

Opdracht : 1600216
Plaats : Velden
Project : Grondonderzoek tbv leidingbreuk aan de dijk

Betreft : Grondonderzoek tbv leidingbreuk aan de dijk
te
VELDEN

Opdrachtgever : Kragten Civiele techniek
T.a.v. ing. H.L.R. van Heur
Postbus 14
6040 AA ROERMOND

Behandeld door : ing. H. Veenstra (088 5130284)

Kenmerk : R1600216-RY_1

Datum : 2 maart 2016

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 010-5030200
Helmond	Kanaaldijk N.O. 104a	Postbus 38	5700 AA	Helmond	Tel. 0492-535455
Rijssen	Kalanderstraat 10a	Postbus 153	7460 AD	Rijssen	Tel. 0548-512363
Amsterdam	Gyroscoopweg 120	-	1042 AZ	Amsterdam	Tel. 020-7537984
Maastricht	Sleperweg 18	Postbus 28	6240 AA	Bunde	Tel. 043-3653153
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. PROJECTBESCHRIJVING	3
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS.....	3
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek.....	3
3.2 Geotechnisch profiel.....	4
4. DAMWANDADVIES	4
4.1 Inleiding	4
4.2 Uitgangspunten	5
4.2.1 Geometrie.....	5
4.2.2 Grondparameters	5
4.2.3 Bovenbelasting	6
4.2.4 Grondwaterstanden	6
4.2.5 Bouwfasering	6
4.2.6 Corrosie.....	6
4.3 Berekeningsresultaten.....	7
4.4 Uitvoeringsaspecten	8

Bijlage A Resultaten damwandberekening

1. INLEIDING

In opdracht van Kragten Civiele Techniek uit Roermond is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van een vervangende leiding door de waterkering langs de Maas bij Velden. De resultaten van het grondonderzoek zijn opgenomen in het rapport R1600216-RH_1, d.d. 4 februari 2016.

Omdat de leiding de waterkering kruist is het noodzakelijk dat ter plaatse van de kruising een damwand in de waterkering wordt geplaatst. Deze damwand dient gedimensioneerd te zijn conform de eisen zoals gesteld in NEN3651.

Dit rapport bevat het advies omtrent de damwand ter plaatse van de kruising van de leiding met de dijk.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Ten behoeve van dit project is door de opdrachtgever is een tekening verstrekt:

- Vervanging persleiding Velden, onderdeel situatie en lengteprofiel, fase voorontwerp.
Projectnummer WBL084-0001, tekening nr. 2016-0288, d.d. 04-02-2016.

Uit deze tekening en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende gegevens afgeleid:

De bestaande persleiding die van het Gemaal Velden (gelegen aan de Vorstweg) door de waterkering loopt wordt tot en met de dijkskruising vervangen door een HDPE leiding. De nieuwe leiding wordt circa 35 à 40 m uit de bestaande leiding gelegd. De nieuwe leiding kruist de waterkering loodrecht.

De kruin van de dijk ligt momenteel op NAP +17,90 m. In de toekomst wordt de waterkering opgehoogd tot NAP +18,56 m. De kruin van de waterkering heeft na ophoging een breedte van 6,0 m. De damwand zal in het midden van de kruin over een lengte van circa 10 m worden geplaatst.

Het talud van de waterkering is/wordt aangelegd op circa 1:3,0 à 1:2,5. De teen van het talud bevindt zich op NAP +15,75 m (binnendijks) à NAP + 15,25 m (buitendijks).

In het advies kan worden uitgegaan van een planperiode van 100 jaar.

Het hoogwater (MHW) van de Maas is aangenomen op NAP + 18,06 m (0,5 m onder de nieuwe kruinhoogte).

3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 28 januari 2016 is door Mos Grondmechanica één sondering uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -20m. Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend.

De sondeerlocatie is door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP.

Voor de resultaten van het grondonderzoek wordt verwezen naar rapport R1600216-RH_1.

Door Kragten zijn, in het tracé van het nieuw aan te leggen leidinggedeelte, 8 boringen verricht tot een diepte van circa maaiveld – 3,0 m. De boringen 6 en 7 van dit onderzoek zijn aan weerszijden van de te kruisen dijk verricht. Deze boringen zijn verricht onder projectcode WBL084.

3.2 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocatie bedraagt NAP +17,91 m (huidige kruinhoogte).

