

## Memo

Aan Gemeente Gooisemereren

Wim Romeijn

Opsteller Piet van Duijnen

Tel: 06-22 83 61 35

<mailto:pgvanduijnen@geotecolutions.nl>

Project GTS 190401

Datum: 20-08-2019

Bijlagen A. Berekeningen doorsnede 1

B. Berekeningen doorsnede 2

C. Berekeningen doorsnede 3

Kenmerk GTS 190401-003 V3

Project Reconstructie vestingwal Muiden

Betreft Uitwerking gewapende grond

## 1 Inleiding

In deze memo worden de resultaten gegeven van de aarden wallen welke gewapend worden met geogrids voor de vestingwal Muiden. De wapening heeft 2 doelen:

- Vergroten van de macro stabiliteit tijdens de realisatie en de eindfase
- Stabiliseren van het steile talud van circa 45 graden.

Deze memo moet gelezen worden als een aanvulling op de berekeningen uitgevoerd door Adcim [1].

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Voorschrift

De berekeningen zijn uitgevoerd conform CUR 198 met aanpassingen december 2018. Gebruik is gemaakt van het Computer programma WallNut.

### 2.2 Beschoeiing

Overeenkomstig de berekeningen van Adcim [1] is het uitgangspunt dat eerst de beschoeiing wordt geplaatst en eventueel verankerd, en vervolgens pas wordt opgehoogd. Indien een hard houten beschoeiing wordt aangebracht, wordt deze verankerd met klapankers (zie [3]).

Voor de verankerde damwand is uitgegaan van ankers hart op hart 2,4 m. Per damwandsegment van 2,4 m breedte worden 8 korte planken toegepast (1,7 m à 2,0 m) en 4 lange planken ter plaatse van het anker (6,8 m à 7,0 m). Bij doorsnede 30 worden planklengtes van 2,0 en 7,0 m toegepast. Bij doorsnede 3 en 14 worden planklengtes van 1,7 en 6,8 m toegepast.

### 2.3 Veiligheidsklasse

De berekeningen zijn uitgevoerd in veiligheidsklasse RC1.

### 2.4 Stabiliteit

Door Adcim [1] is aangetoond dat zonder wapening de macro stabiliteit (Diepe glijcirkels) onvoldoende gezekerd is. Op basis daarvan is gekozen voor het toepassen van grondwapening om de stabiliteit van de wallen te verhogen tot het gewenste niveau.

### **Wens: zo min mogelijk afgravingen:**

De uitdrukkelijke wens is dat de bestaande wallen zo min mogelijk worden afgegraven. Om geen voorkeursglijvlak te creëren moet de bestaande teelaarden laag worden verwijderd. Daarnaast moet het bestaande talud in traptreden worden afgegraven en gelijk weer worden aangevuld.

## Memo

Bovengenoemde wens resulteert in de 2 ontwerp uitdagingen:

1. De wapening voor de macro stabiliteit wordt aangelegd op een niveau van de bestaande wallen.
2. De wapening voor de micro stabiliteit (talud wapening) wordt zo kort als mogelijk uitgevoerd.

Voor de macro stabiliteit wordt 1 of meerdere geogrids met een hoge treksterkte over de hele breedte toegepast.

### 2.5 Wijzingen t.o.v. Adcim

Aanvullend op de berekeningen van Adcim zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Geogrids toegevoegd voor stabilisatie steil talud
- Toetsingen uitgevoerd conform CUR 198.
- Profiel 3 aangepast aan tekening (steunberm gewijzigd, gespiegeld) [2]
- Profiel 14 aangepast aan tekening [2]

### 2.6 Bodemopbouw en grondwaterstanden

Door Adcim zijn de berekeningsbestanden (D-stability) verstrekt, welke in de analyses als uitgangspunt hebben gediend. In §2.5 zijn eventuele aanpassingen t.o.v. de berekeningen van Adcim weergegeven.

### 2.7 Belastingen

#### 2.7.1 Eind situatie

Voor de eindsituatie is gerekend met een bovenbelasting van  $10 \text{ kN/m}^2$  op circa 1 m uit de kruin van de wallen.

#### 2.7.2 Bouwbelasting

Tijdens de bouwphase is gerekend met een long reach kraan met rupsen  $0,9 \times 5 \text{ m}$  en een gewicht van 350 kN, overgenomen uit [1]. Voor de wateroverspanning onder de rups is 50% aangehouden.

### 2.8 Wateroverspanning

Tijdens het ophoogproces is in de cohesieve lagen met een aanpassing van 30% van het opgebrachte gewicht gerekend.

### 2.9 Bouwstoffen

#### 2.9.1 Wapening

In het ontwerp is gerekend met geogrids type Fortrac T (leverancier Huesker B.V.). In principe kunnen ook geogrids van andere leveranciers worden toegepast, onder dien verstande dat einde levensduur de rekenwaarde van de treksterkte gelijk is aan de in Tabel 2-1 vermelde waarden. Aanvullend wordt opgemerkt dat in de analyses gerekend is met een interactie factor  $f_{ds}$  van 0,85. Ook dit dient door middel van proeven door de leverancier aangetoond te worden.

Voor de macro stabiliteit wordt 1 laag “sterke” wapening toegepast over de hele breedte van de wal. Deze laag wordt aan de uiteinde terug geslagen en met een kielspit verankerd. De overige wapeningslagen worden horizontaal gelegd.

De sterkte van de geogrids is bepaal aan de hand van BBA-certificaat 13/H197 (2014) met aanpassingen conform de leverancier uit 2017.

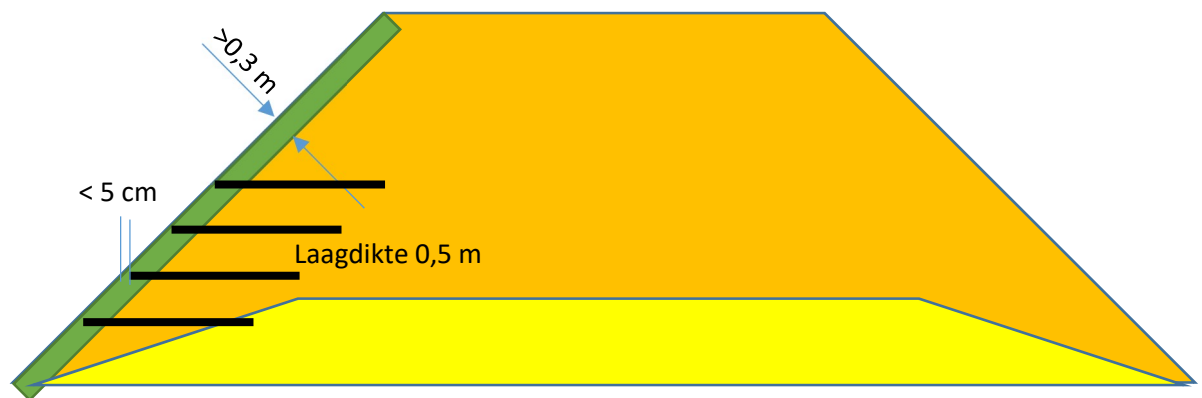
## Memo

Tabel 2-1: Rekenwaarde toegepaste geogrids.

