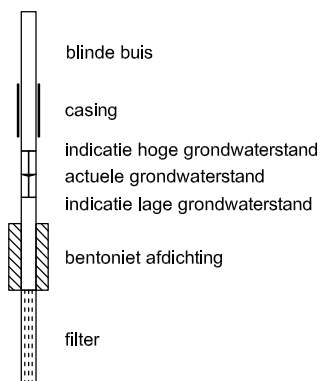
### VEEN

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleilig
	veen, sterk kleilig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

### KLEI

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig zandig
	klei, sterk zandig

### PEILBUIS



### ZAND

	zand, kleilig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

### LEEM

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

### SLIB

	slib
--	------

### TOEVOEGINGEN

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

### GRONDMONSTERS

	geroerd monster
	ongeroerd monster

### OVERIG

	bijzonder bestanddeel
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand

## LEGENDA TEKENINGEN

### SONDERINGEN

	Sondering met meting conusweerstand
	Diepsondering met plaatselijke kleef
	Sondering met waterspanning
	Seismische sondering
	Sondering met bolconus
	Handsondering
	Slagsondering
	Niet uitgevoerde sonderingen

### BORINGEN en PEILBUIZEN

	Boring
	Boring met peilbuis
	Mechanische boring
	Niet uitgevoerde boring
	Boring eerdere fase

### MONITORING

	SCM-01 Scheurmeter
	Deformatiebout
	Trillingsmeter
	PDP- Plaatdrukproef
	ZB- Zakbaak
	WSM- Waterspanningsmeter
	HLM- Hellingmeter
	Deformatiesticker

### ANDERE SYMBOLEN

	foto 1 Positie en richting foto
	Meetpunt
	0-punt lokaal assenstelsel

### KLEUR CODERING ONDERZOEKSFASE

	Sondering Fase 02
	Sondering Fase 03
	Sondering Fase 04

## ADVISERING GEOTECHNIEK

Paalfundering  
Fundering op staal

Bouwputontwerp  
Bemaling  
Grondkerende constructie  
Taludstabiliteit

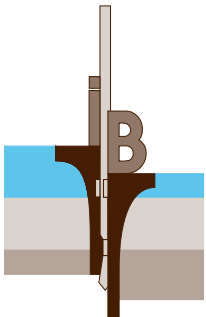
Bouwrijp maken terrein  
Grondbalans  
Drainage  
Afkoppelen en infiltreren  
Geo-hydrologische studie

Toezicht heiwerk

Funderingsrenovatie  
Schade expertise

Pijpleidingen  
Gestuurde boringen

Trillingsanalyse  
Geluidsanalyse



**INPIJN-BLOKPOEL**  
ingenieursbureau



**Ingenieursbureau Inpijn-Blokpoel West B.V.**

Mercuriusweg 18  
2741 TA Waddinxveen  
telefoon (0182) 61 00 13

e-mail [west@inpijn-blokpoel.com](mailto:west@inpijn-blokpoel.com)

## VELDWERK

Sonderen  
Boren  
Pompproeven  
Peilbuizen

Landmeetkundig werk  
Nauwkeurigheidswaterpassing  
DGPS-metingen  
Inmeten palenplan

Trillingsmeting  
Geluidsmeting  
Akoestische paalcontrole  
Geo-monitoring

Heibegeleiding  
Toezicht bouwputten

## LABORATORIUM

Classificatie proeven  
Mechanische eigenschappen  
Chemische analyse

## MILIEU-ONDERZOEK

Verkennd-, nader- en  
saneringsonderzoek  
Adviesing  
Projectbegeleiding  
Akoestisch onderzoek  
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)

[www.inpijn-blokpoel.com](http://www.inpijn-blokpoel.com)



## D. Aangeleverde gegevens door leverancier

Hieronder zijn de eigenschappen van de constructie gegeven, deze zijn aangeleverd door de leverancier, zie onderstaand. Het type kunststof damwand is Prolock Omega met een schermhoogte van 1,50 m. Door de leverancier wordt benadrukt dat het onzeker is of de paal voldoende draagkracht kan ontleen aan de ondergrond en dat het scherm met een klemgording gebout moet worden aan de stalen buispaal.

