

Projectnotitie

Gebiedsmanagers BV
De heer B. Kwakkelstein
Weverskade 110
3147 PA MAASSLUIS

Adriaan Veer Geotechnisch Advies
Berg en Dalseweg 85C
6522 BC Nijmegen
+31(0)6 521 21 921
AdriaanVeerGeotechniek@gmail.com

KVK: 76963381
BTW-id: NL003127810B56
IBAN: NL71 ASNB 0783 2093 12

Onderwerp:
Vlietland - Zichtwal Dutch Lake Residence - Stabiliteit

Uw referentie	Kenmerk	Type	Datum
1363	P03 N01 V10	Notitie	22 maart 2021

1 Inleiding

Gebiedsmanagers B.V. is betrokken bij de civieltechnische voorbereidingen van de aanleg van een zichtwal aan de noordzijde van Dutch Lake Residence Vlietland. In rapport "Dutch Lake Residence Vlietland - Zichtwal - Invloed op gasleidingen, A4 en N434 - Geotechnisch advies" van 29-09-2020 is ingegaan op de te verwachten zettingen en horizontale verplaatsingen van gasleidingen, de A4 en de N434.

Nadat dit rapport was opgesteld, is het ontwerp gewijzigd en zijn parallel aan de zichtwal lopende watergangen opgenomen. Deze hebben geen invloed op de resultaten en conclusies, maar mogelijk wel op de stabiliteit van de taluds en de watergangen zelf. In voorliggende notitie hierop ingegaan.



Figuur 1: Projectgebied (bron: <https://www.openstreetmap.org>)

