

ONDERWERP
WVG 134 - Toelichting opbarstberekningen BWRM GDCC

PROJECTNUMMER
30139507

DATUM
2 mei 2025

ONZE REFERENTIE
XNDX6WDK37TM-1156481427-159714:A

VAN
A. de Koning, R. Straathof

AAN
A. Noort, D. van der Plas, R. Plugge

KOPIE AAN
M. de Koning, D. Stoop, R. Schrauwen

Het Hoogheemraadschap van Rijnland (verder Rijnland) heeft voorliggende vergunningaanvraag 134 – 'GDCC watergangen en verhardingen' ontvangen van Schiphol Trade Park. Schiphol Trade Park is gelegen in de Haarlemmermeerpolder. Deze watervergunning wordt o.a. aangevraagd voor het graven van nieuwe watergangen en het aanbrengen van 3 zinkers in de GDCC. De zinkertracés worden aangebracht onder bestaande en toekomstige watergangen ten behoeve van de doorvoer van kabels en leidingen. De Haarlemmermeerpolder is aangemerkt als kwetsbaar kwelgebied, waardoor bij diepere graafwerkzaamheden een verhoogd risico is op opbarsting. In deze memo worden de opbarstberekningen toegelicht. Deze memo is onderdeel van watervergunningaanvraag 134.

Conclusie opbarstberekningen

Uit deze memo en de opbarstberekningen in de bijlagen blijkt dat de werkzaamheden tijdens de realisatie en de gebruiksfase niet leiden tot opbarsting. De werkzaamheden worden waar nodig in de natte uitgevoerd. Bij de zinkers wordt sleufbekisting toegepast tijdens de open ontgraving. Ook worden de watergangen welke worden gekruist kort gedempt zodat het profiel van de ontgraving geminimaliseerd wordt.

De resultaten van de opbarstberekningen zijn in tabel 1 en 2 opgenomen. Bijlage 1 weergeeft de opbarstberekningen van watergang N2, bijlage 2 de opbarstberekening van watergang N3, bijlage 3 van watergang N3 met zinkers, bijlage 4 van watergang N4.

Tabel 1: Resultaten opbarstberekening watergangen en sondering uitvoeringsfase

Watergang	Profiel	Sondering	Neerwaartse druk (kN/m ²) 1D	Neerwaartse druk (kN/m ²) 2D	Opwaartse druk (kN/m ²) 1D	Opwaartse druk (kN/m ²) 2D	(gemiddelde) Veiligheidsfactor	Uitvoering in de natte?
N2	02	S220	55,5	59,9	56,4	56,4	1,02	Ja
N3	03	S303	-	70,3	-	63,8	1,10	Nee
N3 Zinkers	03	S303	-	64,9	-	62,3	1,04	Nee
N4	04	S306	61,0	66,4	61,3	61,3	1,04	Ja

Tabel 2: Resultaten opbarstberekening watergangen gebruiksfase

Watergang	Profiel	Sondering	Neerwaartse druk (kN/m ²) 1D	Neerwaartse druk (kN/m ²) 2D	Opwaartse druk (kN/m ²) 1D	Opwaartse druk (kN/m ²) 2D	(gemiddelde) Veiligheidsfactor
N2	02	S220	55,5	59,9	56,4	56,4	1,02
N3	03	S303	-	74,5	-	63,8	1,17
N4	04	S306	61,0	66,4	61,3	61,3	1,04

Bij watergangen N2 en N4 is een profiel met aan de ene kant een verticaal talud en aan de andere kant een plasberm en flauw 1:3 talud. De berekening van een dergelijk profiel is te maken door de 1D en 2D situatie met elkaar te middelen. In de 1D situatie zijn de berekende waarden resp. 0,99 inclusief veiligheid en in de 2D situatie resp. 1,08 inclusief veiligheid. Bij benadering is het gemiddelde aangehouden van de 1D en 2D situatie, omdat de berekenings-sheet niet toereikend is voor een situatie met aan één zijde geen talud en aan de andere zijde wel een talud. Door deze waarden te middelen wordt een representatieve waarde verkregen van 1,04.

Uitgangspunten

Ter bepaling van het opbarstrisico zijn in Excel berekeningen uitgevoerd. In de opbarstberekeningen is onderscheid gemaakt tussen de uitvoeringsfase (realisatie) en de gebruiksfase. In het algemeen gelden de volgende uitgangspunten:

- Op basis van de stijghoogte analyse van peilbuis meetgegevens is per locatie een maatgevende stijghoogte bepaald.
- Voor het dwarsprofiel is de geometrie en maaiveldhoogtes gehanteerd zoals weergegeven in vergunningstekening STP-WVG-134.
- Voor deze watergang is gebruik gemaakt van de sondering die de grootste kans op opbarsting geeft, hierdoor wordt er conservatief gerekend om en ontstaat er een extra veiligheidsmarge (worst case benadering).
- Er is rekening gehouden met taludwerking van de naastgelegen grondlagen.
- De gebruikte volumieke gewichten per grondlaag zijn weergegeven in tabel 3.
- Er wordt uitgegaan van zoet grondwater in het eerste watervoerende pakket.

Specifiek voor watergang N2 en N4 geldt dat het gemiddelde van de 1D als 2D situatie wordt aangehouden, omdat de berekenings-sheet niet toereikend is voor een situatie met aan één zijde een verticale oeverlijn (zonder talud) en aan de andere zijde wel een talud. In de 1D situatie is er een som gemaakt waarbij de watergang geen taluds heeft, hierbij is dus geen rekening gehouden met de positieve bijdrage van de taluds. Bij de 2D situatie zijn de taluds wel doorgerekend.

Tabel 3: Volumiek gewicht per grondsoort

Grondsoort	Volumiek gewicht ($\gamma_{\text{air}}/\gamma_{\text{sat}}$) [kN/m ³]
VEEN	11/11
KLEI, humeus	13/13
KLEI, schoon	14/14
KLEI, silthoudend	15/15
KLEI, zwak zandig	16/18
KLEI, uitgedroogd	15/15
ZAND, silthoudend	16/19

Uitvoeringsfase

De berekeningen voor de uitvoeringsfase zijn uitgevoerd op basis van de volgende uitgangspunten:

- Er is geen rekening gehouden met een partiele factor op de gunstig werkende belasting, aangezien de watergangen tijdens de uitvoeringsfase worden gegraven.
- Er is een oppervlaktewaterpeil aangehouden van NAP -6,27 m voor de huidige situatie.
- In de berekeningen wordt uitgegaan van een ontgraving in den droge (geen tegenwerkende waterdruk).
- Om opbarsten te voorkomen dient de neerwaartse gronddruk hoger te zijn dan de opwaartse waterdruk. De berekening is uitgevoerd conform NEN9997-1:2011 (Eurocode 7).
- In de uitvoeringsfase zijn de onzekerheden en risico's voor personen en de omgeving kleiner. Daarom is in deze fase gerekend zonder partiele materiaalfactor op de gunstig werkende belasting. Dit betekent dat er geen extra veiligheid op het volumieke gewicht van grond wordt toegepast voor deze tijdelijke situatie.