| Type geogrid | $R_{g,max;k}$ [kN/m] | $R F_{CR}$ | $R F_{ID}$ | $R F_w$ | $R F_{ch}$ | $f_s$ | $R_{g;k}$ | $\gamma_r$ | $R_{g,max;d}$ [kN/m] |
|--------------|----------------------|------------|------------|---------|------------|-------|-----------|------------|----------------------|
| F35T         | 35                   | 1,52       | 1,20       | 1,13    | 1,03       | 1,02  | 16        | 1,05       | 15                   |
| F80T         | 80                   | 1,52       | 1,15       | 1,13    | 1,03       | 1,02  | 39        | 1,05       | 37                   |
| F110T        | 110                  | 1,52       | 1,10       | 1,13    | 1,03       | 1,02  | 55        | 1,05       | 53                   |
| F200T        | 200                  | 1,52       | 1,10       | 1,13    | 1,03       | 1,02  | 101       | 1,05       | 96                   |

|               |   |
|---------------|---|
| $R_{g,max;k}$ | karakteristieke sterkte van het geogrid af fabriek                      |
| $R F_{CR}$    | Afminderingsfactor ten gevolge van kruip (100 jaar)                     |
| $R F_{ID}$    | Afminderingsfactor ten gevolge van installatie effecten                 |
| $R F_w$       | Afminderingsfactor milieu omstandigheden en UV                          |
| $R F_{ch}$    | Afminderingsfactor chemische omstandigheden ( $4 < pH < 9$ )            |
| $f_s$         | Afminderingsfactor onzekerheid extrapolatie van beschikbare data        |
| $R_{g;k}$     | Karakteristieke waarde van de sterkte einde levensduur                  |
| $\gamma_r$    | Materiaalfactor treksterkte afhankelijk van de veiligheidsklasse. (RC1) |
| $R_{g,max;d}$ | Rekenwaarde van de sterkte einde levensduur (100 jaar)                  |

Gekozen is om de geogrids zonder terugslag aan te leggen. De afstand van het uiteinde van de taludwapening tot het oppervlak is maximaal 0,05 m. De geogrids worden in de taludbekleding (klei) verwerkt conform onderstaande figuur.

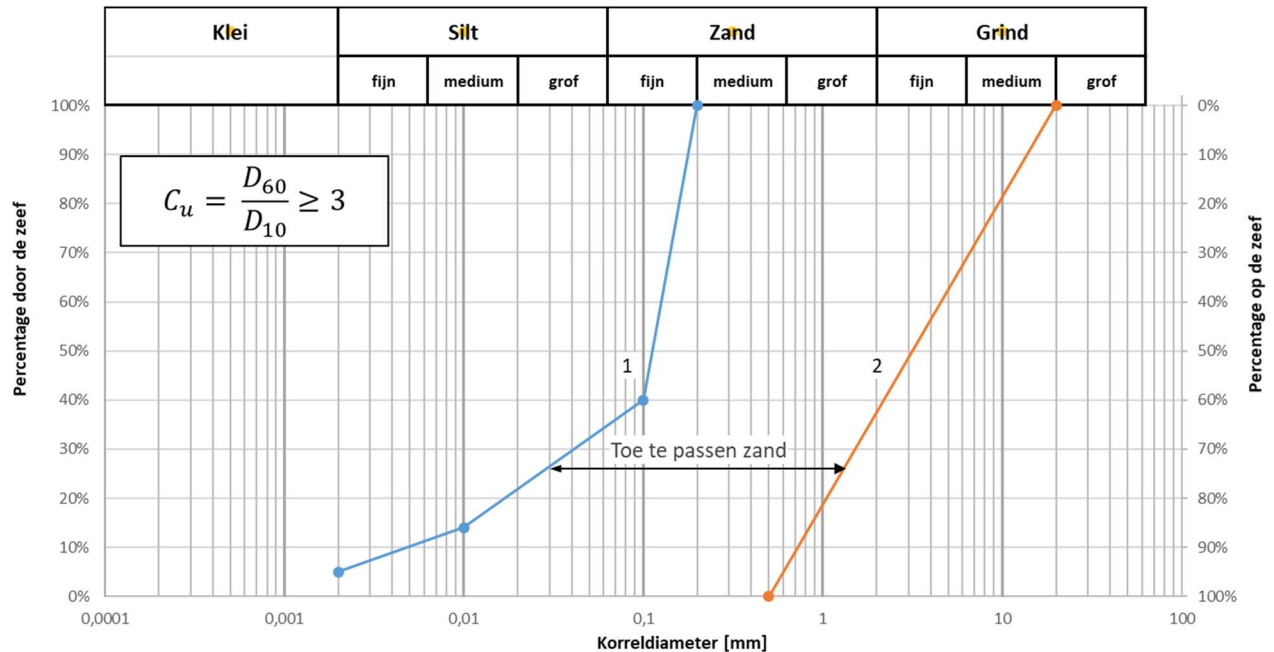


Figuur 2-1: Talud verankering

### 2.9.2 Aanvulzand

Voor een goede interactie tussen gewapende grond en aanvulmateriaal wordt geadviseerd de ophoging uit te voeren in zand. Figuur 2-2 geeft de gewenste korrelverdeling weer, lijn 1 is de ondergrens, lijn 2 de bovengrens. Het uniformiteitsgetal  $C_u$  moet gelezen worden als een streefgetal. De meeste in Nederland beschikbare zanden hebben een waarde rond de 2.

## Memo



Figuur 2-2: Korrelverdeling aanvulzand in gewapende grond

De effectieve hoek van inwendige wrijving dient minimaal 30 graden te zijn. In het aanvulzand mogen geen wateroverspanningen ontstaan, derhalve dient de doorlatendheid minimaal 1 m/dag te bedragen.

### 2.9.3 Verdichting

Gewenst is een gemiddelde verdichtingsgraad  $R_e$  van 98% van de standaard proctor proef. De minimum verdichting van een individuele meting mag 96% bedragen.

### 2.9.4 Talud bekleding

Het talud wordt bekleed met een klasse 2 klei. In de berekening is een dikte aangenomen van 0,3 m. Inmiddels is duidelijk dat een dikte toegepast van 0,5 m aan de teen van het talud en circa 1 m ter plaatse van de kruin. Dit heeft geen invloed op de berekening. Gerekend is met een minimale hoek van inwendige wrijving heeft van 22,5 graden, en een cohesie van 5 kN/m<sup>2</sup>.

