



Stabiliteitsanalyse taludherstel

Bres zandwinning Echten

VN-85236-1 | 4 juli 2024



Grondonderzoek



Geotechnisch
Laboratorium



Geomonitoring



GeolCT



Advies



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Stabiliteitsanalyse taludherstel
Bres zandwinning Echten

Projectnummer: VN-85236-1

Opdrachtgever: V.O.F. Zandexploitatie maatschappij Echten

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	4 juli 2024	

Opgesteld door:	ing. [redacted] J
Handtekening:	[redacted] J
Documentnummer:	R97057
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	[redacted] J



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Geometrie	5
2.2	Waterstanden.....	6
2.3	Normen en richtlijnen	6
2.4	Veiligheidsklasse	6
2.5	Belastingen	7
2.6	Rekensoftware en berekeningsmethode.....	7
2.7	Grondparameters	7
2.8	Bodemopbouw	8
2.9	Eisen	9
3	Resultaten.....	10
4	Conclusies en aanbevelingen.....	13
4.1	Conclusies	13
4.2	Aanbevelingen	13

1 Inleiding

In opdracht van V.O.F. Zandexploitatie maatschappij Echten heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een stabiliteitsanalyse uitgevoerd voor het taludherstel ter plaatse van de in november 2023 opgetreden bres in de westelijke oever van de zandwinning te Echten.

De stabiliteitsanalyse is uitgevoerd in aanvulling op het door ons bureau opgestelde 'Herstelplan bres zandwinning Echten' de dato 31 mei 2024 (met referentie VN-85236-1, R96404). In het herstelplan wordt voorgesteld om de benodigde veilige randstrookbreedte ter plaatse van opgetreden bres tijdelijk te verleggen naar het naastgelegen perceel. Daarmee ontstaat ruimte om het onderwatertalud ter plaatse van de bres veilig te kunnen afwerken en het te veel weggebreeste zand (tot onder de vergunde taludlijn) weer aan te vullen.

In de voorliggende stabiliteitsanalyse wordt de standzekerheid ofwel macro-stabiliteit van de voorgenomen zandaanvulling getoetst. In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten voor de berekening beschreven. In hoofdstuk 3 volgen de berekeningsresultaten en in hoofdstuk 4 conclusies en aanbevelingen.

Volgens het herstelplan zal vanaf de platberm (onderinsteek talud van maaiveld tot NAP -10 m) grof zand met een sproeiponten in lagen van maximaal 2,0 m dikte worden aangebracht. De lagen zullen vanaf het diepste punt (NAP -8 m) worden aangebracht. De aanvulling zal worden uitgevoerd met overmaats materiaal uit de klasseerinstallatie. In de voorliggende rapportage wordt de macrostabiliteit van de aan te brengen zandaanvulling beschouwd. Daarbij wordt er vanuit gegaan dan, conform de methodiek zoals beschreven in het herstelplan, eerst het onderwatertalud tot op de tweede horizontale steunberm (NAP -20 m) wordt gerealiseerd. De stabiliteit van deze winning is hier verder niet beschouwd en zal plaatsvinden conform de werkwijze zoals beschreven in het vigerende zuigplan. Deze winning vindt voornamelijk plaats in onverstoorde zandlagen (met de oorspronkelijke vastheid en pakking) en behoeven hier geen nadere beschouwing. De betreffende lagen kunnen veilig worden gewonnen, mits de veilige randstrookbreedte (tijdelijke randstrook) eerst is gerealiseerd.

Een aandachtspunt is dat de toplaag van de het te winnen zand, ter plaatse van de opgetreden bres, kan bestaan uit relatief losgepakt, recent afgezet zand. Veiligheidshalve zal daarom het talud op ruime afstand van de vergunde taludlijn worden aangezogen en zal proefondervindelijk worden vastgesteld of de betreffende laag onder de beoogde taludhelling van 1:3,5 kan worden gerealiseerd. Mocht blijken dat een 1:3,5 talud niet is te realiseren (dit is niet de verwachting) dan zal eventueel een flauwere taludhelling worden gerealiseerd. Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat de taludhelling van 1:3,5 maakbaar is en dient het zorgvuldig aanzuigen van het talud als extra veiligheid. Nadat het onderwatertalud tussen NAP -10 m en NAP -20 m is ontzand, zal het talud worden ingemeten en gecontroleerd voordat wordt begonnen met de aanvulling van het talud boven de eerste steunberm.