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf maaiveld is tot circa NAP +15,7 m hoofdzakelijk matig vast gepakt zand aangetroffen, waarin conusweerstand gemeten van 6,0 tot 12,0 MPa. Dit zandpakket wordt afgedekt door een dunne kleilaag.
- Vanaf circa NAP + 15,7 m is tot circa NAP + 14,8 m vermoedelijk silthoudend of humushoudend zand aanwezig (oorspronkelijke deklaag). In deze laag zijn conusweerstand geregistreerd van 2,0 à 5,0 MPa en lokaal hoger.
- Hieronder is tot een diepte van circa NAP + 11,3 m een kleilaag aangetroffen. In deze laag zijn conusweerstand gemeten van 0,2 à 0,4 MPa.
- Vanaf circa NAP + 11,3 m is tot NAP + 8,5 m een matig gepakt zandpakket aanwezig. Hieronder is tot de maximaal verkende sondeerdiepte van NAP – 2,0 m dicht tot zeer dicht gepakt zand aanwezig. In het matig dicht gepakte zand zijn conusweerstand gemeten van 4,0 à 12,0 MPa. In het dicht tot zeer dicht gepakte zand zijn conusweerstand geregistreerd van 15,0 MPa tot 30,0 MPa en lokaal hoger.

In de boringen 6 en 7, verricht door Kragten, is het grondwater aangetroffen op een diepte van mv – 1,0 m (NAP hoogte is niet bekend). De opdrachtgever heeft aangegeven dat voor het maatgevend hoog water in de Maas uitgetaan kan worden van een niveau van NAP +18,06 m.

4. DAMWANDADVIES

4.1 Inleiding

De berekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma DSheetPiling (versie 14.1), dat uitgaat van de berekeningsmethode waarbij de damwand wordt geschematiseerd tot een door elasto-plastische veren ondersteunde ligger.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform het stappenplan van NEN 9997–1. De damwand is berekend volgens RC3 (conform 9997–1 tabel 9.a en A.4b zijn voor de toetsing de, voor de berekening van de uiterste grenstoestand 1A van toepassing zijnde, toeslagen in rekening gebracht).

Er zijn 2 varianten doorgerekend:

Variant 1 ontgroning tot 3,0 m onder de kruin van de dijk;

Variant 2 ontgroning tot 0,5 m onder de leiding.

4.2 Uitgangspunten

4.2.1 Geometrie

Da damwand wordt in het midden van de kruin geplaatst. De kruin heeft een breedte van 6,0 m. Op 3,0 m van de damwand begint het talud, welke op 1:3 is (wordt) aangelegd.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat voor dit advies uitgegaan moet worden uitgegaan van de toekomstige kruinhoogte (NAP +18,56 m). Conform NEN3651, artikel 8.1.7.1.5 dient gerekend te worden met een ontgroning van 3,0 m ten opzichte van bovenzijde damwand dan/wel een ontgroning tot 0,50 m beneden het aanlegniveau van de leiding. De bovenzijde van de damwand is aangehouden op NAP + 18,56 m. Het aanlegniveau van de leiding ligt op NAP +12,37 m. Volgens de NEN3651 moet dus gerekend worden met een éézijdige ontgroning tot NAP +15,56 m (variant 1) of NAP +11,87 m (variant 2). Op verzoek van de opdrachtgever wordt in dit advies beide varianten verder uitgewerkt.

4.2.2 Grondparameters

De karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen zijn bepaald aan de hand van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek en met behulp van tabel 2.b uit NEN 9997-1. Voor de bepaling van de gronddrukfactor ($K_{a,rep}$) is uitgegaan van rechte glijvlakken. Verder is aangehouden dat de dijk is opgebouwd uit klei.

De geschematiseerde bodemopbouw met de representatieve waarden van de grondparameters voor de verschillende lagen is weergegeven in tabel 4-1.

