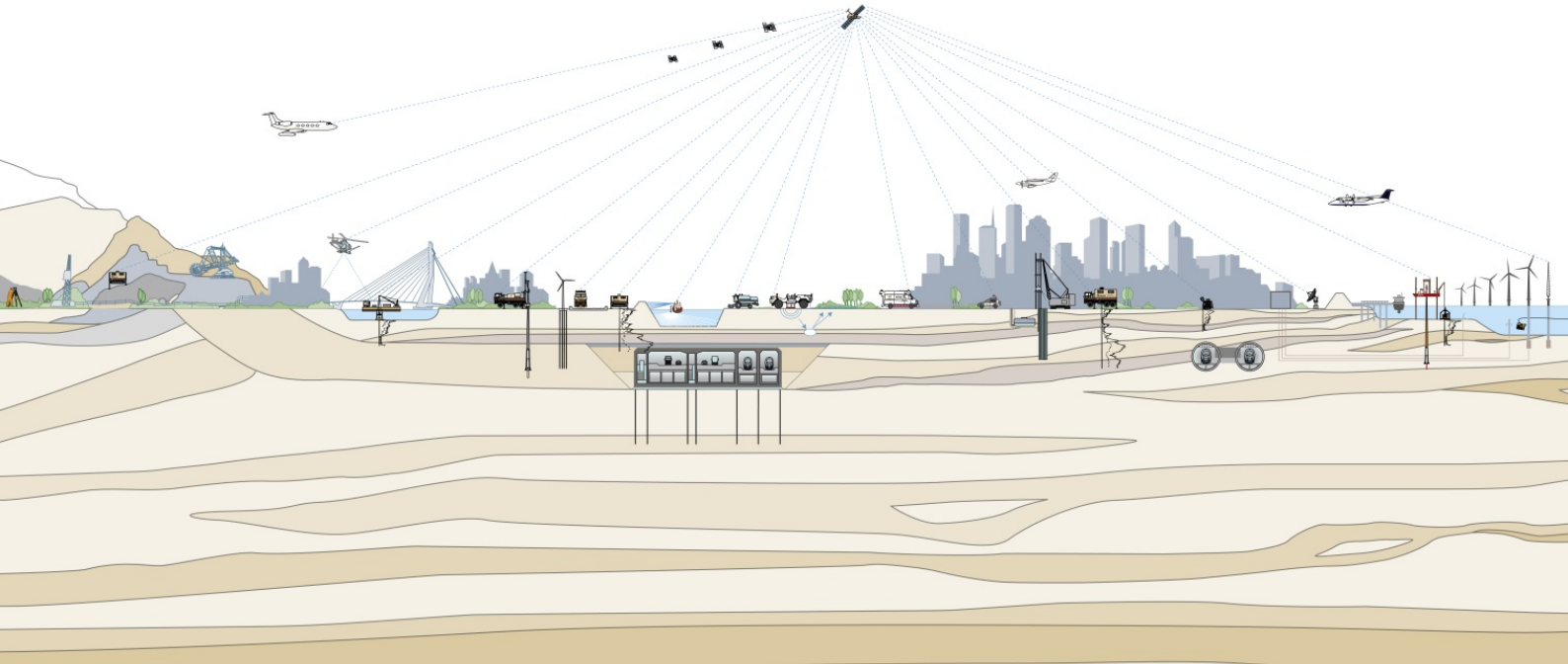
Rapportage Waterbouw
Bresherstel Botjeszandgat te Zuidbroek

Documentnummer: 1217-0066-000_34.R02
Versie: 2.0
Datum: 08 december 2017



Opdrachtgever Firma Zeldenrust locatie Zuidbroek
Botjesweg 2
9636 EL Zuidbroek

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Pop Dijkemaweg 72a
9731 BG Groningen
T 050 54 12432

Projectleider [redacted]
Senior consultant Waterbouw
T 06 [redacted]

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie	[redacted]	[redacted]	[redacted]	08-11-2017
2.0	Definitief	[redacted]	[redacted]	[redacted]	08-12-2017

INHOUDSOPGAVE

1.	**INLEIDING**	**1**
1.1	Locatiebeschrijving	1
1.2	Beschikbare informatie	2
2.	**UITGANGSPUNTEN**	**3**
2.1	Normen en richtlijnen	3
2.2	Geometrie	3
2.3	Bodemopbouw	3
	2.3.1 Grondparameters	4
2.4	Hydraulische belastingen	6
2.5	(Grond)waterstanden en stijghoogten	6
2.6	Bovenbelastingen	6
2.7	Partiële factoren	6
	2.7.1 Materiaalfactoren	6
3.	**STABALITEITSANALYSES**	**7**
3.1	Model	7
3.2	Stabiliteitsanalyse huidig talud	7
3.3	Stabiliteitsanalyse hersteld talud	7
4.	**FASERING EN WERKWIJZE BRESHERSTEL**	**9**
4.1	Fasering	9
4.2	Uitvoering	9
	4.2.1 Methode	9
	4.2.2 Planning	10
5.	**SAMENVATTING**	**11**

