

MEMO

Onderwerp:
Boezemkade Zeevangsdijkje

Hoofddorp,
7 maart 2013

Van:
Mark van Kempen

Afdeling:
Divisie M&R Hoofddorp

Aan:
Gemeente Edam-Volendam
De heer Cornelis Wals
Mevrouw Sandra Hoekstra-Keuken

Projectnummer:
B01065.000224.0100

Opgesteld door:
Rob Rozing

Ons kenmerk:
076935230:A

Kopieën aan:
Mark van Kempen
Rob Rozing

DIVISIE MILIEU & RUIMTE

Inleiding

In verband met de uitbreiding van het industrieterrein Oosthuizerweg in Edam heeft ARCADIS een geotechnisch onderzoek uitgevoerd naar de stabiliteit van de boezemkade het Zeevangsdijkje. Doel van het onderzoek is om te bepalen welke maatregelen noodzakelijk zijn om de bestaande watergang langs de boezemkade te verbreden tot een brede waterpartij. Deze waterpartij is nodig voor uitbreiding van het bestaande industrieterrein (compensatie voor uitbreiding verharde oppervlakte).

Uitgangspunten

Het Hoogheemraadschap HHNK heeft de uitgangspunten voor het stabiliteitsonderzoek naar de naar de maatregelen voor de boezemkade het Zeevangsdijkje aangegeven per email van 19 december 2012. De uitgangspunten houden tevens rekening met toekomstige kadeverbeteringsplannen van HHNK die gaan plaatsvinden voor deze boezemkade. De uitgangspunten voor het stabiliteitsonderzoek zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Veiligheidsklasse	IPO klasse V	
Maatgevend boezempeil	0,0 m NAP	
Polderpeil	Zomerpeil	2,33 m - NAP
	Winterpeil	2,33 m - NAP
Bodemdaling	0,20 m	
Waakhoogte	0,10 m	
Kerende hoogte voor het profiel van vrije ruimte (exclusief zettingen)	0,30 m + NAP	
Zettingen	Zetting berekenen en meenemen in kerende hoogte	
Profiel van vrije ruimte voor 50 jaar	Profiel van het dijklichaam + 5,0 m onderhoudstrook en vervolgens de sloot	
Verkeersbelasting meenemen conform vigerende leidraden.		
Vigerende leidraden, documenten en rapporten gebruiken.		

Tevens is door HHNK aangegeven dat op basis van de bovenstaande uitgangspunten het ontwerp van het profiel van vrije ruimte moet worden opgesteld met een toetsing op stabiliteit en piping / heave.

Beschikbaar stabiliteitsonderzoek

Er is gebruik gemaakt van het stabiliteitsonderzoek dat Deltares in 2004 heeft uitgevoerd en dat is gerapporteerd in de brief “Advies invloed waterpartij op stabiliteit Zeevangsdijkje te Edam” (met kenmerk CO-414560.0005). Voor dit onderzoek in 2004 is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit twee sonderingen (01 en 02) op de kruin van de kade en sondering 03 binnendijks. In 2012 zijn 4 aanvullende sonderingen uitgevoerd voor de uitbreiding van het industrieterrein, waarbij sondering DKM-04 naast de watergang langs het Zeevangsdijkje is uitgevoerd.

Herziening stabiliteitsonderzoek uit 2004

Het stabiliteitsonderzoek uit 2004 wordt door HHNK als niet voldoende beschouwd voor de aanvraag van een watervergunning voor de aanleg van een brede waterpartij langs de boezemkade, omdat destijds de bestaande kruinhoogte (van circa NAP +0,20 m) is toegepast en omdat destijds geen rekening is gehouden met het benodigde profiel van vrije ruimte (zie tabel met uitgangspunten).

Beschikbare stabiliteitsberekeningen

Voor het stabiliteitsonderzoek uit 2004 heeft Deltares gebruik gemaakt van twee ingemeten dwarsprofielen DWP1 en DWP2. Daarmee is de geometrie van de kadeprofiel geschematiseerd. De bodemopbouw van de boezemkade is afgeleid uit de sonderingen. De grondparameters voor de wrijvings eigenschappen van de grondlagen zijn destijds bepaald met resultaten van celproeven. Voor de herziening van de stabiliteitsberekeningen uit 2004 is dezelfde schematisering van de bodemopbouw van de kadeprofielen (afgeleid uit vier sonderingen) aangehouden.

Nieuwe proevenverzameling sterkteparameters

Tegenwoordig worden proefresultaten van celproeven niet meer gebruikt, maar alleen resultaten van triaxiaalproeven. Van HHNK is de regionale proevenverzameling voor sterkteparameters ontvangen voor de boezemkaden in een groot gedeelte van Noord-Holland (gebied noordelijk van Amsterdam). Uit deze regionale proevenverzameling zijn de karakteristieke grondparameters overgenomen voor de relevante grondlagen in de twee kadeprofielen.

Uitgangspunten herziene stabiliteitsberekeningen

Voor de herziene stabiliteitsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

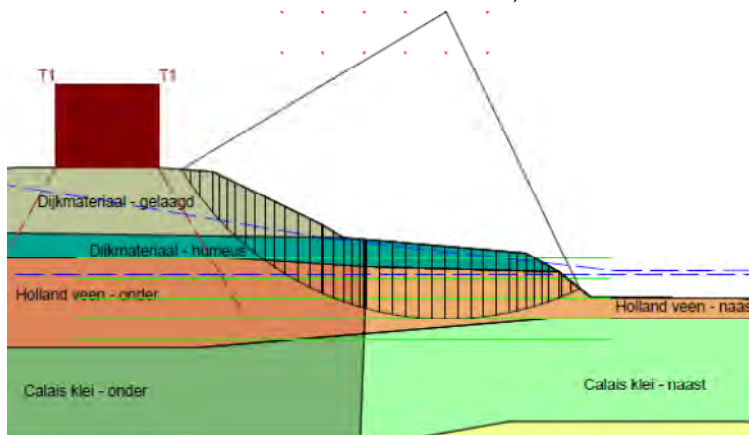
- De schematisering is nagenoeg gelijk aan de stabiliteitsberekeningen uit 2004 (Geodelft);
- De grondparameters zijn gebaseerd op sterkteparameters uit de regionale proevenverzameling;
- De overall-stabiliteitsfactor waarop getoetst moet worden bedraagt 0,96 (dit volgt uit een stabiliteitsfactor 0,8 voor boezemkaden van IPO-klasse V en een schematiseringfactor 1,2);
- De kruinhoogte van de kade bedraagt NAP +0,50 m (dit is de minimale kruinhoogte van NAP +0,30 m plus 0,20 m overhoogte voor compensatie van de ingeschatte zetting);
- De breedte van de onderberm bedraagt 5,75 m en de hoogteligging van de onderberm verloopt van NAP -1,2 m naar NAP -1,7 m (noodzakelijk voor voldoende stabiliteit).

De schematisering van de boezemkade voldoet aan de gestelde uitgangspunten van HHNK (tabel).