### Opmerking:

*Er voorzorgen dat eventueel geïnfiltreerd regenwater niet opgesloten wordt door de kleiafdichting.*

### 2.9.5 Uitgevoerde toetsingen

De geogrids zijn bedoel voor de stabilisatie van het 45 graden talud op micro en macro niveau. Enkele toetsingen uit de CUR 198, welke vooral geschreven is voor steile taluds (70-89 graden) zijn achterwegen gelaten. De verticale draagkracht, fundering op staal is in dit geval niet relevant. Ook de pullout controle (bepaling minimale verankeringslengte geogrids buiten een hoek van  $(45 + \phi/2)$ ) is niet getoetst, eenvoudig weg omdat de geogrids volledig buiten deze hoek van  $45 + \phi/2$  liggen.

Gecontroleerd is op het mechanische cirkel vormige glijvlakken zowel globaal (onder de wapening door) als compound (door de wapening heen). Deze toetsing wordt uitgevoerd in de Ultimate Lime State (ULS) veiligheidsniveau RC1. Ook zijn de interne stabiliteitstoetsingen step 6.1 (intern lokaal) en 6.2 (intern globaal) uitgevoerd. Voor step 6.1 is de controle uitgevoerd in de Serviceability Limit

## Memo

State (SLS) een unity check worden berekend lager dan 1.0. In deze toet wordt de sterkte en verankering van een individuele laag wapening getoetst. Dat alleen getoetst wordt in de SLS wijkt af van CUR 198. Het argument hiervoor is dat in deze situatie lokale, kleine afschuivingen worden getoetst. Indien deze genegeerd worden kunnen door voortschrijdende erosie grotere afschuivingen optreden. Daarom is inspectie en mogelijk herstel noodzakelijk. Zeker in het eerste jaar, voordat de talud begroeiing goed is aangeslagen, zal enig onderhoud noodzakelijk zijn.

In combinatie met de damwand langs de Vestinggracht voldoet de globaal interne stabiliteit voldoet wel aan de gestelde eisen voor RC1.

## 3 Berekeningen

### 3.1 Inleiding

Gelijk aan [1] zijn 3 doorsneden beschouwd. Per doorsneden zijn voor de bouw en eind fase 2 belasting combinatie beschouwd.

Voor de bouw en eindfase zijn berekeningen uitgevoerd in de Ultimate Limit State (ULS). De resultaten worden gepresenteerd met een unity check. Een waarde kleiner dan 1 voldoet. Indien de berekende unity check groter is dan 1 is aanvullend een berekening uitgevoerd in de Serviceability Limit State (SLS).

### 3.2 Doorsnede 3

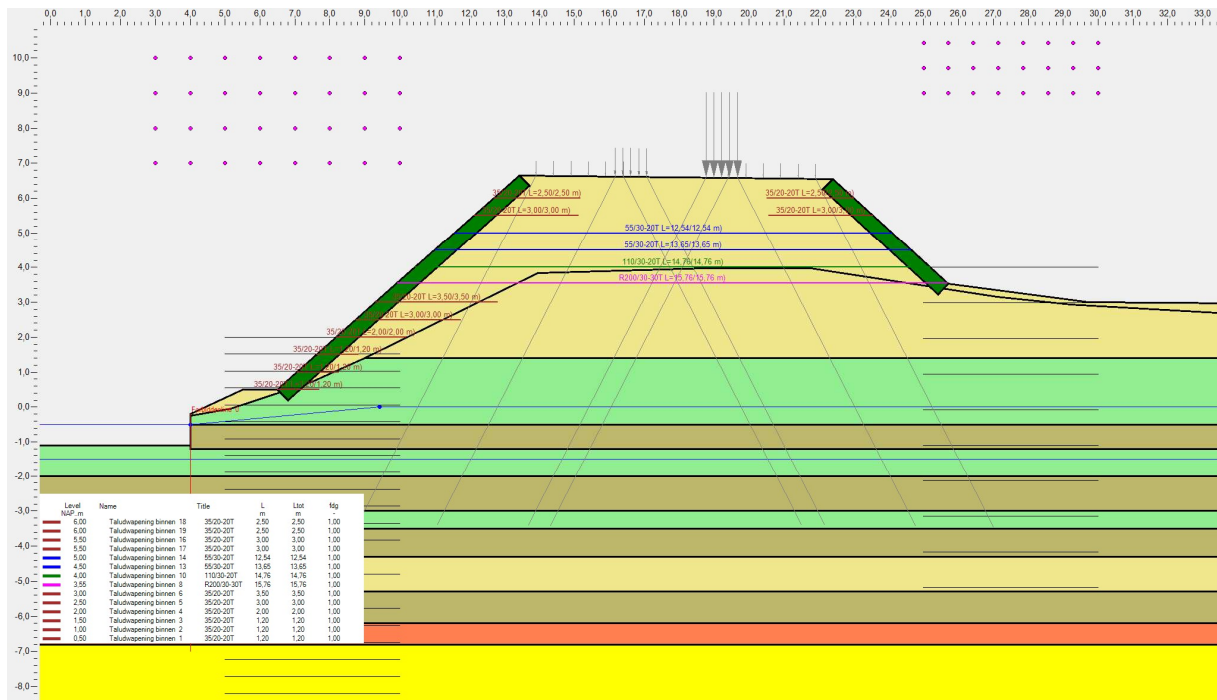
Doorsnede 3 betreft een zogenaamde traverse. Dit is een hoger gedeelte van de vestingwal. Aan de zijde van de Vestingwal heeft de traverse heeft een hoogte van NAP +6,65 m, de breedte is circa 7 m. De vestingwal zelf heeft aan de zijde van de Vestingwal een hoogte heeft van NAP +5,55 m.

In bijlage A zijn de berekeningsresultaten voor doorsnede 3 opgenomen. In onderstaande figuur is de geometrie weergegeven.

#### **Opmerking:**

*In de analyse van doorsnede 3 is aangenomen dat de verankerde gestaffelde hardhouten damwand constructie met een planklengte van 6,8 m is aangebracht tot minimaal NAP -7,0 m.*

## Memo



Figuur 3-1: Geometrie met wapeningslagen doorsnede 3

Tabel 3-1 geeft de berekeningsresultaten weer voor doorsnede 3.