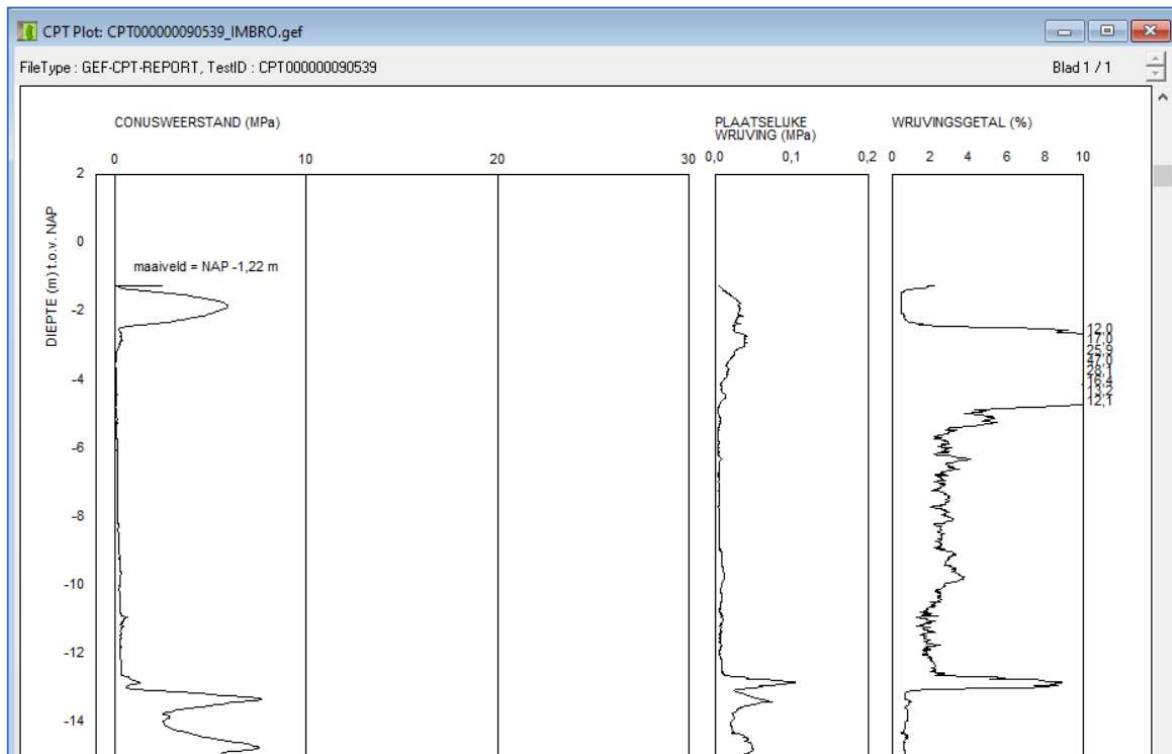
2 Gegevens en uitgangspunten

2.1 Bodemopbouw

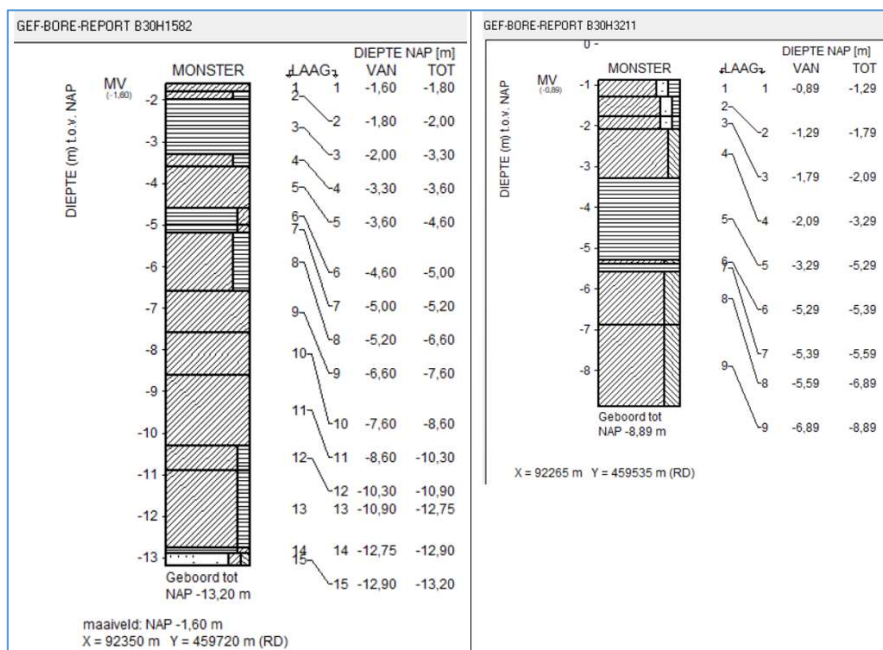
Voor de achtergronden en details van de bodemopbouw wordt verwezen naar het eerdergenoemde rapport. In onderstaande figuren zijn een overzicht met het rond de locatie in DINOloket beschikbare grondonderzoek en de voor de stabiliteitsberekeningen gebruikte sondering en boringen opgenomen.



Figuur 2: Projectgebied met (een selectie van) locaties van boringen en sonderingen uit DINOloket.



Figuur 3: Sondeergrafiek van CPT000000090539; nabij de A4



Figuur 4: Boorstaten van in DINO/oket opgenomen boringen.

Ondergrondmodel

Uit de boringen en sonderingen blijkt dat op alle onderzoekslocaties sprake is van een ondiepe veenlaag, slappe kleilagen en vanaf NAP-8,0 m à NAP-13 m (holocene en pleistocene) zandlagen. Voor de berekeningen is een maatgevende bodemopbouw samengesteld. Hierbij is uitgegaan van een dikke veenlaag, bepaald door de veendieptes van de verschillende boringen te combineren en een grote diepte waarop de vaste zandlagen zijn aangetroffen.

Deze maatgevende bodemopbouw en de aangenomen karakteristieke waarden van de zettings- en sterkteparameters zijn gepresenteerd in de volgende tabel. Deze parameters zijn gebaseerd op tabel 2.b van NEN 9997-1+C1 (Eurocode 7 met nationale bijlage) en ervaring. Het gebruik van karakteristieke waarden in de zettingsberekeningen betekent dat het de verwachting is dat optredende zettingen kleiner zijn dan de berekende zettingen.

Tabel 1: Geschematiseerde bodemopbouw (fictief profiel)

Niveau (m t.o.v. NAP)	Classificatie	Vol. gewicht (kN/m ³)	Φ' (°)	c' (kN/m ²)
MV tot -1,6	Kleiige toplaag	16	27,5	0
-1,6 tot -5,3	Veen, slap	10	15,0	1
-5,3 tot -13,0	Klei, zwak zandig, slap	15	22,5	0
Vanaf -13,0	Zand, matig vast	20	30,0	0

Voor het ophoogmateriaal is uitgegaan van een volumegewicht van 17 kN/m³, een hoek van inwendige wrijving (ϕ') van 27,5° en $c' = 0$ kN/m².