Tabel 4-1 Geotechnisch profiel en representatieve grondparameters

Laag nr.	b.k. laag [NAP + m]	Grondsoort	$\gamma_{rep} / \gamma_{sat,rep}$ [kN/m ³]	c'_{rep} [kN/m ²]	ϕ'_{rep} [°]	δ_{rep} [°]	$k_{hor,k;laag}$ [kN/m ³]
1	18,56	Zand, matig dicht gepakt	17 / 19	0	30,0	20,0	5.000
2	15,75	Zand, siltig/humeus	17 / 19	0	27,5	18,3	3.000
3	14,80	Klei, matig slap	16 / 16	2,0	20,0	10,0	800
4	11,3	Zand, matig dicht gepakt	18 / 20	0	30,0	20,0	5.000
5	8,5	Zand, dicht gepakt	18 / 20	0	32,5	21,6	10.000

γ_{rep} = representatieve waarde van het aardvochtig volumegewicht;

$\gamma_{sat,rep}$ = representatieve waarde van het verzadigd volumegewicht;

c'_{rep} = representatieve waarde van de effectieve cohesie;

ϕ'_{rep} = representatieve waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;

δ_{rep} = representatieve waarde van de wandwrijvingshoek;

$k_{hor;laag}$ = horizontale beddingsconstante; verder is aangehouden: $k_{hor;hoog} = 2,25 \times k_{hor;laag}$.

4.2.3 Bovenbelasting

In overleg met de opdrachtgever is in de berekeningen uitgegaan van de aanwezigheid van een gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 10 kN/m² (representatief).

4.2.4 Grondwaterstanden

In overleg met de opdrachtgever kan aan de zijde van de ontgroning worden uitgegaan dat het gat dat ontstaat bij de ontgroning vol met water (tot aan het grondwaterniveau) komt te staan. In de berekening is dan ook uitgegaan van een (grond)waterstand van NAP +15,25 m voor de passieve zijde. Verder is uitgegaan van een waterstand van NAP +18,06 m (= hoogwater Maas) aan de actieve zijde. Volgens NEN 9997-1 art. 9.3.2.2 en CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies' worden voor de grondwaterstand de toeslagen volgens tabel 4-2 toegepast.

Tabel 4-2 - Toeslagen geometrische parameters volgens NEN 9997-1 art. 9.3.2.2, veiligheidsklasse RC3

Parameter	Toeslag Δ
kerende hoogte H_{rep}	10 %
grondwaterstand lage zijde $H_{w;laag}$	0,25 m
grondwaterstand hoge zijde $H_{w;hoog}$	0,05 m

4.2.5 Bouwfasering

In de damwandberekening is volgende fasering aangehouden:

- Fase 1, installeren damwand;
- Fase 2, ontgroning tot NAP + 15,56 m of NAP +11,87 m waarbij de waterstand gelijk gehouden is aan het grondwaterniveau (NAP + 15,25 m);
- Fase 3, ontgroning tot NAP + 15,56 m of NAP + 11,87 m waarbij de waterstand in de Maas is aangehouden op MHW (NAP + 18,06 m).

4.2.6 Corrosie

Aangegeven is dat gerekend moet worden met een levensduur van 100 jaar. Conform NEN3651 moet voor zandige grond gerekend worden met een corrosiesnelheid van 0,005 mm/jaar. Dit komt neer op een afname van het profiel na 100 jaar van 1,00 mm.

4.3 Berekeningsresultaten

Met de in 4.2 genoemde uitgangspunten zijn diverse berekeningen uitgevoerd teneinde het damwandprofiel te optimaliseren.

De berekeningen zijn uitgevoerd volgens het stappenplan van NEN 9997-1. Er is voor gekozen om de damwand te berekenen volgens methode B conform NEN 9997-1, uitgaande van de rekenwaarden in de te toetsen fasen en van representatieve waarden in voorgaande fasen.

Bij de berekeningen is rekening gehouden met de eis conform NEN3551 dat de uitbuiging maximaal circa 100 mm mag bedragen.

De berekeningen hebben geleid tot de volgende dimensionering van de damwand:

Variant 1 (ontgronding tot NAP +15,56 m).

- Bovenkant damwand: NAP + 18,56 m (in verband met hoog water);
- Minimale damwand lengte: 11,8 m
- Minimaal damwandprofiel: AZ 28-700 (of gelijkwaardig)
- Staalkwaliteit: **S 240GP;**
- Maximaal toelaatbaar moment 622 kNm/m (na corrosie)
- Buigstijfheid EI: 133.602 kNm²/m (124.820 kNm²/m na corrosie).