BIJLAGEN

A. HOEVEELHEDEN

1. INLEIDING

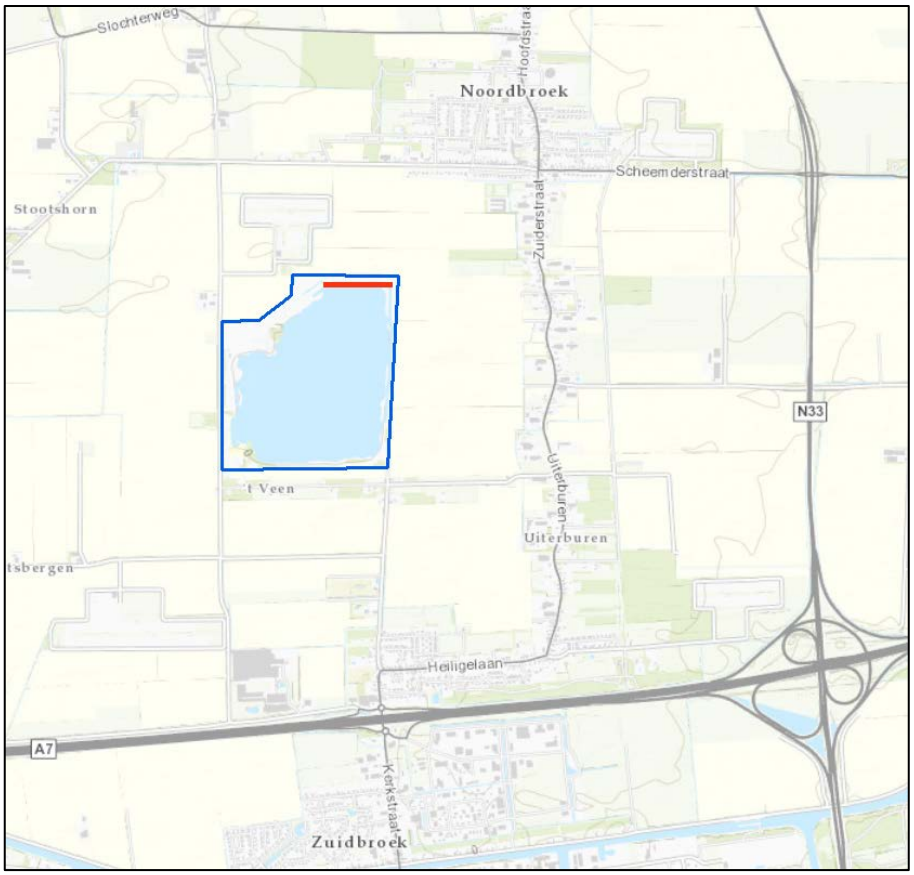
Op 16 oktober 2017 ontving Fugro van Firma Zeldenrust te Zuidbroek de opdracht voor het uitbrengen van een rapport betreffende bresherstel in de zandwinning “Botjeszandgat” te Zuidbroek.

Naar aanleiding van het door Deltares uitgebrachte rapport “Advies bij oeverinscharing Botjeszandgat Zuidbroek” d.d. 10-01-2017 is begonnen met het opvullen van de bres met een mengsel van klei en grof grind. De stabiliteit van deels herstelde talud is onbekend. In deze rapportage worden de volgende aspecten van het bresherstel beschouwd:

- Stabiliteitsanalyse huidig talud resterende bres;
- Stabiliteitsanalyse hersteld talud;
- Fasering en werkwijze bresherstel.

1.1 Locatiebeschrijving

De zandwinningslocatie “Botjeszandgat” is gelegen ten noorden van Zuidbroek (provincie Groningen). Binnen het rijksdriehoekstelsel heeft het globaal de coördinaten x = 252.800 tot x = 253.700 en y = 578.000 tot y = 579.000. In is de ligging van de bres met een lengte van ca. 150 m en breedte van ca. 30 m binnen de zandwinlocatie aangegeven.



Figuur 1-1: Projectlocatie “Botjeszandgat” (blauw) met daarin de locatie van de bres (rood) aangegeven

Ten noorden van de bres is op enkele meters (ca. 5 m) een landweg gelegen. Over deze onverharde weg vindt incidenteel zwaar transport (landbouwmachines) plaats.

1.2 Beschikbare informatie

Door Zeldenrust is de volgende informatie beschikbaar gesteld:

- Advies bij oeverinscharing 16 juli 2016 Botjeszandgat Zuidbroek, Deltares, 01-2017, kenmerk 1230956-000-ZKS-0006;
- Resultaten grondonderzoek ten behoeve van de uitbreiding van de zandwinning Botjeszandgat te Zuidbroek, Wiertsema&Partners, 30-05-2011, kenmerk 54056-1 R15737;
- Resultaten boringen en zeefanalyses Noordoever zandwinning Botjeszandgat te Zuidbroek, Grontmij, 08-07-2011, kenmerk 309871/YH;
- Uitbreiding Botjeszandgat – Noordelijk talud, Deltares, 09-2011, kenmerk 1205035-000-GEO-0005;
- Profielen peiling t.o.v. model, Meetbureau G2, 20-10-2017, kenmerk 2016054_PRFL-20171019_Botjeszandgat.

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens. In het Fugro-archief zijn geen relevante gegevens beschikbaar.

2. UITGANGSPUNTEN

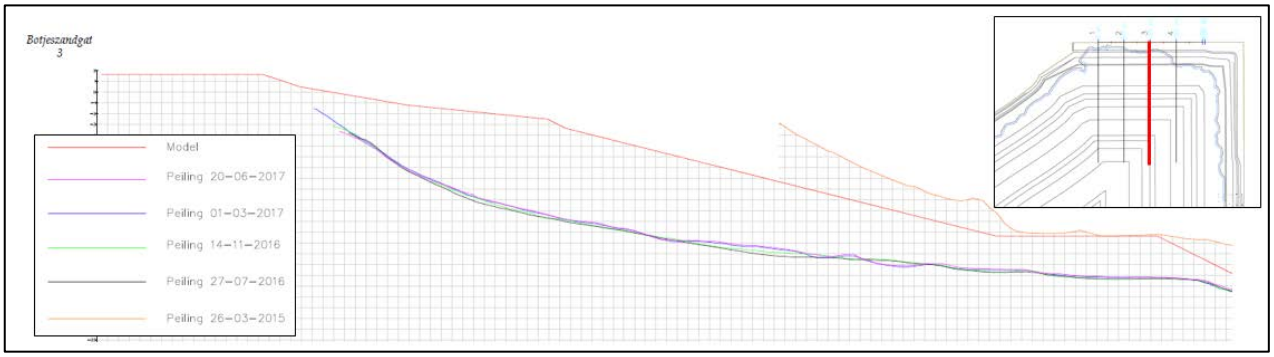
Voor het opstellen van het bres-herstel advies zijn de verschillende uitgangspunten en aannamen van belang. Deze worden in dit hoofdstuk beschreven en toegelicht.