2.2 Waterstanden

Het plaspeil is maximaal N.A.P. +3,80 m (zomerpeil) en minimaal N.A.P. +3.40 m (winterpeil). Het gemiddelde plaspeil ligt op N.A.P. +3,60m. Het aanliggende peilgebied D heeft een zomerpeil van NAP +3,30 m en een winterpeil van NAP +3,10 m. Tijdens retentiefunctie zal het waterpeil in de zandwinplas maximaal N.A.P. +5,00m zijn.

De gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van de uitbreiding varieert tussen N.A.P. +3,00 m en N.A.P. 3,80m gebaseerd op peilbuisgegevens. Op basis van het peilbuisnetwerk wordt aangenomen dat het grondwaterpeil gelijk aan of lager is dan het plaspeil.

2.3 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn gebruikt:

- [1] NEN 9997-1+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van Constructies – Deel 1: Algemene regels, november 2017, NEN;
- [2] Rapport 162:2022, Handboek Construeren met grond, CROW-CUR.
- [3] Grondgedrag; feiten, normen en waarden met betrekking tot grond in de praktijk van de geotechniek, ir. P. Lubking;

2.4 Veiligheidsklasse

De kant van de bres grenst aan weiland. Er staan geen belendingen of overige bouwwerken binnen korte afstand van de bres. Er is daarom bij de beschouwing van de statische taludstabiliteit

uitgegaan van veiligheidsklasse RC1 (geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en/of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving). De grondparameters dienen volgens tabel A.4a uit de NEN 9997-1+C2 te worden vermenigvuldigd met de waarden zoals vermeld in tabel 2.1.

Tabel 2.1 partiële factoren voor grondparameters

Grondparameter	RC1
Hoek van inwendige wrijving (op $\tan(\phi')$)	1,2
Effectieve cohesie	1,3
Volumiek gewicht	1,0

Representatieve geotechnische belastingen (zoals verkeer) die in de berekeningen worden meegenomen, moeten worden vermenigvuldigd met de in tabel 2.2 vermelde partiële factor.

Tabel 2.2: partiële factoren voor belastingen

Grondparameter	RC1
Veranderlijk ongunstig	1,17

2.5 Belastingen

Er wordt aangenomen dat er door de werkzaamheden, graafmachine en dumpers, op de insteek van het talud een representatieve belasting wordt meegenomen van een ongunstige en tijdelijke aard ter grootte van 10 kN/m^2 , over een breedte van 10m. De rekenwaarde van de belasting wordt dan $10 * 1,17 = 11,7 \text{ kN/m}^2$.

2.6 Rekensoftware en berekeningsmethode

De macrostabiliteitsberekeningen van het talud zijn uitgevoerd met behulp van software (D-Geo Stability), waarbij gekozen is voor de methode van Bishop om de macrostabiliteit van het talud te toetsen.

2.7 Grondparameters

De van toepassing zijnde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen en tabel 2.b van NEN 9997-1 en vermeld in tabel 2.3.

Tabel 2.1: rekenwaarden grondparameters conform NEN 9997-1

Grondsoort	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	Representatieve waarden		Rekenwaarden RC1	
		Φ'_{rep} [°]	c_{rep} [kN/m ²]	Φ'_d [°]	c'_d [kN/m ²]
zand, los	17 / 19	30	0	25,7	0,0
silt, zwak zandig, slap	19 / 19	27,5	0	23,5	0,0
klei, slap	14 / 14	17,5	0	14,7	0,0
zand, matig vast	18 / 20	32,5	0	28,0	0,0
zand, vast	19 / 21	35	0	30,3	0,0
silt, zwak zandig, m.vast	20 / 20	27,5	1	23,5	0,8
zand, sterk siltig	18 / 20	25	0	21,2	0,0
zand, zeer los	17 / 19	27,5	0	23,5	0,0
aanvulmateriaal (grof)	17 / 19	25,0*1	0	21,2	0,0

*1 *Het aanvulmateriaal bestaat uit overmaats materiaal uit de klasseerinstallatie (overwegend fijn grind) met bijmenging van zand. De hoek van inwendige wrijving hangt af van de pakking, korrelvorm, mate van gradatie en korrelgrootte. Direct na het sproeien zal het een zeer losse pakking hebben (tussen de 0 en 15% relatieve dichtheid). Door een drietal onderzoekers is een relatie tussen de hoek van inwendige wrijving en de hier genoemde effecten. De resulterende hoek van inwendige wrijving geeft een piekwaarde. De piekwaarde wordt aangenomen als gemiddelde waarde. Er is een gemiddelde piekwaarde bepaald van 29°. Uitgaande van een grote database kan de representatieve waarde worden berekend met de in tabel 2.b uit de NEN-9997-1 vermelde variatiecoëfficiënt van 0,10. De representatieve waarde is afgerond op 25°.*

2.8 Bodemopbouw

Het beschikbaar grondonderzoek is in figuur 2.3 weergegeven.