Beste Rick,

Ik ben uitgegaan van een buispaal S235; 139.7x5.6 mm. H.o.h. 500mm. Dus in elke koker van het Omega scherm zit een buispaal.

Met vriendelijke groeten / Mit freundlichen Grüßen / Kind regards / Avec sincères salutations,

**Profextru Productie B.V.** | Bruchterweg 88 | 7772 BJ Hardenberg | The Netherlands  
P.O. Box 122 | 7770 AC Hardenberg | The Netherlands

Geachte heer Van der Meijs,

Hierbij ontvangt u de technische specificaties en DWG details van de Omega damwand. Van de klemgording heb ik geen specificaties. De damwand zal nagenoeg niet zakken indien de paallengte voldoende is en de bodem voldoende draagkracht heeft. Het liefst staat de paal in een vaste onderlaag. Dit kunnen wij niet berekenen.

Belangrijk is dat het scherm met behulp van de klemgording wordt gebout aan de paal.

Met vriendelijke groeten / Mit freundlichen Grüßen / Kind regards / Avec sincères salutations,

**Profextru Productie B.V.** | Bruchterweg 88 | 7772 BJ Hardenberg | The Netherlands

Aangeleverde gegevens kunststof damwand

## E. D-Foundations rapport

## **Report for D-Foundations 17.1**

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations  
Developed by Deltares

Date of report: 23-9-2019  
Time of report: 16:52:30

Date of calculation: 23-9-2019  
Time of calculation: 16:51:30

Filename: N:\..\d-foundations check\INFR170434\_190912 Draagvermogen buispalen

Project identification:

D-Foundations INFR170434\_190912 Draagvermogen buispalen

---

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	4
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile DKM-01	4
2.7 Pile Types	5
2.7.1 Pile type : HoOpen 140	5
2.8 Foundation Plan	6
2.8.1 View of Foundation Plan	6
2.9 Excavation Data	6
2.10 Overruled Parameters	7
2.11 Model Options	7
2.12 Model Options	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	8
3.1 Errors and Warnings	8
3.2 Remarks	8
3.3 Calculation Parameters	8
3.3.1 Pile Factors	8
3.3.2 Pile type : HoOpen 140	8
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : HoOpen 140	9
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	9

---

## 2 Input Data

### 2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

### 2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :

Design engineer superstructure :

Principal :

Title 1 :

Title 2 :

Title 3 : D-Foundations INFR170434\_190912 Draagvermogen buispalen

Number of project : -

Location of project :

### 2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

### 2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

### 2.5 General CPT Data

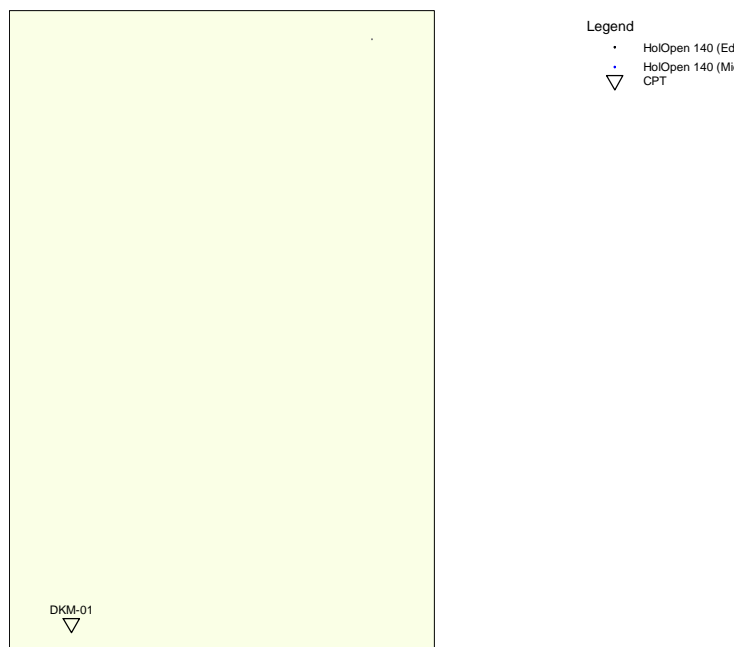
Number of CPT's :