2.1 Normen en richtlijnen

Voor het opstellen van het advies zijn de volgende normen en richtlijnen in acht genomen:
[NEN 9997-1] Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1, algemene regels, december 2016.
[CUR 113] CUR-aanbeveling 113, Oeverstabiliteit bij zandwinputten, CUR, Gouda, 2008

2.2 Geometrie

De geometrie van de noordelijke oever van de zandwinput is gebaseerd op de door Meetbureau G2 uitgevoerde peiling van 20-06-2017. Voor het bresherstel is op basis van de meetgegevens (bijlage A) en het resultaat van Ref 1, dwarsprofiel 3 als representatief voor het brestalud aangehouden.
In Figuur 2-1 zijn de resultaten weergegeven van de monitoringsmetingen ter plaatse van het de bres. Uit de metingen (bijlage1) blijkt dat de het brestalud gedurende een jaar onveranderd is gebleven.



Figuur 2-1 Dwarsprofiel 3

2.3 Bodemopbouw

Op basis van het aangeleverde grondonderzoek Ref 2 en Ref 3 wordt de bodemgesteldheid globaal geschematiseerd als zijnde één doorgaand zandpakket vanaf maaiveld (NAP +1,6 m) tot ca. NAP -50 m. Lokaal worden op diverse diepten waterremmende laagjes aangetroffen. Bijvoorbeeld de in de sonderingen tussen ca. NAP -21 m en NAP -28 m aanwezige waterremmende laag, deze is met uitzondering van W&P_VN-54056-1_DKP-3 in alle sonderingen aangetroffen.

2.3.1 Grondparameters

Bestaand talud

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek is de grondlaagindeling ter plaatse van de bres bepaald Hiertoe is boring B6 (grontmij_309871) als representatief beschouwd. Vervolgens zijn de grondparameters bepaald op basis van tabel 2a uit NEN 9997-1+C1:2012. De rekenwaarden van de grondparameters zijn bepaald volgens NEN 9997-1:2016 Tabel A.4a. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het talud onder veiligheidsklasse RC2 valt.

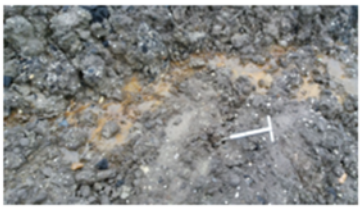
Tabel 2-1: Representatieve waarden sterkteparameters, bodemopbouw conform boring Grontmij_309871_B6

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort [-]	γ/γ_{sat} [kN/m^3]	c' [KPa]	φ [°]	δ [°]
+0,8	Zand, uiterst fijn, sterk kleiig	18/20	0	30	20
+0,0	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus	18/20	0	30	20
-1,2	Zand. matig grof, zwak siltig, zwak grindig	18/20	0	27	18
-5,2	Zand, matig fijn, zwak siltig	18/20	0	33	22
-9,2	Zand, zeer fijn, zwak siltig	18/20	0	33	22
-17,2	Zand, zeer fijn, zwak siltig, resten hout	18/20	0	33	22
-19,2	Zand, zeer fijn, zwak siltig, laagjes leem	18/20	0	30	20
-23,2	Zand, zeer fijn, matig siltig, resten hout	18/20	0	30	20

Opmerkingen:
γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
c' = effectieve cohesie
φ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
δ = wandwrijvingshoek

Herstelmateriaal.

De opdrachtgever heeft aangegeven dat het talud wordt hersteld met grond bestaande uit klei, leem en grind. Dit betreft een restproduct wat bij het produceren van zand vrijkomt. Om inzicht te krijgen in de sterkte-eigenschappen van het materiaal is een veldonderzoek uitgevoerd waarbij indicatief de ongedraineerde schuifsterkte van het herstelmateriaal, is bepaald. In figuur 2 is het resultaat weergegeven van een indicatieve analyse sterkteparameters klei grind mengsel, indicatief bepaald zijnde gemiddeld 20 kPa. Aan de hand van tabel 2.b van de [NEN 997-1] zijn vervolgens φ’ = 30 graden en c’ = 1 kPa bepaald. Voor het soortelijk gewicht is 20 kN/m3 aangehouden (nat en droog).



Torvane				
Veld			Lab	
m nr		waarde	m nr	waarde
[-]		[kPa]	[-]	[kPa]
1		48	4	20
2		62	4,6	23
3		38	4,4	22
4		48	2,5	12
5		38	9,6	47
6		43	8,6	42
7		38	10	49
8		67	2,6	13
9		43	3,2	16
10		29	2	10
11		48	1,2	6
12		53	1	5
13		38	3,5	17
14		62	0,8	4
			5,6	27
gemiddelde waarde [μ]		47,04		20,31
Deviatie [σ]		11,02		15,20
Variantiecoefficient [v =σ/μ]	0,23		0,75	
confidence level	95%			
$t_{0.95}$	1,77		1,76	
95% ondergrens LL		41,8		13,2
95% bovengrens UL		52,3		27,5
Veld + LAB		[kPa]		
gemiddelde waarde [μ]		33		
Deviatie [σ]		19		
Variantiecoefficient [v =σ/μ]	0,55			
$t_{0.95}$	1,70			
95% ondergrens LL		28		
95% bovengrens UL		39		
Representatieve waarde				20

Figuur 2-2 Bepaling representatieve SU-waarde klei grind mengsel

Figuur 2-2 laat zien dat de torvane (su) waarden van het insitu materiaal hoger is dan de waarden die in het geotechnisch laboratorium zijn genomen. Dit verschil wordt onder andere veroorzaakt doordat:

- Verschillende wijze van beproeving (torvane);
- Beproeving geroerde monster versus beproeving in situ;
- Onnauwkeurigheid van de meting.

Om de fouten te compenseren en om een reële ondergrenswaarde te bepalen is ervoor gekozen om eerst de 95% ondergrens van de laboratorium- en veld monsters te bepalen en de laagste waarde (13,2 kPa) vervolgens te middelen met de 95% ondergrens van alle monsters tezamen (26 kPa). Op zo'n wijze wordt onzes inziens een ondergrenswaarde (su = 20 kPa) verkregen waarin deels met insitu (geconsolideerde) su waarde wordt gerekend. Voor een ongedraineerde analyse wordt uitgegaan van een representatieve su waarde van 20 kPa.

Voor een gedraineerde stabiliteitsanalyse is de hand van visuele inspectie van het materiaal het materiaal geclassificeerd als leem sterk zandig met karakteristieke waarden φ' = 35 graden en c' = 1 kPa bepaald. Voor het soortelijk gewicht is 20 kN/m3 aangehouden (nat en droog) e.e.a. conform tabel 2.b van de [NEN 997-1].

