

Bijlage

4 Stabiliteitsberekening waterkering



Bureaustudie

Toetsing invloed verbouw Scharloo-19 op waterkering/
vestingwal Kaaiwal/Brielle Oost te Brielle

VN-81265-2 | 10 oktober 2022



Grondonderzoek



Geotechnisch
Laboratorium



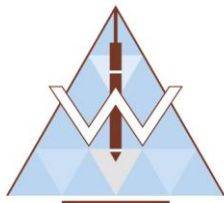
Geomonitoring



GeoICT



Advies



Onderwerp: Toetsing invloed bouw Scharloo-19 op waterkering/vestingwal
Kaaiwal/Brielle Oost te Brielle

Projectnummer: VN-81265-2

Opdrachtgever: 2P Investments

Contactpersoon: Dhr. A.J. 's-Gravenmade

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	30 september 2022	

Opgesteld door:	Ir. H. van Meekeren
Handtekening:	
Documentnummer:	R85730
Status:	concept
Vrijgegeven door:	Ing. J.P. Schuitemaker



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Referenties	4
1.3	Normen en Richtlijnen	4
1.4	Kwaliteitswaarborging	4
1.5	Projectomschrijving	4
2	Bodemopbouw.....	6
2.1	Grondonderzoek	6
2.2	Beschrijving	6
2.3	Parameters	6
3	Uitgangspunten.....	7
3.1	Geometrie	7
3.2	Waterstanden.....	7
3.3	Faalmechanismen	9
4	Toetsen op veiligheid	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Hoogte van de kruin	10
4.3	Piping / heave	11
4.4	Macrostabiliteit Binnentalud	11
4.5	Macrostabiliteit Buitentalud	12
4.6	Microstabiliteit	12
4.7	Bekleding.....	12
4.8	Voorland	12
5	Conclusies en aanbevelingen.....	13
5.1	Conclusies	13
5.2	Aanbevelingen	13

Bijlagen:



1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van 2P Investments te Kwintsehl, heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd en een veiligheidstoetsing van de nabij gelegen waterkering. De toetsing wordt uitgevoerd volgens de Leidraad Toetsen op veiligheid Regionale Waterkeringen [2]. De locatie is gesitueerd aan de zuidrand van het oude Brielle (zie figuur 1-1).

Het doel van deze toetsing is te bepalen of de verbouw activiteiten invloed hebben op de waterveiligheid van de regionale waterkering/vestingwal Kaaiwal/Brielle Oost.

1.2 Referenties

De volgende gegevens en/of rapportages zijn gebruikt voor de berekeningen:

- [1] Geotechnisch onderzoek, Effect nieuwbouw op waterkering nabij de Scharloo 19 te Brielle, Wiertsema&Partners, VN-81265-2, 13-09-2022.

1.3 Normen en Richtlijnen

De volgende Normen en Richtlijnen zijn van toepassing voor de berekening:

- [2] Leidraad Toetsen op veiligheid Regionale Waterkeringen – module D, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA 2015-15), Amersfoort, 2015.
[3] NEN 9997-1+C2: 2017 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels; november 2017;
[4] CUR 162 Construeren met grond, tweede druk, april 1993.

In het rapport zal door middel van vierkante haken [] worden verwezen naar de genoemde rapporten, referenties en richtlijnen.

1.4 Kwaliteitswaarborging

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA**.

1.5 Projectomschrijving

De locatie van het pand Scharloo-19 ligt tussen de Scharloo aan de noordwestzijde en de Kaaiwal aan de zuidoostzijde, is in figuur 1-1 weergegeven.

Dit pand is in het verleden gebruikt door een aannemersbedrijf.

Het is de bedoeling dat het huidige pand wordt omgebouwd tot 4 appartementen en dat op het achterterrein, tussen huidige pand en de vestingwal, een grondgebonden woning wordt gebouwd.