Bij de stabiliteitsberekeningen is gebruik gemaakt van rekenwaarden. Hierbij zijn de volgende partiële factoren in rekening gebracht: $\gamma_{\phi'} = 1,2$ op $\tan(\phi')$, $\gamma_{c'} = 1,3$ en $\gamma_v = 1,0$.

2.2 Water en grondwater

Open water

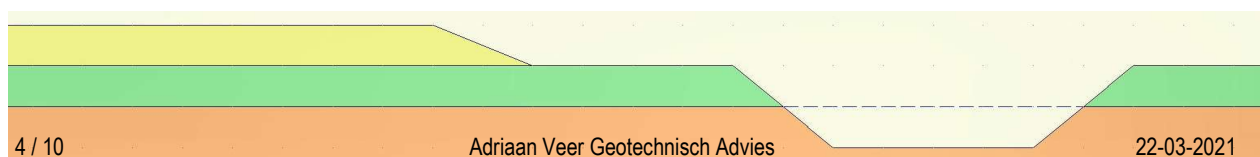
Het zomerpeil van de nieuwe watergangen is NAP-0,61 m.

Freatisch grondwater

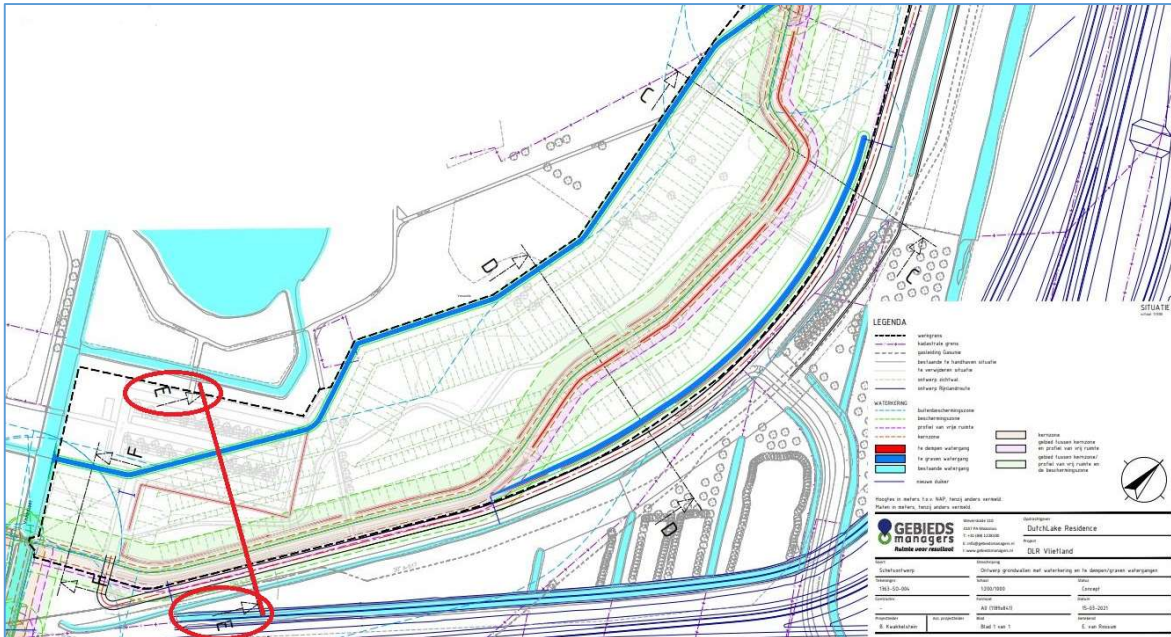
Voor de freatische grondwaterstand is uitgegaan van NAP-0,61 m; het zomerpeil van de nieuwe watergangen.

Stijghoogte

Voor de berekening van de invloed op de gasleidingen en de wegen was uitgegaan van de situatie ten (zuid)oosten van de zichtwal met een stijghoogte van NAP-2,40 m. De verwachting is dat de stijghoogte naar het noorden toe enigszins toeneemt. Voor de stabiliteitsberekeningen is uitgegaan van een stijghoogte van NAP-1,80 m. Het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte is vereffend in de slecht doorlatende lagen.