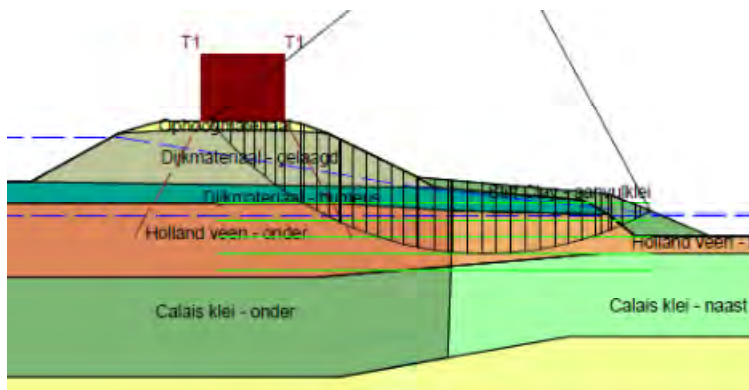
Resultaten herziene stabiliteitsberekeningen

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd voor zowel de bestaande boezemkade met een brede waterpartij als voor een verbeterde boezemkade met een brede waterpartij. Uit de resultaten van de stabiliteitsberekeningen volgen de stabiliteitsfactoren voor binnenwaartse macrostabiliteit:

- Aangezien de stijghoogte gelijk is aan het polderpeil is er geen sprake van bijna opdrijven van de binnenberm (en tevens geen heave c.q. piping) en daarom geldt een cirkelvormige bezwijkvlak;
- De stabiliteitsfactoren voor de bestaande boezemkade met brede waterpartij bedragen voor dwarsprofiel DWP1 en dwarsprofiel DWP2 respectievelijk 0,74 en 0,81 en dit is onvoldoende;
- De stabiliteitsfactoren voor de verbeterde boezemkade met brede waterpartij bedragen voor dwarsprofiel DWP1 en dwarsprofiel DWP2 respectievelijk 1,00 en 1,00 en dit is voldoende voor de minimale overall-stabiliteitsfactor van 0,96.



Stabiliteit bestaande boezemkade met stabiliteitsfactor 0,74



Stabiliteit verbeterde boezemkade met stabiliteitsfactor 1,00

Conclusie en advies eindfase

Op basis van de herziening van de stabiliteitsberekeningen concluderen wij dat in de eindfase de brede waterpartij langs het bestaande Zeevangsdijkje alleen aangelegd kan worden met aanvullende maatregelen.

Wij adviseren de onderberm van de boezemkade te verbreden tot een totale breedte van circa 5,75 m en een hoogteligging verlopende van NAP -1,2 m tot NAP -1,7 m (de teen van de kade nabij de waterpartij).

Met deze maatregelen kan de geplande demping van de wateroppervlakte met een breedte van 1,50 m gehandhaafd worden en is geen extra watercompensatie voor uitbreiding van industrieterrein nodig.

Daarnaast is met deze maatregelen het profiel van vrije ruimte gewaarborgd voor toekomstige kadeverbeteringsmaatregelen van HHNK.

Tussenfase

Aangezien de aanleg van de brede watergang waarschijnlijk eerder gaat plaatsvinden dan de toekomstige verbeteringsmaatregelen van HHNK beschouwen wij in deze tussenfase de stabiliteit van de huidige boezemkade. Het uitgangspunt hierbij is dat de Gemeente Edam-Volendam minimaal maatregelen moet treffen voor behoud van de huidige stabiliteit.

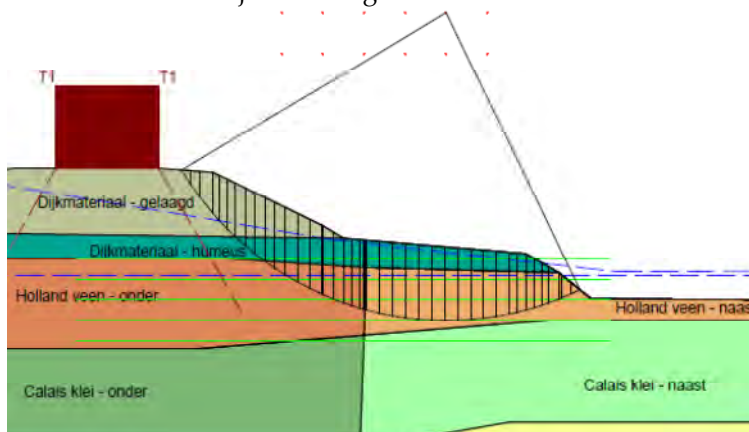
Arcadis heeft conform de eisen van HHNK en de huidige rekenmethodiek de stabiliteit van de huidige situatie bepaald en de stabiliteit en vergeleken met de toekomstige stabiliteit in de tussenfase inclusief bermverbetering en brede watergang.

Uitgangspunten voor deze beschouwing zijn de huidige kruinhoogte (van NAP +0,20 m) en het gebruik van wrijvings eigenschappen van triaxiaalproeven (daarvoor zijn gegevens van HHNK gehanteerd).

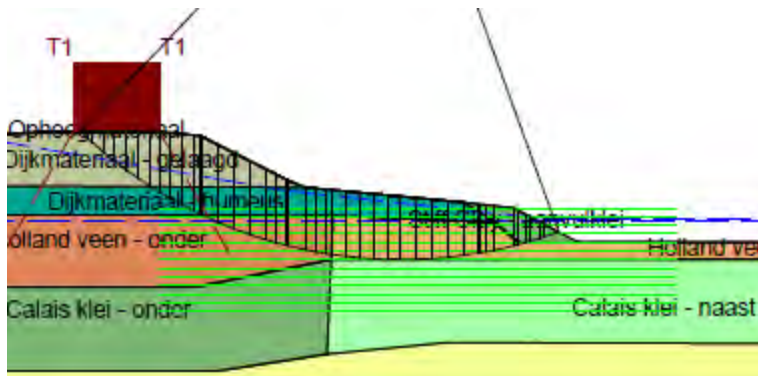
Resultaten stabiliteitsberekeningen tussenfase

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd voor de bestaande boezemkade met de huidige watergang en voor de verbeterde boezemkade met brede waterpartij en bermverbreding. Uit de resultaten van de stabiliteitsberekeningen volgen de stabiliteitsfactoren voor binnenwaartse macrostabiliteit:

- Aangezien de stijghoogte gelijk is aan het polderpeil is er geen sprake van bijna opdrijven van de binnenberm (en tevens geen heave c.q. piping) en daarom geldt een cirkelvormige bezwijkvlak;
- De stabiliteitsfactoren voor de bestaande boezemkade met de huidige watergang bedragen voor dwarsprofiel DWP1 een factor 0,73 en voor dwarsprofiel DWP2 een factor 0,83;
- De stabiliteitsfactoren voor de boezemkade met brede waterpartij en bermverbreding van 1,50 m bedragen voor dwarsprofiel DWP1 een factor 0,87 en voor dwarsprofiel DWP2 een factor 0,96 en deze waarden zijn ruim hoger dan de stabiliteitsfactoren voor de bestaande boezemkade.



Stabiliteit bestaande boezemkade met stabiliteitsfactor 0,73



Stabiliteit verbeterde boezemkade met stabiliteitsfactor 0,87

Er zijn in principe twee opties voor een verbetering van stabiliteit van de boezemkade in de tussenfase:

- de onderberm van de boezemkade verbreden (demping van de watergang);
- de onderberm van de boezemkade ophogen (met een laag kleigrond).

Een van deze maatregelen zijn noodzakelijk voor behoud van de huidige stabiliteit van de kade.

Conform het huidige uitbreidingsplan Oosthuizerweg kiest de gemeente voor verbreding van de onderberm.

Conclusie en advies tussenfase

Op basis van de resultaten van de stabiliteitsberekeningen tussenfase concluderen wij dat de brede waterpartij langs het bestaande Zeevangsdijkje aangelegd kan worden met een verbreding van de onderberm. Met deze maatregelen blijft de stabiliteit ten opzicht van de huidige situatie minimaal gehandhaafd (stabiliteitsfactor neemt toe).

Wij adviseren de onderberm van de boezemkade te verbreden tot een totale breedte van circa 5,75 m. Deze bermverbreding komt overeen met een demping van de wateroppervlakte over een breedte van 1,50 m. Met deze demping is reeds rekening gehouden in het uitbreidingsplan voor het industrieterrein.

