

**Rijkswaterstaat Dienst
Infrastructuur**

**Haalbaarheid wegverbreding A27
folieconstructie Amelisweerd**

**Variant met scheidingsdamwand
en opzetten waterstand**

**Haalbaarheid wegverbreding A27
folieconstructie Amelisweerd**

**Variant met scheidingsdamwand
en opzetten waterstand**

| |
|-----------------|
| status |
| definitief |
| datum |
| 11 oktober 2010 |

| INHOUDSOPGAVE | blz. |
|---|-------------|
| 1. INLEIDING | 1 |
| 1.1. Algemeen | 1 |
| 1.2. Stappenplan | 2 |
| 1.3. Afbakening onderzoek | 2 |
| 2. BESCHRIJVING VARIANT EN BASISINFORMATIE | 3 |
| 2.1. Variant en uitvoeringsfasering | 3 |
| 2.2. Randvoorwaarden | 4 |
| 2.3. Waterstanden | 4 |
| 2.4. Bodemopbouw | 4 |
| 3. VASTSTELLEN OPTIMALE UITVOERINGSMETHODE | 6 |
| 3.1. Geometrische uitwerking dwarsdoorsneden | 6 |
| 3.1.1. Kilometrering 1,5 (ondiepe snede) | 6 |
| 3.1.2. Kilometrering 2,0 (diepe snede) | 6 |
| 3.2. Opbarstveiligheid en vaststellen gewenst vulniveau | 7 |
| 3.3. Uitvoeringswijze definitieve keerconstructie | 8 |
| 4. STABILITEIT SCHEIDINGSDAMWAND | 10 |
| 4.1. Algemeen | 10 |
| 4.2. Geometrie en niveaus | 10 |
| 4.3. Bodemopbouw en geotechnische parameters | 10 |
| 4.4. Indicatieve berekeningen (MSheet) | 11 |
| 4.4.1. Kilometrering 1.5 | 11 |
| 4.4.2. Kilometrering 2.0 | 12 |
| 5. CONSTRUCTIEAFMETINGEN KEERCONSTRUCTIE | 14 |
| 6. INTEGRALE STABILITEIT PLAXIS | 16 |
| 6.1. Uitgangspunten | 16 |
| 6.1.1. Algemeen | 16 |
| 6.1.2. Model en veiligheidsmethodiek | 16 |
| 6.1.3. Bodemopbouw en parameters | 16 |
| 6.1.4. Rekenstappen modellering | 17 |
| 6.1.5. Niveaus en geometrie | 18 |
| 6.1.6. Constructie onderdelen | 19 |
| 6.1.7. Bovenbelastingen | 19 |
| 6.2. Resultaten berekeningen en evaluatie | 20 |
| 6.2.1. Aanwezigheid resterende grondmoot talud | 20 |
| 6.2.2. Kilometrering 1,5 (ondiep) | 21 |
| 6.2.3. Kilometrering 2,0 (diep) | 21 |
| 6.2.4. Analyse Plaxis | 23 |
| 7. RISICOANALYSE | 30 |
| 7.1. Algemeen | 30 |
| 7.2. Uitvoerbaarheid en risico's | 30 |
| 8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 33 |
| 8.1. Conclusies | 33 |
| 8.2. Aanbevelingen | 34 |

9. REFERENTIES

35

laatste bladzijde

35

| bijlagen | aantal bladzijden |
|---|-------------------|
| I Principeschetsen Rijkswaterstaat verbreding folieconstructie (versie 26 april 2010) | 6 |
| II Situatie en doorsneden folieconstructie | 2 |
| III Beschikbaar grondonderzoek binnen folieconstructie | 11 |
| IV Peilbuismetingen en indicatieve waterstanden omgeving | 2 |
| V Geometrische uitwerking rekensneden, uitvoeringswijze en drukken | 4 |
| VI Resultaten indicatieve MSheet berekeningen | 18 |
| VII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 1,5 (PLAXIS) BGT damwand | 14 |
| VIII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 1,5 (PLAXIS) UGT damwand | 9 |
| IX Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) BGT damwand | 24 |
| X Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) UGT damwand | 9 |
| XI Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) BGT uplift | 19 |
| XII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) UGT uplift | 9 |
| XIII Risicoanalyse en -dossier | 2 |
| XIV Toetsingsformulier | 2 |

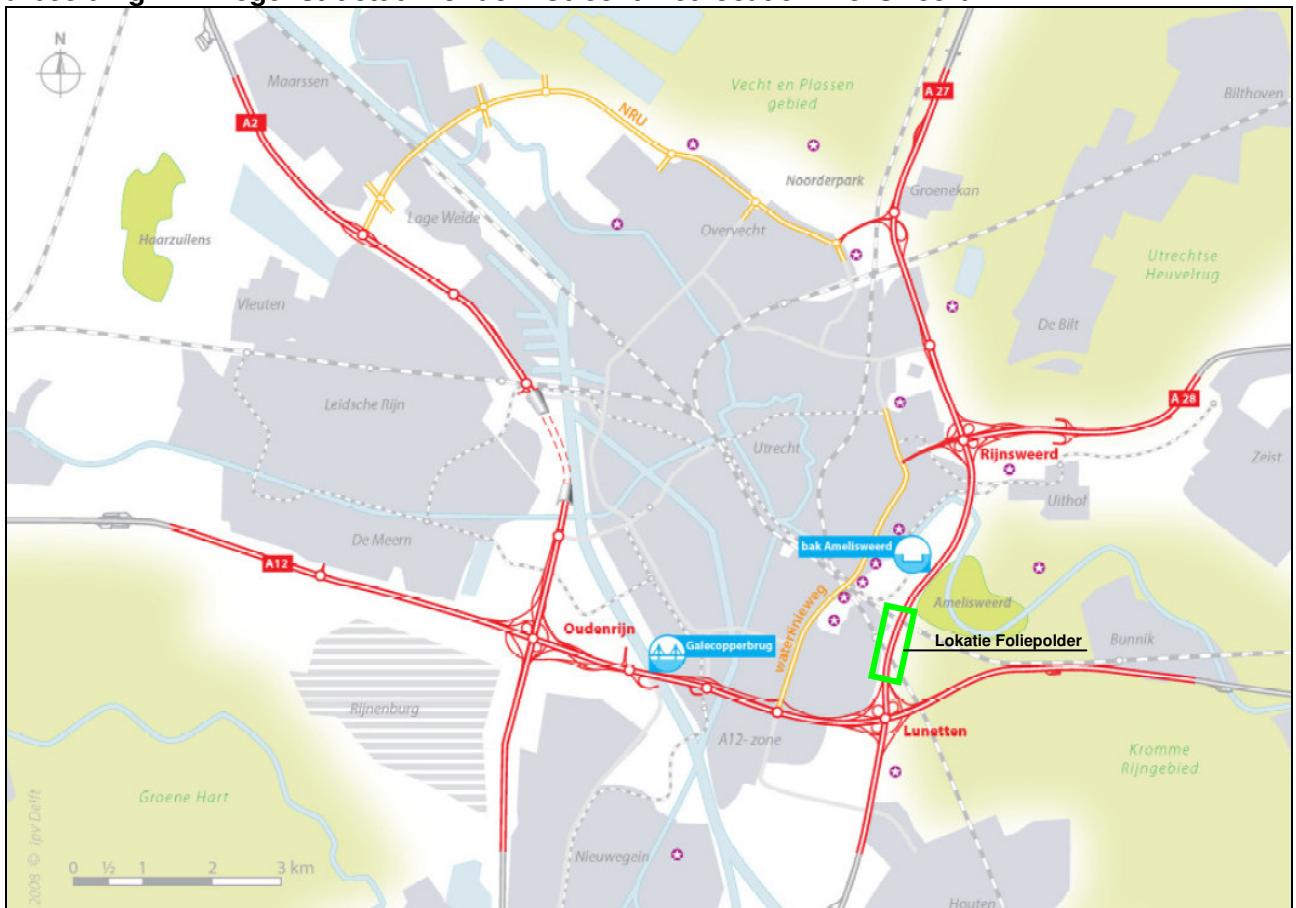
1. INLEIDING

1.1. Algemeen

In het kader van de planstudie 'Verbetering doorstroming Ring Utrecht' wordt onderzocht of de A27 aan de oostzijde van de stad Utrecht kan worden verbreed. Aandachtspunt daarbij is dat de huidige rijksweg bij Amelisweerd in een verdiepte folieconstructie is aangelegd. De exacte locatie staat weergegeven in afbeelding 1.1.

De aanwezigheid van een folieconstructie in het tracé leidt tot de nodige beperkingen aan een verbreding. Uit een interne brainstormsessie van Rijkswaterstaat is een mogelijke variant voor verbreding van de A27 naar voren gekomen, welke is gepresenteerd bij het werkatelier op 9 juni 2010 (marktconsultatie). Bij deze variant wordt de gewenste verbreding binnen de bestaande folieconstructie in den natte gerealiseerd. Hiervoor dienen de randen van de foliepolder onder water te worden gezet, terwijl de bestaande rijbanen beschikbaar blijven voor verkeer. Om dit te bewerkstelligen is een scheidingsdamwand naast de bestaande rijbaan voorzien. De ruimte tussen de onderzijde van de scheidingsdamwand en de folie wordt daarbij afgedicht door middel van vriestechiek. De principeschetsen van deze variant zijn opgenomen in bijlage I. De gewenste verbreding bij deze variant bedraagt circa 16 meter aan weerszijde van de A27.

afbeelding 1.1. Wegenstructuur rondom Utrecht met locatie Amelisweerd



1.2. Stappenplan

Om de variant te kunnen beoordelen op de technische haalbaarheid is in overleg met Rijkswaterstaat gekozen voor een stapsgewijze aanpak. Hierbij wordt van grof naar fijn gewerkt om eventuele onoverkomelijke bezwaren tijdig te signaleren en waar nodig op te lossen. In deze aanpak zijn de volgende stappen voorzien:

1. Beoordelen van de beschreven uitvoeringsfasering op risico's en uitvoerbaarheid.
2. Vaststellen of de voorgestelde uitvoeringsmethode de beste methode is om tot het gewenste eindresultaat te komen.
3. Beoordelen stabiliteit damwand met behulp van verkennende MSheet berekeningen. Vaststellen of er verankeringen of stempelingen noodzakelijk zijn. Zo nodig wordt in deze stap onderzocht in hoeverre de phi-waarde van de passieve grondwig eventueel moet worden verhoogd om de damwand vrij uitkragend te kunnen uitvoeren. Hierbij worden de gevraagde sneden ter plaatse van km 1,5 (ondiep) en 2,0 (diep) beoordeeld.
4. Verkenning constructieafmetingen en stabiliteit keerconstructie bij de genoemde doorsneden.
5. Plaxis analyse van de integrale stabiliteit van de damwand en de folie polder tijdens uitvoering ter plaatse van km 1,5 (ondiep) en km 2,0 (diep). Hierbij wordt onder andere getoetst op effecten als verstoring van de stempelwerking van het ballastzand op de folie, taludstabiliteit tijdens ontgraven en verlies van verticaal evenwicht of stabiliteit.
6. Plaxis analyse van de constructie in de gebruiksfase ter plaatse van km 1,5 en km 2,0. Hier wordt in detail gekeken naar de benodigde afmetingen van de keerconstructie om de stabiliteit en veiligheid te waarborgen. Hier wordt tevens beoordeeld welke uiterste verbreding met deze constructiemethode haalbaar is.
7. Opstellen risicoanalyse en bijbehorende beheersmaatregelen per bouwfase.

De bovenstaande stappen zullen de volgende hoofdstukken nader worden uitgewerkt.

1.3. Afbakening onderzoek

De in deze rapportage gepresenteerde resultaten zijn binnen een vooraf vastgesteld kader bepaald. Bij het lezen van deze rapportage is het van belang om dit kader goed in ogenschouw te nemen:

- De in bijlage I weergegeven schetsmatige uitwerking van de variant en de fasering (versie 26 april 2010) is uitgangspunt voor het haalbaarheidsonderzoek.
- De aangeleverde fasering en/of voorziene uitvoeringsmethode is door Witteveen+Bos beschouwd en zo nodig op details geoptimaliseerd. Er zijn geen substantiële wijzigingen in het concept doorgevoerd. Bij eventuele optimalisaties zal de eindoplossing in functionele zin gelijk blijven aan de variant.
- Alleen uitbreidingsmogelijkheden binnen de folie zijn onderzocht, met een gewenste uitbreiding van 16 meter.
- De haalbaarheid is beoordeeld voor een tweetal door Rijkswaterstaat aangegeven dwarsdoorsneden (km 1,5 en 2,0). In lengterichting is de variant slechts zijdelings beschouwd. Mogelijke knelpunten, zoals de aansluitingen op kruisende kunstwerken zijn niet beschouwd.
- Als onderdeel van de rijbaanverbreding is een horizontaal alignement vastgesteld van nieuwe wegenstructuur, waarbij een nieuwe bypass is voorzien onder knooppunt Lunetten. Deze nieuwe rijbanen zullen volgens bovenaanzichten aanhaken in de folieconstructie (vak I) vlak voor het zuidelijke spoorviaduct. Afhankelijk van de combinatie van het horizontaal en verticaal alignement is niet bekend of dit een knelpunt geeft met het folietalud en/of het kunstwerk. Dit valt buiten de scope van de opdracht.
- De techniek voor het afdichten van de opening tussen damwand en folie (vriezen) vormt geen onderdeel van deze studie. Eventuele effecten en/of randvoorwaarden vanuit deze techniek op de folieconstructie worden niet beschouwd. Uitgangspunt voor de haalbaarheidstudie zal zijn dat een waterdicht lichaam gevormd kan worden voor afsluiting van het compartiment.
- Damwanden, steunconstructies en de definitieve keerwand worden op haalbaarheid getoetst en globaal gedimensioneerd. Er worden geen specifieke detailberekeningen uitgevoerd van stempelingen, damwanden of betonconstructies uitgevoerd.

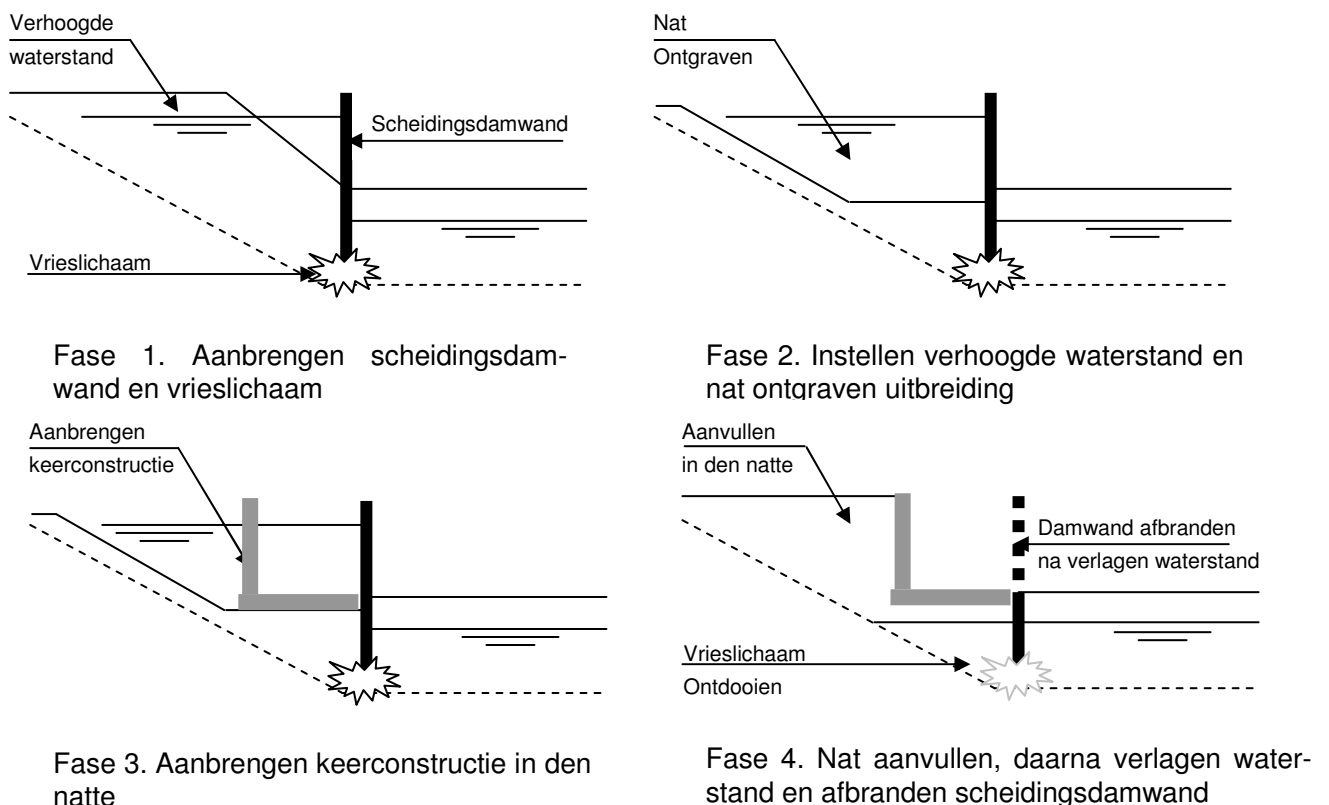
2. BESCHRIJVING VARIANT EN BASISINFORMATIE

2.1. Variant en uitvoeringsfasering

Het aanleggen van de verbreding op de locatie van de huidige taluds zal voor een groot deel ten koste gaan van de gronddekking op de folie. Hierdoor wordt het evenwicht in verticaal en/of horizontaal opzicht in zowel de bouw- als de gebruiksfase in essentie negatief beïnvloed. Voor de bouwfase wordt dit ondervangen door het te verbreden deel onder water te zetten, terwijl voor de eindfase een keerconstructie is voorzien die het verticaal evenwicht verzorgt door een combinatie van krachtswerking en gewicht.

Omdat het wegverkeer op de A27 tijdens de bouwwerkzaamheden niet kan worden gestremd, kan de foliepolder niet geheel onder water gezet worden. Slechts de plaatsen waar de daadwerkelijke uitbreiding wordt gerealiseerd, worden onder water gezet. Hiervoor is een scheidende damwand voorzien, die wordt geplaatst binnen de folieconstructie evenwijdig aan de huidige rijbaan. De ruimte tussen de onderzijde van de damwand en de folie wordt bevroren om de waterdichtheid te waarborgen. De te ontgraven grond ter plaatse van de taluds wordt 'vervangen' door een keerconstructie van beton, zodanig dat het verticaal evenwicht van de folie in de gebruiksfase gewaarborgd is. Deze keerconstructie moet onder water worden aangebracht. Het uitvoeringsprincipe is schematisch weergegeven in afbeelding 2.1.

afbeelding 2.1. Fasering variant met scheidingsdamwand en opzetten waterstand



In afbeelding 2.1. is de uitvoeringswijze en het constructieprincipe van de variant inzichtelijk gemaakt. De scheidingsdamwand keert in de bouwfase de verhoogde waterstand aan de zijde van de uitbreiding, zodat het verkeer op de bestaande rijbanen doorgang kan vinden. De waterstand binnen de folieconstructie wordt daarbij opgezet tot een niveau, dat voldoende evenwicht biedt tijdens de ontgraving van de uitbreiding. Omdat de damwand niet tot op de folie aan de onderzijde kan worden aangebracht,

wordt de ruimte onder de damwand bevroren om toch een volledig waterdichte scheiding te waarborgen.

Na ontgraving in den natte wordt onder water een keerconstructie van beton aangebracht. Deze keerconstructie verzorgt in de gebruikssituatie het verticale evenwicht van de folie. Door inwendige krachtwerving (plaatteffect) is de keerconstructie in staat om het lokale gewichtstekort op het ondiepste punt van de folie te compenseren met overgewicht uit andere delen. Zodra de keerconstructie is uitgevoerd, wordt de achterzijde in den natte aangevuld. Daarna kan achtereenvolgens de waterstand worden verlaagd, het vrieslichaam worden ontdooid en de damwand worden afgebrand. Na deze uitvoeringsfase kan worden gestart met de afbouw en is de verbreding gerealiseerd.

2.2. Randvoorwaarden

Voor de uitwerking van de variant zijn vanuit Rijkswaterstaat de volgende belangrijke randvoorwaarden gesteld:

- de gewenste verbreding bedraagt bij deze variant 16 meter aan weerszijde van de folieconstructie;
- het niveau van de bovenzijde van de verbreding is gelijk aan het huidige naastliggende wegniveau (geen afwijkend alignment of verhoogde aanleg op een terras);
- gedurende de bouwfase van de verbreding dient het verkeer op de A27 te allen tijde doorgang te vinden;
- bij de verschillende bouwwerkzaamheden wordt een afstand aangehouden van minimaal 1,0 meter tot op de folie. Deze randvoorwaarde geldt voor het plaatsen van de scheidingsdamwand, de ontgraving voor en storten van de keerconstructie (minimaal 1,0 m verticale gronddekking);
- de veiligheid in het verticaal evenwicht voor het opbarsten van de folieconstructie dient zowel in de bouw- als in de gebruiksfase effectief 1,1 (oude notatie, zie paragraaf 3.2 voor nieuwe notatie) te zijn. Een verlaagde veiligheid van 1,05 in de bouwfase is gezien het risicoprofiel en de naastliggende, in gebruik zijnde, wegconstructie niet acceptabel.

2.3. Waterstanden

Voor de uitvoeringsfase van de rijbaanverbreding wordt rekening gehouden met een ontwerp grondwaterstand (OGWS) van NAP +0,80 m buiten de folieconstructie. Deze ontwerpwaterstand is bijgesteld ten opzichte van een eerdere waarde, te weten NAP +0,50 m. De hogere grondwaterstand is globaal afgeleid van enkele meetreeksen van peilbuizen in de omgeving. In het geval van extreme grondwaterstanden, dan zal deze kunnen stijgen tot bovenzijde kielspit (NAP +1,20 m). Deze situatie zou kunnen optreden in de gebruiksfase (verbreding gereed). In bijlage IV zijn de indicatieve gegevens van waterstanden in de omgeving opgenomen.

2.4. Bodemopbouw

Voor aanpassing van het kruisende spoorviaduct is begin 2010 grondonderzoek verricht binnen de folieconstructie. Dit onderzoek heeft bestaan uit een 10-tal sonderingen met een lengte van circa 6 meter [ref.2]. De locatie van deze sonderingen is ongeveer km 1.7 van de A27. Deze sonderingen geven een beeld van de aanwezige grondlagen. Over het algemeen is er een los gepakte zandlaag aanwezig met een siltige bijmenging. In een aantal sonderingen zijn kleilagen en leem gevonden met een dikte variërend van 0,5 tot 2,0 meter. Vooral bij sondering S4-1 en S3-1 zijn deze kleilagen gevonden.

Voor de stabiliteitsberekeningen is ook de bodemopbouw buiten de folieconstructie van belang (zijkant en onderzijde). Op basis van [ref.1o, geologisch lengteprofiel] komt naar voren dat over het tracé voor het merendeel zand wordt verwacht. Op het profiel staan ook enkele tussen lagen van 'zand + klei' en 'zand + slib' met een beperkte dikte getekend.

Na uitwerking van de berekeningen is aanvullend grondonderzoek beschikbaar gekomen (Fugro, grond- en laboratoriumonderzoek ten behoeve van nieuw te bouwen viaduct over de A27 te Utrecht, rapportnummer 2110-0015-001, versie 1, d.d. 24 september 2010). Hieruit volgt dat de volumegewichten van de aanvulgrond in de foliepolder lager zijn dan verwacht. Deze gegevens zijn, gelet op het moment van beschikbaarheid, niet meer meegenomen in dit rapport. In een vervolgfase zal dit echter wel nader onderzocht moeten worden.

3. VASTSTELLEN OPTIMALE UITVOERINGSMETHODE

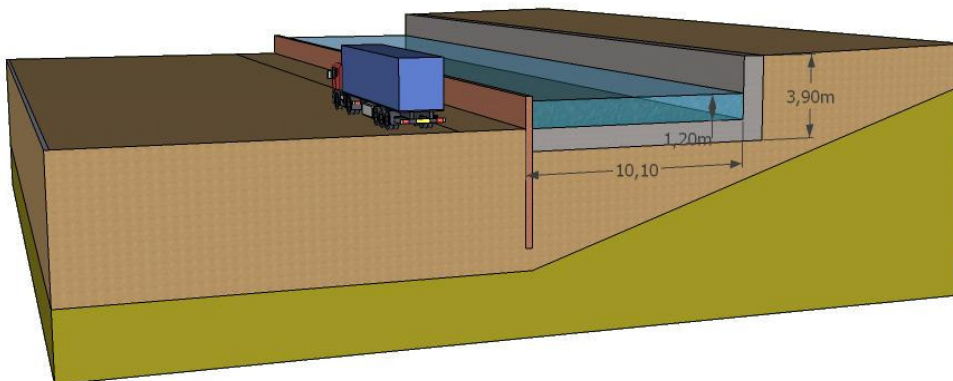
3.1. Geometrische uitwerking dwarsdoorsneden

In hoofdstuk 2 is de uitvoeringsmethode op hoofdlijnen weergegeven. In paragraaf 3.1.1 en 3.1.2 is de uitvoeringsmethode en de geometrie voor km 1,5 (ondiep) en 2,0 (diep) nader uitgewerkt. De geometrie van de sneden is vastgesteld op basis van aangeleverde tekeningen en informatie van het oorspronkelijk ontwerp van de folieconstructie Amelisweerd [ref. 1a tot en met 1q]. In bijlage II is de meest belangrijke informatie hieruit opgenomen (maatvoering sneden op km 1,5 en 2,0).

3.1.1. Kilometrering 1,5 (ondiepe snede)

De gewenste verbreding is voor kilometer 1,5 geometrisch uitgewerkt. Schetsen van deze uitwerking zijn opgenomen in bijlage V. Op basis van deze uitwerking blijkt het bij km 1,5 niet mogelijk om de volledig gewenste uitbreiding van 16 meter te behalen. Er is daarom gezocht naar een maximale uitbreiding, zodanig dat op het krapste punt nog een dekking van 1 meter op de folie aanwezig is. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de polder ter plaatse van km 1,5 in de bestaande situatie reeds aanmerkelijk breder is door het 'uitwaaieren' van de bestaande rijbanen. Het is daarom de vraag of een verbreding van 16 meter hier daadwerkelijk noodzakelijk is, of dat in combinatie met een rijbaanherindeling kan worden volstaan met een krappere uitbreiding. Overigens biedt deze bouwmethode wellicht de mogelijkheid om de folieconstructie zelf fysiek uit te breiden. Doordat de folie wordt vrijgegraven, is het waarschijnlijk mogelijk om de folie op te pakken, uit te breiden en weer af te zinken. Een oplossing in deze richting echter niet beschouwd in deze rapportage en moet, indien gewenst, nader op haalbaarheid worden beoordeeld.

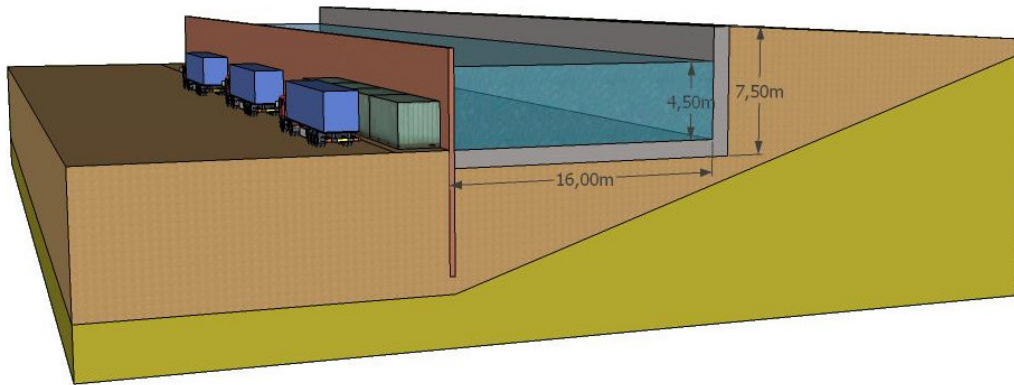
afbeelding 3.1. Uitvoeringsmethode en geometrie km 1,5 (ondiep)



3.1.2. Kilometrering 2,0 (diepe snede)

De gewenste verbreding is voor kilometer 2,0 geometrisch uitgewerkt. Schetsen van deze uitwerking zijn opgenomen in bijlage V. De snede ter plaatse van km 2,0 biedt ruimte voor een verbreding van 16 meter. Voor het verzekeren van voldoende evenwicht dient bij deze snede de waterstand aanzienlijk opgezet te worden (zie paragraaf 3.4.). De damwand kan deze waterstand als vrij uitkragende damwand keren, zij het dat de passieve zijde moet worden verzwaaard om voldoende weerstand te mobiliseren. Indien dit niet gewenst is, kan er worden gekozen voor een verankering van de damwand of een versterking van de grond. In deze rapportage is uitgegaan van een maaiveldbelasting aan de passieve zijde van de damwand (bijvoorbeeld Big Bags of containers met zand).

afbeelding 3.2. Uitvoeringsmethode en geometrie km 2,0 (diep)



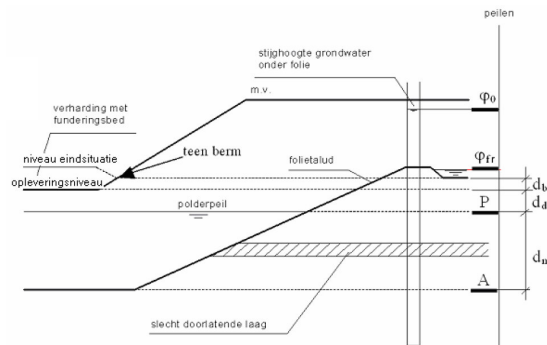
3.2. Opbarstveiligheid en vaststellen gewent vulniveau

De beschouwing van het verticaal evenwicht is de verhouding tussen de belasting door het gewicht op de folie en de waterdruk onder de folie (opbarsten). De toetsingen van het verticaal evenwicht zijn uitgevoerd conform de methode van het Handboek Folieconstructies, CUR221 (versie 2009, nieuwe uitgave). Hieruit komt de volgende evenwichtsvergelijking:

neerwaarts \geq *opwaarts*

$$\gamma_{G, stb} \cdot (d_b \cdot \gamma_b + d_d \cdot \gamma_d + (P - A) \cdot \gamma_n) \geq \gamma_{G, dst} \cdot (\varphi_{fr} - A) \cdot \gamma_w + \gamma_{overdr} \cdot \Delta\varphi_{overdr} \cdot \gamma_w$$

| | |
|--------------------------|--|
| d_b | is laagdikte berm (m) |
| γ_b | is volumegewicht bermgrond (kN/m ³) |
| d_d | is laagdikte droog zand (m) |
| γ_d | is volumegewicht droog zand (kN/m ³) |
| P | is polderpeil binnen folieconstructie (m t.o.v. NAP) |
| A | is aanlegniveau folie (m t.o.v. NAP) |
| γ_n | is volumegewicht nat zand (kN/m ³) |
| $\gamma_{G, dst}$ | is belastingfactor gerelateerd aan ongunstige werking freatische grondwaterstand = 1,00 |
| $\gamma_{G, stb}$ | is belastingfactor voor de gunstige werking van het aanvulmateriaal boven de folie (bouw fase 0,95; gebruiksfase 0,90) |
| φ_{fr} | is freatische grondwaterstand naast folie (m, ten opzichte van NAP) |
| γ_w | is volumegewicht grondwater (kN/m ³) |
| γ_{overdr} | is belastingfactor gerelateerd aan wateroverdruk door spanningswater onder folie = 1,20 |
| $\Delta\varphi_{overdr}$ | is extra stijghoogte (verschil) bij overspannen grondwater onder folie = $\varphi_0 - \varphi_{fr}$ (m) |



De bovengenoemde methode uit het handboek folieconstructies is in overeenstemming met Eurocode 7, deel 1 geotechniek [ref. 6]. Uit de besprekingen met Rijkswaterstaat is naar voren gekomen dat een verlaagde veiligheid (zoals aangegeven in het handboek) tijdens de bouwfasen hier niet gewent is. De wegconstructie van de A27 dient tijdens de werkzaamheden in functie te blijven, en hierbij is een hoog veiligheidsniveau gewent. Voor een toets op het verticaal evenwicht zullen dan ook de volgende partiële materiaal- en belastingfactoren worden toegepast:

- $\gamma_{G, stb} = 0,90$ (materiaalfactor volumiek gewicht bouw- en gebruiksfase);
- $\gamma_{G, dst} = 1,00$ (belastingfactor freatische waterstand);
- $\gamma_{overdr} = 1,20$ (belastingfactor op wateroverdruk).

Bij uitwerking van het evenwicht zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de materiaalfactor van 0,9 wordt gehanteerd op de volumieke gewichten van grond, maar ook op het ballastgewicht van water (ter verkrijging van afdoende veiligheid);
- voor de restlagen grond binnen de folieconstructie wordt een volumiek gewicht aangehouden zoals weergegeven in het handboek folie ($\gamma_d = 16 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{sat} = 19 \text{ kN/m}^3$). Gezien het uitgevoerde grond-

onderzoek binnen de folieconstructie, en de resultaten hieruit (locale aanwezigheid slechte grond) is het de vraag of de volumieke gewichten niet naar beneden bijgesteld moeten worden. Zie hiertoe ook de risicoanalyse;

- er is geen rekening gehouden met wateroverdruk.

Bij de geometrische uitwerking en de berekening van evenwichten is het risico onderkend van het afschuiven van een resterende grondmoot op de folie. Onder de uitgangspunten van deze rapportage bedraagt de dikte van de resterende grondmoot circa 1-1,5 meter. Op het (gladde) folietalud is deze grondmoot gevoelig voor het afschuiven over het folieoppervlak. De gevoeligheid voor afschuiven wordt versterkt op het moment dat er een waterstandverschil over de folie optreedt. Dit risico is ook bevestigd in de latere PLAXIS-analyse (zie hoofdstuk 6) en is opgenomen in de risicoanalyse (zie hoofdstuk 7). In verband met dit risico op afschuiven wordt ervan uitgegaan dat de resterende grondmoot wordt verwijderd, en dat in de bouwfase een opgezette waterstand wordt aangehouden, tenminste gelijk aan de buiten grondwaterstand (NAP +0,80 m). Ter voorkoming dat het folie gaat zweven wordt een overdruk aangehouden van circa 0,2 m tot NAP +1,0 m. Uitwerking van het bovenstaande levert de volgende evenwicht- en veiligheidbeschouwing op.

km 1,5. folieniveau op kritiek punt NAP -2,20 m, ontgraving tot NAP -1,20 m

minimale benodigde ballastdruk: $(0,80 - -2,20) \times 10 - (1,0 \times 19 \times 0,9) = 12,9 \text{ kN/m}^2$

minimale waterstand: $(12,9 / 0,9) / 10 - 1,20 = \text{ca. NAP } +0,25 \text{ m}$

keuze waterstand minimaal gelijk aan buiten = NAP +0,80 m

veiligheid bij opzetten waterstand SF: $(2,0 \times 10 + 1,0 \times 19) \times 0,9 / (0,8 - -2,20) \times 10 = 1,17 (*)$

km 2,0. folieniveau op kritiek punt NAP -5,87 m, ontgraving tot NAP -4,50 m

minimale benodigde ballastdruk: $(0,80 - -5,87) \times 10 - (1,37 \times 19 \times 0,9) = 43,3 \text{ kN/m}^2$

minimale waterstand: $(43,3 / 0,9) / 10 - 4,50 = \text{ca. NAP } +0,3 \text{ m}$

keuze waterstand minimaal gelijk aan buiten = NAP +0,80 m

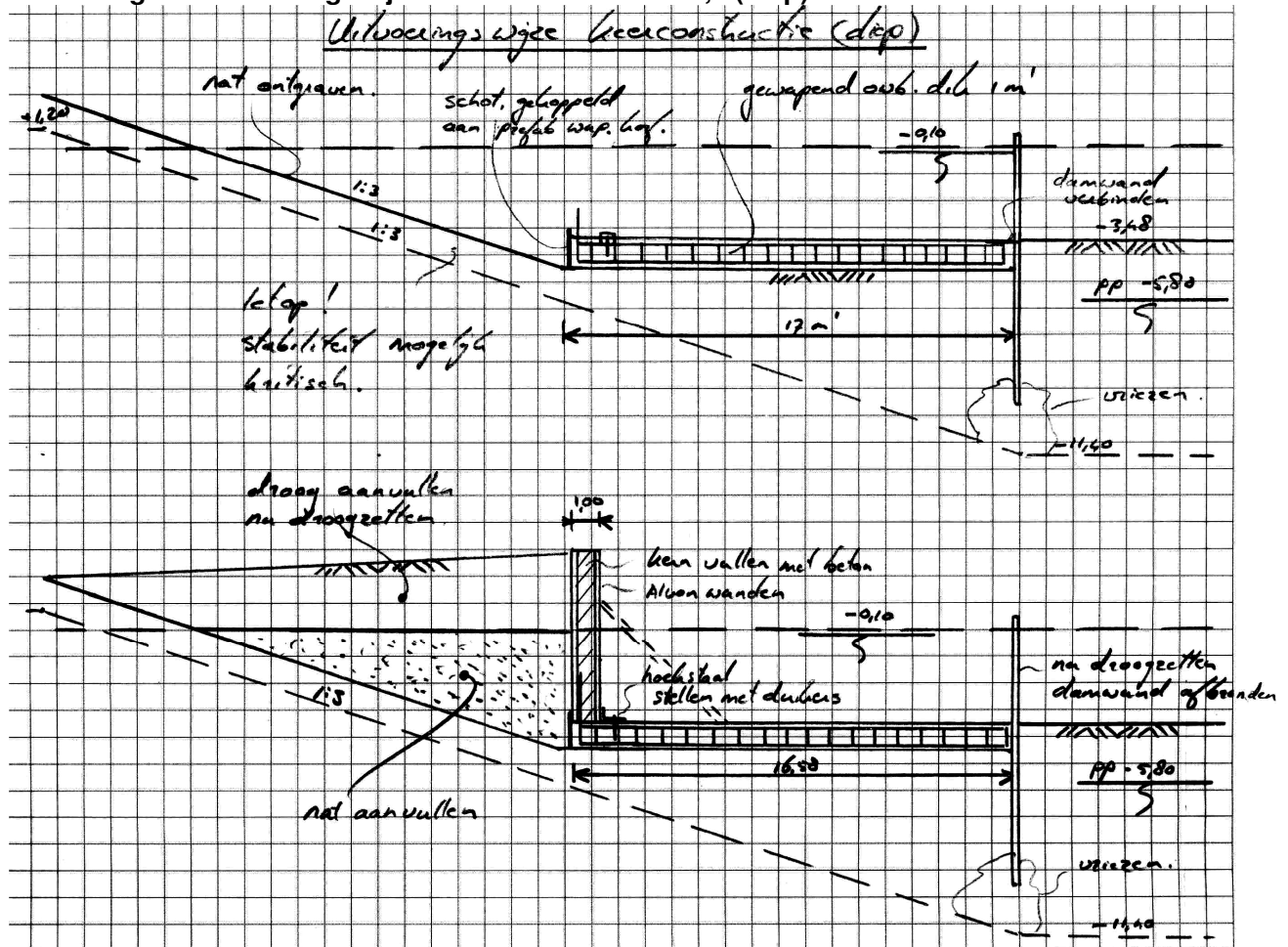
veiligheid bij opzetten waterstand SF: $(5,3 \times 10 + 1,37 \times 19) \times 0,9 / (0,8 - -5,87) \times 10 = 1,07 (*)$

- (*) Let op: niet te verwarren met de eis dat de veiligheid op het verticaal evenwicht (zie paragraaf 2.2) 1,1 dient te bedragen. Dit is in deze formules verwerkt door de weerstandbiedende gewichten te vermenigvuldigen met 0,9. De constructie voldoet als SF (safetyfactor) in bovenstaande beschouwing >1,0 is.

3.3. Uitvoeringswijze definitieve keerconstructie

Bij de besprekingen met Rijkswaterstaat werd in eerste instantie aangegeven dat mogelijk gewerkt zou moeten worden met extra zwaar beton voor het verzekeren van het evenwicht. Hierbij werd gedacht aan magnetietbeton. Vanuit de evenwichtsbeschouwingen over de snede (zie bijlage V) is naar voren gekomen dat uitvoering met een standaard volumiek betongewicht voldoende stabiliteit kan bieden. Toepassing van magnetietbeton is derhalve niet nodig.

afbeelding 3.3. Uitvoeringswijze keerconstructie km 2,0 (diep)



Voor de uitvoering van de keerconstructie kan worden gedacht aan toepassing van prefab-betonelementen, die onder water worden gesteld. Evaluatie van deze oplossing heeft opgeleverd dat uitvoering van de vloer met definitief gewapend onderwaterbeton met deze omvang meer voordelen biedt, en minder risico's. Opgemerkt wordt dat de keerconstructie onafhankelijk van de uitvoeringsmethode zeer nauwkeurig moet worden uitgevoerd, waarbij vooral aandacht moet worden besteed aan plaatsingstoleranties van wapening en de kwaliteit van het (definitieve) betonwerk. Inmiddels zijn er in Nederland diverse definitief gewapende onderwaterbetonvloeren ontworpen en uitgevoerd, met zeer goed resultaat.

Bij het storten van de gewapende onderwaterbetonvloer, worden ter plaatse van de wandconstructie stekken in de (prefab) wapeningskorf van de vloer opgenomen. Tevens wordt aan de wapeningskorf een bekistingsschot en een aantal stekankers bevestigd. Aan deze stekankers worden na verharding van de vloer (door duikers) stelnokken voor de wandelementen bevestigd. De wanden worden uitgevoerd met zogenaamde Alvon-wanden. Alvon-wandelementen zijn in feite gewapende betonschillen die als prefab element onder water kunnen worden gesteld door duikers. De ruimte tussen de buitenschil en de binnenschil wordt gevuld met beton. Ter plaatse van de voegen tussen twee elementen worden koppelwapening toegepast, zodat een waterdichte wandconstructie wordt gerealiseerd.

4. STABILITEIT SCHEIDINGSDAMWAND

4.1. Algemeen

Vooruitlopend op een uitgebreide analyse met PLAXIS zal de stabiliteit van de hulpsdamwand getoetst worden aan de hand van een aantal verkennende Msheet berekeningen. De berekeningen in MSheet worden gemaakt met de volgende doelstellingen:

- inzicht verkrijgen in de benodigde sterkte/stijfheid van het hulpscherm;
- inzicht verkrijgen in de noodzaak van eventuele stabiliteit verhogende maatregelen (bijvoorbeeld verankeringen, stempelingen, steunberm of grondverbetering);
- Indien een instabiele situatie wordt verkregen, zal tevens onderzocht worden in hoeverre de sterkteparameters van de passieve grondwig eventueel verhoogd moeten worden, om hiermee de damwand vrij uitkragend te kunnen uitvoeren.

De uitkomsten van de beschouwing zullen worden meegenomen als input voor de PLAXIS-analyse.

4.2. Geometrie en niveaus

Ten behoeve van de twee doorsneden wordt de geometrie en de niveaus vastgelegd. In onderstaande tabel zijn de niveaus weergegeven. In tabel 4.1 en 4.2 is de geometrie weergegeven van respectievelijk km 1.5 en km 2.0.

tabel 4.1. Niveaus kilometrering 1,5 en 2,0

| omschrijving | eenheid | km 1.5 | km 2.0 |
|--|----------|--------|--------|
| niveau kielspit | [m +NAP] | +1,20 | +1,20 |
| maaiveld buiten folie | [m +NAP] | +2,70 | +3,09 |
| maaiveld in folie | [m +NAP] | -0,19 | -3,48 |
| niveau folie (laagste) | [m +NAP] | -6,25 | -11,40 |
| onderkant damwand (1 m boven folie laagste deel of in talud) | [m +NAP] | -4,90 | -10,40 |

De waterstand binnen het compartiment wordt in de bouwfase met 0,20 m verhoogd (ten opzichte van NAP +0,80m), zodat binnen het compartiment een overdruk aanwezig is ten opzichte van de buitenwaterstand.

tabel 4.2. Waterstanden kilometrering 1,5 en 2,0

| omschrijving | eenheid | km 1.5 | km 2.0 |
|---|----------|----------------|----------------|
| | | bouwfase / UGT | bouwfase / UGT |
| waterstand binnen folie (polderpeil) | [m +NAP] | -5,40 / -5,40 | -5,80 / -5,50 |
| grondwaterstand buiten folie (OGWS ontwerp grondwaterstand) | [m +NAP] | +0,80 / +0,80 | +0,80 / +0,80 |
| waterstand compartiment (opzetten ten behoeve van stabiliteit binnen folie) | [m +NAP] | +1,00 / +1,20 | +1,00 / +1,00 |

4.3. Bodemopbouw en geotechnische parameters

In de berekeningen in MSheet wordt alleen het deel gemodelleerd tot de onderzijde van de damwand, waardoor alleen de bodemopbouw binnen de folie van belang is. Op overleg met Rijkswaterstaat zal voor het aanvulmateriaal binnen de folieconstructie zand worden aangehouden, met een losse pakking.

Voor de berekeningen in MSheet zijn de parameters gebruikt, zoals weergegeven in tabel 4.3. Voor de beschouwing van de stabiliteit van het hulpscherm wordt ervan uitgegaan dat ter plaatse zand wordt aangetroffen met een losse pakking (referentie $q_c = 5$ MPa bij een effectieve verticale grondspanning van 100 kPa). Voor de horizontale beddingconstante zijn de waarden aangehouden van het laag- en het hooggemiddelde van zand losgepakt conform [ref. 4]. De beddingconstante is daarbij afhankelijk van de spanningsverhoging.

tabel 4.3. Geotechnische parameters MSheet

| grondsoort | g / g_{sat} [kN/m ³] | ϕ' [graden] | α damwand [graden] | c' [kPa] |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|
| zand, zwak siltig, los gepakt | 17 / 19 | 30,0 | 20,0 | 0,0 |

4.4. Indicatieve berekeningen (MSheet)

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

- het aanbrengen van het vrieslichaam zal niet in Msheet gemodelleerd worden. Het effect van het vrieslichaam zal zijn dat de twee compartimenten waterdicht afgesloten worden van elkaar. Hierdoor ontstaat er geen grondwaterstroming, maar wordt aangenomen dat er aan beide zijden een hydrostatische waterdruk aanwezig is;
- om de maximale inbedding te bepalen, wordt de damwand tot maximaal 1,0 meter boven de theoretische ligging van de folie aangebracht;
- om de ontgravingsdiepte te bepalen is de dikte van de keerconstructie benodigd. Deze wordt aangenomen op een dikte van 1,0 meter;
- er wordt geen corrosie in rekening gebracht, doordat het een tijdelijke constructie betreft;
- de constructie wordt ingedeeld in veiligheidsklasse RC3 volgens Eurocode 7 (grote schade bij falen en/of aanzienlijke persoonlijke veiligheidsrisico's).