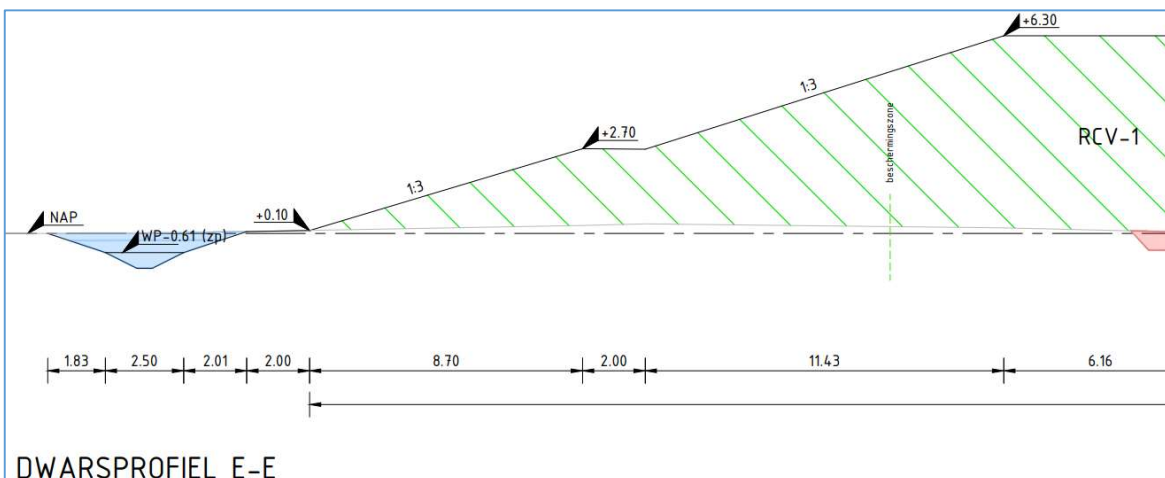


De voorgenomen toekomstige situatie met de nieuw te graven watergangen staat op de tekening 1363-SO-004 van Gebiedsmanagers (concept van 15-03-2021). Een detail van deze tekening zijn opgenomen in de volgende figuur.



Figuur 5: Toekomstige situatie met in rood de maatgevende doorsnede.

Doorsnede E-E (in de volgende figuur) is maatgevend, ondanks dat de kruinhoogte bij lager is dan bij D-D. Dit vanwege het bij E-E hogere maaiveld (groter hoogteverschil tussen de waterbodem en het talud van de zichtwal) en de hogere tussenberm. Uit de berekeningen blijkt dat het deel van de zichtwal dat boven de tussenberm ligt buiten de maatgevende glijcirkels valt. Het maakt voor de Bishopstabiliteit niet uit of het 1:3 talud doorloopt tot NAP+6,30 m of tot NAP+10,70 m.



Figuur 6: Maatgevende doorsnede voor de Bishopstabiliteit.



3 Berekeningen

3.1 Bishopstabiliteit

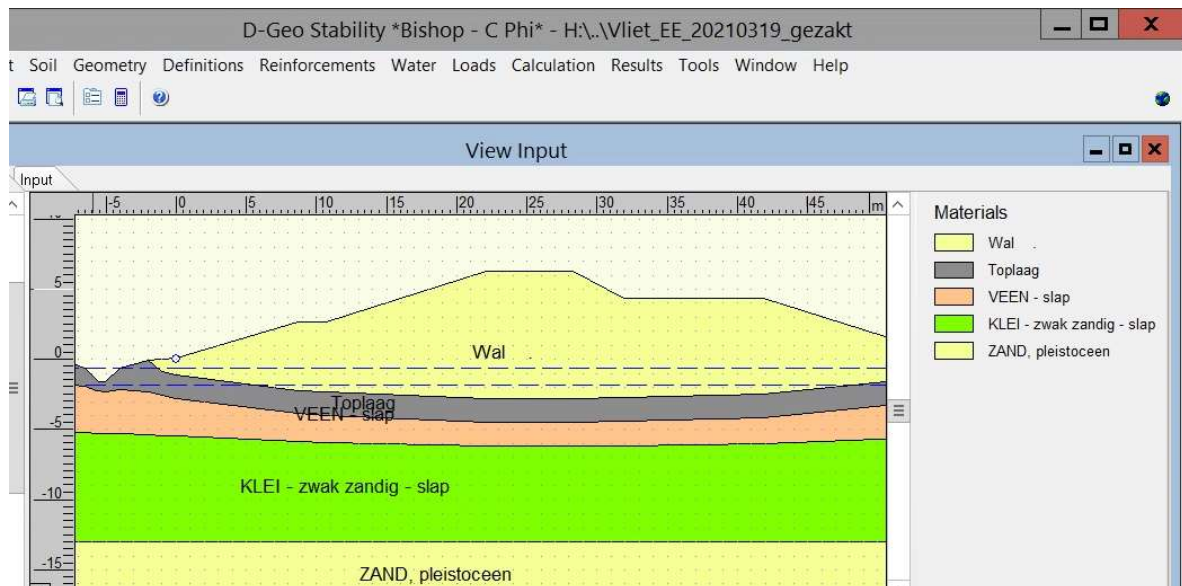
De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-GeoStability van Deltares waarbij gebruik is gemaakt van de methode Bishop. Bij deze methode wordt de veiligheid tegen afschuiven langs cirkelvormige glijvlakken berekend. De veiligheid is gedefinieerd als het quotiënt van de aandrijvende en tegenwerkende krachten op een moot grond.