Gebruiksfase

De berekeningen voor de gebruiksfase zijn uitgevoerd op basis van de volgende uitgangspunten:

- De partiele factor op de gunstig werkende belasting bedraagt 0,9.
- Het toekomstige maaiveldniveau is aangehouden op de laagste hoogte volgens de dwarsprofielen in de vergunningstekening.
- Er is een oppervlaktewaterpeil aangehouden van NAP -6,27 m voor de gebruiksfase. Zie ook de toelichting bij het onderdeel 'waterpeilen'.

Waterpeilen

Er is getoetst bij een waterstand van zowel NAP -6,27 m als -5,87 m. NAP -6,27 betreft het laagste waterpeil in de huidige situatie. NAP -5,87 m betreft het maatgevend zomerpeil in de toekomstig ingerichte situatie.

In de berekeningen is het waterpeil van NAP -6,27 m maatgevend, omdat dit de worst-case benadering is. In een later stadium van het project zal binnen het plangebied worden overgegaan naar een Verbeterd Droogmakerij Systeem waarbij de waterpeilen fluctueren tussen NAP -5,87 m en NAP -6,07 m. Deze waterpeilen zijn gunstiger dan het huidige waterpeil aangezien dan sprake is van hogere tegenwerkende waterdrukken vanuit de watergang.

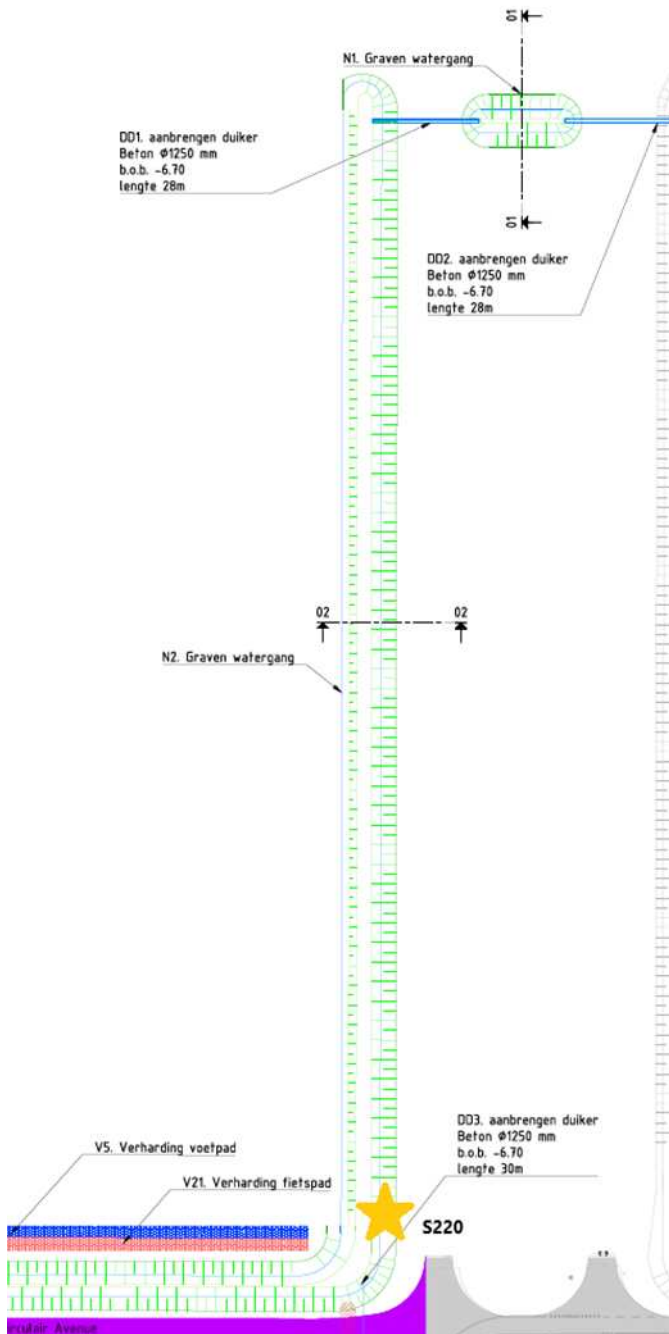
Veiligheid

Om opbarsten te voorkomen dient de neerwaartse gronddruk hoger te zijn dan de opwaartse waterdruk. Conform NEN9997-1:2011 (Eurocode 7) dient men bij de berekening van de neerwaartse druk rekening te houden met een partiele materiaalfactor op de gunstig werkende belasting van 0,9. Deze veiligheidsfactor wordt toegepast voor de onzekerheid van laboratoriumproeven en de bepaling van de grondparameters. Daarnaast is deze factor bedoeld voor het creëren van een veilige situatie voor personen en de omgeving tijdens de gebruiksfase.

In de uitvoeringsfase zijn de onzekerheden en risico's voor personen en de omgeving kleiner. Daarom is in deze fase gerekend zonder partiele materiaalfactor op de gunstig werkende belasting. Dit betekent dat er geen extra veiligheid op het volumieke gewicht van grond wordt toegepast voor deze tijdelijke situatie.

Bijlage 1: opbarstberekeningen watergang N2

In de voorliggende watervergunning wordt een nieuwe watergang gegraven. Deze is in tekening 01 aangemerkt met N2 en weergegeven op figuur 1. De gebruikte sondering is S220 welke midden in de watergang ligt en daardoor representatief is.