Bijlagen:

Bijlage 1: Situatietekening van industrieterrein Oosthuizerweg en Zeevangsdijkje

Bijlage 2a: Sondeergrafiek DKM-04 (naast watergang langs boezemkade)

Bijlage 2b: Sondeergrafiek 01 (op de kruin van boezemkade)

Bijlage 2c: Sondeergrafiek 02 (op de kruin van boezemkade)

Bijlage 2d: Sondeergrafiek 03 (op onderberm van boezemkade)

Bijlage 3: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 eindfase

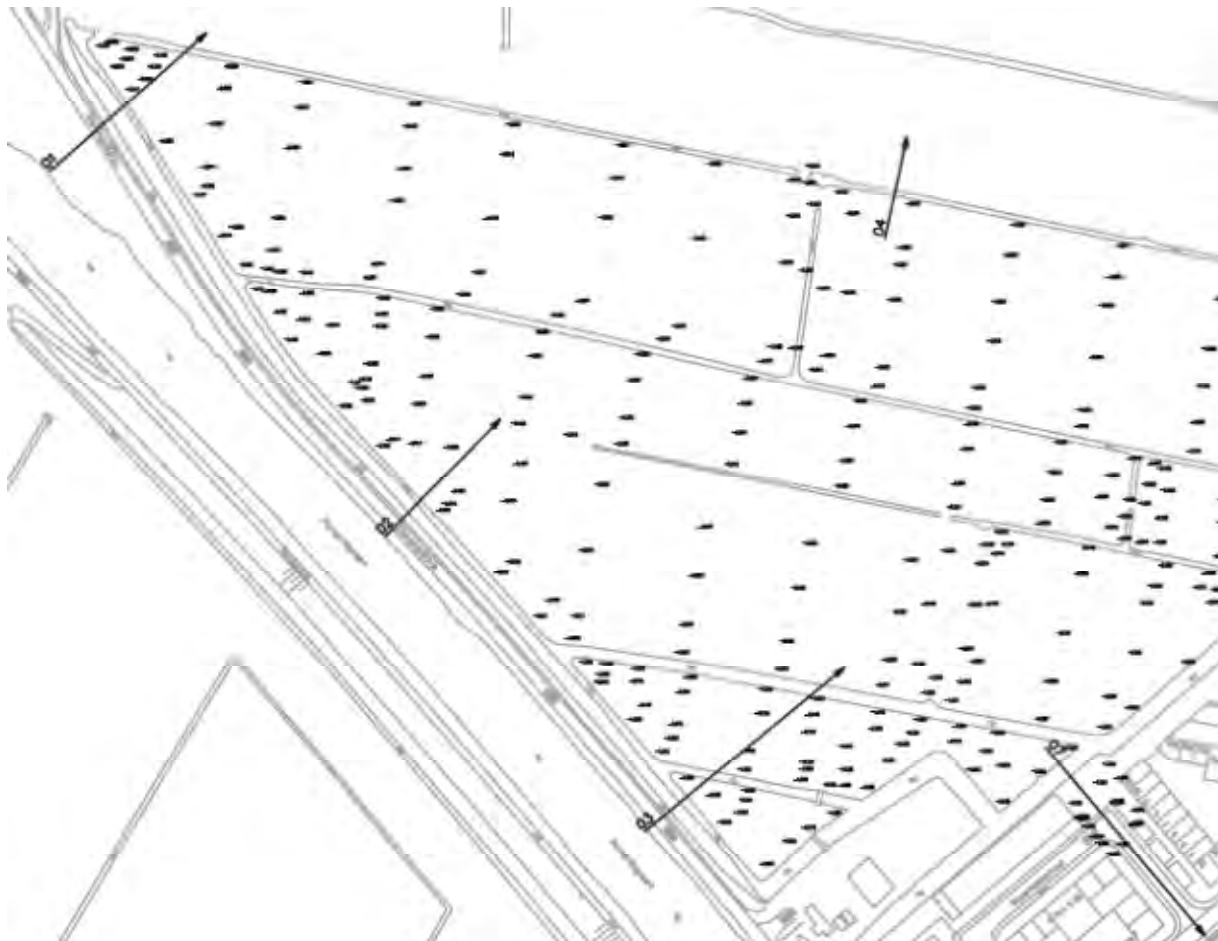
Bijlage 3.1: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 tussenfase

Bijlage 4: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 03 eindfase

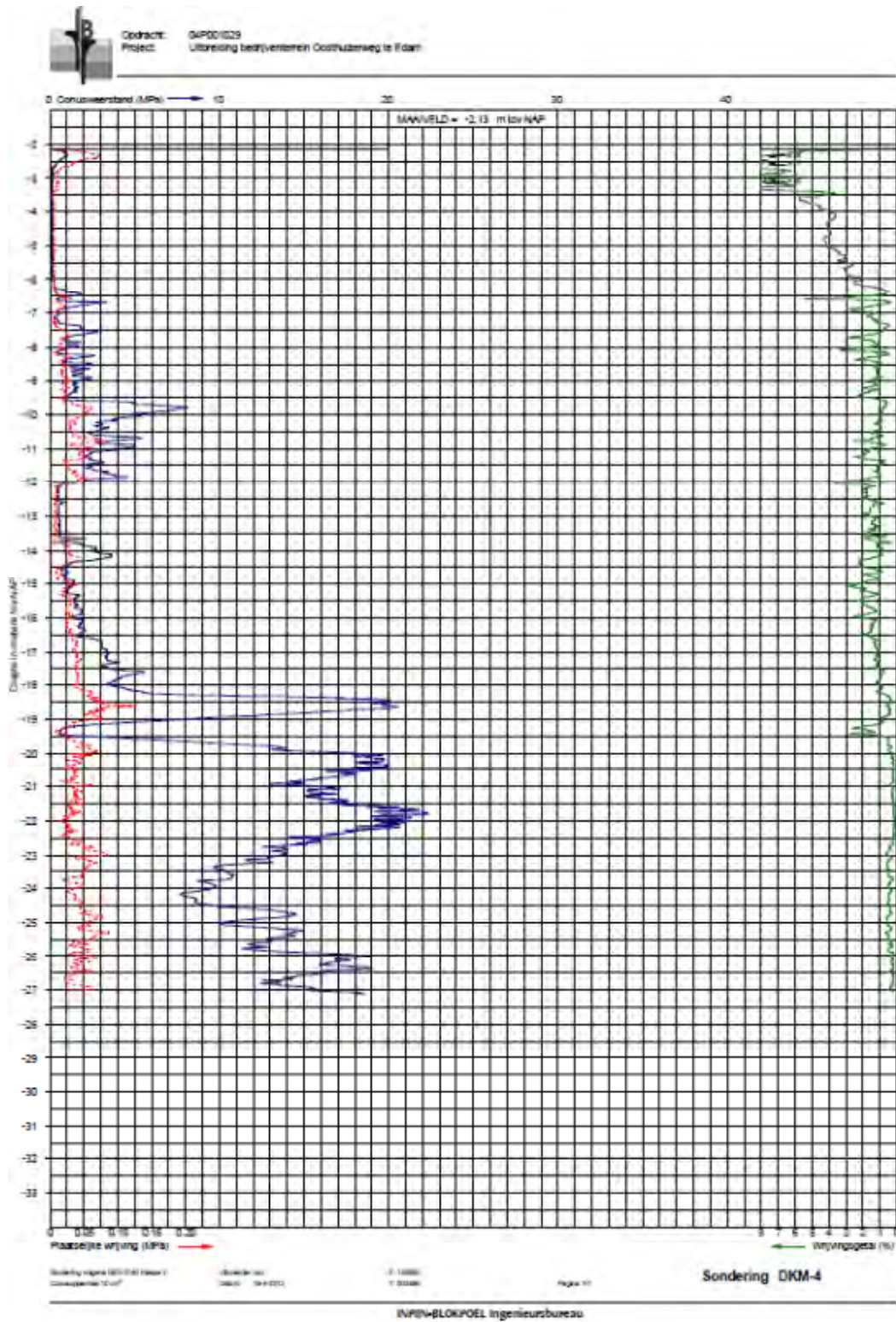
Bijlage 4.1: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 tussenfase