De bouwactiviteiten die tijdelijk van invloed kunnen zijn op de waterkering zijn:

- ophoging van het maaiveld om in de nieuwbouw eenzelfde vloerpeil te kunnen realiseren als in het bestaande pand
- ontgraving t.b.v. een kelder en/of de te maken fundering
- toepassen van palen om de woning op te funderen

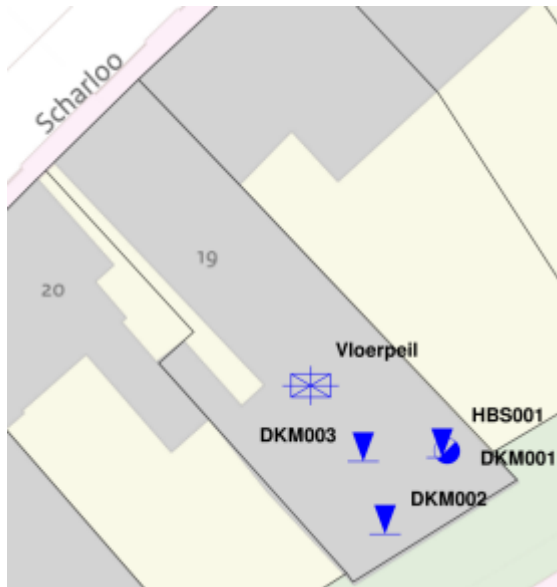


Figuur 1-1: Situatie Scharloo-19 (rood omrand) te Brielle (bron: Topotijdreis)



2 Bodemopbouw

2.1 Grondonderzoek



Het grondonderzoek bestaat uit 3 sonderingen inclusief kleefmeting, tot ca. 25 m-mv (zie figuur 2-1).

Daarnaast is er bij de sonderingen DKM001 een handboring tot 3 m-mv uitgevoerd.

Figuur 2-1: Locatie van de boor- en sondeerpunten op het terrein van Scharloo 19 te Brielle.

2.2 Beschrijving

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek [1] van NAP+1,67 m tot +1,80 m. Het vloerpeil ligt op NAP+2,45 m.

De sondeergrafieken laten een gelaagd bodemprofiel zien, waarbij de toplaag varieert in dikte van 0,5-0,6 m en in samenstelling. In sondering DKM001 en DKM002 bestaat deze uit zand. Terwijl de toplaag ter plaatse van DKM003 uit klei bestaat. Daaronder bevindt zich een kleilaag tot ongeveer NAP-3 m. Vervolgens is een veenlaag zichtbaar tussen NAP-3,0_-4,5 m. Vanaf NAP-5 m wordt zandige klei aangetroffen dat overgaat in zand (zie figuur 3-1).

2.3 Parameters

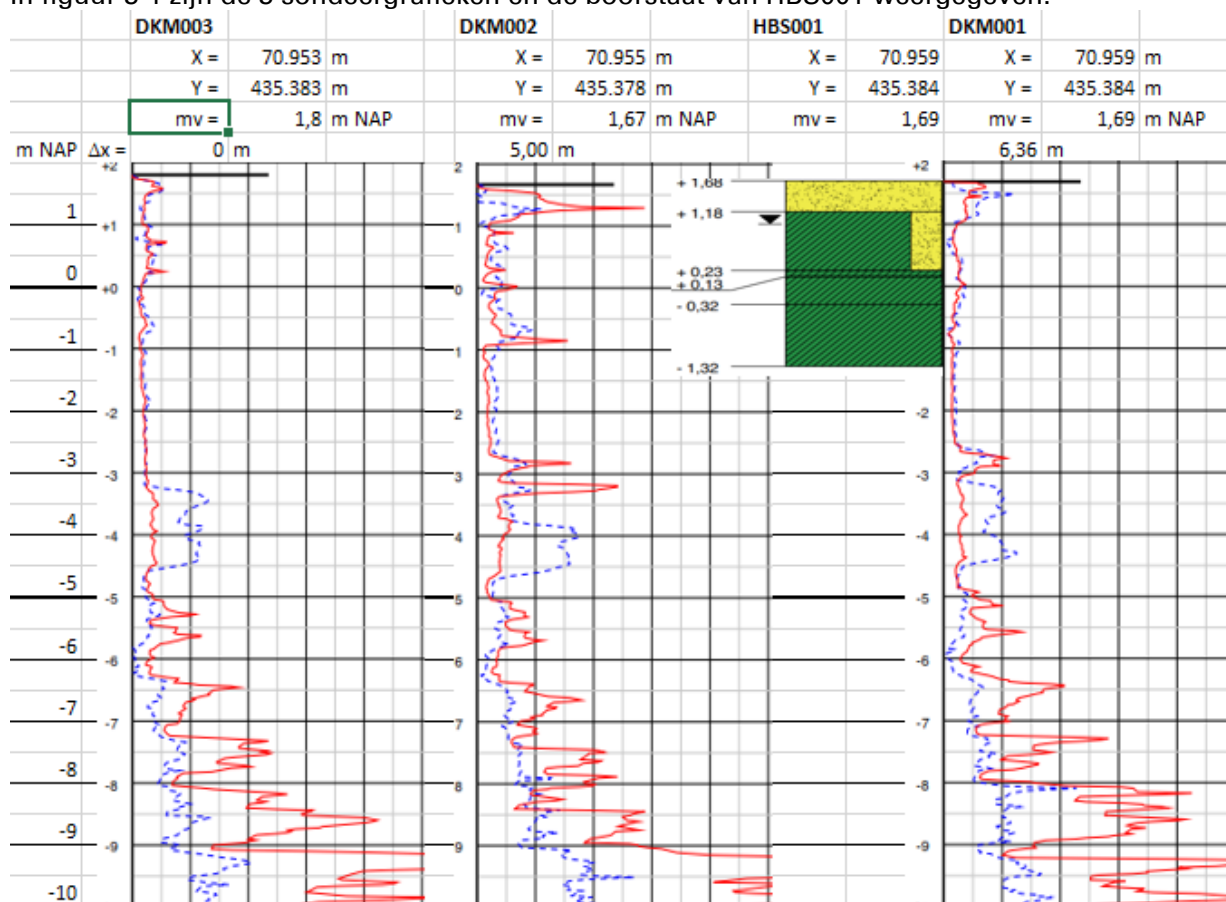
De grondparameters zijn ontleend aan tabel 2.b van de NEN 9997-1.