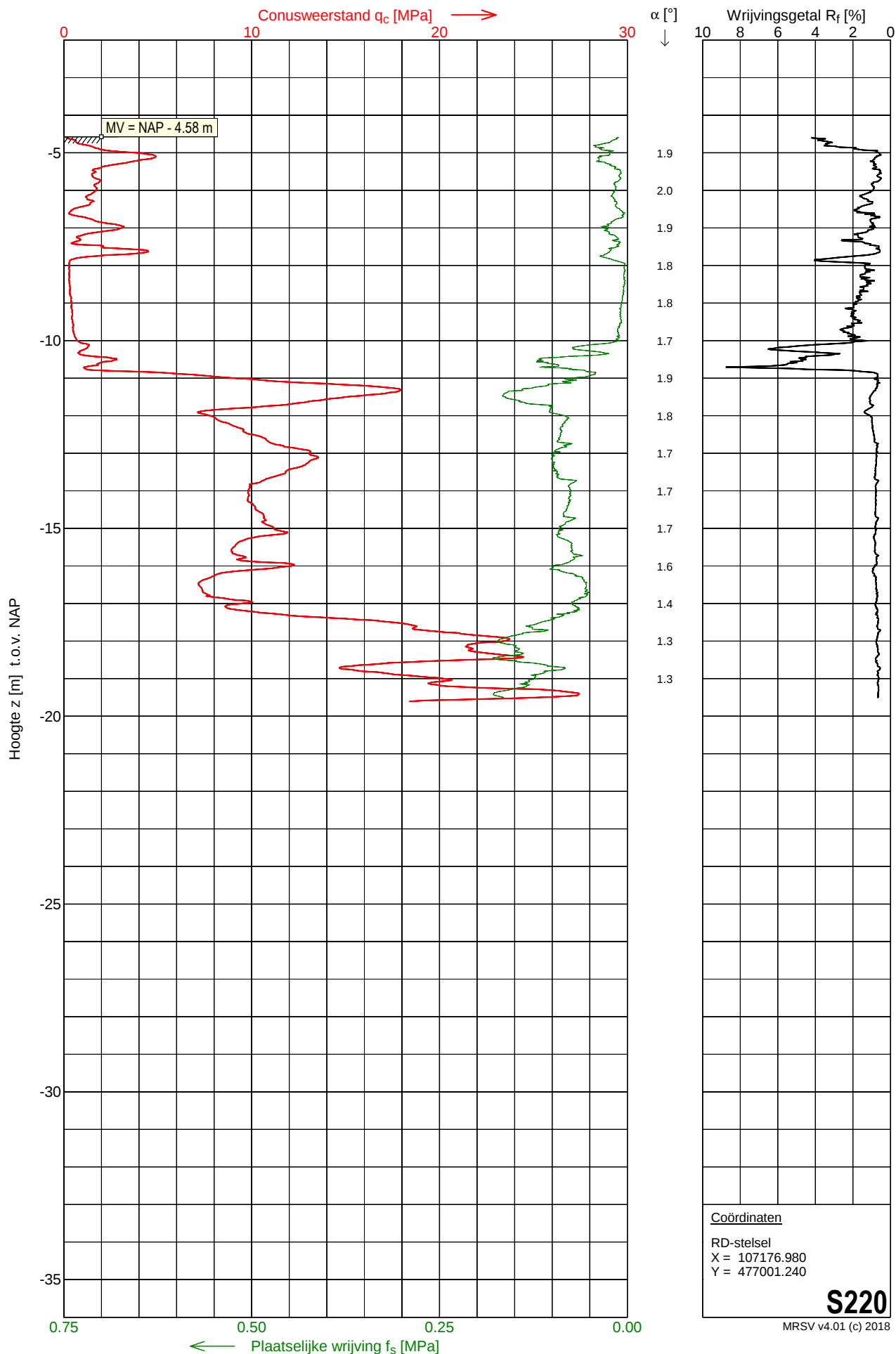
Figuur 1: locatie watergang N2

Sondering S220

Opdracht : 2103145
Plaats : Amsterdam
Datum : 24-01-2022
Project : STP, fase 2

Conus nummer : DP15-CFPTxy.71194
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SR14
Blad : 1 van 1



Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkken door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)

**ARCADIS**Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - Profiel watergang N2 - 1D berekening

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens**Niveaus**

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-10,50	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	3,90	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	1	-D

Grondopbouw

Sondering	S220	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})	
[-]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,00	14,0	
Veen	-10,00	-10,50	10,5	

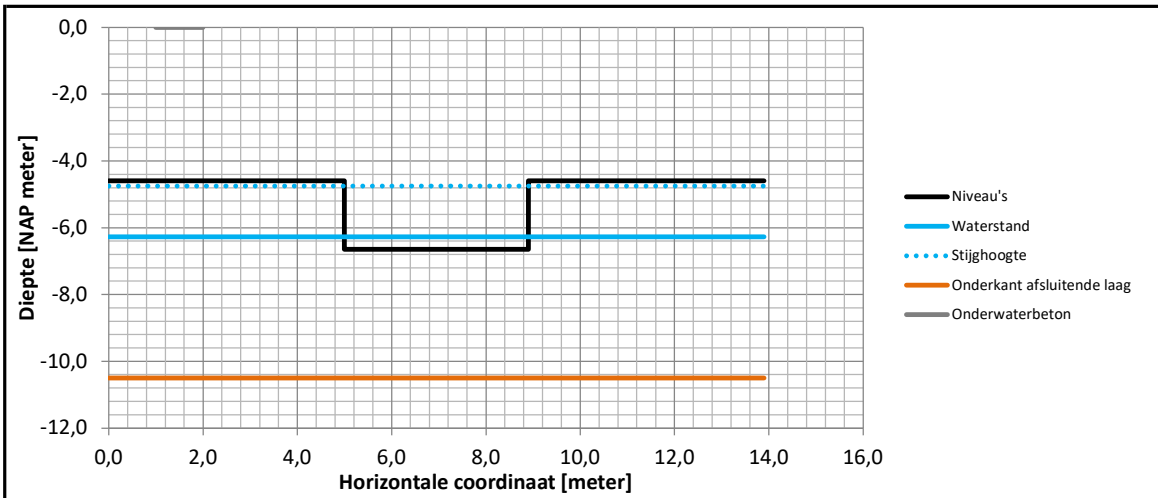
Gegevens water

Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel**Uitvoer****Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})**

Gronddruk 1-D (G_{stab1})	57,9	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stab3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stabw})	3,7	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stabob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{stabwob}$)	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	61,6	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	56,4	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbarsten ($V_{dst,d} \leq G_{stab,d}$)

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	56,4	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	55,5	kN/m ²
Veiligheidsfactor	0,98	-
Voldoet	nee	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkten door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)



ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - Profiel watergang N2 - 2D berekening

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveau's

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-10,50	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wv})	3,90	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	S220	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_b)	Onderkant laag (h_a)	Volumiek gewicht (γ_a)	
[]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,00	14,0	
Veen	-10,00	-10,50	10,5	

Gegevens water

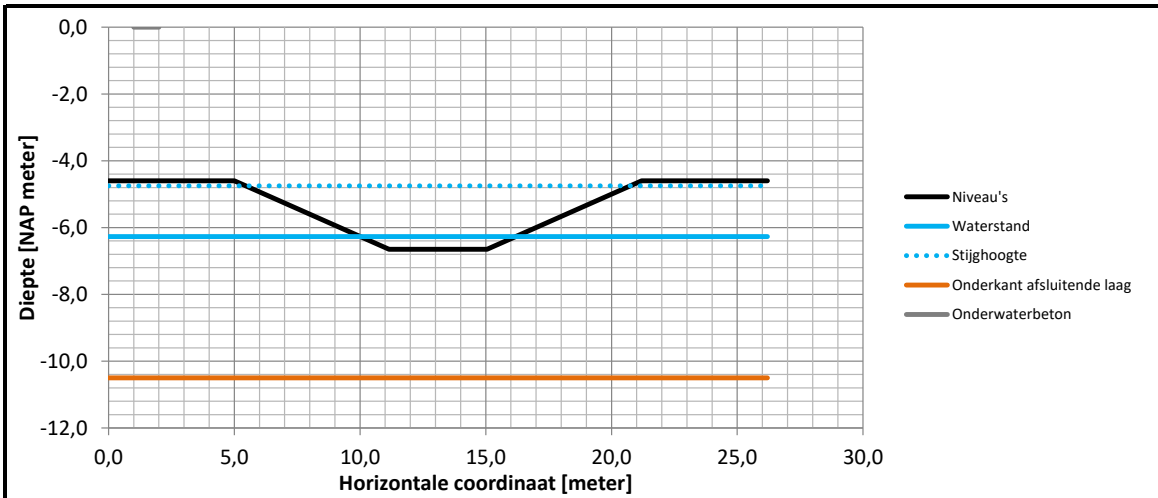
Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})