In de berekening wordt gerekend met verschillende damwandprofielen. De eigenschappen van de damwanden is in onderstaande tabel weergegeven.

tabel 4.4. Eigenschappen damwanden

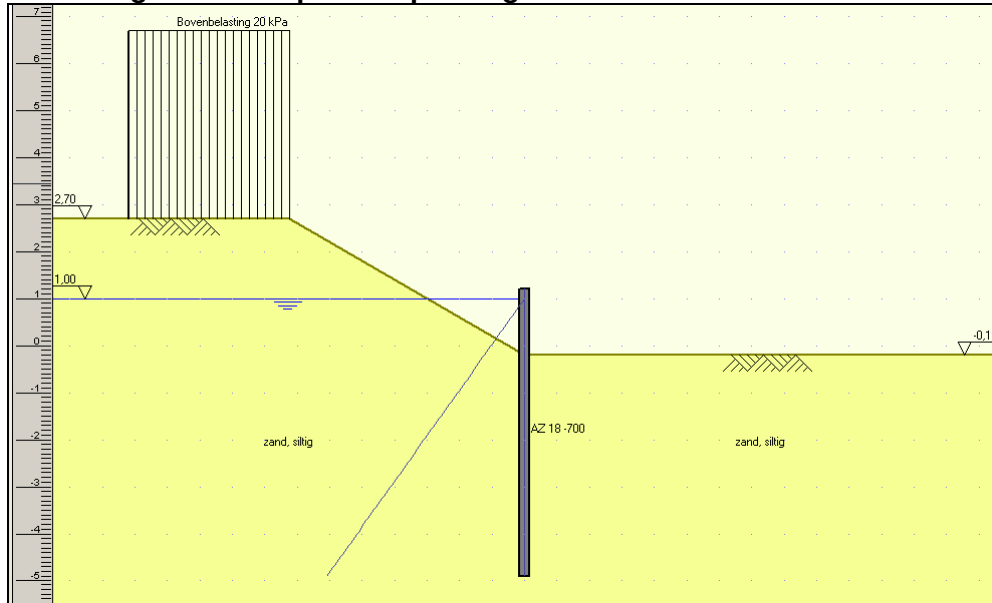
| omschrijving | eenheid | AZ18-700 | AZ26-700 |
|------------------|-------------------------------------|----------|----------|
| el | [kNm ² /m ¹] | 79.380 | 125.412 |
| weerstandsmoment | [cm ³ /m ¹] | 1.800 | 2.600 |
| staalkwaliteit | [-] | S240 GP | S240 GP |
| $M_{max,el}$ | [kNm/m ¹] | 432 | 624 |
| gewicht | [kg/m/m ¹] | 109,3 | 146,9 |

Bovenstaande damwandprofielen zijn indicatief. Damwandprofielen welke gelijkwaardig zijn aan deze profielen kunnen ook worden toegepast. Een goede slotafdichting (ultiem: dichtlassen) is benodigd, zodat in de bouwfase geen wateroverlast op de bestaande rijksweg optreedt.

4.4.1. Kilometrering 1.5

In afbeelding 4.1. is het verloop van de waterspanningen weergegeven voor km 1.5. Aan de actieve zijde wordt de waterstand opgezet tot NAP +1,0m, en aan de passieve zijde wordt deze constant gehouden op NAP -5,4m. Door het vriezen tussen de damwand en de folie aan de onderzijde zal de waterdruk aan de onderzijde van de damwand niet gelijk zijn.

afbeelding 4.1. Verloop waterspanningen over damwand



In tabel 4.5 zijn de resultaten van de berekeningen van km 1,5 weergegeven. Door de relatief kleine kerende hoogte lijkt een damwandprofiel met de eigenschappen van een AZ18-700 ruim te voldoen. De damwand kan als vrij uitkragende wand worden uitgevoerd. Voor het hulpscherm zijn geen stabiliteitsverhogende maatregelen noodzakelijk. In de Plaxis-berekeningen worden de eigenschappen van een AZ18-700 gebruikt.

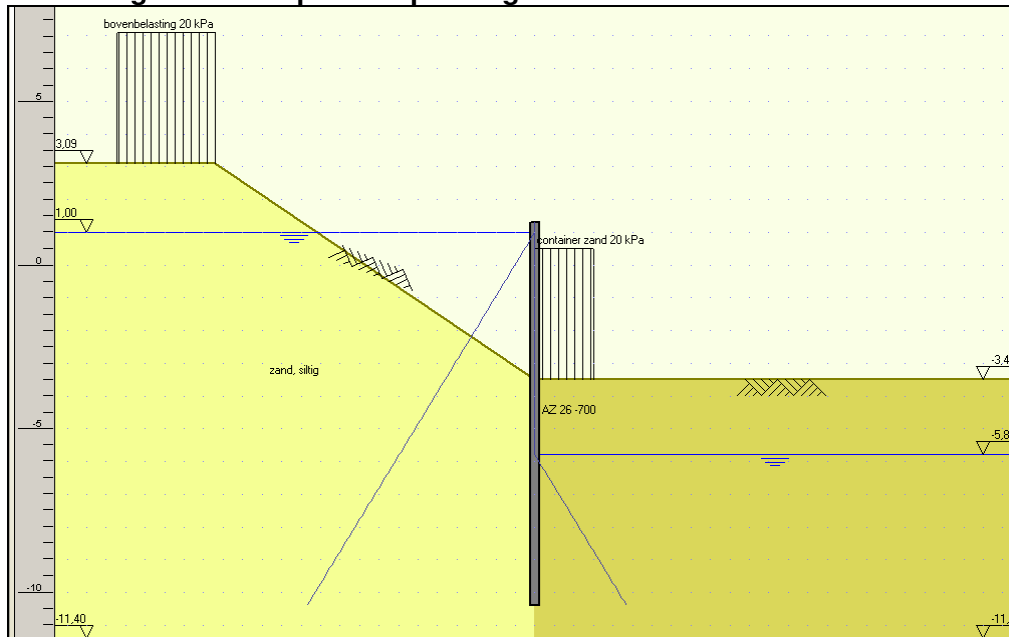
tabel 4.5. Resultaten kilometrerung 1.5

| onderdeel | eenheid | AZ18-700 |
|--------------------------|---------|----------|
| maximaal moment | kNm/m' | 25 |
| maximale dwarskracht | kN/m' | 16 |
| maximale vervorming | mm | 3 |
| gemobiliseerde weerstand | % | 37 |

4.4.2. Kilometrerung 2.0

In afbeelding 4.2 is het verloop van de waterspanningen weergegeven voor km 2,0. Aan de actieve zijde wordt de waterstand opgezet tot NAP +1,0 m, en aan de passieve zijde wordt deze constant gehouden op NAP -5,8m. Door het vriezen tussen de damwand en de folie aan de onderzijde zal de waterdruk aan de onderzijde van de damwand niet gelijk zijn.

afbeelding 4.2. Verloop waterspanningen over damwand



In tabel 4.6 zijn de resultaten van de berekeningen van km 2,0 weergegeven. De damwand kan als vrij uitkragende wand worden uitgevoerd. Voor het hulpscherm zijn stabiliteitverhogende maatregelen, zoals extra ballast aan de passieve zijde, noodzakelijk. In de Plaxis-berekeningen zullen voor het hulpscherm de eigenschappen worden gebruikt van een AZ18-700. Als hulpscherm kan ook een zwaarder damwandprofiel worden toegepast (bv. AZ26-700), waarmee de maximale vervorming kan worden beperkt. De belangrijkste conclusie is dat op basis van de huidige uitgangspunten het hulpscherm met een gangbaar damwandprofiel ook ter plaatse van de diepere delen van de folieconstructie als vrij uitkragende wand kan worden toegepast, zij het wel in combinatie met een verhoogde steundruk (bijvoorbeeld Big Bags of container met zand) over een breedte van 3 meter aan de passieve zijde.

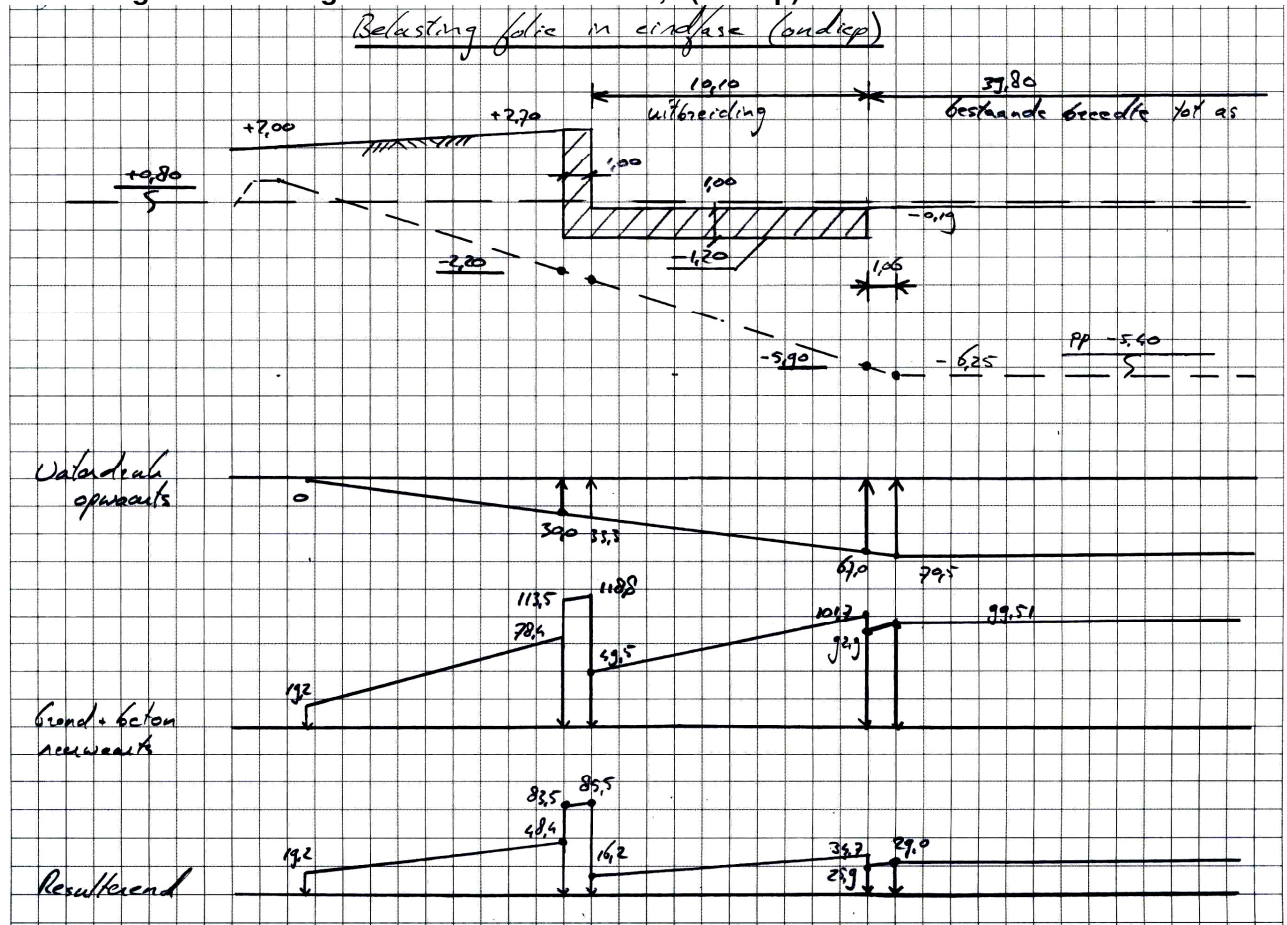
tabel 4.6. Resultaten km 2.0

| onderdeel | eenheid | AZ18-700 | AZ26-700 |
|--------------------------|---------|----------|----------|
| maximaal moment | kNm/m' | 352 | 352 |
| maximale dwarskracht | kN/m' | 139 | 140 |
| maximale vervorming | mm | 97 | 73 |
| gemobiliseerde weerstand | % | 59 | 59 |

5. CONSTRUCTIEAFMETINGEN KEERCONSTRUCTIE

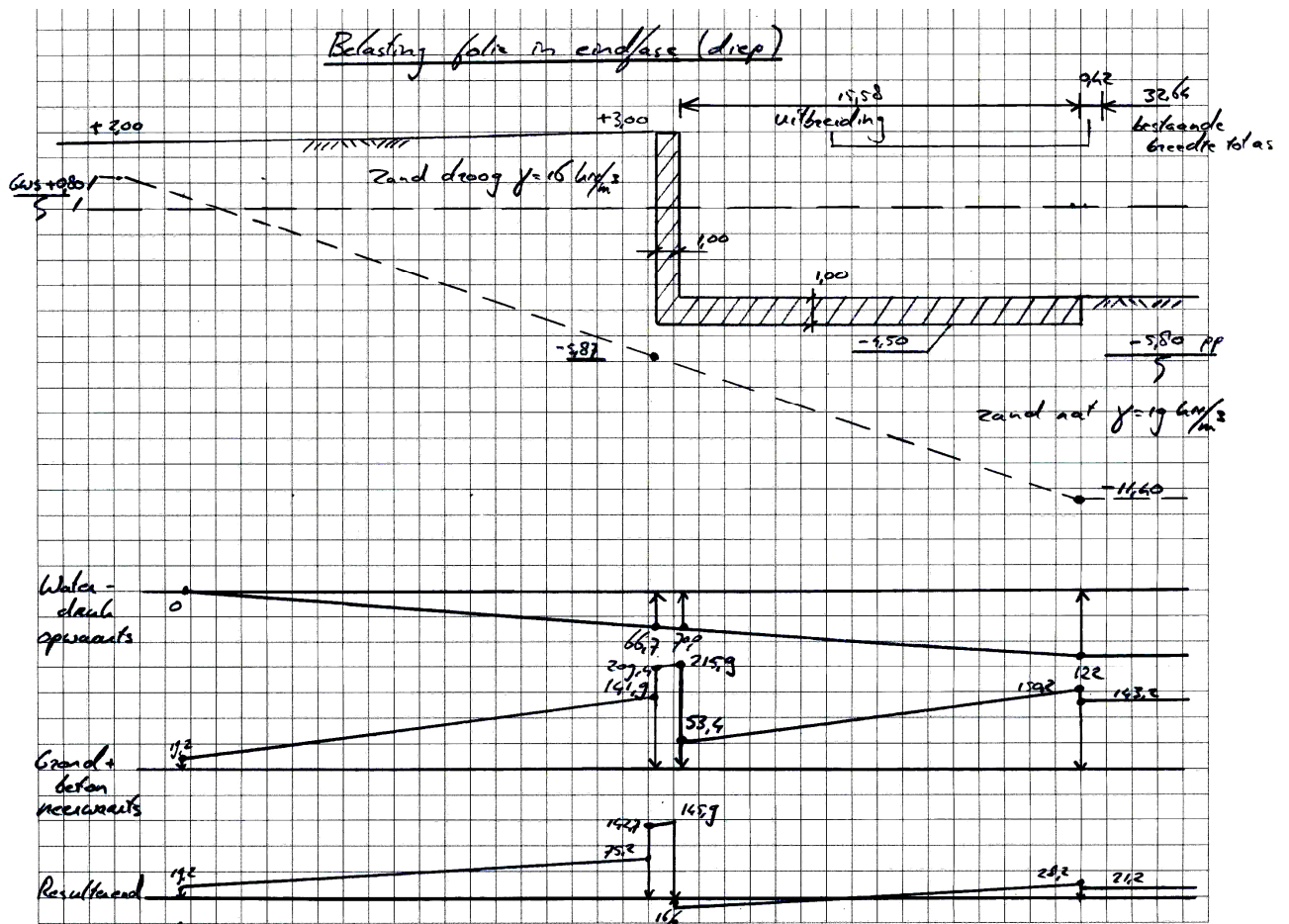
Omdat de keerconstructie onder water moet worden uitgevoerd, is gekozen voor een wand- en vloerdikte van 1,0 meter. Uit ervaring bij andere projecten met gewapend onderwaterbeton volgt dat deze vloerdikte voldoende ruimte biedt voor uitvoeringstoleranties en stelruimte van de wapening. Voor de wanden is eveneens gekozen voor een dikte van 1 meter. Uit constructief oogpunt is dit wellicht niet altijd nodig, maar door de uitvoeringswijze van de vloer moet rekening worden gehouden met plaatsingstoleranties van de wandstekken. Met een dikte van 1 meter kan een robuuste wand worden gerealiseerd. In onderstaande afbeeldingen zijn de primaire belastingen op de folieconstructie weergegeven in de eindsituatie. Alleen bij de diepe snede (km 2,0) is er lokaal een resulterend opwaartse belasting, maar deze wordt ruimschoots opgevangen door interne krachtswerking van de keerconstructie. Bij de ondiepe snede (km 1,5) is er geen sprake van een resulterend opwaartse belasting en biedt het gewicht van de keerconstructie voldoende compensatie voor de weggenomen grond.

afbeelding 5.1. Belastingen folieconstructie km 1,5 (ondiep)



Ter plaatse van de ondiepe snede (km 1,5) is de resulterende belasting overal neerwaarts gericht. De opbarstveiligheid van de folie is daardoor gewaarborgd en overal is een neerwaartse druk van tenminste 5 kN/m^2 aanwezig.

afbeelding 5.2. Belastingen folieconstructie km 2,0 (diep)



Zoals al aangegeven, heerst slechts lokaal een opwaartse belasting van maximaal $16,6 \text{ kN/m}^2$ (representatief). Dit wordt ruimschoots gecompenseerd door de 'belastingoverschotten' ter plaatse van de wand en het rechteruiteinde van de vloer. In de Plaxis analyse zal de stabiliteit nader worden beschouwd.

6. INTEGRALE STABILITEIT PLAXIS

6.1. Uitgangspunten

6.1.1. Algemeen

- De niveaus en geometrie van de dwarsdoorsneden bij kilometer 1,5 en 2,0 zullen worden aangehouden conform tabel 6.2. en 6.3. en de schetsen in bijlage V.
- Voor de uitvoeringsfasering wordt rekening gehouden met een ontwerp grondwaterstand (OWST) van NAP +0,80 m buiten de folieconstructie. Voor de gebruikfase wordt rekening gehouden met een stijging van de grondwaterstand tot bovenzijde kielspit van NAP +1,20 m.
- Verder heeft het de voorkeur dat in alle bouwfasen en eindfase de neerwaartse druk onder de gehele folie minimaal 5 kN/m² bedraagt, ter voorkoming dat locaal situaties kunnen ontstaan met het nagenoeg opdrijven van de folie. In het geval dat alle grond van de folie wordt verwijderd is het lastig om hieraan te voldoen, aangezien genoemde druk betekent dat de waterstand binnen 0,5 m hoger dient te zijn als buiten. Met een aangehouden overdruk van 0,2 m betekent dit een minimale neerwaartse druk van 2 kN/m².

6.1.2. Model en veiligheidsmethodiek

Binnen PLAXIS zal voor de grondeigenschappen worden gerekend met het HS-model (Hardening-Soil), welke geschikt is voor het modelleren van grondgedrag bij ontlasten/herbelasten (graafproces) en de meer nauwkeurige berekening van kleine rekken.

De berekeningen zullen worden uitgevoerd met representatieve grondparameters, zodat een goed inzicht wordt verkregen in verplaatsingen en rekentechnische problemen worden voorkomen bij lage veiligheidsfactoren ($SF < 1,0$). Voor de eindfase en de bouwfasen zal getoetst worden op een minimale veiligheidsfactor van 1,3. Bij de uplift-berekeningen zal de UGT-berekening getoetst worden op een minimale veiligheid van 1,1. In de uplift-berekeningen worden de volumieke gewichten met 0,9 vermenigvuldigd.

De UGT-berekeningen worden uitgevoerd conform Eurocode 7, met ontwerpbenadering 'betrouwbaarheidsklasse RC3'. Doordat er in het model meerdere constructies aanwezig zijn welke getoetst moeten worden, zijn de partiële factoren als volgt aangehouden:

- delta kerende hoogte: 0,35 m verlaging aan passieve zijde damwand;
- delta grondwaterstand: bij de ondiepe snede 0,20 m verhoging van de grondwaterstand aan de actieve zijde, doordat de grondwaterstand aan de passieve beneden onderkant damwand ligt. Bij de diepe snede 0,30 m verhoging aan de passieve zijde van de damwand;
- bovenbelasting: 20 kPa aan actieve zijde damwand of talud;
- hoek inwendige wrijving: middels phi-c-reductie of factor 1,2 in Plaxis in relevante fases.

Bij de berekeningen zal de veiligheid bepaald worden door middel van een zogenaamde phi-c reductie bij de maatgevende bouwfase en gebruikfase. De toets van de veiligheid van de damwand zal door middel van een phi-c reductie plaats vinden ($sf \geq 1,3$).

6.1.3. Bodemopbouw en parameters

De bodemopbouw binnen de folieconstructie zal worden aangehouden als 'zand, los gepakt'. De bodemopbouw buiten de folieconstructie zal worden aangehouden als 'zand, los gepakt'. Vanuit het geologisch profiel zijn buiten de constructie enkele stoorlagen aangetroffen (zand+slib). Aangezien informatie over de bodemopbouw beperkt is, en het hier een haalbaarheidsonderzoek betreft zal voor de modellering worden uitgegaan van een uniforme bodemopbouw, bestaande uit zand. In de Plaxis-berekeningen is uitgegaan van een uniforme parameterset, bestaande uit los gepakt zand. Indien de werkelijke grondgesteldheid minder gunstig zijn, dan zal dat ook de resultaten negatief beïnvloeden.

In het Plaxis-model worden een aantal volume-elementen gebruikt. De eigenschappen van deze bodemlagen zijn in onderstaande tabel weergegeven.

tabel 6.1. Eigenschappen volume-elementen

| omschrijving | eenheid | OWB | zand los R=0,8 | zand los R=0,5 |
|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| material model | [-] | linear elastic | HS model | HS model |
| material type | [-] | non-porous | drained | drained |
| V_{unsat} | [kN/m ³] | 23,0 | 17,0 | 17,0 |
| V_{sat} | [kN/m ³] | - | 19,0 | 19,0 |
| k_x | [m/day] | - | 1,0 | 1,0 |
| k_y | [m/day] | - | 1,0 | 1,0 |
| E^{ref} | [kPa] | 10.000.000 | - | - |
| ν | [-] | 0,2 | - | - |
| E_{50}^{ref} | [kPa] | - | 30.000 | 30.000 |
| E_{oed}^{ref} | [kPa] | - | 30.000 | 30.000 |
| E_{ur}^{ref} | [kPa] | - | 120.000 | 120.000 |
| power [m] | [-] | - | 0,5 | 0,5 |
| C_{ref} | [kPa] | - | 1,0 | 1,0 |
| ϕ (phi) | [degree] | - | 30,0 | 30,0 |
| ψ (psi) | [degree] | - | 0,0 | 0,0 |
| R_{inter} | [-] | 0,8 | 0,8 | 0,5 |
| tension cut off | [kPa] | 0 | 0 | 0 |

6.1.4. Rekenstappen modellering

Voor de modellering in PLAXIS wordt aangesloten op de bouwfaserings, zoals deze is aangeleverd door de Bouwdienst. Voor het verkrijgen van het juiste gedrag zullen echter meer rekenstappen worden ingebouwd, waaronder de oorspronkelijke aanleg van de folieconstructie. De belangrijkste fases zijn weergegeven met de letters A t/m E. Aan de overige fases is geen nummering gegeven, zodat er geen verwarring kan bestaan over welke fase het gaat. Bij de analyse van de Plaxis resultaten worden de nummers van de faserings gekoppeld aan de letters A t/m E. In een aparte berekening wordt de up-lift gecontroleerd. In deze berekeningen wordt onderstaande faserings aangehouden.

tabel 6.2. Modellering huidige folieconstructie

| Situatie | Omschrijving |
|----------|---|
| | 0-situatie, vlak maaiveld; |
| | ontgraven in den natte, ontwerpgrondwaterstand NAP +0,80 m; |
| | bovenbelasting naast ontgraving 20 kN/m ² ; |
| | aanbrengen folieconstructie en aanvulling binnenzijde; |
| | instelling polderpeil binnen folieconstructie; |
| A | optreden ontwerpgrondwaterstand NAP +1,20 m (maximaal huidige fase); |
| A | bepaling veiligheid huidige geometrie, huidige situatie (Phi-C reductie). |

tabel 6.3. Modelling toekomstige uitbreiding folieconstructie

| Situatie | Omschrijving |
|----------|---|
| | inbrengen hulpscherm nabij binnentalud, realisatie waterdichte afsluiting tot aan folie (vriestechniek), ontwerpgrondwaterstand NAP +0,80 m buiten folieconstructie |
| B | verhogen waterstand in het afgesloten compartiment binnen de folie (NAP +1,0m) |
| C | plaatselijk ontgraven op het talud in den natte |
| | bovenbelasting naast ontgraving 20 kN/m ² (*) en buiten de folie |
| | bepaling veiligheid bouwfase (Phi-C reductie) |
| | aanbrengen keerconstructie (vloer en wand) |
| D | grondaanvulling tegen keerconstructie (zand) en bovenbelasting (20 kPa) |
| | instelling polderpeil binnen folieconstructie |
| E | optreden ontwerpgrondwaterstand NAP +1,20 m (maximaal toekomstige fase) |
| E | bepaling veiligheid nieuwe gebruikssituatie (Phi-C reductie); |

*) de belasting is in de berekening buiten de folie op het talud aangebracht. Indien de bovenbelasting binnen de folie aangebracht wordt, geeft dit in de phi/c-reductie lokale instabiliteiten. Daarnaast geeft een bovenbelasting binnen de folie extra steun aan de damwand in de bouwfase.

6.1.5. Niveaus en geometrie

De gebruikte niveaus zijn verschillend voor de twee doorsneden en voor de BGT-berekeningen en UGT-berekening. In tabel 6.4 staan de niveaus voor de BGT-berekening. In tabel 6.5 staan de niveaus voor de UGT-berekening. In de UGT-berekening van doorsnede km 2.0 is de grondwaterstand aan de actieve zijde verhoogd met 0,20m. Aan de passieve zijde is de grondwaterstand lager dan de damwand, waardoor een verhoging van de grondwaterstand geen effect zou hebben op het resultaat.

tabel 6.4. Niveaus in BGT-berekening

| omschrijving | eenheid | doorsnede km 1.5 | doorsnede km 2.0 |
|--|---------|------------------|------------------|
| onderzijde folie | m +NAP | -6,30 | -11,40 |
| onderzijde damwand | m +NAP | -4,90 | -10,40 |
| niveau kielspit | m +NAP | 1,20 | 1,20 |
| niveau A27 | m +NAP | -0,20 | -3,50 |
| maximaal ontgravingsniveau | m +NAP | -1,20 | -4,50 |
| polderpeil huidige situatie | m +NAP | -5,40 | -5,80 |
| grondwaterstand buiten polder | m +NAP | +0,80 | +0,80 |
| maximaal grondwaterstand buiten polder | m +NAP | +1,20 | +1,20 |
| maximaal polderpeil bouwfase | m +NAP | +1,00 | +1,00 |

tabel 6.5. Niveaus in UGT-berekening

| omschrijving | eenheid | doorsnede km 1.5 | doorsnede km 2.0 |
|--|---------|------------------|------------------|
| onderzijde folie | m +NAP | -6,30 | -11,40 |
| onderzijde damwand | m +NAP | -4,90 | -10,40 |
| niveau kielspit | m +NAP | 1,20 | 1,20 |
| niveau A27 | m +NAP | -0,55 | -3,85 |
| maximaal ontgravingsniveau | m +NAP | -1,20 | -4,50 |
| polderpeil huidige situatie | m +NAP | -5,40 | -5,50 |
| grondwaterstand buiten polder | m +NAP | +0,80 | +0,80 |
| maximaal grondwaterstand buiten polder | m +NAP | +1,20 | +1,20 |
| maximaal polderpeil bouwfase | m +NAP | +1,20 | +1,00 |

6.1.6. Constructie onderdelen

Voor de verschillende constructieonderdelen is het volgende van belang:

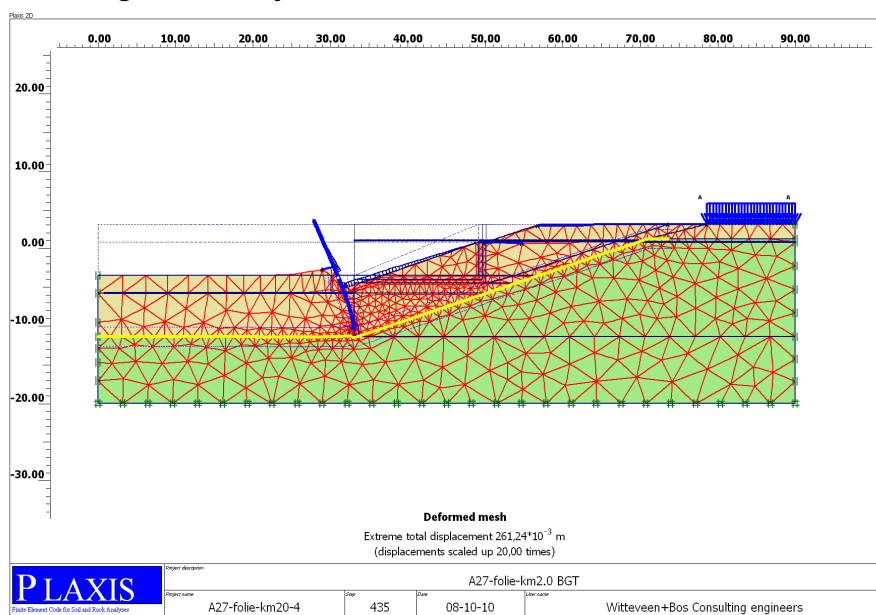
- de aanwezigheid van het vrieslichaam zal in PLAXIS niet gemodelleerd worden. Het effect van het vrieslichaam zal zijn dat de twee compartimenten waterdicht afgesloten worden van elkaar. Het niet modelleren van het vrieslichaam betekent dat geen krachtswerking aan de bevroren grond wordt toegekend. Ter plaatse wordt rekening gehouden met dezelfde sterkte- en stijfheidparameters als het omliggende grondmassief;
- de grondkerende constructie zal worden gemodelleerd door middel van 'beam'-element, met stijfheidseigenschappen. Op de grondkerende constructie worden 'interfaces' toegepast, welke worden doorgezet tot aan de folieconstructie. Voor de grondkerende constructie zullen de eigenschappen worden gebruikt van een damwand AZ36. Deze damwand zal worden uitgevoerd als vrij uitkragende damwand (geen stempels en/of verankeringen);
- om de ontgravingdiepte te bepalen is de dikte van de keerconstructie benodigd. Deze wordt aangenomen op een dikte van 1,0 meter;
- de folieconstructie zal in PLAXIS worden gemodelleerd als een dubbel 'interface'-element met geotextiel. Met de 'interface'-elementen kan een wrijvingscoëfficiënt voor de interactie tussen de folie en grond worden meegenomen. Op basis van de ingegeven wrijvingscoëfficiënt kan de folieconstructie in de ondergrond gaan fungeren als preferent glijvlak. Op basis van ervaring wordt rekening gehouden met een $E_{\phi_{rep}} = 0,50$. Een dergelijke waarde is gebaseerd op toepassing van een glad PVC met een direct contact tussen folie en zand, waarbij geen gebruik is gemaakt van beschermende geotextielen boven/onder de folie. Opgemerkt wordt dat deze waarde lager is dan aangegeven in het handboek folieconstructies (te weten $E_{\phi_{rep}} = 0,81$). Het geotextiel-element is geïntroduceerd om in het vlak van de folieconstructie te kunnen beschouwen of hier trekspanningen ontstaan of wijzigen hierin ten opzichte van de initiële situatie. De folie is gemodelleerd als een 'Geogrid' ($EA=10$ kN/m, ondergrens stijfheid).

6.1.7. Bovenbelastingen

Aan de bovenzijde insteek talud (kielspit) zal rekening worden gehouden met een uniforme bovenbelasting van 20 kN/m^2 over een breedte van 5 meter. De bovenbelasting zal aangrijpen buiten de aandrijfzone van de resterende grondmoot op het folietalud. Dit komt ongeveer overeen met de buitenzijde kielspit. Een genoemde bovenbelasting omvat de inzet van bouwmaterieel op de rand van de ontgraving. Doordat er veel grond vrijkomt van de ontgraving van de verbreding, wordt in de berekeningen veiligheidshalve een bovenbelasting aangehouden van 20 kPa naast de kraanbelasting met een breedte van 5 m.

In de berekening van de diepe snede is verder een ballastgewicht meegenomen aan de passieve zijde van de scheidingsdamwand. Deze belasting is benodigd voor het stabiliseren van deze damwand, te voorkoming van bezwijken, zoals weergegeven in afbeelding 6.1. De belasting bedraagt 30 kN/m^2 over een breedte van 3 meter (vluchtstrook). Deze bovenbelasting zou in de praktijk gerealiseerd kunnen worden door toepassing van zeecontainers met zand of big-bags. In het eerste geval zou fysiek een verbinding kunnen worden aangebracht tussen deze containers en de damwand, waardoor deze een grotere stempelende werking krijgen. In de berekeningen van PLAXIS is alleen rekening gehouden met doodgewicht voor het verhogen van de passieve gronddruk.

afbeelding 6.1. Bezijden van damwand in situatie zonder belasting passieve zijde



In onderstaande tabel is een overzicht van de toegepaste belastingen weergegeven. Er is geen verschil gemaakt in bovenbelasting voor de BGT- en UGT-berekening.

tabel 6.6. Belastingen

| omschrijving | breedte belasting [m] | belasting [kN/m ²] |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| vluchtstrook diepe snede | 3,0 | 30 |
| belasting op maaiveld | 5,0 / 10,0 | 20 |

6.2. Resultaten berekeningen en evaluatie

6.2.1. Aanwezigheid resterende grondmoot talud

Afschuiven van de grondlaag op de folie tijdens of net na ontgraven in den natte. Het ontgraven in den natte gebeurt onder een helling van 1:3, gelijk aan de helling van de folie. Hier blijft, bij de gewenste uitbreiding van 16 meter, slechts een schil grond met een dikte van circa 1 á 1,5 meter over. Het risico is groot dat deze grondlaag over de folieconstructie afglijdt, waardoor de folie bloot komt te liggen of wordt beschadigd. Het mechanisme van een resterende grondmoot op het folietalud is beschouwd bij de PLAXIS-berekeningen. Hieruit is naar voren gekomen dat de aanwezigheid van een (dunne) resterende grondlaag kritisch is in combinatie met waterdrukken aan de buitenzijde en de beperkte schuifspanningoverdracht op de folie (wrijvingsweerstand). Bij de detailbeschouwingen van de stabiliteit is om deze reden uitgegaan dat de grond op het folietalud volledig wordt verwijderd, en de waterstand binnen de folieconstructie hoger wordt opgezet dan de waterstand in de omgeving.

In de Plaxis beschouwingen is daarom uitgegaan van een in te stellen waterstand van NAP +1,0 meter, 0,20 meter hoger dan de grondwaterstand buiten de folie, zodat het evenwicht van de folie zelf nooit in het geding komt. Tijdens uitvoering moeten maatregelen worden getroffen om afschuiven te voorkomen of moet de schil preventief worden verwijderd. Een andere beheersmaatregel kan zijn het beperken van de uitbreidingsbreedte, zodat de dikte van de grondmoot, aan de onderzijde van het talud, groter kan worden en het fenomeen niet meer optreedt. De helling van het talud is hierdoor flauwer geworden.

6.2.2. Kilometrering 1,5 (ondiep)

De snede bij km 1.5 is in alle opzichten minder maatgevend dan de snede van km 2.0. In tabel 6.5 zijn de belangrijkste fasen inclusief de behaalde veiligheidsfactoren weergegeven. Een beschrijving van de optredende faalmechanismen zal behandeld worden in volgende paragraaf.

In fase 7 wordt de huidige situatie getoetst. In fase 11 is de damwand reeds geïnstalleerd en is de waterstand in de kuip opgezet tot NAP +1,0m. In deze fase is een bovenbelasting op de vluchtstrook aangebracht. Fase 13 is gelijk aan fase 11, behalve de bovenbelasting op de vluchtstrook is hier niet aanwezig. Dit heeft enige invloed op de stabiliteit, maar deze is nog ruim voldoende, zodat in deze snede voor de stabiliteit de bovenbelasting niet benodigd is.

Bij de ondiepe snede worden in de BGT-berekening soms lagere veiligheden behaald, dan bij de UGT berekening. Dit komt doordat er een ander faalmechanisme maatgevend is, zoals het lokaal bezwijken van de grond als gevolg van de belasting aan de passieve zijde.

tabel 6.7. Veiligheidsfactoren ondiepe snede

| Situatie | Plaxis fase | omschrijving | mechanisme | veiligheidsfactor BGT / UGT |
|----------|-------------|---|--|-----------------------------|
| A | 7 | initieel / huidige situatie | afschuiven talud | 1,94 / 1,94 |
| B | 11 | verhogen waterstand kuip inclusief belasting passieve zijde (bigbags) | bezwijken damwand / afschuiven talud nabij folie | 1,75 / 2,17 |
| C | 13 | verhogen waterstand kuip exclusief belasting passieve zijde (bigbags) | afschuiven dekking folie | 2,15 / 1,99 |
| D | 23 | eind bouwfase, 20 kPa naast wand | compleet horizontaal afschuiven | 1,74 / 2,38 |
| E | 22 | eindfase, polderpeil NAP -5,4 m, grondwaterstand buiten NAP +1,20 m | compleet horizontaal afschuiven | 2,34 / 2,42 |

In bijlage VII en VIII zijn de resultaten uit Plaxis bijgevoegd voor de BGT- en UGT-berekeningen. De resultaten voldoen aan de gestelde eisen.

6.2.3. Kilometrering 2,0 (diep)

De snede bij km 2.0 is de maatgevende snede voor het bepalen van de stabiliteit en bijbehorende faalmechanismen. In tabel 6.8 is een overzicht gegeven van de maatgevende fasen en bijbehorende faalmechanismen en veiligheidsfactoren. In de berekeningen zijn een aantal variaties uitgevoerd, waarbij de maatgevende variaties gerapporteerd zijn.

Het toepassen van wel of geen bovenbelasting op de vluchtstrook is maatgevend voor de stabiliteit. Deze resultaten zijn getoetst in Plaxis-fase 7 en 27 van tabel 6.8.

Uit de Plaxis-analyse blijkt dat er trekspanningen in de folie optreden. Deze trekspanningen treden op bij onvoldoende schuifsterkte tussen de folie en de grond. De trekspanning in de folie zijn ook in de initiële situatie aanwezig. Als gevolg van de bouwactiviteiten nemen de trekspanningen toe. In deze analyse is de invloed van het vrieslichaam op de folie niet meegenomen, maar naar verwachting zullen hierdoor de trekspanningen toenemen. De absolute grootte van de trekspanningen en de capaciteit van de folie is nu niet onderzocht, maar zal bij verdere uitwerking van deze variant getoetst moeten worden. In de bijlage IX t/m XII zijn uitvoerrapporten bijgevoegd.

Indien de grondschil wordt gehandhaafd zijn de korrelspanningen onder en boven de folie minimaal 5 kPa. In de eindfase zijn onder de betonvloer de korrelspanningen aan de onderzijde van de folie kleiner dan 5 kPa. Ook de schuifspanningen onder de folie zijn daar maximaal gemobiliseerd. De stabiliteit in de eindfase wordt mede bepaald door de samenwerking van de damwand en constructie.

Uit de Plaxis berekeningen blijkt dat er 2 maatgevende parameters zijn; de beperkte inbedding van de damwand (geometrische parameter) en de beperkte schuifsterkte van de folie. Een verlaging van de grondsterkte parameters binnen de folie (bij tegenvallende grondgesteldheid) heeft een beperkte invloed als gevolg van bovenstaande dominante parameters. Het verhogen van de schuifsterkte aan de passieve zijde van de damwand zien wij als geen effectieve maatregel, ten opzichte van het aanbrennen van een bovenbelasting en/of steunconstructie. Uit de Plaxis-analyse blijkt dat geometrische aspecten (helling talud, locatie bovenbelasting) bepalend zijn voor het type bezwijkmechanisme. Op basis van de gevoeligheidsanalyse is bepaald wat de meest relevante bezwijkmechanisme oplevert. De gerapporteerde berekeningen zijn het resultaat van deze gevoeligheidsanalyse.

Het resultaat van Plaxis-fase 14 is weergegeven in afbeelding 6.1. Door het niet aanwezig zijn van de belasting aan de passieve zijde van de damwand bezwijkt deze.

tabel 6.8. Resultaten Plaxis diepe snede (km 2.0)

| Situatie | Plaxis fase | omschrijving | mechanisme | veiligheidsfactor BGT / UGT |
|----------|-------------|---|--|-----------------------------|
| A | 7 | initieel/huidige situatie | afschuiven talud | 1,54 / 1,54 |
| B | 12 | verhogen waterstand kuip inclusief bigbags | bezwijken damwand / afschuiven talud nabij folie | 1,56 / 1,32 |
| | 14 | verhogen waterstand kuip exclusief bigbags | bezwijken damwand | 1,22 / <1,0 |
| C | 16 | ontgraven in den natte inclusief bigbags | afschuiven dekking folie | 1,37 / 1,27 |
| D | 24 | bouwfase belasting naast wand | compleet horizontaal afschuiven | 1,51 / 1,34 |
| E | 23 | einde bouwfase | compleet horizontaal afschuiven | 1,65 / 1,31 |
| | 26 | bouwfase zonder taluddekking, inclusief bigbags | omvallen damwand | 1,58 / 1,26 |
| | 27 | bouwfase zonder taluddekking, exclusief bigbags | - | <1,0 / <1,0 |

In de situaties A t/m E voldoen de veiligheidsfactoren aan de Eurocode. Voor situatie C wordt een veiligheid van 1,27 gehaald op het afschuiven van de gronddekking op de folie. In de eurocode wordt een factor 1,2 op de ϕ' gezet bij damwanden en 1,3 op de ϕ' voor algehele stabiliteit. Voor deze situatie wordt 1,27 voldoende geacht. De resultaten voor de damwand zijn in tabel 6.9 weergegeven.

tabel 6.9. Resultaten damwand

| Plaxis-fase | omschrijving | waarde |
|-------------|---------------------------|---------|
| 25 | maximale vervorming - BGT | 91 mm |
| 20 | maximaal moment - UGT | 400 kNm |

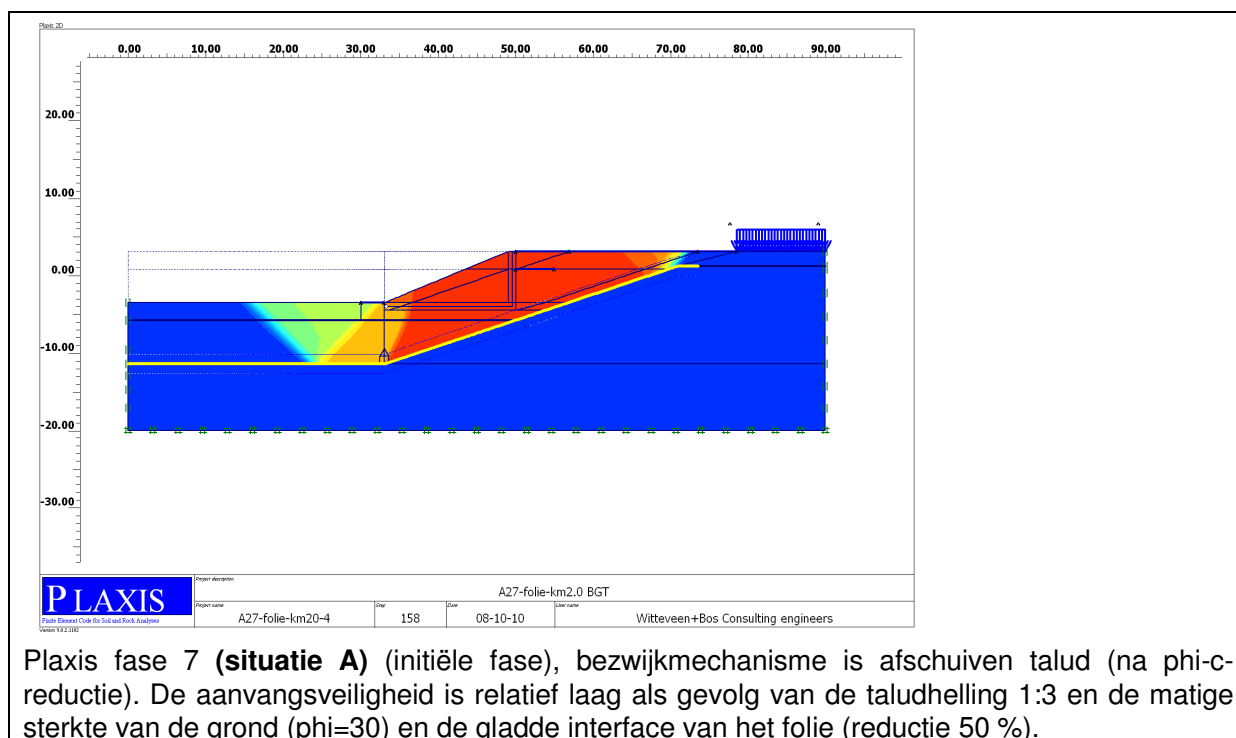
tabel 6.10. Resultaten Plaxis diepe snede (km 2.0) uplift-berekeningen

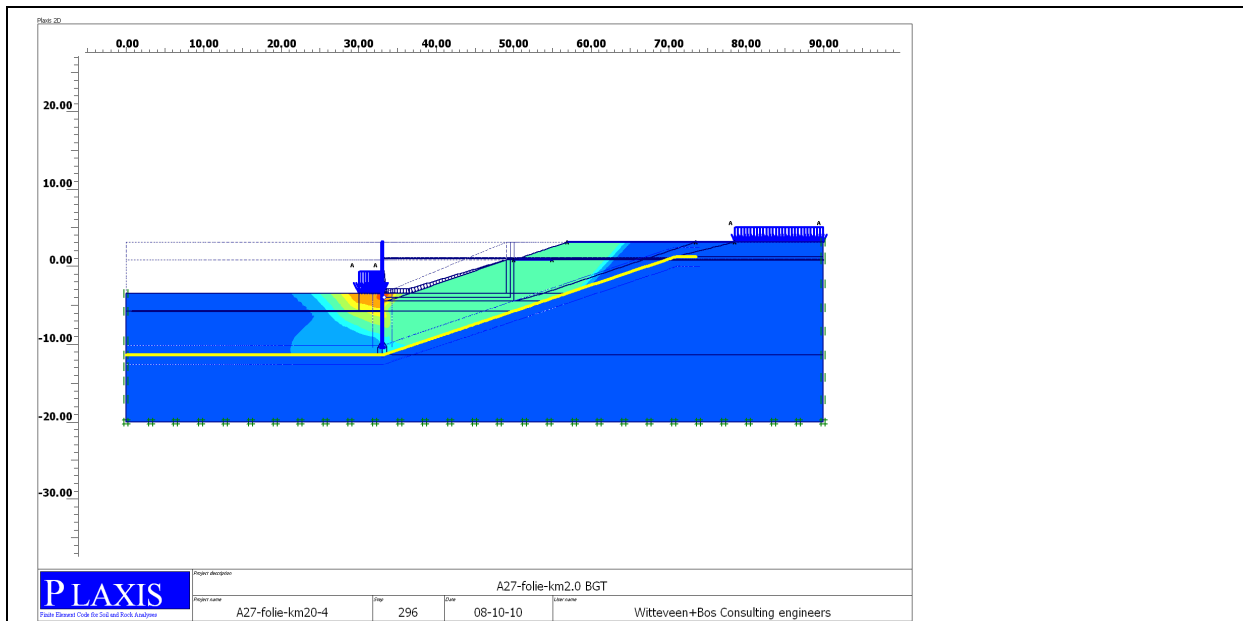
| Situatie | Plaxis fase | omschrijving | mechanisme | veiligheidsfactor BGT / UGT |
|----------|-------------|--|---|-----------------------------|
| A | 7 | initieel/huidige situatie | afschuiven talud | 1,53 / 1,40 |
| B | 12 | verhogen waterstand kuip inclusief bigbags | bezijken damwand / afschuiven talud nabij folie | 1,52 / 1,37 |
| C | 16 | ontgraven in den natte inclusief bigbags | afschuiven dekking folie | 1,38 / 1,35 |
| D | 24 | bouwfase belasting naast wand | compleet horizontaal afschuiven | 1,71 / 1,50 |
| E | 23 | einde bouwfase | compleet horizontaal afschuiven | 1,57 / 1,39 |

6.2.4. Analyse Plaxis

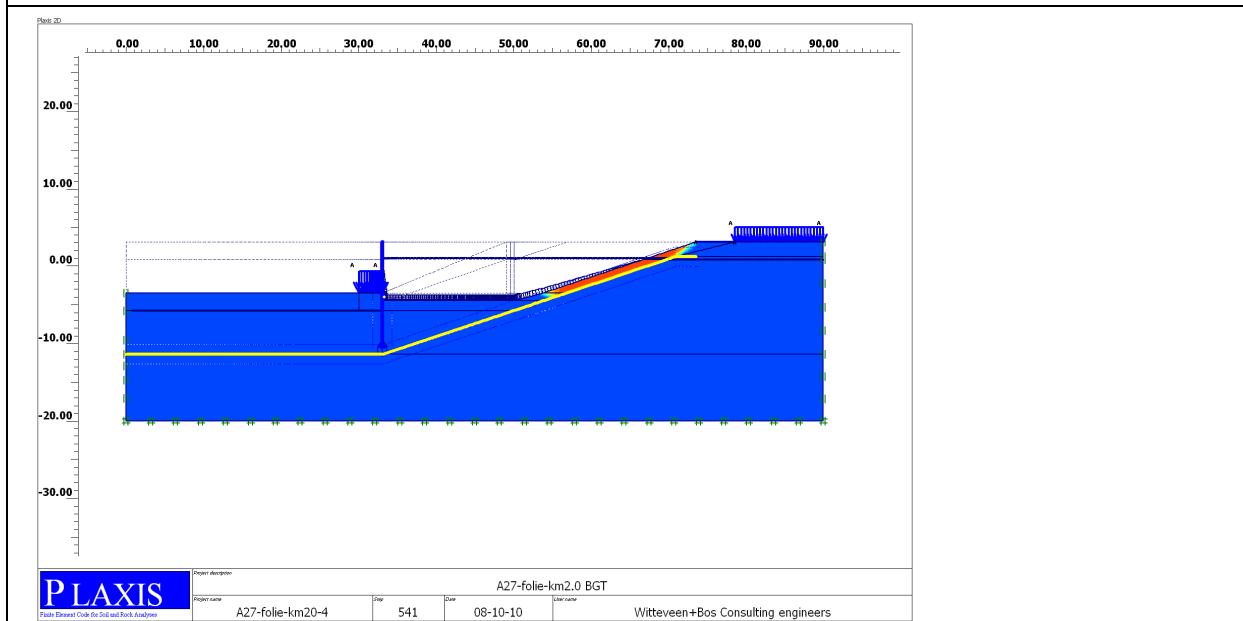
Aan de hand van de afbeelding uit de Plaxis berekeningen (diepe snede), kunnen de bezwijkmechanismen worden geanalyseerd. Onderstaand zijn 3 series weergegeven met daarin de afbeelding uit Plaxis met daarbij een korte beschrijving.