De geschematiseerde bodemopbouw en de bijbehorende sterkteparameters (representatieve parameters) en de gehanteerde partiële factoren zijn gepresenteerd in hoofdstuk 2. Bij het gebruik van rekenwaarden is de stabiliteit in de definitieve situatie voldoende indien de veiligheid groter dan 1,00 is. Tijdens de uitvoering kan een veiligheid van 0,85 à 0,90 worden aangehouden.

3.1.1 Eindsituatie

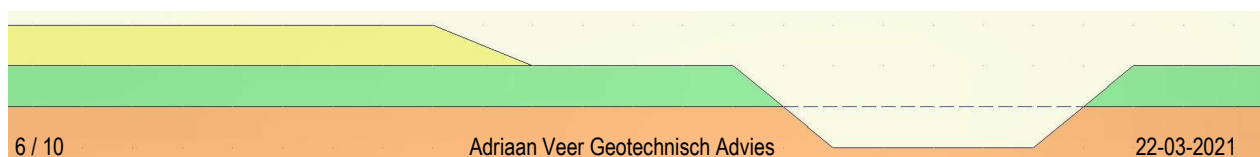
De bovengrondse geometrie van de toekomstige, definitieve, doorsnede komt overeen met de in hoofdstuk 2 opgenomen profiel E-E. De ondergrondse geometrie is gebaseerd op de oorspronkelijke bodemopbouw en de zettingen zoals die uit de berekeningen van D-Settlement volgen. Het iteratief moellieren van de zakkende ophoging die precies op het definitieve profiel uitkomt is tijdrovend. Van het gezakte bovengrondse profiel zijn enkele details handmatig bewerkt zodat de maaiveldhoogtes, taluds en de watergang overeenkomen met het gewenste profiel.

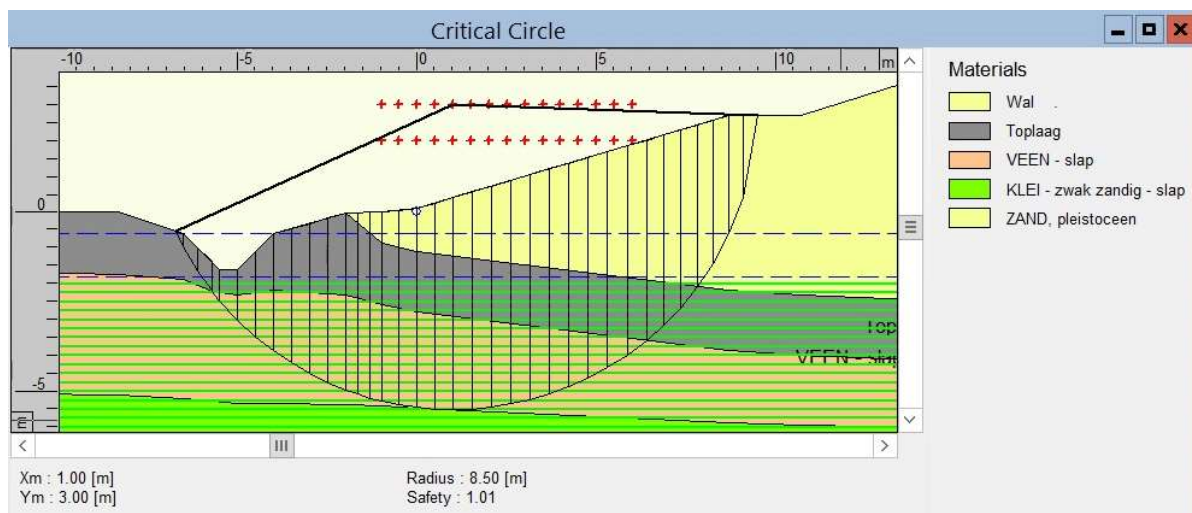
Het gezakte profiel is weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 7: Gezakt profiel met het definitieve profiel van de zichtwal.