Variant 2 (ontgronding tot NAP +11,87m)

- Bovenkant damwand: NAP + 18,56 m (in verband met hoog water);
- Minimale damwand lengte: 16,0 m
- Minimaal damwandprofiel: AZ50 (of gelijkwaardig) ¹⁾
- Staalkwaliteit: **S 355 GP;**
- Maximaal toelaatbaar moment 1698 kNm/m (na corrosie)
- Buigstijfheid EI: 254.226 kN/m²/m (242.530 kNm²/m na corrosie)

¹⁾ Opgemerkt wordt dat, ondanks dit zeer zware profiel, bij deze variant nog lang niet voldaan wordt aan de eerder genoemde vervormingseis van 100 mm. Hierbij wordt opgemerkt dat het plaatsen van een langer profiel (> 16,0 m) nagenoeg geen effect heeft op de hieronder vermelde maximale uitbuiging.

In tabel 4-3 zijn de berekeningsresultaten voor de bouwfasen 2 en 3 opgenomen.

Opmerking: In de berekeningen is ervan uitgegaan dat in de zandlaag onder de kleideklaag geen wateroverspanning aanwezig is. Indien dit wel het geval is dan neemt het moment aanzienlijk (40 à 50%) toe en zal de lengte van het damwandprofiel circa 20,0 m à 22,0 m moeten bedragen.

Tabel 4-3 Berekeningsresultaten (karakteristieke waarden)

Variant / fase	Maximale uitbuiging (representatief) $u_{\max}$ [mm]	Maximaal moment (rekenwaarde) $M_{\max}$ [kNm/m ¹]	Overall stabiliteits factor
Variant 1/ fase 2	45	341	
Variant 1 / fase 3	110	622	3,92
Variant 2 / fase 3	144	1.030	
Variant 2 / fase 3	272	1.566	3,39

De berekeningsresultaten zijn grafisch weergegeven in bijlage A.

4.4 Uitvoeringsaspecten

Inbrengen van de damwandplanken

Eventuele puinresten e.d. dienen voor het inbrengen te worden verwijderd om beschadiging en mogelijk uit het slot lopen van de damwandplanken te voorkomen. Eventueel in de directe omgeving van de te plaatsen damwand gelegen kabels en leidingen, dienen volledig vrij gegraven en ondersteund te worden. Bij het inbrengen van de damwandplanken moet nauwkeurig in de gaten worden gehouden of maaiveldzakkingen optreden waarbij, indien nodig, de ondersteuning bijgesteld worden.

Door het inbrengen van de damwanden kunnen door trillingen, eventueel in combinatie met een verdichting van de ondergrond, altijd enige maaiveldzakkingen optreden zelfs op relatief grote afstand van de damwand. Enige schade aan omliggende wegverhardingen en belendingen kan dan ook altijd optreden. Er wordt dan ook geadviseerd om een bouwkundige opname (foto's) eventueel in combinatie met trillingsmetingen te laten uitvoeren.

Opgesteld door:

ing. H. Veenstra (088 5130284)

Rijssen, 2 maart 2016

Mos Grondmechanica B.V.

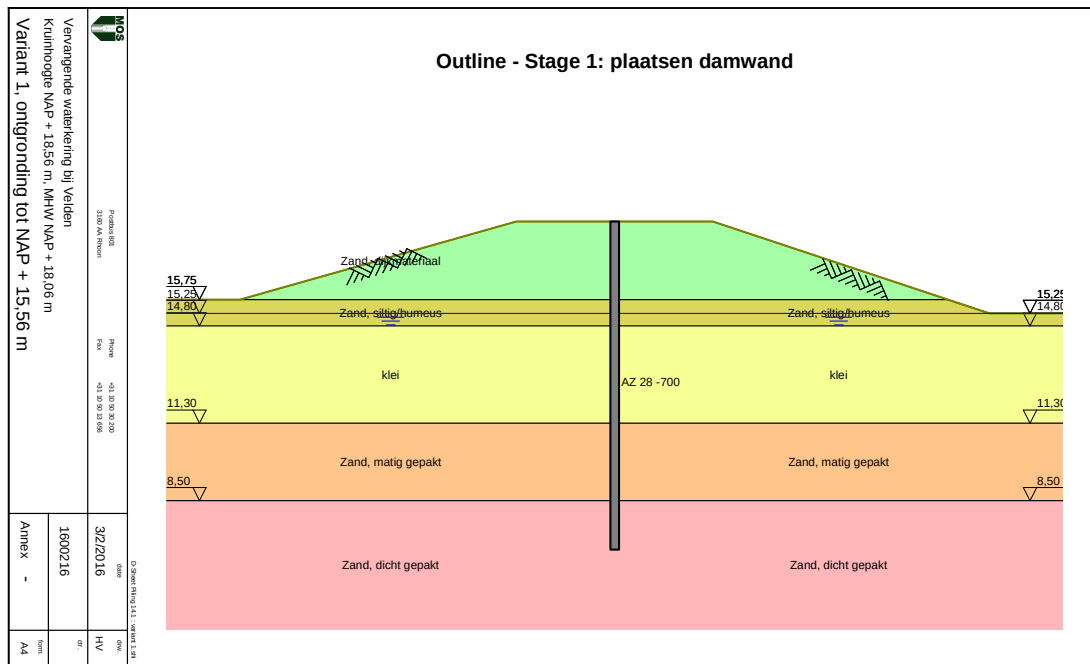
Contr. : R.M.