Tabel 3-1: Berekeningsresultaten unity check doorsnede 3

| Construction stage             | RC  | Step 4.1<br>UCvertical | Step 4.2<br>UChorizontal | Step 4.3<br>UCbishop | Step 6.1<br>UCtrek | Step 6.2<br>UCwedges | UCpullout |
|--------------------------------|-----|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| gebruik-binnenzijde-gvh        | RC1 |                        |                          | 1,04                 | 1,19               | 0,91                 |           |
| gebruik-buitenzijde-gvh        | RC1 |                        |                          | 1,04                 | 1,30               | 0,86                 |           |
| uitvoering-binnenzijde-gvh     | RC1 |                        |                          | 0,99                 | 0,68               | 0,64                 |           |
| uitvoering-buitenzijde-gvh     | RC1 |                        |                          | 1,00                 | 0,68               | 0,64                 |           |
| gebruik-binnenzijde-gvh        | SLS |                        |                          | 0,86                 | 0,71               | 0,60                 |           |
| gebruik-buitenzijde-gvh (copy) | SLS |                        |                          | 0,86                 | 0,68               | 0,64                 |           |

Step 4.1 Verticaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.

Step 4.2 Horizontaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.

Step 4.3 Cirkelvormige diep gelegen glijvlakken en cirkels door de gewapende grond methode Bishop

Step 6.1 Interne lokale stabiliteit controle treksterkte van een individuele laag

Step 6.2 Interne globale stabiliteit (two part wedges)

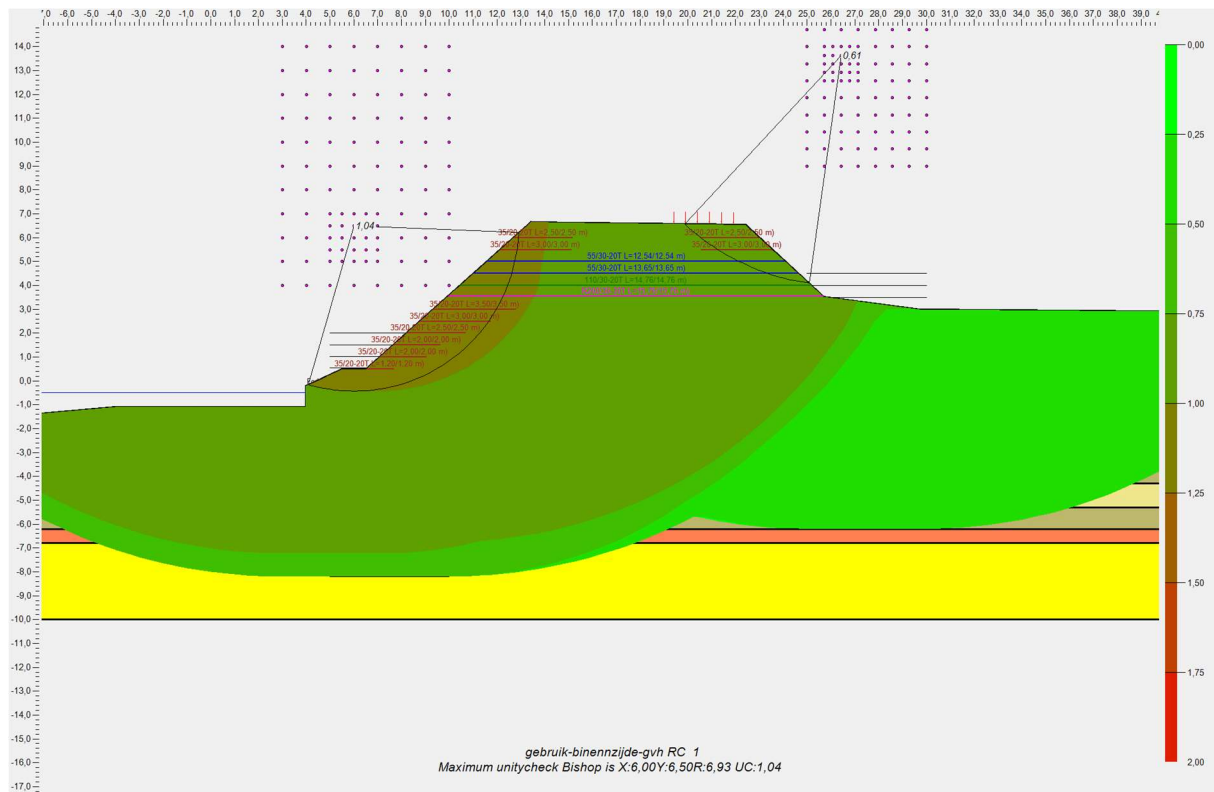
UCpullout Controle uittrekkkracht

Niet relevant

Voldoet niet aan de eisen

Voldoet niet aan de eisen, maar overschrijding is beperkt en acceptabel

Voldoet aan de eisen.



**Figuur 3-2: Maatgevende cirkels doorsnede 3**

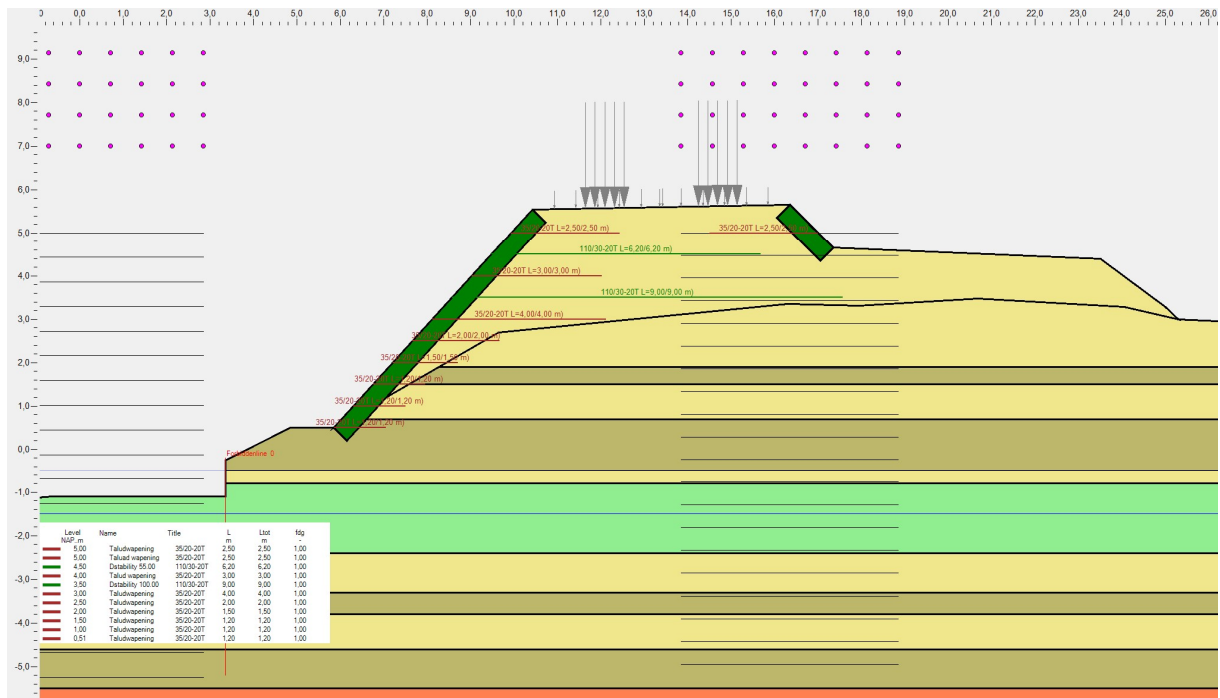
Doorsnede 3 heeft de hoogste kruinhoogte gecombineerd met de smalle steunberm ontstaat een ondiepe glijcirkel met zijn uittrede punt net boven de damwand. Het “middelpunt” van de cirkel ligt relatief laag. Om de stabiliteit van deze cirkel acceptabel te maken is het noodzakelijk om een wapeningslaag op NAP +3,5 m aan te leggen, circa 0,5 m onder huidig maaiveld. De berekende unity check is 1,04 (moet kleiner zijn dan). Deze overschrijving is geaccepteerd omdat in de SLS de unity check ruim voldoet en de consequenties van een ontwerp dat wel voldoet groot zijn (veel ontgraving bestaande talud). Omdat het een vrij oppervlakkige instabiliteit betreft, waarbij de laslengte maatgevend is, door de laaggelegen geogrid circa 2 m langer te maken. Een hogere treksterkte heeft geen effect aangezien de interactie met de grond maatgevend is.