2.4 Hydraulische belastingen

In de stabiliteitsberekening zijn geen hydraulische belastingen (bijvoorbeeld golfhoogte, golflengte en/of golfrichting) meegenomen.

2.5 (Grond)waterstanden en stijghoogten

Voor het waterpeil in de zandwinplas wordt conform het winningsplan [4] NAP -1,0 m aangehouden. De stijghoogte in de diepere zandlagen is gelijk aan het oppervlaktepeil. De freatische grondwaterstand wordt geraamd op 1,2 m onder maaiveld (NAP +0,4 m).

2.6 Bovenbelastingen

Het gebruik van de landbouwweg door zwaar landbouwverkeer en bouwverkeer leidt tot een belasting aan de rand van de zandwinput. Aangenomen is dat het bouwverkeer minimaal 1,0 m vanuit de insteek van het talud van de zandwinput blijf. Voor de berekening van de stabiliteit van het talud is uitgegaan van een veranderlijke belasting van 50 kN/m^2 over een breedte van 2,0 m. Daarnaast dient een permanente belasting van 10 kN/m^2 over minimaal 20 m in lengterichting te worden gehanteerd. [NEN 1997-1]

2.7 Partiële factoren

2.7.1 Materiaalfactoren

De rekenwaarden voor de grondparameters zijn verkregen door de representatieve waarden te delen door de materiaalfactoren conform [NEN 1997-1]. De materiaalfactoren voor een RC2 veiligheidssituatie zijn in tabel 2-2 weergegeven.

Tabel 2-2: Partiele materiaalfactoren voor een RC2 veiligheidssituatie

Parameter	Materiaalfactor grenstoestand
c' cohesie φ' hoek van inwendige wrijving soortelijk gewicht	1,45 1,25 1
Bovenbelasting: - Permanent ongunstig - Veranderlijk ongunstig - Permanent gunstig	 1,35 1,5 0,9

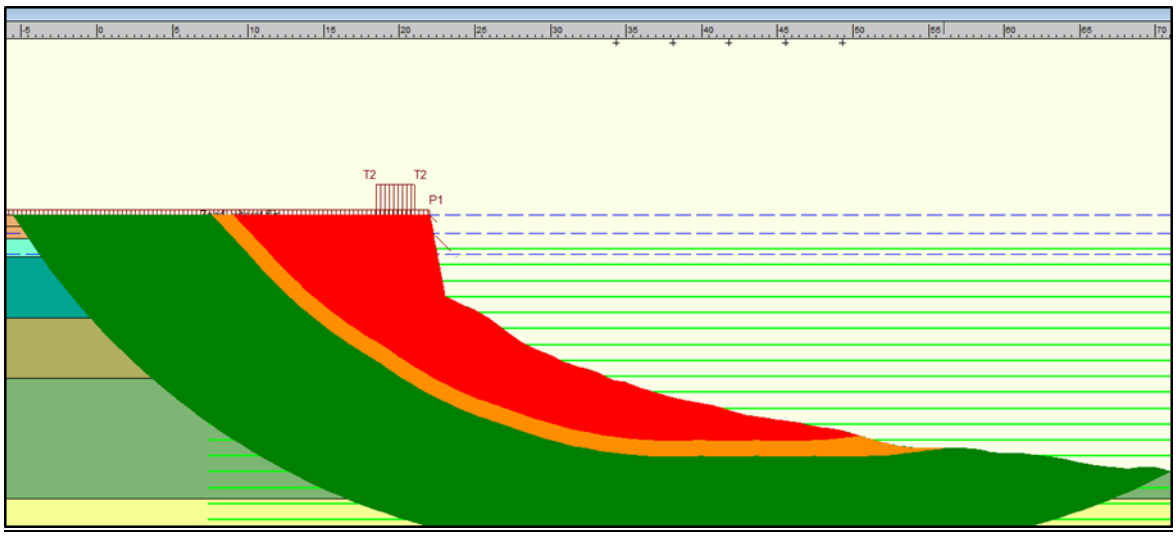
3. STABALITEITSANALYSES

3.1 Model

Op basis van de uitgangspunten is het (huidige) maatgevende dwarsprofiel (Figuur 2-1) op macrostabiliteit getoetst. De toetsing ie uitgevoerd volgens de methode Bishop toegepast. De vereiste stabiliteitsfactor (Sf) bedraagt 1 voor de methode Bishop. De stabiliteit van het talud is berekend met het programma D-Geo Stability.

3.2 Stabiliteitsanalyse huidig talud

Uit de berekeningen volgt dat de stabiliteit van het huidige talud onvoldoende is. Tot op ca. 7,5 m vanaf de insteek van het talud is de veiligheid < 1. Tussen ca. 9 m en ca. 7,5 m ligt de veiligheid tussen 1 en 1,1. Vanaf ca. 9 m is wordt de stabiliteit tegen afschuiving als gevolg van het gebruik van de landweg voldoende gewaarborgd.