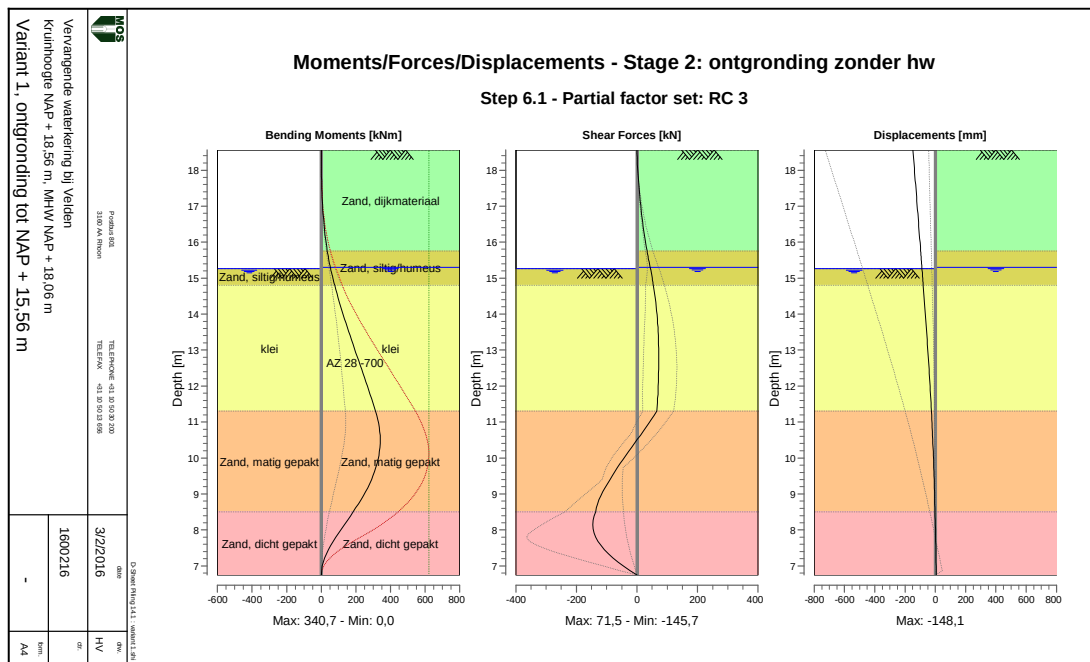
Bijlage A

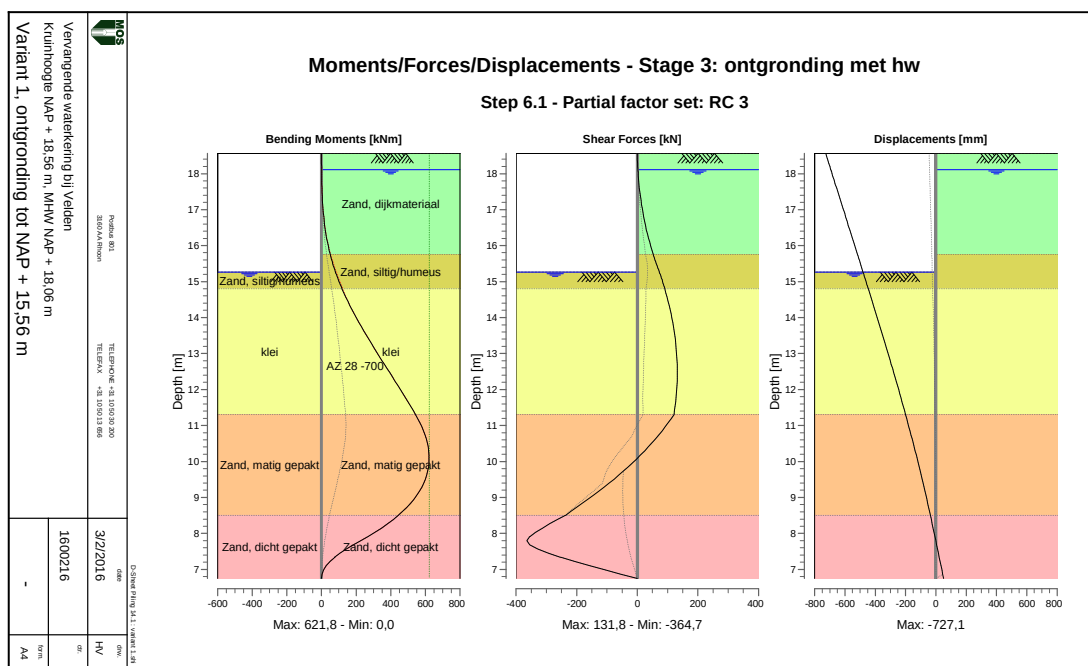