In de eindsituatie voldoet de lokaal interne stabiliteit niet aan de eisen die voor RC1 van toepassing zijn, in de SLS is een unity check berekend kleiner dan 1. Het talud is dus stabiel maar voldoet tijdelijk niet aan het gewenste veiligheidsniveau. Nadat het talud goed begroeid (door wortelt) is, draagt moedernatuur voor de benodigde oppervlakte stabiliteit, en wordt wel voldaan aan de eisen. Opgemerkt wordt dat bij dergelijk steile taluds erosie altijd een uitdaging is, en bij zware (of veel neerslag) het talud geïnspecteerd moet worden en af en toe moet worden hersteld.

### 3.3 Doorsnede 14

Doorsnede 14 betreft een kritische doorsnede van de vestingwal qua hoogte en helling van het talud. Aan de zijde van de Vestinggracht bedraagt de hoogte NAP +5,55 m. In bijlage B zijn de berekeningsresultaten voor doorsnede 14 opgenomen. In onderstaande figuur is de geometrie weergegeven.

## Memo



Figuur 3-3: Geometrie met wapeningslagen doorsnede 14

Tabel 3-1 geeft de berekeningsresultaten weer voor doorsnede 14.

Tabel 3-2: Berekeningsresultaten unity check doorsnede 14

| Construction stage                 | RC  | Step 4.1<br>UC <sub>vertical</sub> | Step 4.2<br>UC <sub>horizontal</sub> | Step 4.3<br>UC <sub>bishop</sub> | Step 6.1<br>UC <sub>trek</sub> | Step 6.2<br>UC <sub>wedges</sub> | UC <sub>pullout</sub> |
|------------------------------------|-----|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| G20190137 -gebruik-binnen          | RC1 |                                    |                                      | 0,96                             | 1,32                           | 0,86                             |                       |
| G20190137 gebruik-buiten           | RC1 |                                    |                                      | 0,95                             | 1,48                           | 0,89                             |                       |
| G20190137 uitvoering-binnen-gvh    | SLS |                                    |                                      | 0,90                             | 0,83                           | 0,32                             |                       |
| G20190137 uitvoering-buiten-gvh    | SLS |                                    |                                      | 0,89                             | 1,02                           | 0,61                             |                       |
| G20190137 gebruik-binnen-gvh (SLS) | SLS |                                    |                                      | 0,78                             | 0,73                           | 0,49                             |                       |
| G20190137 gebruik-buiten-gvh (SLS) | SLS |                                    |                                      | 0,78                             | 0,81                           | 0,50                             |                       |

Step 4.1 Verticaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.

Step 4.2 Horizontaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.

Step 4.3 Cirkelvormige diep gelegen glijvlakken en cirkels door de gewapende grond methode Bishop

Step 6.1 Interne lokale stabiliteit controle treksterkte van een individuele laag

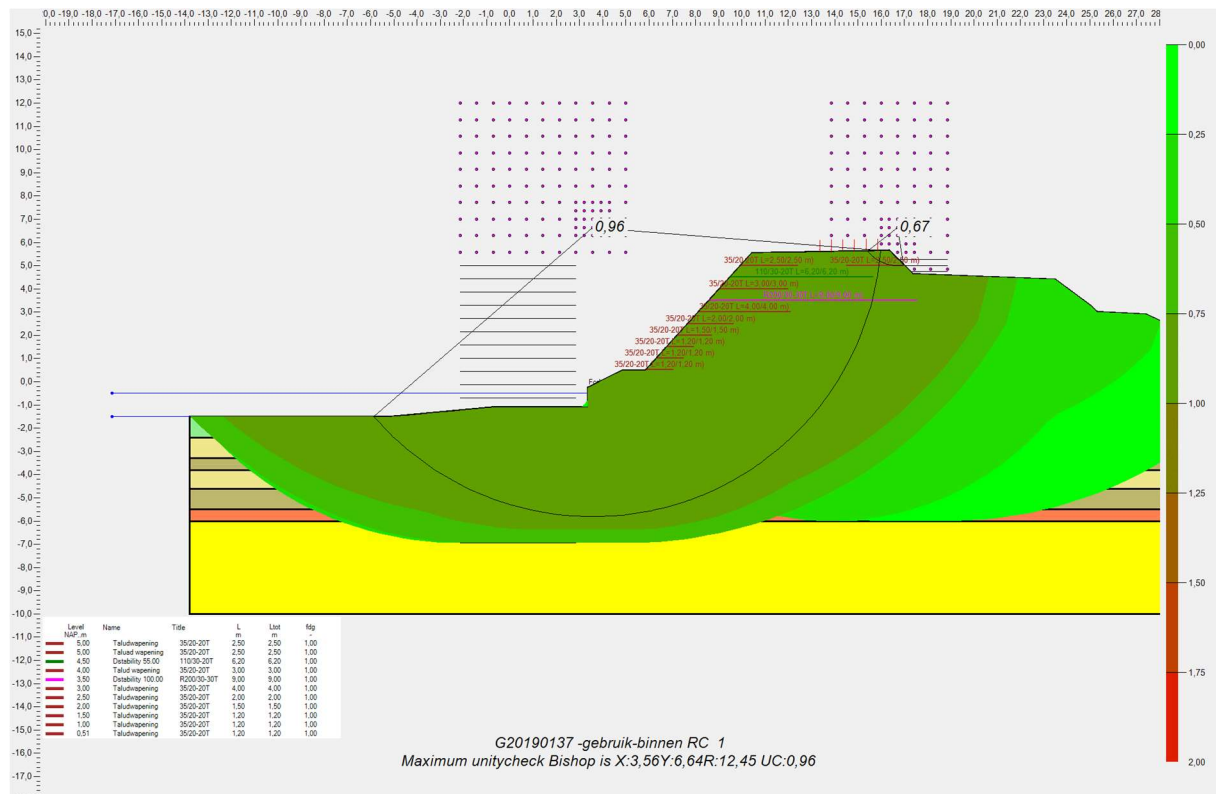
Step 6.2 Interne globale stabiliteit (two part wedges)