De van toepassing zijnde grondsoorten en parameters zijn vastgesteld aan de hand van de boring en sonderingen en tabel 2.b van NEN 9997-1 en gelden voor ongestoorde grond.

3 Uitgangspunten

3.1 Geometrie

In figuur 3-1 zijn de 3 sondeergrafieken en de boorstaat van HBS001 weergegeven.



Figuur 3-1: Sonderingen DKM001-002-003 en boring HBS001 Scharloo 19.

Uit figuur 3-1 is globaal de bodemopbouw af te lezen. Duidelijk zijn de kleiige lagen te zien tot NAP-3 m met daaronder een veenlaag.

3.2 Waterstanden

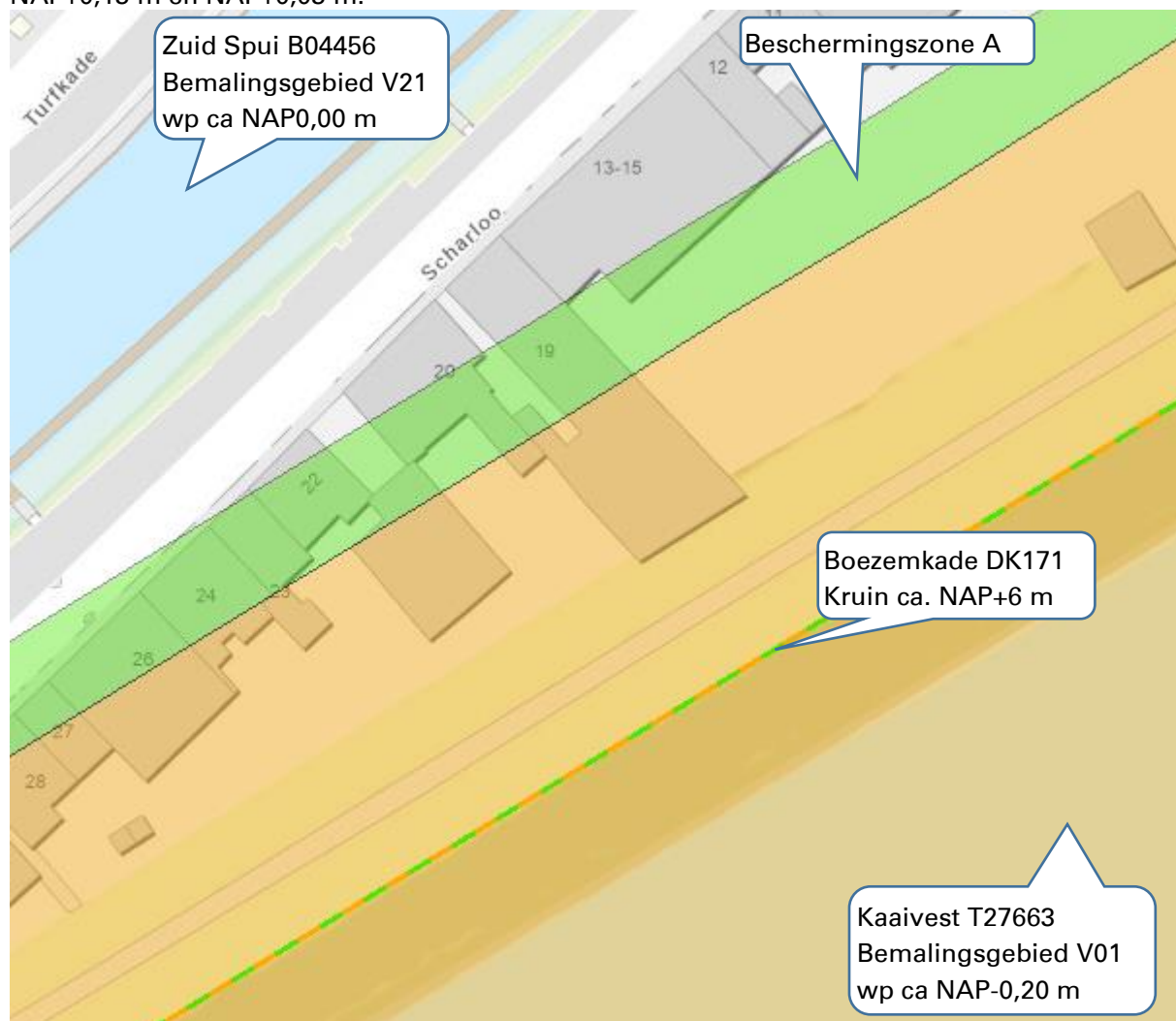
De freatische grondwaterstand bedroeg op 12 september 2022 ten tijde van het grondonderzoek [1] NAP+0,98 m hetgeen overeen komt met 0,70 m-mv.

Het pand Scharloo 19 ligt ingeklemd tussen twee bemalingsgebieden, te weten V21 aan de noordwestkant en V01 aan de zuidoostzijde langs de vestingwal.

De waterloop aan de NW-zijde (=Zuid Spui) is, volgens de website van WSHD, watersysteem B04456 boezemwater waarvan de bodemhoogte ligt op NAP-1,25 m met een bodembreedte van 3 m en aan weerszijden talud van 1:3. Het Zuid Spui dat in open verbinding staat met het Brielse Meer heeft een vast peil van NAP+0,00 m. De fluctuaties die kunnen optreden bedragen



+/- 0,10 m. Uit de peilmeting van het Brielse Meer blijkt dat de waterstand varieert tussen NAP+0,13 m en NAP+0,03 m.