Figuur 2.3: beschikbaar grondonderzoek

Rondom de opgetreden bres zijn een viertal sonderingen beschikbaar, namelijk DKMP001 en DKMP002 van project VN-85236-1 en DKP103 en DKP104 van VN-64956-1. Daarnaast is nog boring B104 van VN-64956 beschikbaar. Voor de bodemopbouw en bepaling van de vastheid zijn de sonderingen van belang. Op basis van het sondeerbeeld (aanwezigheid van meest losgepakte of matig vast gepakte zandlagen) is sonderingen DKMP001 als maatgevend aangenomen. De bodemopbouw is vermeld in tabel 2.4.

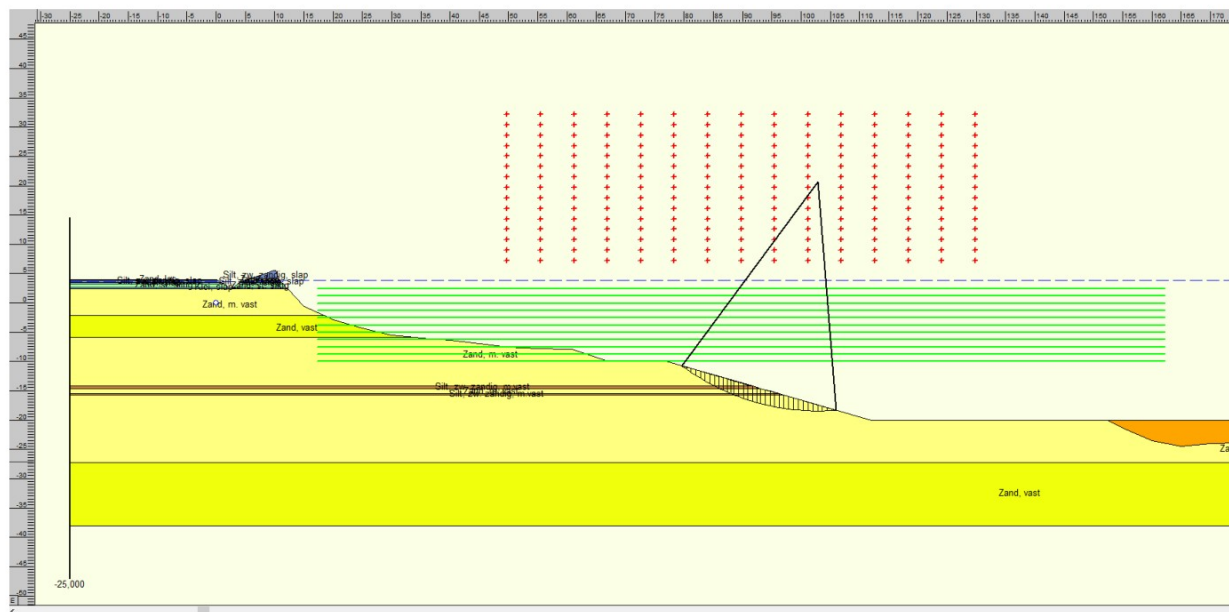
Tabel 2.4 - Maatgevende bodemopbouw (bovenkant laag in m NAP)

Grondsoort	DKMP001 (85236-1)
Zand (toplaag)	ca. +4,30
Silt, zwak zandig	+3,8
Klei, slap	+3,5
Zand, st. siltig	+3,2
Klei, slap	+2,7
Zand, m. vast	+2,4
Zand, vast	-2,2
Zand, m. vast	-5,9
Silt, zw. zandig, m. vast	-14,2
Zand, m. vast	-14,6
Silt, zw. zandig, m. vast	-15,5
Zand, m. vast	-15,7
Zand, vast	-27,2