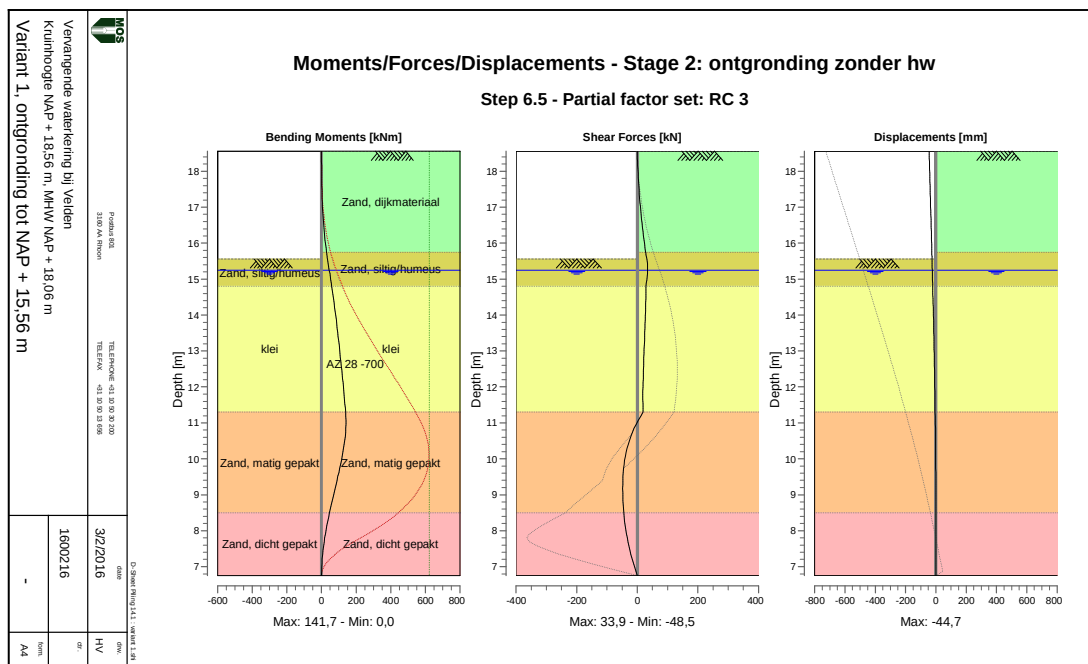
Resultaten damwandberekening