De eerste serie afbeeldingen geeft het bezwijkmechanisme weer zoals gevonden na de phi-c-reductie. In deze afbeeldingen gaat het enkel om aan te geven wat het bezwijkmechanismen zijn, en niet om de gevonden verplaatsingen.

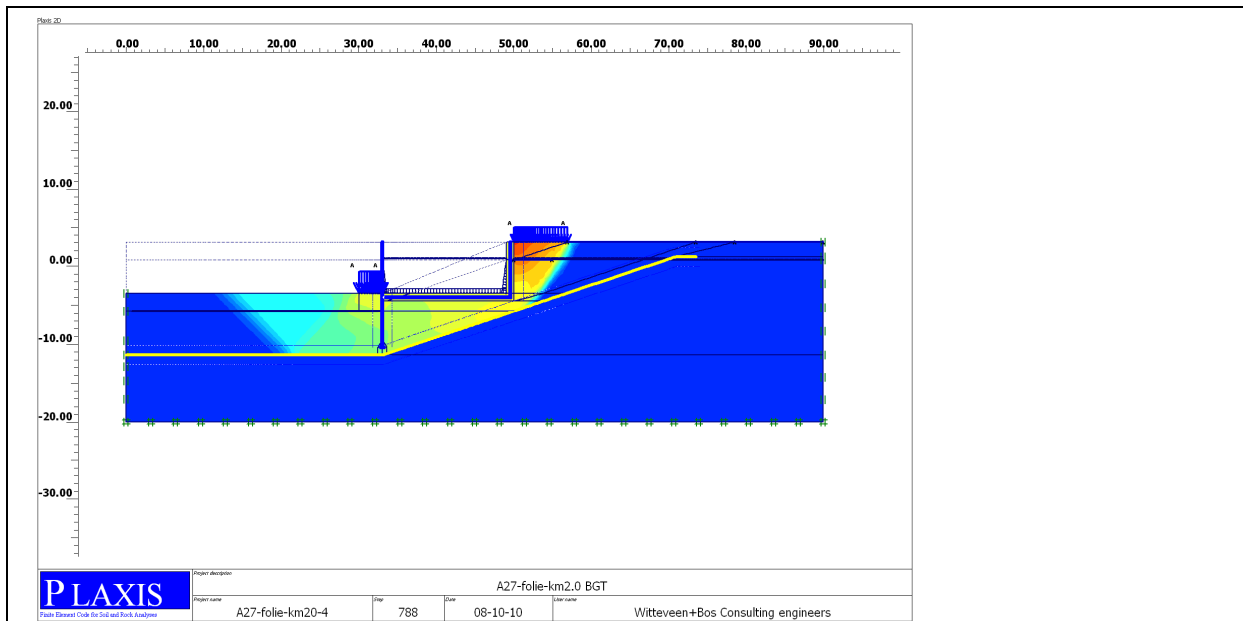




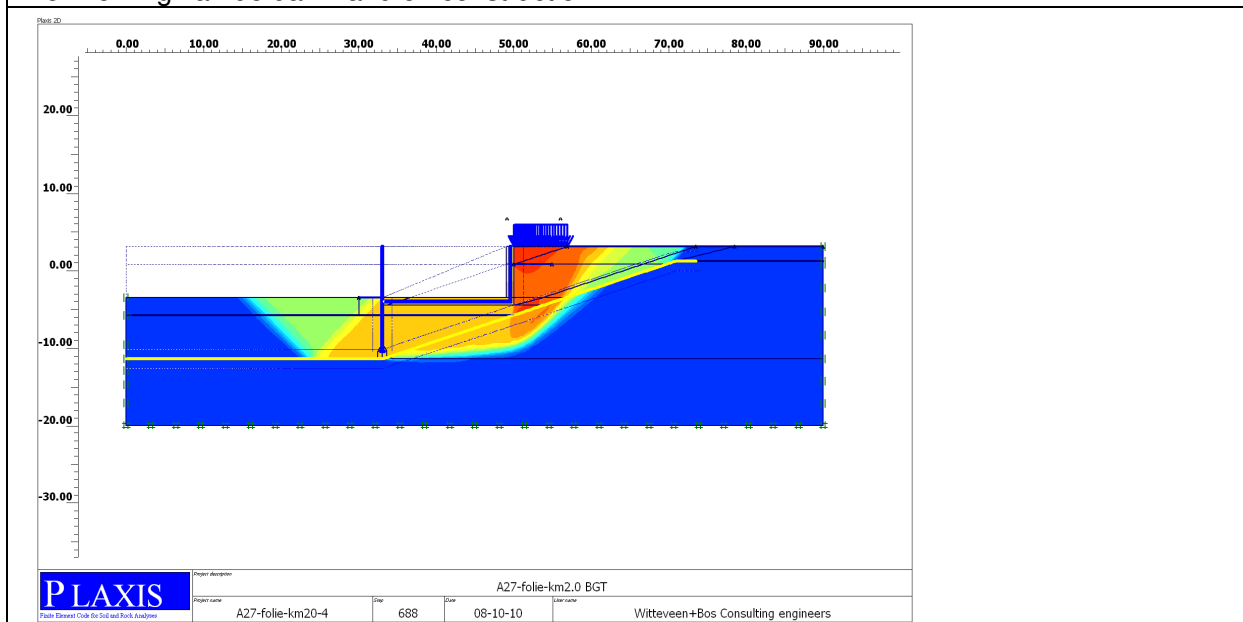
Plaxis fase 12 (**situatie B**) (bouwphase), bezwijkmechanisme is combinatie omvallen damwand en afschuiven talud. De talud helling is hier al aangepast om niet maatgevend te zijn (eerste ontgraving alleen in diepe snede). Tegelijkertijd geeft het talud onderaan de damwand steundruk en dus verhoogde stabiliteit. De belasting aan de passieve kant is noodzakelijk voor de stabiliteit van de damwand.



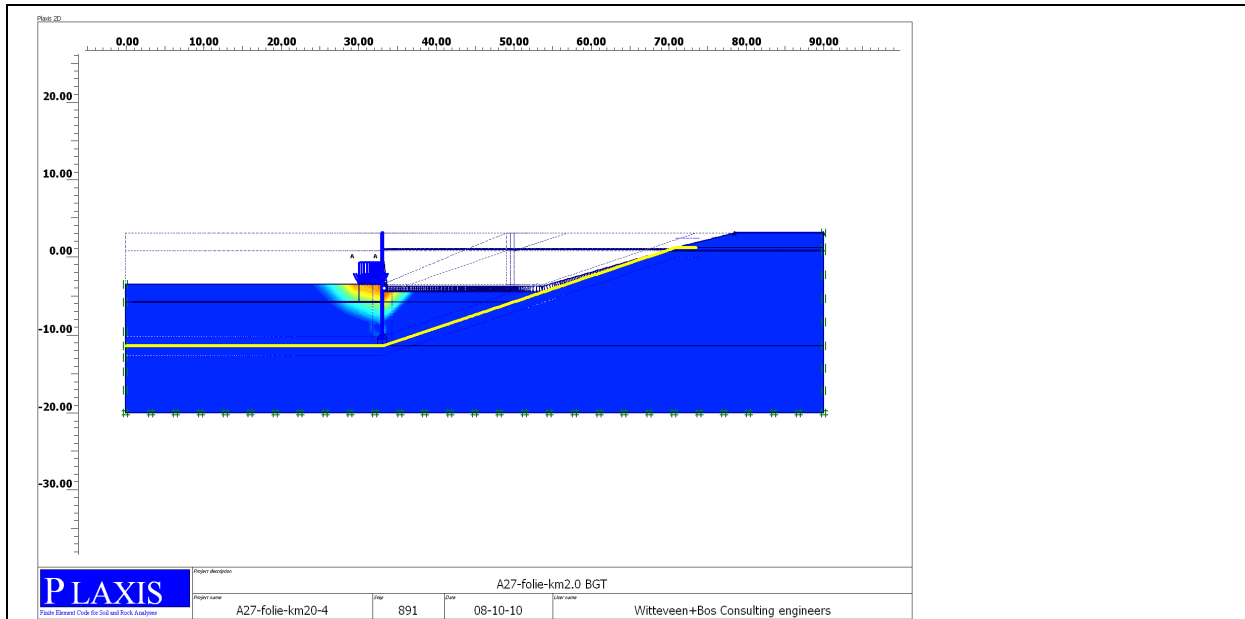
Plaxis fase 16 (**situatie C**) (bouwphase), bezwijkmechanisme is afschuiven dekking folie (talud). Na verder ontgraven tot 1 m dekking op de folie is het maatgevend mechanisme het afschuiven van de dekking. Dit is een risico voor de folie en vraagt om beheersmaatregelen.



Plaxis fase 24 (**situatie D**) (bouwfase), bezwijkmechanisme is horizontaal afschuiven totale constructie over het folie. De stabiliteit aan het eind van de bouwfase is toegenomen door de samenwerking van de damwand en constructie.

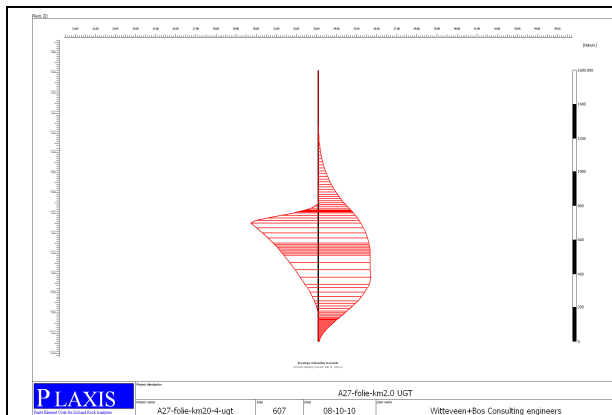


Plaxis fase 23 (**situatie E**) (eindfase), bezwijkmechanisme is horizontaal afschuiven totale constructie, met semi diep glijvlak. De stabiliteit aan in de eindfase is toegenomen door de samenwerking van de damwand en constructie. In de uplift-berekeningen is de bovenbelasting niet meegenomen, zodat voor dat faalmechanisme een maatgevende situatie wordt gebruikt.

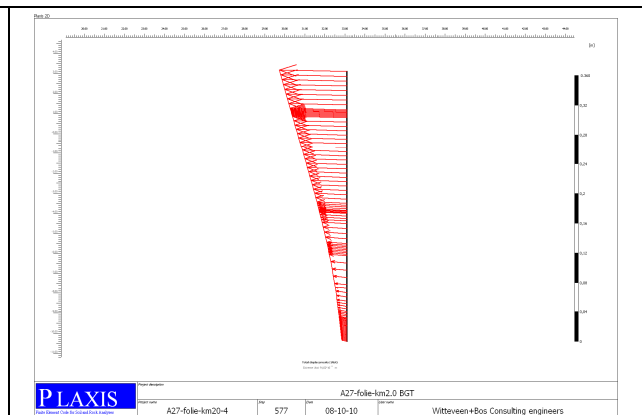


Plaxis fase 26 (bouwphase), bezwijkmechanisme is omvallen damwand. Zonder belasting aan de passieve kant is de stabiliteit van de damwand minimaal! Dit vraagt om beheersmaatregelen.

De tweede serie afbeeldingen geven de buigende momenten (M) en de verplaatsingen (U) weer van respectievelijk de UGT berekening en de BGT berekening (UGT na phi-c-reductie). De momenten zijn bepaald uit Plaxis-fase 23 omdat daar de maatgevende stabiliteit van de damwand kan worden bepaald. De verplaatsingen zijn bepaald uit Plaxis-fase 20 van de BGT berekening.

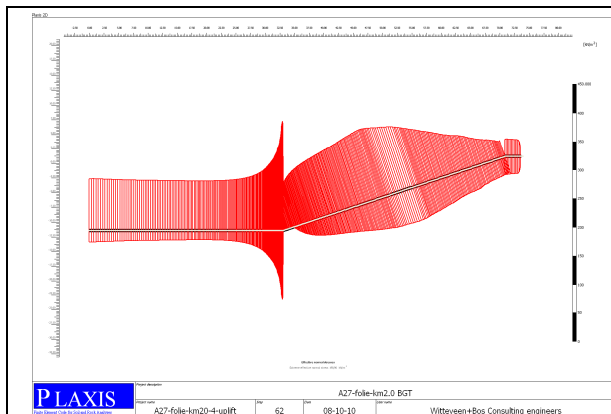


Plaxis fase 23 M=400 kNm UGT.

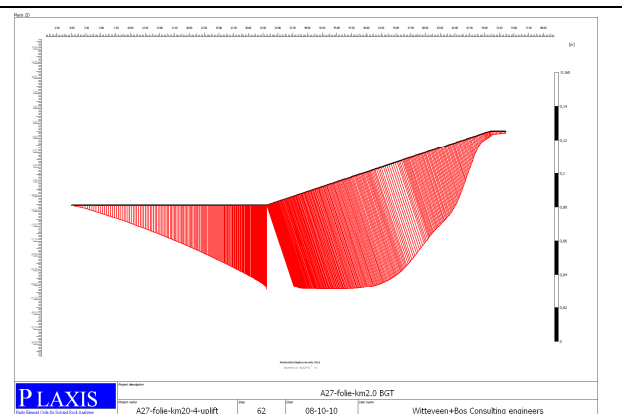


Plaxis fase 20 U=91 mm BGT. De verplaatsingen zijn beheersbaar

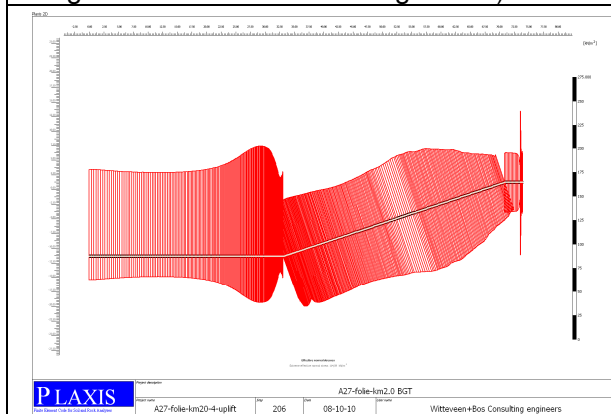
De derde serie afbeeldingen geven de effectieve normaal spanningen (σ_n) en de horizontale verplaatsingen (u_h) weer voor de BGT uplift-berekening van de situaties A t/m E.



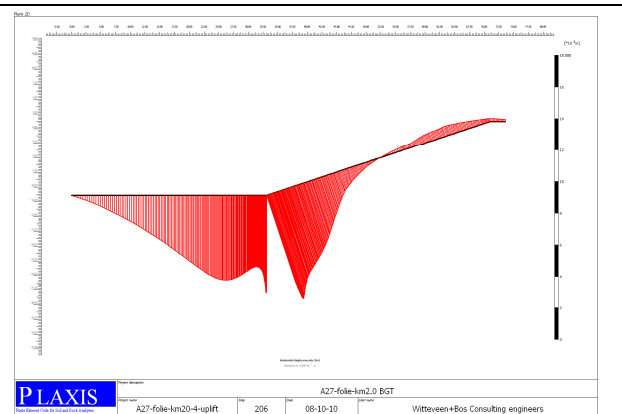
Plaxis fase 6 (**situatie A**), initieel, σ_n folie. Initieel is als gevolg van de beperkte stabiliteit de effectieve spanning rondom de knik beperkt. Dit komt deels door boogwerking (fysiek) maar heeft mogelijk ook een numerieke reden (krommingen kunnen niet worden ingevoerd).



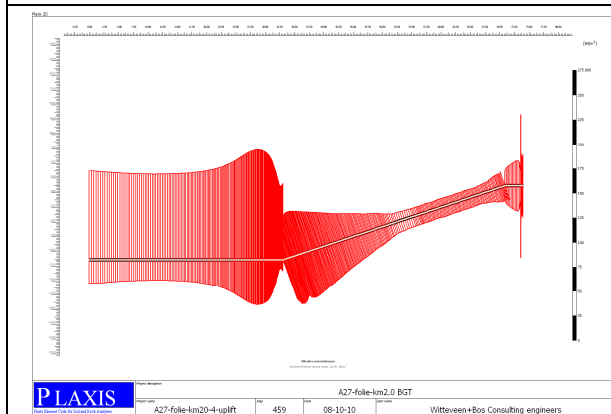
Plaxis fase 6 (**situatie A**), initieel, u_h folie. De horizontale verplaatsingen welke zijn weergegeven zijn als gevolg van de aanleg van de folieconstructie. De maximale verplaatsing is circa 60 mm.



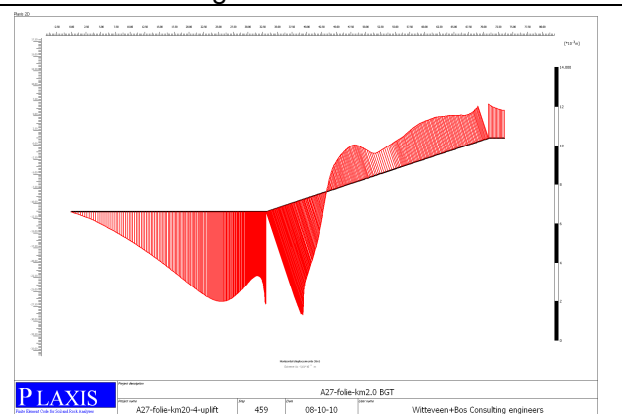
Plaxis fase 11 (**situatie B**), verhogen waterstand kuip, σ_n folie.



Plaxis fase 11 (**situatie B**), verhogen waterstand kuip, u_h folie. De verplaatsingen zijn na de huidige situatie op 0 teruggezet. Hierdoor wordt inzichtelijk wat de verplaatsingen zijn als gevolg van de verbreding.

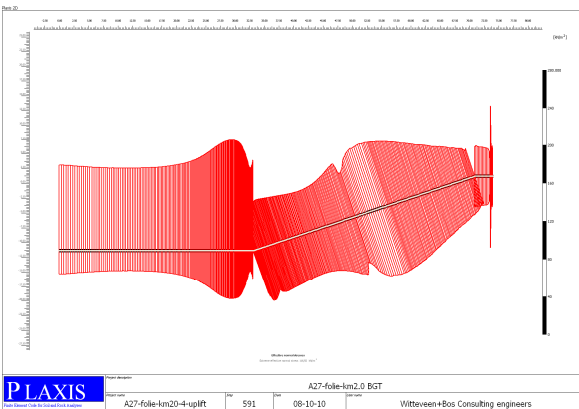


Plaxis fase 15 (**situatie C**), bouwfase ontgraven,



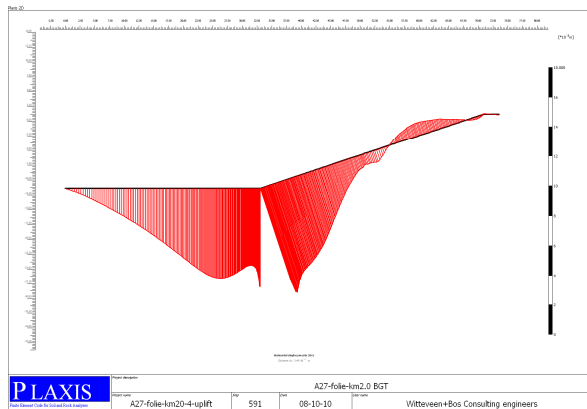
Plaxis fase 15 (**situatie C**), bouwfase ontgraven,

σ_n folie. De effectieve spanningen aan de ontgraven zijde nemen af maar blijven boven de 5 kPa.

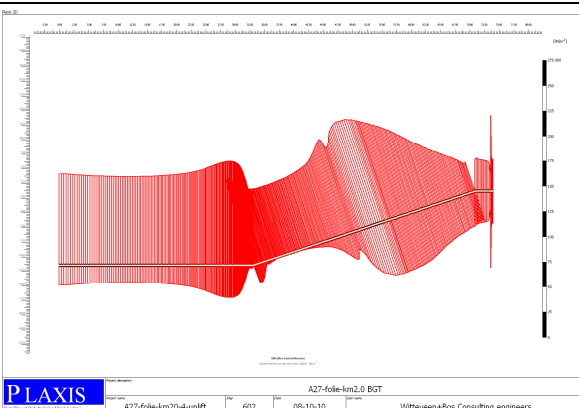


Plaxis fase 20 (**situatie D**), bouwphase aangevuld, σ_n folie. De effectieve spanningen aan de ontgraven zijde zijn weer toegenomen.

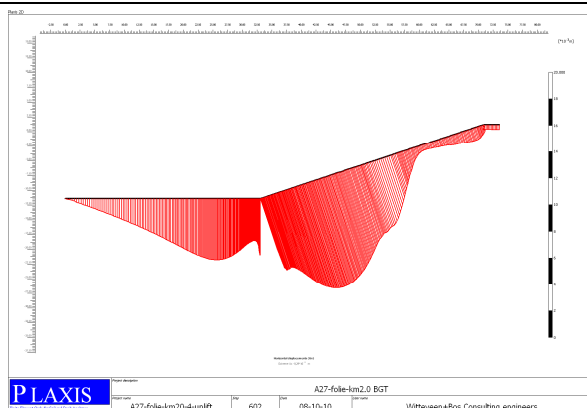
u_h folie. De verplaatsingen hebben een omgekeerd teken gekregen als gevolg van de ontgraving. De rek is in deze fase maatgevend, maar nog altijd lager dan de reeds opgetreden rek als gevolg van de aanleg van de folieconstructie.



Plaxis fase 20 (**situatie D**), bouwphase aangevuld, u_h folie. De rek in de folie is kleiner geworden na het aanvullen.



Plaxis fase 23 (**situatie E**), einde bouwphase, σ_n folie. Als gevolg van de maximale waterstand buiten de folie (NAP +1,20m) zijn de korrelspanning circa 1 kPa. Bij een 'normale' buitenwaterstand (NAP +0,80m) zal dit toenemen tot ongeveer 5 kPa.



Plaxis fase 23 (**situatie E**), einde bouwphase, u_h folie. De rek is verder afgenomen, maar is op het talud groter dan op het horizontale deel.

De verplaatsing van de folie is in de huidige situatie circa 60mm, welke optreedt over een lengte van de folie van ongeveer 25m (rek=0,2 %, situatie A). Tijdens de bouwphase is de maximale verplaatsing circa 6 mm over een lengte van 11,5m (rek=0,05 %, situatie C). In de berekeningen is gerekend met een relatief lage EA van de folie.

7. RISICOANALYSE

7.1. Algemeen

In bijlage XIII is een analyse van de risico's en bijbehorende beheersmaatregelen opgenomen. Elk geïdentificeerd risico is gewaardeerd voor kans van optreden, kosten en tijd. Tevens zijn er beheersmaatregelen gedefinieerd en is het restrisico in beeld gebracht. Uit de analyse volgen een aantal risico's die na toepassing van de (preventieve) beheersmaatregelen nog steeds een tamelijk hoog risicoprofiel kennen. Deze risico's behoeven speciale aandacht en moeten worden meegenomen in de afweging van de (technische) haalbaarheid.

tabel 7.1. Kwantificeren van risico's

| score | kans van optreden (p) | gevolg kosten (K) | gevolg tijd (T) | gevolg kwaliteit (Q) |
|-------|-------------------------------------|---------------------|------------------|---|
| 0 | Kan niet optreden (0 %) | Geen € | Geen | Geen gevolg voor kwaliteit |
| 1 | Komt zelden of nooit voor (0 - 1 %) | 0 - 50.000 € | < 1 dag | Afwijking t.o.v. intern document of details, maar eindproducties wordt gehaald |
| 2 | Onwaarschijnlijk (1 - 5 %) | 50.000 - 100.000 € | 1 dag - 1 week | Afwijking t.o.v. eindproducties, volledig reparabel zonder extra onderhoud gedurende life-cycle |
| 3 | Kans bestaat, niet groot (5- 10 %) | 100.000 - 250.000 € | 1 week - 1 maand | Afwijking niet volledig reparabel, extra onderhoud nodig gedurende life-cycle |
| 4 | Er is een reële kans (10 - 25 %) | 250.000 - 500.000 € | 1 - 3 maanden | Blijvende afwijking met verminderde prestatie t.a.v. eis |
| 5 | Vrijwel zeker (> 25 %) | > 500.000 € | > 3 maanden | Blijvende afwijking, systeemfalen |

Bovenstaande tabel geeft een indruk van de wijze waarop de risico's zijn gekwantificeerd. Hoewel de tijdseffecten en kosten bovenstaand tamelijk specifiek zijn aangegeven, moet het risicodossier vooral in relatieve zin worden gelezen. Daarom zijn in bijlage XIII geen kwantitatieve tijdseffecten en kosten weergegeven.

7.2. Uitvoerbaarheid en risico's

De beschreven variant betreft een bouwwijze en bouwfasering welke nog niet eerder in Nederland is toegepast. Dit leidt tot een inherent hoger risicoprofiel en hetgeen van invloed is op de haalbaarheid van de variant. Hoewel als gehele bouwwijze niet beproefd, bestaan de deelwerkzaamheden uit technieken, welke op meerdere projecten reeds met succes zijn toegepast (plaatsing damwanden met nauwkeurige positiebepaling, vriestechniek, opbouw van een betonconstructie in den natte, etc.). Met specialistische kennis en ervaring lijkt het mogelijk deze technieken te combineren en beheersbaar uit te voeren. Daarbij dient uiteraard (veel) meer dan gebruikelijk aandacht besteed te worden aan risico-beheersing bij de opdrachtnemer en in het ontwerp. Daarbij moet worden gedacht aan aspecten als kwaliteitsborging, uitvoeringstoleranties, correctieve en preventieve beheersmaatregelen en controles gedurende de uitvoering. Onderstaand zijn de belangrijkste risico's en aandachtspunten genoemd:

- stabiliteit damwand tijdens uitvoering. Voor de haalbaarheid van de variant zal de damwand robuust worden ontworpen en berekend in de hoogste veiligheids categorie volgens Eurocode [ref. 6]. Naast het uitvoeren van rekentechnische controles kunnen eventueel additionele maatregelen worden genomen om de stabiliteit van de wand te verhogen, en hiermee de veiligheid. Een bedreiging voor de stabiliteit van de damwand is een mogelijke lekkage van het vrieslichaam. Het risico bestaat dat er in dat geval grondwaterstroming ontstaat waardoor de passieve korrelspanning afneemt en uit-

spoeling van zand optreedt. Dit ondermijnt de stabiliteit van de damwand en leidt tot bezwijken van de damwand;

- dichtheid van het vrieslichaam. Door een nauwkeurige uitvoering (gefaseerd volpompen), maar ook door testen/meten tijdens het opzetten van het water achter de damwand kan worden vastgesteld of het vrieslichaam voldoende dicht is. Indien noodzakelijk kan een lek worden gedicht met aanvullend vriezen. Als aan de passieve zijde van de damwand een (preventief) bemalingsstelsel wordt aangebracht, kan onverhoopte afname van de passieve korrelspanning door grondwaterstroming wellicht worden beheerst;
- ter plaatse van de hogere delen van de foliepolder ligt de huidige polderwaterstand erg laag of ontbreekt zelfs. Hier ontbreekt wellicht voldoende vocht om een waterdicht vrieslichaam te kunnen maken. Dit zal kunstmatig moeten worden toegevoegd;
- negatieve effecten van vriezen op de folieconstructie. Dit risico moet nader onderzocht worden, aangezien er geen ervaringen zijn met de effecten van langdurige koude rondom een folie. Onderzoek naar de effecten van het vriezen op de folieconstructie behoort niet tot de scope van deze rapportage;
- afschuiven van de grondlaag op de folie tijdens of net na ontgraven in den natte. Het ontgraven in den natte gebeurt onder een helling van 1:3, gelijk aan de helling van de folie. Hier blijft, bij de gewenste uitbreiding van 16 meter, slechts een schil grond met een dikte van circa 1 á 1,5 meter over. Het risico is groot dat deze grondlaag over de folieconstructie afglijdt, waardoor de folie bloot komt te liggen of wordt beschadigd. Het mechanisme van een resterende grondmoot op het folietalud is indicatief beschouwd bij de PLAXIS-berekeningen. Voor details van de bevindingen wordt verwezen naar hoofdstuk 6. **Voor dit risico zijn slechts een beperkt aantal beheersmaatregelen voorhanden**, die bovendien zelf tot nieuwe risico's leiden (zoals het verwijderen van de grondschild op de folie leidt tot een extra risico op beschadiging). **Veruit de beste beheersmaatregel is het beperken van de uitbreidingsbreedte**, waardoor de resterende grondschild op de folie robuuster is of het ontgravingstalud flauwer kan worden uitgevoerd. Mocht er voor worden gekozen om de grondschild van de folie te verwijderen, dan wordt sterk aanbevolen dit vooraf te beproeven;
- beschadigen van de folie tijdens aanbrengen van de damwand. Door onbeheerste uitvoering kan een plank te diep worden geheid, waardoor de folie beschadigd raakt. Dit risico moet door nauwkeurige uitvoering worden beheerst;
- uitvoering van een betonnen keerwand in den natte. Deze constructie moet zeer nauwkeurig worden uitgevoerd, waarbij veel aandacht moet worden besteed aan de uitvoeringsmethode (toleranties ontgraven, stelmogelijkheden, plaatsingstoleranties van wapening en de kwaliteit van het (definitieve) betonwerk. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de mogelijkheden voor uitvoering van de keerconstructie;
- na aanvullen achter de keerconstructie moet worden gewaarborgd dat de constructie niet horizontaal gaat verplaatsen. Om hier extra weerstand tegen te bieden, wordt als maatregel de scheidingsdamwand niet getrokken, maar afgebrand op het niveau bovenzijde betonvloer;
- in langsrichting moet een waterdichte aansluiting van de damwand op de kruisende kunstwerken (spoorviaducten) worden gerealiseerd. Dit is geen onderdeel van de scope van deze rapportage, maar is wel van belang voor de haalbaarheid van het concept. Dit zal daarom in een volgende fase nader beschouwd moeten worden;
- eventuele (onbekende) afwijkingen van het aanlegniveau van de folie kunnen er toe leiden dat de scheidingsdamwand de folie raakt of dat de folie bij ontgraven bloot komt te liggen. In deze fase is een minimale gronddekking / afstand van 1,0 meter ten opzichte van de theoretische ligging van de folie aangehouden.

De risico's die na toepassing van de beheersmaatregelen nog steeds 'hoog' scoren, betreffen vooral aspecten die inherent zijn aan de oplossing. Het is van belang te onderkennen dat de uitvoering van deze variant een hoger risicoprofiel heeft dan gewoonlijk. Daarbij valt te denken aan het risico op beschadiging van de folie door (onvoldoende beheerst) ontgraven of door het vriezen. Deze risico's zijn evenwel te beheersen door nader onderzoek (vriezen) en door meer dan gebruikelijk nauwkeurige uitvoering.

Wel moet een oplossing worden gevonden voor de instabiliteit van de dunne grondmoot die op het talud van de folie resteert bij het ontgraven. Bezwijken van deze grondmoot kan tot grote schade leiden. De beste oplossing is een beperking van de uitbreidingsbreedte zodat het talud van de ontgraving flauwer kan worden uitgevoerd. Andere beheersmaatregelen bieden te weinig soelaas om tot een aanvaardbaar restrisico te komen.

In de nadere uitwerking van deze oplossing moet goed worden gekeken naar de effecten in de lengterichting van de foliepolder. Het gaat hierbij om de aansluiting op de kruisende kunstwerken, die in deze fase niet zijn beschouwd, maar ook om lokale risico's (lekkage) die kunnen leiden tot integraal verlies van het folie evenwicht. Het is naar ons inzicht noodzakelijk om de werkzaamheden zoveel mogelijk gecompartmenteerd of 'vakje voor vakje' uit te voeren (ontgraven en bouwen constructie), waardoor lokale calamiteiten niet kunnen leiden tot een kettingreactie van falen.

Als het vrieslichaam lek blijkt te zijn, leidt dit tot een (onbeheersbare) grondwaterstroming. Hierdoor verliest de passieve grondwig korrelspanning en daarmee zijn capaciteit. Het gevolg kan zijn dat de scheidingsdamwand bezwijkt.

Omdat het optreden van een lekkage in het vrieslichaam niet denkbeeldig is, moet dit worden beschouwd als een toprisico, die de haalbaarheid van de oplossing mogelijk in de weg staat. Wellicht biedt een ander afdichtingssysteem meer zekerheid tegen lekkage.

8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1. Conclusies

In dit rapport is een verbreding van de A27 ter plaatse van de taluds van de foliepolder Amelisweerd onderzocht. Omdat ter plaatse van de taluds de folie eveneens oploopt naar het maaiveld, moet de uitbreiding onder water worden uitgevoerd. Aangezien het wegverkeer op de A27 tijdens uitvoering niet kan en mag worden gestremd, is een niet eerder toegepaste uitvoeringswijze voorzien, waarbij evenwijdig aan de weg een scheidingsdamwand wordt geplaatst. Zo kan ter plaatse van de taluds in den natte worden gewerkt, terwijl aan de andere zijde van de damwand het wegverkeer vrije doorgang heeft. Hoewel de benodigde technieken afzonderlijk zijn beproefd, is het risicoprofiel van het totaal concept aanzienlijk hoger dan gebruikelijk.

Uit de beschouwingen van dit rapport volgt dat de A27 ter plaatse van het diepe gedeelte van de foliepolder Amelisweerd aan weerszijde in theorie met maximaal 16 meter kan worden verbreed. Nabij de zuidelijke toerit is, door de beperkte ruimte binnen de folie, een minder grote uitbreiding mogelijk. Ter plaatse van de beschouwde snede (km 1,5) is in theorie een uitbreiding van 10 meter haalbaar. Wellicht biedt deze bouwmethode de mogelijkheid om de folie 'op te pakken' en fysiek uit te breiden waardoor een grotere uitbreiding mogelijk is. Dit is echter niet onderzocht in dit rapport en moet, indien gewenst, nader worden onderzocht op haalbaarheid.

In de voorgaande tekstpassage is met nadruk 'in theorie' toegevoegd. Rekentechnisch blijkt dat de gewenste oplossing mogelijk is en dat de scheidingsdamwand, met een aantal steunvoorzieningen, goed in staat is om het water te keren. Ook is de uitvoering van de betonnen keerconstructie onder water goed en beheerst mogelijk. Toch moeten ook enkele belangrijke kanttekeningen worden geplaatst. Voor een aantal risico's zijn slechts beperkte beheersmaatregelen mogelijk. Hierdoor blijft het restrisico tamelijk hoog en in sommige gevallen zelfs onaanvaardbaar hoog.

Bij de gewenste maximale verbreding blijft tijdens uitvoering een beperkte schil grond achter op de folie. Deze schil is zeer gevoelig voor afschuiven en zou eigenlijk moeten worden verwijderd. Dit is echter een risicovolle operatie omdat daarbij het folie gemakkelijk (ernstig) kan worden beschadigd. (veel) Beter is om de uitbreiding te beperken zodanig dat de ontgraving met een flauwere helling kan worden uitgevoerd. Dan moet echter wel worden geconcludeerd dat de gewenste uitbreiding van 16 meter niet kan worden gehaald.

Het concept van de uitvoeringsmethode gaat uit van een scheidingsdamwand evenwijdig aan de weg, waardoor een langgerekt compartiment ontstaat. Nadeel daarvan is dat een lokale calamiteit gemakkelijk kan leiden tot schade over een grote lengte. Daarom moeten de werkzaamheden zoveel mogelijk gecompartmenteerd of 'vakje voor vakje' worden uitgevoerd. Toepassing van dwarsschermen ligt daarbij voor de hand, maar dit is in potentie lastig uitvoerbaar door het oplopend folieniveau ter plaatse van de taluds. Indien 'vakje voor vakje' wordt ontgraven en gebouwd, kan een onverhoopte calamiteit in omvang en uitstraling worden beperkt. Deze werkwijze zal echter wel aanzienlijke tijdsconsequenties hebben.

De scheidingsdamwand kan vrij uitkragend worden uitgevoerd. Wel moet ter plaatse van de diepe snede aan de passieve zijde extra ballastgewicht (bijvoorbeeld containers met zand of Big Bags) worden aangebracht om voldoende passieve weerstand te kunnen ontwikkelen. Dit heeft tot gevolg dat gedurende de bouwfase de rijbaan van de A27 moet worden versmald. Overigens beperken deze voorzieningen het gevaar van een aanrijding van de damwand aanzienlijk. Desgewenst kan natuurlijk ook worden gekozen voor een verankering van de damwand. Gelet op de relatief beperkte inbeddingdiepte van de damwand ten opzichte van de kerende hoogte, biedt versterking van de grond aan de passieve zijde (verhoging ϕ) onvoldoende soelaas.

8.2. Aanbevelingen

Gelet op het grote risico van afschuiven van de beperkte grondschil op de folie tijdens ontgraven, adviseren wij om te onderzoeken of de uitbreidingsbreedte kan worden beperkt. Dit zal het risicoprofiel van deze variant aanzienlijk beperken.

Ter plaatse van de zuidelijke inrit is de maximaal haalbare uitbreidingsbreedte minder dan gewenst, waardoor daar zal moeten gezocht naar andere wegligging of naar een oplossing waarbij de foliepolder fysiek wordt uitgebreid. Overigens is de foliepolder als geheel ter plaatse van de zuidelijke inrit wel breder dan in de diepe delen.

In dit rapport is de uitbreiding op 2 locaties onderzocht, waarbij voornamelijk is gekeken naar de effecten in dwarsrichting van de foliepolder. Effecten in langsrichting, zoals de aansluiting op bestaande kunstwerken, compartimenteringen en de geometrische inpassing nabij de zuidelijke inrit zijn in deze rapportage slechts zijdelings beschouwd. Om met zekerheid de haalbaarheid te kunnen vaststellen moet dit echter wel in detail worden onderzocht.

Ondanks de gunstige rekenresultaten hangt een succesvolle uitvoering sterk af van de beheersing van risico's. Deze risico's moeten vooraf eenduidig in kaart worden gebracht en er moeten voldoende preventieve beheersmaatregelen voorhanden zijn om tot een acceptabel restrisico te komen. Correctieve beheersmaatregelen zijn bij een folieconstructie vaak moeilijk uitvoerbaar. Daarom wordt geadviseerd om de risicobeschouwing in een nader onderzoek verder uit te breiden.

Bepaalde risicovolle technieken, zoals het verwijderen van de resterende grondschil op de folie, zouden vooraf beproefd moeten worden om het risicoprofiel van een dergelijke techniek goed te kunnen beoordelen.

De effecten van het vriezen op de folie moeten nader worden beschouwd. In deze rapportage is daaraan slechts zijdelings aandacht geschonken. Uitgangspunt was dat het vriezen goed mogelijk is.

Uit nagekomen grondonderzoek (niet opgenomen in dit rapport) blijkt dat de volumieke gewichten van de aanvulgrond in de bestaande foliepolder lager zijn dan de aangehouden (genormeerde) waarden in deze rapportage. Dit zal bij nadere uitwerking goed moeten worden beschouwd omdat dit zeker van negatieve invloed is op het veiligheidsniveau van zowel de bouwfase als de gebruiksfase.

De, in dit rapport, aangehouden buitenwaterstanden zijn afgeleid uit DINO peilbuisreeksen. In een vervolgfase zal de ontwerpwaterstand voor de verschillende fasen nader onderbouwd moeten worden.

9. REFERENTIES

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende referenties.

- 1) Tekeningen en informatie van het oorspronkelijke ontwerp folieconstructie Amelisweerd:
 - a) AM 146B - Vak I Bovenaanzicht ontgraving in de natte;
 - b) AM 148B - Vak I Eindsituatie;
 - c) AM 151 - Vak I Dwars en lengtedoorsnede grondwerk in de natte;
 - d) AM 153 - Maatvoering en wapening eindbalk ten behoeve van vliesconstructie vak I;
 - e) AM 203 - Vak II Bovenaanzicht ontgraving in de natte;
 - f) AM 205A - Vak II Eindsituatie;
 - g) AM 206 - Vak II Dwars en lengtedoorsnede grondwerk in de natte;
 - h) AM 303 - Vak III Bovenaanzicht ontgraving in de natte;
 - i) AM 304A - Vak III Bovenaanzicht aanvulling in de natte;
 - j) AM 306 - Vak III Dwars en lengtedoorsnede grondwerk in de natte;
 - k) AMK 23 - Bestaande situatie KW 16 (Spoorlijn Utrecht – Arnhem);
 - l) AMK 21 - Bestaande situatie KW 15 (Spoorlijn Utrecht - `s Hertogenbosch);
 - m) AM 118A - Principe klemconstructie;
 - n) AM 111A - Aansluiting vlies aan KW 15, 16 en 17A inclusief detail klemconstructie;
 - o) AV 1107 - Geologisch lengteprofiel;
 - p) AV 1117C - Lengteprofiel vliesconstructie;
 - q) AV 765 - Lengteprofiel vliesconstructie inclusief onderwaterbetonvloer op palen.
- 2) Fugro Ingenieursbureau, grondonderzoek binnen folieconstructie ten behoeve van spoorviaduct A27 te Utrecht, d.d. januari 2010.
- 3) Rijkswaterstaat, principe schetsen verbreding folieconstructie door middel van vriestechniek, d.d. 26 april 2010.
- 4) CUR Bouw & Infra, publicatie 166, Damwandconstructies, deel 1 en 2, Gouda, 2008.
- 5) CUR Bouw & Infra, publicatie 221, Handboek folieconstructies voor verdiept aangelegde infrastructuur, Gouda, 2009.
- 6) NEN-EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp, algemene regels, inclusief NEN-EN 1997-1/NB nationale bijlage en NEN 9097-1 aanvullende bepalingen voor het geotechnisch ontwerp, 2009.