Bijlage 5: Geotechnische grondparameters voor stabiliteitsberekeningen

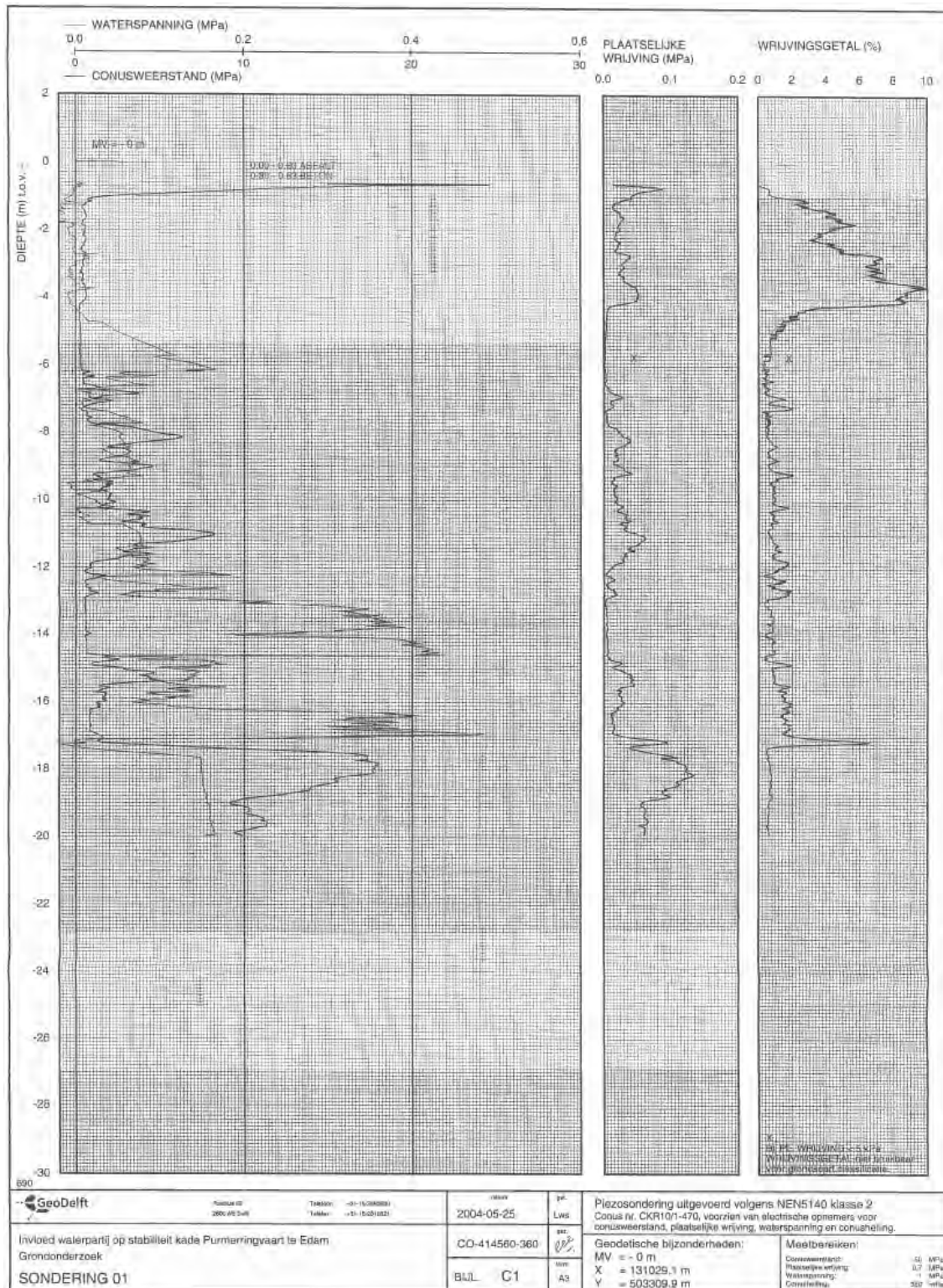
Bijlage 1: Situatietekening van industrieterrein Oosthuizerweg en Zeevangsdijkje



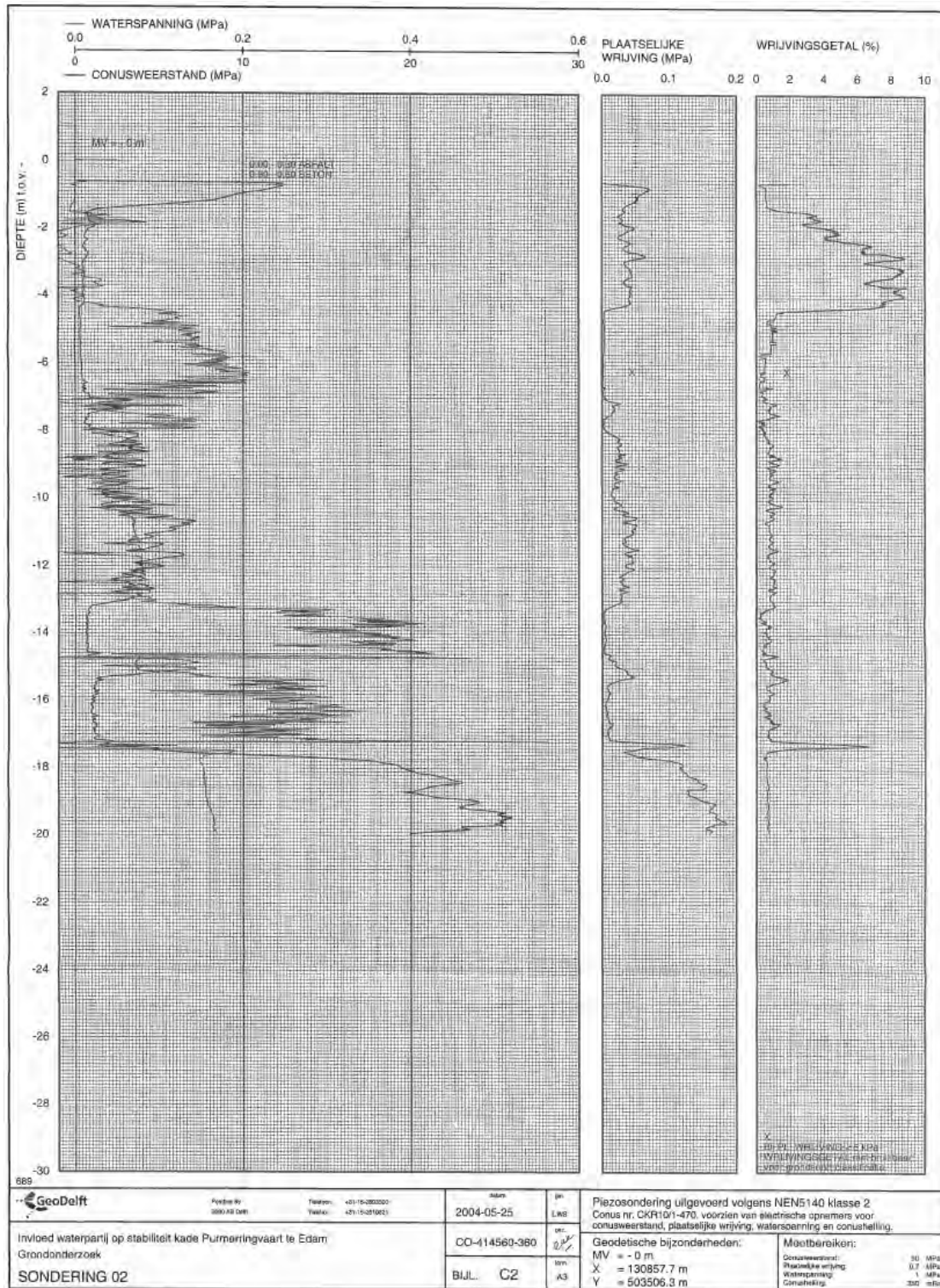
**Bijlage 2a: Sondeergrafiek DKM-04 (naast watergang langs boezemkade)
(tussen dwarsprofiel 01 en dwarsprofiel 02)**