UC<sub>pullout</sub> Controle uittrekkraft

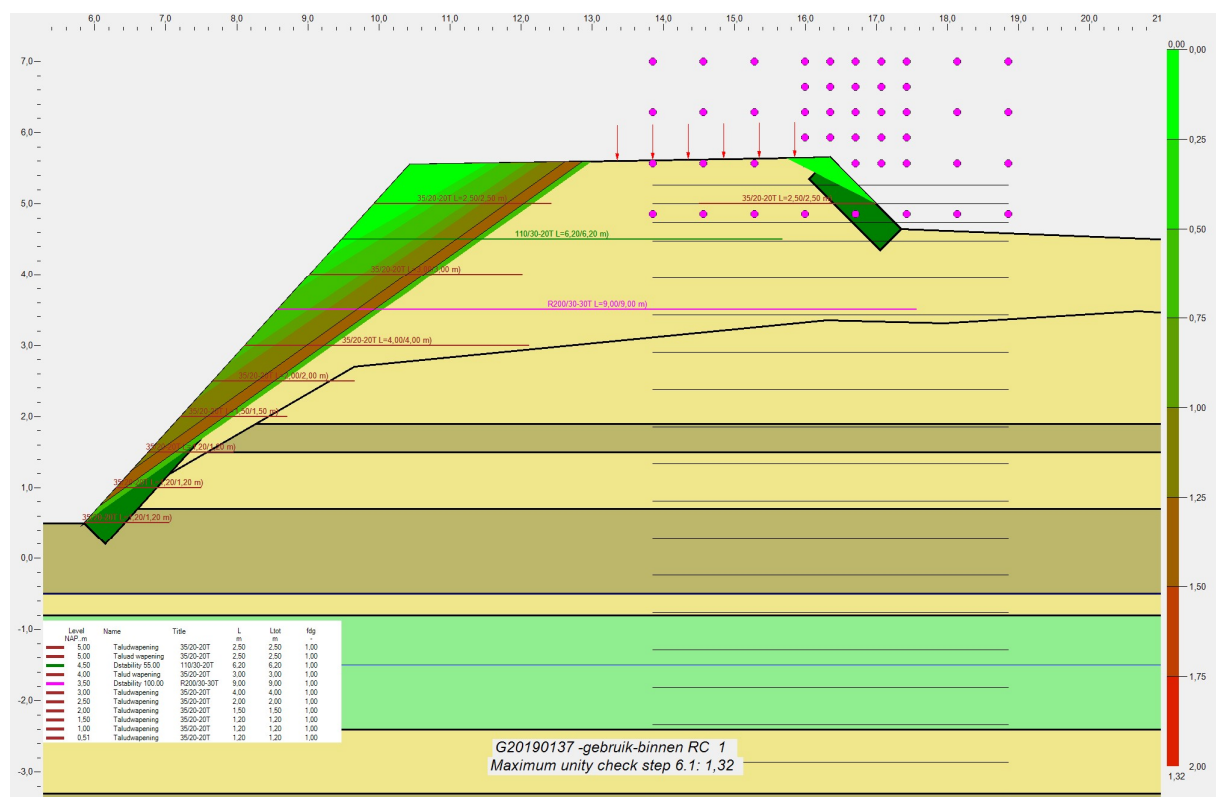
|  |  |
|--|--|
|  | Niet relevant  |
|  | Voldoet niet aan de eisen                                    |
|  | Voldoet niet aan de eisen, maar overschrijding is acceptabel |
|  | Voldoet aan de eisen.  |



## Memo



Figuur 3-4: Maatgevende cirkels Bouwfase rechts RC1 doorsnede 14



Figuur 3-5: Lokaal interne stabiliteit (step 6.1, ULS)

Voor de globale mechanisme (Bishop en globaal interne stabiliteit) worden unity checks berekend kleiner dan 1 en wordt voldaan aan de gestelde eisen. Alleen lokaal intern (step 6.1) wordt een unity check berekend groter dan 1 (RC1). Deze is acceptabel omdat:

- De maatgevende geogrid heeft een belasting van  $17,41 - 13,38 = 4 \text{ kN/m}$ . De treksterkte van dit geogrid einde levensduur (F35T) is circa  $15 \text{ kN/m}$ , de aanhechting aan de voorzijde is maatgevend. Als het talud eenmaal goed begroeid is, is de aanhechting aan de voorzijde groter dan  $4 \text{ kN/m}$  en wordt voldaan aan de gestelde eisen.
- In de SLS is een unity check berekend van  $0,81 (< 1,0)$ .