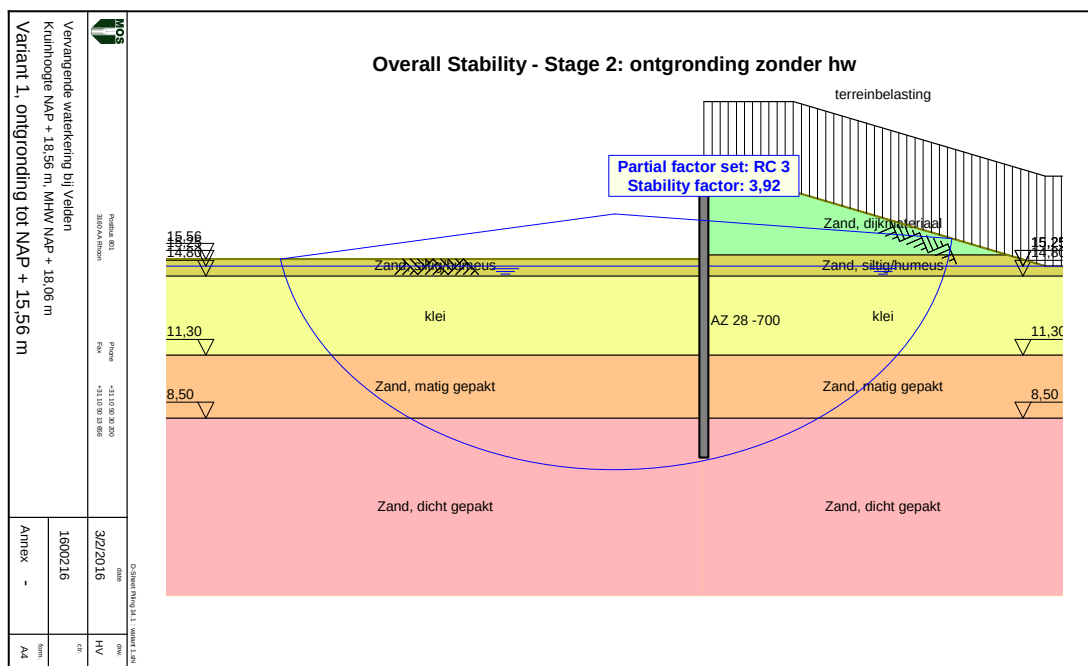
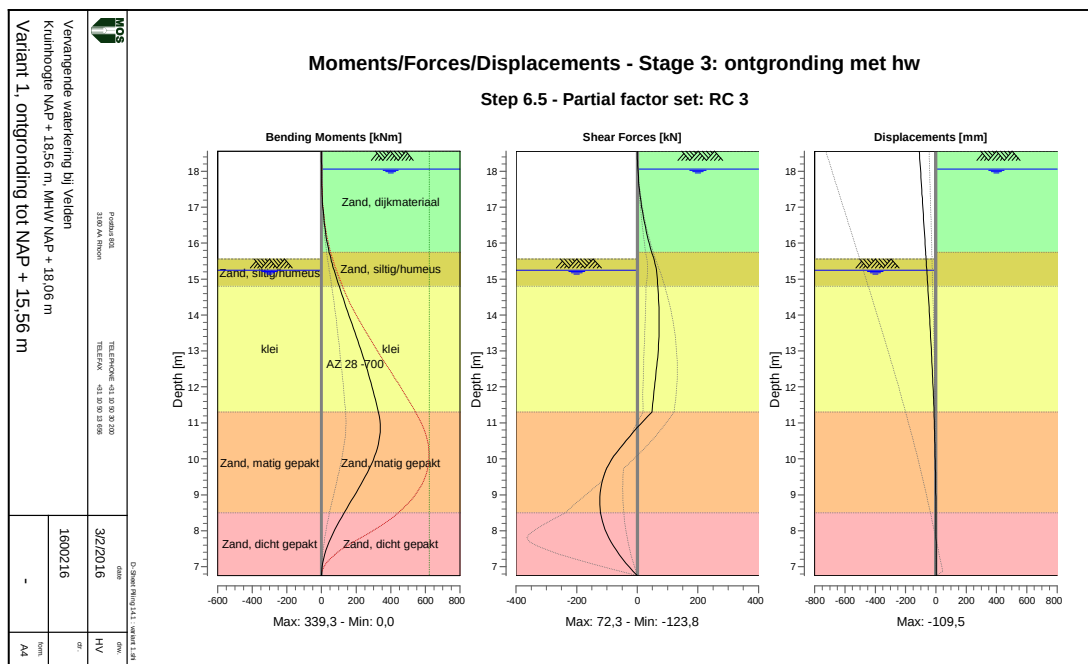
Geometrie variant 1, ontgroning 3,0 m



Uitvoer berekeningen







Geometrie variant 2, ontgraving tot 0,5 m onder leiding (NAP + 11,87 m)