Gronddruk 1-D (G_{stab1})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	62,9	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stab3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stabwv})	3,7	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stabob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{stabwob}$)	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	66,6	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	56,4	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbarsten ($V_{dst,d} \leq G_{stab,d}$)

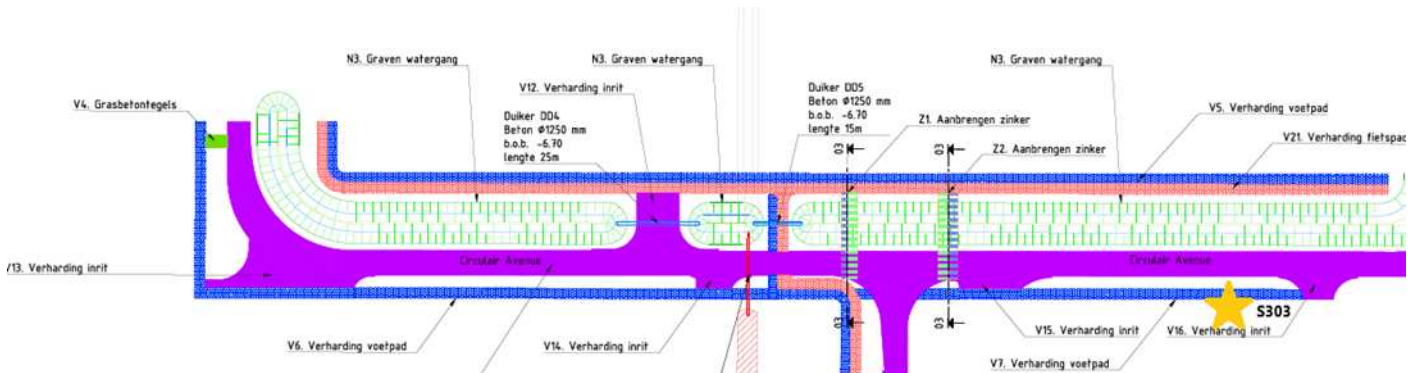
Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	56,4	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	59,9	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1,06	-
Voldoet	ja	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Bijlage 2: opbarstberekningen watergang N3

In de voorliggende watervergunning wordt een nieuwe watergang gegraven. Deze is in tekening 01 aangemerkt met N3 en weergegeven op figuur 2. Voor het berekenen van de ontgraving van de watergang is gebruik gemaakt van sondering S303.



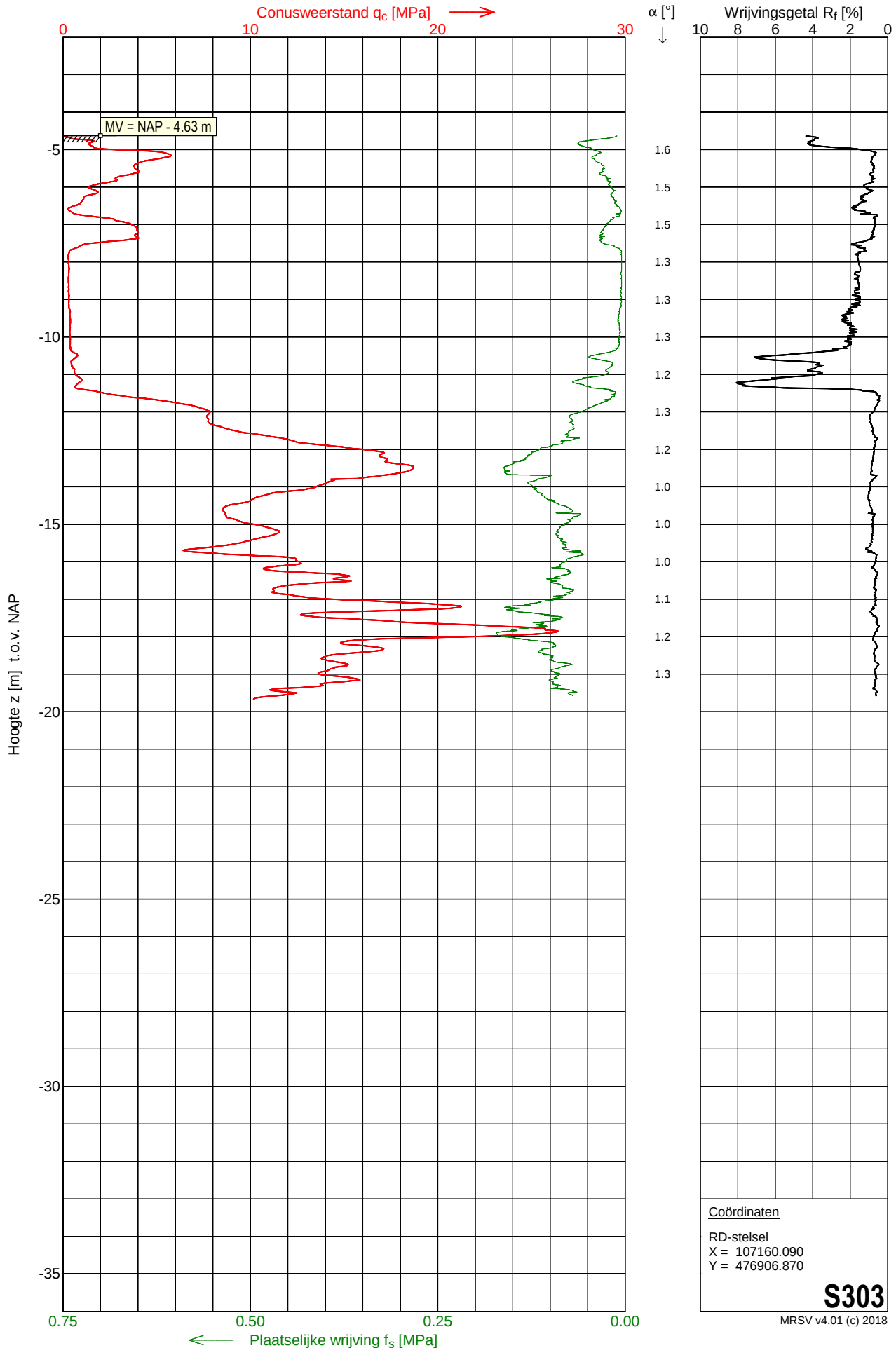
Figuur 2: locatie watergang N3

Sondering S303

Opdracht : 2103145
Plaats : Amsterdam
Datum : 25-01-2022
Project : STP, fase 2

Conus nummer : DP15-CFPTxy.71194
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SR14
Blad : 1 van 1



Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezvrijken door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)