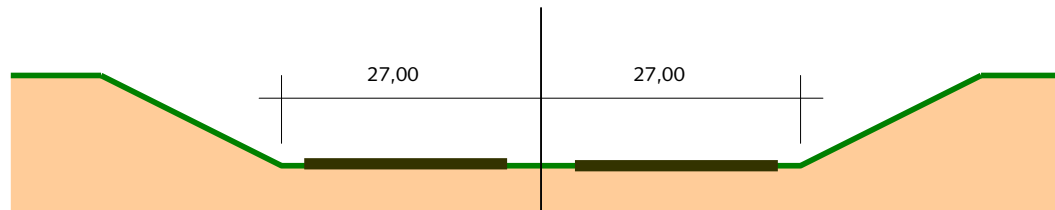
BIJLAGE I Principeschetsen Rijkswaterstaat verbreding folieconstructie (versie 26 april 2010)

Betreft: **Principe schetsen verbreding folieconstructie door middel van vriestechniek**
Opgesteld door: Ir. G.M. Wolsink, W. Jansen
Datum: 26 april 2010

In aanvulling op het rapport van Witteveen en Bos (Technische verkenning verbreding foliepolder A27 Amelisweerd, d.d. 23 oktober 2009) waarin een aantal mogelijke oplossingen zijn aangedragen voor het verbreden van de huidige A27 binnen de huidige folieconstructie heeft de afdeling DI nog een brainstormsessie gehouden. Hierin is onderzocht welke mogelijke, haarbare bouwmethoden er zijn om tot een verbreding van de huidige A27 t.p.v. de bak Amelisweerd en de folie te komen.

Randvoorwaarde: De ligging van het spoor en de 2 viaducten zijn dwangpunten voor de ligging van de A27, van oplegging tot oplegging moet het viaduct intact blijven. Een mogelijke uitbreiding moet plaatsvinden buiten de opleggingen.

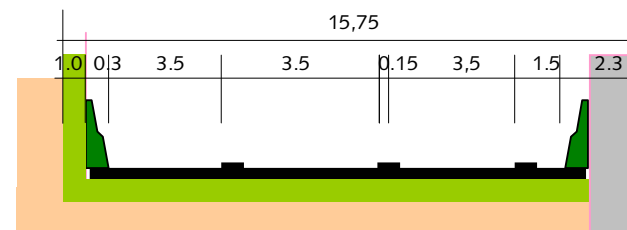
De ligging van het talud t.o.v. de as van de A27 is 27,00 m. Hierin is het huidige wegprofiel opgenomen.



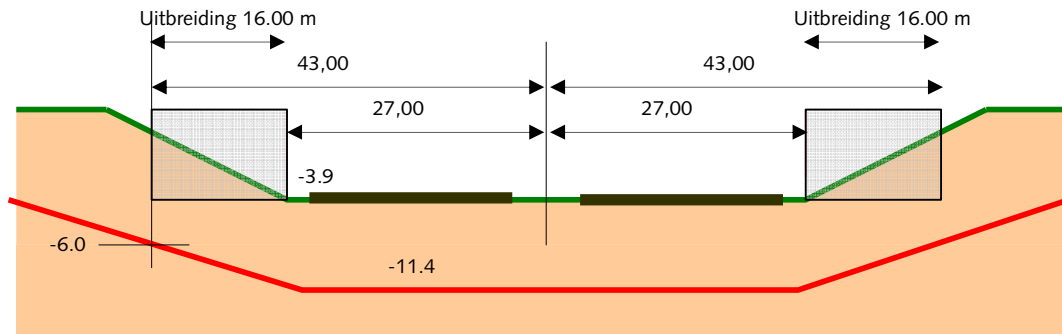
DWARSDOORSNEDE HUIDIGE A27

Als aanname voor de verbreding van de A27 is een wegprofiel gekozen, buiten de opleggingen van de viaducten, die bestaat uit 2 rijstroken met een vluchtstrook. Voor de landhoofden van de spoorviaducten is een dikte van 2,00 m aangehouden.

De benodigde verbreding vanuit de teen van het huidige talud is 16,00m
De hoogte ligging van de folie t.p.v. de uitbreiding van 16.00 m is NAP -6.0 m
De ligging van de uitbreiding van de weg NAP -3.6
Dekking op de folie is hier 2.4 m.



MINIMALE UITBREIDING A27



Bouwmethode:

In de brainstorm van DI is een aantal ideeën op papier gezet. Hieruit kan volgende conclusie getrokken worden

- Indien mogelijk de ligging van de huidige folieconstructie niet wijzigen. Het herstellen van de klemconstructie t.p.v. de huidige viaducten lijkt een onmogelijke zaak;
- Om het evenwicht in de bouw- en eindsituatie zeker te stellen moet het gewicht op de folie verzwaard worden.
- Een methode met vriezen lijkt een haalbare, betrouwbare methode om een waterdichte afsluiting te maken voor de bouwfase

Voordelen vriestechniek.

- Geen bemaling buiten de folieconstructie noodzakelijk
- Relatief betrouwbare techniek door zelfherstellend vermogen vrieslichaam.

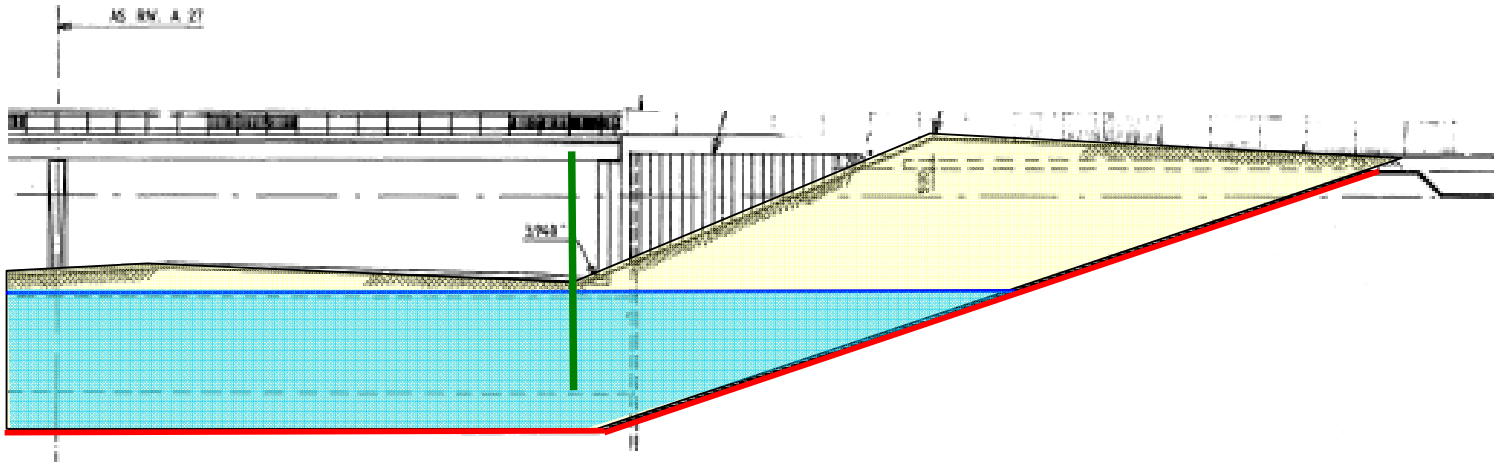
Nadelen vriestechniek

- PVC folie wordt bij lagere temperaturen wat minder soepel. Volgens eigen waarneming is de soepelheid bij $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ nog altijd zodanig groot dat de folie nog steeds te vouwen is zonder te scheuren.

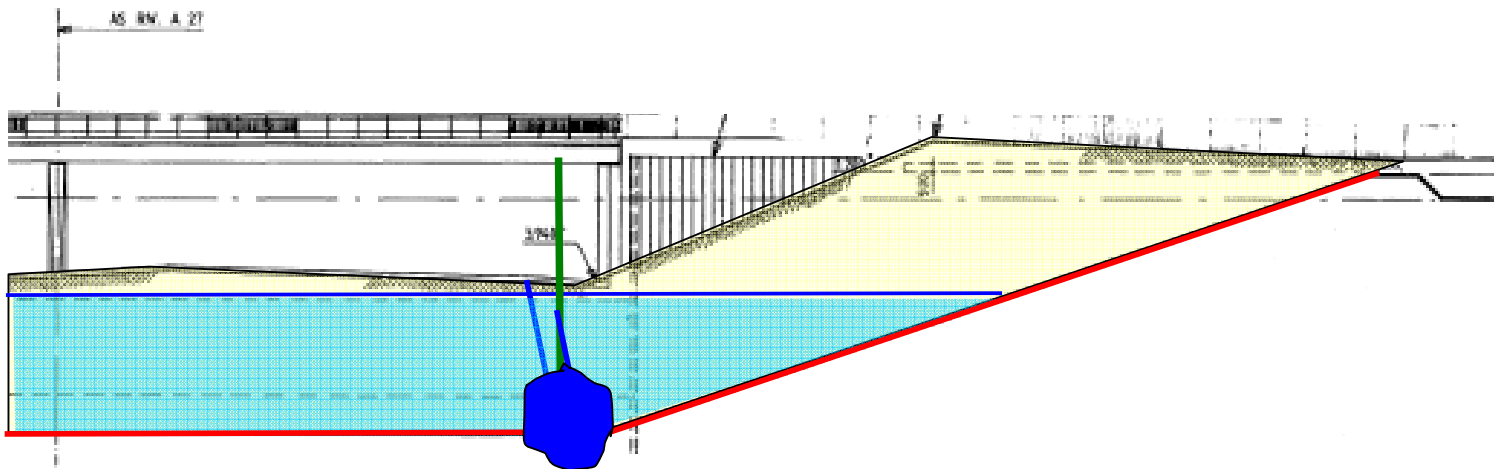
De Haalbaarheid

Om meer zekerheid omtrent de betrouwbaarheid van de bouwmethode in zowel de acht bouwfasen als de eindfase te krijgen moeten de volgende faseringen doorgerekend worden ter plaatse van km 1,5 (ondieper gelegen folie) en km 2,0 (diep gelegen folie). Tevens moeten de risico's benoemd worden.

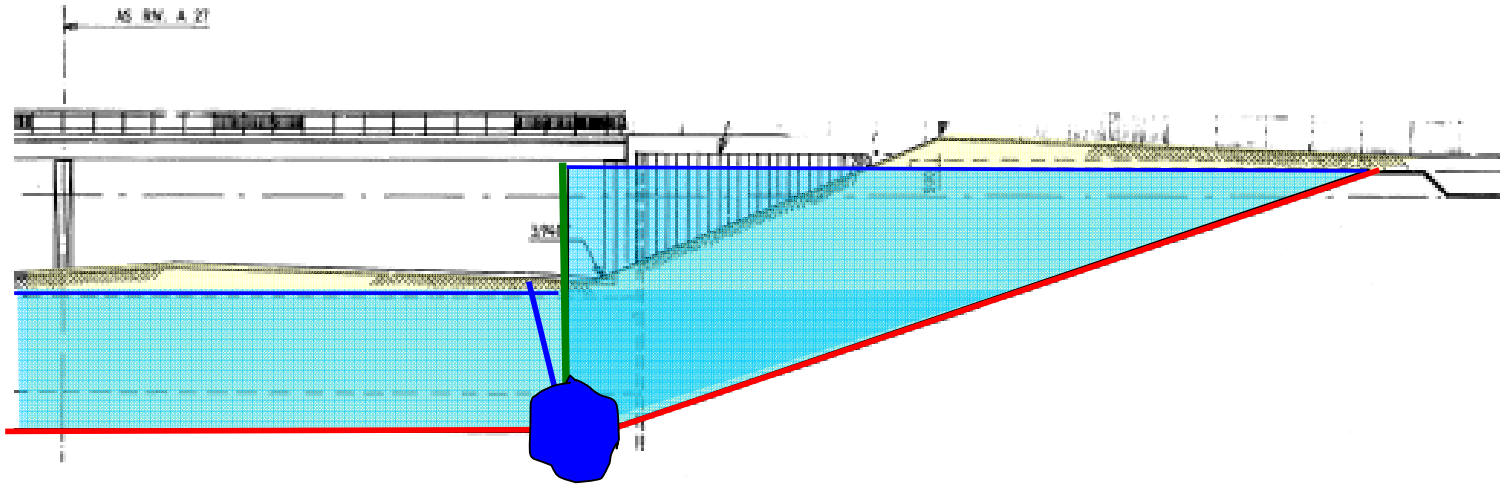
Fase 1: plaatsen damwand



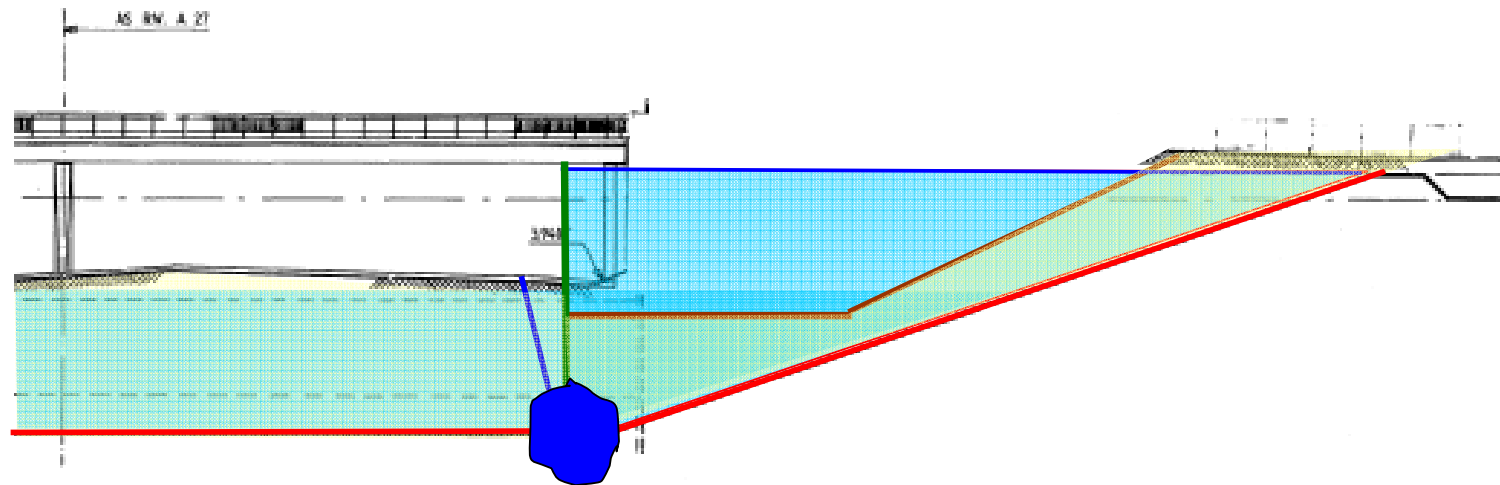
Fase 2 Dicht vriezen onderzijde damwand -folie



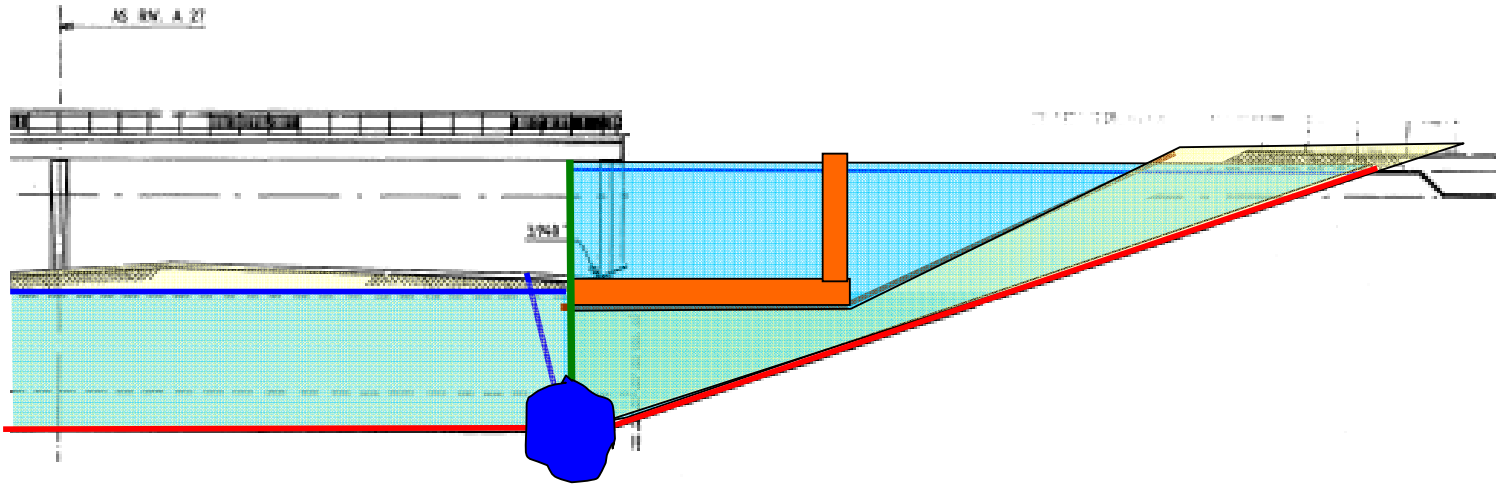
Fase 3 Verhogen waterstand rechterzijde



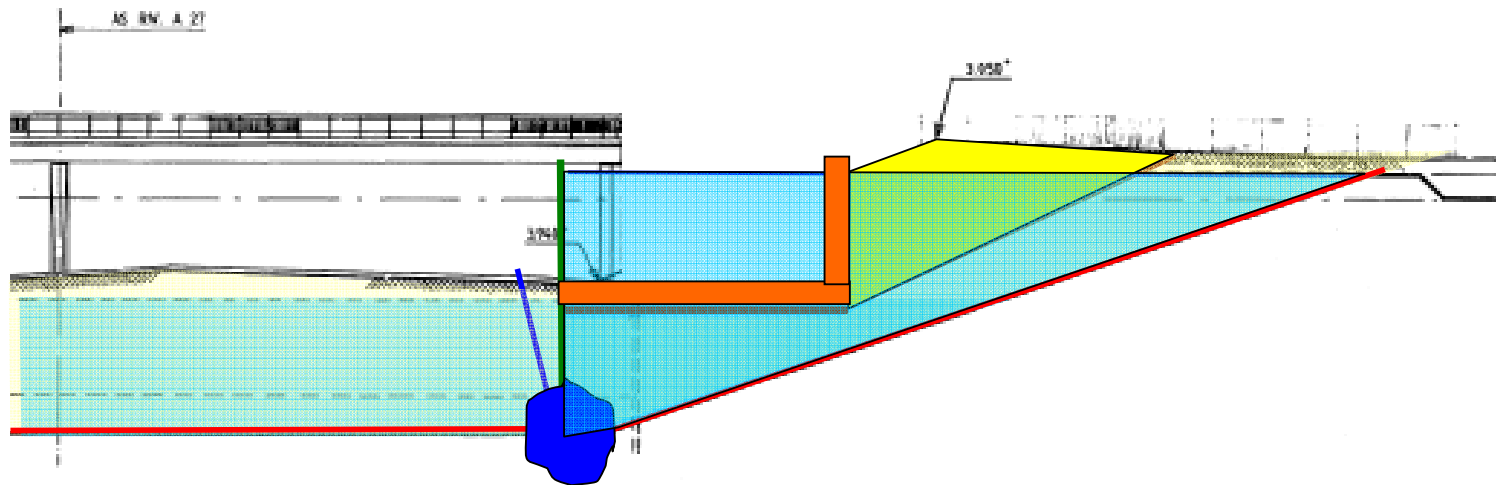
Fase 4 In den natte ontgraven belangrijk deel van het talud



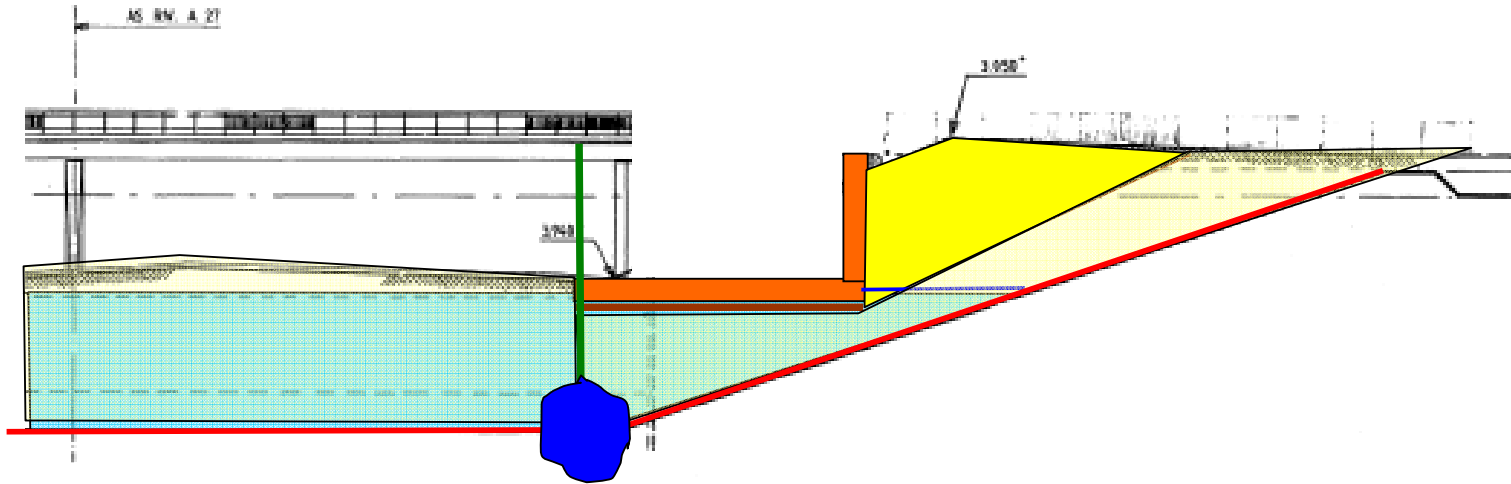
Fase 5 Aanbrengen zware vloer en wand (magnetietbeton)



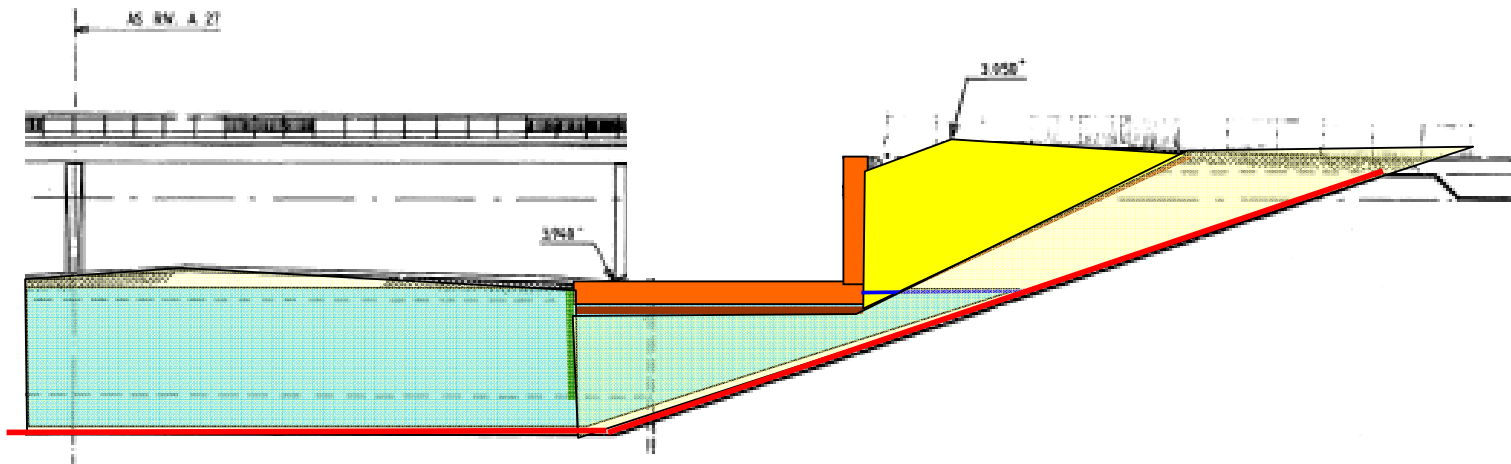
Fase 6 Aanvullen rechterzijde met zand



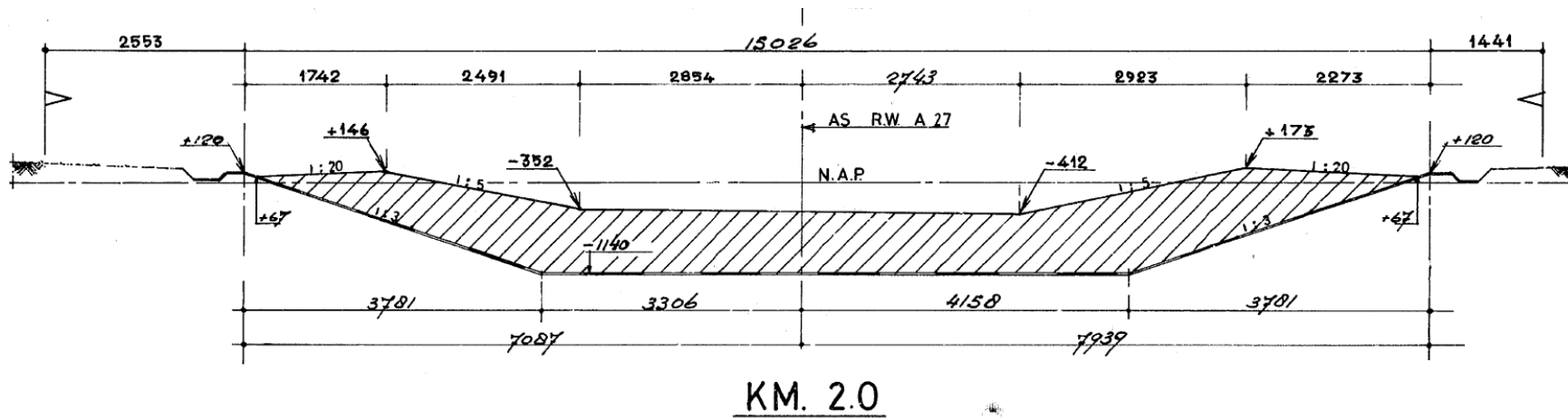
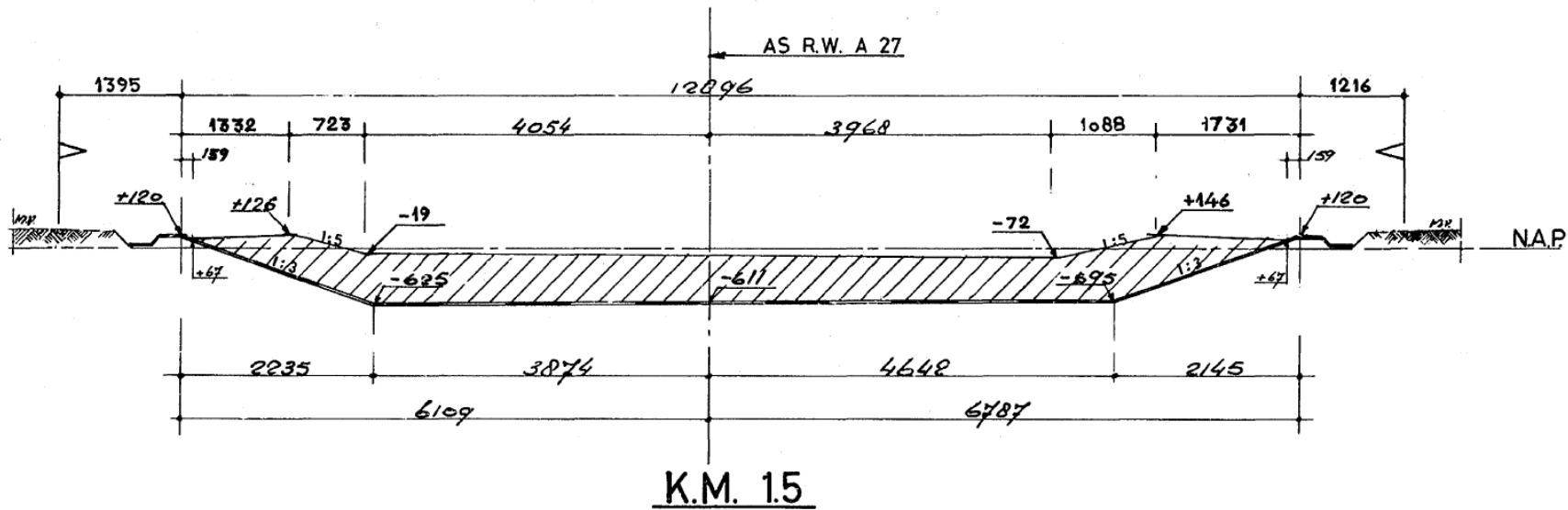
Fase 7 Verlagen waterpeil rechts van damwand tot polderpeil



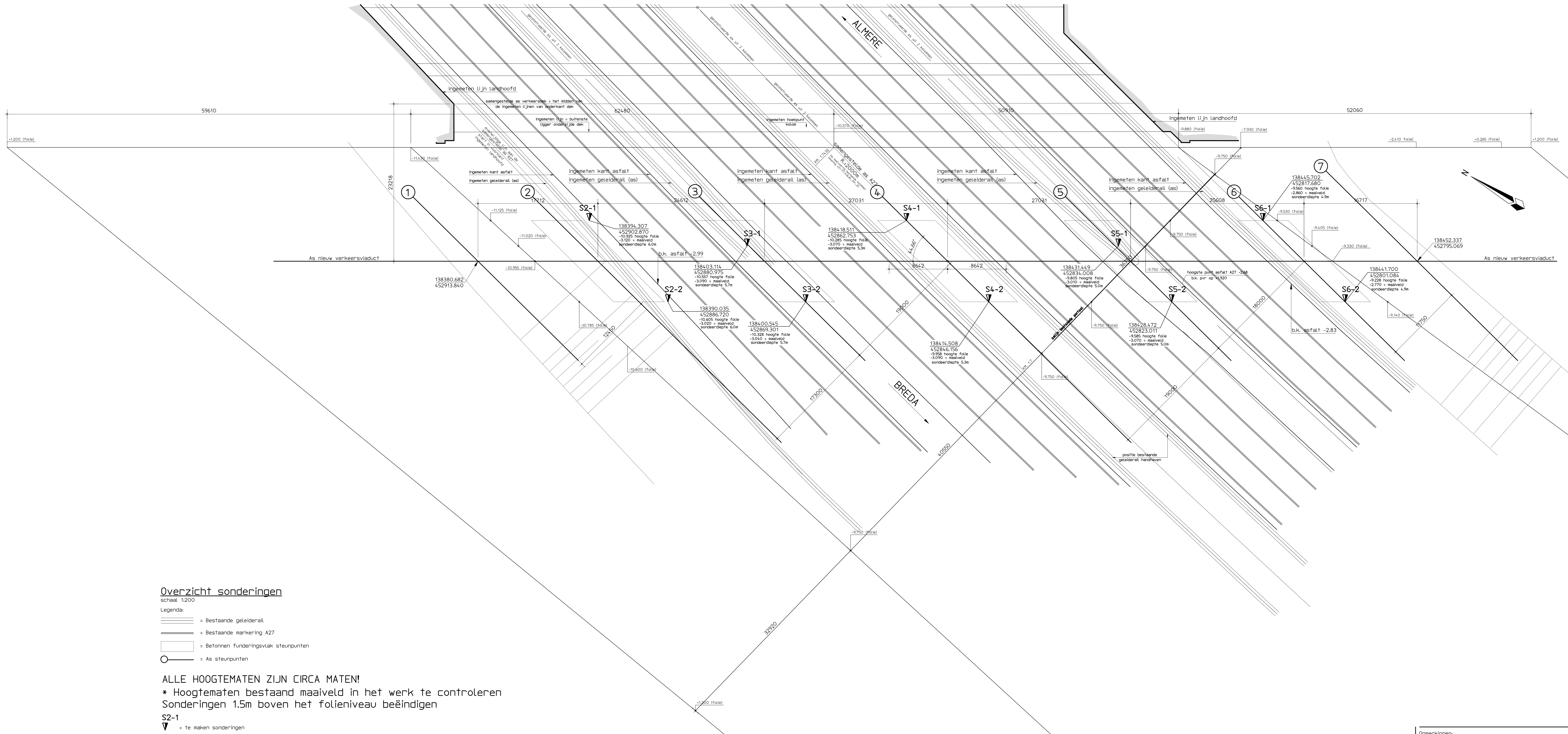
Fase 8 Dooien vrieslichaam damwand afbranden



BIJLAGE II Situatie en doorsneden folieconstructie



BIJLAGE III Beschikbaar grondonderzoek binnen folieconstructie



Overzicht sonderingen

schaal 1:200

Legenda:

- = Bestaande geleiderail
- = Bestaande markering A27
- = Betonnen funderingsvlak steunpunten
- = As steunpunten

ALLE HOOGTEMATEN ZIJN CIRCA MATEN!

* Hoogtematen bestaand maaiveld in het werk te controleren
Sonderingen 1.5m boven het folieniveau beëindigen

S2-1

▼ = te maken sonderingen

Sonderingen

| Nummer sondering | Maaiveldhoogte in m. (theoretisch) | Maximale diepte sondering t.o.v. N.A.P. in m. | Maximale diepte sondering vanaf mv. in m. t.o.v. theoretisch maaiveldniveau * | Uit te voeren diepte sondering vanaf mv. in m. t.o.v. theoretisch maaiveldniveau * |
|------------------|------------------------------------|---|---|--|
| S2-1 | -3.120 | -9.425 | 6.305 | 6.000 |
| S2-2 | -3.020 | -9.105 | 6.089 | 6.000 |
| S3-1 | -3.090 | -9.057 | 5.967 | 5.700 |
| S3-2 | -3.040 | -8.828 | 5.788 | 5.700 |
| S4-1 | -3.070 | -8.785 | 5.715 | 5.300 |
| S4-2 | -3.090 | -8.458 | 5.368 | 5.300 |
| S5-1 | -3.010 | -8.305 | 5.295 | 5.000 |
| S5-2 | -3.070 | -8.085 | 5.015 | 5.000 |
| S6-1 | -2.860 | -8.060 | 5.200 (in talud) | 4.900 |
| S6-2 | -2.770 | -7.728 | 4.958 (in talud) | 4.900 |

Opmerkingen:

- Maten in millimeters, tenzij anders aangegeven.
- Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.
- Coördinaten in meters t.o.v. Rijksdriehoekstelsel.
- Hoeken in graden, tenzij anders aangegeven.
- Brontekeningen bestaande folieconstructie:
 - AM_155 = vak I Rietering (dd. 19-05-83)
 - AM_104B = Ovarsdoorsneden en lengteprofiel vak I (dd. 15-11-78)

Vrijgegeven door ontwerpplanner: J.A.G. Jansen

Versie: 05 Datum: 8-1-2010 Getekend: M.Bos
 Beschrijving:

Planoverzicht:

Gecontroleerd: Vrijgegeven:

heyman **ARCADIS**
 Infrastructuur, milieu, gebouwen

Graafschap 67
 5046 JZ Rossum
 Postbus 210
 0486 BR Rossum
 T +31(0)75 543 51 11
 F +31(0)75 543 93 00

Postbus 200
 3800 AE Amersfoort
 Tel 033 4711 000
 Fax 033 4722 000
 www.arcadis.nl

Opdrachtgever: ProRail Infraprojecten Utrecht, Moreelsepark **ProRail**
 Ontwerp: ARCADIS NEDERLAND B.V.
 Project: Vleugel Randsladspoor Utr-Lun-Hln
 Object: SBS 3.1.1 Viaduct over A27
 Onderwerp: Verkeersverbinding over de A27
 Overzicht sonderingen

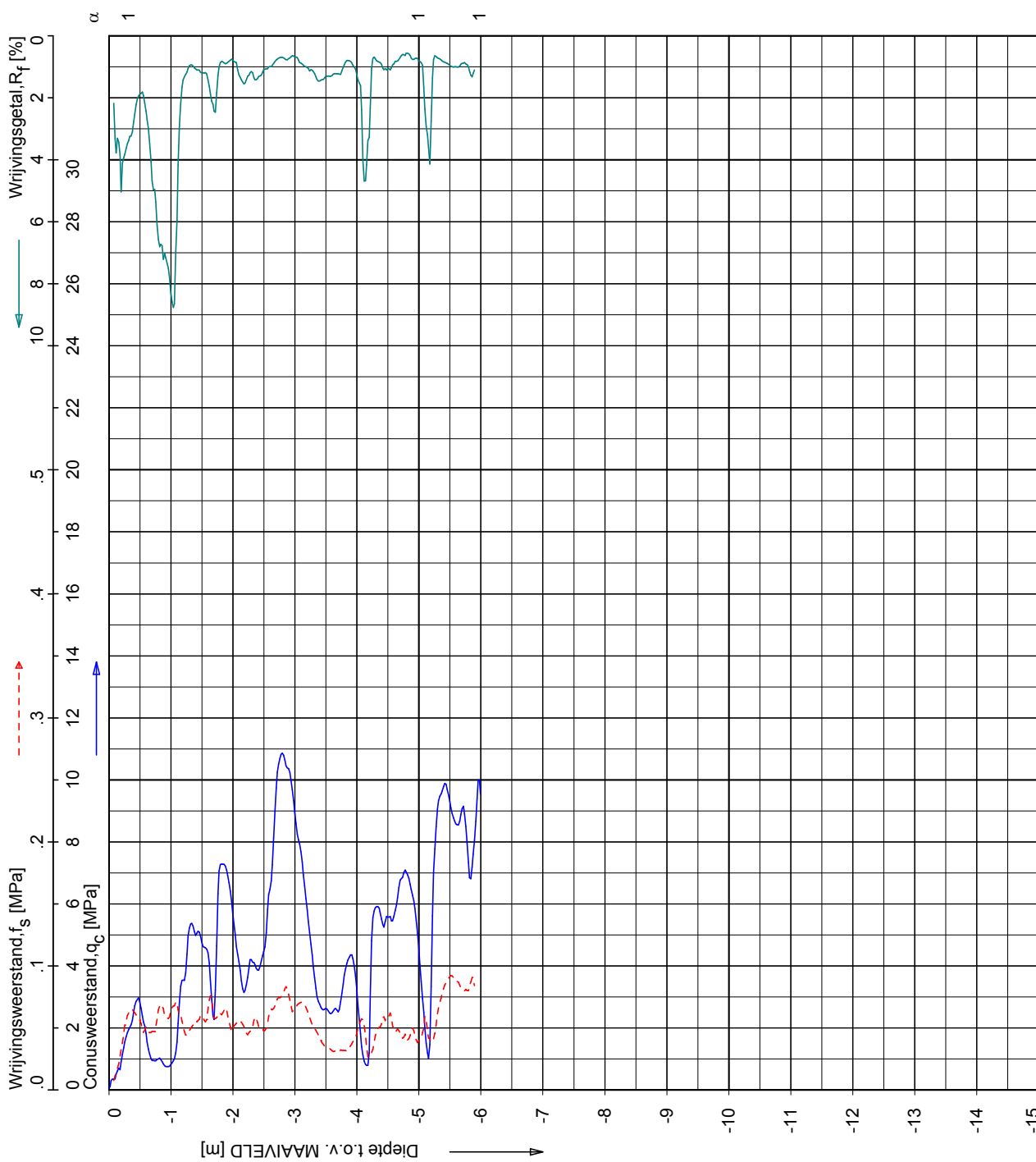
Fase: Definitief ontwerp
 Schaal: Zie tekening Divisie: Mobiliteit
 Bladformaat: A0 Status: In Beveiliging
 Contractnummer: Projectleider: Matthes,TJ
 Projectnummer: Tekeningnummer: Versie:

D04031.000032.0230 12-3.1.1-TEK-Geo-2000 0.5
 schaal: 1:17 m.sch: 3,6 m.w: 3,8



CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.