Figuur 3-1 Resultaat stabiliteitsanalyse huidige situatie

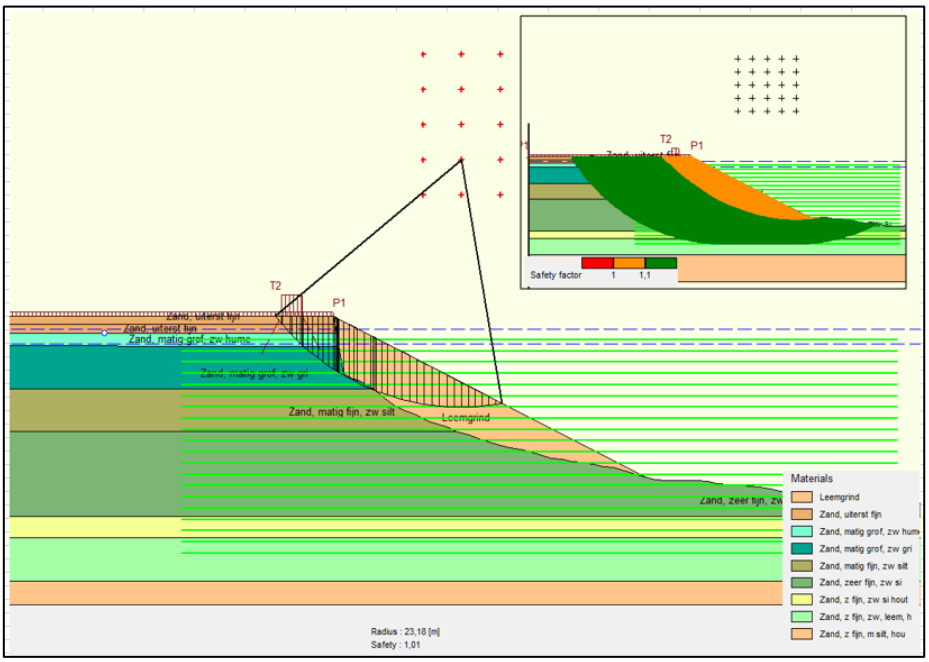
3.3 Stabiliteitsanalyse hersteld talud

Voor de stabiliteitsanalyse van het hersteld talud is ervan uit gegaan dat het talud vanaf de insteek van het huidig talud zal worden hersteld. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de in tabel 3-1 gepresenteerde taluds. Bij een talud van 1:2,25 voldoet het herstelde talud aan de minimale veiligheid van 1,1. De rapportages van de berekeningen zijn in bijlage A opgenomen.

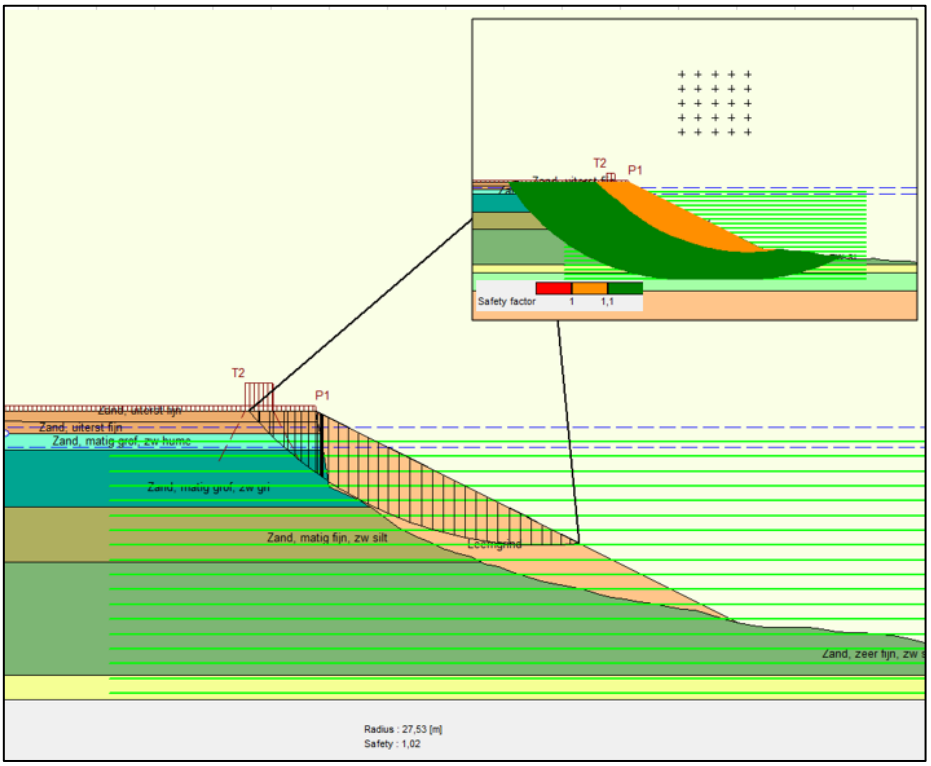
Tabel 3-1: Resultaten stabiliteitsanalyse hersteld talud

Talud 1:	Afstand tot insteek huidig talud [m]			Minimale veiligheid
	Veiligheid < 1,0	1,0 < Veiligheid < 1,1	Veiligheid > 1,1	
3	n.v.t	n.v.t.	Vanaf 0	1,24
2,5	n.v.t	n.v.t.	Vanaf 0	1,12
2,25	n.v.t	3 tot 7	Vanaf 7	1,03
2,0	0 tot 6	0 tot 8	Vanaf 8	0,95

Bij een bresherstel onder een taludhelling min1maal 1:2.25 wordt een ruime voldoende veiligheid tegen afschuiven gewaarborgd. Let wel hierbij wordt ervan uitgegaan dat zwaar landbouwverkeer op een afstand van minimaal 3 m vanaf de insteek van het talud de zandwinning passeert. In Figuur 3-2 is het resultaat van de analyse weergegeven voor en gedraineerde analyse en Figuur 3-3 voor een ongedraineerde analyse.