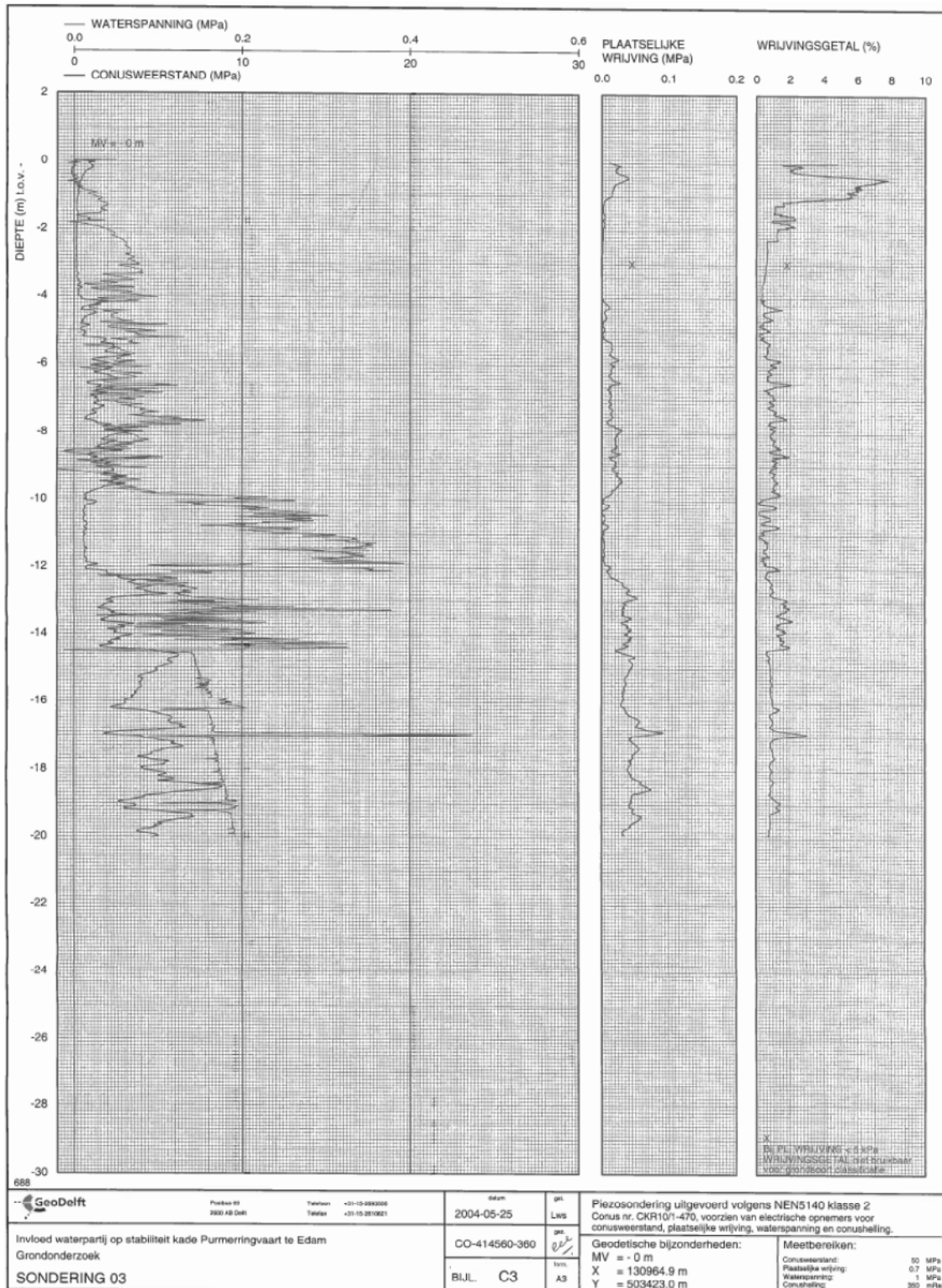
Bijlage 2b: Sondeergrafiek 01 (op de kruin van boezemkade)
(sondeerdiepte tov MV en dus niet tov NAP)



Bijlage 2c: Sondeergrafiek 02 (op de kruin van boezemkade)
(sondeerdiepte tov MV en dus niet tov NAP)

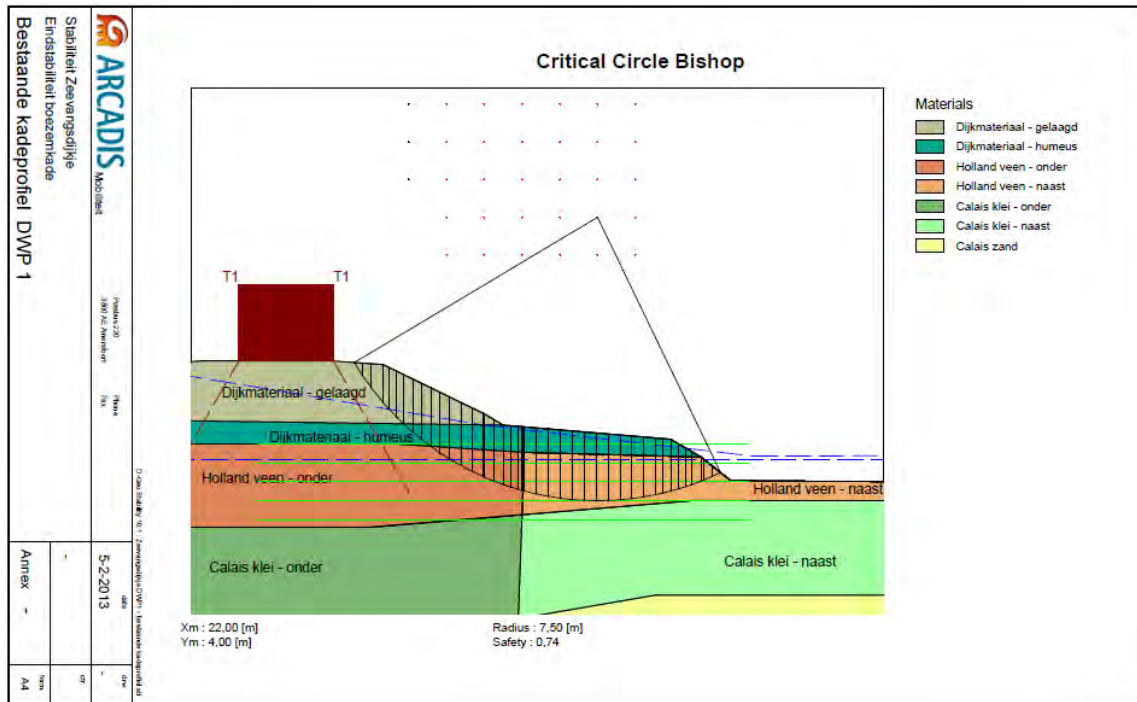


Bijlage 2d: Sondeergrafiek 03 (op onderberm van boezemkade)
(sondeerdiepte tov MV en dus niet tov NAP)