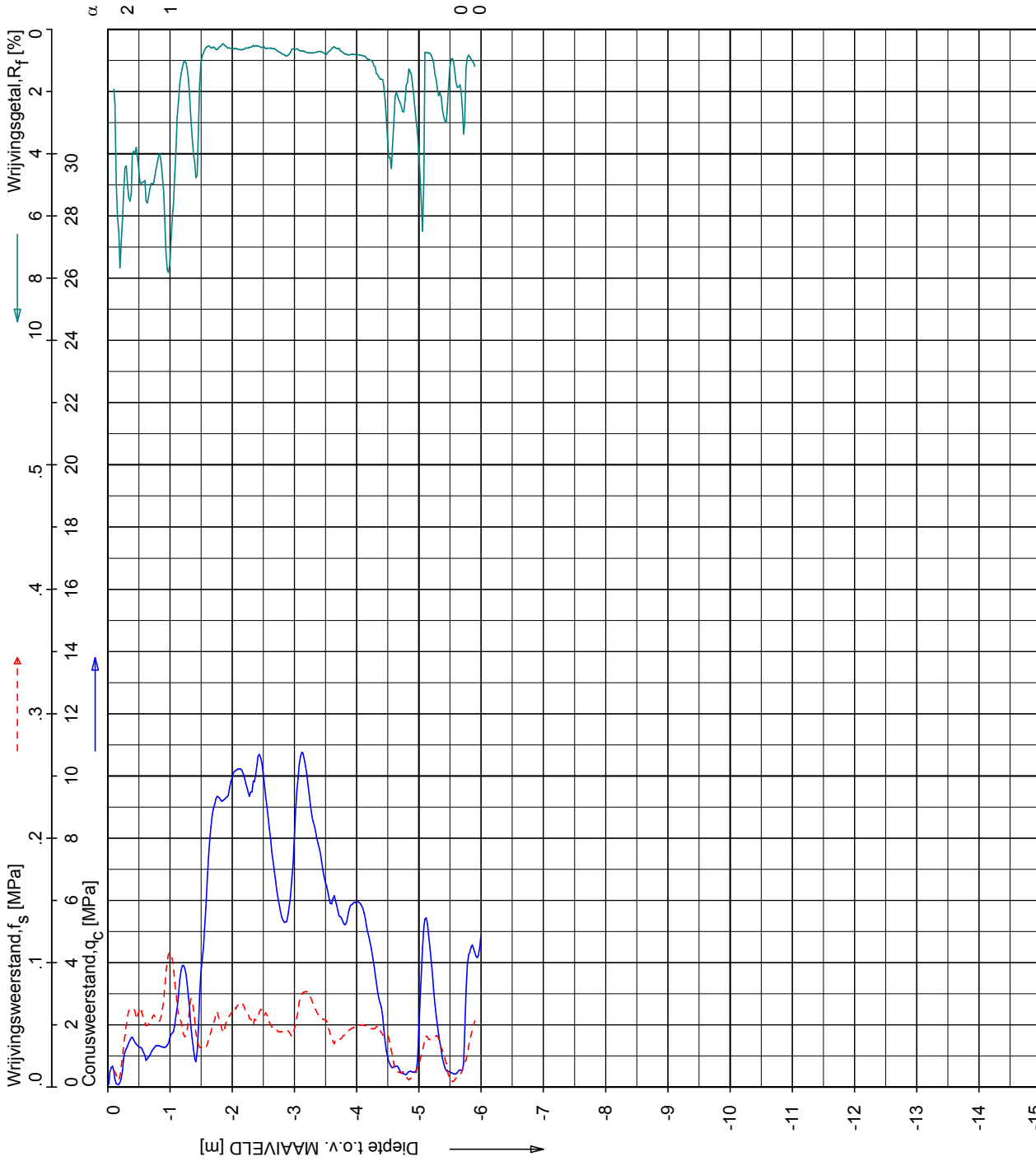
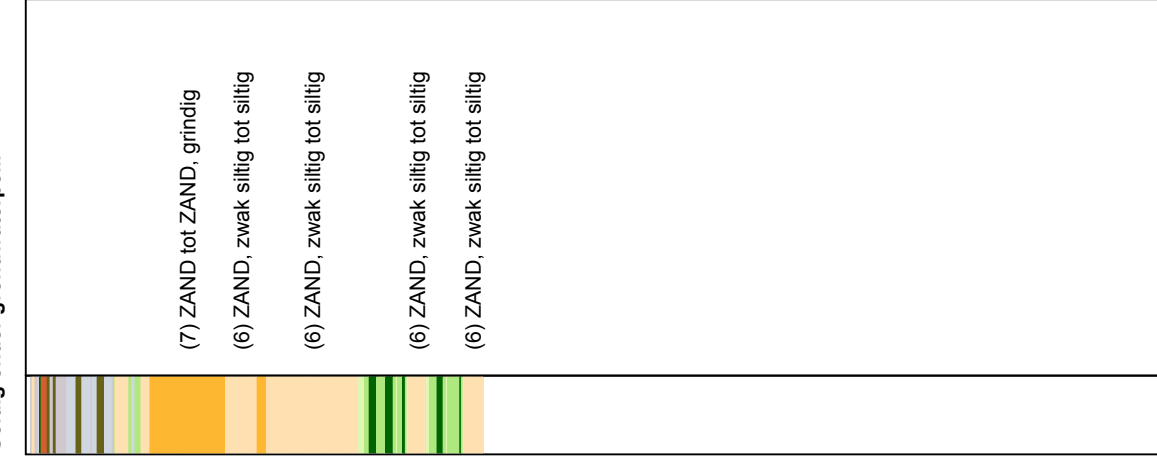
| | |
|--|----------------------------------|
| | (8) ZAND, vast / ZAND, kleilig |
| | (10) VEEN of POTKLEI |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |



Opg.: P.J.W./J.S.L. d.d. 18-Jan-2010
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21
 conus : F7.5CKE2/HAB
 X =
 Y =

 Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



Opg.: P.JW/JSJ d.d. 18-Jan-2010
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21
 conus : F7.5CKE2/HAB
 X =
 Y =
TUGRO
 Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

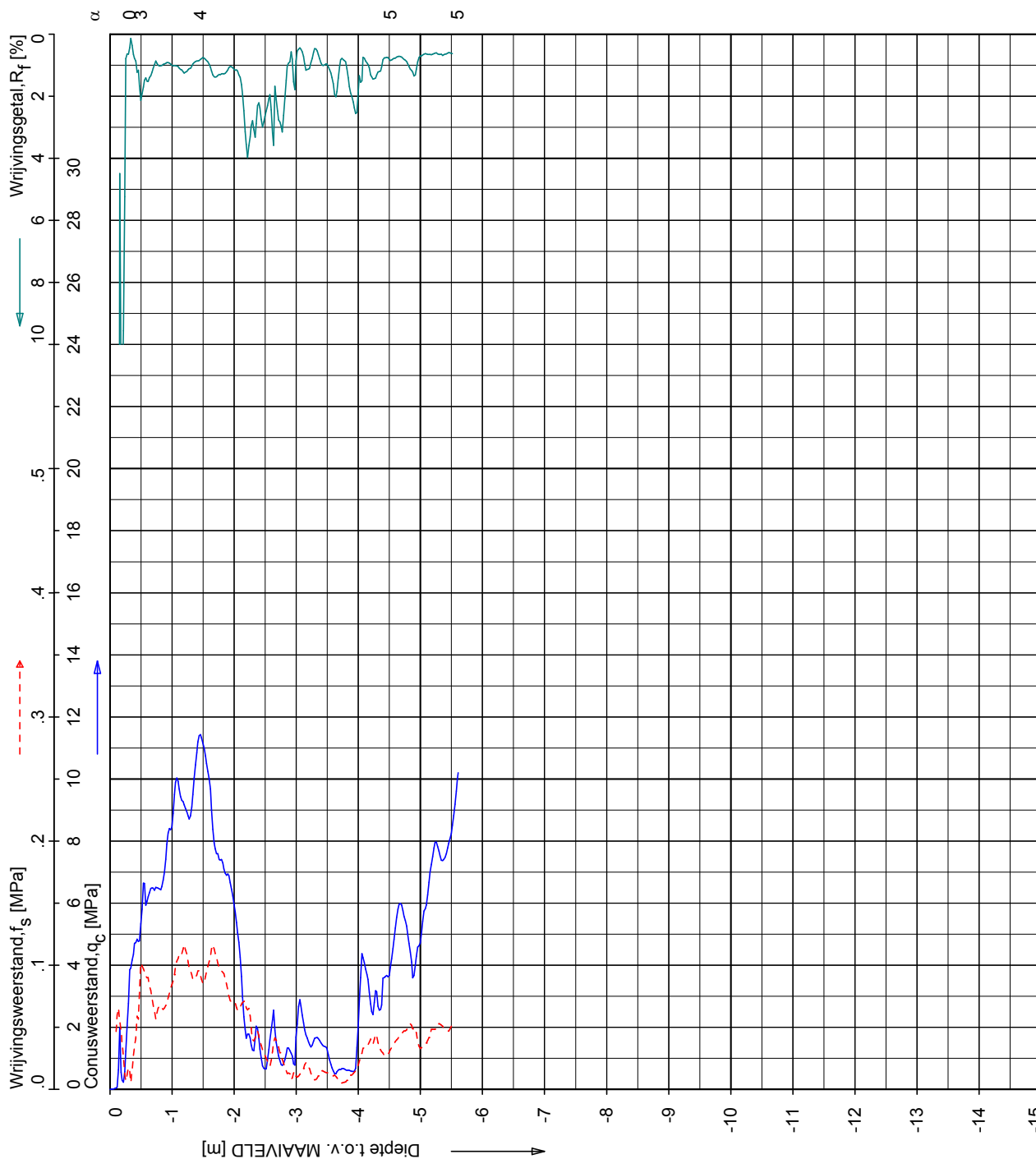
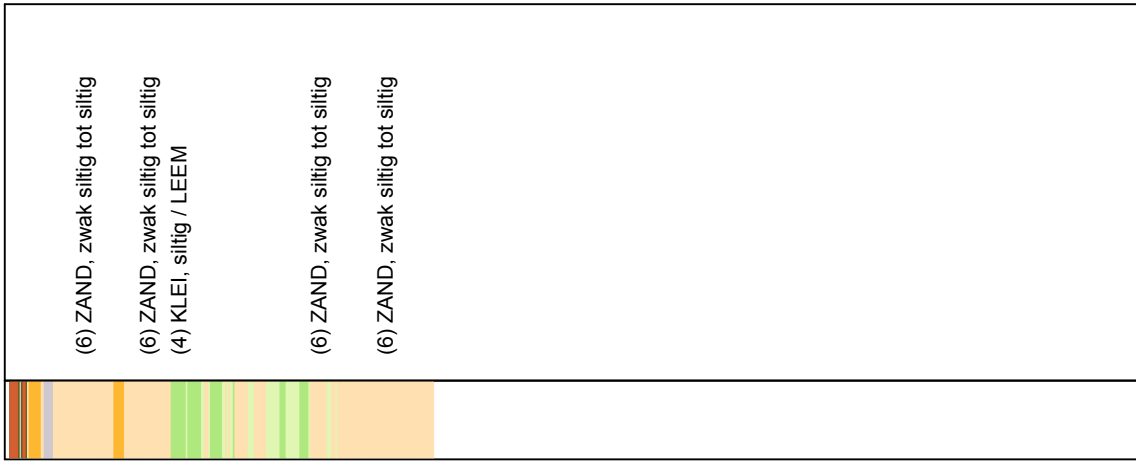
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S2-2

CPT data classificatie - indicatief

Classificatie gebaseerd op genormaliseerde conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



| | | | | | | | |
|--|---------|------|-------------|--------|--------------|-----|--|
| Opg.: | PJW/JSJ | d.d. | 19-Jan-2010 | conus: | F7.5CKE2/HAB | X = | |
| Get.: | KOOGERS | d.d. | 2010-01-21 | | | Y = | |
| Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm ² α afwijking van de vertikaal | | | | | | | |

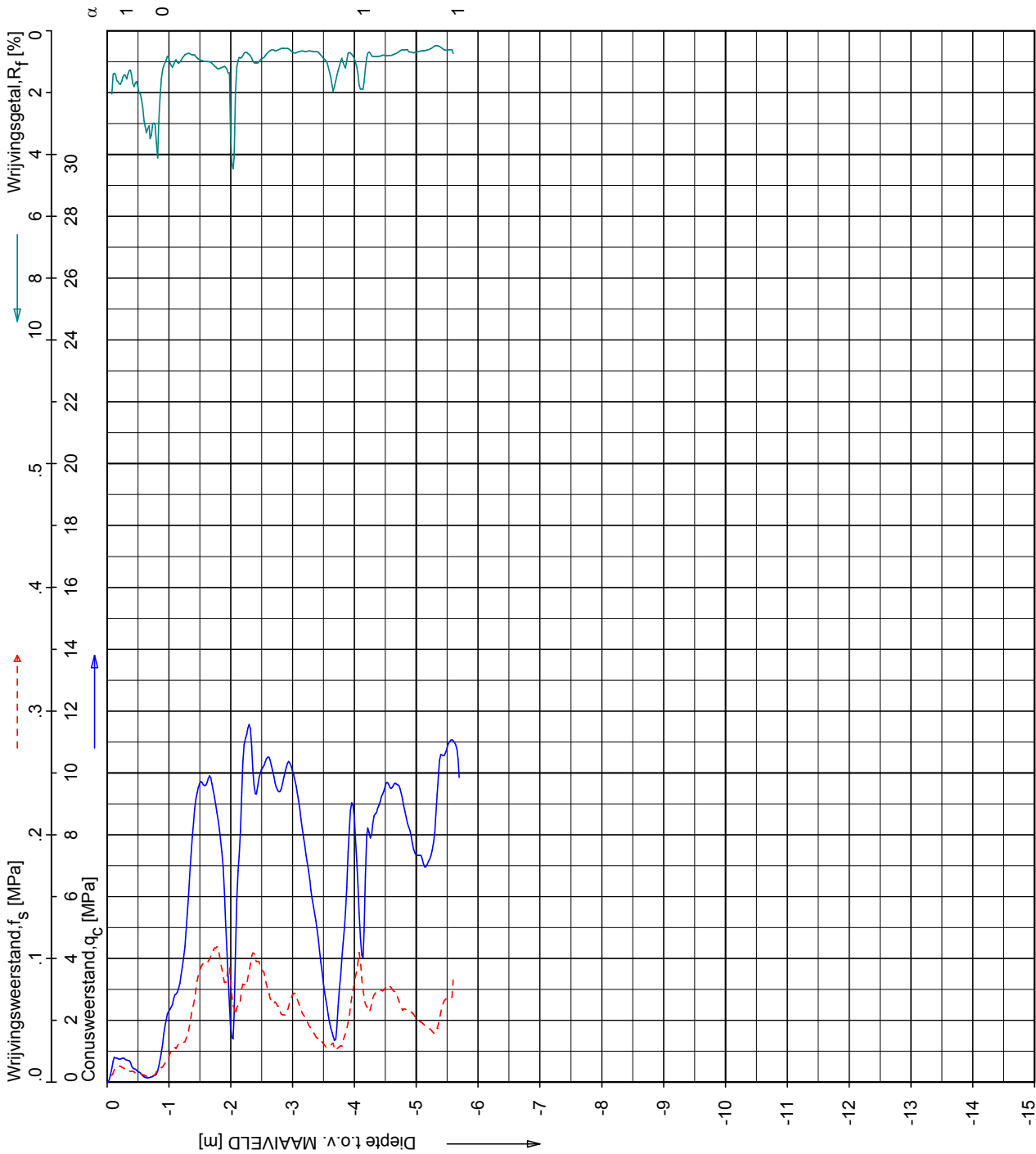


SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
Sond. S3-1

CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



2110-0015-000

S3-2 - 1



Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

Opg.: P.J.W./J.S.L. d.d. 19-Jan-2010 X = F7.5CKE2/HAB
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21 Y =

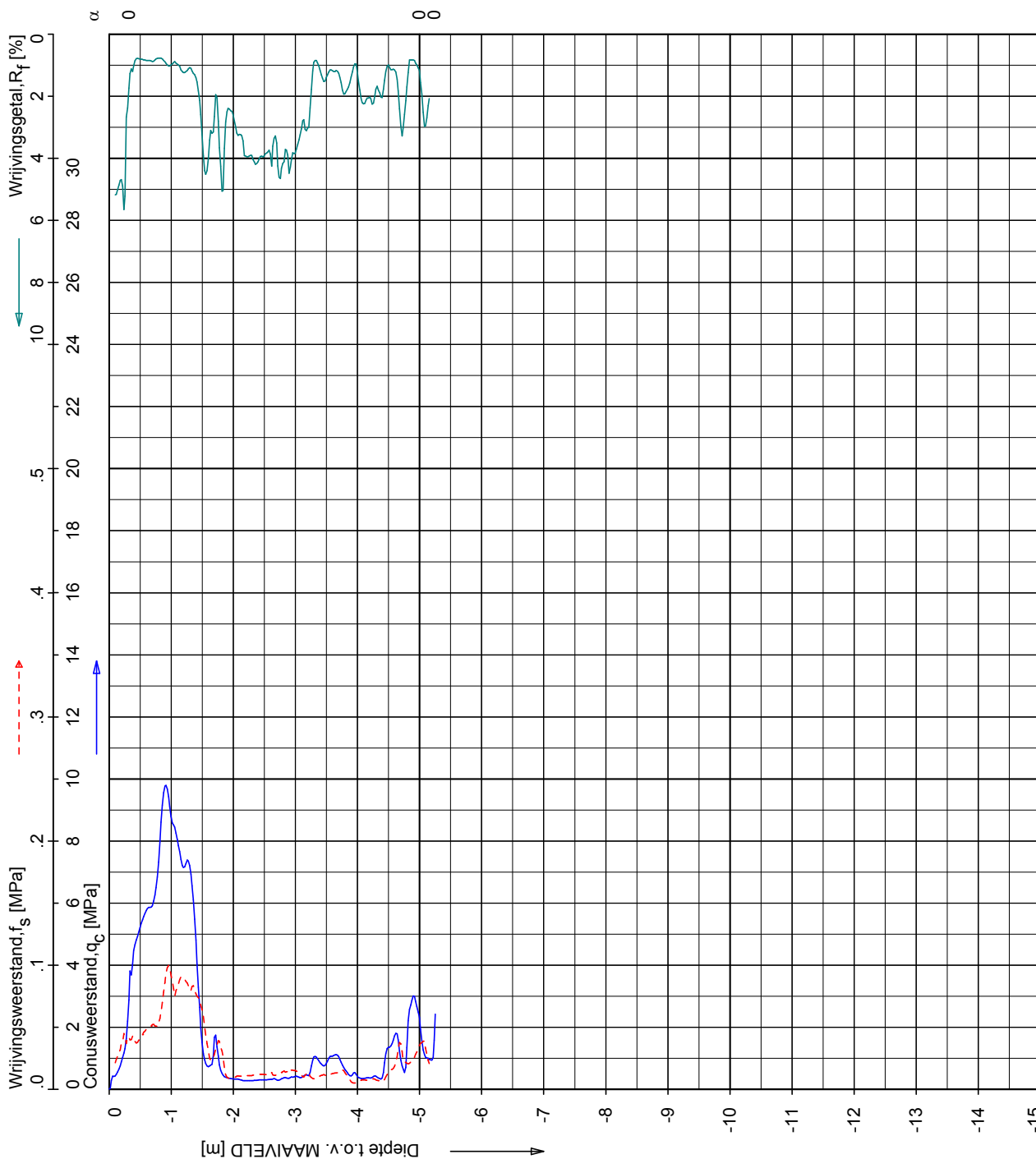
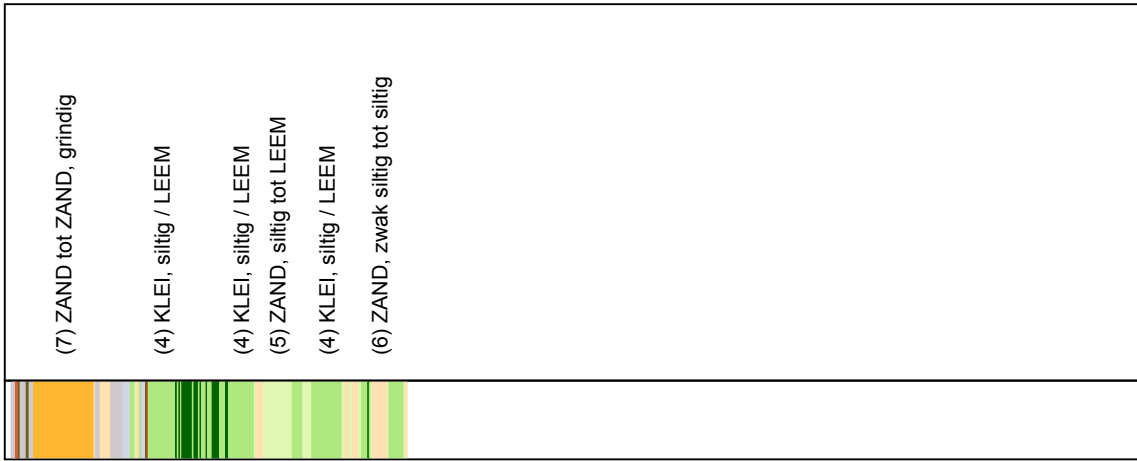
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S3-2

CPT data classificatie - indicatief

Classificatie gebaseerd op genormaliseerde conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

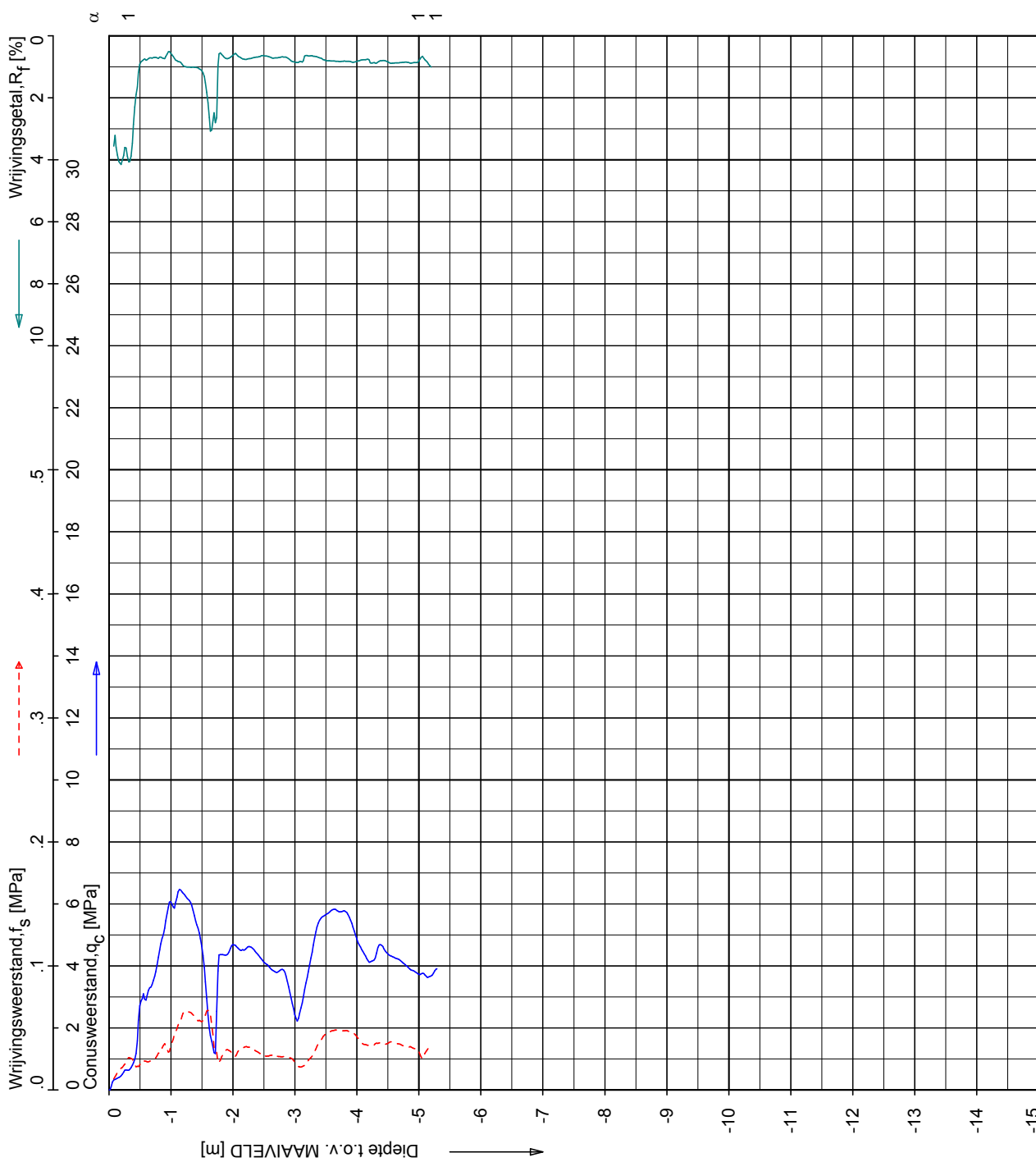
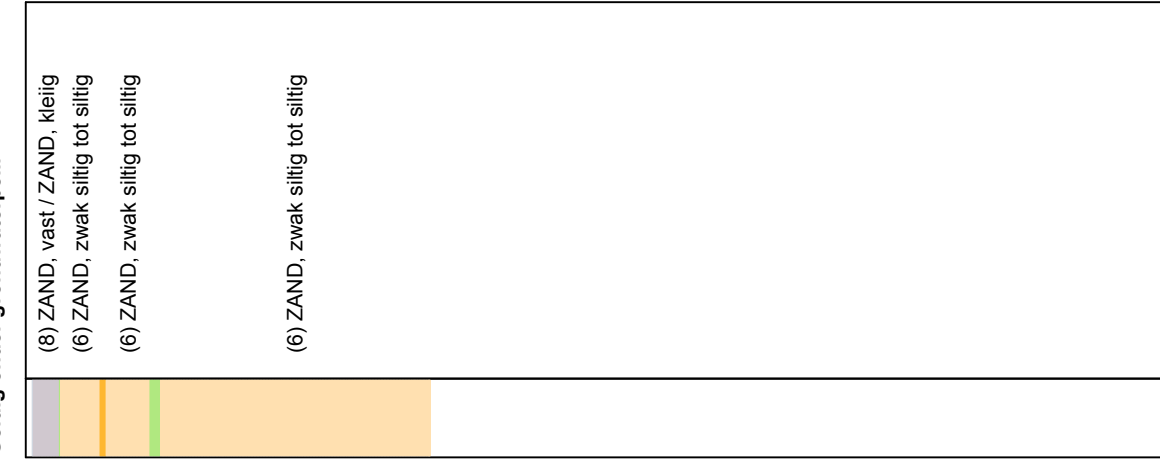
Opg.: P.J.W./J.S.L d.d. 20-Jan-2010 X = F7.5CKE2/HAB
Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21 Y =

SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
Sond. S4-1

CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



2110-0015-000

S4-2 - 1

| | | | | | | | |
|---|---------|------|-------------|--------|--------------|-----|--|
| Opg.: | PJW/JSJ | d.d. | 20-Jan-2010 | conus: | F7.5CKE2/HAB | X = | |
| Get.: | KOOGERS | d.d. | 2010-01-21 | | | Y = | |
| Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm ² α afwijking van de vertikaal | | | | | | | |



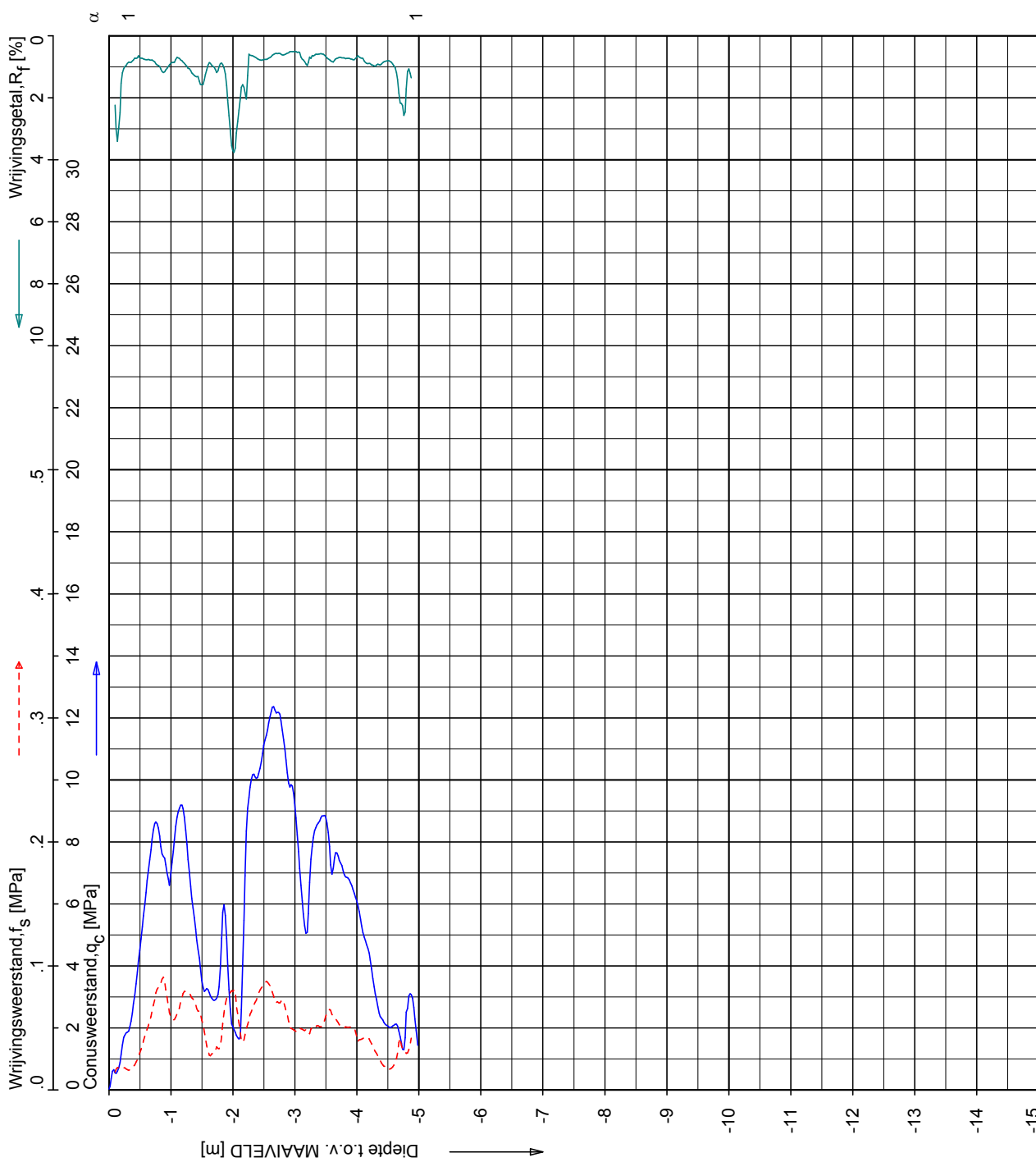
SONDERING MET PLAAATSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S4-2

CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.

| | |
|--|----------------------------------|
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |
| | (8) ZAND, vast / ZAND, kleilig |
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (7) ZAND tot ZAND, grindig |
| | (6) ZAND, zwak siltig tot siltig |



2110-0015-000

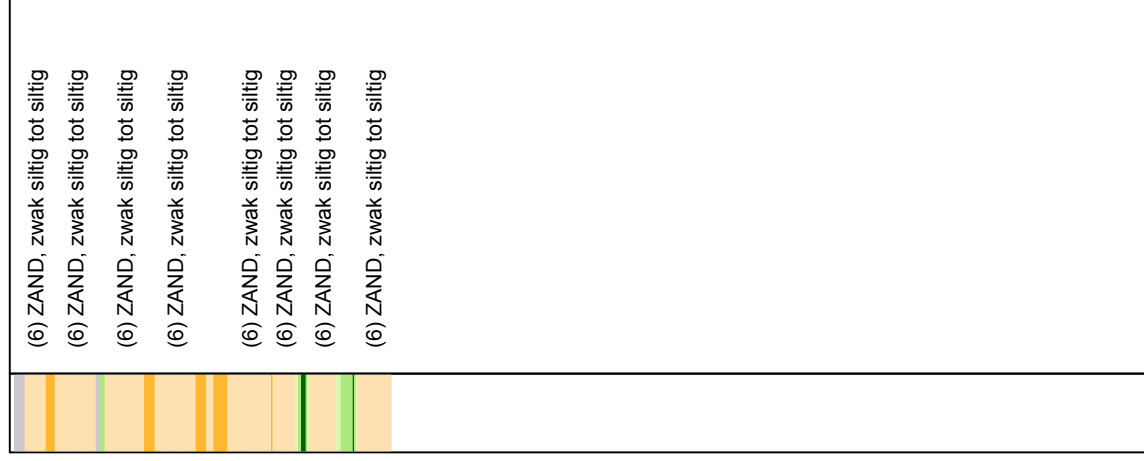
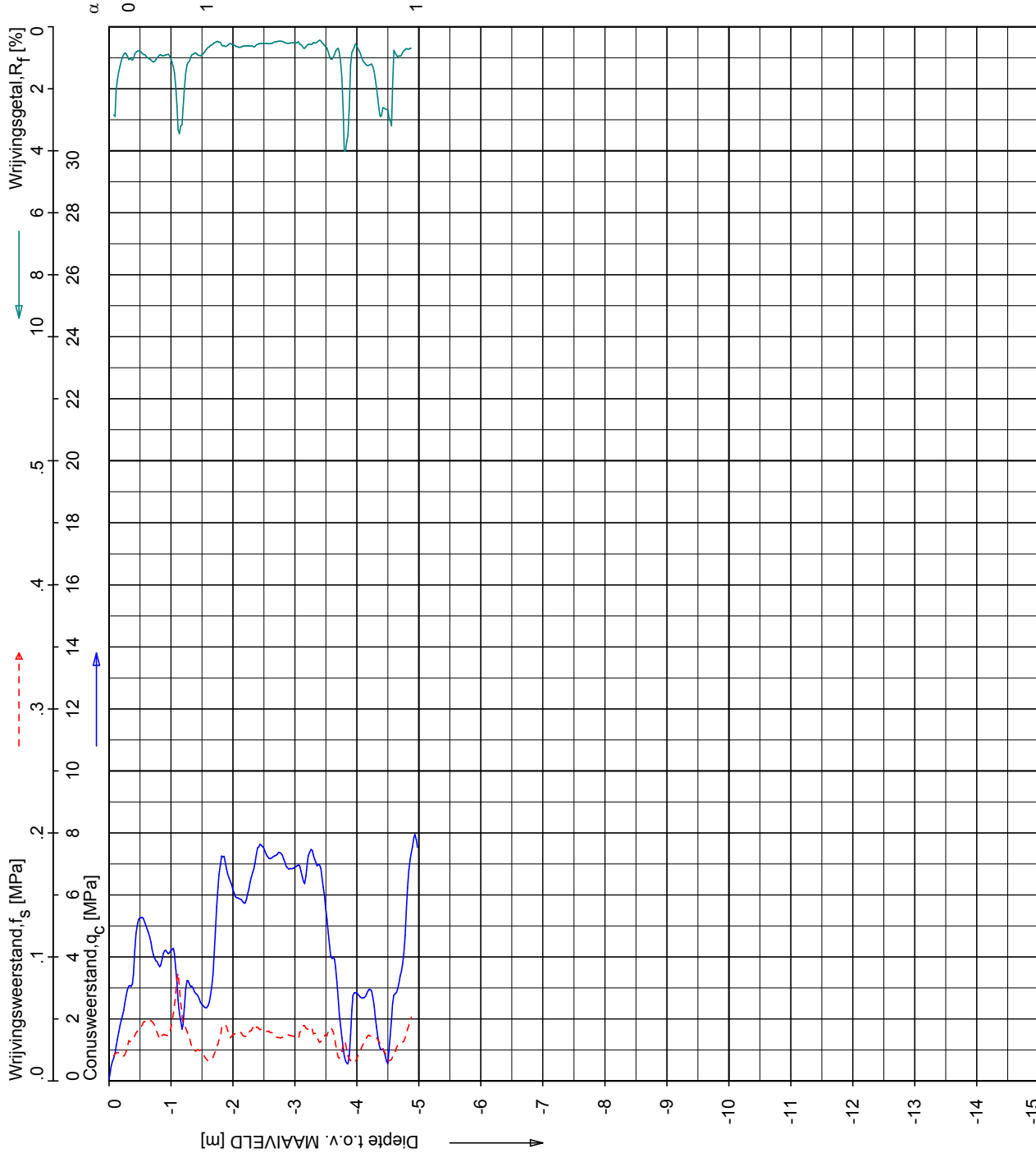
Opg.: P.JW./JSL d.d. 20-Jan-2010
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21
 conus : F7.5CKE2/HAB
 X =
 Y =

TUGRO
 Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING
 GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT
 Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S5-1

CPT data classificatie - indicatief

Classificatie gebaseerd op genormaliseerde conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



2110-0015-000

SS-2 - 1

| | | | | | | | |
|-------|---------|------|-------------|--------|--------------|-----|--|
| Opg.: | PJW/JSL | d.d. | 20-Jan-2010 | conus: | F7.5CKE2/HAB | X = | |
| Get.: | KOOGERS | d.d. | 2010-01-21 | | | Y = | |

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

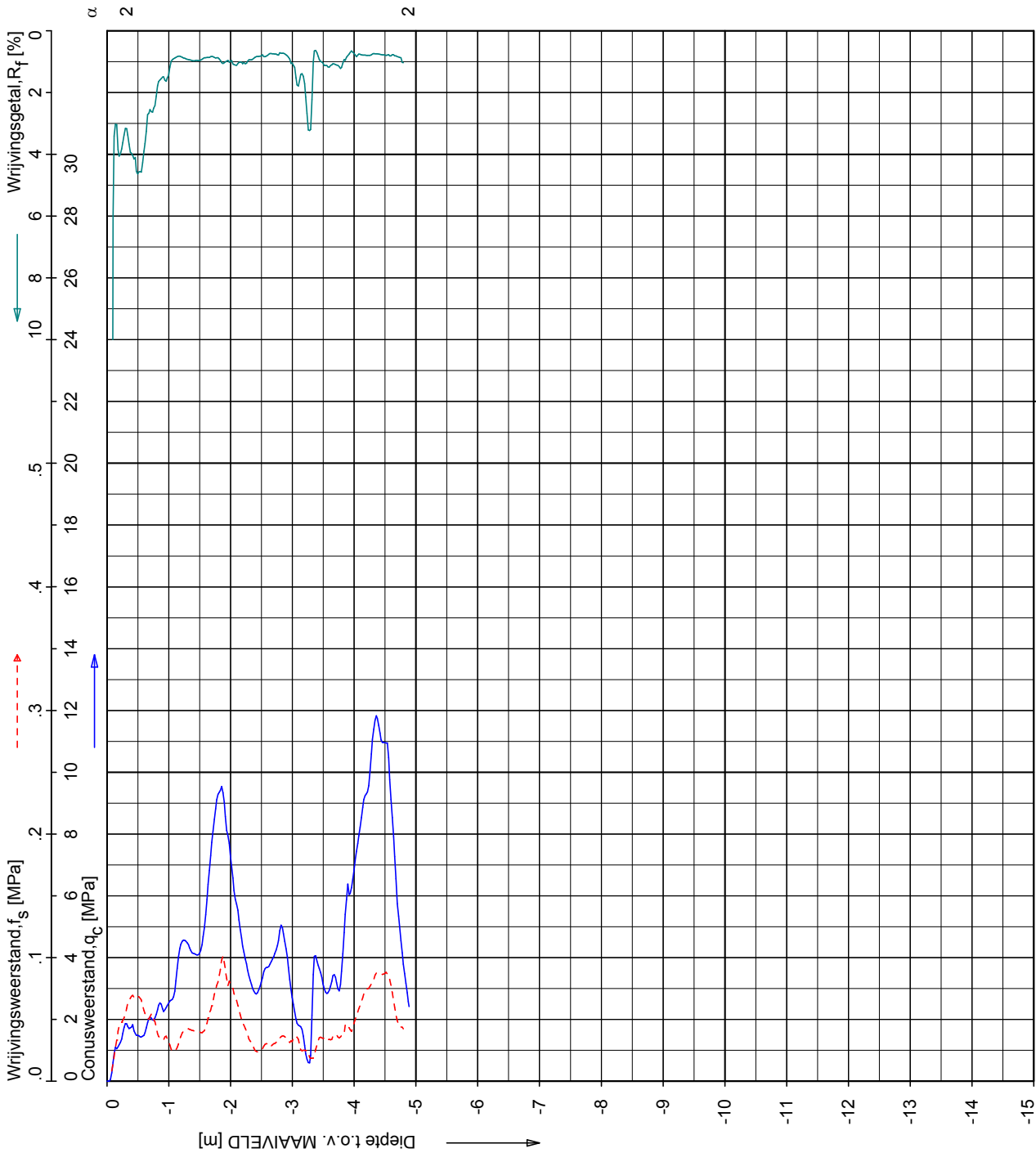


SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
Sond. S5-2

CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



2110-0015-000

S6-1 - 1



Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm²
 α afwijking van de vertikaal

Opg.: P.J.W./J.S.L. d.d. 19-Jan-2010
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21
 conus : F7.5CKE2/HAB
 X =
 Y =

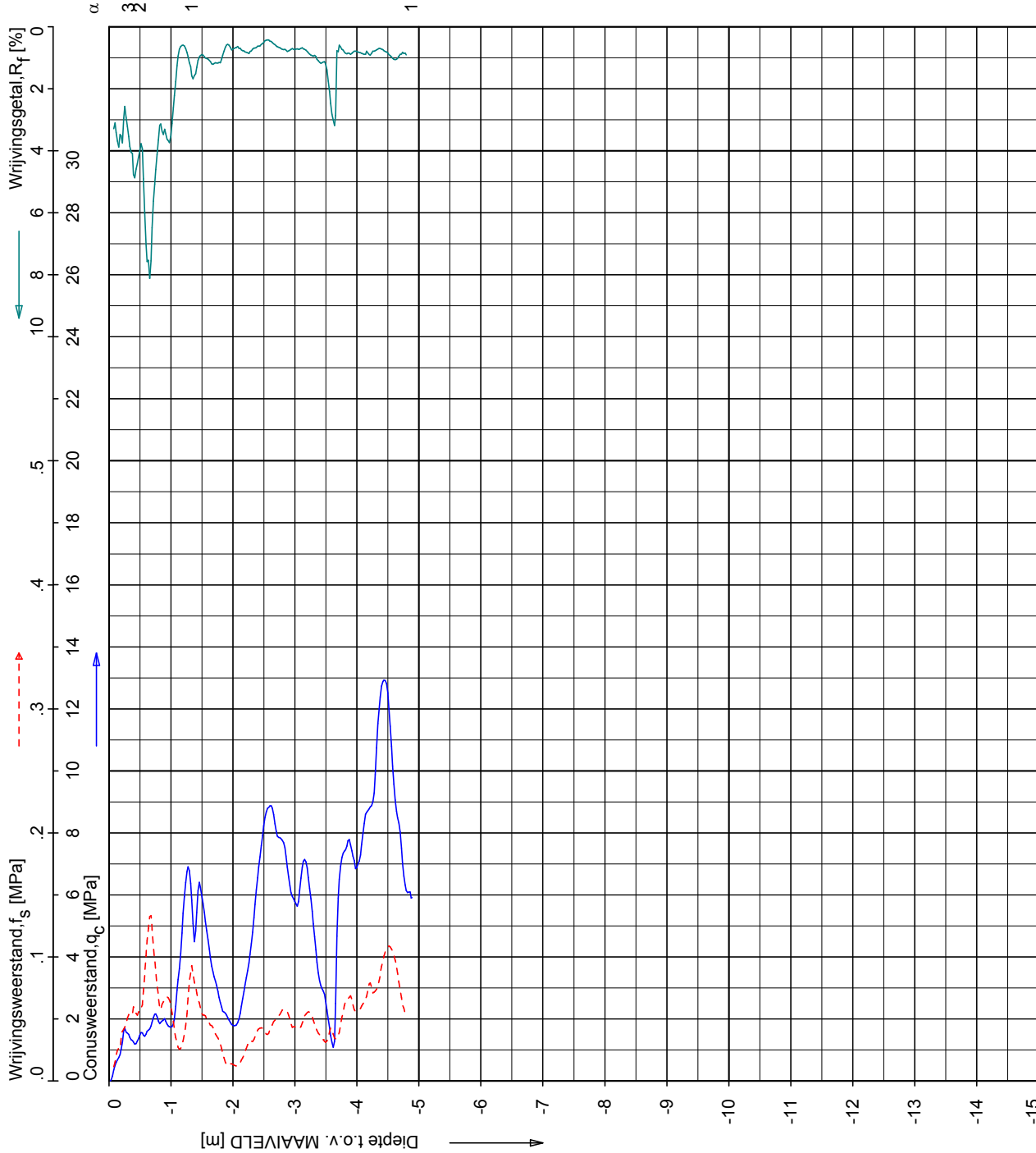
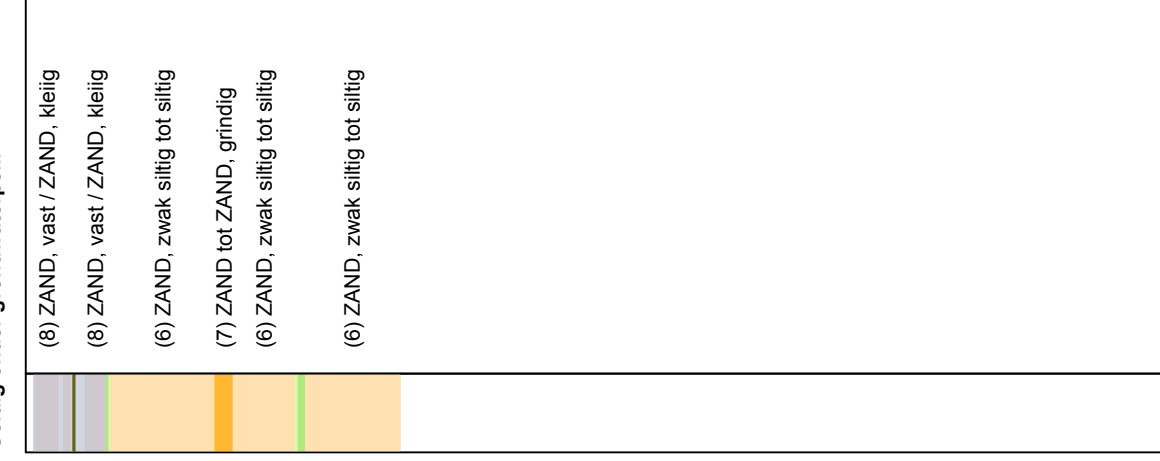
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S6-1

CPT data classificatie - indicatief

Classificatie gebaseerd op genormaliseerde conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg.: P.JW./JSL d.d. 19-Jan-2010
 Get.: KOOGERS d.d. 2010-01-21
 conus: F7.5CKE2/HAB
 X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2
 conus type cilindrisch elektrisch, 1500 mm α
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

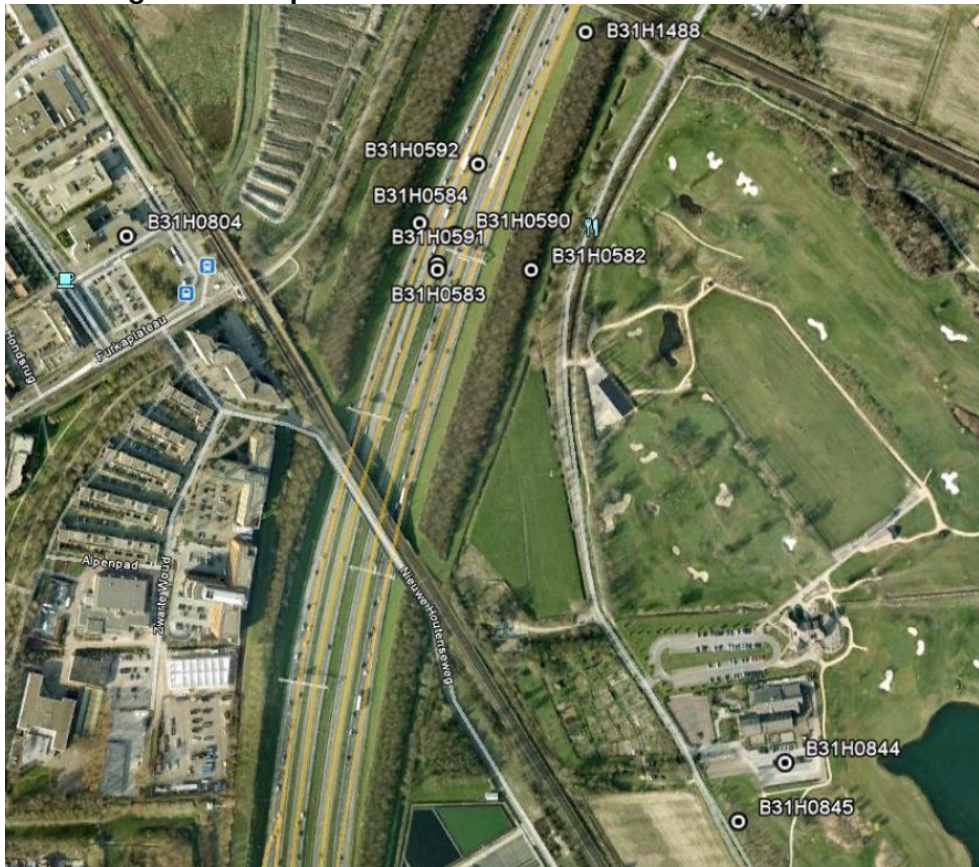
GRONDONDERZOEK T.B.V. NIEUW TE BOUWEN VIADUCT A27 TE UTRECHT

Opdr. 2110-0015-000
 Sond. S6-2

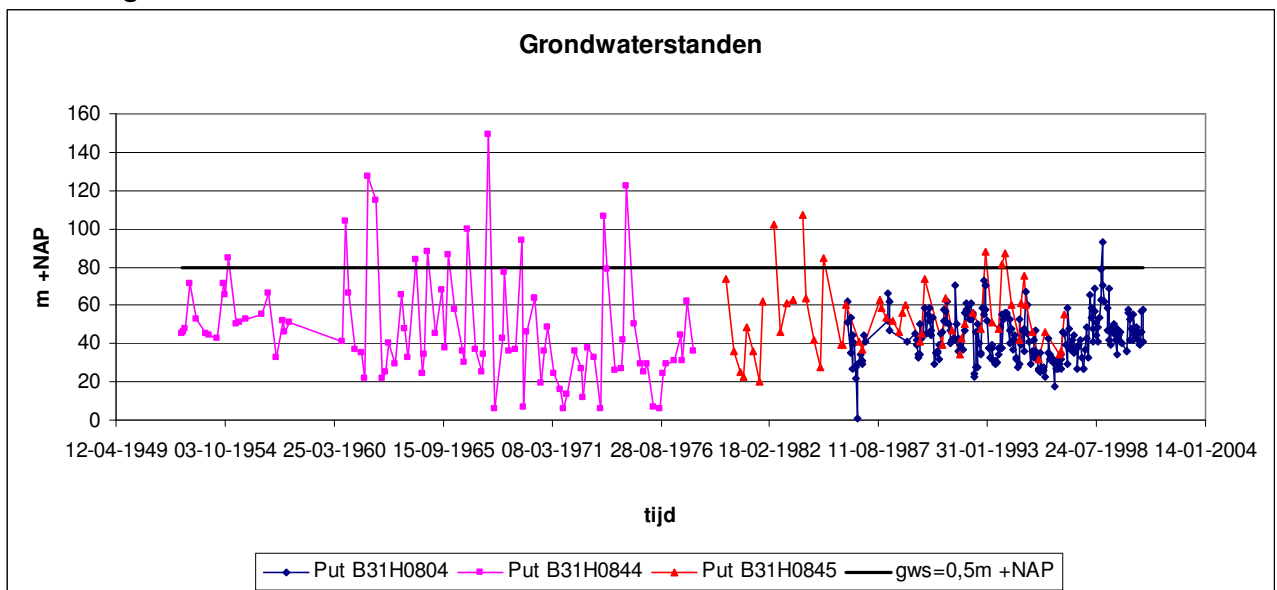
BIJLAGE IV Peilbuismetingen en indicatieve waterstanden omgeving

Op basis van de onderstaande peilbuizen is een maatgevende grondwaterstand afgeleid van NAP +0,80m. In afbeelding 1 zijn de locaties van de peilbuizen weergegeven. In afbeelding 2 zijn de waterstanden weergegeven.