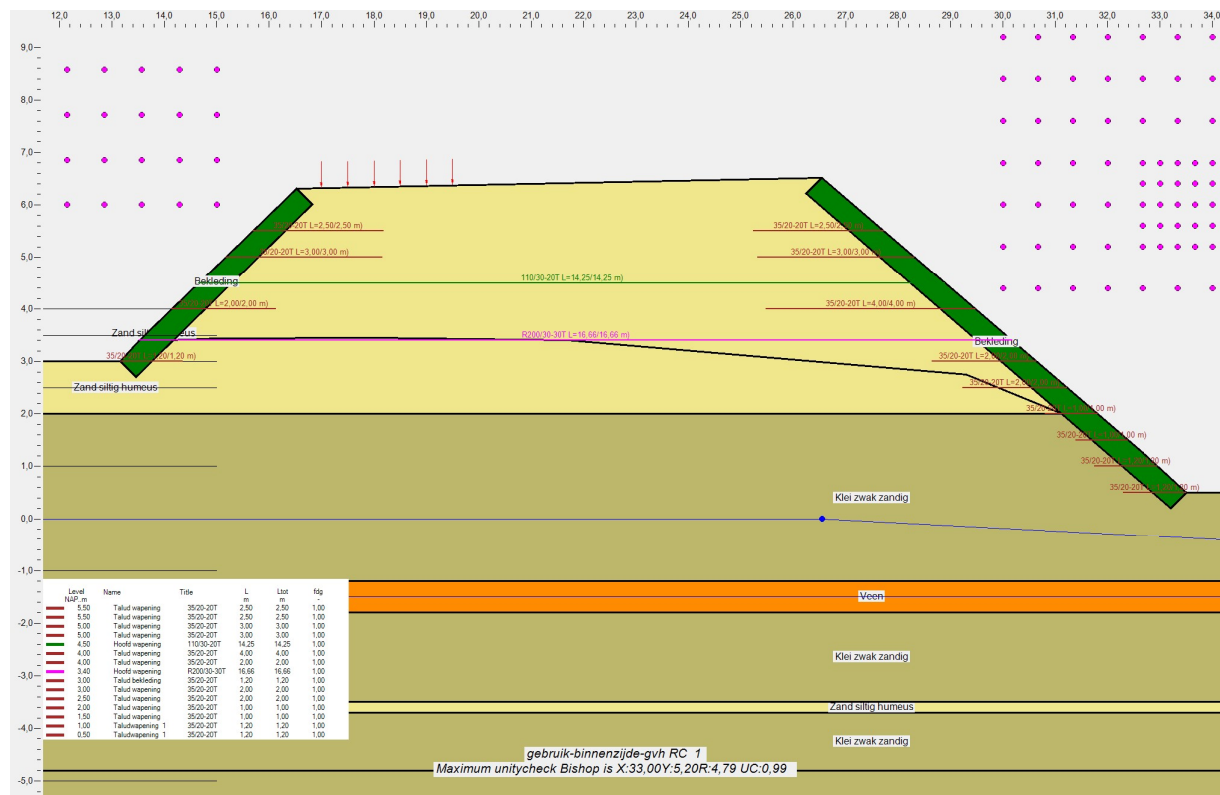
### 3.4 Doorsnede 30

Doorsnede 30 betreft een zogenaamde traverse. Dit is een hoger gedeelte van de vestingwal. Aan de zijde van de Vestingwal heeft de traverse heeft een hoogte van NAP +6,65 m, de breedte is circa 7 m. De vestingwal zelf heeft aan de zijde van de Vestingwal een hoogte heeft van NAP +5,55 m.

In bijlage C zijn de berekeningsresultaten voor doorsnede 30 opgenomen. In onderstaande figuur is de geometrie weergegeven.

#### Opmerking:

*In de analyse van doorsnede 30 is aangenomen is aangenomen dat de verankerde en gestaffelde hardhouten damwandconstructie met een planklengte van maximaal 7 m is aangebracht (tot NAP - 7,2 m)*



Figuur 3-6: Geometrie met wapeningslagen doorsnede 30

Tabel 3-1 geeft de berekeningsresultaten weer voor doorsnede 30.

Tabel 3-3: Berekeningsresultaten unity check doorsnede 30

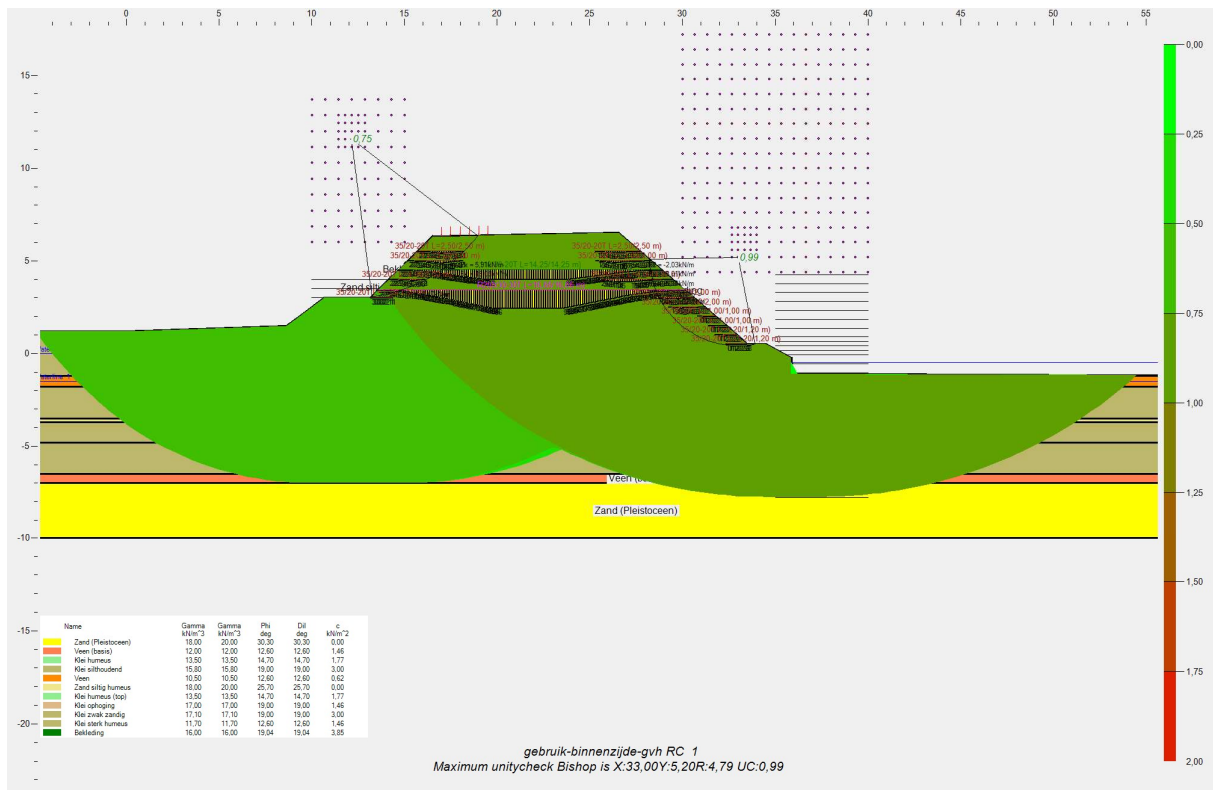
| Construction stage         | RC  | Step 4.1<br>UC <sub>vertical</sub> | Step 4.2<br>UC <sub>horizontal</sub> | Step 4.3<br>UC <sub>bishop</sub> | Step 6.1<br>UC <sub>trek</sub> | Step 6.2<br>UC <sub>wedges</sub> | UC <sub>pullout</sub> |
|----------------------------|-----|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| gebruik-binnenzijde-gvh    | RC1 |                                    |                                      | 0,99                             | 1,47                           | 0,93                             |                       |
| gebruik-buitenzijde-gvh    | RC1 |                                    |                                      | 0,98                             | 1,56                           | 0,94                             |                       |
| uitvoering-binnenzijde-gvh | SLS |                                    |                                      | 0,96                             | 0,71                           | 0,57                             |                       |
| uitvoering-buitenzijde-gvh | SLS |                                    |                                      | 1,02                             | 0,71                           | 0,57                             |                       |
| gebruik-binnenzijde-gvh    | SLS |                                    |                                      | 0,78                             | 0,75                           | 0,49                             |                       |
| gebruik-buitenzijde-gvh    | SLS |                                    |                                      | 0,81                             | 0,75                           | 0,50                             |                       |