Figuur 3-2 Resultaat stabiliteit talud 1:2,25 leem gedraineerd

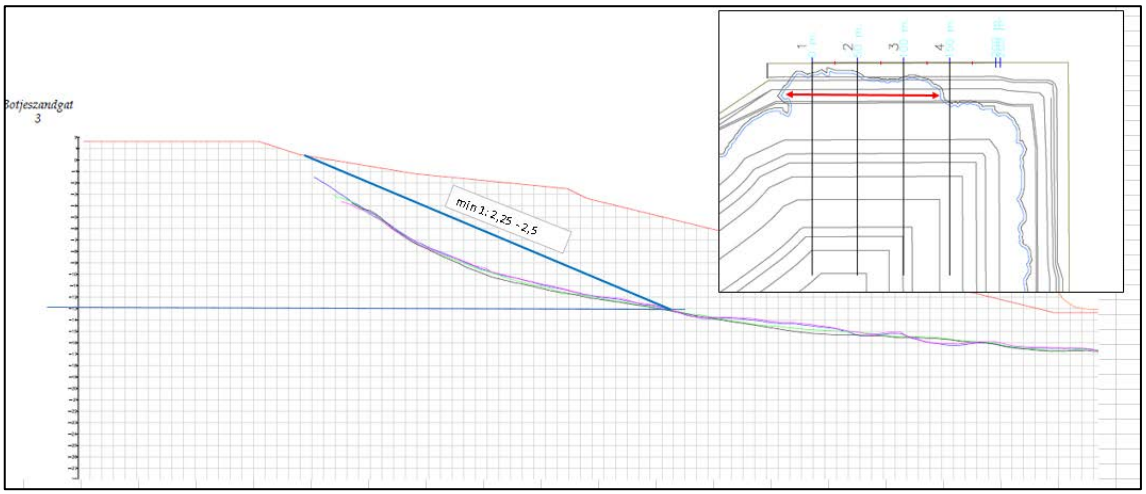


Figuur 3-3 Resultaat stabiliteit talud 1:2,25 leem ongedraineerd

4. FASERING EN WERKWIJZE BRESHERSTEL

4.1 Fasering

Uit paragraaf 3.3 volgt dat het herstellen van de bres door middel van het aanbrengen van een leem grind aanvulling onder een minimale helling van 1:2,25 een voldoende veilig stabiel talud oplevert (Figuur 4-1). Uit de hoeveelheidsmeting blijkt dat circa 12.318 m^3 benodigd is om het gehele talud tot aan het maaiveld te vullen (bijlage A)



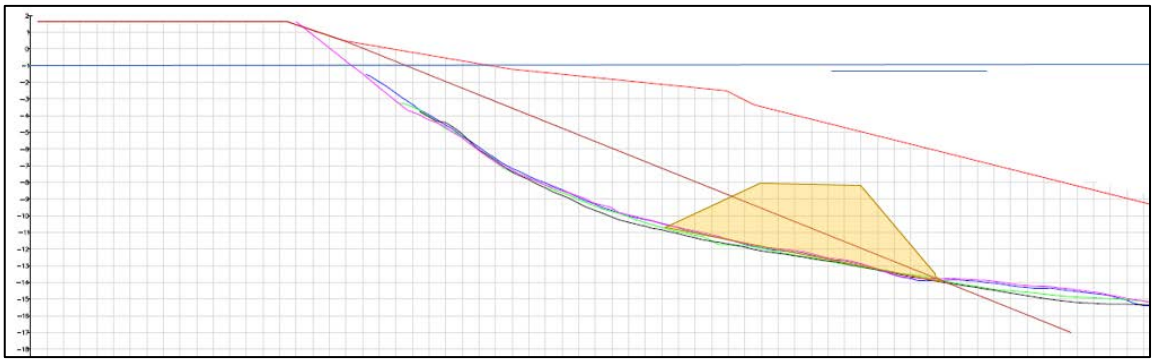
Figuur 4-1 Ontwerp taludherstel

4.2 Uitvoering

4.2.1 Methode

Het aanbrengen van het leem grind materiaal kan in principe vanaf de kant worden ingebracht door middel van een shovel. Tijdens het locatiebezoek is aangegeven dat men inderdaad al bezig op deze wijze al bezig is geweest met het aanvullen van het talud. Men kon niet aangeven hoeveel m^3 er inmiddels is aangebracht. Uit een vergelijk van de peilingen met datum (27-07-2016 Bres) en 201-06-2017 laatste meting) is geen significant verschil zichtbaar met betrekking tot bresherstel. Een vergelijk met de ingebrachte m^3 en de op de juiste plek aangebracht m^3 is nu niet mogelijk. Het kan dus zijn dat het aangebracht materiaal te weinig is voor een zichtbaar verschil of dat het materiaal niet op de juiste plek is terecht gekomen als gevolg van een te steile bres helling. Voor een verder verloop van het taludherstel wordt de volgende werkwijze voorgesteld.

In principe wordt de gehanteerde werkwijze (aanbrengen leem grind met schovel) gecontinueerd met als wijziging het bijhouden aangebrachte m^3 materiaal en de locatie waar het materiaal wordt aangebracht. Dit om een vergelijk met de peilingen mogelijk te maken en te monitoren of het aangebrachte materiaal op de juiste locatie terecht komt (Dus niet verder de put in rol). Er wordt voorgesteld om de aanvulling te monitoren voor een periode van 2 maanden of dat de eerste 3000 m^3 in bak zijn aangebracht. Op basis van de monitoringsresultaten wordt bepaald of de voorgestelde werkwijze effect heeft of dat er toch besloten moet worden om een onderlosser in te zetten van voor het aanbrengen van een onderwaterberm (Figuur 4-2) ter voorkoming van verlies van leem grind materiaal.



Figuur 4-2 Locatie berm bresherstel

4.2.2 Planning

De jaarlijks zandproductie bedraagt gemiddeld 250.000 m^3 . De productie van het restproduct grind en leem bedraagt circa 2% van de zandproductie. Op basis van de aan te brengen hoeveelheid (12.318 m^3) en de verwachte zandproductie wordt verwacht dat het aanvullen van de bres circa [12.318/ (250.000*0,02)] = 2,5 á 3 jaar gaat duren.

5. SAMENVATTING

Op basis van de uitgevoerde stabiliteitsanalyse wordt geconcludeerd dat het huidige talud aan de noordoostzijde van zandwinplas “Botjeszandgat” niet voldoende waarborg tegen afschuiven biedt in dien landbouwverkeer op een afstand van minder dan 9 m de locatie passeert. Vanaf ca. 9 m is wordt de stabiliteit tegen afschuiving als gevolg van het gebruik van de landweg voldoende gewaarborgd.