Figuur 3-2: Locatie rond Scharloo 19.

Waterloop T27663 (=Kaaivest) rond vestingwal is onderdeel van bemalingsgebied V01 Groot Voorne West en wordt bemalen. Ook hier geldt een vast peil van NAP-0,20 m met fluctuaties van +/- 0,30 m.

Tabel 3-1: Data van de Kaaiwal uit de Legger.

Voorne-Putten								
Dijkvak	Type waterkering	Naam	Dijktracé	Talud links	Talud rechts	Dijktafelhoogte (in meters t.o.v. N.A.P.)	Kruinbreedte (in meters)	Lengte (in meters)
VP-1-S-1	Secundaire waterkering	Provinciale weg nr 32	VP-1	1:2	1:2	Dijktafel niet te bepalen. Bestaande situatie wordt gehandhaafd.	3,0	364
VP-1-B5-2	Boezemkade & Secundaire waterkering	Noorddijk	VP-1	1:2	1:2	0,46	3,0	22
VP-1-B5-3	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	0,5	3,0	1229
VP-1-B5-4	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	1,2	3,0	92
VP-1-B5-5	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	0,64	3,0	1069
VP-1-B5-6	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	1,43	3,0	584
VP-1-B5-7	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	0,86	3,0	332
VP-1-B5-8	Boezemkade & Secundaire waterkering	Heindijk	VP-1	1:2	1:2	0,46	3,0	2145
VP-1-B5-9	Boezemkade & Secundaire waterkering	Sleepseweg	VP-1	1:2	1:2	0,34	3,0	327



De hiervoor vermelde informatie is verzameld van <https://wshd.maps.arcgis.com/> de website van WSHD.