afbeelding 1. Locatie peilbuizen



afbeelding 2. Waterstanden

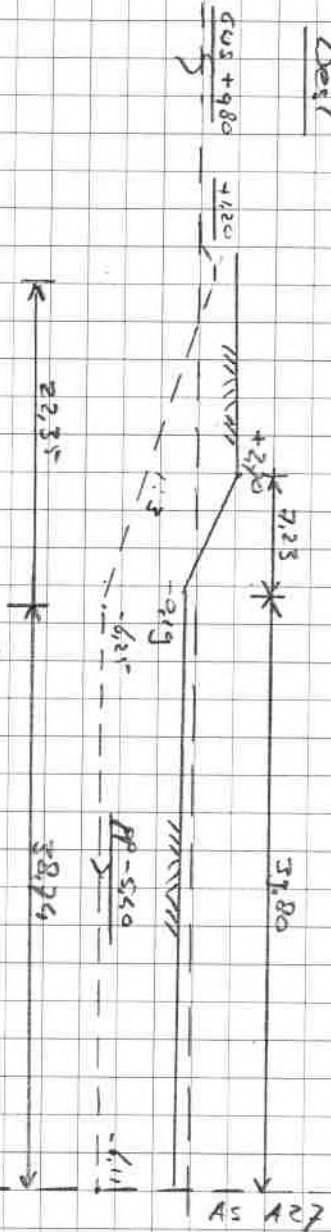


BIJLAGE V Geometrische uitwerking rekensneden, uitvoeringswijze en drukken

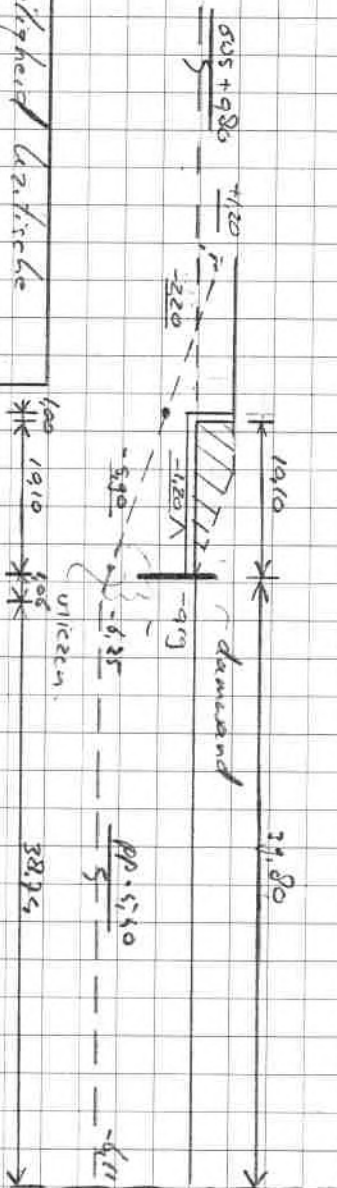
projectnummer _____
 door _____
 datum _____
 nummer _____

Verbreiding Toetspolder om 15 (oandke)

West



Huidige sterke oegunstigste zijde (West)



Opbouwtoerustingheid laatste
 punt: $\gamma = 1,70$ Bouwzake

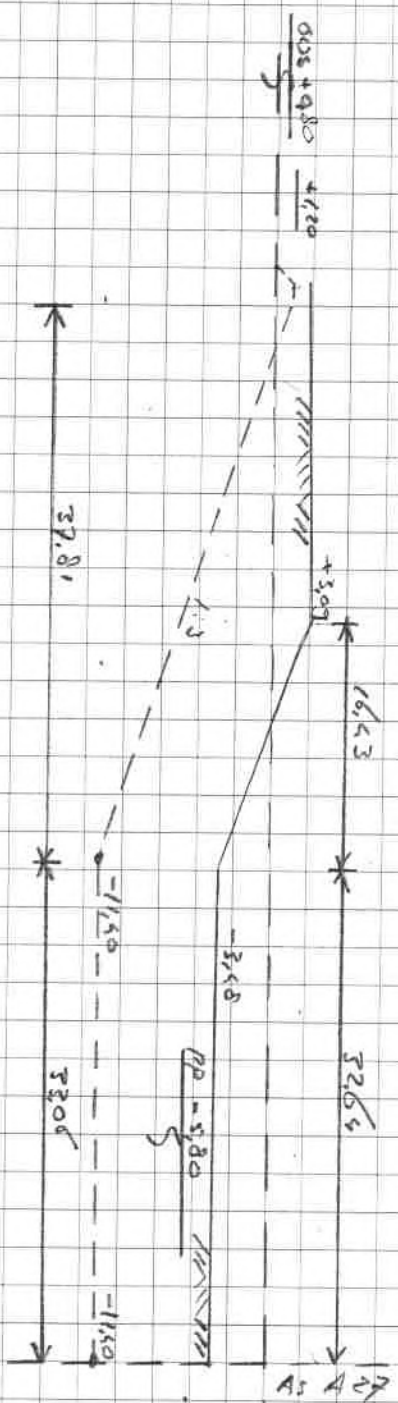
→ $(9,80 - 2,20) \times 1,10 =$
 $9,9 + (-1,20 - 2,20) \times 1,10 = 12,9 \text{ km}^2$

→ Waterstand $\frac{12,9}{9,10} - 1,10 = +0,15$
 m NAP

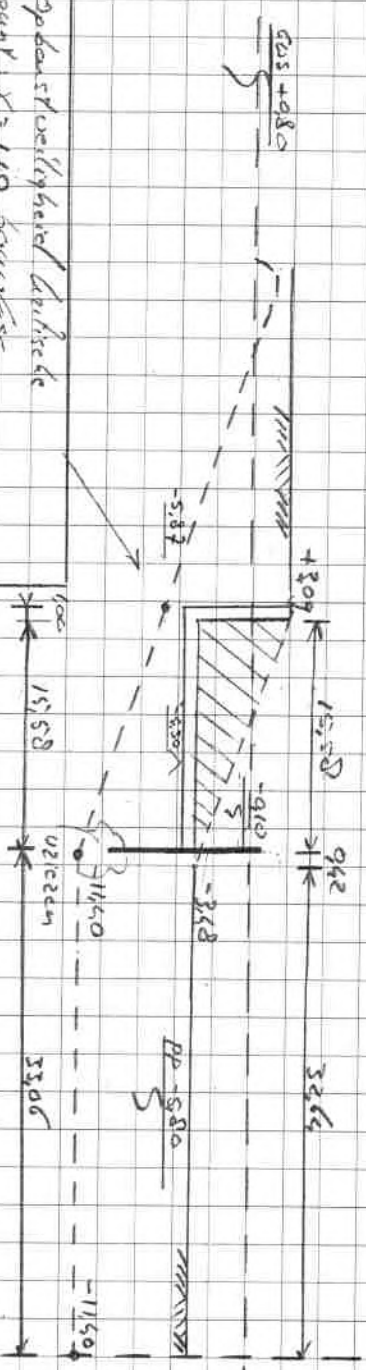
Uitbreiding met 19,10 meter (maximaal)

projectnummer _____
 door _____
 datum _____
 nummer _____

Verbeding totispedder van 20 (digo)



Handige streek organische egde (best)



Opbouw veiligheid berisde part l = 110
 $(9.80 - (-5.87)) \times 110 = 99 + (-4.50 - (-5.87)) \times 19$
 $= 43.27 \text{ km}^2$
 $\rightarrow \text{verliefstand} \frac{43.27}{0.10} = 4350 = 40.5 \text{ MVA}$

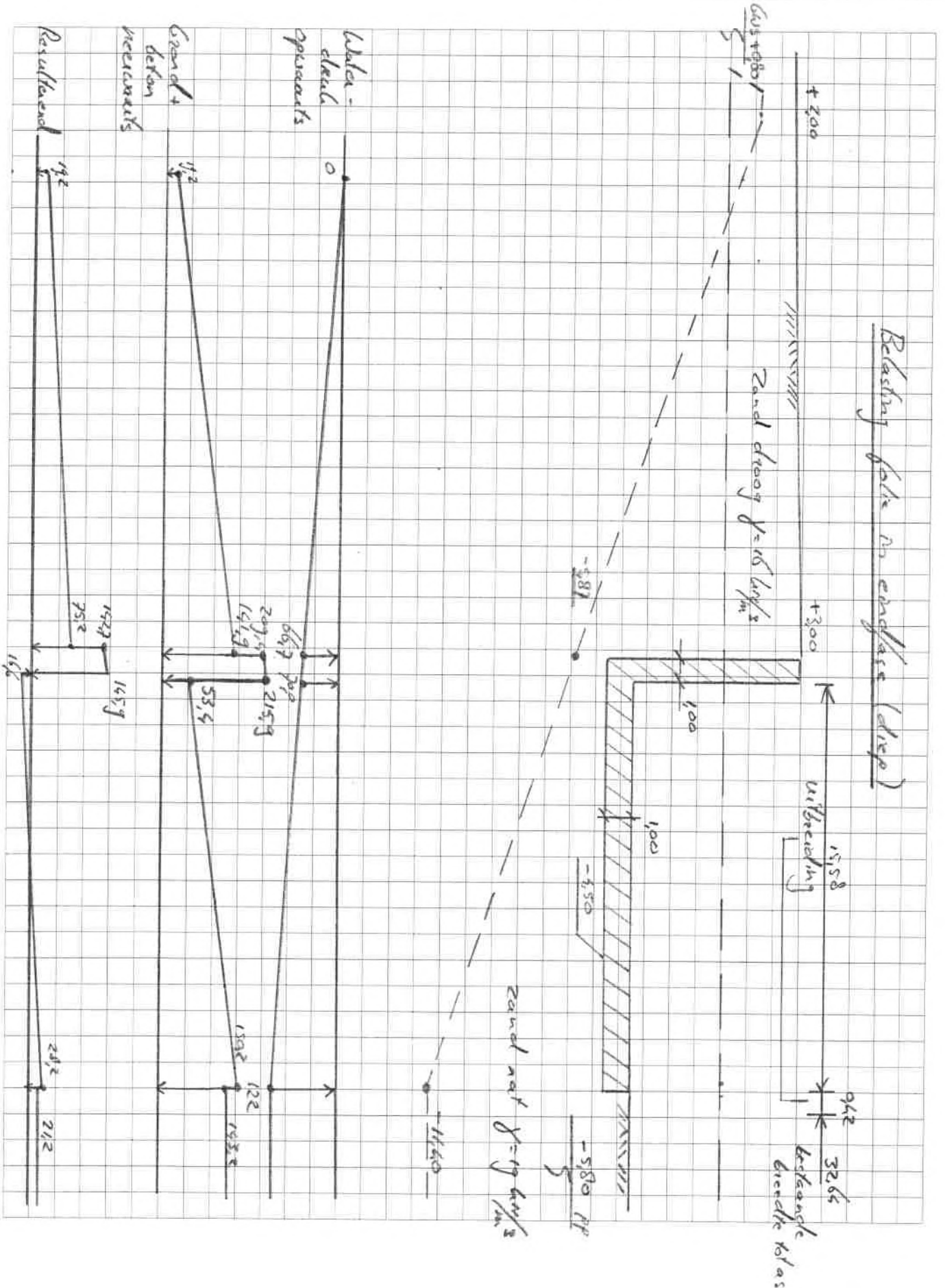
Clitberiding met 15.00 meter

projectnummer _____

door _____

datum _____

nummer _____



BIJLAGE VI Resultaten indicatieve MSheet berekeningen

Rapport voor MSheet 8.2

Ontwerp van Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Witteveen+Bos

Datum van rapport: 9/16/2010
Tijd van rapport: 3:33:45 PM

Datum van berekening: 9/16/2010
Tijd van berekening: 3:31:37 PM

Bestandsnaam: d:\..MSheet berekeningen\definitief\RW1809-106 km 15 definitief

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

1 Inhoudsopgave

| | |
|---|---|
| 1 Inhoudsopgave | 2 |
| 2 Overzicht | 3 |
| 2.1 Overzicht per Fase en Toets | 3 |
| 2.2 Totale Stabiliteit per Fase | 3 |
| 2.3 CUR Verificatiestappen | 4 |
| 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen | 5 |
| 3.1 Algemene Invoergegevens | 5 |
| 3.2 Damwandeigenschappen | 5 |
| 3.3 Rekenopties | 5 |
| 4 Overzicht Fase 1: damwand aanbrengen | 7 |
| 5 Overzicht Fase 2: waterstand verhogen | 8 |
| 6 Overzicht Fase 3: ontgraven in natte | 9 |

2 Overzicht

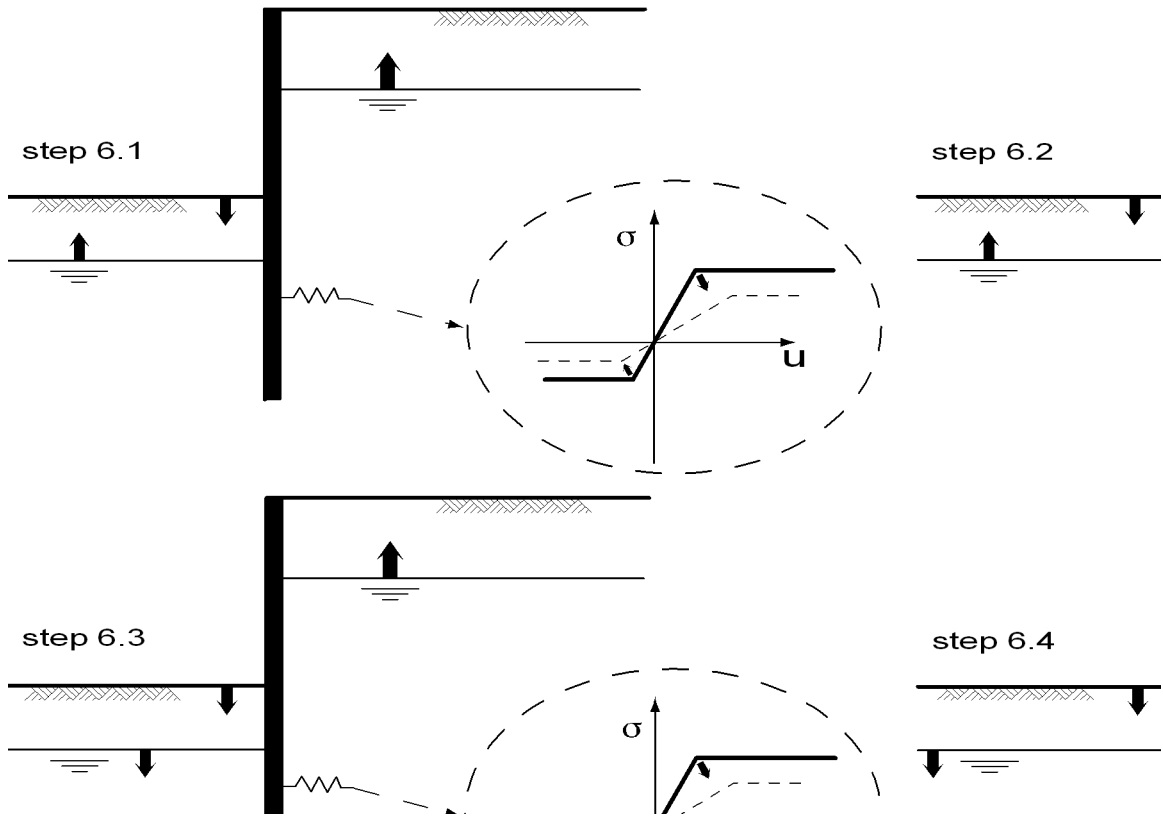
2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaatsing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-Kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|----------|-------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | 0,6 | 0,7 | 0,0 | 20,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | 0,5 | -0,7 | 0,0 | 20,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | 0,6 | 0,7 | 0,0 | 20,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | 0,5 | -0,7 | 0,0 | 20,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 0,8 | 2,0 | 1,6 | 0,0 | 12,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | 2,4 | 2,0 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | -24,1 | -15,5 | 0,0 | 36,7 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | -23,4 | -15,4 | 0,0 | 36,7 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -24,1 | -15,5 | 0,0 | 36,7 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -23,4 | -15,4 | 0,0 | 36,7 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 3,0 | -9,7 | -8,0 | 0,0 | 20,4 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | -11,7 | -9,6 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | -25,3 | -16,0 | 0,0 | 34,3 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | -24,3 | -15,8 | 0,0 | 34,3 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -25,3 | -16,0 | 0,0 | 34,3 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -24,3 | -15,8 | 0,0 | 34,3 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 2,6 | -9,3 | -7,9 | 0,0 | 19,4 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | -11,1 | -9,5 | | | |
| Max | | 3,0 | -25,3 | -16,0 | 0,0 | 36,7 | --- |

2.2 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|--------------------|------------------------|
| damwand aanbr... | 3,63 |
| waterstand verh... | 2,02 |
| ontgraven in natte | 5,73 |

2.3 CUR Verificatiestappen



3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

| | |
|--|------------------------|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 3 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m ³ |
| Aantal takken van de veer karakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veer karakteristiek | Nee |

3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|----------------|----------|
| Lengte | 6,10 m |
| Bovenkant | 1,20 m |
| Aantal secties | 1 |
| Pr;max;punt | 0,00 MPa |
| Ksifactor | 0,72 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Stijfheid EI [kNm ² /m'] | Werkende breedte [m] | Maximum moment [kNm/m'] |
|------------|---------|---------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| AZ 18 -700 | -4,90 | 1,20 | 7,9380E+04 | 1,00 | 432,00 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Toelichting op reductiefactor |
|------------|---------|---------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| AZ 18 -700 | -4,90 | 1,20 | 1,00 | 1,00 | |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Gecorrig. stijfheid EI [kNm ²] | Gecorrig. max. moment [kNm] |
|------------|---------|---------|--|-----------------------------|
| AZ 18 -700 | -4,90 | 1,20 | 7,9380E+04 | 432,00 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verfoppervlak [m ² /m ² wall] | Doorsnede [cm ²] |
|------------|---------|---------|-------------|---|------------------------------|
| AZ 18 -700 | -4,90 | 1,20 | 420,00 | 1,33 | 139,00 |

3.3 Rekenopties

| | |
|--|--|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NAD NL methode A: Partiele factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in het National Application Document van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III. |

Gebruikte partiële factor set RC 3

| | |
|-----------------------------------|------|
| Factoren op belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,00 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,00 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,25 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,00 |

| | |
|-----------------------------|------|
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,10 |
| - Tangens phi | 1,20 |
| - Delta (wandwrijvingshoek) | 1,20 |
| - Beddingsconstanten | 1,30 |

Aanpassing geometrie

- Verlaging maaiveldhoogte, passieve zijde 0,35 m
- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde 0,05 m

Factoren op totale stabiliteit

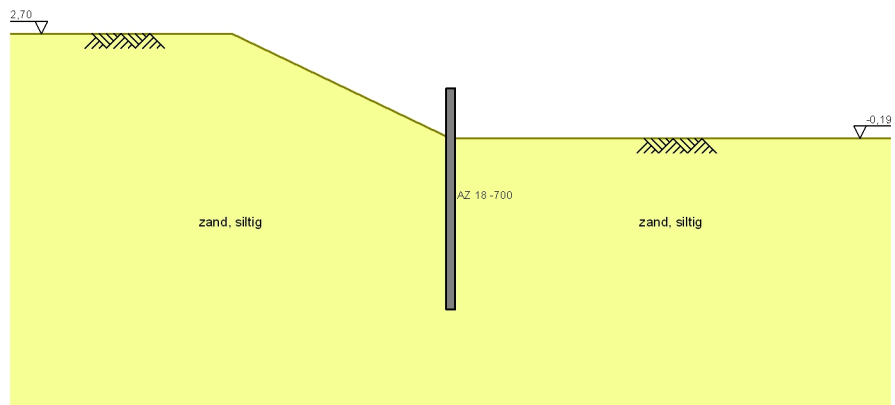
- Cohesie 1,60
- Tangens phi 1,30
- Factor op volumegewicht grond 1,00

Factoren op verticale evenwicht

- Gamma m:b4 1,20

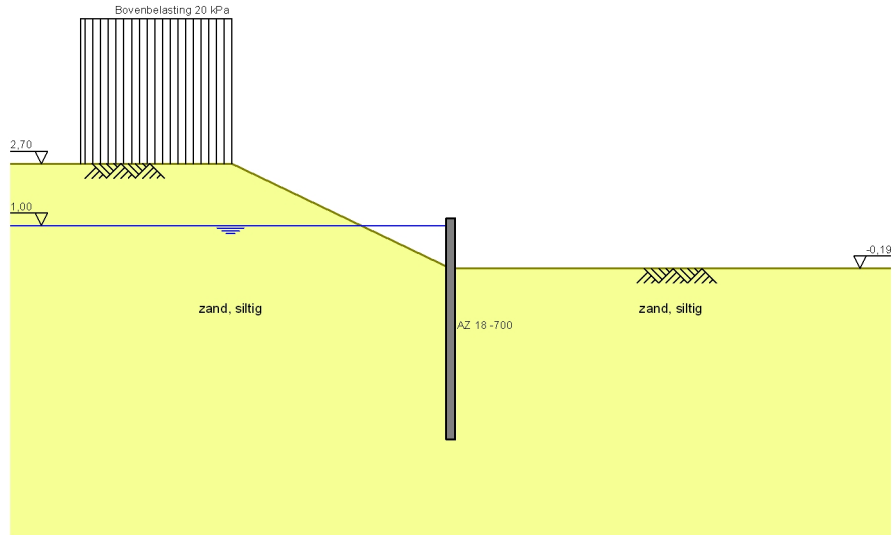
4 Overzicht Fase 1: damwand aanbrennen

Overzicht - Fase 1: damwand aanbrennen



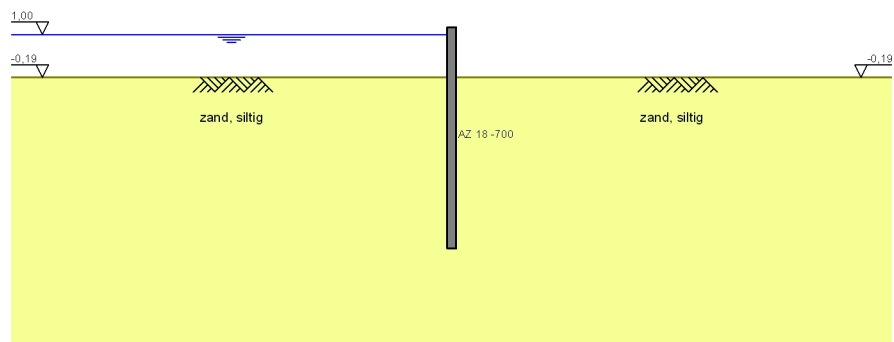
5 Overzicht Fase 2: waterstand verhogen

Overzicht - Fase 2: waterstand verhogen



6 Overzicht Fase 3: ontgraven in natte

Overzicht - Fase 3: ontgraven in natte



Einde Rapport

Rapport voor MSheet 8.2

Ontwerp van Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Witteveen+Bos
Datum van rapport: 9/16/2010
Tijd van rapport: 3:34:51 PM
Datum van berekening: 9/16/2010
Tijd van berekening: 9:46:00 AM
Bestandsnaam: d:\..\definitief\RW1809-106 km 20 definitief AZ18-700

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

1 Inhoudsopgave

| | |
|---|---|
| 1 Inhoudsopgave | 2 |
| 2 Overzicht | 3 |
| 2.1 Overzicht per Fase en Toets | 3 |
| 2.2 Totale Stabiliteit per Fase | 3 |
| 2.3 CUR Verificatiestappen | 4 |
| 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen | 5 |
| 3.1 Algemene Invoergegevens | 5 |
| 3.2 Damwandeigenschappen | 5 |
| 3.3 Rekenopties | 5 |
| 4 Overzicht Fase 1: damwand aanbrengen | 7 |
| 5 Overzicht Fase 2: waterstand verhogen | 8 |
| 6 Overzicht Fase 3: ontgraven in natte | 9 |

2 Overzicht

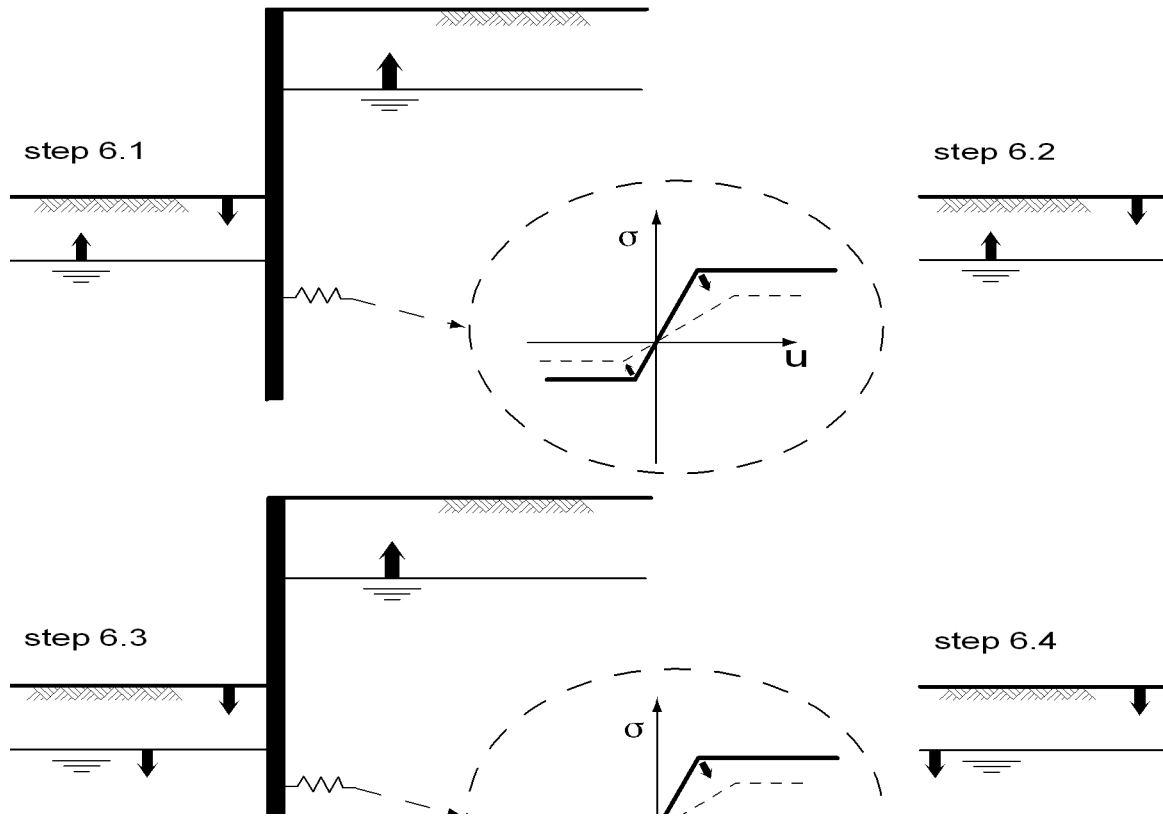
2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaatsing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-Kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|----------|-------------------------|-------------------|---------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | 2,5 | 1,7 | 0,0 | 23,3 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | 1,4 | 1,2 | 0,0 | 23,3 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | 3,5 | 2,1 | 0,0 | 23,1 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | 1,9 | 1,4 | 0,0 | 23,1 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 1,6 | 4,3 | 2,6 | 0,0 | 14,0 | --- |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | 5,2 | 3,1 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | -352,1 | 139,4 | 0,0 | 59,0 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | -351,9 | 135,9 | 0,0 | 58,2 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -351,0 | 135,8 | 0,0 | 56,4 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -350,1 | 131,2 | 0,0 | 55,6 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 97,2 | -232,2 | -98,4 | 0,0 | 32,1 | --- |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | -278,6 | -118,1 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.1 | | -346,7 | 137,1 | 0,0 | 57,2 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.2 | | -348,6 | 135,9 | 0,0 | 56,4 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -346,2 | 134,2 | 0,0 | 54,7 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -346,9 | 131,7 | 0,0 | 53,7 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 96,5 | -230,5 | -98,4 | 0,0 | 30,9 | --- |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20 | | -276,6 | -118,1 | | | |
| Max | | 97,2 | -352,1 | 139,4 | 0,0 | 59,0 | --- |

2.2 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|--------------------|------------------------|
| damwand aanbr... | 2,30 |
| waterstand verh... | 1,64 |
| ontgraven in natte | 3,16 |

2.3 CUR Verificatiestappen



3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens EC7 NAD van Nederland

| | |
|--|------------------------|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 3 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m ³ |
| Aantal takken van de veer karakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veer karakteristiek | Nee |

3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|----------------|----------|
| Lengte | 11,70 m |
| Bovenkant | 1,30 m |
| Aantal secties | 1 |
| Pr;max;punt | 0,00 MPa |
| Ksifactor | 0,72 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Stijfheid EI [kNm ² /m'] | Werkende breedte [m] | Maximum moment [kNm/m'] |
|------------|---------|---------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| AZ 18 -700 | -10,40 | 1,30 | 7,9380E+04 | 1,00 | 432,00 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Toelichting op reductiefactor |
|------------|---------|---------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| AZ 18 -700 | -10,40 | 1,30 | 1,00 | 1,00 | |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Gecorrig. stijfheid EI [kNm ²] | Gecorrig. max. moment [kNm] |
|------------|---------|---------|--|-----------------------------|
| AZ 18 -700 | -10,40 | 1,30 | 7,9380E+04 | 432,00 |

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m ² /m ² wall] | Doorsnede [cm ²] |
|------------|---------|---------|-------------|--|------------------------------|
| AZ 18 -700 | -10,40 | 1,30 | 420,00 | 1,33 | 139,00 |

3.3 Rekenopties

| | |
|--|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NAD NL methode A: Partile factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in het National Application Document van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III. |

Gebruikte partiële factor set RC 3

| | |
|-----------------------------------|------|
| Factoren op belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,00 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,00 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,25 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,00 |

| | |
|-----------------------------|------|
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,10 |
| - Tangens phi | 1,20 |
| - Delta (wandwrijvingshoek) | 1,20 |
| - Beddingsconstanten | 1,30 |

Aanpassing geometrie

- Verlaging maaiveldhoogte, passieve zijde 0,35 m
- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde 0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde 0,05 m

Factoren op totale stabiliteit

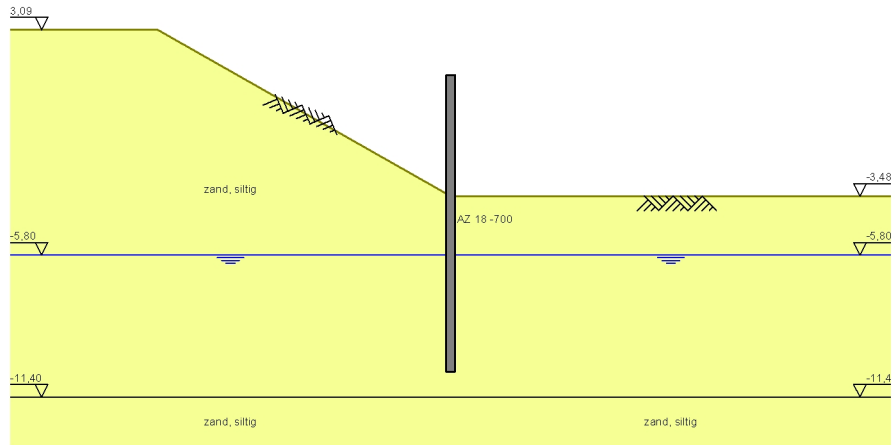
- Cohesie 1,60
- Tangens phi 1,30
- Factor op volumegewicht grond 1,00

Factoren op verticale evenwicht

- Gamma m:b4 1,20

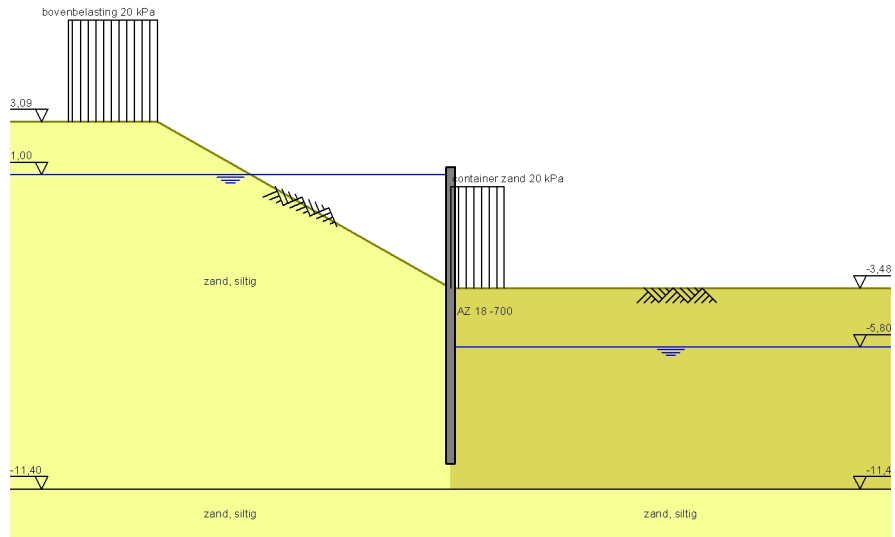
4 Overzicht Fase 1: damwand aanbrenen

Overzicht - Fase 1: damwand aanbrenen



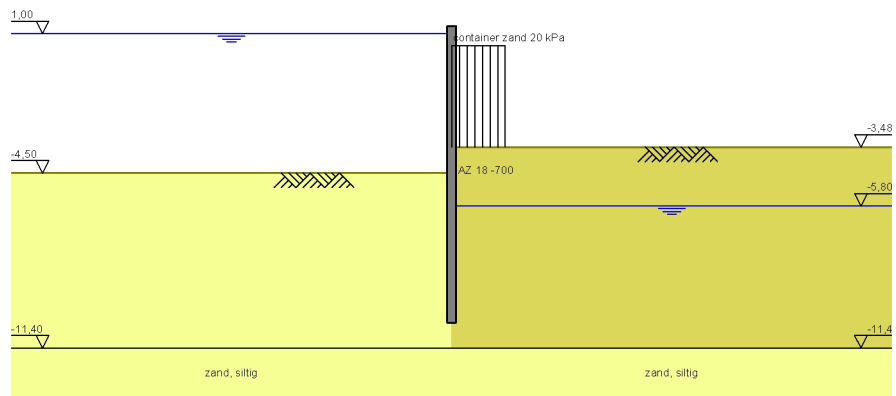
5 Overzicht Fase 2: waterstand verhogen

Overzicht - Fase 2: waterstand verhogen



6 Overzicht Fase 3: ontgraven in natte

Overzicht - Fase 3: ontgraven in natte



Einde Rapport

BIJLAGE VII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 1,5 (PLAXIS) BGT

REPORT BGT ondiep damwand

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers

Title: A27-folie-km15-1 BGT

Table of Contents

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 6 | 5 |
| 2.2. Stresses | 5 |
| 2.2.1. Plot of groundwater head..... | 5 |
| 2.3. Structures..... | 5 |
| 2.3.2. Beams | 5 |
| 2.3.2.1. Beams | 6 |
| 3. Results for phase 10 | 7 |
| 3.4. Stresses | 7 |
| 3.4.3. Plot of groundwater head..... | 7 |
| 3.5. Structures..... | 7 |
| 3.5.4. Beams | 7 |
| 3.5.4.2. Beams | 8 |
| 4. Results for phase 14 | 9 |
| 4.6. Stresses | 9 |
| 4.6.5. Plot of groundwater head..... | 9 |
| 4.7. Structures..... | 9 |
| 4.7.6. Beams | 9 |
| 4.7.6.3. Beams | 10 |
| 5. Results for phase 19 | 11 |
| 5.8. Stresses | 11 |
| 5.8.7. Plot of groundwater head..... | 11 |
| 5.9. Structures..... | 11 |
| 5.9.8. Beams | 11 |
| 5.9.8.4. Beams | 12 |
| 6. Results for phase 21 | 13 |
| 6.10. Stresses | 13 |
| 6.10.9. Plot of groundwater head..... | 13 |
| 6.11. Structures..... | 13 |
| 6.11.10. Beams | 13 |
| 6.11.10.5. Beams | 14 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|---------------------------------------|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| ns | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 2 |
| nat ont, 20 kpa naast | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 3 | 9 |
| folie +aanvull | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 10 | 18 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 19 | 24 |
| polderpeil -5,4 m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 25 | 37 |
| A: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 38 | 42 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 43 | 142 |
| damwand (pp -5,4, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 143 | 144 |
| bigbags 30kpa | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 145 | 148 |
| B: gws kuip +1,0m nap | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 149 | 151 |
| B: pcr damwand, talud | 11 | 10 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 152 | 251 |
| check geen bigbags | 12 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 252 | 255 |
| pcr damwand, talud, geen bigbags | 13 | 12 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 256 | 355 |
| C: ontgraving | 14 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 356 | 358 |
| C: pcr damwand, ontgraven | 15 | 14 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 359 | 458 |
| vloer | 16 | 14 | Plastic analysis | Staged construction | 459 | 461 |
| wand | 17 | 16 | Plastic analysis | Staged construction | 462 | 466 |
| aanvul | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 467 | 479 |
| D: 20 kpa naast wand | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 480 | 484 |
| polderpeil -5,4m nap, geen bigbags | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 485 | 487 |
| E: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 488 | 490 |
| E: pcr eind | 22 | 21 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 491 | 590 |
| D: pcr eind bouwfase | 23 | 19 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 591 | 690 |
| zonder talud | 24 | 14 | Plastic analysis | Staged construction | 691 | 694 |
| pcr zonder talud | 25 | 24 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 695 | 794 |
| zonder talud, zonder bigbags | 26 | 24 | Plastic analysis | Staged construction | 795 | 797 |
| pcr zonder talud, zonder bigbags | 27 | 26 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 798 | 897 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,9483 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,7481 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,1543 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,7636 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,3464 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,7467 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,7501 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,3887 |

2. Results for phase 6

2.2. Stresses

2.2.1. Plot of groundwater head

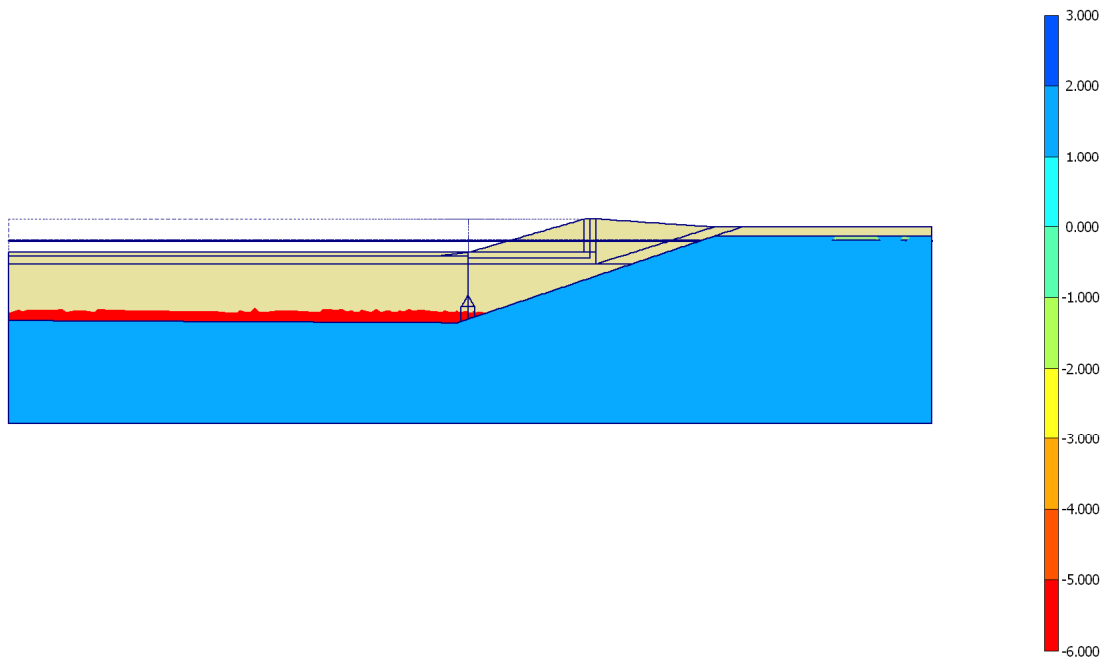


Fig. 1 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 42 - (Phase: 6)

2.3. Structures

2.3.2. Beams

2.3.2.1. Beams

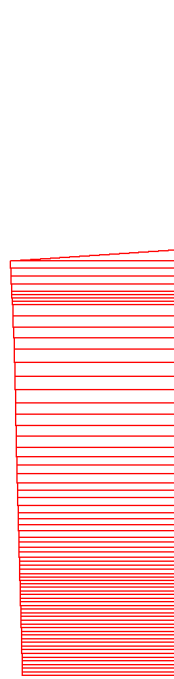


Fig. 2 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)
Extreme value $-17,20 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 6)

3. Results for phase 10

3.4. Stresses

3.4.3. Plot of groundwater head

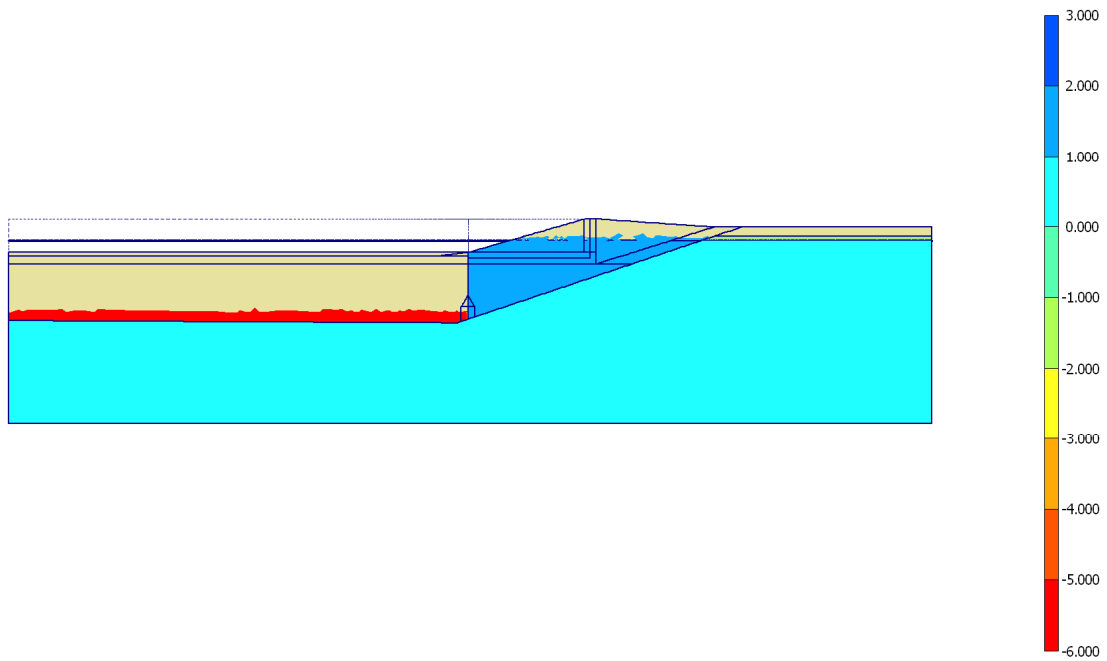


Fig. 3 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 151 - (Phase: 10)

3.5. Structures

3.5.4. Beams

3.5.4.2. Beams

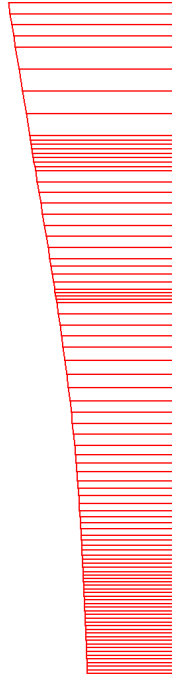


Fig. 4 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)
Extreme value $-3,09 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 10)

4. Results for phase 14

4.6. Stresses

4.6.5. Plot of groundwater head

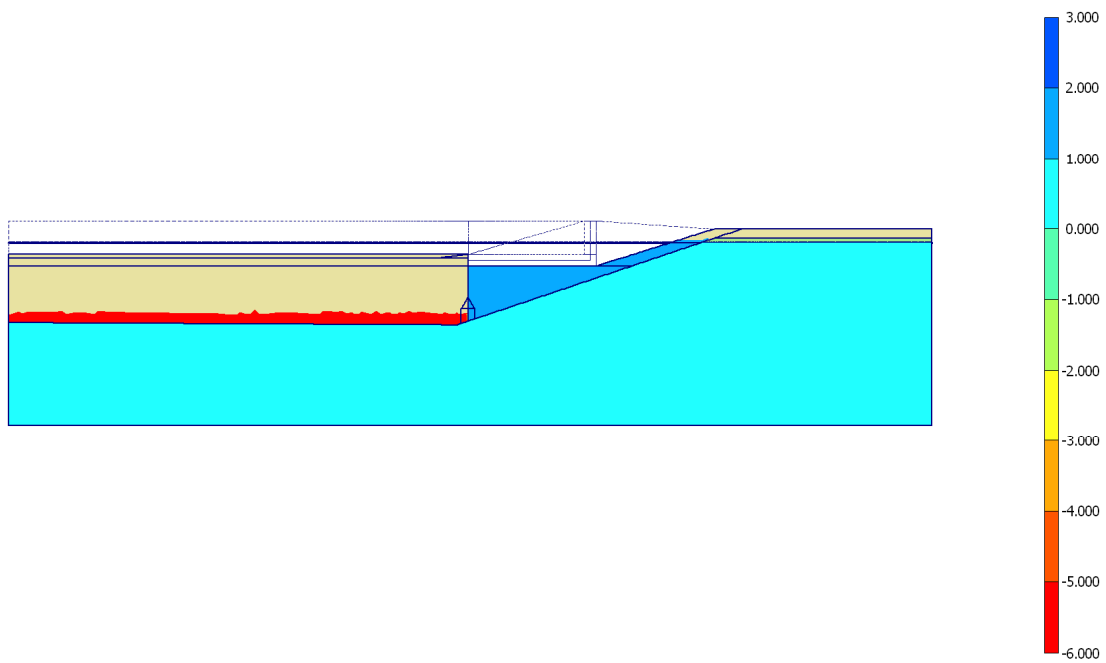


Fig. 5 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 358 - (Phase: 14)

4.7. Structures

4.7.6. Beams

4.7.6.3. Beams

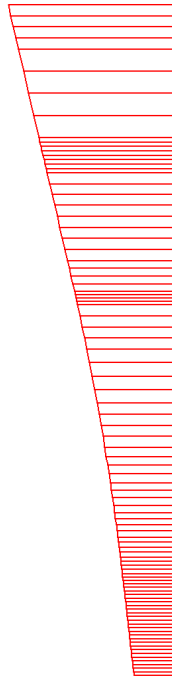


Fig. 6 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)
Extreme value $-2,82 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 14)

5. Results for phase 19

5.8. Stresses

5.8.7. Plot of groundwater head

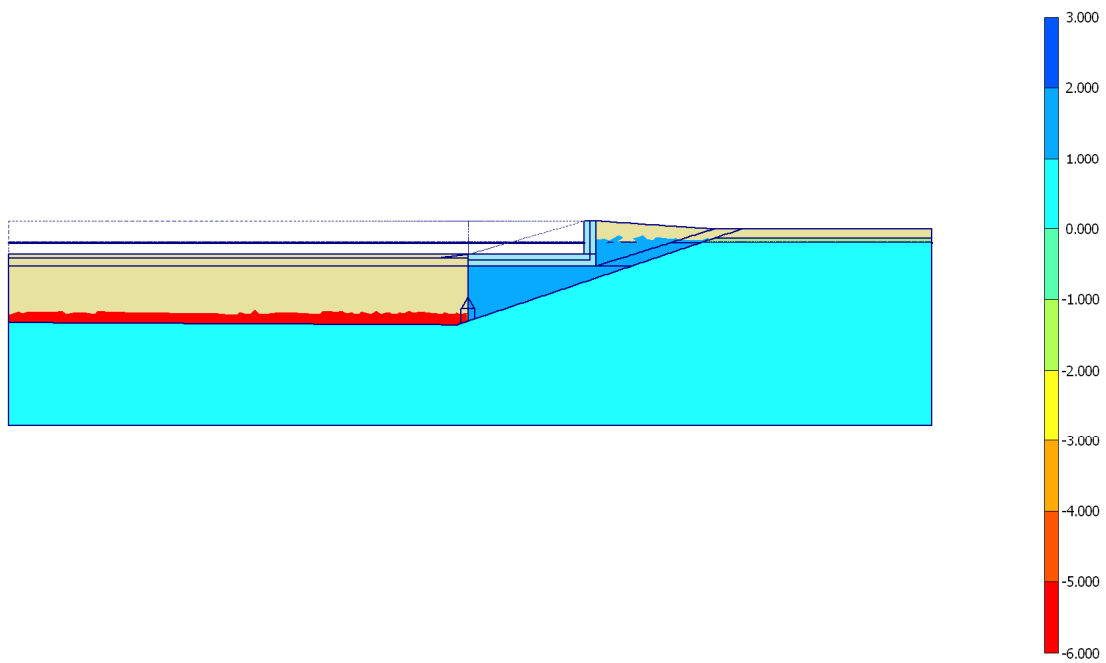


Fig. 7 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 484 - (Phase: 19)

5.9. Structures

5.9.8. Beams

5.9.8.4. Beams



Fig. 8 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)
Extreme value $-2,45 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 19)

6. Results for phase 21

6.10. Stresses

6.10.9. Plot of groundwater head

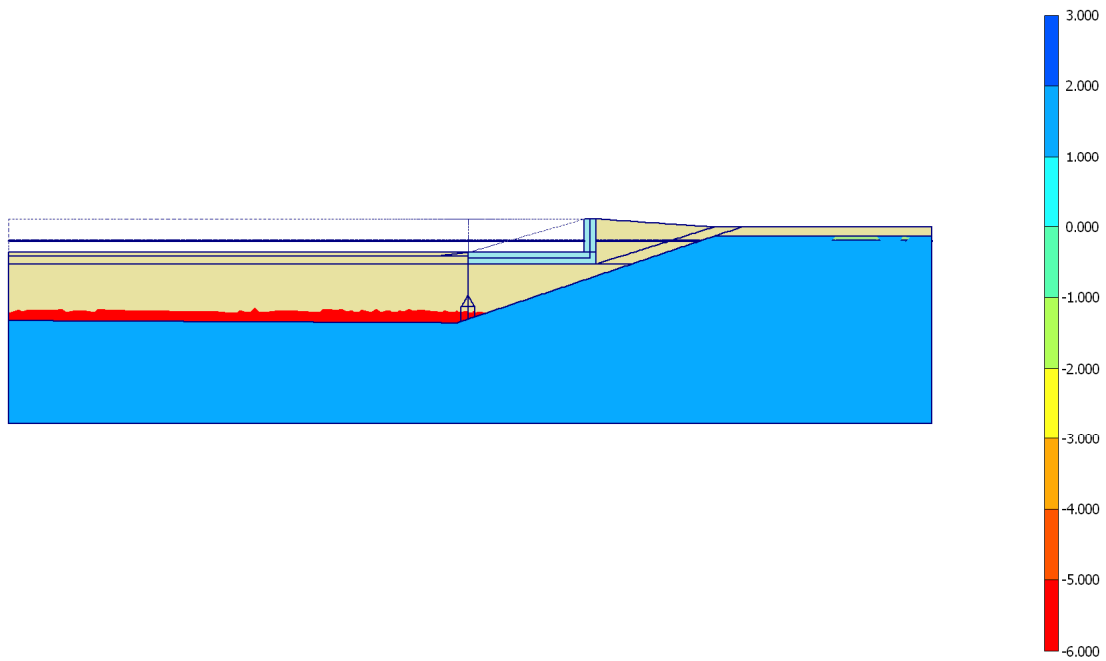


Fig. 9 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 490 - (Phase: 21)

6.11. Structures

6.11.10. Beams

6.11.10.5. Beams

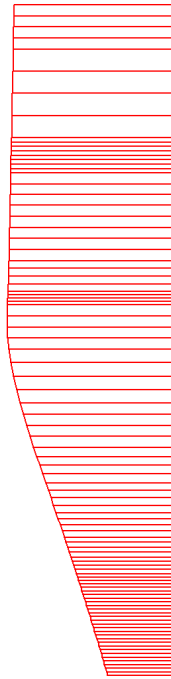


Fig. 10 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)
Extreme value $-2,84 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 21)

BIJLAGE VIII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 1,5 (PLAXIS) UGT

REPORT UGT ondiep damwand

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers
Title: A27-folie-km15-1 UGT
Comments: phi nog niet aangepast, gaat via pcr check!