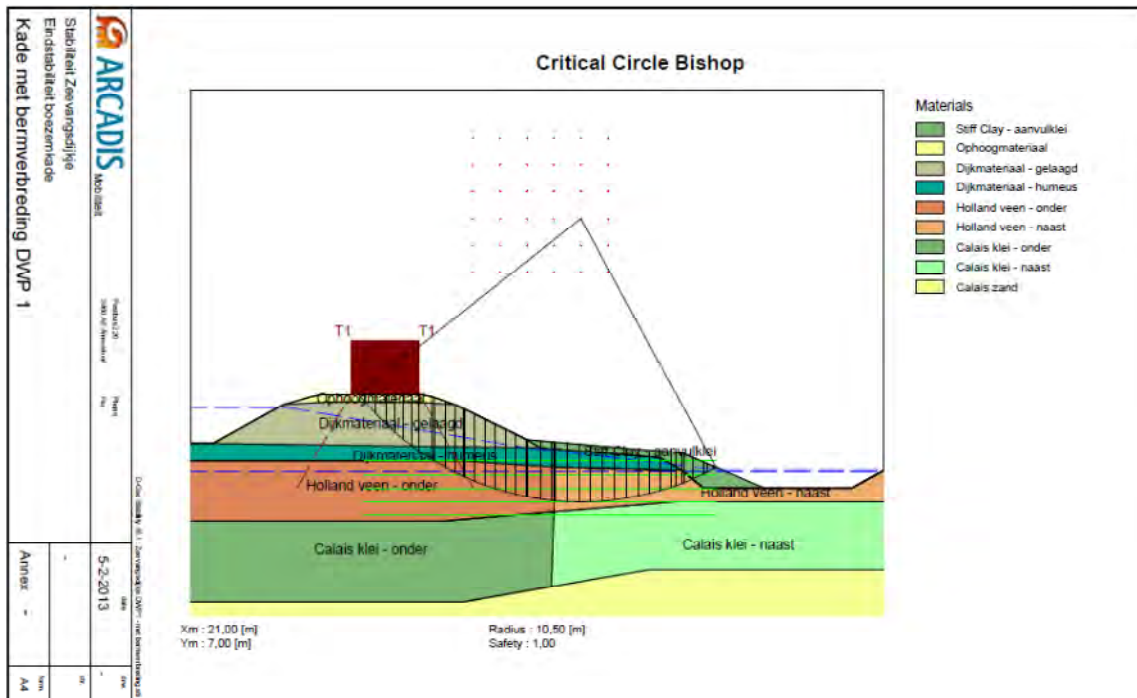


Bijlage 3: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 eindfase

Stabiliteit bestaande boezemkade

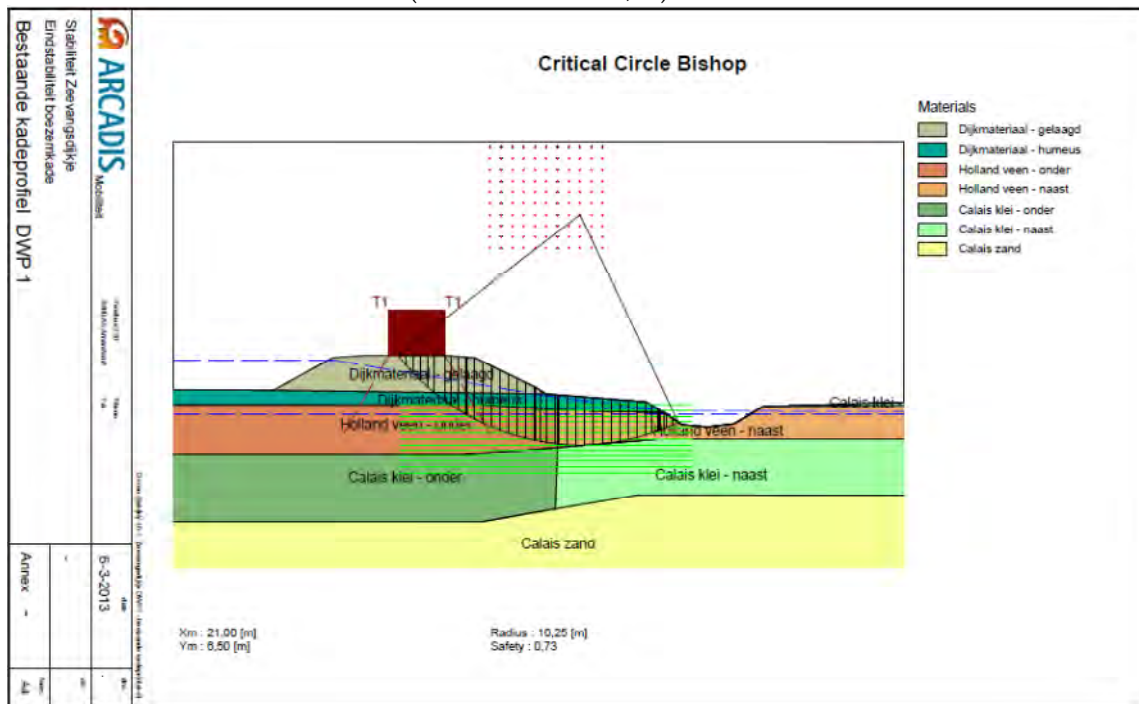


Stabiliteit verbeterde boezemkade

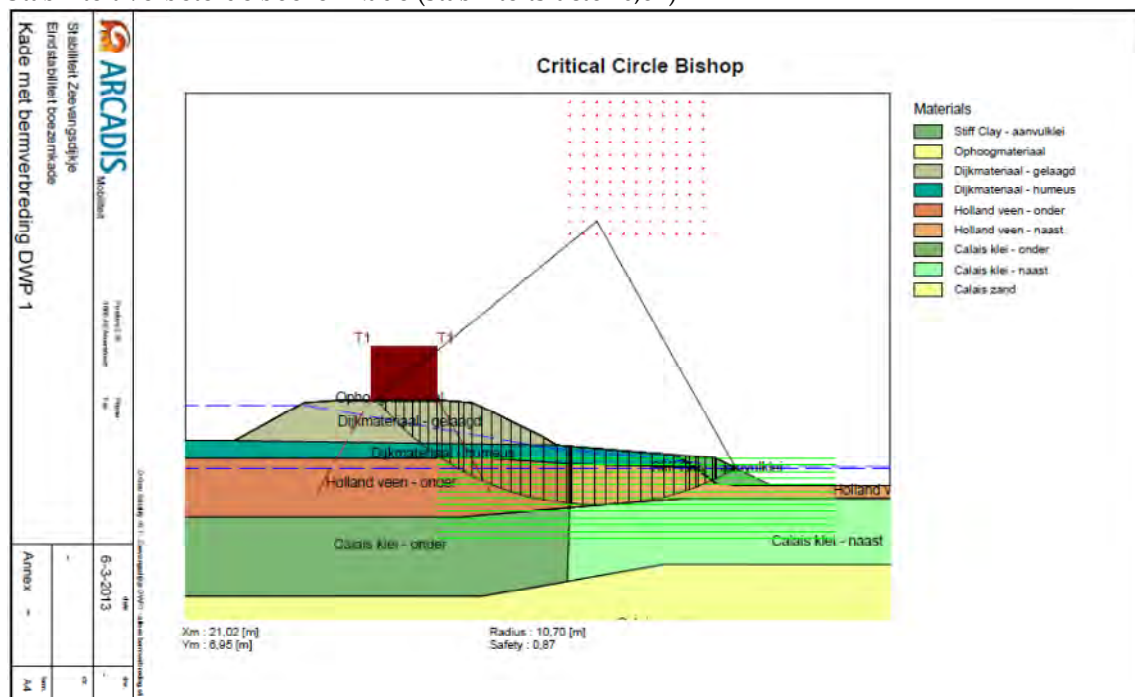


Bijlage 3.1: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 tussenfase

Stabiliteit bestaande boezemkade (stabiliteitsfactor 0,73)