De waterkeringen die gevormd wordt door de vestingwal heet Brielle Oost/Vest met code DK171, maakt onderdeel uit van dijkkring 20. Dit is een regionale waterkering die zowel een compartimenterings- als een boezemkade is.

3.3 Faalmechanismen

In de Leidraad Toetsen op veiligheid Regionale Waterkeringen – module D [2] is aangegeven dat:

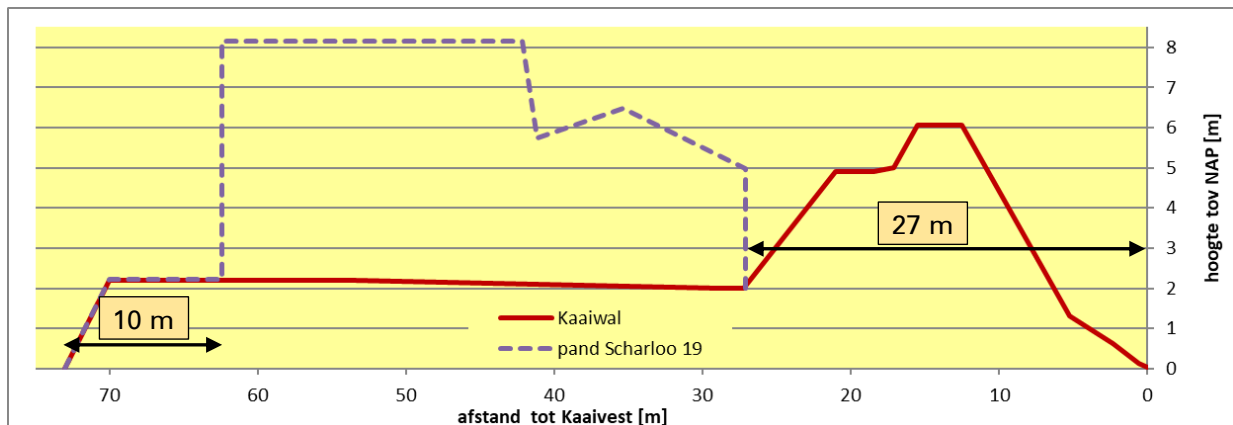
De sterkte van de waterkerende functie van een waterkering wordt bepaald door de hoogte en stabiliteit van de waterkering. Bij een te lage kruinhoogte kan door overloop of golfoverslag te veel water in de polder komen, of kan kruin en binnentalud door erosie of verweking worden aangetast waardoor mogelijk een waterkering doorbreekt. Verder kan de stabiliteit van een kering worden aangetast door:

- *het optreden van zandmeevoerende wellen (piping) of heave;*
- *het afschuiven van het binnentalud en/of het buitentalud;*
- *het uitspoelen van gronddeeltjes uit de kering op het binnentalud of het afdrukken van deze top laag*
- *(micro-instabiliteit);*
- *aantasting van de bekleding;*
- *het optreden van een afschuiving of een zettingsvloeiing van de vooroever.*

4 Toetsen op veiligheid

4.1 Algemeen

In figuur 3-2 is te zien dat het pand en perceel Scharloo 19 grotendeels binnen de beschermingszone en de waterkering valt. Daarom worden alle beoordelingssporen/faalmechanismen na gelopen of zij bij bouwactiviteiten nog voldoen.



Figuur 4-1: Schematisch dwarsprofiel over perceel Scharloo 19 en de Kaaiwal.