Table of Contents

| | |
|-------------------------------|---|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 7 | 5 |
| 2.2. Structures | 5 |
| 2.2.1. Beams | 5 |
| 2.2.1.1. Beams | 5 |
| 3. Results for phase 11 | 6 |
| 3.3. Structures | 6 |
| 3.3.2. Beams | 6 |
| 3.3.2.2. Beams | 6 |
| 4. Results for phase 15 | 7 |
| 4.4. Structures | 7 |
| 4.4.3. Beams | 7 |
| 4.4.3.3. Beams | 7 |
| 5. Results for phase 22 | 8 |
| 5.5. Structures | 8 |
| 5.5.4. Beams | 8 |
| 5.5.4.4. Beams | 8 |
| 6. Results for phase 23 | 9 |
| 6.6. Structures | 9 |
| 6.6.5. Beams | 9 |
| 6.6.5.5. Beams | 9 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|---------------------------------------|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| ns | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 2 |
| nat ont, 20 kpa naast | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 3 | 9 |
| folie +aanvull | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 10 | 18 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 19 | 24 |
| polderpeil -5,4 m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 25 | 37 |
| A: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 38 | 42 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 43 | 142 |
| damwand (pp -5,4, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 143 | 144 |
| bigbags 30kpa | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 145 | 148 |
| B: gws kuip +1,0m nap (1,2 ugt) | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 149 | 152 |
| B: pcr damwand, talud | 11 | 10 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 153 | 252 |
| check geen bigbags | 12 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 253 | 258 |
| pcr damwand, talud, geen bigbags | 13 | 12 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 259 | 358 |
| C: ontgraving | 14 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 359 | 361 |
| C: pcr damwand, ontgraven | 15 | 14 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 362 | 461 |
| vloer | 16 | 14 | Plastic analysis | Staged construction | 462 | 464 |
| wand | 17 | 16 | Plastic analysis | Staged construction | 465 | 473 |
| aanvul | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 474 | 485 |
| D: 20 kpa naast wand | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 486 | 491 |
| polderpeil -5,4m nap, geen bigbags | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 492 | 494 |
| E: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 495 | 497 |
| E: pcr eind | 22 | 21 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 498 | 597 |
| D: pcr eind bouwfase | 23 | 19 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 598 | 697 |
| zonder talud | 24 | 14 | Plastic analysis | Staged construction | 698 | 700 |
| pcr zonder talud | 25 | 24 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 701 | 800 |
| zonder bigbags | 26 | 24 | Plastic analysis | Staged construction | 801 | 805 |
| pcr zonder talud, zonder bigbags | 27 | 26 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 806 | 905 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,9483 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,1758 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,9967 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,9365 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,4242 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,3831 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,0811 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 2,5849 |

2. Results for phase 7

2.2. Structures

2.2.1. Beams

2.2.1.1. Beams



Fig. 1 Bending moment envelop in beam (plate no: 1)
Extreme value 0,00 kN/m/m (Phase: 7)

3. Results for phase 11

3.3. Structures

3.3.2. Beams

3.3.2.2. Beams

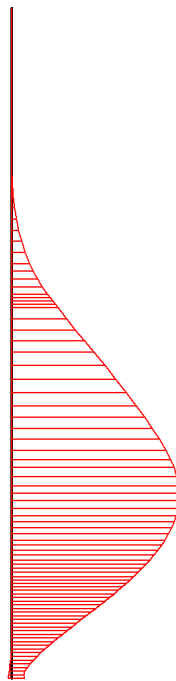


Fig. 2 Bending moment envelop in beam (plate no: 1)
Extreme value 42,64 kN/m/m (Phase: 11)

4. Results for phase 15

4.4. Structures

4.4.3. Beams

4.4.3.3. Beams

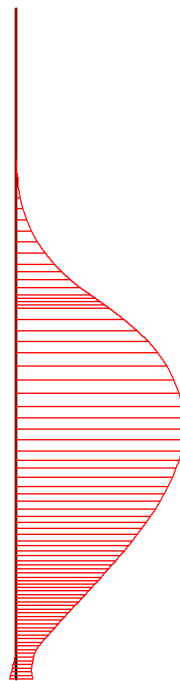


Fig. 3 Bending moment envelop in beam (plate no: 1)
Extreme value 20,06 kN/m/m (Phase: 15)

5. Results for phase 22

5.5. Structures

5.5.4. Beams

5.5.4.4. Beams

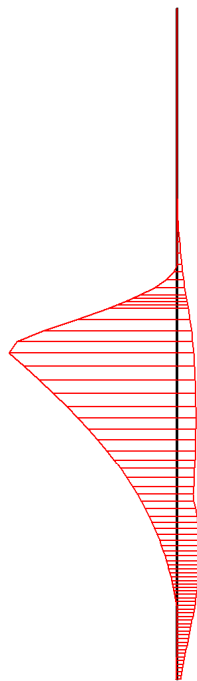


Fig. 4 Bending moment envelop in beam (plate no: 1)
Extreme value 165,39 kN/m/m (Phase: 22)

6. Results for phase 23

6.6. Structures

6.6.5. Beams

6.6.5.5. Beams

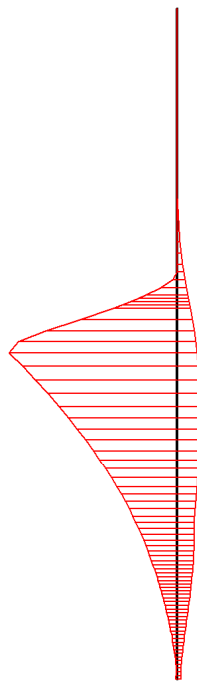


Fig. 5 Bending moment envelop in beam (plate no: 1)
Extreme value 137,52 kN/m/m (Phase: 23)

BIJLAGE IX Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) BGT

REPORT BGT diep damwand

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers
Title: A27-folie-km2.0 BGT
Comments: damwand

Table of Contents

| | |
|---|----|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 6 | 5 |
| 2.2. Deformations | 5 |
| 2.2.1. Plot of total displacements..... | 5 |
| 2.3. Stresses | 5 |
| 2.3.2. Plot of effective stresses | 6 |
| 2.3.3. Plot of groundwater head..... | 7 |
| 2.4. Structures..... | 7 |
| 2.4.4. Beams | 7 |
| 2.4.4.1. Beams | 8 |
| 3. Results for phase 11 | 9 |
| 3.5. Deformations | 9 |
| 3.5.5. Plot of total displacements..... | 9 |
| 3.6. Stresses | 9 |
| 3.6.6. Plot of effective stresses | 10 |
| 3.6.7. Plot of groundwater head..... | 11 |
| 3.7. Structures..... | 11 |
| 3.7.8. Beams | 11 |
| 3.7.8.2. Beams | 12 |
| 4. Results for phase 15 | 13 |
| 4.8. Deformations | 13 |
| 4.8.9. Plot of total displacements..... | 13 |
| 4.9. Stresses | 13 |
| 4.9.10. Plot of effective stresses | 14 |
| 4.9.11. Plot of groundwater head..... | 15 |
| 4.10. Structures..... | 15 |
| 4.10.12. Beams | 15 |
| 4.10.12.3. Beams | 16 |
| 5. Results for phase 20 | 17 |
| 5.11. Deformations..... | 17 |
| 5.11.13. Plot of total displacements..... | 17 |
| 5.12. Stresses | 17 |
| 5.12.14. Plot of effective stresses | 18 |
| 5.12.15. Plot of groundwater head..... | 19 |
| 5.13. Structures..... | 19 |
| 5.13.16. Beams | 19 |
| 5.13.16.4. Beams | 20 |
| 6. Results for phase 22 | 21 |
| 6.14. Deformations | 21 |
| 6.14.17. Plot of total displacements..... | 21 |
| 6.15. Stresses | 21 |
| 6.15.18. Plot of effective stresses | 22 |
| 6.15.19. Plot of groundwater head..... | 23 |
| 6.16. Structures..... | 23 |
| 6.16.20. Beams | 23 |
| 6.16.20.5. Beams | 24 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|--|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| nat ontgr | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 7 |
| 20kpa naast ontgr | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 8 | 10 |
| folie+aanvul1 | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 11 | 19 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 20 | 30 |
| polderpeil -5,8m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 31 | 51 |
| A: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 52 | 58 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 59 | 158 |
| ontgraving1 (pp-5,8, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 159 | 164 |
| damwand, recet | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 165 | 166 |
| bigbags 30kpa | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 167 | 168 |
| B: gws kuip +1,0 m nap | 11 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 169 | 196 |
| B: pcr damwand, talud | 12 | 11 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 197 | 296 |
| check geen bigbags | 13 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 297 | 335 |
| pcr damwand, talud, geen bigbas | 14 | 13 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 336 | 435 |
| C: ontgraving2 | 15 | 11 | Plastic analysis | Staged construction | 436 | 441 |
| C: pcr damwand, ontgraven | 16 | 15 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 442 | 541 |
| vloer | 17 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 542 | 543 |
| wand | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 544 | 551 |
| aanvul | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 552 | 572 |
| D: 20 kpa naast wand | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 573 | 577 |
| polderpeil -5,8m nap, geen bigbags | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 578 | 584 |
| E: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 22 | 21 | Plastic analysis | Staged construction | 585 | 588 |
| E: pcr eindfase | 23 | 22 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 589 | 688 |
| D: pcr max eind bouwfase | 24 | 20 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 689 | 788 |
| zonder talud | 25 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 789 | 791 |
| pcr zonder talud | 26 | 25 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 792 | 891 |
| zonder talud, zonder bigbags | 27 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 892 | 929 |
| kan geen pcr zonder talud zonder bigbags | 28 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 930 | 931 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5419 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5641 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,2282 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3746 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,6520 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5119 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5870 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 28 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |

2. Results for phase 6

2.2. Deformations

2.2.1. Plot of total displacements

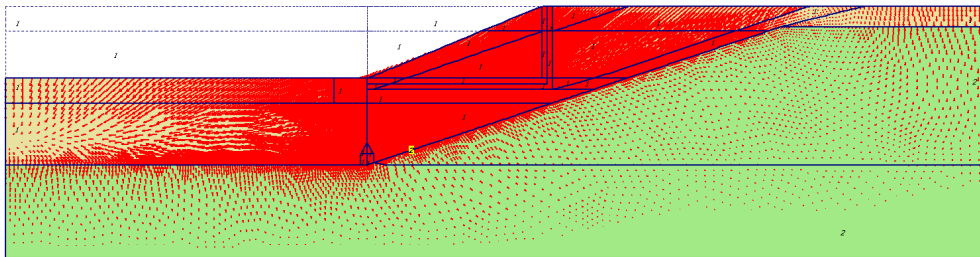
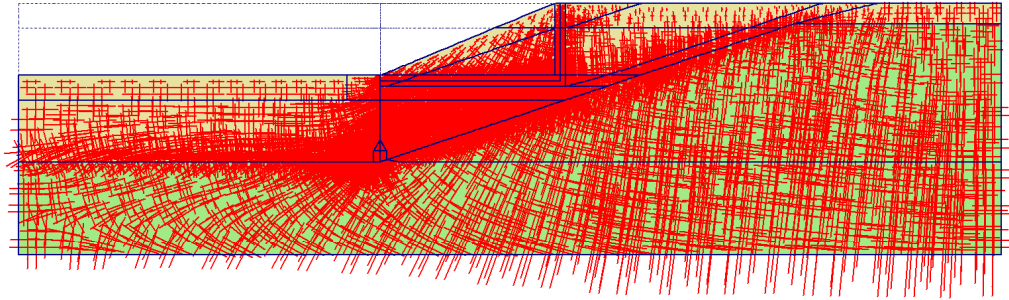


Fig. 1 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 58 - (Phase: 6)

2.3. Stresses

2.3.2. Plot of effective stresses



**Fig. 2 Plot of effective stresses (principal directions)
- Step no: 58 - (Phase: 6)**

2.3.3. Plot of groundwater head

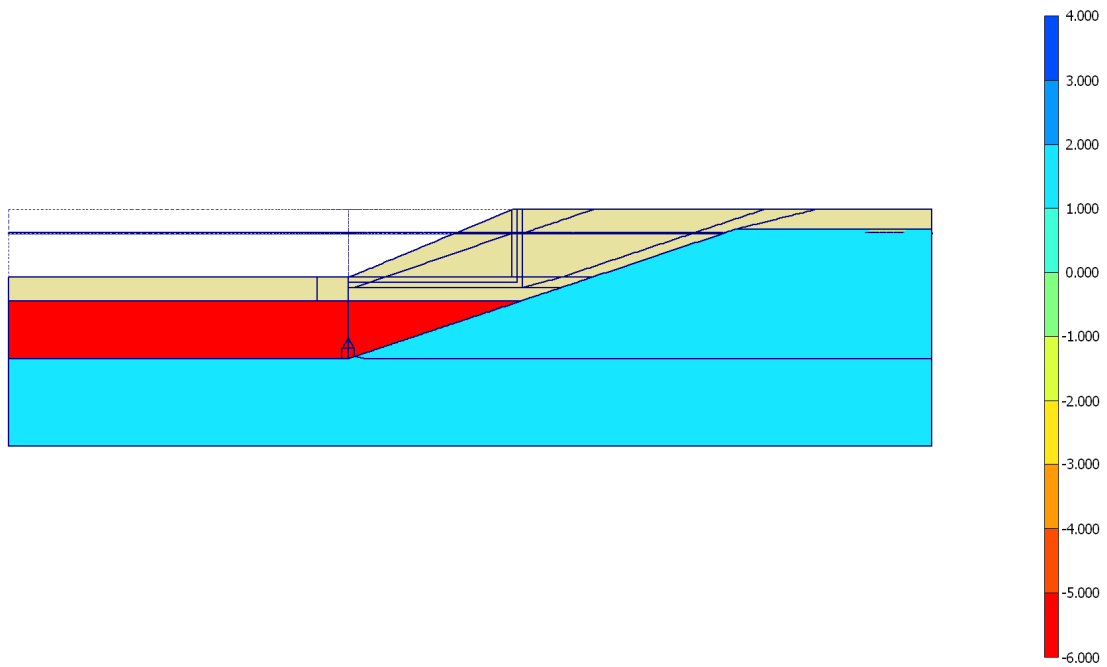


Fig. 3 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 58 - (Phase: 6)

2.4. Structures

2.4.4. Beams

2.4.4.1. Beams

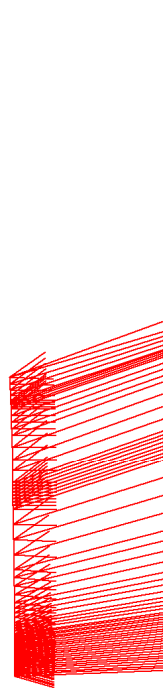


Fig. 4 Total displacements in beam
Extreme value $52,97 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 6)

3. Results for phase 11

3.5. Deformations

3.5.5. Plot of total displacements

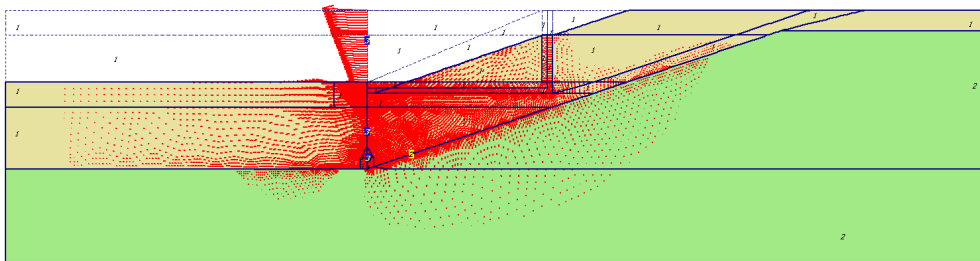
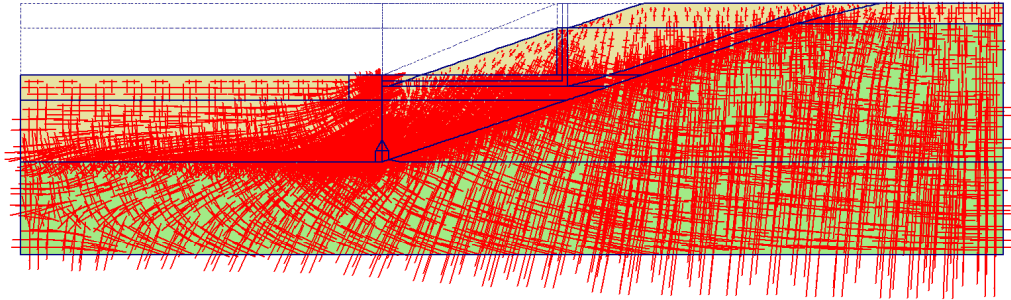


Fig. 5 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 196 - (Phase: 11)

3.6. Stresses

3.6.6. Plot of effective stresses



**Fig. 6 Plot of effective stresses (principal directions)
- Step no: 196 - (Phase: 11)**

3.6.7. Plot of groundwater head

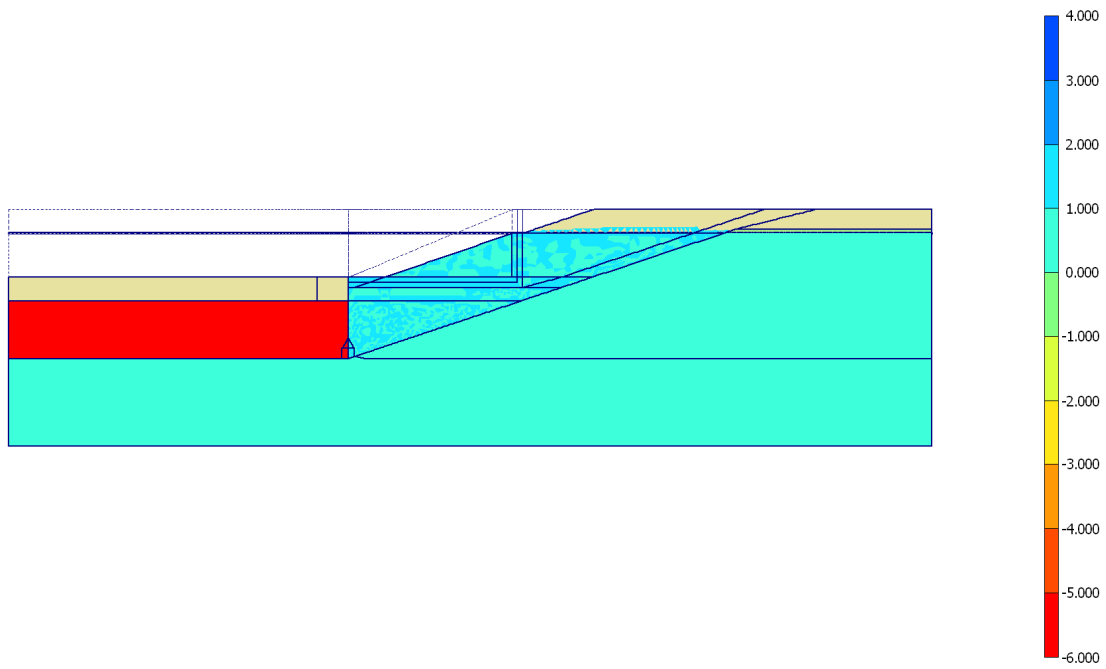


Fig. 7 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 196 - (Phase: 11)

3.7. Structures

3.7.8. Beams

3.7.8.2. Beams

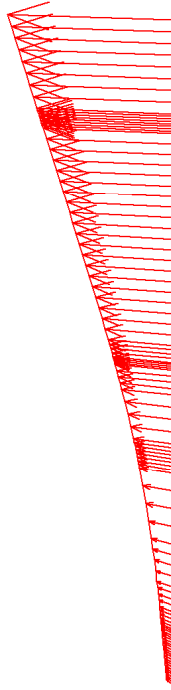


Fig. 8 Total displacements in beam
Extreme value $82,77 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 11)

4. Results for phase 15

4.8. Deformations

4.8.9. Plot of total displacements

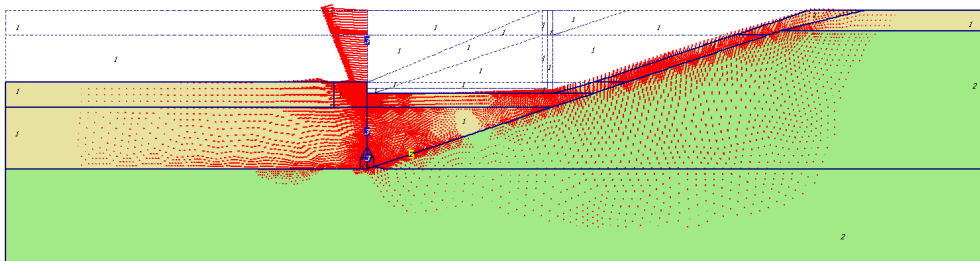


Fig. 9 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 441 - (Phase: 15)

4.9. Stresses

4.9.10. Plot of effective stresses

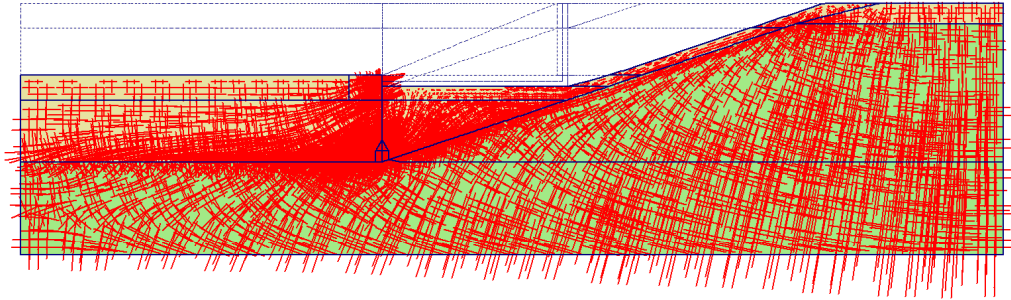


Fig. 10 Plot of effective stresses (principal directions)
- Step no: 441 - (Phase: 15)

4.9.11. Plot of groundwater head

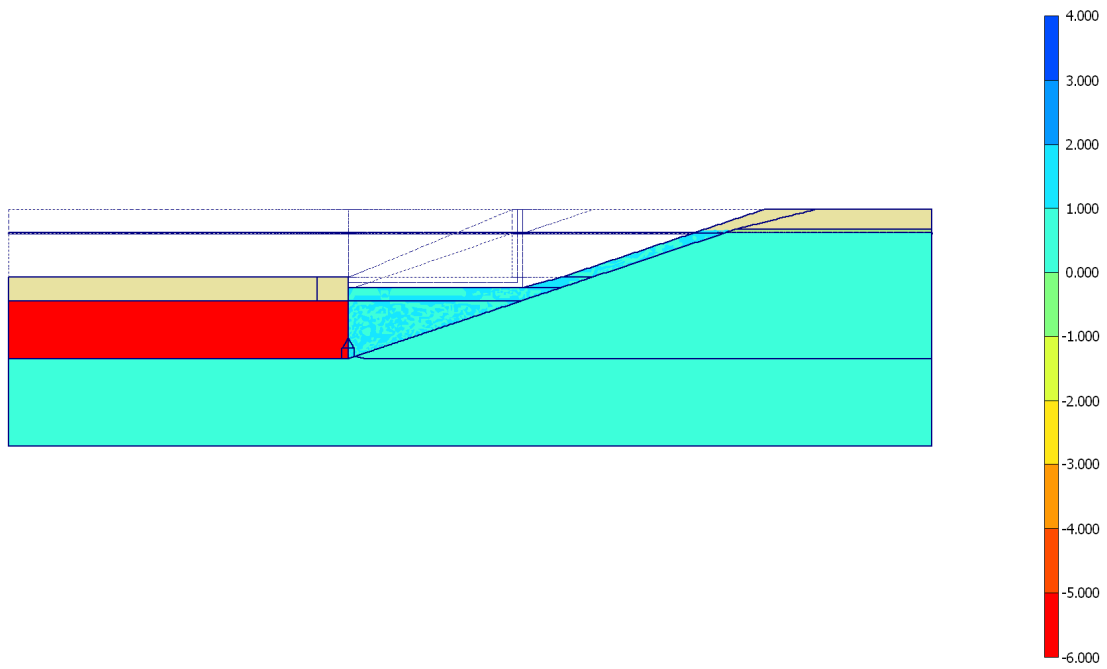


Fig. 11 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 441 - (Phase: 15)

4.10. Structures

4.10.12. Beams

4.10.12.3. Beams

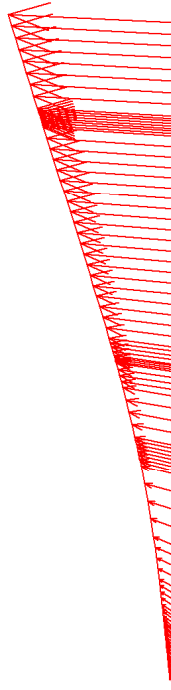


Fig. 12 Total displacements in beam
Extreme value $84,95 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 15)

5. Results for phase 20

5.11. Deformations

5.11.13. Plot of total displacements

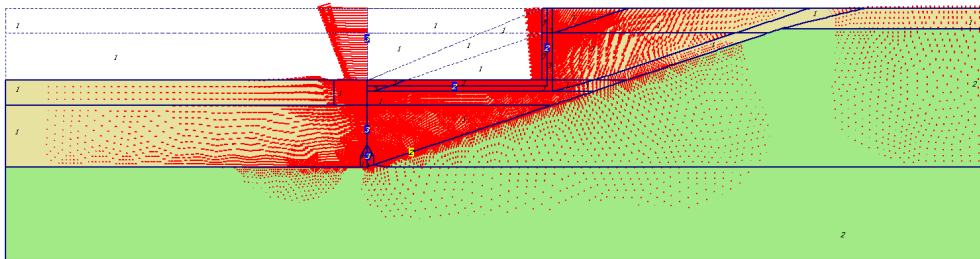
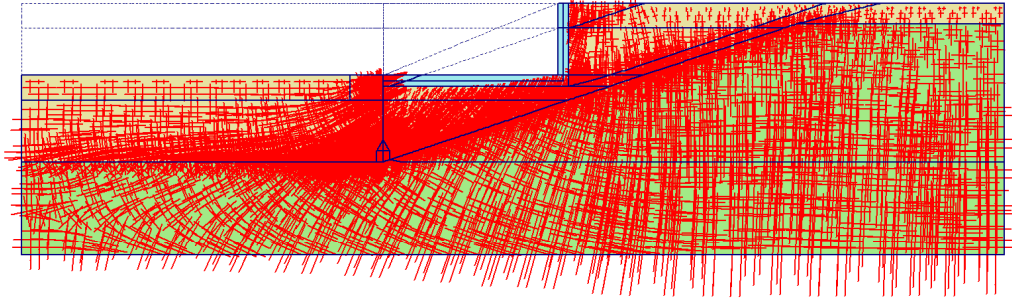


Fig. 13 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 577 - (Phase: 20)

5.12. Stresses

5.12.14. Plot of effective stresses



**Fig. 14 Plot of effective stresses (principal directions)
- Step no: 577 - (Phase: 20)**

5.12.15. Plot of groundwater head

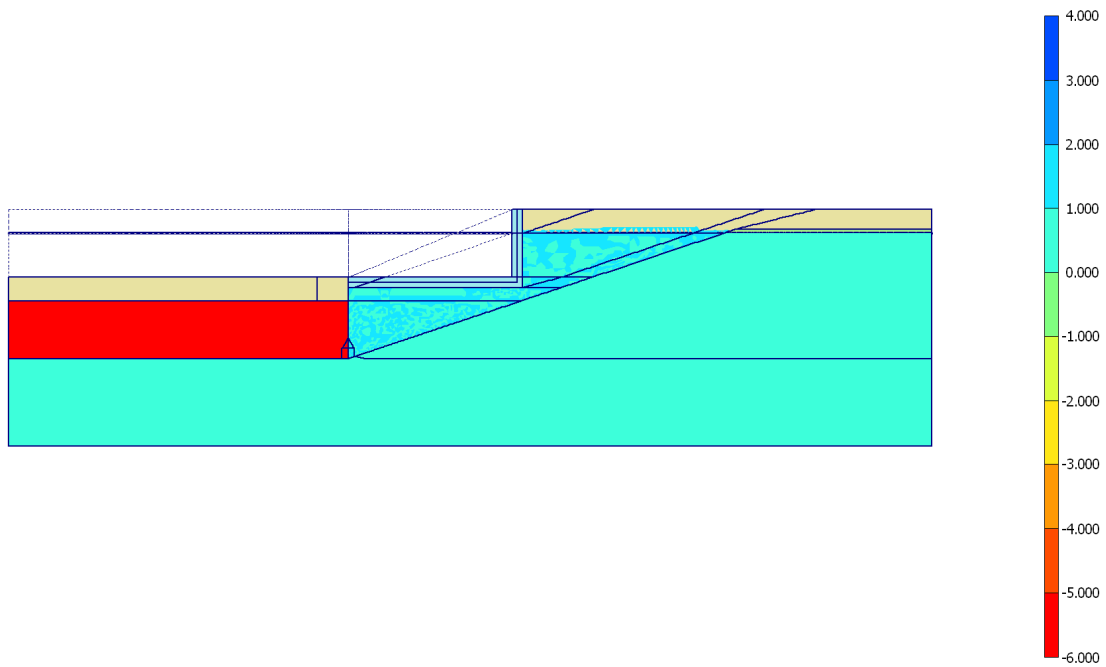


Fig. 15 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 577 - (Phase: 20)

5.13. Structures

5.13.16. Beams

5.13.16.4. Beams

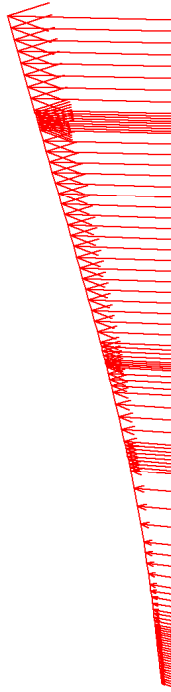


Fig. 16 Total displacements in beam
Extreme value $91,02 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 20)

6. Results for phase 22

6.14. Deformations

6.14.17. Plot of total displacements

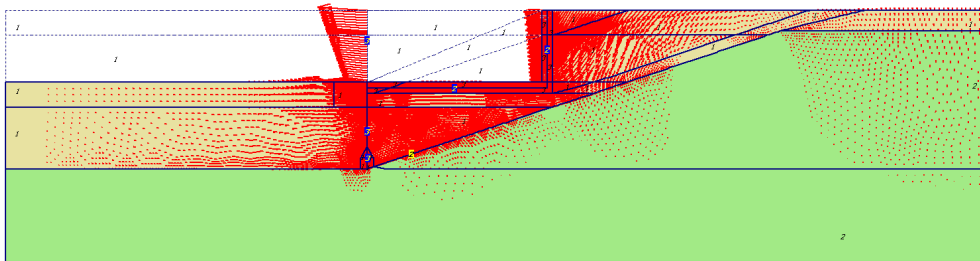


Fig. 17 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 588 - (Phase: 22)

6.15. Stresses

6.15.18. Plot of effective stresses

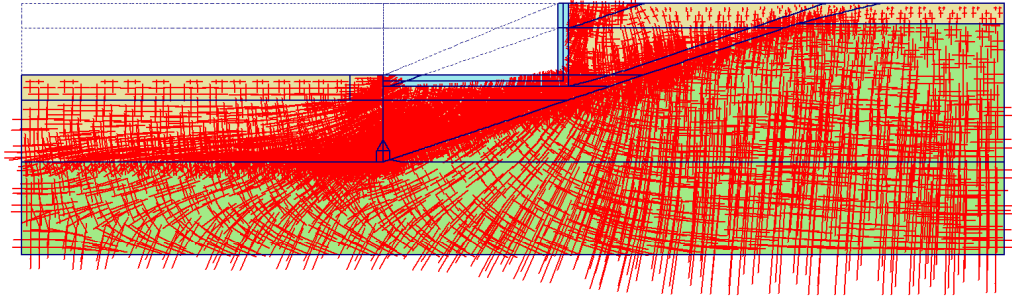


Fig. 18 Plot of effective stresses (principal directions)
- Step no: 588 - (Phase: 22)

6.15.19. Plot of groundwater head

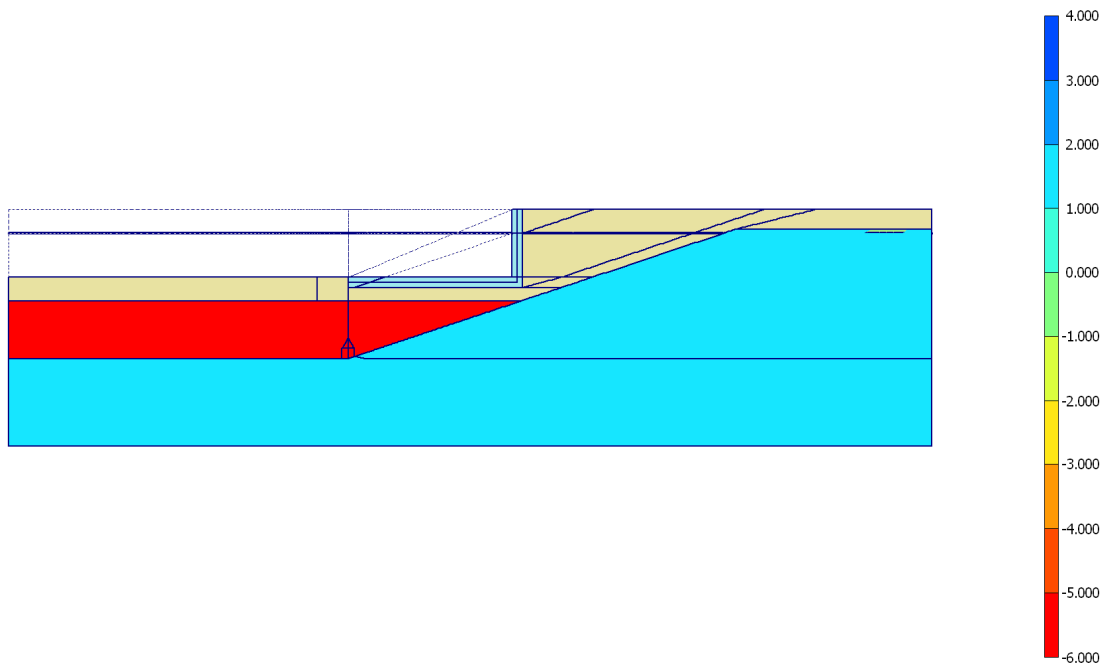


Fig. 19 Plot of groundwater head (shadings)
- Step no: 588 - (Phase: 22)

6.16. Structures

6.16.20. Beams

6.16.20.5. Beams

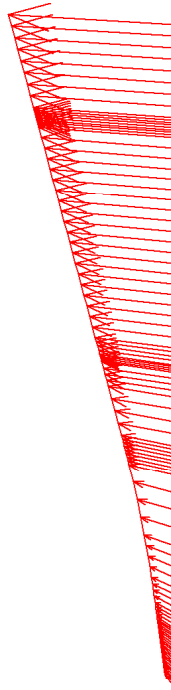


Fig. 20 Total displacements in beam
Extreme value $90,31 \cdot 10^{-3}$ m (Phase: 22)

BIJLAGE X Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) UGT

REPORT UGT diep damwand

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers
Title: A27-folie-km2.0 UGT
Comments: damwand, phi nog niet aangepast, gaat via pcr check!