1

Timing of CPT's :

CPT - Excavation - Install

## 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
1: DKM-01	-6,80	-19,00	-19,00	78332,71	439396,42

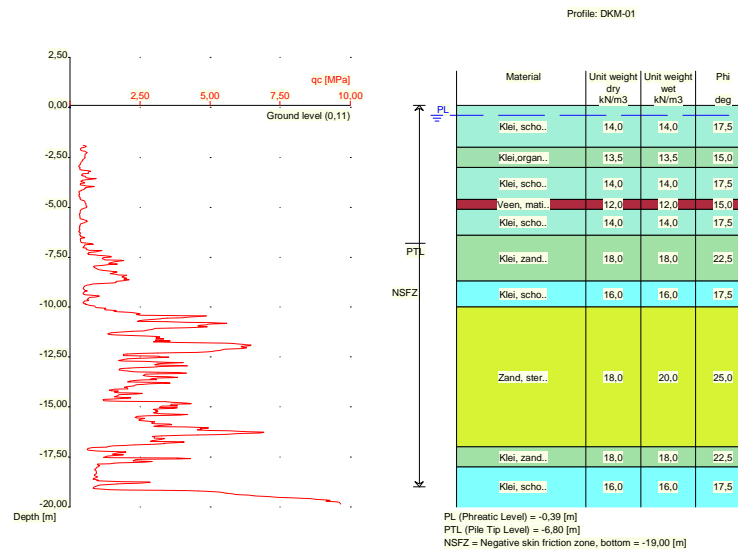
## 2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

### 2.6.1 Soil Profile DKM-01

Belonging to CPT	DKM-01
Surface level in [m. reference level] :	0,11
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,39
Pile tip level in [m. reference level] :	-6,80
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-19,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-19,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	10





Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma,sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,110	14,00	14,00	17,50	Clay	--
2	-2,000	13,50	13,50	15,00	Clay	--
3	-3,000	14,00	14,00	17,50	Clay	--
4	-4,600	12,00	12,00	15,00	Peat	--
5	-5,100	14,00	14,00	17,50	Clay	--
6	-6,400	18,00	18,00	22,50	Clay	--
7	-8,700	16,00	16,00	17,50	Clay	--
8	-10,000	18,00	20,00	25,00	Sand	0,200
9	-17,000	18,00	18,00	22,50	Clay	--
10	-18,000	16,00	16,00	17,50	Clay	--

## 2.7 Pile Types

### 2.7.1 Pile type : HoOpen 140

Pile type : Open-ended steel pipe pile  
 Materialtype for pile : Steel  
 Slip layer : None  
 Pile shape : Round open-ended hollow pile  
 beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.  
 s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