**ARCADIS**Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - Watergang N3 - gebruikersfase

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens**Niveau's**

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-11,25	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	0,50	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	S303	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})	
[]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,25	14,0	
Veen	-10,25	-11,25	10,5	

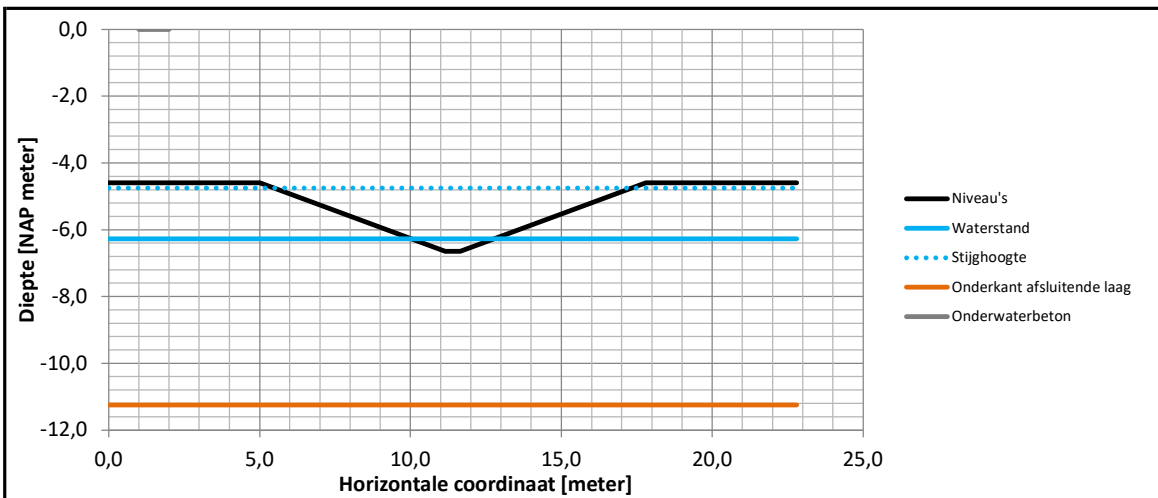
Gegevens water

Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel**Uitvoer****Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})**

Gronddruk 1-D (G_{stb1})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stb2})	79,1	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stb3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stbw})	3,7	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stbob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton (G_{stwbob})	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stb}	82,8	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	63,8	kN/m²
------------------------------------	-------------	-------------------------

Toets op opbarsten ($V_{dst,d} \leq G_{stb,d}$)

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	63,8	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stb,d}$)	74,5	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1,17	-
Voldoet	ja	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkten door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)



ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - Watergang N3

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveaus

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-11,25	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	0,50	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	Nee	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	S303	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})	
[-]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,25	14,0	
Veen	-10,25	-11,25	10,5	

Gegevens water

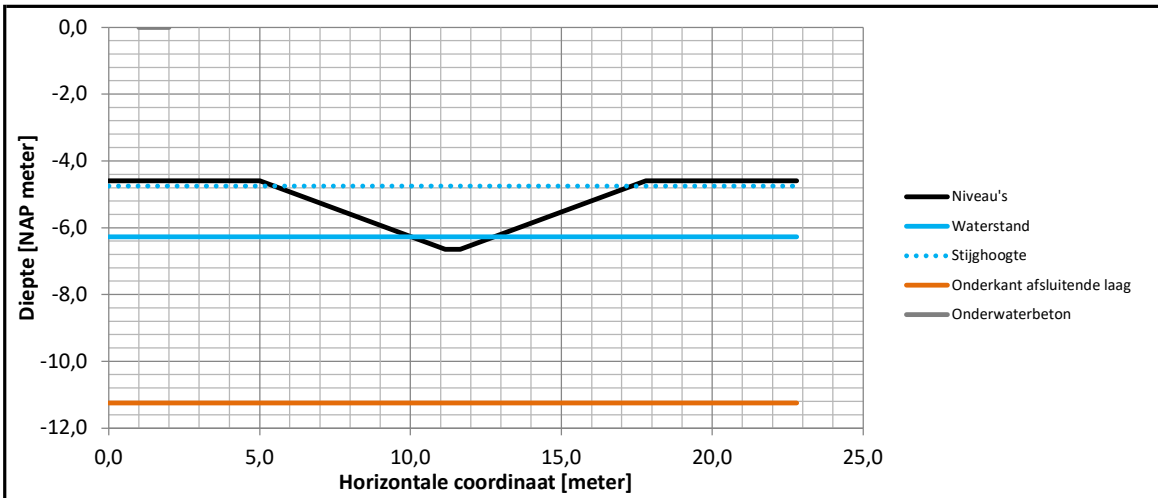
Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})

Gronddruk 1-D (G_{stb1})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stb2})	78,1	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stb3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stbw})	0,0	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stbob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton (G_{stwbob})	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stb}	78,1	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	63,8	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbarsten ($V_{dst,d} \leq G_{stb,d}$)

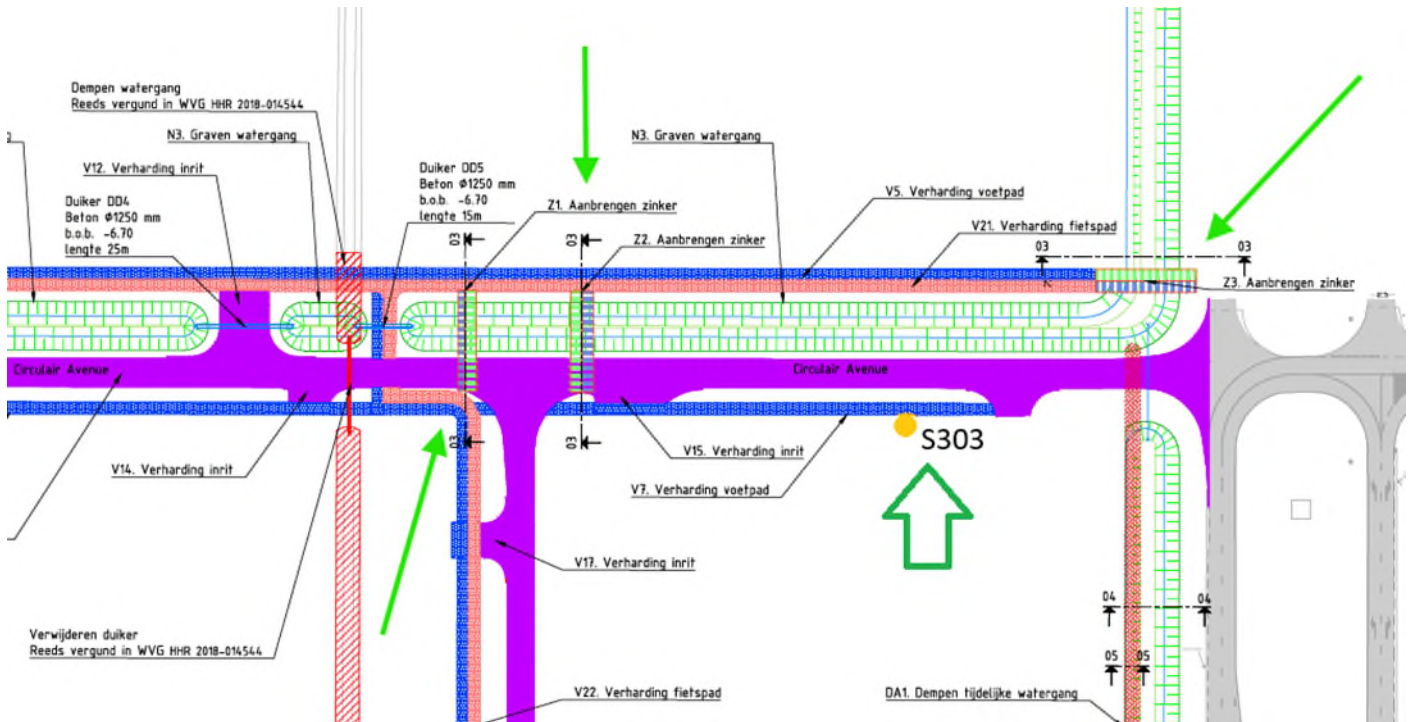
Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	63,8	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stb,d}$)	70,3	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1,10	-
Voldoet	ja	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Bijlage 3: opbarstberekeringen zinkers