Table of Contents

| | |
|-------------------------------|---|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 7 | 5 |
| 2.2. Structures | 5 |
| 2.2.1. Beams | 5 |
| 2.2.1.1. Beams | 5 |
| 3. Results for phase 12 | 6 |
| 3.3. Structures | 6 |
| 3.3.2. Beams | 6 |
| 3.3.2.2. Beams | 6 |
| 4. Results for phase 16 | 7 |
| 4.4. Structures | 7 |
| 4.4.3. Beams | 7 |
| 4.4.3.3. Beams | 7 |
| 5. Results for phase 23 | 8 |
| 5.5. Structures | 8 |
| 5.5.4. Beams | 8 |
| 5.5.4.4. Beams | 8 |
| 6. Results for phase 24 | 9 |
| 6.6. Structures | 9 |
| 6.6.5. Beams | 9 |
| 6.6.5.5. Beams | 9 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|---|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| nat ontgr | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 7 |
| 20kpa naast ontgr | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 8 | 10 |
| folie+aanvul1 | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 11 | 19 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 20 | 30 |
| polderpeil -5,8m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 31 | 52 |
| A: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 53 | 59 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 60 | 159 |
| ontgraving1 (pp-5,8, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 160 | 165 |
| damwand, recet | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 166 | 167 |
| bigbags 30kpa | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 168 | 169 |
| B: gws kuip +1,0 m nap, (polder - 5,5m ugt) | 11 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 170 | 184 |
| B: pcr damwand, talud | 12 | 11 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 185 | 284 |
| check geen bigbags | 13 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 285 | 344 |
| geen pcr mogelijk zonder bigbags | 14 | 11 | Plastic analysis | Staged construction | 345 | 349 |
| C: ontgraving2 | 15 | 11 | Plastic analysis | Staged construction | 350 | 357 |
| C: pcr damwand, ontgraven | 16 | 15 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 358 | 457 |
| vloer | 17 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 458 | 459 |
| wand | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 460 | 466 |
| aanvul | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 467 | 489 |
| D: 20 kpa naast wand | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 490 | 497 |
| polderpeil -5,8m nap, geen bigbags | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 498 | 504 |
| E: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 22 | 21 | Plastic analysis | Staged construction | 505 | 507 |
| E: pcr eindfase | 23 | 22 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 508 | 607 |
| D: pcr max eind bouwfase | 24 | 20 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 608 | 707 |
| zonder talud | 25 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 708 | 711 |
| pcr zonder talud | 26 | 25 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 712 | 811 |
| zonder talud, zonder bigbags | 27 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 812 | 826 |
| kan geen pcr na fase zonder bigbags | 28 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 827 | 828 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5356 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3172 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,2686 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5059 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3395 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,2635 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 28 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |

2. Results for phase 7

2.2. Structures

2.2.1. Beams

2.2.1.1. Beams



Fig. 1 Bending moment envelop in beam
Extreme value 0,00 kN/m/m (Phase: 7)

3. Results for phase 12

3.3. Structures

3.3.2. Beams

3.3.2.2. Beams

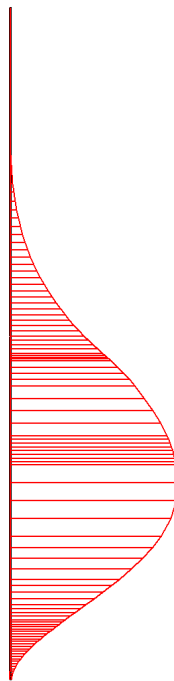


Fig. 2 Bending moment envelop in beam
Extreme value 344,86 kN/m/m (Phase: 12)

4. Results for phase 16

4.4. Structures

4.4.3. Beams

4.4.3.3. Beams

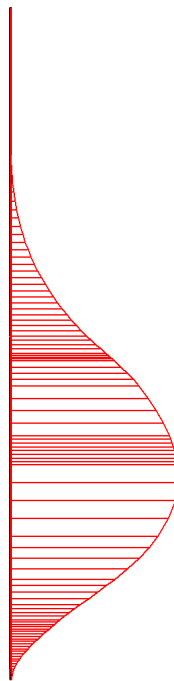


Fig. 3 Bending moment envelop in beam
Extreme value 333,04 kN/m/m (Phase: 16)

5. Results for phase 23

5.5. Structures

5.5.4. Beams

5.5.4.4. Beams

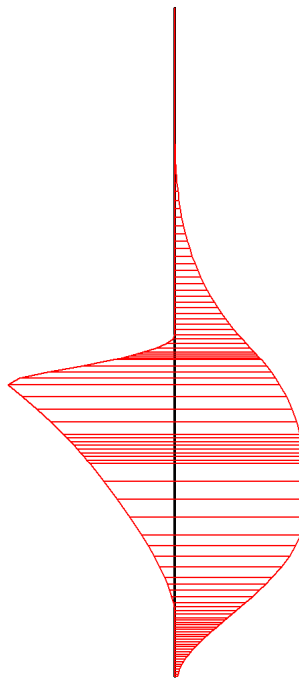


Fig. 4 Bending moment envelop in beam
Extreme value 400,76 kN/m/m (Phase: 23)

6. Results for phase 24

6.6. Structures

6.6.5. Beams

6.6.5.5. Beams

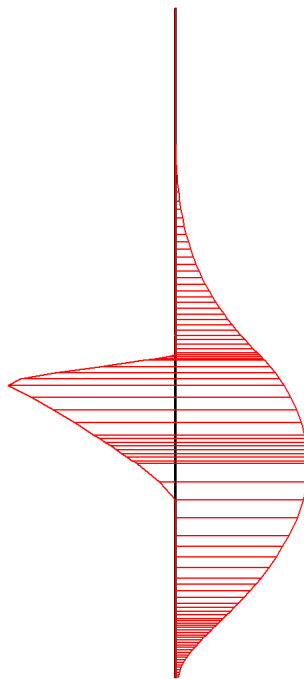


Fig. 5 Bending moment envelop in beam
Extreme value 387,43 kN/m/m (Phase: 24)

BIJLAGE XI Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) BGT uplift

REPORT BGT diep uplift

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers
Title: A27-folie-km2.0 BGT
Comments: uplift

Table of Contents

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 6 | 5 |
| 2.2. Deformations | 5 |
| 2.3. Structures | 5 |
| 2.3.1. Interfaces | 5 |
| 2.3.1.1. Interfaces | 6 |
| 3. Results for phase 11 | 8 |
| 3.4. Deformations | 8 |
| 3.5. Structures | 8 |
| 3.5.2. Interfaces | 8 |
| 3.5.2.2. Interfaces | 9 |
| 4. Results for phase 15 | 11 |
| 4.6. Deformations | 11 |
| 4.7. Structures | 11 |
| 4.7.3. Interfaces | 11 |
| 4.7.3.3. Interfaces | 12 |
| 5. Results for phase 20 | 14 |
| 5.8. Deformations | 14 |
| 5.9. Structures | 14 |
| 5.9.4. Interfaces | 14 |
| 5.9.4.4. Interfaces | 15 |
| 6. Results for phase 22 | 17 |
| 6.10. Deformations | 17 |
| 6.11. Structures | 17 |
| 6.11.5. Interfaces | 17 |
| 6.11.5.5. Interfaces | 18 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|--|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| nat ontgr | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 7 |
| 20kpa naast ontgr | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 8 | 10 |
| folie+aanvul1 | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 11 | 19 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 20 | 30 |
| polderpeil -5,8m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 31 | 54 |
| A: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 55 | 62 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 63 | 162 |
| ontgraving1 (pp-5,8, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 163 | 169 |
| damwand, recet | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 170 | 171 |
| bigbags 30kpa | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 172 | 174 |
| B: gws kuip +1,0 m nap | 11 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 175 | 206 |
| B: pcr damwand, talud | 12 | 11 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 207 | 306 |
| check geen bigbags | 13 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 307 | 353 |
| pcr damwand, talud, geen bigbas | 14 | 13 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 354 | 453 |
| C: ontgraving2 | 15 | 11 | Plastic analysis | Staged construction | 454 | 459 |
| C: pcr damwand, ontgraven vloer | 16 | 15 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 460 | 559 |
| wand | 17 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 560 | 561 |
| wand | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 562 | 569 |
| aanvul | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 570 | 589 |
| D: geen 20 kpa naast wand | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 590 | 591 |
| polderpeil -5,8m nap, geen bigbags | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 592 | 599 |
| E: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 22 | 21 | Plastic analysis | Staged construction | 600 | 602 |
| E: pcr eindfase | 23 | 22 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 603 | 702 |
| D: pcr max eind bouwfase | 24 | 20 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 703 | 802 |
| zonder talud | 25 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 803 | 805 |
| pcr zonder talud | 26 | 25 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 806 | 905 |
| zonder talud, zonder bigbags | 27 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 906 | 940 |
| kan geen pcr zonder talud zonder bigbags | 28 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 941 | 942 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5294 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5190 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,1786 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3826 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,7144 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5701 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5021 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 28 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |

2. Results for phase 6

2.2. Deformations

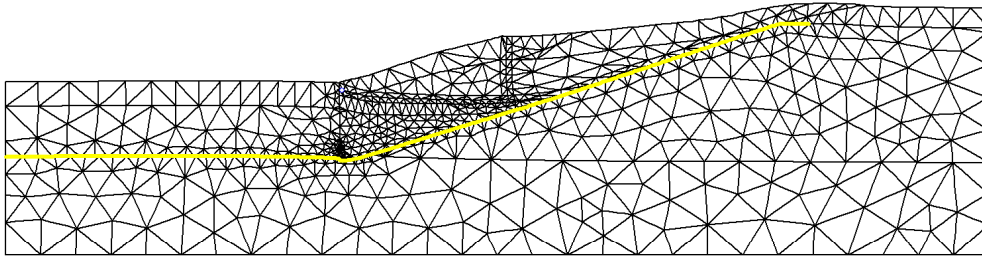


Fig. 1 Plot of deformed mesh
- Step no: 62 - (Phase: 6)

2.3. Structures

2.3.1. Interfaces

2.3.1.1. Interfaces

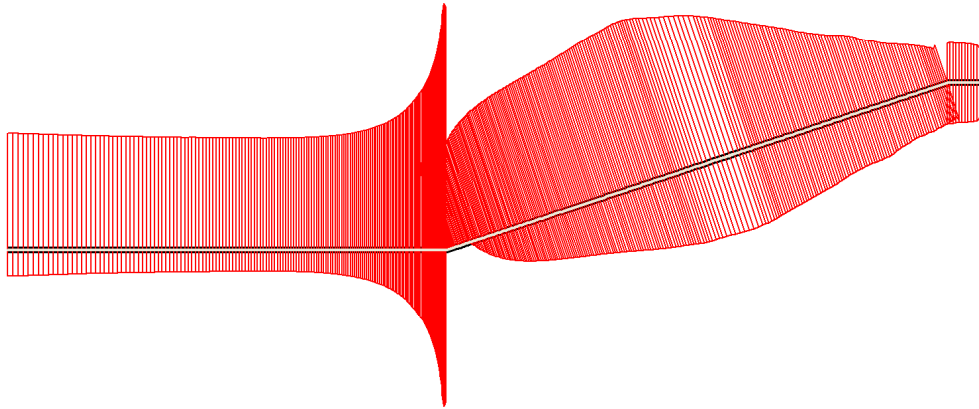


Fig. 2 Effective normal stresses in interface
Extreme value 190,96 kN/m² (Phase: 6)

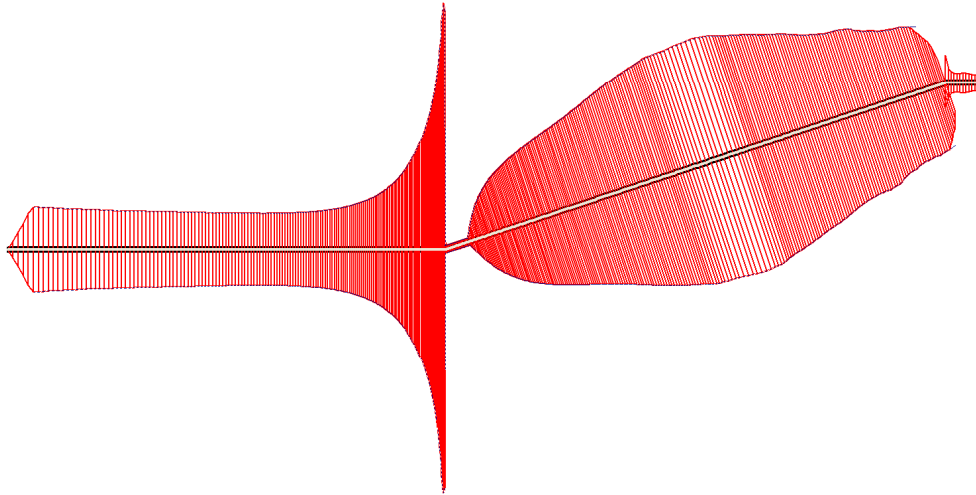


Fig. 3 Shear stresses in interface
Extreme value 33,28 kN/m² (Phase: 6)

3. Results for phase 11

3.4. Deformations

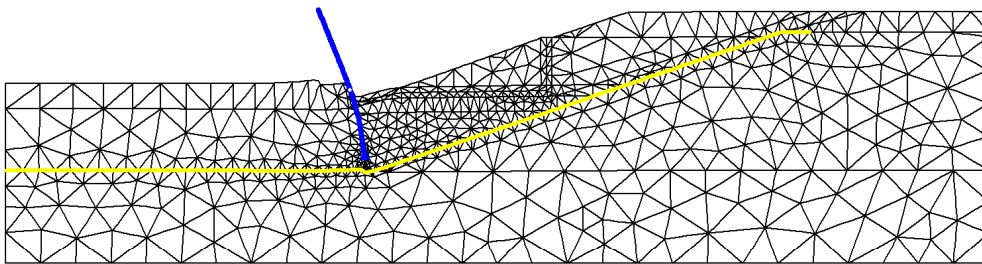


Fig. 4 Plot of deformed mesh
- Step no: 206 - (Phase: 11)

3.5. Structures

3.5.2. Interfaces

3.5.2.2. Interfaces

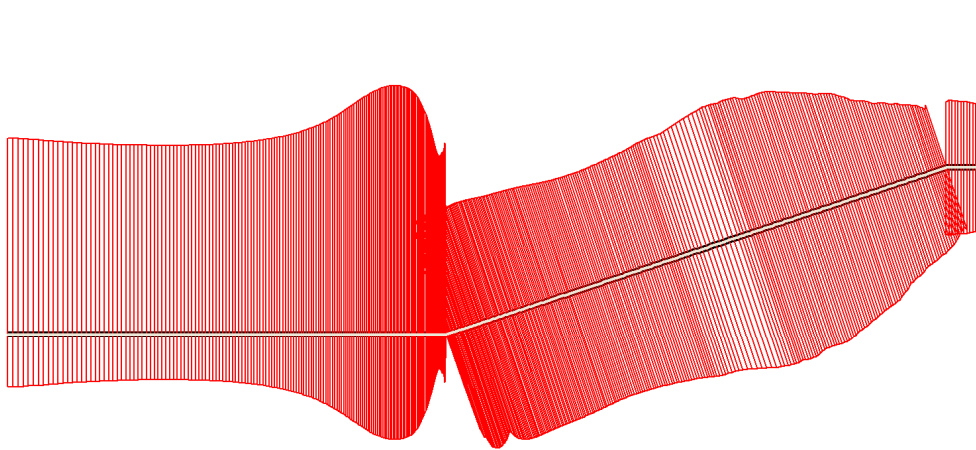


Fig. 5 Effective normal stresses in interface
Extreme value 114,59 kN/m² (Phase: 11)

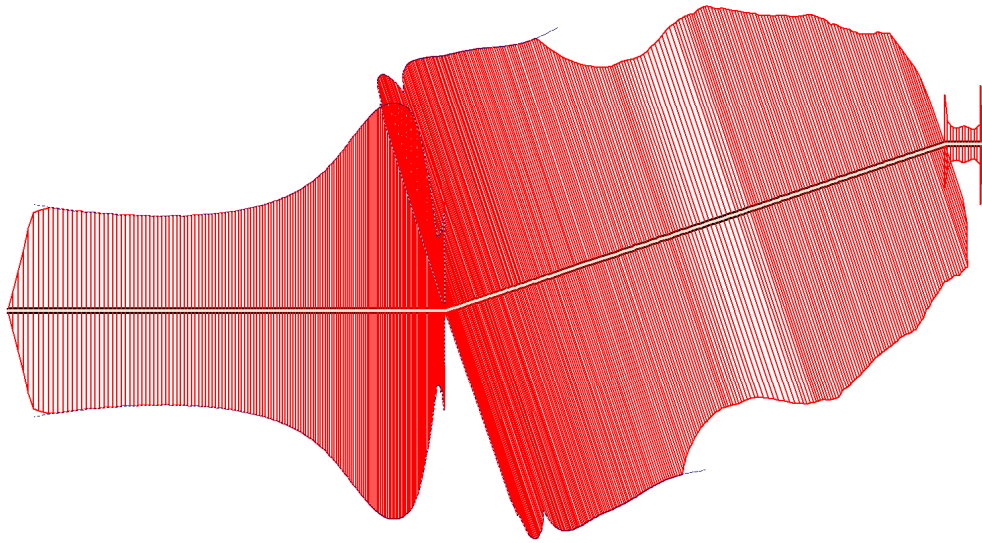


Fig. 6 Shear stresses in interface
Extreme value 16,09 kN/m² (Phase: 11)

4. Results for phase 15

4.6. Deformations

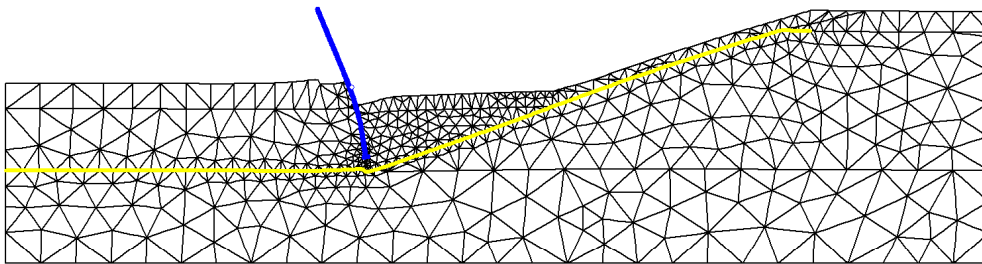


Fig. 7 Plot of deformed mesh
- Step no: 459 - (Phase: 15)

4.7. Structures

4.7.3. Interfaces

4.7.3.3. Interfaces

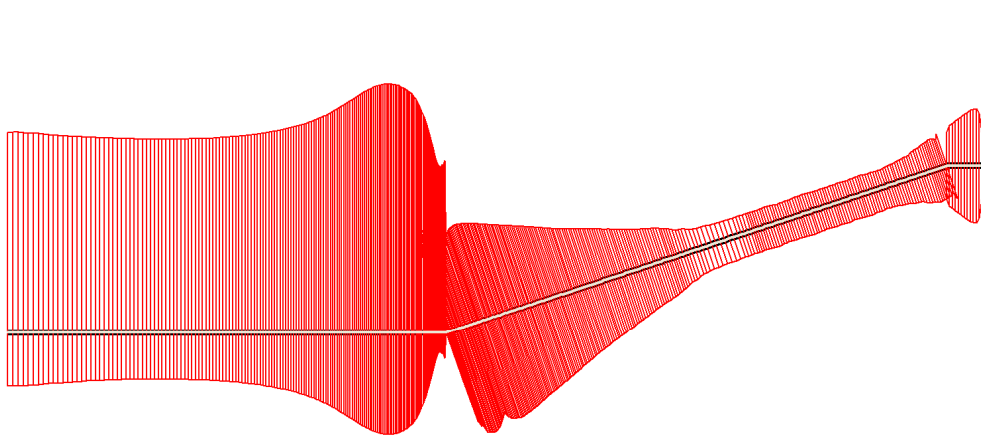


Fig. 8 Effective normal stresses in interface
Extreme value 111,95 kN/m² (Phase: 15)

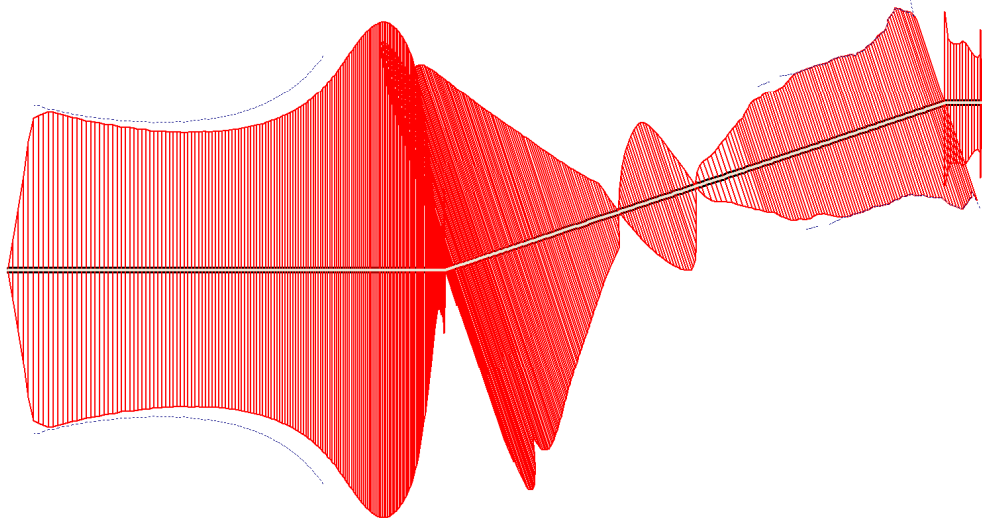


Fig. 9 Shear stresses in interface
Extreme value 10,37 kN/m² (Phase: 15)

5. Results for phase 20

5.8. Deformations

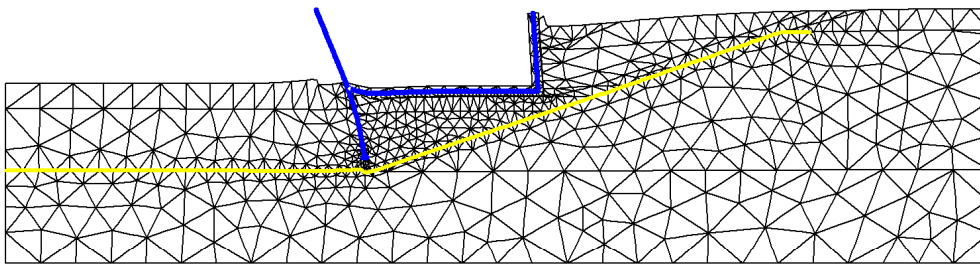


Fig. 10 Plot of deformed mesh
- Step no: 591 - (Phase: 20)

5.9. Structures

5.9.4. Interfaces

5.9.4.4. Interfaces

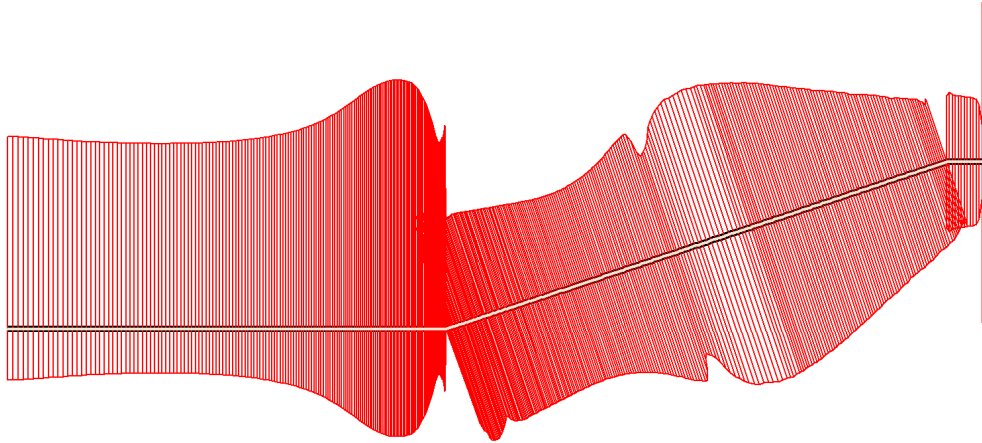


Fig. 11 Effective normal stresses in interface
Extreme value 116,92 kN/m² (Phase: 20)

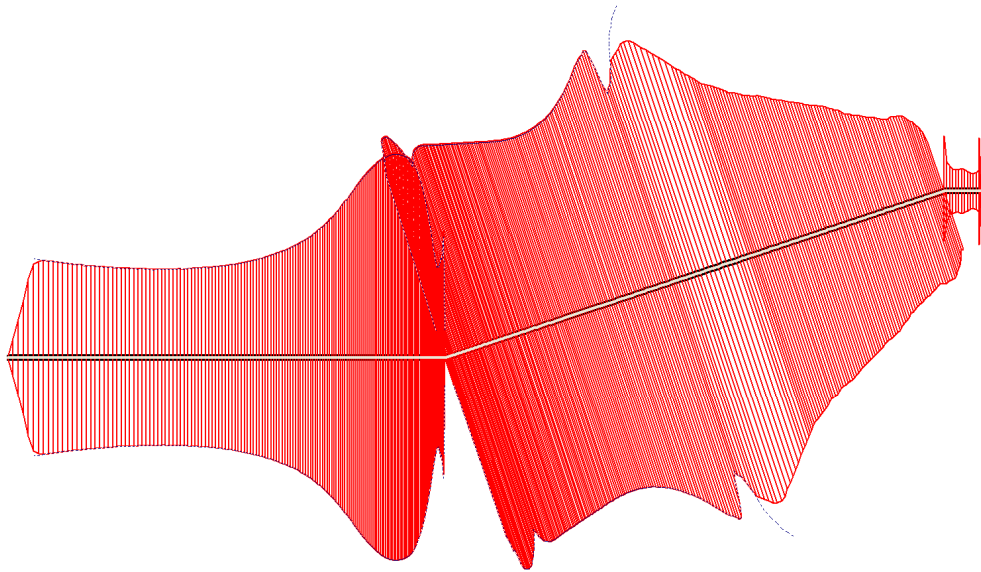


Fig. 12 Shear stresses in interface
Extreme value 17,27 kN/m² (Phase: 20)

6. Results for phase 22

6.10. Deformations

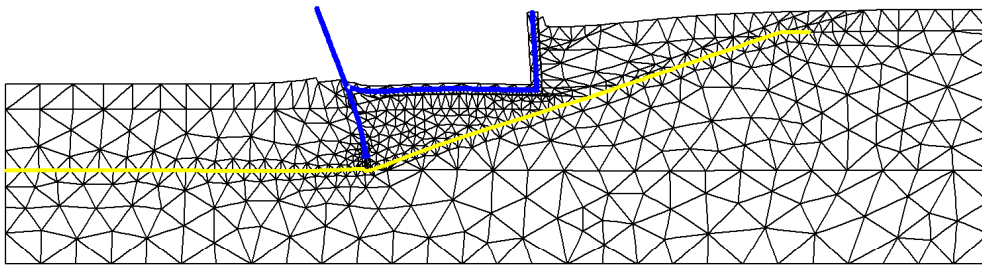


Fig. 13 Plot of deformed mesh
- Step no: 602 - (Phase: 22)

6.11. Structures

6.11.5. Interfaces

6.11.5.5. Interfaces

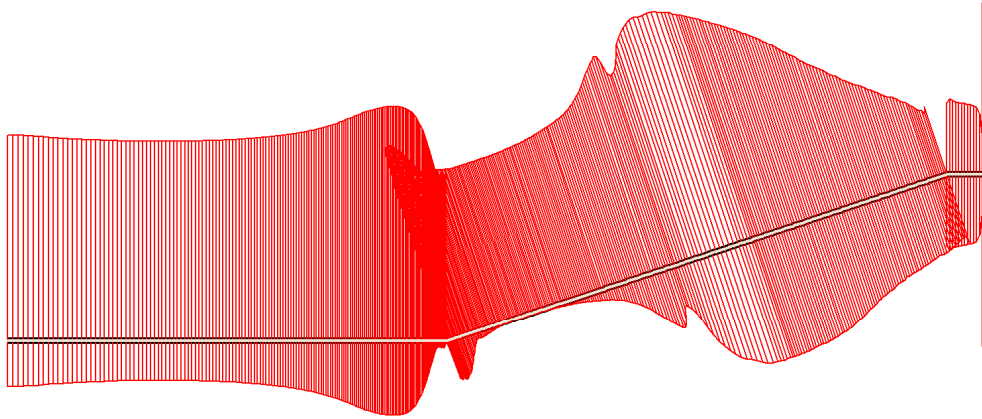


Fig. 14 Effective normal stresses in interface
Extreme value 108,50 kN/m² (Phase: 22)

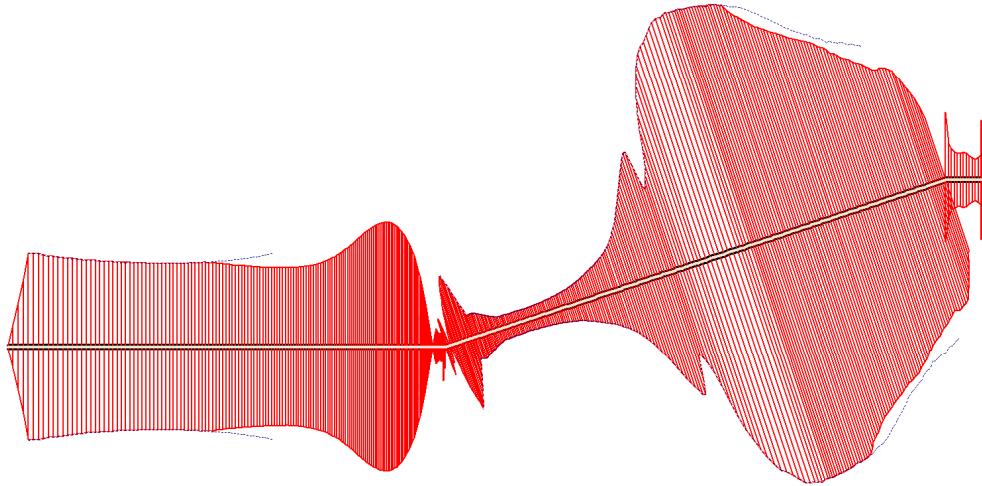


Fig. 15 Shear stresses in interface
Extreme value 15,22 kN/m² (Phase: 22)

BIJLAGE XII Resultaten integrale stabiliteitsanalyse KM 2,0 (PLAXIS) UGT uplift

REPORT UGT diep uplift

10/11/2010

User: Witteveen+Bos Consulting engineers
Title: A27-folie-km2.0 UGT
Comments: gunstig werkend gewicht x 0,9 tbv UGT-uplift check

Table of Contents

| | |
|-------------------------------|---|
| 1. Calculation phases | 3 |
| 1.1. Total multipliers | 4 |
| 2. Results for phase 7 | 5 |
| 2.2. Deformations | 5 |
| 3. Results for phase 12 | 6 |
| 3.3. Deformations | 6 |
| 4. Results for phase 16 | 7 |
| 4.4. Deformations | 7 |
| 5. Results for phase 23 | 8 |
| 5.5. Deformations | 8 |
| 6. Results for phase 24 | 9 |
| 6.6. Deformations | 9 |

1. Calculation phases

Table [1] List of phases

| Phase | Ph-No. | Start phase | Calculation type | Load input | First step | Last step |
|--|--------|-------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 0-situatie, vlak maaiveld | 0 | 0 | | - | 0 | 0 |
| nat ontgr | 1 | 0 | Plastic analysis | Staged construction | 1 | 7 |
| 20kpa naast ontgr | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 8 | 10 |
| folie+aanvul1 | 3 | 2 | Plastic analysis | Staged construction | 11 | 19 |
| aanvul2 | 4 | 3 | Plastic analysis | Staged construction | 20 | 30 |
| polderpeil -5,8m nap | 5 | 4 | Plastic analysis | Staged construction | 31 | 58 |
| A: check ontwerp buiten gws+1,2m nap | 6 | 5 | Plastic analysis | Staged construction | 59 | 68 |
| A: pcr ini | 7 | 6 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 69 | 168 |
| ontgraving1 (pp-5,8, gws+0,8) | 8 | 6 | Plastic analysis | Staged construction | 169 | 184 |
| damwand, recet | 9 | 8 | Plastic analysis | Staged construction | 185 | 186 |
| bigbags 30kpa | 10 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 187 | 189 |
| B: gws kuip +1,0 m nap | 11 | 10 | Plastic analysis | Staged construction | 190 | 228 |
| B: pcr damwand, talud | 12 | 11 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 229 | 328 |
| check geen bigbags | 13 | 9 | Plastic analysis | Staged construction | 329 | 397 |
| pcr damwand, talud, geen bigbas | 14 | 13 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 65535 | 65535 |
| C: ontgraving2 | 15 | 11 | Plastic analysis | Staged construction | 398 | 408 |
| C: pcr damwand, ontgraven | 16 | 15 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 409 | 508 |
| vloer | 17 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 509 | 510 |
| wand | 18 | 17 | Plastic analysis | Staged construction | 511 | 518 |
| aanvul | 19 | 18 | Plastic analysis | Staged construction | 519 | 540 |
| D: geen 20 kpa naast wand | 20 | 19 | Plastic analysis | Staged construction | 541 | 542 |
| polderpeil -5,8m nap, geen bigbags | 21 | 20 | Plastic analysis | Staged construction | 543 | 572 |
| E: check ontwerp buiten gws +1,2m nap | 22 | 21 | Plastic analysis | Staged construction | 573 | 589 |
| E: pcr eindfase | 23 | 22 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 590 | 689 |
| D: pcr max eind bouwfase | 24 | 20 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 690 | 789 |
| zonder talud | 25 | 15 | Plastic analysis | Staged construction | 790 | 793 |
| pcr zonder talud | 26 | 25 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 794 | 893 |
| zonder talud, zonder bigbags | 27 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 894 | 904 |
| kan geen pcr zonder talud zonder bigbags | 28 | 25 | Plastic analysis | Staged construction | 905 | 907 |

1.1. Total multipliers

Table [2] Total multipliers - reached values

| Ph-No. | Displ. | Load A | Load B | Weight | Accel | Time | s-f |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 2 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 3 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 4 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 5 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 6 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 7 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,4066 |
| 8 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 9 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 10 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 11 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 12 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3678 |
| 13 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 14 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0783 |
| 15 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 16 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3497 |
| 17 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 18 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 19 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 20 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 21 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 22 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 23 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,5018 |
| 24 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3974 |
| 25 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 26 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3493 |
| 27 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| 28 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |

2. Results for phase 7

2.2. Deformations

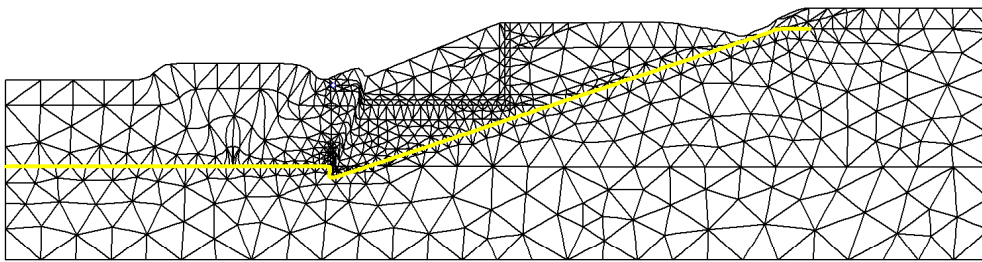


Fig. 1 Plot of deformed mesh
- Step no: 168 - (Phase: 7)

3. Results for phase 12

3.3. Deformations

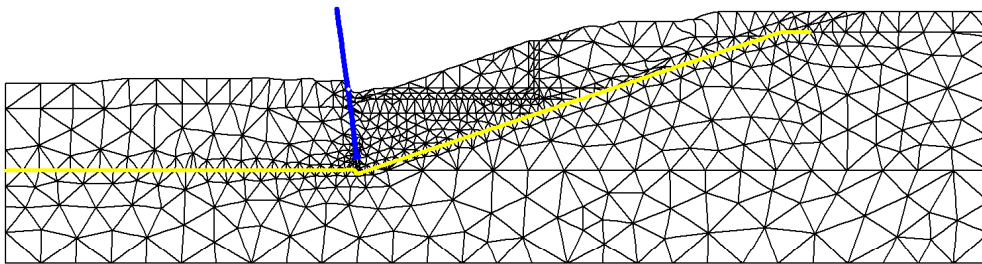


Fig. 2 Plot of deformed mesh
- Step no: 328 - (Phase: 12)

4. Results for phase 16

4.4. Deformations

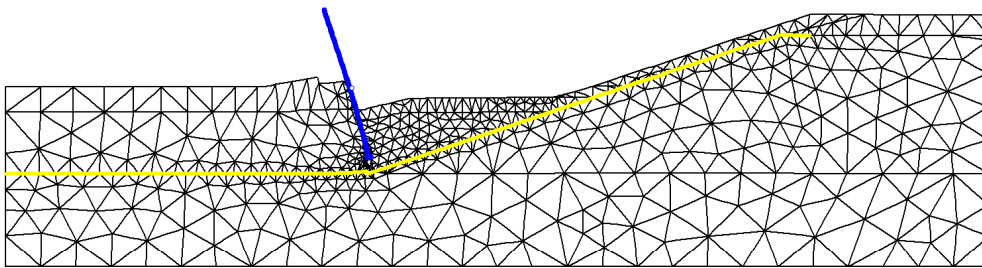


Fig. 3 Plot of deformed mesh
- Step no: 508 - (Phase: 16)

5. Results for phase 23

5.5. Deformations

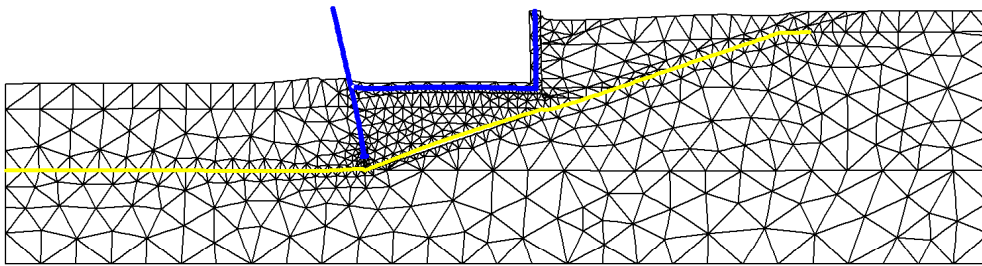


Fig. 4 Plot of deformed mesh
- Step no: 689 - (Phase: 23)

6. Results for phase 24

6.6. Deformations

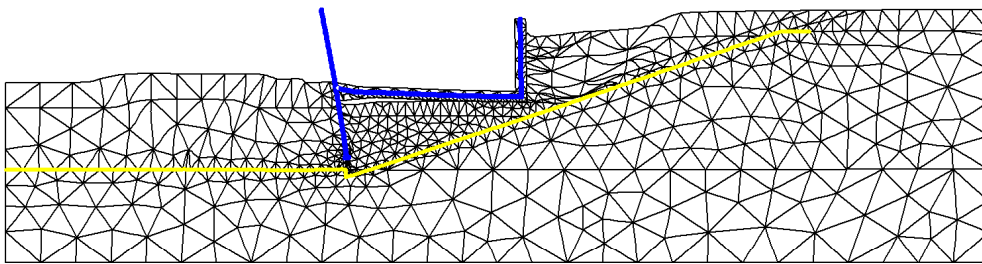


Fig. 5 Plot of deformed mesh
- Step no: 789 - (Phase: 24)

BIJLAGE XIII Risicoanalyse en -dossier

| Ranking | Categorie | | | | Risicobeschrijving | | | Kwantificeren Initieel risico | | Behersing risico | | Kwantificeren Restrisico | | | | Risicodrager | |
|---------|-----------------------------|--------------|----------------------|--|---|---|--------|-------------------------------|-----|--------------------|---------------|--------------------------|-----|-----|-----|--------------|-----------|
| | [A] | [B2] | [B3] | [B4] | [C] | [D] | [E] | [F] | [G] | [H] | [I] | [J] | [L] | [M] | [N] | | |
| | Nr. | Object | Type | Discipline | Risico | Oorzaak / toelichting | Gevolg | [zie tabel 6] | | Beheersmaatregelen | Status | Actiehouder | p | K | T | | p x (K+T) |
| 1 | Scheidings damwand | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Stabiliteit scheidingsdamwand niet meer gewaarborgd | 1. Grondgesteldheid slechter dan verwacht 2. Passieve weerstand ondermijnd door grondwaterstroming (lekkage vrieslichaam) 3. Aandrijvende belasting te groot (te hoge waterstand) 4. Mechanische belastingen op damwand (aanrijding verkeer, stoten bouwmaterieel, etc.) | 1. Damwand vervormt meer dan verwacht 2. Damwand bezwijkt 3. Onderdoorgang stroomt vol met water uit compartiment, persoonlijk letsel of slachtoffers, afsluiting A27 voor wegverkeer 4. Folie barst op door wegvallen ballast waterdruk, enorm waterbezwaar, zeer complex herstel | 4 | 5 | 5 | 40 | In overweging | RWS | 2 | 5 | 5 | 20 | RWS |
| 2 | Vrieslichaam | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Aansluiting vrieslichaam is niet waterdicht | 1. In deze fase is toepassing van grootschalige vriestechniek niet uitputtend onderzocht 2. Lokale onderbrekingen door slechte uitvoering 3. Interactie folie-vrieslichaam problematisch | 1. Oplossing is niet uitvoerbaar 2. Lekkage met grondwaterstroming naar A27 bij vullen compartiment 3. Door grondwaterstroming sterke verlaging korrelspanning passieve wig damwand, waardoor stabiliteit damwand kritiek wordt. | 4 | 5 | 5 | 40 | In overweging | RWS | 2 | 5 | 5 | 20 | RWS |
| 3 | Vrieslichaam | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Vriezen lukt niet door ontbreken polderwaterstand | 1. Ter plaatse van de hogere delen van de foliepolder is geen 'grondwater' in de foliepolder aanwezig 2. Kunstmatig toegevoegd water stroomt weg via drainage systeem foliepolder | 1. Vriezen lukt niet | 3 | 4 | 5 | 27 | In overweging | RWS | 1 | 4 | 5 | 9 | RWS |
| 4 | Vrieslichaam | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Vrieslichaam heeft nadelig effect op restlevensduur folie | 1. Materiaaleigenschappen folie worden (permanent) veranderd door lage temperaturen 2. Effecten van uitzetting/krimp leiden mogelijk tot aanzienlijke trekspanning in lengterichting folie 3. Geen ervaring met inzet vriestechniek nabij geokunststoffen en effecten 4. Vrieslichaam geeft tijdelijk hard punt op folieconstructie, met ongewenste krachten op folie bij belasten damwand | 1. Restlevensduur folie beperkt 2. Investeringskosten verbreding staan niet meer in verhouding tot restlevensduur onderdoorgang 3. Folie kan gaan lekken, met toename waterbezwaar in de tijd 4. Herstel niet of nauwelijks mogelijk | 3 | 5 | 4 | 27 | In overweging | RWS | 1 | 5 | 4 | 9 | RWS |
| 5 | Vrieslichaam | 3 - Techniek | Uitvoering | Folie raakt mechanisch beschadigd door inzet vriestechniek | 1. Bij aanbrengen vrieslansen raakt folie beschadigd 2. Foutieve plaatsbepaling vrieslansen 3. Folieligging wijkt af van theoretische ligging | 1. Folie lokaal lek, beperkt waterbezwaar | 3 | 5 | 4 | 27 | In overweging | RWS | 2 | 5 | 4 | 18 | RWS |
| 6 | Stabiliteit talud bouw fase | 3 - Techniek | Ontwerp | Taluds foliepolder niet stabiel tijdens uitvoering | 1. Verkeerd ontgraven (fasering, diepte, ondermijning talud) 2. Wrijvings eigenschappen folie zijn lager dan verwacht 3. Waterstand buiten > binnen, geen goede peilbeheersing compartiment | 1. Talud glijdt af over folie 2. Geen horizontaal/verticaal evenwicht folie op taluds, bezwijken folie. Bij goed functioneren damwand geen direct gevolg voor functionaliteit A27 3. Folie raakt beschadigd door afschuiven, complex herstel | 4 | 5 | 5 | 40 | In overweging | RWS | 2 | 5 | 5 | 20 | RWS |
| 7 | Grondwerk | 3 - Techniek | Uitvoering | Folie wordt mechanisch beschadigd bij ontgraven | 1. Toleranties in theoretische ligging folie 2. Ontgravingstoleranties te groot 3. Inzet van niet geschikt graafmaterieel 4. Kraanmachinist onervaren of onoplettenheid | 1. Folie wordt zichtbaar beschadigd 2. Folie wordt niet direct zichtbaar beschadigd (beneden wst) 3. Folie lokaal lek, beperkt waterbezwaar 4. Folie over grotere lengte kapot getrokken, groot water bezwaar | 4 | 5 | 5 | 40 | In overweging | RWS | 2 | 5 | 5 | 20 | RWS |
| 8 | Aanbrengen damwanden | 3 - Techniek | Uitvoering | Folie wordt beschadigd tijdens inbrengen damwand | 1. Toleranties in theoretische ligging folie 2. Afwijking positie damwand door mogelijk aanbrengen in schuin talud 3. Damwand te diep aangebracht 4. Damwand met te grote lengte wordt omgewisseld (lengteverloop met diepteligging folie) 5. Kraanmachinist onervaren of onoplettenheid | 1. Folie lokaal lek, beperkt waterbezwaar | 4 | 4 | 4 | 32 | In overweging | RWS | 2 | 4 | 4 | 16 | RWS |

| Ranking | Categorie | | | | Risicobeschrijving | | | Kwantificeren Initieel risico | | Beheersing risico | | Kwantificeren Restrisico | | | | Risicodrager | |
|---------|---------------------|--------------|----------------------|--|---|--|--------|-------------------------------|-----|-------------------|--|--------------------------|-------------|-----|-----|--------------|----|
| | [A] | [B2] | [B3] | [B4] | [C] | [D] | [E] | [F] | [G] | [H] | [I] | [J] | [L] | [M] | [N] | | |
| | Nr. | Object | Type | Discipline | Risico | Oorzaak / toelichting | Gevolg | p | K | T | p x (K+T) | Status | Actiehouder | p | K | | T |
| 9 | Uitvoering keerwand | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Toleranties uitvoering keerwand onvoldoende beheerst | 1. Uitvoering onder water 2. Onvoldoende beheerste uitvoering 3. In ontwerp onvoldoende rekening gehouden met uitvoerbaarheid | 1. Constructie kan niet worden voltooid 2. Aansluitende constructie aanpassen 3. Slopen reeds gemaakte constructie en herstel | 3 | 4 | 4 | 24 | 1. Bij ontwerp rekening houden met forse uitvoeringstoleranties 2. Nauwkeurige (uitvoerings)voorbereiding 3. Voorzieningen meenemen met terugvalopties | In overweging | RWS | 1 | 4 | 4 | 8 |
| 10 | Grondwerk | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Horizontaal evenwicht keerconstructie onvoldoende | 1. Gronddrukken uit grondaanvulling groter dan verwacht 2. Aanbrengen meer grondaanvulling dan rekening gehouden bij ontwerp 3. Grotere bovenbelastingen op grondaanvulling naast keerconstructie | 1. Keerwand verplaatst, toleranties uitvoering mogelijk niet behaald | 3 | 5 | 5 | 30 | 1. Scheidingsdamwand gebruiken als permanente steunconstructie keerwand, met constructieve koppeling aan vloer. 2. Horizontale stabiliteit rekentechnisch verifiëren | Doorgevoerd | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |
| 11 | Geometrie | 3 - Techniek | Ontwerp | Aansluiting op bestaande kunstwerken niet mogelijk | 1. Oplossing in langsrichting van de foliepolder niet beschouwd 2. Knelpunten met klemconstructies | 1. Variant is niet haalbaar | 3 | 5 | 5 | 30 | 1. Haalbaarheid aansluiting op kunstwerken nader beschouwen | In overweging | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |
| 12 | Uitvoering | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Calamiteit op specifieke lokatie heeft gevolgen over gehele lengte foliepolder | 1. Te grote compartimenten 2. Dwarschermen lastig uitvoerbaar | 1. Lokale calamiteit (bv lekkage) kan leiden tot integraal verlies van het folie-evenwicht en hiermee direct gevolg functionaliteit A27 2. Lokale calamiteit leidt tot kettingreactie (progressive failure) | 4 | 5 | 5 | 40 | 1. Compartimentering overwegen en/of voorschrijven 2. 'vakje voor vakje' ontgraven en bouwen 3. Kritische punten in ontwerp onderkennen | In overweging | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |
| 13 | Drainage | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Functionaliteit drainagesysteem wordt nadelig beïnvloed | 1. Vrieslichaam straalt uit naar drainagesysteem 2. Raken en/of blokkeren van het drainagesysteem door installatie van langs- en/of dwarsdamwanden | 1. Waterhuishouding folieconstructie wordt tijdelijk verstoord 2. Waterhuishouding folieconstructie wordt permanent verstoord | 4 | 3 | 2 | 20 | 1. Beoordelen kans van optreden nav ligging drainagesysteem 2. Thermokoppels toepassen 3. Aanbrengen additioneel drainagesysteem met tijdelijke/permanente functie | In overweging | RWS | 2 | 3 | 2 | 10 |
| 14 | Folieconstructie | 3 - Techniek | Uitvoering | Folieconstructie in huidige situatie is reeds beschadigd en/of aangetast | 1. Aanwezigheid milieuhygiënische verontreinigingen buiten folieconstructie of binnenin (bv. calamiteit) 2. Indicaties technische staat folie vanuit kielspit niet representatief 3. Uitloging weekmaker gaat sneller dan verwacht -> aantreffen brosse folie 3. Onvolkomenheden bij uitvoering folieconstructie destijds 4. Aanwezigheid PVC-P folie met beperkte dikte (0,8 mm) 5. Aanwezigheid scherpe delen in ondergrond of aanvulmateriaal | 1. Restlevensduur folie beperkt 2. Investeringskosten verbreding staan niet meer in verhouding tot restlevensduur onderdoorgang 3. Folie kan gaan lekken, met toename waterbezwaar in de tijd 4. Herstel niet of nauwelijks mogelijk 5. Discussie oorzaken beschadigingen en verantwoordelijkheden | 2 | 5 | 5 | 20 | 1. Analyse milieuhygiënische bodem- en grondwaterkwaliteit binnen/buiten folieconstructie 2. Natrekken uitvoeringsdossier 3. Nader onderzoek technische staat folieconstructie 4. Nulopname | In overweging | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |
| 15 | Scheidings damwand | 3 - Techniek | Ontwerp / Uitvoering | Lekkage bij aansluiting van scheidingsdamwand op tussenliggende kunstwerken | 1. Ontwerp/uitvoering aansluiting boven maaiveld 2. Ontwerp/uitvoering aansluiting onder maaiveld 3. Calamiteit losscheuren aansluiting boven maaiveld | 1. Oplossing is niet uitvoerbaar 2. Lekkage met grondwaterstroming naar A27 vanuit compartiment | 2 | 5 | 5 | 20 | 1. Oplossing aansluiting bestaande kunstwerken nader beschouwen | In overweging | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |
| 15 | Verticaal evenwicht | 3 - Techniek | Ontwerp | Verticaal evenwicht blijkt onvoldoende | 1. Het volumieke gewicht van de aanvulgrond in de bestaande foliepolder blijkt lager dan verwacht | 1. Oplossing is niet uitvoerbaar 2. Uitbreidingsbreedte kan minder groot worden uitgevoerd | 4 | 5 | 5 | 40 | 1. Bij nadere uitwerking rekening houden met een lager volumiek gewicht 2. Aanvullend grondonderzoek | In overweging | RWS | 1 | 5 | 5 | 10 |