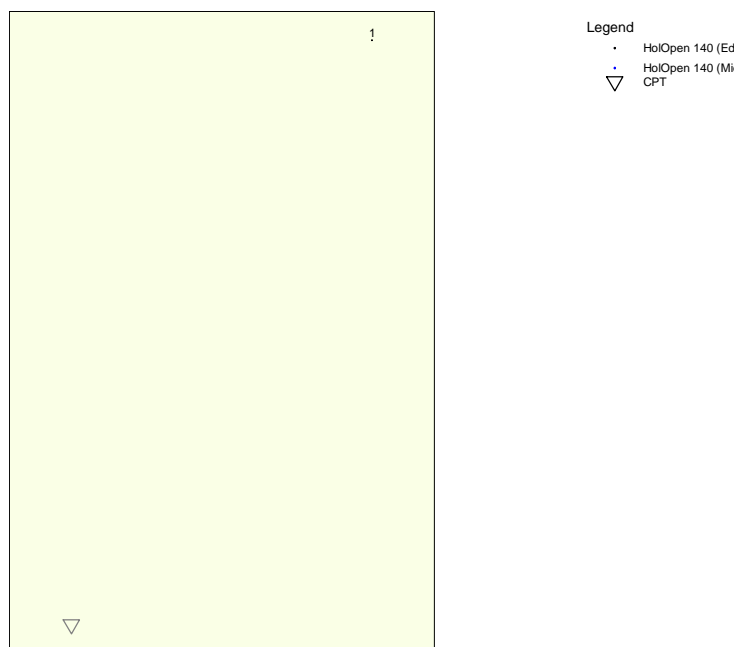
Pile dimensions :  
 Diameter at tip [m] : 0,140

Wall thickness [mm] : 5,2

## 2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1  
 Number of collaborating piles\* : 1  
 \* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

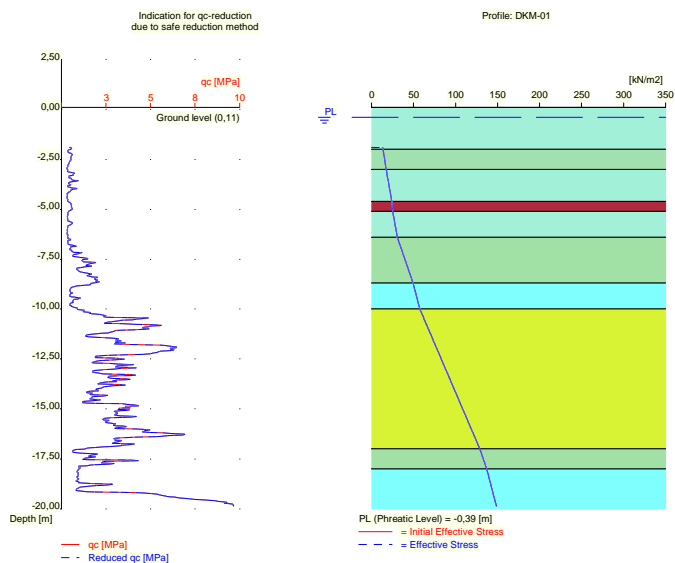
### 2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	F <sub>c;d</sub> (STR/GEO) [kN]	F <sub>c;d</sub> (SLS) [kN]	P0 [kN/m <sup>2</sup> ]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	81732,30	446002,92	0,00	0,00	0,00	-0,13

## 2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 0,11  
 Reduction model : Safe (NEN)



## 2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,39
User defined Factor xi4 [-] :	1,39

## 2.11 Model Options

- Use pilegroup for negative skin friction (standard)
- Create intermediate results file
- Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
- Use the influence of excavations (standard).

## 2.12 Model Options

Selected pile types :  
-HolOpen 140

Selected profiles :  
-DKM-01

Trajectory  
 -begin [m] : -5,00  
 -end [m] : -18,80  
 -interval [m] : 0,50

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity

### 3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor  $\xi_3$  (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor  $\xi_4$  (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Soil profile DKM-01

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -0,13 m relative to reference level.

### 3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

### 3.3 Calculation Parameters

#### 3.3.1 Pile Factors

$\gamma_b$ (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
$\gamma_b$ (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
$\gamma_s$ (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
$\gamma_s$ (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
$\xi_3$ (user defined) :	1,39
$\xi_4$ (user defined) :	1,39

#### 3.3.2 Pile type : HoOpen 140

Pile type :	Open-ended steel pipe pile
Materialtype for pile :	Steel
Slip layer :	None
Pile shape :	Round open-ended hollow pile
$\beta$ (Shape factor: figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
$s$ (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	
- calculated as plugged :	1,00
- calculated as unplugged :	0,61
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0,140
Wall thickness [mm] :	5,2