In de volgende figuur is de maatgevende glijcirkel gepresenteerd.

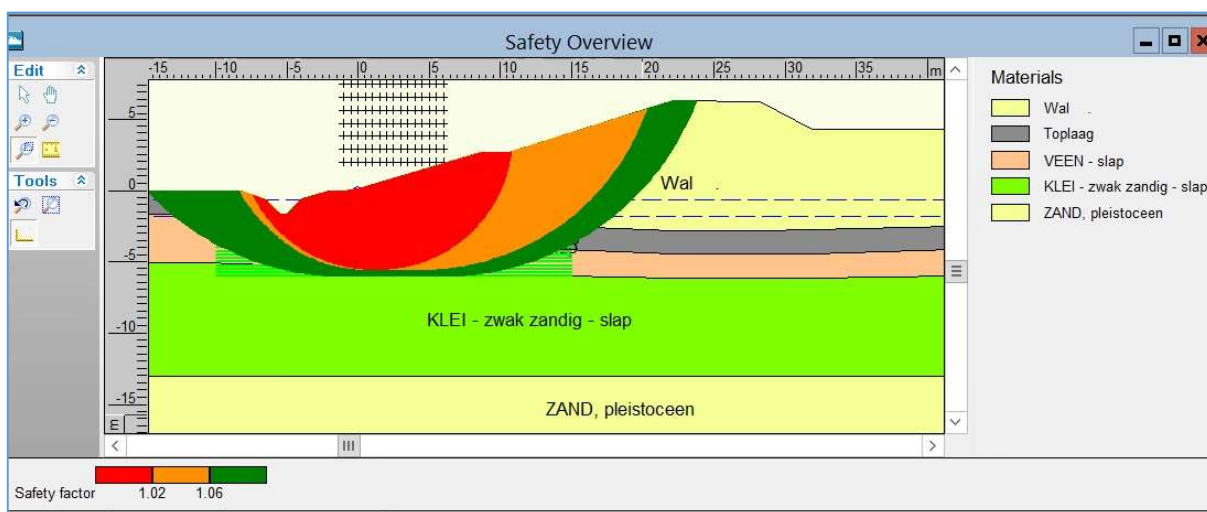




Figuur 8: Detail gezakt profiel met de maatgevende glijcirkel.

De berekende veiligheid tegen afschuiven van deze eindsituatie is 1,01. Dit is net voldoende.

De maatgevende glijcirkel omvat een beperkt deel van de zichtwal. Uit het overzicht van de veiligheden die bij de tientallen met het model berekende glijcirkels zijn bepaald, blijkt echter dat de veiligheid tegen afschuiven langs grotere glijcirkels nauwelijks groter is; zie de volgende figuur.



Figuur 9: Overzicht (omhullende) van de veiligheden tegen afschuiven.

Uit dit overzicht van de veiligheden blijkt dat ook de veiligheid tegen afschuiven langs grotere glijcirkels relatief gering is.

Het is aannemelijk dat door het ophogen de sterkte van de veen- en kleilagen enigszins toeneemt waardoor de veiligheid tegen afschuiven in de praktijk groter is dan berekend.

Daarnaast is de dikte van de veenlaag van belang. Deze is aangenomen op $h = 2,5$ m. Op basis van de sonderingen en boringen is dit een realistischere waarde dan die van het fictieve profiel waarmee de Bishop-berekening is uitgevoerd.

De weerstand tegen squeezezen wordt bepaald door de ongedraineerde schuifsterkte (c_u of f_{undr}) van het veen. Voor de initiële situatie is voor de representatieve waarde conform NEN 9997-1, tabel 2b uitgegaan van 10 kN/m^2 . Met een partiële factor van 1,5 geeft dit een rekenwaarde van $6,66 \text{ kN/m}^2$. Met deze initiële waarde, in combinatie met de volledige ophoging, is de veiligheid tegen squeezezen 0,65. Dit is onvoldoende.

Bij de initiële waarde van c_u en een talud van 1:3 is de veiligheid tegen squeezezen rekenkundig nog voldoende bij een ophoging van circa 3,0 m. De negatieve invloed van de smalle watergang is hierbij nog niet verwerkt.