- Step 4.1 Verticaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.  
 Step 4.2 Horizontaal evenwicht (fundering op staal) waarbij gewapende grond als 1 monoliet wordt beschouwd.  
 Step 4.3 Cirkelvormige diep gelegen glijvlakken en cirkels door de gewapende grond methode Bishop  
 Step 6.1 Interne locale stabiliteit controle treksterkte van een individuele laag  
 Step 6.2 Interne globale stabiliteit (two part wedges)  
 UC<sub>pullout</sub> Controle uittrekkraft

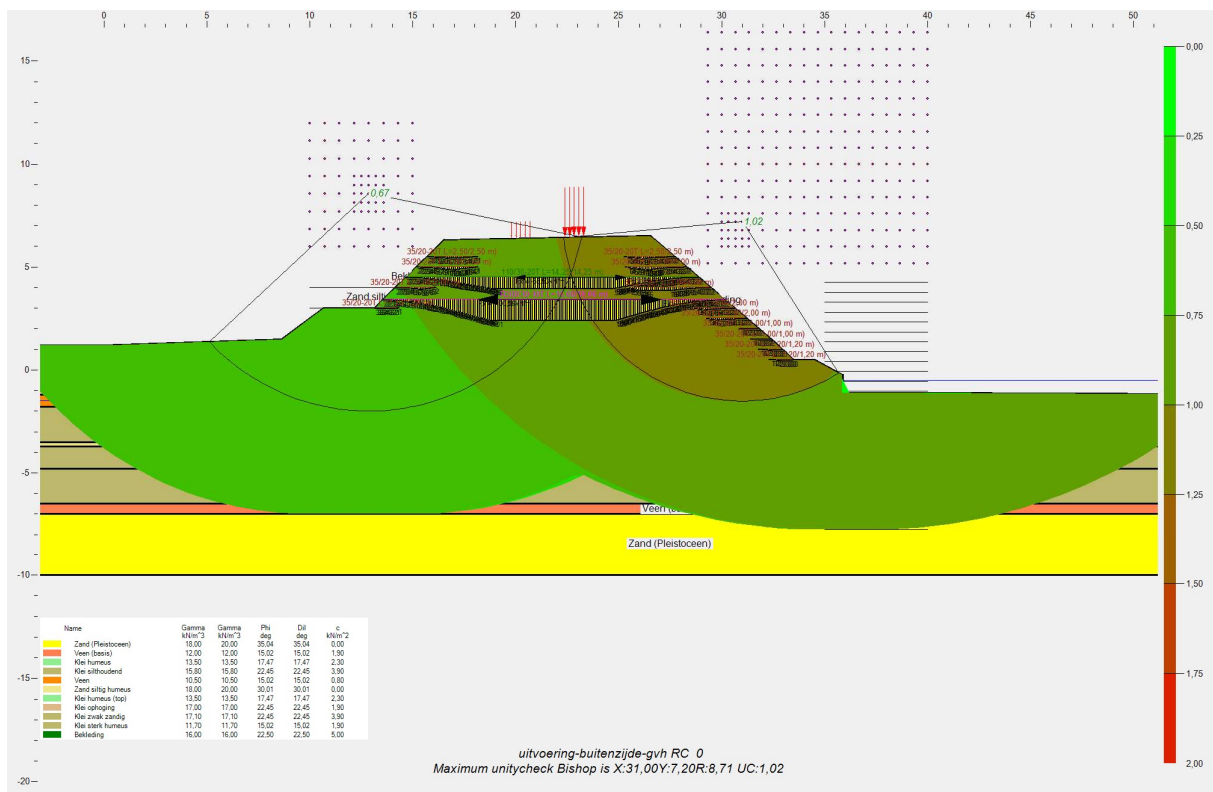
|  |   |
|--|---|
|  | Niet relevant   |
|  | Voldoet niet aan de eisen   |
|  | Voldoet niet aan de eisen, maar overschrijding is beperkt en acceptabel |
|  | Voldoet aan de eisen.   |

De berekende unity checks voor de lokale interne stabiliteit (step 6.1, RC1) zijn groter dan 1.0. Het betreft hier een micro instabiliteit waarbij oppervlakkige scheuren niet voldoen aan RC1, in de SLS wordt een unity check berekend van circa 0,75. Omdat in de SLS wordt voldaan, en de micro stabiliteit met het begroeven van het talud toeneemt is de tijdelijke overschrijding in RC1 geaccepteerd.

## Memo



Figuur 3-7: Maatgevende cirkels eindfase RC1 doorsnede 30



Figuur 3-8: Maatgevende cirkels bouwphase doorsnede 30

#### 4 Conclusie

Voor de 3 doorsneden welke ook door Adcim[1] zijn geanalyseerd zijn analyses uitgevoerd conform CUR 198 december 2018. Doel van deze toetsingen is vooral de controle van de geogrids.

Uit de analyses blijkt dat:

- De lokaal interne stabiliteit van het 45 graden talud is erg kritisch. Zeker in het eerste jaar zal af en toe herstelwerkzaamheden waarbij oppervlakkig erosie wordt aangepakt en “kale” plekken weer worden beplant. In het eerste jaar wordt niet voldaan aan de eisen die gelden de lokale interne stabiliteit voor RC1. In de SLS wordt wel een unity check berekend kleiner dan 1,0, wat betekend dat het talud stabiel is, maar niet voldoet aan de gewenste betrouwbaarheid. Gevolg zal zijn dat er onderhoud gewenst is. Wat het onderhoud qua frequentie en omvang precies zal zijn is niet te voorspellen. Het optreden van micro instabiliteit en erosie is volkomen afhankelijk van de weersgesteldheid.
- De macro stabiliteit voldoet precies aan de gestelde eisen.
- Nabij doorsnede 30 moet de damwand ingebracht worden tot minimaal NAP - 7,2 m om diep gelegen glijvlakken uit te sluiten.

Opgemerkt wordt dat de in dit document opgenomen wapeningslagen geleverd worden door Huesker B.V.. Maar gelijkwaardige producten van andere leveranciers zijn ook toegestaan, onder de voorwaarde van een hoge interactie factor met de aanvulgrond (0,85) en een treksterkte einde levensduur gelijkwaardig aan de treksterkten einde levensduur genomen in Tabel 2-1.

#### 5 Gebruikte documenten

- [1] Geotechnisch advies Herstel vestingwal oostzijde te Muiden, Adcim Geotechniek, document G2018275-rap-01, 08-07-2019.
- [2] Tekening Dwarsprofielen uit 3D model, 18v1279-TEK-016B versie 1.0 02-07-2019 Van Der Ven
- [3] Memo 19.4060 damwandconstructie, Vestingwal oostzijde te Muiden, 3 augustus 2019, Koops en Romeijn grondmechanica.