In figuur 4-1 is een globaal dwarsprofiel over het gebouw op perceel Scharloo 19 en de aangrenzende Kaaiwal afgebeeld. Daarin is te zien dat de kruin van de waterkering/Kaaiwal op NAP+6,05 m ligt en dat de bebouwing tot aan de buitenteen doorloopt. De taludhellingen (1:2) zijn ontleend aan de legger (zie tabel 3-1).

Aannamen

Op het moment van toetsen is er nog niets bekend over de wijze van uitvoering. Om echter de toetsing toch te kunnen uitvoeren zijn de volgende aannamen gedaan:

- De nieuwbouw wordt gefundeerd op palen (prefab- of op boorpalen)
- De nieuwbouw wordt onderkelderd met een ruimte die 2,50 m hoog is en de dikte van het plafond + vloer zijn samen 0,70 m dik
- Wanneer de begane grond gelijk aan het bestaande vloerpeil wordt aangelegd (NAP+2,45 m) dan wordt het ontgravingsniveau: $\text{NAP}+2,45 - 2,50 - 0,70 = \text{NAP}-0,75 \text{ m}$

4.2 Hoogte van de kruin

Het achter terrein wordt mogelijk opgehoogd met 0,80 m grond (NAP+1,67 m → NAP+2,45 m). Dit zal zettingen veroorzaken die tot maximaal 10 m uit de rand van de ophoging merkbaar zijn. Dit komt globaal overeen met de breedte van het buitentalud zodat de kruin van de waterkering geen zettingen ondervindt t.g.v. ophoogmaatregelen.

In 'tabel D.1 Vereiste marge tussen maatgevende hoogwaterstand en kruinhoogte' van de LTRW (Leidraad Toetsen op veiligheid Regionale Waterkeringen) geldt de grootste marge voor

compartimenteringskeringen, namelijk 0,50 m.

De dijktafelhoogte van de Kaaiwal bedraagt NAP+0,46 m (zie tabel 3-1) en is aanzienlijk lager dan de aanwezige kruinhoogte NAP+6,05 m. Het blijkt dat ruimschoots aan genoemde marge wordt voldaan.

Conclusie

De kruinhoogte van de regionale waterkering wordt niet door werkzaamheden aan het pand beïnvloed.

4.3 Piping / heave

In paragraaf 4.1 is aangegeven dat het ontgravingsniveau bij toepassing van een kelder NAP-0,75 m kan zijn. Uit de sonderingen blijkt dat er tot minimaal NAP-5 m slecht doorlatende lagen aanwezig zijn. Oftewel er blijft een klei/veenpakket aanwezig ter dikte van 4,25 m waardoor verticaal zandtransport is uitgesloten.

Wat betreft de kans op opdrijven van de bodem van de toekomstige bouwput geldt het volgende. In het linkerdeel van tabel 4-1 zijn de variabelen van de opwaartse druk weergegeven en aan de rechterkant die van de resterende neerwaartse druk.

Tabel 4-1: Controle op opbarsten van de bouwput bodem.

Opwaartse waterdruk			Resterende gronddruk		
stijghoogte =	0,25	m NAP	ontgravingsniveau =	-0,75	m NAP
ok klei =	-5,00	m NAP	ok klei =	-5,00	m NAP
H =	5,25	m	h_{klei} =	2,75	m
γ_w =	9,81	kN/m ³	γ_{klei} =	14,0	kN/m ³
			h_{veen} =	1,50	m
			γ_{veen} =	10,0	kN/m ³
Opw.druk =	51,5	kPa	Neerwaartse druk =	53,5	kPa
γ = Neerwaarts/Opwaarts =	1,04				

De uitkomst van tabel 4-1 laat zien dat de opdrijffactor $\gamma = 1,04 \geq 1,0$ met als resultaat dat er geen gevaar voor opdrijven is.

Wanneer *prefabpalen* als fundering worden toegepast dan is er geen gevaar voor het optreden van piping. Bij toepassing van *boorpalen* is er tijdens het uithardingsproces van de palen wel een kans op piping wanneer de kop van de palen lager is dan de stijghoogte in het diepe zandpakket. Deze stijghoogte wordt gelijk verondersteld aan het waterpeil in het Brielse Meer. Bij de boorpalen moet de kop van de palen daarom tijdens het uithardingsproces hoger zijn dan NAP+0,25 m.