In de voorliggende watervergunning worden 3 zinkers aangelegd. Deze zijn in tekening 01 aangemerkt met N3 en weergegeven op figuur 3. Voor het berekenen van de ontgraving van de zinkers, is gebruik gemaakt van nabijgelegen sondering S303.



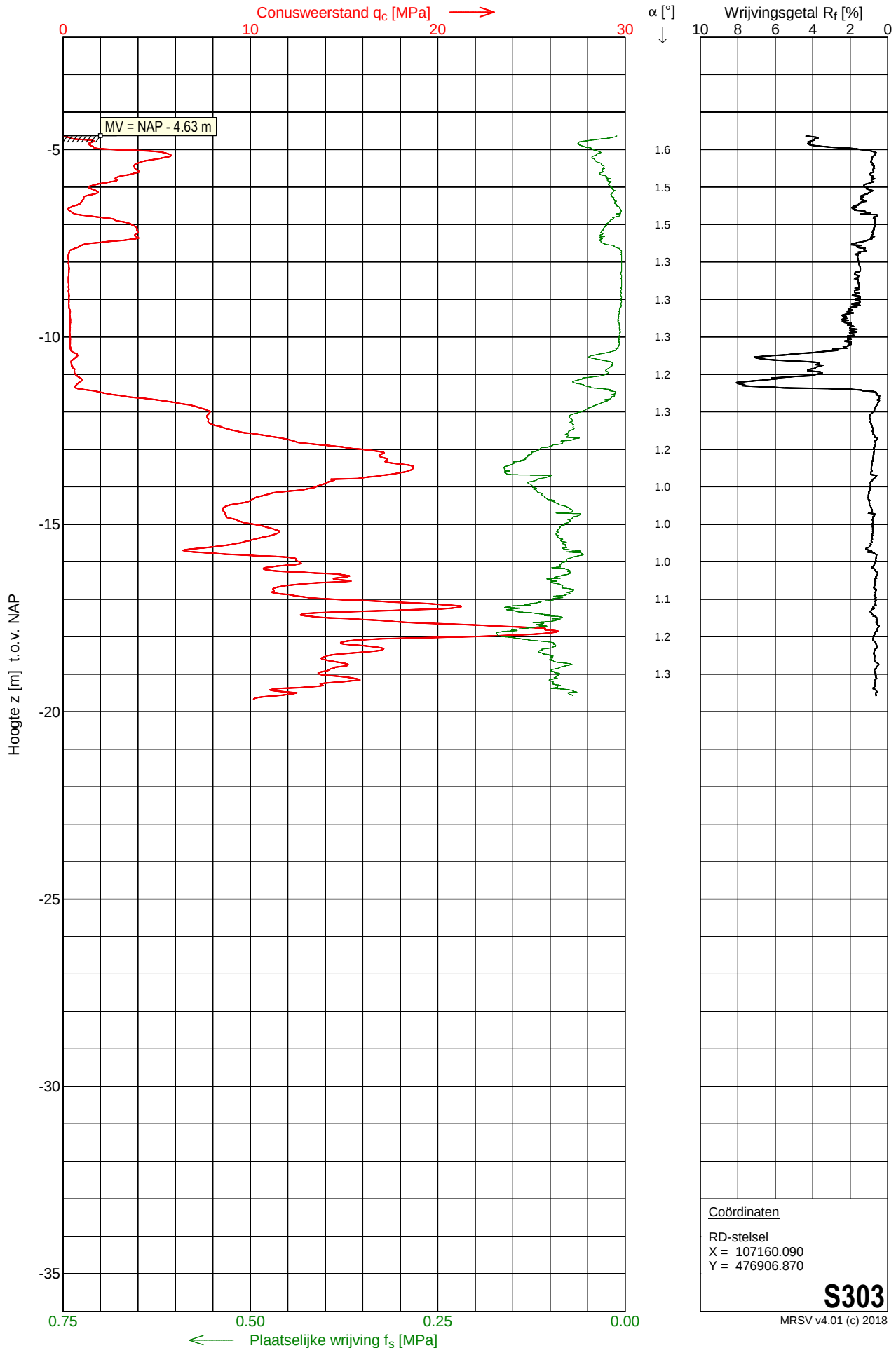
Figuur 3: Locatie 3 zinkers en sondering (S303)

Sondering S303

Opdracht : 2103145
Plaats : Amsterdam
Datum : 25-01-2022
Project : STP, fase 2

Conus nummer : DP15-CFPTxy.71194
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SR14
Blad : 1 van 1



Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkken door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)



ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - Watergang N3 - Zinkerlocatie

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveaus

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-11,25	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,90	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-7,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	3,00	meter
Breedte van het talud (a)	0,01	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	nee	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{wb})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{wb})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	S303	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_a)	
[-]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,25	14,0	
Veen	-10,25	-11,25	10,5	

Gegevens water

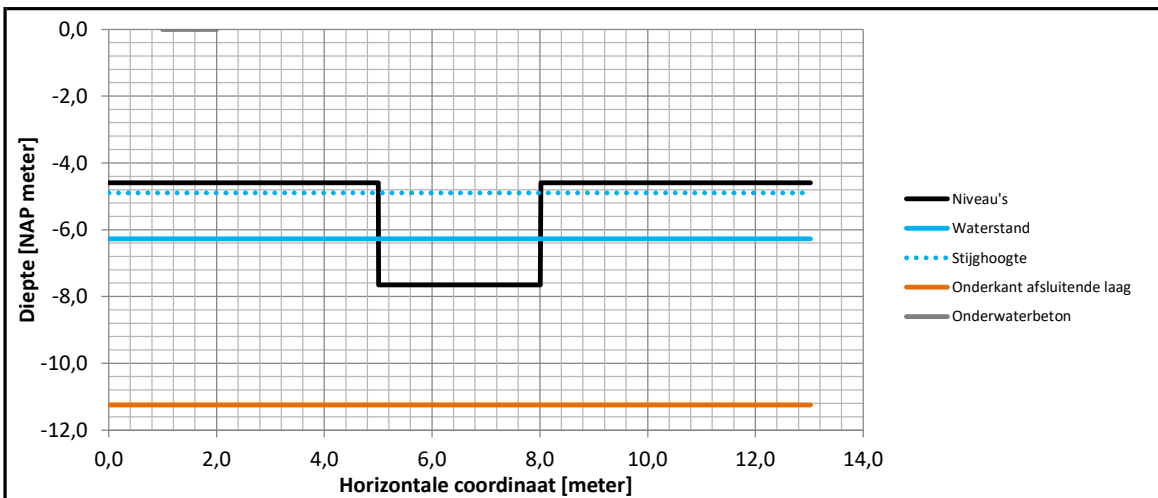
Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})