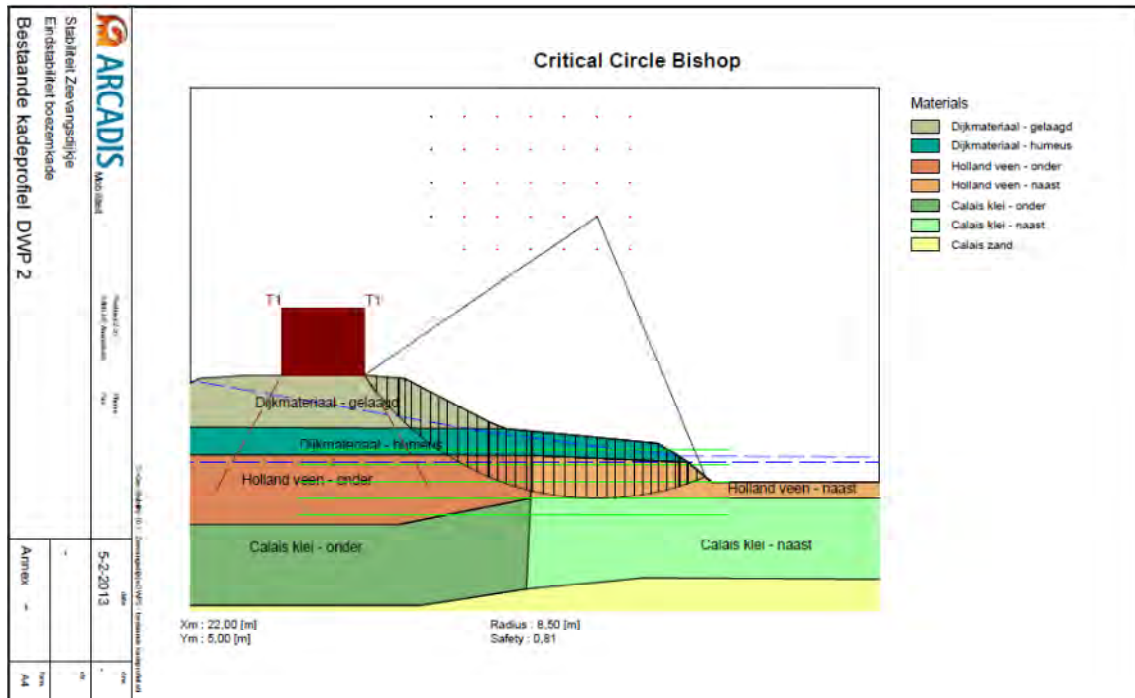


Stabiliteit verbeterde boezemkade (stabiliteitsfactor 0,87)