4.4 Macrostabieliteit Binnentalud

De bouwwerkzaamheden vinden buitendijks plaats en reiken maximaal tot aan de buitenteen

zodat de macrostabiliteit van het binnentalud niet beïnvloed wordt.

4.5 Macrostabiliteit Buitentalud

Wanneer een open ontgraving tot NAP-0,75 m met een talud van 1:2 wordt toegepast dat is het talud van de Kaaiwal niet stabiel. Dit betekent wanneer een bouwput wordt toegepast er een bouwkuip met damwanden nodig is om de stabiliteit van de Kaaiwal te waarborgen.

4.6 Microstabiliteit

De bouwwerkzaamheden vinden buitendijks plaats en reiken maximaal tot aan de buitenteen zodat de microstabiliteit van het binnen- en buitentalud niet worden beïnvloed.

4.7 Bekleding

Er is geen bekleding op het buiten- en binnentalud aanwezig zodat dit toets criterium niet van toepassing is.

4.8 Voorland

De bouwwerkzaamheden vinden aan de noordwestzijde van de Kaaiwal plaats. Het aanbrengen van heipalen en/of het aanbrengen van damwanden t.b.v. een bouwkuip zal verdichting van de los gepakte zandlagen tussen NAP-5 m en NAP-9 m veroorzaken.

Maar vanwege de beperkte laagdikte en de beperkte omvang van de bouwkuip zal dit geen zettingsvloeiing veroorzaken. Wel zal er een geringe maaiveldzakking kunnen optreden. Het invloedsgebied is meestal beperkt tot een cirkel rond de paal of damplank van $10 \cdot D$. Waarbij D overeenkomt met de equivalente damwand- of paaldiameter.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Op het moment van toetsen is er nog niets bekend over de wijze van uitvoering. Om echter de toetsing toch te kunnen uitvoeren zijn de volgende aannamen gedaan:

- De nieuwbouw wordt gefundeerd op palen (prefab- of op boorpalen)
- De nieuwbouw wordt onderkelderd met een ruimte die 2,50 m hoog is en de dikte van het plafond + vloer zijn samen 0,70 m dik
- Wanneer de begane grond gelijk aan het bestaande vloerpeil wordt aangelegd (NAP+2,45 m) dan wordt het ontgravingsniveau: $\text{NAP}+2,45 - 2,50 - 0,70 = \text{NAP}-0,75 \text{ m}$

De resultaten van de veiligheidstoetsing zijn in tabel 5-1 vermeld.

Tabel 5-1: Resultaat veiligheidstoetsing.

Beoordelingsspoor	Zuid Spui Buitentalud	Kruin	Kaaivest Binnentalud
Hoogte	-	voldoet	-
Piping/Heave	voldoet*	-	-
Macrostabiliteit	voldoet**	-	nvt
Microstabiliteit	nvt	-	nvt
Bekledingen	nvt	-	nvt
Voorland	voldoet***	-	-

* de veiligheid tegen opdrijven van de bouwput-bodem is gewaarborgd tot een stijghoogte van NAP+0,45 m.

Bij toepassing van boorpalen moet de kop van de palen tijdens het uithardingsproces hoger zijn dan de stijghoogte (=NAP+0,25 m)

** Het buitentalud van de Kaaiwal is stabiel wanneer een bouwkuip met damwanden wordt toegepast

*** eventueel aan te brengen heipalen en/of damwanden kunnen verdichting van de los gepakte zandlagen tussen NAP-5 m en NAP-9 m veroorzaken. Maar vanwege de beperkte van de laagdikte en de beperkte omvang van de bouwkuip zal dit geen zettingsvloeiing veroorzaken. Wel zal er een geringe maaiveldzakking kunnen optreden.

Het blijkt dat **op alle beoordelingssporen voldaan wordt aan de veiligheid** of dat dit toetsspoor niet door de voorgenomen bouwactiviteit wordt beïnvloed. Indien dit laatste geldt dan is in tabel 5-1 nvt (niet van toepassing) vermeld.

5.2 Aanbevelingen

- Geadviseerd wordt om ter hoogte van perceel Scharloo 19 een dwarsprofiel van de Kaaiwal te laten opmeten
- Informatie verzamelen bij WSHD betreffende hoge waterstanden op het ZUID Spui en in de Kaaivest.