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
DKM-01	--	--	0,7000

### 3.4 Results Bearing Forces for Pile type : HoOpen 140

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
DKM-01	-5.00	1	0	1	1	8	8	-7
DKM-01	-5.50	0	0	0	0	10	10	-10
DKM-01	-6.00	0	0	0	0	11	11	-11
DKM-01	-6.50	0	0	0	0	13	13	-13
DKM-01	-7.00	0	0	0	0	14	14	-14
DKM-01	-7.50	1	0	1	1	16	16	-15
DKM-01	-8.00	1	0	1	1	19	19	-18
DKM-01	-8.50	2	0	2	1	21	21	-20
DKM-01	-9.00	0	0	0	0	24	24	-24
DKM-01	-9.50	1	0	1	1	27	27	-26
DKM-01	-10.00	1	0	1	1	30	30	-29
DKM-01	-10.50	4	0	4	2	33	33	-31
DKM-01	-11.00	4	0	4	2	36	36	-34
DKM-01	-11.50	3	0	3	2	40	40	-38
DKM-01	-12.00	6	0	6	4	44	44	-40
DKM-01	-12.50	3	0	3	2	48	48	-46
DKM-01	-13.00	2	0	2	1	53	53	-52
DKM-01	-13.50	3	0	3	2	58	58	-56
DKM-01	-14.00	2	0	2	1	63	63	-62
DKM-01	-14.50	2	0	2	1	68	68	-67
DKM-01	-15.00	3	0	3	2	74	74	-72
DKM-01	-15.50	2	0	2	1	80	80	-79
DKM-01	-16.00	3	0	3	2	86	86	-84
DKM-01	-16.50	3	0	3	2	93	93	-91
DKM-01	-17.00	1	0	1	1	99	99	-98
DKM-01	-17.50	1	0	1	1	106	106	-105
DKM-01	-18.00	1	0	1	1	114	114	-113
DKM-01	-18.50	1	0	1	1	121	121	-120

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

### 3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	HoOpen 140 Rc;net;d [kN]
DKM-01	0,11	-5,00	-7,00
DKM-01	0,11	-5,50	-10,00
DKM-01	0,11	-6,00	-11,00
DKM-01	0,11	-6,50	-13,00
DKM-01	0,11	-7,00	-14,00
DKM-01	0,11	-7,50	-15,00
DKM-01	0,11	-8,00	-18,00
DKM-01	0,11	-8,50	-20,00
DKM-01	0,11	-9,00	-24,00
DKM-01	0,11	-9,50	-26,00
DKM-01	0,11	-10,00	-29,00
DKM-01	0,11	-10,50	-31,00
DKM-01	0,11	-11,00	-34,00
DKM-01	0,11	-11,50	-38,00
DKM-01	0,11	-12,00	-40,00
DKM-01	0,11	-12,50	-46,00

---

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	HolOpen 140 Rc;net;d [kN]
DKM-01	0,11	-13,00	-52,00
DKM-01	0,11	-13,50	-56,00
DKM-01	0,11	-14,00	-62,00
DKM-01	0,11	-14,50	-67,00
DKM-01	0,11	-15,00	-72,00
DKM-01	0,11	-15,50	-79,00
DKM-01	0,11	-16,00	-84,00
DKM-01	0,11	-16,50	-91,00
DKM-01	0,11	-17,00	-98,00
DKM-01	0,11	-17,50	-105,00
DKM-01	0,11	-18,00	-113,00
DKM-01	0,11	-18,50	-120,00

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

**End of Report**

Waarderweg 40  
2031 BP Haarlem  
Nederland

Fultonbaan 30  
3439 NE Nieuwegein  
Nederland

**iv-Infra b.v.**  
Trapezium 322  
3364 DL Sliedrecht  
Nederland

Telefoon +31 88 943 3200

Telefoon +31 88 943 3200

Telefoon +31 88 943 3200

Postbus 135  
3360 AC Sliedrecht  
[www.iv-infra.nl](http://www.iv-infra.nl)