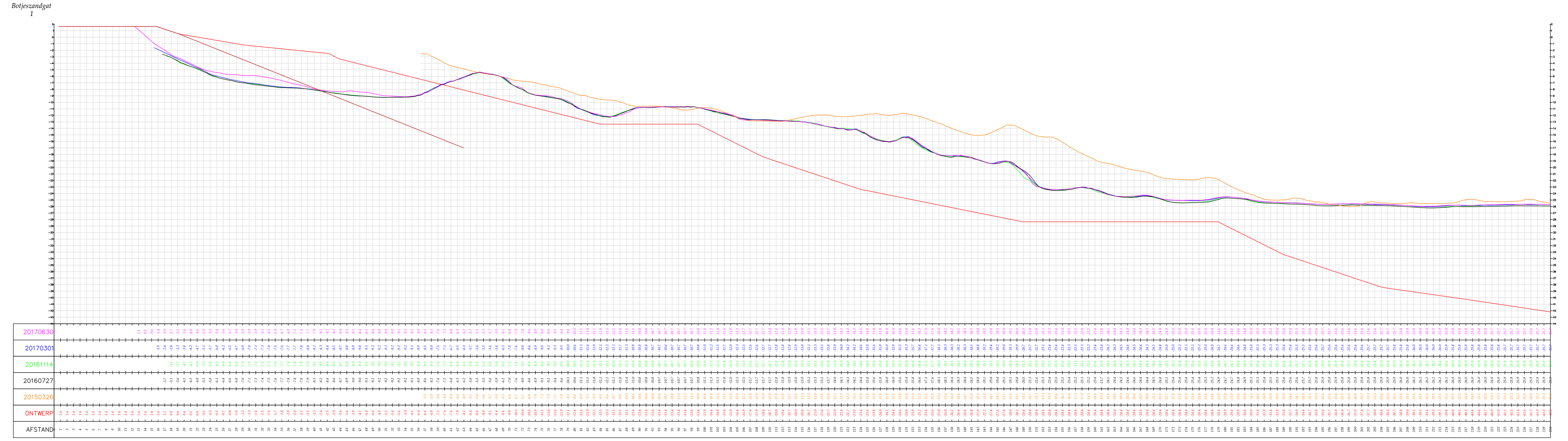
Indien het brestalud wordt aangevuld met een mengsel bestaande uit leem en grind onder een helling van 1:2,5 of flauwer dan blijkt uit de stabiliteitsanalyse dat er dan een voldoende veilige situatie ontstaat tegen afschuiven. Let wel hierbij wordt ervan uitgegaan dat zwaar landbouwverkeer op een afstand van minimaal 3 m vanaf de insteek van het talud de zandwinning passeert.

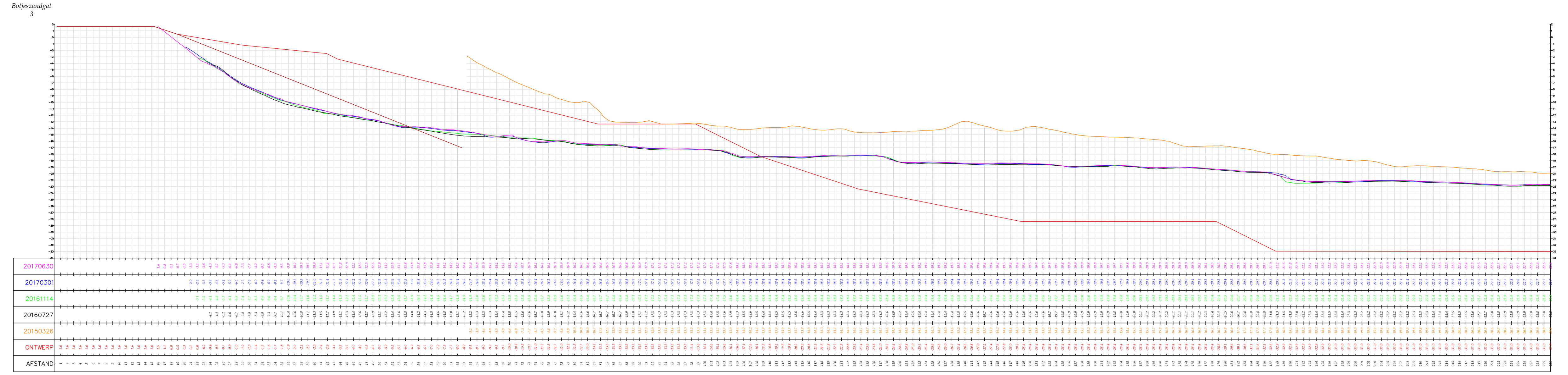
Uit de meest recente meting blijkt dat circa 12.318 m^3 aan materiaal nodig voor een voldoende veilige situatie. Het materiaal kan in principe met een schovel van de kant worden in gebracht huidige werkwijze, mits het materiaal rustig en beheerst wordt gestort. Het storten van fijn zand e.d. wordt afgeraden vanwege het risico van een meewerkende bres. Geadviseerd wordt om de werkwijze te monitoren om te kijken of de gekozen werkwijze leidt tot een gewenst resultaat. Voorgesteld wordt om na de eerst 3500 ingebrachte m3 te evalueren om de gekozen methode het gewenste resultaat oplevert of dat er de uitvoeringswijze moet worden aangepast door de inzet van onderlossers.

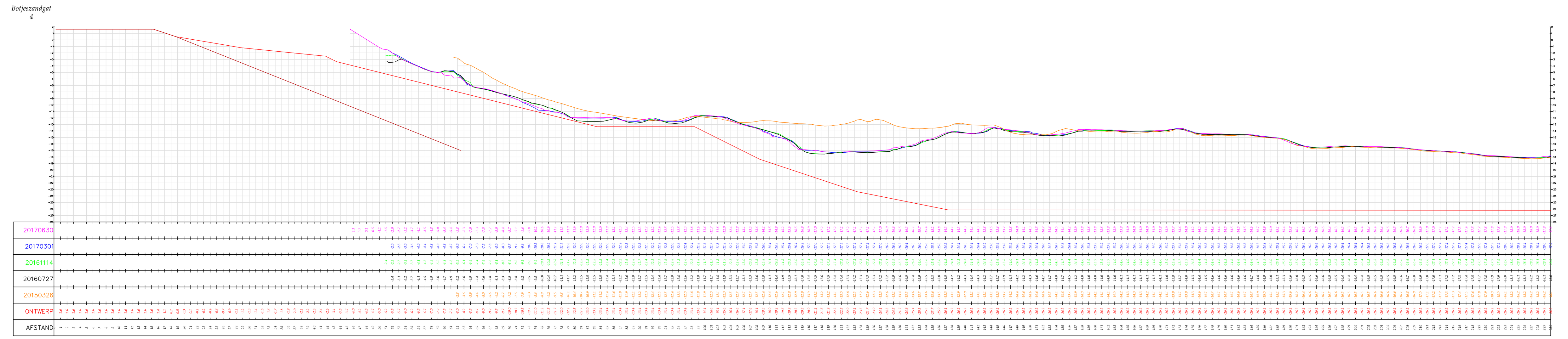
Verwacht wordt dat de uitvoering van het bresherstel circa 30 á 36 maanden zal duren.