Gronddruk 1-D (G_{stab1})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	72,1	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stab3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stabw})	0,0	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stabob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{stabwob}$)	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	72,1	kN/m ²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	62,3	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbarsten ($V_{dst,d} \leq G_{stab,d}$)

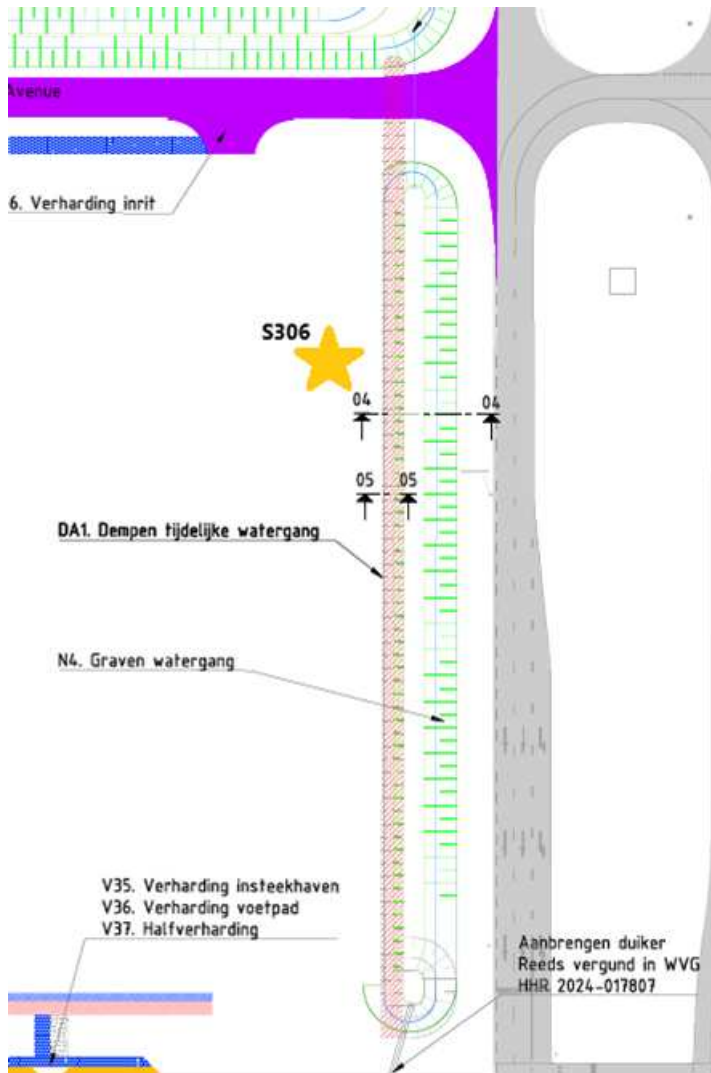
Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	62,3	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	64,9	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1,04	-
Voldoet	ja	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Bijlage 4: opbarstberekening watergang N4

In de voorliggende watervergunning wordt een nieuwe watergang gegraven. Deze is in tekening 01 aangemerkt met N4 en weergegeven op figuur 3. Voor deze berekening is gebruik gemaakt van sondering S306.