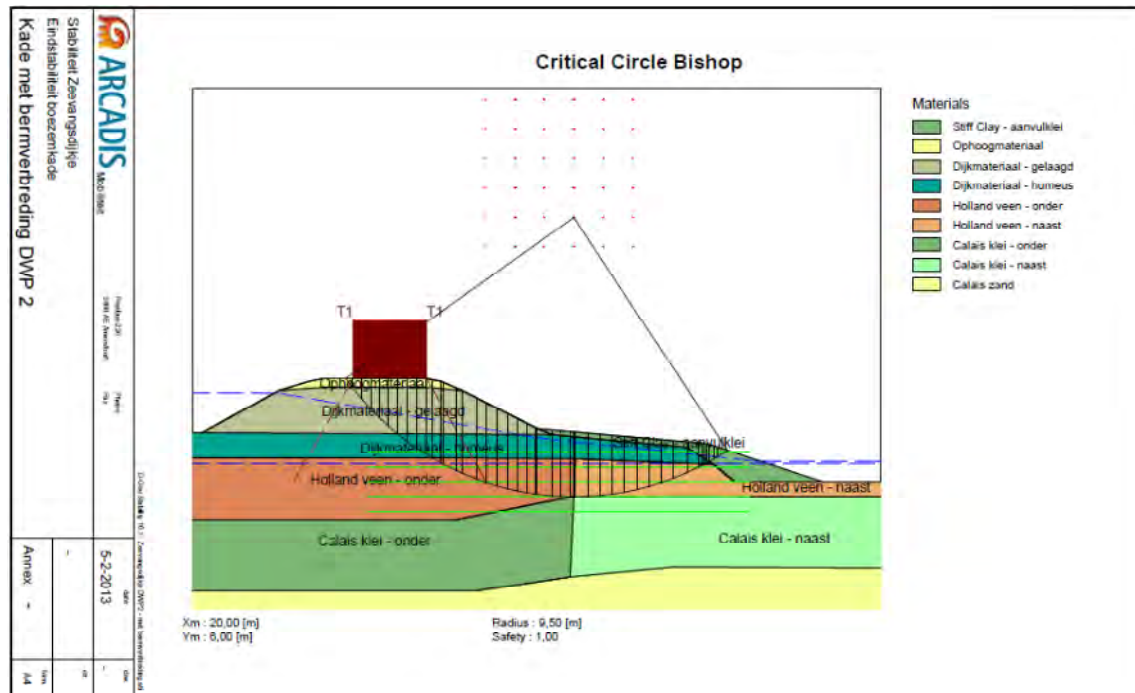


Bijlage 4: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 03 eindfase

Stabiliteit bestaande boezemkade

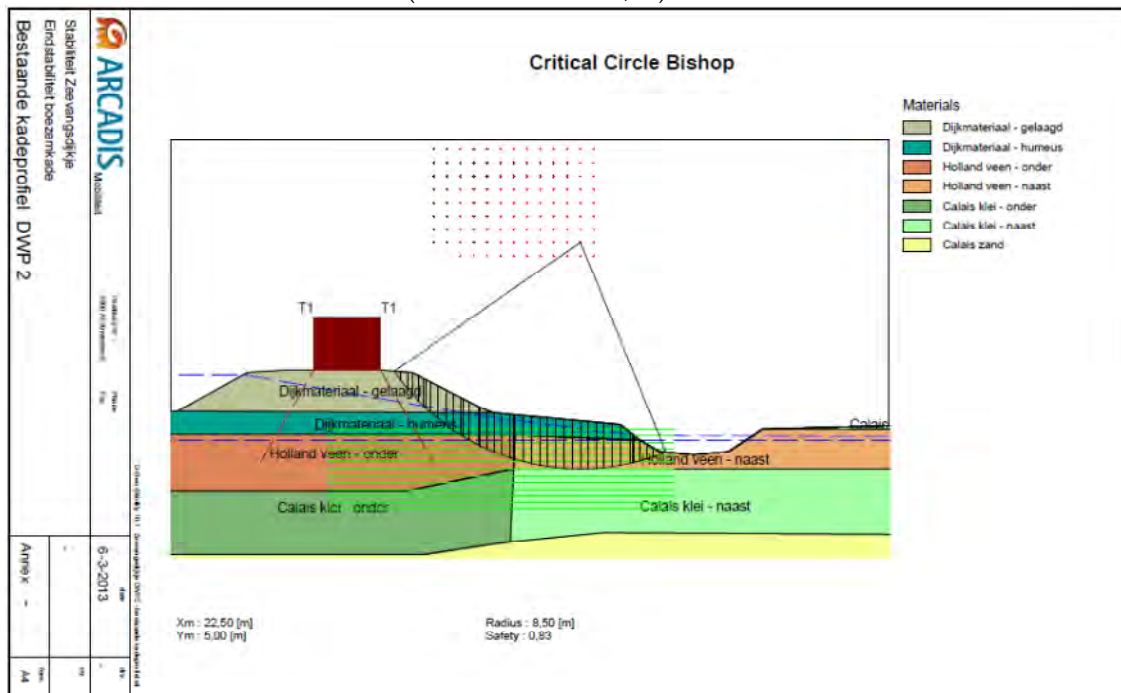


Stabiliteit verbeterde boezemkade

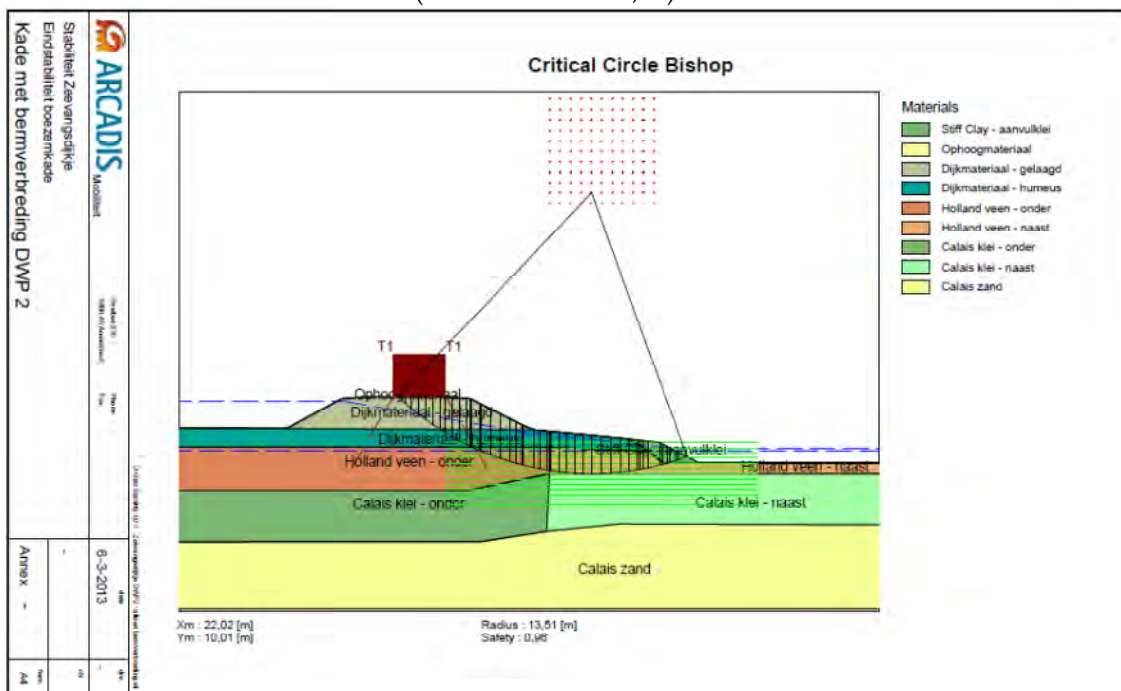


Bijlage 4.1: Resultaten stabiliteitsberekeningen dwarsprofiel 02 tussenfase

Stabiliteit bestaande boezemkade (stabiliteitsfactor 0,83)



Stabiliteit verbeterde boezemkade (stabiliteitsfactor 0,96)



Bijlage 5: Geotechnische grondparameters voor stabiliteitsberekeningen

(uit Regionale proevenverzameling boezemkaden Noord-Holland van 7 maart 2012)

In tabel 2.2 zijn de sterkteparameters weergegeven, de gemiddelde waarden, karakteristieke waarden en rekenwaarden zijn berekend. Deze waarden gelden als invoer voor de Mstab berekeningen van de stabiliteit. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen met alle sterkteparameters en de kenmerkende eigenschappen.

grondsoort [-]	$\gamma_{nat/dr}$ [kN/m ³]	W [%]	ϕ_{gem} [°]	C_{gem} [kPa]	ϕ_{kar} [°]	C_{kar} [kPa]	$\gamma_{m\phi}$ [-]	γ_{mC} [-]	ϕ_{reken} [°]	C_{reken} [kPa]
Hollandveen_o_dijk BL (WL noord)	9,9 / 1,6	572	24,1	4	23,9	2	1,2	1,2	21,1	1,7
Hollandveen_n_dijk BL (WL noord)	9,9 / 1,7	579	25,6	1,5	25,2	0,7	1,2	1,2	22,2	0,6
Hollandveen_o_dijk BL (WL zuid & BK)	9,8 / 1,6	530	21,5	2,3	20,1	1 * ²	1,2	1,2	17,6	0,8
Hollandveen_n_dijk BL (WL zuid & BK)	9,7 / 1,2	726	17,1	1,1	14,8	0,5 * ¹	1,2	1,2	13	0,4
Hollandveen_al * ³	10 / 1,1	813	-	-	-	-	-	-	-	-
Hollandveen_o_dijk DM	10 / 1,8	462	22,3	6	22,3	3	1,2	1,2	19,6	2,5
Hollandveen_kleilig_o_dijk	11,5 / 4,1	193	22	5	22,1	2	1,2	1,2	19,4	1,7
Klei Calais s_z_h_o_dijk	14,9 / 8,4	81	31,4	5,4	32	2,9	1,2	1,2	28,5	2,5
Klei Calais s_z_h_n_dijk	14,6 / 8,2	77	30,1	5,1	29,3	2,9	1,2	1,2	26	2,4
Klei Calais s_h2_o_dijk (beetskoog)	12,9 / 6,3	100	25,2	5,2	24,2	1,6	1,2	1,2	21,3	1,4
Klei Calais s_h2_n_dijk (beetskoog)	13,9 / 6,9	103	27,4	1,1	21,7	0,5 * ¹	1,2	1,2	19,1	0,4
Klei Duinkerke * ⁴	16,3 / 10,1	67	39,1	0	27,4	0	1,2	1,2	24,3	0
Klei Calais z_h_gelaagd_o_dijk	16,2 / 10,6	54	31,7	2,1	28	1,1 * ²	1,2	1,2	24,8	0,9
Klei Dijkmateriaal h	14 / 7,1	100	27,5	5,5	25,5	1,1 * ²	1,2	1,2	22,5	0,9
Klei Dijkmateriaal z_s	16,2 / 10,8	56	36,2	4,4	35,5	1,2 * ²	1,2	1,2	31,8	1

*¹: karakteristieke waarde cohesie geforceerd door 0,5 bij snijden y-as
 *²: karakteristieke waarde cohesie/tau geforceerd door 1,0 bij snijden y-as
 *³: van dit materiaal zijn onvoldoende proeven beschikbaar voor een betrouwbare verzameling, daarnaast bestaan er twijfels over de betrouwbaarheid van de metingen op dit materiaal.
 *⁴: van dit materiaal zijn onvoldoende proeven beschikbaar voor een betrouwbare verzameling

Hoofdnaam (Hollandveen / Klei Calais of Dijkmateriaal)
 Eventuele bijmenging (k2=matig kleilig, s=siltig, z=zandig, h=humeus)
 Locatie (o= onder de dijk, n= naast de dijk)

Bij het Hollandveen is nog onderscheid gemaakt in DM= droogmakerij (Wijde Wormer) en BL = boezemland in de "buitenring" (Wormer Jisp en Nek en Purmerland)

De sterkteparameters van de klei zijn bepaald met behulp van een s'-t' analyse op de laboratoriumresultaten van de single stage isotroop geconsolideerde triaxiaalproeven. In de analyse zijn de resultaten verwerkt behorende bij een vervorming van 5%. De sterkteparameters van het Hollandveen zijn bepaald met behulp van een s'-t' analyse op de laboratoriumresultaten van de DSS-proeven. In de analyse zijn de resultaten verwerkt behorende bij een maximaal vervormingspercentage van 20% of de pieksterkte⁴ indien deze eerder wordt bereikt. Op de meetdata is een lineaire regressie uitgevoerd om de verwachtingswaarde te bepalen.

⁴ Conform het Protocol voor het uitvoeren van laboratoriumproeven (versie 4), Deltares 27 mei 2011 wordt de sterkte van veen bepaald bij de pieksterkte. In de praktijk blijkt dat er in veel gevallen geen piek bereikt wordt, de sterkte neemt toe naarmate de vervorming toeneemt. Dit resulteert mogelijk tot een overschatting van de sterkte, er is derhalve besloten om een maximaal vervormingspercentage van 20% te hanteren.