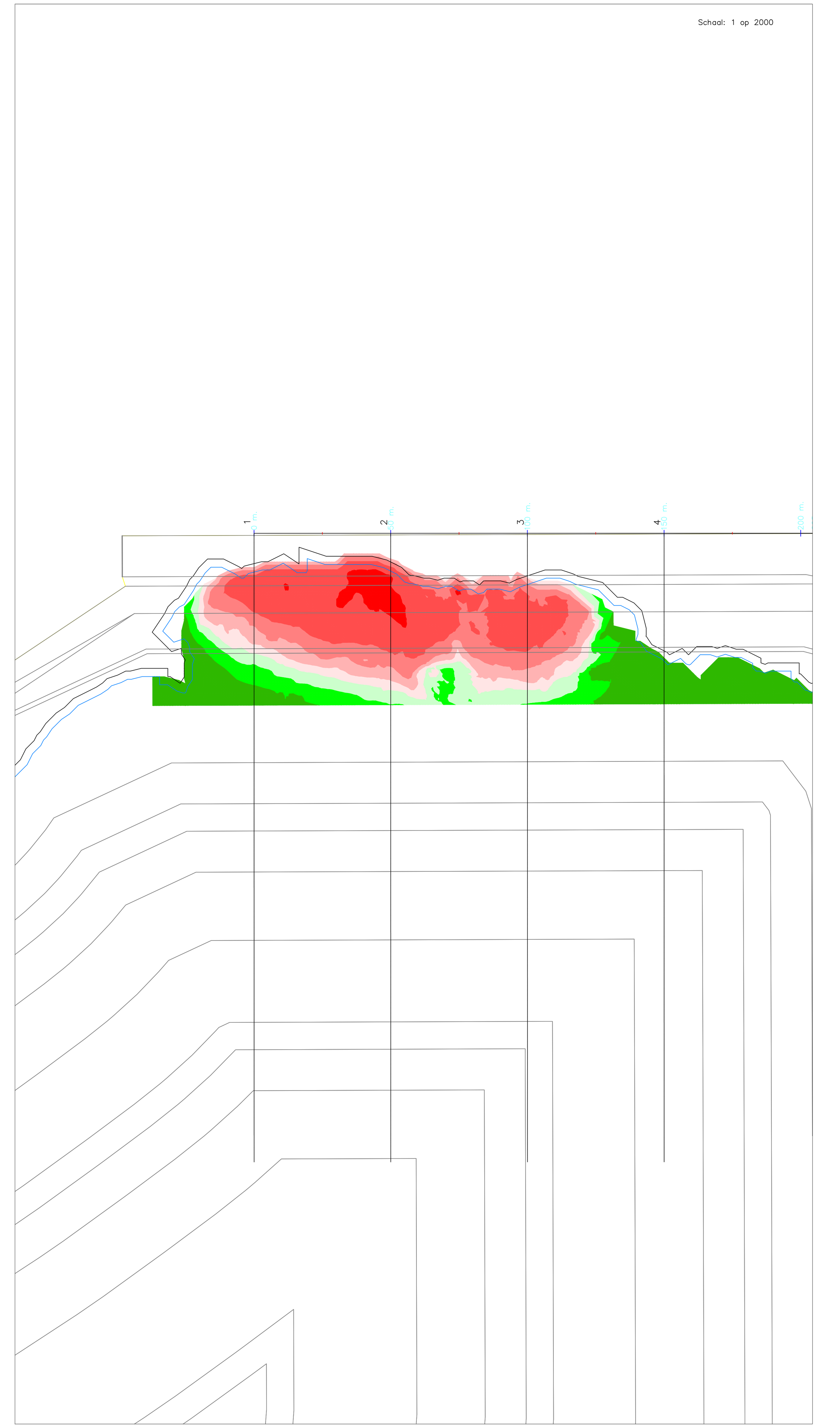
BIJLAGEN

A. HOEVEELHEDEN









- Model
- Peiling 20-06-2017
- Peiling 01-03-2017
- Peiling 14-11-2016
- Peiling 27-07-2016
- Peiling 26-03-2015

Getekend door		Gecontroleerd door	Schaal	Goedgekeurd	Blad	Aantal	Taal	Documentstatus
[redacted]		[redacted]	1:250		1	1	NL	CONCEPT
Projectnummer	**Tekeningnummer**	**Besteknummer**		**Formaat**	**Documenttype**		**Datum van uitgave**	**Opname methodiek**
2016054		Noord Bressing		A0	Profielen		09-11-2017	MULTIBEAM

Project
Zandwinning Botjeszandgat

Opdrachtgever
Zeldenrust BV

Onderdeel
Profielen peiling t.o.v. model (NOORD OEVER)

Documentnaam
2016054_PRFL_20171019_Botjeszandgat_REV01

Meetbureau Hydrografie

Cut/Fill Report

Generated: 2017-11-09 09:11:23

By user: [redacted]

Drawing: G:\01 WERKMAP 2017 \2016054_Zeldenrust_Botjeszandgat\Verwerking\C3D\20171019 Profielen\G:\01 WERKMAP 2017\2016054_Zeldenrust_Botjeszandgat\Verwerking\C3D\20171019 Profielen\2016054_PRFL_20171019_Botjeszandgat.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
20171109_Bresvulling	full	1.000	1.000	6713.67	12843.72	9688.22	3155.50<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	6713.67	12843.72	9688.22	3155.50<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

Cut/Fill Report

Generated: 2017-11-09 09:55:40

By user: [redacted]

Drawing: G:\01 WERKMAP 2017 \2016054_Zeldenrust_Botjeszandgat\Verwerking\C3D\20171019 Profielen\G:\01 WERKMAP 2017\2016054_Zeldenrust_Botjeszandgat\Verwerking\C3D\20171019 Profielen\2016054_PRFL_20171019_Botjeszandgat_REV01.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
20171109_Bresvulling	full	1.000	1.000	8851.38	22698.58	12318.70	10379.88<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	8851.38	22698.58	12318.70	10379.88<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0