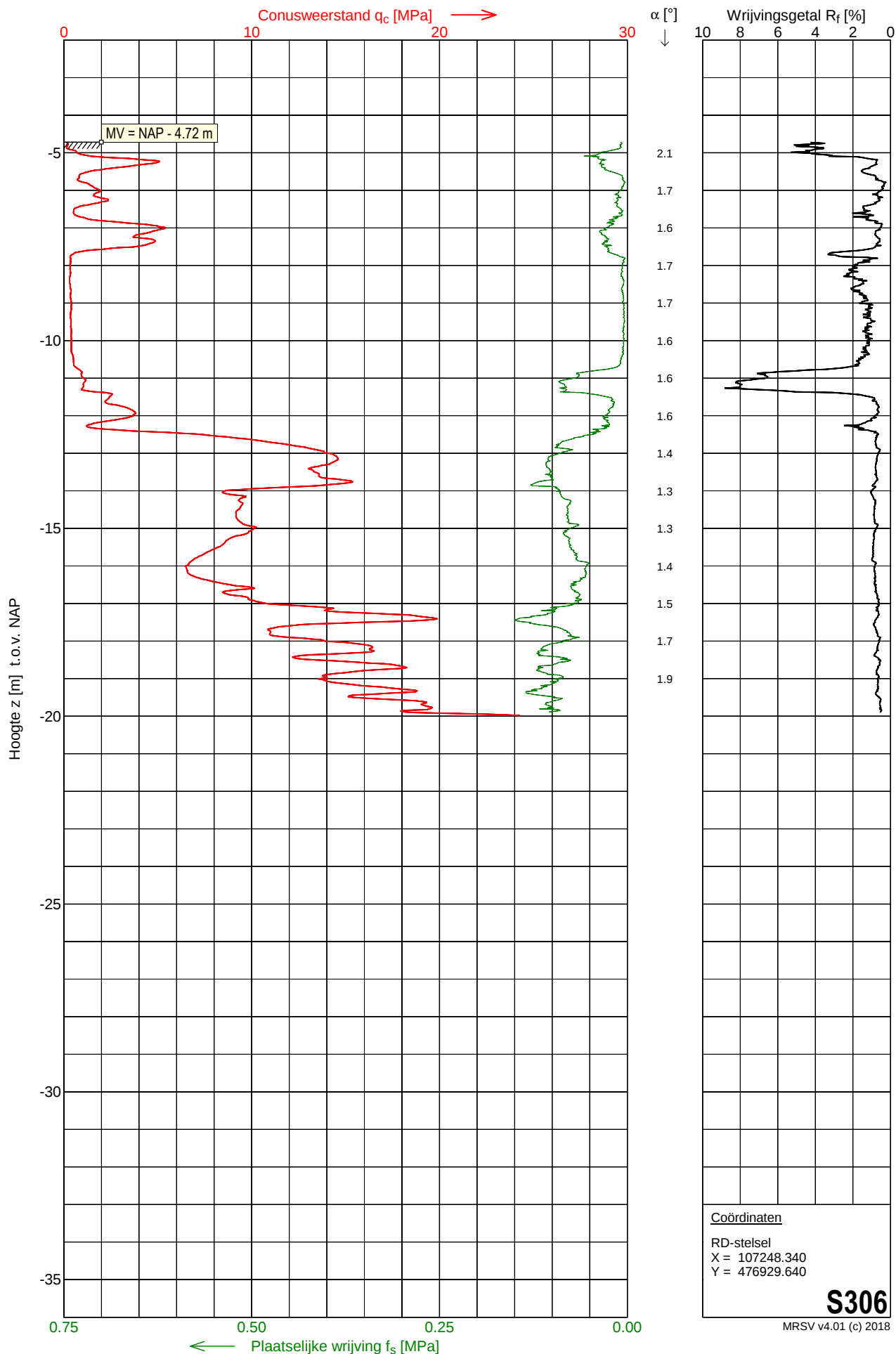
Figuur 4: Locatie watergang N4

Sondering S306

Opdracht : 2103145
Plaats : Amsterdam
Datum : 25-01-2022
Project : STP, fase 2

Conus nummer : DP15-CFPTxy.71194
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SR14
Blad : 1 van 1



Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkken door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)

**ARCADIS**Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Arcadis

Projectomschrijving:

STP - watergang N4 - 1D berekening

Projectleider:

Anouk de Koning

Geotechnisch Specialist:

Kees Jan v.d. Burg

Gecontroleerd door:

Anouk de Koning

Projectnr:

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens**Niveaus**

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-11,00	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	3,90	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	1	-D

Grondopbouw

Sondering	S309	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_d)	
	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,25	14,0	
Veen	-10,25	-11,00	10,5	

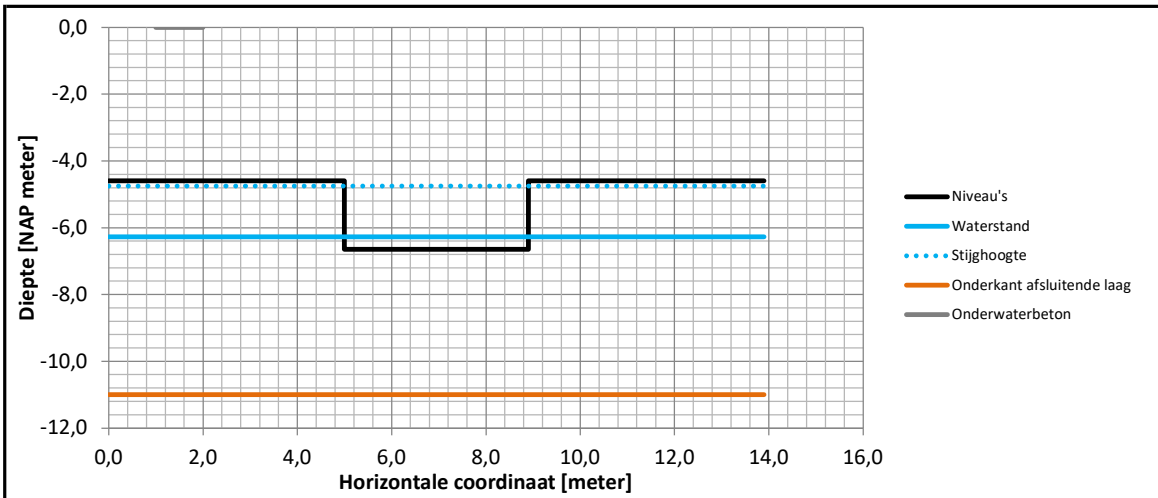
Gegevens water

Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel**Uitvoer****Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})**

Gronddruk 1-D (G_{stab1})	64,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stab3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stabw})	3,7	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stabob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{stabwob}$)	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	67,8	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	61,3	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbasten ($V_{dst,d} \leq G_{stab,d}$)

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	61,3	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	61,0	kN/m ²
Veiligheidsfactor	0,99	-
Voldoet	nee	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezwijkten door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)



ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Arcadis

STP - watergang N4 - 2D berekening

Anouk de Koning

Kees Jan v.d. Burg

Anouk de Koning

Blad 1

Datum:

5-dec-24

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveaus

Maaiveldniveau (h_m)	-4,60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-11,00	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,75	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,65	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	3,90	meter
Breedte van het talud (a)	6,15	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-6,27	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0,00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	22,0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	S309	Locatie		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})	
[]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]	
Klei, uitgedroogd	-4,60	-5,10	15,0	
Zand, kleilig	-5,10	-7,50	19,0	
Klei, siltig	-7,50	-9,00	15,0	
Klei, humeus	-9,00	-10,25	14,0	
Veen	-10,25	-11,00	10,5	

Gegevens water

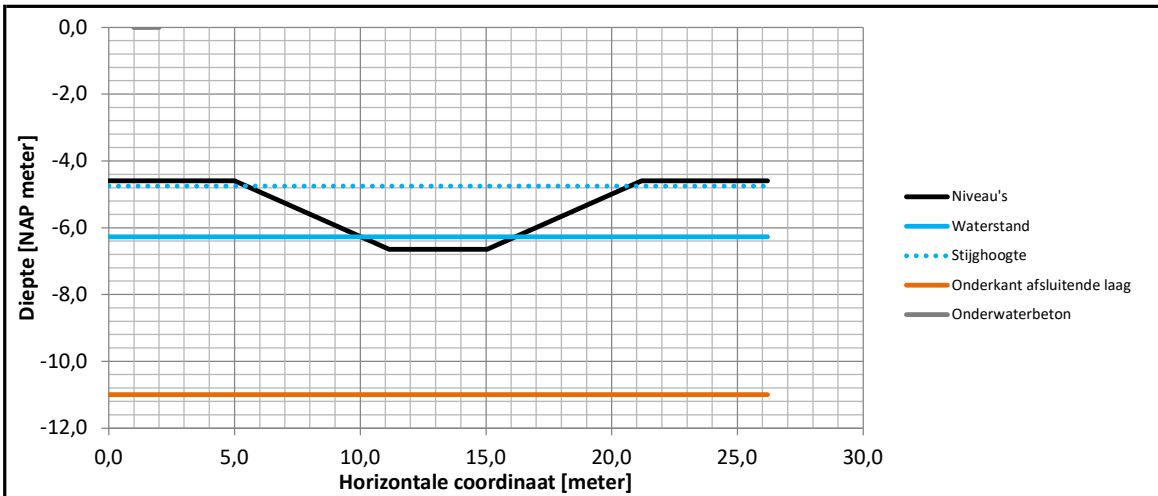
Volumiek gewicht	9,81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_i)	1,0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})

Gronddruk 1-D (G_{stb1})	0,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stb2})	70,0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stb3})	0,0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stbw})	3,7	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stbob})	0,0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton (G_{stbwb})	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stb}	73,8	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	61,3	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbasten ($V_{dst,d} \leq G_{stb,d}$)

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	61,3	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stb,d}$)	66,4	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1,08	-
Voldoet	ja	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{dst,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)