Voor de volledige ophoging van 11,05 m is een rekenwaarde van de ongedraineerde schuifsterkte van $10,4 \text{ kN/m}^2$ noodzakelijk. Dit komt overeen met een representatieve waarde van $15,6 \text{ kN/m}^2$. Deze waarde is kleiner dan de waarde van 20 kN/m^2 die in NEN9997-1 voor matig voorbelast veen wordt gegeven. Als tijdens het ophogen genoeg tijd beschikbaar is om de schuifsterkte te laten ontwikkelen, kan de veiligheid tegen squeezezen waarschijnlijk voldoende blijven.

4 Beschouwing

Watergang

Tijdens het aanbrengen van de zichtwal worden ook zettingen van de watergang, de taluds en bermen verwacht. Daarnaast zijn horizontale vervormingen niet uit te sluiten.

Vanwege de te verwachten verplaatsingen en de invloed die de watergang op de stabiliteit heeft wordt geadviseerd wordt de watergang in eerste instantie in een zo beperkt mogelijk profiel te graven en deze pas na het op hoogte komen van de zichtwal in het definitieve profiel af te werken. Indien de watergang wordt dichtgedrukt, dient deze opnieuw in (het tijdelijke) profiel te worden gegraven.

Een bijkomend voordeel hiervan is dat hiermee tijdens het ophogen van de zichtwal meer grond (gewicht) in het weerstand biedende deel aanwezig is waardoor de stabiliteit wordt verhoogd. Zonder de watergang bij de teen van het talud is de veiligheid tegen afschuiven 1,17; aanzienlijk meer dan de 1,01 met de watergang.

Verlies van instabiliteit

Indien afschuiving langs een cirkelvormig glijvlak plaatsvindt, kan de ondergrond tot relatief grote diepte worden geroerd; uiteraard afhankelijk van langs welk glijvlak de afschuiving optreedt. De ervaring is dat het daarna vaak lastig is om het bovengrondse profiel weer te realiseren.

Bij squeezing wordt het een groot deel van het slappe materiaal tot buiten het profiel weggeperst. De kans dat bij het weer ophogen nogmaals sprake is van squeezing is daardoor relatief gering.

Ophoogmateriaal

In het geval van verlies van Bishopstabiliteit of squeezezen uit zich dat (ook) in een zetting van (een deel van) de zichtwal. Indien materialen worden toegepast die, bijvoorbeeld vanwege uitlogen, niet onder een bepaald niveau mogen zakken, kan dit grote consequenties hebben.

Verhogen stabiliteit

Door het beperken van de ophoogsnelheid en het initiële profiel van de watergang kan de stabiliteit tijdens de uitvoering worden vergroot.

De Bishopstabiliteit kan worden vergroot door het toepassen van een geotextiel. Uit de berekening blijkt dat ook bij grote glijvlakken de veiligheid tegen afschuiven beperkt is. De overall stabiliteit neemt alleen significant toe indien het geotextiel tot relatief ver in de zichtwal (10 à 25 m) wordt toegepast.

Door het toepassen van een geotextiel wordt de veiligheid tegen squeezezen wordt niet vergroot. Dit kan wel door het horizontaal wegpersen van het veen fysiek te belemmeren. Bij de tenen van de zichtwal kunnen hiervoor maatregelen worden getroffen; zoals het plaatsen van een damwand tot in de onderliggende kleilaag of door het verwijderen van het veen.

5 Samenvatting

In deze notitie is ingegaan op de stabiliteit van de zichtwal die over grote lengtes een hoogte van circa 10 m krijgt.

De berekende veiligheid tegen afschuiven langs een cirkelvormig glijvlak (Bishop) in de eindsituatie is 1,01. Deze waarde is groter dan 1,00 en daarmee net voldoende.

Tijdens de uitvoering is de veiligheid tegen afschuiven mogelijk kleiner. Hoeveel is afhankelijk van fasering van het ophogen. Tijdens de uitvoering kan een lagere veiligheid acceptabel zijn.

De veiligheid tegen squeezezen (ijswafeleffect) is ook gering. Uit de berekening blijkt dat de veenlagen voldoende tijd moeten krijgen om de ongedraineerde schuifsterkte onder invloed van de grotere belasting te laten toenemen.

Gezien bovenstaande wordt uitgesloten dat instabiliteit kan optreden.