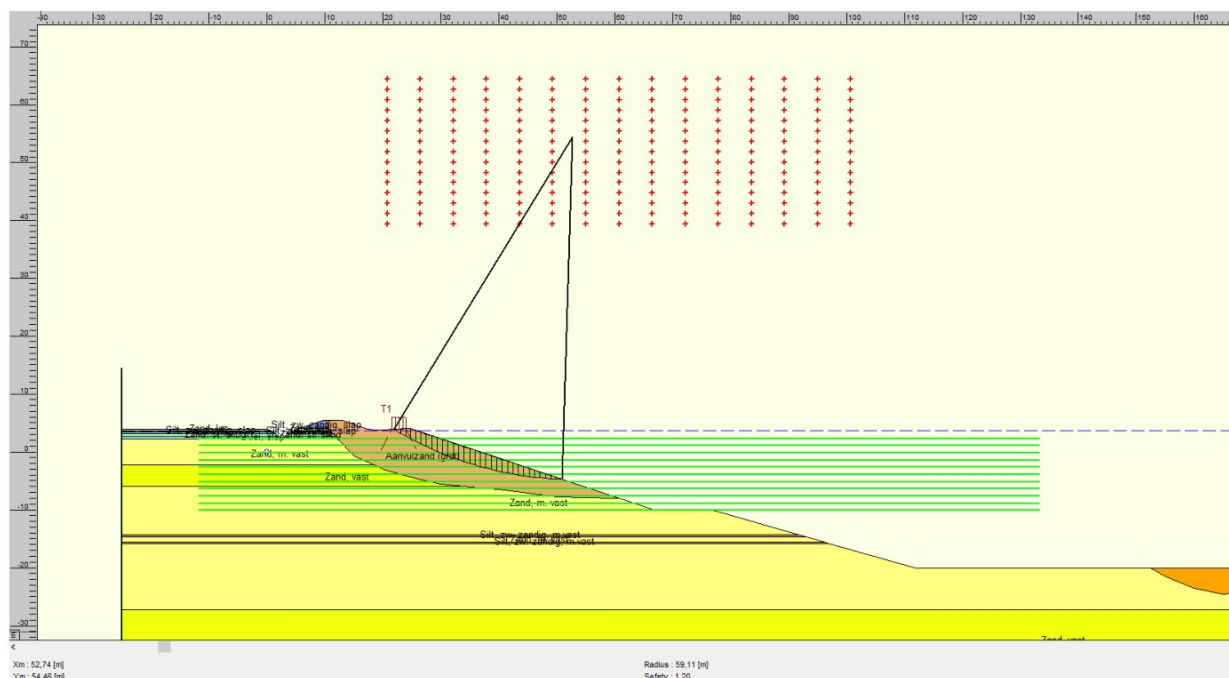
2.9 Eisen

De stabiliteitsfactor SF dient gelijk of hoger te zijn dan 1,0 ($SF \geq 1,0$)

Resultaten van de berekening zijn weergegeven in figuur 3.2 en figuur 3.3. Hierin zijn de kritische glijvlakken weergegeven, respectievelijk voor fase 1 en fase 2. De berekende veiligheidsfactoren bedragen 1,96 en 1,20 en liggen ruim boven het vereiste minimum ($SF=1,0$). Daarmee wordt geconcludeerd dat de macro-stabiliteit van de voorgenomen aanvulling voldoet en voldoende stabiel talud na aanvulling oplevert.



Figuur 3.2: taludstabiliteit 1^e fase ($SF = 1,96$)



Figuur 3.3: taludstabiliteit 2^e fase ($SF = 1,20$)



4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde macro-stabiliteitsberekening wordt geconcludeerd dat de voorgenomen aanvulling van het ingebreeste talud ter plaatse van de zandwinning Echten een voldoende stabiel talud in de eindsituatie oplevert. Hierbij is uitgegaan van een aanvulling met overmaats materiaal uit de klasseerinstallatie (grind), met bijmenging van zand, waarvoor een relatief lage pakking is aangenomen. Uit de berekening blijkt dat daarmee het oorspronkelijk vergunde talud (onder een helling van 1:3) is te realiseren.

4.2 Aanbevelingen

De aanvulling van het talud vereist een zorgvuldige uitvoering. Deze is beschreven in het door ons bureau opgestelde 'Herstelplan bres zandwinning Echten' de dato 31 mei 2024 (met referentie VN-85236-1, R96404). Conform het herstelplan dient voorafgaand aan de aanvulling eerst een (tijdelijke) veilige randstrookbreedte van 25 m te worden gerealiseerd. Aansluitend dient het onderwatertalud tot aan de tweede horizontale steunberm (NAP -20 m) te worden gerealiseerd, waarbij de toplaag zorgvuldig wordt aangezogen ter controle van de maximaal haalbare taludhelling (beoogd 1:3,5). De gerealiseerd taludhelling dient te worden ingemeten en gecontroleerd voordat met de aanvulling van het talud wordt begonnen. Tijdens de aanbrenge van de zandaanvulling dient intensief (laagsgewijs) de gerealiseerde taludhelling te worden ingemeten en gecontroleerd voordat met een volgende ophooglaag wordt begonnen.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen