

RAPPORT  
betreffende

**ONTHEFFING T.B.V. AANBRENGEN  
KABELS: NOORDERMEERDIJK EN  
WESTERMEERDIJK TBV DE  
BUITENDIJKSE WINDPARKEN**

Oprachtnummer: 1209-0049-000

Opdrachtgever : Ventolines  
Postbus 1054  
8300 BB Emmeloord

Projectleider : ir. E.J.G. Gustin

Opgesteld door : ir. E.J.G. Gustin  
Waterbouwkundig adviseur

Geverifieerd door : ing. J. Heikes  
Waterbouwkundig adviseur

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	16 juli 2009	definitief	
2			
3			

FILE: 1209-0049-000.R01\_v2.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. SITUATIESCHRIJVING	2
2.1. Locatiebeschrijving	2
2.2. Beschikbare informatie	2
3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID	4
3.1. Bodemopbouw	4
3.2. (Grond)waterstanden en stijghoogtes	5
4. UITGANGSPUNTEN	6
4.1. Geometrie	6
4.2. Bodemopbouw	6
4.3. Grondparameters	6
4.4. Overige	6
4.5. Beschouwde werkzaamheden	7
4.6. Uitgevoerde analyses	8
5. MACROSTABILITEIT	9
5.1. Algemeen	9
5.2. Resultaten	10
5.3. Beoordeling	11
6. KWEL EN PIPING	12
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	13
BIJLAGEN	<u>Nr.</u>
- Peilbuismetingen uit Fugro rapport – Q-1528, d.d. 3 november 2000	1
- Resultaten stabiliteitsberekeningen	1209-0049-000 - 2 t/m 7

---

## 1. INLEIDING

Op 12 juni 2009 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Nieuwegein van Ventolines B.V. te Emmeloord, de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en het opstellen van een advies ten behoeve van de aanvraag van een ontheffing voor het aanbrengen van kabels ten behoeve van de elektrische infrastructuur voor de windparken Noordermeerdijk buitendijks en Westermeerdijk buitendijks.

In het tweede hoofdstuk zal een situatieomschrijving worden gegeven. Hierbij wordt tevens een opsomming gemaakt van de beschikbare informatie. In hoofdstuk 3 wordt een analyse gemaakt van de bodemgesteldheid. In hoofdstuk 4 worden de bodemparameters en uitgangspunten vastgesteld. De resultaten van stabiliteitsanalyses waarbij wordt gekeken naar de huidige en toekomstige situatie worden in hoofdstuk 5 gegeven. Kwel en piping worden beschouwd in hoofdstuk 6. Afsluitend worden in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen gegeven.

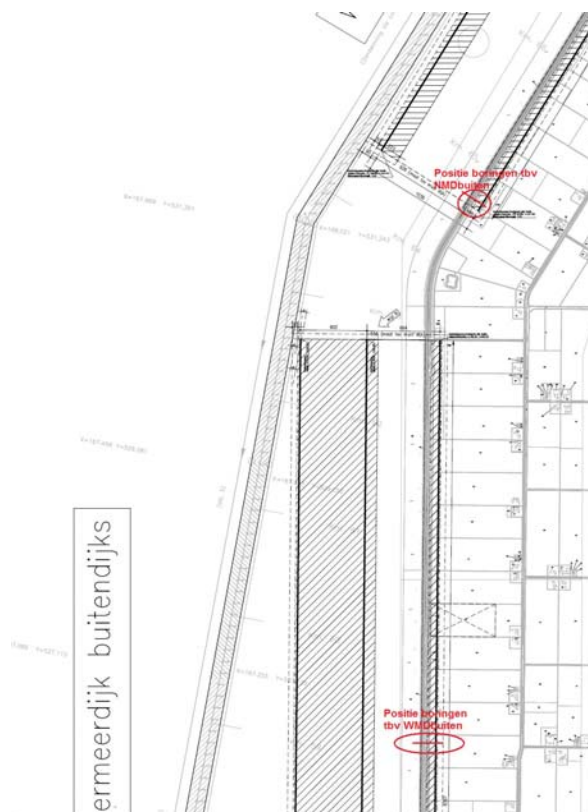
## 2. SITUATIESCHRIJVING

### 2.1. Locatiebeschrijving

In het IJsselmeer, vlak voor de kust van de Noordoostpolder, worden een aantal nearshore-windturbines gebouwd. De kabels, die benodigd zijn voor de afvoer van de geproduceerde elektrische energie, zullen ongeveer ter plaatse km 2,1 (Noordermeerdijk) en km 17,2 (Westermeerdijk) aan land komen. Daarbij zullen de kabels, met behulp van een gestuurde boring, de aanwezige primaire waterkeringen doorsnijden. De locatie van de doorsnijdingen komen ongeveer overeen met respectievelijk de locatie N170 en N125 uit de Hydraulische Randvoorwaarden 2006.

De dijk heeft een normfrequentie van 1/4000 per jaar.

In figuur 2-1 is een bovenaanzicht gegeven met daarin de locaties van de boringen. Dit bovenaanzicht is door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.



Figuur 2-1: bovenaanzicht voorgestelde locaties boringen

### 2.2. Beschikbare informatie

Door de opdrachtgever is de volgende informatie beschikbaar gesteld:

- Fugro rapport – Q-1528, d.d. 3 november 2000, 17 windturbines aan de Noordermeerdijk ban Creil in de Noordoostpolder.
- MOS Grondmechanica rapport –R668500-RY-2 d.d. 14 september 2000, Grondonderzoek ten behoeve van het windpark Westermeerdijk-noord
- Fugro-rapport V-1233/041, d.d. augustus 1996, Dijkversterking IJsselmeerdijk Noordoostpolder.

- Dwarsdoorsneden van de primaire keringen inclusief voorgestelde boorcurve.
- Bovenaanzicht van de voorgestelde locatie van de boringen.
- Technische specificatie met betrekking tot de uitvoering van de gestuurde boringen.

### 3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

#### 3.1. Bodemopbouw

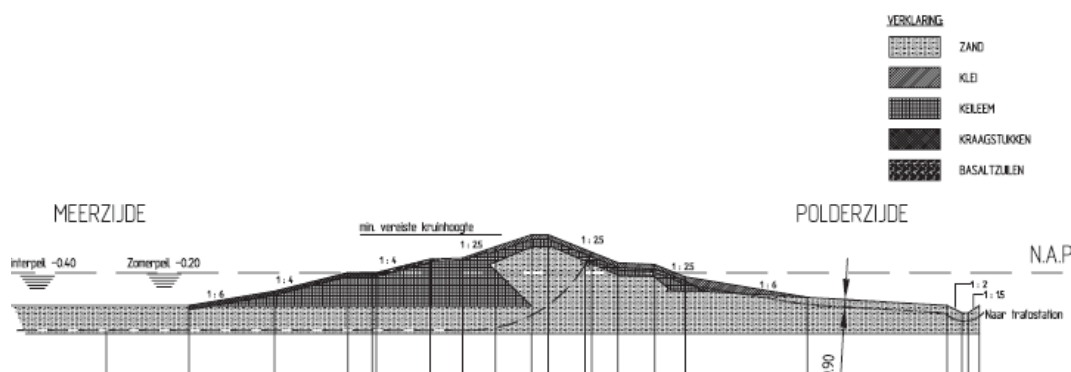
De globale bodemgesteldheid is gebaseerd op het beschikbaar gestelde grondonderzoek. Het grondonderzoek is uitgevoerd in 1995 onder opdracht nummer V1233/041, door Fugro Ingenieursbureau. Er zijn een 3-tal dwarsdoorsneden onderzocht welke representatief zijn voor de voorstelde boorlocaties. Deze locaties zijn in de in 1995 uitgevoerde toetsing van de veiligheid van de waterkering genummerd als km 5,0, km 9,0, km 14,2, km 17,0 en km 21,0. Alleen van km 5,0, km 9,0 en km 14,2 is grondonderzoek beschikbaar. Dit grondonderzoek zal gebruikt worden om te komen tot een representatief profiel.

Het beschouwde grondonderzoek bestaat uit:

- 9 sonderingen,
- 3 mechanische boringen,
- 6 handboringen

Op basis van het grondonderzoek en de overige verzamelde informatie kan de bodemgesteldheid van de ondergrond globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven. In deze tabel is de maatgevende bodemgesteldheid weergegeven.

In figuur 3-1 is de geschematiseerde bodemopbouw van het dijklichaam weergegeven. Deze tekening is beschikbaar gesteld door de opdrachtgever. De tekening is representatief voor de wijze waarop de waterkering is gebouwd. Deze bodemopbouw van de waterkering gaat op voor de locaties waar de primaire waterkering wordt doorkruist.



Figuur 3-1: bodemopbouw dijklichaam

Tabel 3-1 Globale bodemgesteldheid onder dijklichaam

Niveau bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving
-4,0	Veen
-5,0	Matig vast gepakt zand

### **3.2. (Grond)waterstanden en stijghoogtes**

De freatische lijn is conservatief geschat op basis van uitgevoerde freatische peilbuismetingen. Deze metingen zijn afkomstig uit het rapport Fugro-rapport Q-1528. De peilbuismetingen zijn als bijlage toegevoegd aan dit rapport (bijlage 1)

- Het buitenwaterpeil wordt tijdens de winter gehandhaafd op NAP -0,2 m
- Het freatische peil ter plaatse van de sloot is ca. NAP -4,5 m.
- De stijghoogte in de eerste watervoerende zandlaag is ca. NAP -3,5 m.
- De freatische grondwaterstand ter plaatse van de kruin is ca. NAP -2,0 m.
- Gedurende een situatie van MHW (Maatgevend Hoog Water ) zal de stijghoogte in de watervoerende zandlaag ook stijgen. Over de mate van deze stijging zijn geen gegevens beschikbaar. Derhalve wordt uitgegaan van een 80% respons. Dit betekent dat de stijghoogte in het watervoerende pakket 80% reageert op de stijging van de buitenwaterstand.
- Het MHW is volgens "Hydraulische Randvoorwaarden 2006" NAP +1,4 m ter hoogte van N170 en NAP + 1,3 ter hoogte van N125.

## 4. UITGANGSPUNTEN

### 4.1. Geometrie

De geometrie van de dijk is gebaseerd op leggerprofiel KM 14,6, opgesteld door het Waterschap Zuiderzeeland, d.d. 13 maart 2006, tekeningnummer ZBT - / 08C002. Deze doorsnede is representatief voor beide locaties. Het is mogelijk dat de werkelijke geometrie van de waterkering ter plaatse van de doorkruisingen enigszins afwijkt. Deze afwijkingen zijn echter nihil en hebben vrijwel geen invloed op de resultaten op de berekeningen en de conclusies.

### 4.2. Bodemopbouw

De bodemopbouw is geschematiseerd aan de hand van het beschikbare grondonderzoek.

### 4.3. Grondparameters

De schuifsterkte en volumiek gewicht van de grond is bepaald op basis van NEN6740. De rekenwaarden zijn verkregen door de representatieve waarden te delen door de materiaalfactoren conform het Addendum Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek zijn sterkteparameters voor de verschillende grondlagen afgeleid, zie tabel 4-1. De gehanteerde partiële factor voor de cohesie is 1,5 en voor de hoek van inwendige wrijving 1,2. Dit is conform het addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

Tabel 4-1 Representatieve waarden sterkteparameters

Grondlaag	Bovenkant laag [m NAP]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa] Rep	$c'$ [kPa] Rek	$\phi'$ [°] Rep	$\phi'$ [°] Rek
Klei	Bekleding	15/15	3,0	2,0	22,5	19,0
Kraagstukken	Bekleding	24/24	0,0	0,0	35,0	30,2
Basaltzuilen	Bekleding	24/24	0,0	0,0	35,0	30,2
Zand	Dijklichaam	18/20	0,0	0,0	27,5	23,5
Keileem	Dijklichaam	19/19	2,0	1,3	20,0	16,9
Veen	-4,0	11/11	3,0	2,0	15,0	12,6
Zand, matig vast gepakt	-5,0	19/21	0,0	0,0	32,5	28,0

#### Opmerkingen:

- $\gamma$  en  $\gamma_{\text{sat}}$  = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- $c'$  = effectieve cohesie
- $\phi'$  = effectieve hoek van inwendige wrijving

### 4.4. Overige

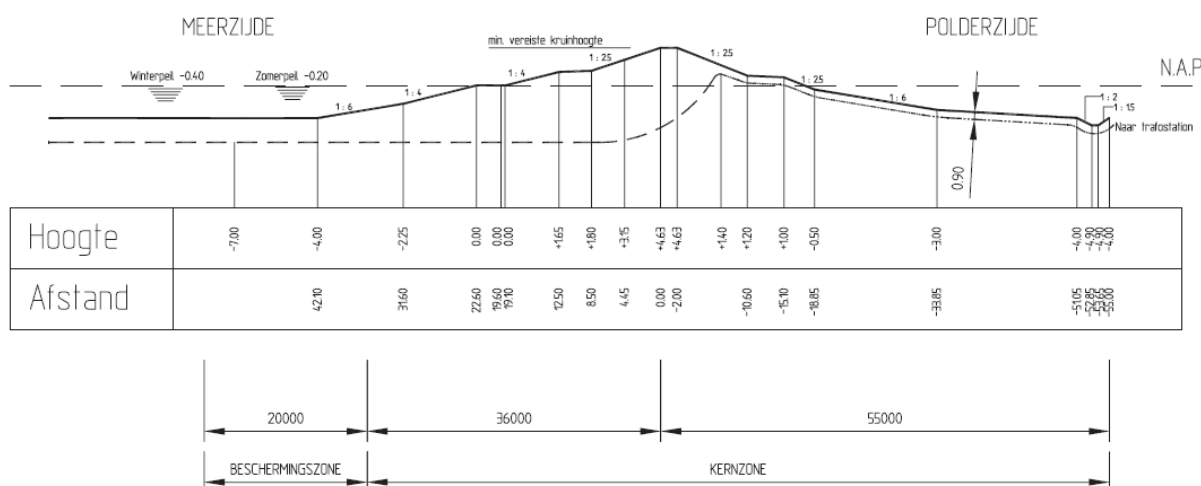
- Voor maatgevende omstandigheden wordt conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies uitgegaan van een ongedraineerde bovenbelasting van 13,3 kN/m<sup>2</sup> over een breedte van 2,5 m.
- De stabiliteitsfactor dient bij rekenwaarden voor de grondparameters te voldoen aan  $F \geq 1,16$  binnenwaarts en 1,08 buitenwaarts.



- Gedurende de uitvoeringssituatie kan bij gebruik van rekenwaarden worden uitgegaan van een veiligheid van 0,9.
- Bezwijkmechanismen zijn doorgerekend conform het Voorschrift Toetsen op Veiligheid.
- Gedurende het gesloten seizoen of situatie van hoog water worden er geen werkzaamheden uitgevoerd op de waterkering. Eventueel openstaande ontgravingen worden gedicht.

#### 4.5. Beschouwde werkzaamheden

Het leggen van de van de kabels ter hoogte van de waterkering kan worden verdeeld in twee onderdelen, zie figuur 4.1



Figuur 4.1, schematische doorsnede van het legprofiel van de kabels.

#### Het eerste deel, binnendijkse kabels:

Aan de landzijde worden de kabels in het binnentalud gelegd door het ontgraven van een tijdelijke kabelsleuf. De gronddekking is ca. 0,8 m. De ontgraving is maximaal 0,95 cm. Er wordt van uitgegaan dat de insteek van de ontgraving onder talud wordt uitgevoerd.

#### Het tweede deel, gestuurde boring:

Het buitendijkse deel van de leiding en het deel waarbij sprake is van een boog richting het binnentalud, wordt aangelegd door middel van een gestuurde boring. Daarbij bestaan het aantal boringen voor de doorkruising van de Noordermeerdijk uit 2 à 3 boringen en aan de Westermeerdijk uit 6 à 8 boringen. De boring gebeurt door het toepassen van PE-buizen, waardoor de kabels worden getrokken.

Er is geen sprake van een bouwput of iets dergelijks ten behoeve van de gestuurde boring. De geometrie van de dijk blijft gedurende de werkzaamheden in tact. Er is tevens geen sprake van grote bovenbelastingen op de waterkering.

Er wordt van uitgegaan dat de boorwerkzaamheden vrijwel trillingvrij zijn. Deze conclusie wordt gebaseerd op basis van eerdere ervaringen met gestuurde boringen. Er hoeft derhalve

geen rekening te worden gehouden met een trilversnelling waardoor de stabiliteit van de waterkering kan worden verlaagd.

#### **4.6. Uitgevoerde analyses**

De veiligheid van de waterkering zal worden beoordeeld conform het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Daarbij zal worden gekeken naar zowel de uitvoeringsfase en gebruikssituatie. Hieronder wordt aangegeven welke analyses worden uitgevoerd en welke conclusies al kunnen worden getrokken op basis van de technische specificaties van werkzaamheden.

##### **Uitvoeringsfase**

###### *Gestuurde boring*

Na inventarisatie van de beschikbare gegevens wordt geconcludeerd dat de veiligheid van de waterkering als gevolg van de uitvoering van de gestuurde boring niet wordt beïnvloed. Het grondlichaam van de waterkering blijft in tact. Tevens zal er geen sprake zijn van grote trillingen of wateroverspanningen waardoor de stabiliteit van de waterkering zal verslechteren

###### *Aanleg binnendijkse kabels*

Om de binnendijkse kabels aan te leggen zal er een sleuf worden gegraven. De effecten van deze ontgraving zullen worden beschouwd door middel van een beschouwing van de macrostabiliteit.

##### **Gebruiksfase**

###### *Gestuurde boring*

Er wordt geen nadelig gevolg verwacht ten aanzien van de macrostabiliteit.

Er wordt een analyse uitgevoerd waarbij wordt bekeken wat de kans is op extra kwel of piping als gevolg van de aanwezigheid van de kabels

###### *Aanleg binnendijkse kabels*

Gedurende de gebruiksfase is er geen sprake meer van een sleuf en is de oude geometrie van de waterkering hersteld. Er wordt derhalve geen negatieve gevolgen verwacht voor de veiligheid van de waterkering.

## 5. MACROSTABILITEIT

Eén van de mogelijk faalmechanismen van een waterkering is macrostabiliteit. Er is een kans op een verslechterde situatie gedurende de aanleg van de tijdelijke binnendijkse sleuf ten behoeve van de kabels.

### 5.1. Algemeen Methode Bishop

De stabiliteit van de waterkering is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma MStab. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.

In deze tweedimensionale berekeningen wordt de grondmoot opgedeeld in lamellen. Onderscheid wordt gemaakt tussen een aandrijvend moment en een weerstandbiedend moment. Het aandrijvend moment wordt gevormd door de grondmassa, inclusief eventueel open water en bovenbelasting, die de neiging heeft af te schuiven. Het weerstandbiedend moment wordt in hoofdzaak gevormd door de schuifweerstand van de grond langs het aangenomen glijvlak. Als het weerstandbiedend moment kleiner is dan het aandrijvend moment dan is er sprake van afschuiven. De veiligheidsfactor van een grondmoot is het quotiënt van het weerstandbiedend en het aandrijvend moment.

De stabiliteit van de waterkering is afhankelijk van:

- de sterkte van de grond;
- de taludhelling inclusief de aanwezigheid van een steunberm;
- de aanwezigheid van een sloot of watergang bij de teen van een talud.

### Macrostabiliteit binnentalud (STBI) tijdens Maatgevend Hoog Water (MHW)

Met macro-instabiliteit wordt het afschuiven van grote delen van een grondlichaam bedoeld. Dit afschuiven treedt op langs rechte of gebogen glijvlakken of door plastische zones, waarin door overbelasting geen krachtenevenwicht meer aanwezig is. De sterkte-eigenschappen en de waterspanningen in en onder de grondconstructie bepalen de weerstand tegen afschuiven.

Een hoge buitenwaterstand leidt tot een verhoging van het freatisch vlak in het grondlichaam en een verhoging van waterspanningen in de ondergrond, waardoor de weerstand tegen afschuiven reduceert.

Een bijzondere situatie kan optreden wanneer een watervoerende zandlaag in de ondergrond wordt afgedekt met een slecht doorlatend klei- en veenpakket. Bij hoge buitenwaterstanden zal de waterspanningen in de zandlaag relatief snel oplopen waardoor aan binnendijkse zijde het bovenliggende slecht doorlatende klei- en veenpakket door opwaartse waterdruk omhoog wordt gedrukt. In dit geval staat de bodem van de kwelsloot in contact met de watervoerende zandlaag. Dit betekent dat er geen sprake kan zijn van opbarsten of opdrukken aangezien er geen afsluitende laag aanwezig is. Dit betekent wel dat er een grote kans is op een grote hoeveelheid kwel gedurende situatie van hoog water. Dit is niet schadelijk voor de waterkering wanneer het kwelwater wordt afgevoerd. Wanneer de sloot wel wordt afgedekt door een ondoorlatende laag, dient er rekening te worden gehouden met een opbarstzone.

### Macrostabiliteit buitentalud (STBU) tijdens Val na Hoog Water (VHW)

In deze situatie is het waterpeil snel gezakt na een situatie van MHW. Het dijklichaam is echter nog wel verzadigd terwijl de buitenwaterstand is gedaald tot gemiddeld hoog water. De stijghoogte in de watervoerende zandlagen reageren direct op de buitenwaterstand en zullen terugvallen naar de dagelijkse situatie.

De situatie van Val na Hoog Water is maatgevend voor de buitenwaartse stabiliteit. Er is namelijk geen tegendruk meer van het buitenwater en het buitentalud is verzwaard met water.

## 5.2. Resultaten

In tabel 5-1 zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen weergegeven.

Om een zicht te krijgen op de huidige veiligheid van de waterkering zijn voor de huidige situatie zowel de dagelijkse, als maatgevende hydraulische situaties beschouwd. Er wordt van uit gegaan dat er geen werkzaamheden plaatsvinden gedurende het gesloten seizoen of gedurende situatie van hoog water. Derhalve is voor de maatgevende uitvoeringssituatie alleen de dagelijkse hydraulische situatie beschouwd.

	Huidige situatie	Maatgevende ontgraving
Dagelijkse, STBI	1,24 (bijl 2)	0,92 (bijl 6)
Dagelijks, STBU	1,40 (bijl 3)	1,40 (bijl 7)
MHW, STBI	1,15 (bijl 4)	n.v.t.
VHW, STBU	1,25 (bijl 5)	n.v.t.

Tabel 5-1 berekeningsresultaten macrostabiliteit

Voor de huidige situatie geldt dat de binnenwaartse stabiliteit gedurende Maatgevend Hoog Water net niet voldoet aan de gestelde eis van 1,16. De gevonden glijcirkel is ondiep en wordt veroorzaakt door een relatief steil binnentalud. In de beschikbare informatie is weinig bekend over de materiaaleigenschappen van de aanwezige keileem. Deze zijn derhalve conservatief ingeschat. De kans is aanzienlijk dat bij nader onderzoek naar de materiaaleigenschappen van de keileem de binnenwaartse stabiliteit wel voldoet.

Gedurende de maatgevende uitvoeringssituatie wordt er een ontgraving uitgevoerd van ca. 0,95 m. De gevonden maatgevende glijcirkel is vrij lokaal en wordt veroorzaakt door de ontgraving hoog in het talud. De gevonden stabiliteit bij een ontgraving onder talud, welke doorgezet wordt tot de kruin van de waterkering voldoet net aan de gestelde eis van 0,9. Indien een hogere stabiliteitsfactor gewenst is, kan gebruik worden gemaakt van een grondkerend scherm. Bij het opstellen van een definitief ontwerp dient de aannemer aan te tonen dat de te hanteren wijze van ontgraving leidt tot een voldoende hoge stabiliteitsfactor. Bij een zorgvuldige uitvoer zal de ontgraving niet leiden tot een onacceptabele tijdelijke verlaging van de veiligheid van de waterkering.

Opgemerkt wordt dat er in de berekeningen geen rekening wordt gehouden met de breedte van de ontgraving. De gebruikte programmatuur is beperkt tot 2-dimensionale berekeningen. Aangezien de werkzaamheden slechts een beperkte breedte hebben (ca. 3 m) leidt dit tot een aanzienlijke verbetering van de veiligheid gedurende de werkzaamheden. Aangezien de berekende stabiliteitsfactoren voldoen aan de gestelde eisen, wordt hier verder niet op ingegaan.

### **5.3. Beoordeling**

De uitvoering van de gestuurde boring en de aanwezigheid van de kabels heeft op basis van de technische specificatie geen nadelige gevolgen voor de macrostabiliteit van de waterkering.

De tijdelijke sleuven ten behoeve van de binnendijkse kabels leiden tot een tijdelijke verlaging van de binnenwaartse stabiliteit. Deze verlaging leidt echter niet tot een onacceptabel onveilige situatie. Wanneer de sleuf wordt aangevuld met geschikt erosiebestendig materiaal is de stabiliteit volledig hersteld.

## 6. KWEL EN PIPING

Door de aanleg van een hard object in de waterkering is het theoretisch mogelijk dat er een verkorting ontstaat van de kwelweg. Een verhoging van de kans op een grotere hoeveelheid kwel of piping is hierdoor mogelijk.

De Noordermeerdijk en Westerveerdijk zijn zanddijken. Dit betekent dat er reeds in de huidige situatie sprake is en van kwelgevoelige situatie. Kwel is niet schadelijk voor de dijk. Indien het kwel in de teen van de dijk wordt afgevoerd en er daardoor geen verweking van de teen van de dijk optreedt, leidt dit niet tot een verslechtering van de veiligheid van de waterkering.

### Kwel

Aan de buitendijkse zijde bevindt de toekomstige leiding zich in het eerste watervoerende pakket. De stijghoogte in dit pakket is gedurende dagelijkse omstandigheden ca. NAP -3,5 m. Gedurende een situatie van MHW is dit NAP -2,2 m ( bij een 80% respons). De leiding doorboort de veenlaag waarvan de onderkant zich bevindt op NAP -7,0 m à NAP -5,0 m. De leiding komt uit in de binnenkruin. Gedurende dagelijkse omstandigheden is de freatische grondwaterstand in de kruin ca. NAP -2,0 m. Gedurende maatgevende omstandigheden is de freatische grondwaterstand sterk afhankelijk van de doorlatendheid van de waterkering. Voor de stabiliteitsberekeningen wordt er van uitgegaan dat de grondwaterstand gelijk is aan de buitenwaterstand. In dit geval is dat NAP +1,4 m.

Het is mogelijk dat door de aanleg van de leidingen er kortsluiting ontstaat tussen het 1e watervoerend pakket en het zand in het dijklichaam. Echter gedurende dagelijkse omstandigheden is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket lager dan de freatische grondwaterstand in de kruin van de waterkering. Het is derhalve niet aannemelijk dat er een kwelstroom zal ontstaan vanuit het watervoerende pakket richting de kruin van de waterkering.

Gedurende een situatie van MHW is het mogelijk dat er een kwelstroom ontstaat indien de grondwaterstand in de kruin lager is dan de stijghoogte in het watervoerende pakket. Deze situatie geldt echter alleen gedurende MHW. Het potentiaalverschil is in minst gunstige situatie slechts klein. De hoeveelheid kwel zal derhalve ook beperkt zijn.

### Piping

Stabiliteitsverlies door piping kan ontstaan wanneer teveel gronddeeltjes uit de onderliggende grondlagen worden meegevoerd door een kwelstroom bij (langdurige) hoge waterstanden. Verschillende fasen bij het ontstaan van piping zijn toegelicht in het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen. Het optreden van deze interne erosie kan aan de binnenzijde van de dijk zichtbaar zijn, doordat in sloten of op het maaiveld met het opwellend kwelwater zand wordt meegevoerd.

Het uittredepunt van de leidingen bevindt zich ruim boven de freatische grondwaterstand in de waterkering. Er is derhalve geen sprake van een mogelijk uittredepunt. Een verslechterde veiligheid ten aanzien van piping als gevolg van de aanleg van de leidingen is derhalve niet te verwachten.

## 7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### Conclusies

Bij een zorgvuldige uitvoer van de ontgraving en de gestuurde boringen is er geen onacceptabele (tijdelijke) verlaging van de veiligheid van de waterkering.

De gestuurde boring zelf leidt zowel gedurende de uitvoering als de gebruikssituatie niet tot een verlaagde veiligheid.

De ontgraving t.b.v. de binnendijkse kabels leidt tot een tijdelijke verlaging van de binnenwaartse stabiliteit. Deze verlaging valt echter binnen de gestelde norm. Na het aanvullen van de sleuf met geschikt erosiebestendig materiaal zal de stabiliteit volledig zijn hersteld.

Gedurende de gebruikssituatie leidt de aanwezigheid van de leidingen niet tot een verlaagde veiligheid ten aanzien van piping. Er is een kleine kans dat er een extra kwelstroom ontstaat gedurende een situatie van MHW. Dit leidt niet tot een verlaging van de veiligheid van de waterkering.

### Aanbevelingen

Indien de leidingen in de toekomst mochten worden verwijderd dient dit in overleg met het waterschap te geschieden. Het verwijderen van de leidingen kan invloed hebben op de kwaliteit van de waterkeringen.

Aan de binnendijkse zijde worden de leidingen aangelegd met een gronddekking van ca. 85 cm. De sleuf dient aangevuld te worden met erosiebestendige klei. De binnendijkse bekleding moet bestand zijn tegen overslag en dient derhalve erosiebestendig te zijn. Mocht na ontgraving blijken dat de ontgraven grond niet voldoet aan de verwachtingen van de erosiebestendigheid, dient met het waterschap overlegd te worden hoe hier mee om te gaan. Het waterschap moet beslissen of de vrijgekomen grond weer gebruikt mag worden voor de aanvulling of dat gebruik moet worden gemaakt van goede erosiebestendige grond.

De werkzaamheden mogen niet uitgevoerd worden in het gesloten seizoen of gedurende situatie van hoog water.

Het ontgraven van de sleuf aan de binnenzijde van de dijk dient onder talud of grondkerend scherm te geschieden. Het binnentalud vlak onder de kruin is vrij steil. Voorkomen met worden dat er lokale instabiliteiten ontstaan waardoor de stabiliteit van de kruin van de waterkering in gevaar komt. De aannemer dient aan te tonen met de gehanteerde methode van uitvoerder dergelijke lokale instabiliteit worden voorkomen.

In de hier uitgevoerde berekeningen is uitgegaan van een bovenbelasting van 13,3 kN/m<sup>2</sup> over een breedte van 2,5. Dit is gebaseerd op eisen van de VTV en modelleren een gevulde zandwagen. Mocht gedurende de uitvoering sprake zijn van een grotere bovenbelasting, dient aangetoond te worden dat deze situatie niet leidt tot een te lage veiligheid van de waterkering.

## BIJLAGE 1: PEILBUISGEGEVEN FUGRO RAPPORT Q-1528



Tabel 3: Stijghoogte grondwater eerste watervoerende pakket

	test nummer	diepte [m. t.o.v. NAP]	stijghoogte [m. t.o.v. NAP]
DKMP1	1	-7,99	-3,8
	2	-14,98	-3,8
	3	-24,93	-3,8
B1	peilbuis	-5,50	-3,25
DKMP2	1	-8,00	-3,1
	2	-14,79	-3,3
	3	-20,97	-3,5
B3	peilbuis	-5,50	-2,95
DKMP3	1	-8,00	-3,8
	2	-14,79	-3,9
	3	-20,19	-4,0
B5	peilbuis	-5,70	-3,20

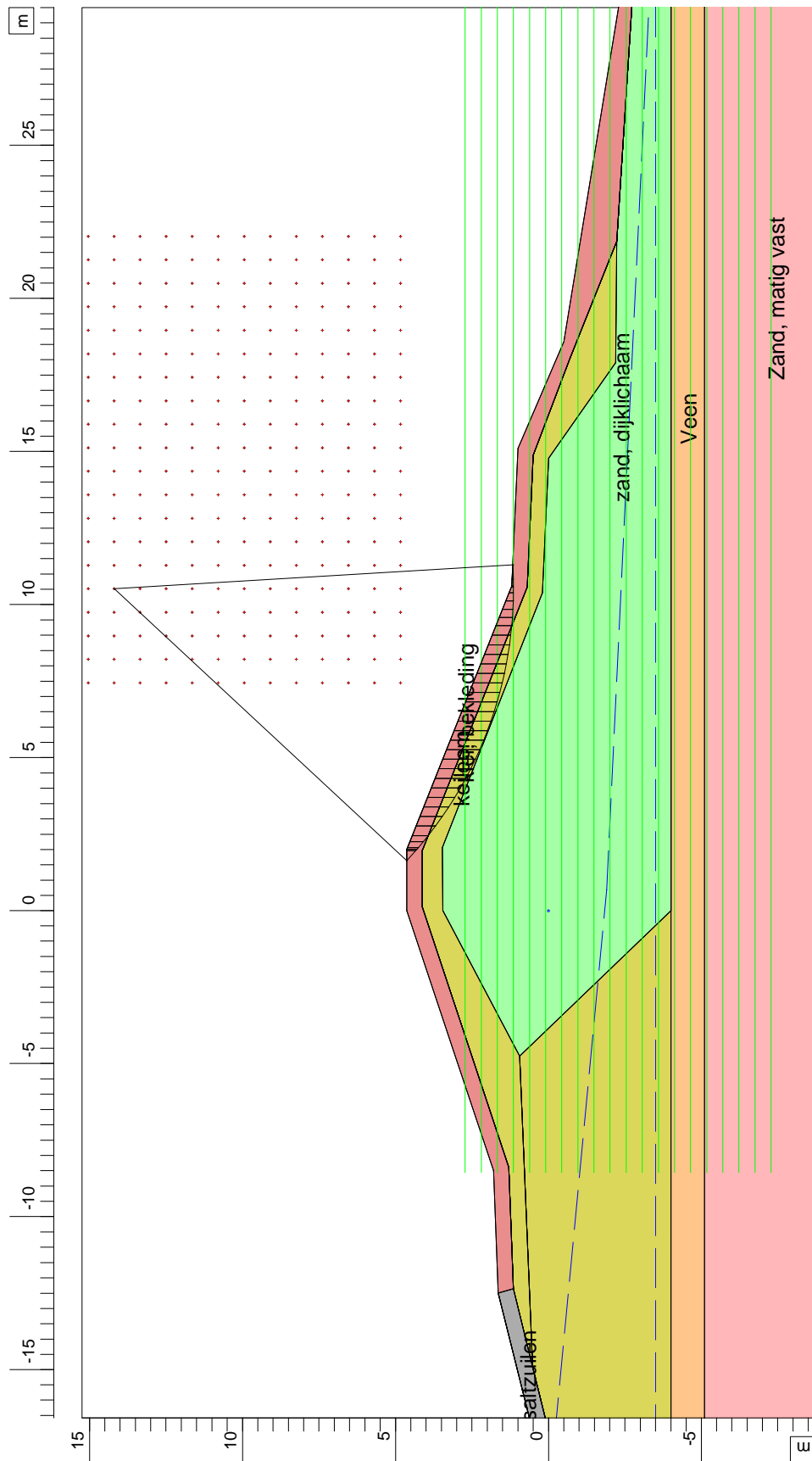
Het slootpeil van de kwelsloot (evenwijdig van de dijk) varieerde van circa NAP - 4,3 m tot circa NAP - 4,75 m. De slootpeilen van de kavelsloten (loodrecht op de kwelsloot) varieerde van ca. NAP -4,3 m tot NAP -5,2 m. Het open waterpeil van het IJsselmeer bedroeg NAP - 0,15 m. Deze waterpeilen zijn vastgesteld ten tijde van het inmeten van de dwarsprofielen in juli 2000.

Ter plaatse van de boringen direct onder de kruin van de dijk is, door peilen in de peilbuizen na de uitvoering van het grondonderzoek d.d. 6-9-2000, de freatische grondwaterstand vastgesteld op NAP - 1,9 m à NAP -2,3. De filters van de peilbuizen bevinden zich hierbij in het zandpakket onder de kleilaag en de veenlaag, op ca. NAP -3,5 m.

Aan de teen van de dijk is, door peilen in de peilbuizen na de uitvoering van het grondonderzoek d.d. 6-9-2000, de freatische grondwaterstand vastgesteld op NAP - 2,6 m à NAP - 2,8 m. De filters van de peilbuizen bevinden zich hierbij in het zandpakket boven de klei- en veenlaag, op NAP -3,0 m. De stijghoogte van de diepere grondwater in het eerste watervoerende pakket is in de teen van de dijk door peilen in de peilbuizen na de uitvoering van het grondonderzoek d.d. 6-9-2000 vastgesteld op NAP -2,95 m à NAP -3,25 m (zie ook tabel 3). De filters van de peilbuizen bevinden zich hierbij in het zandpakket onder de klei- /veenlaag, op NAP -5,5 m en NAP -5,7 m.

De stijghoogte van het grondwater is , d.d. 4-09-2000, op basis van de dissipatietesten aangetroffen zoals in tabel 3 is weergegeven (het betreft een indicatie die beperkt wordt door de meetnauwkeurigheid van de drukopnemer van circa +/- 0,20 m waterdruk):

# Critical Circle Bishop



Radius : 13,05 [m]  
Safety : 1,24

Xm : 10,51 [m]  
Ym : 14,20 [m]

MStab 9.10 : STBI-dagelijks-huidig.sti



Fugro Ingenieursbureau B.V.

Archimedesbaan 13  
Utrecht

Phone 030 60 28 175  
Fax 030 60 28 199

date  
16-7-2009

drw.  
EJG

leidingkruisingen Noordoostpolder  
Dagelijkse, STBI, huidige situatie

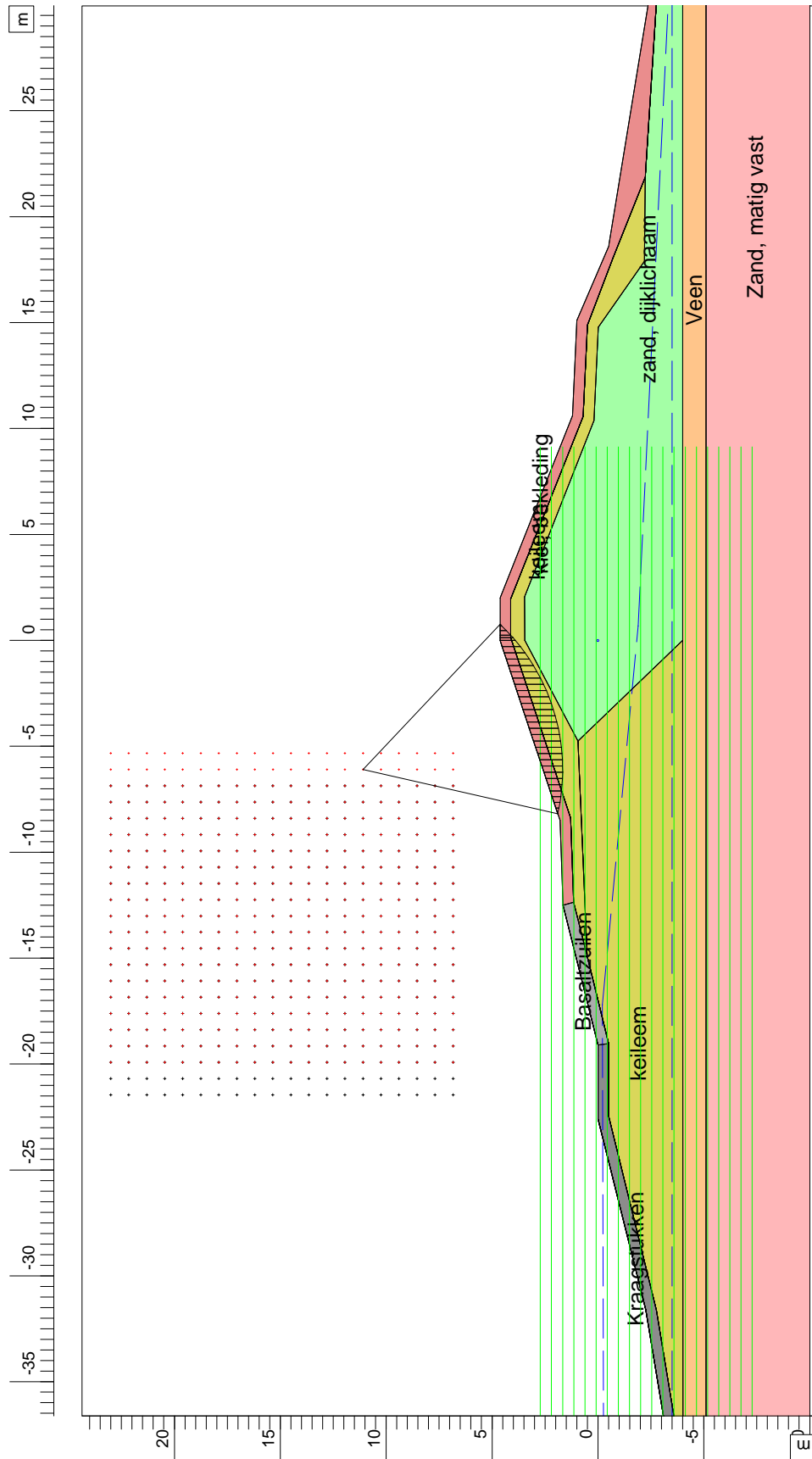
1209-0049-000

ctr.

Annex 2

form.  
A4


# Critical Circle Bishop



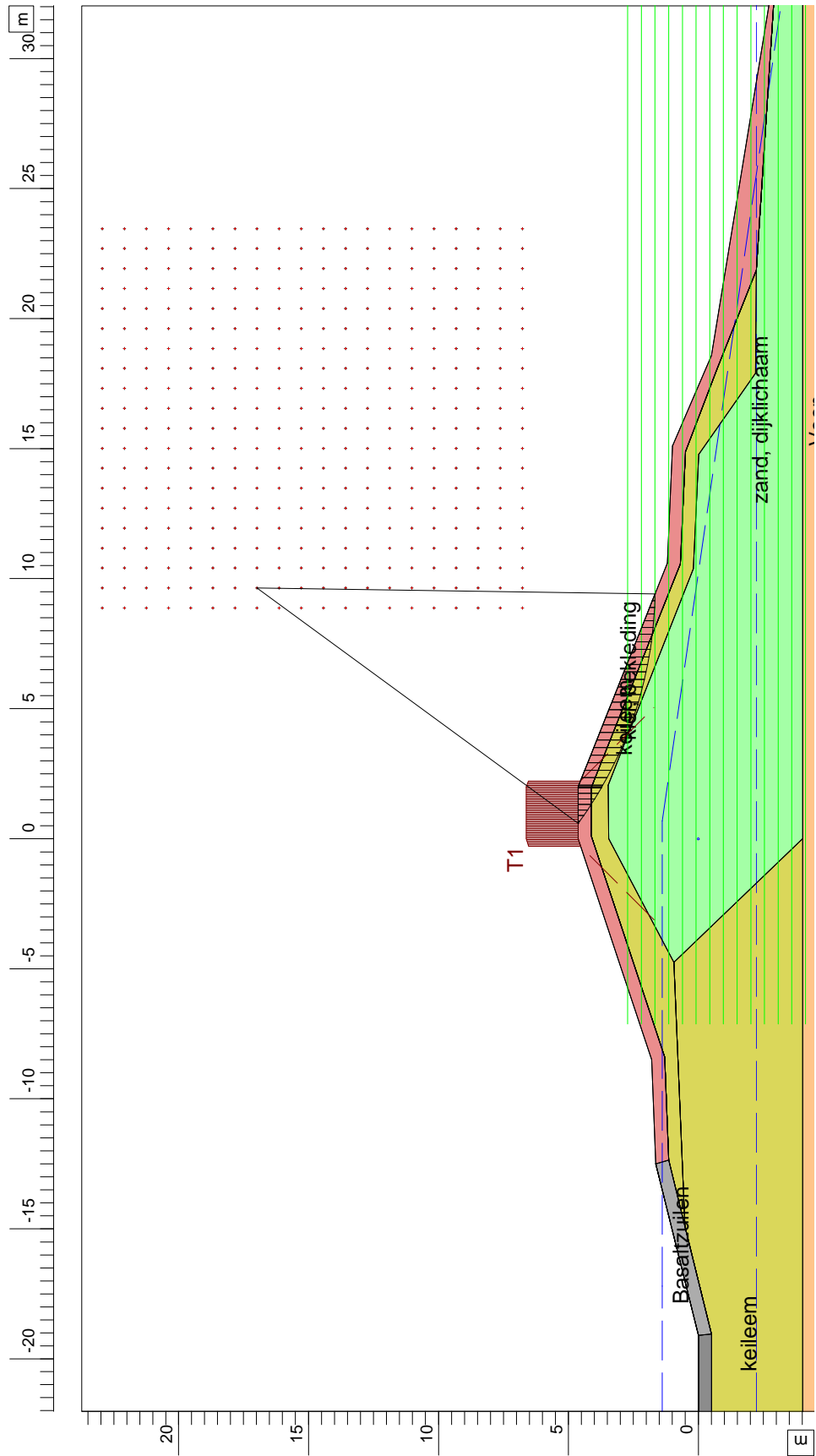
Radius : 9,43 [m]  
Safety : 1,40

$X_m$  : -6,10 [m]  
 $Y_m$  : 11,10 [m]

MStab 9.10 : STBU-dagelijks-huidig.sti

 Fugro Ingenieursbureau B.V. Archimedesbaan 13 Utrecht	Phone 030 60 28 175 Fax 030 60 28 199	date	drw.
		16-7-2009	EJG
		1209-0049-000	ctr.
Leidingkruisingen Noordoostpolder Dagelijks, STBU, huidige situatie		Annex 3	form. A4

# Critical Circle Bishop



Radius : 15,31 [m]  
Safety : 1,15

Xm : 9,64 [m]  
Ym : 16,98 [m]

MStab 9.10 : STBI-MHW-huidig.sti



Fugro Ingenieursbureau B.V.

Archimedesbaan 13  
Utrecht

Phone 030 60 28 175  
Fax 030 60 28 199

date  
16-7-2009

drw.  
EJG

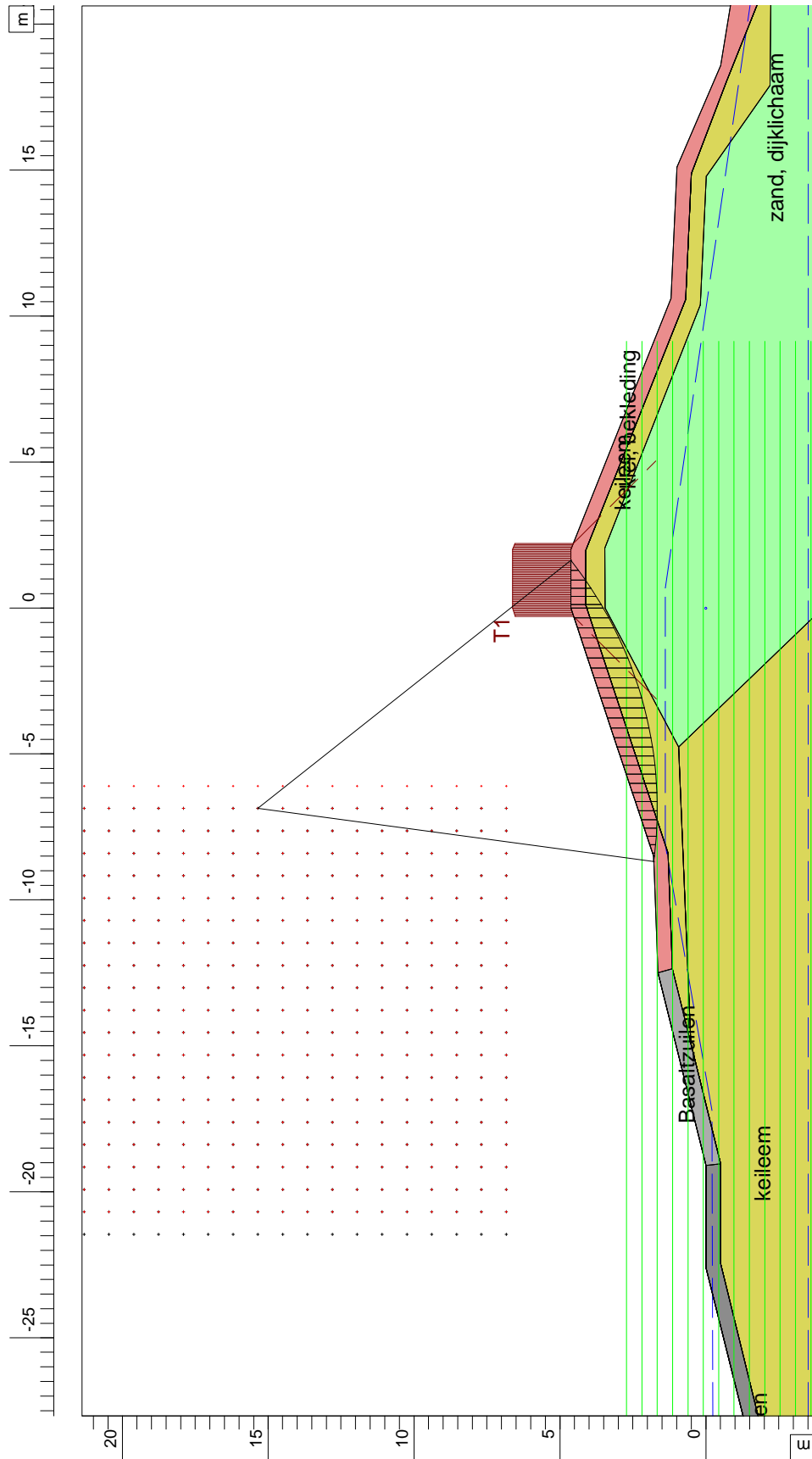
Leidingkruisingen Noordoostpolder  
MHW, STBI, huidige situatie

ctr.  
1209-0049-000

form.  
Annex 4

form.  
A4

# Critical Circle Bishop



Radius : 13,68 [m]  
Safety : 1,25

Xm : -6,87 [m]  
Ym : 15,35 [m]

MStab 9.10 : STBU-VHW-huidig.sti



Fugro Ingenieursbureau B.V.

Archimedesbaan 13  
Utrecht

Phone 030 60 28 175  
Fax 030 60 28 199

date  
16-7-2009

drw.  
EJG

Leidingkruisingen Noordoostpolder  
VWH, STBU, huidige situatie

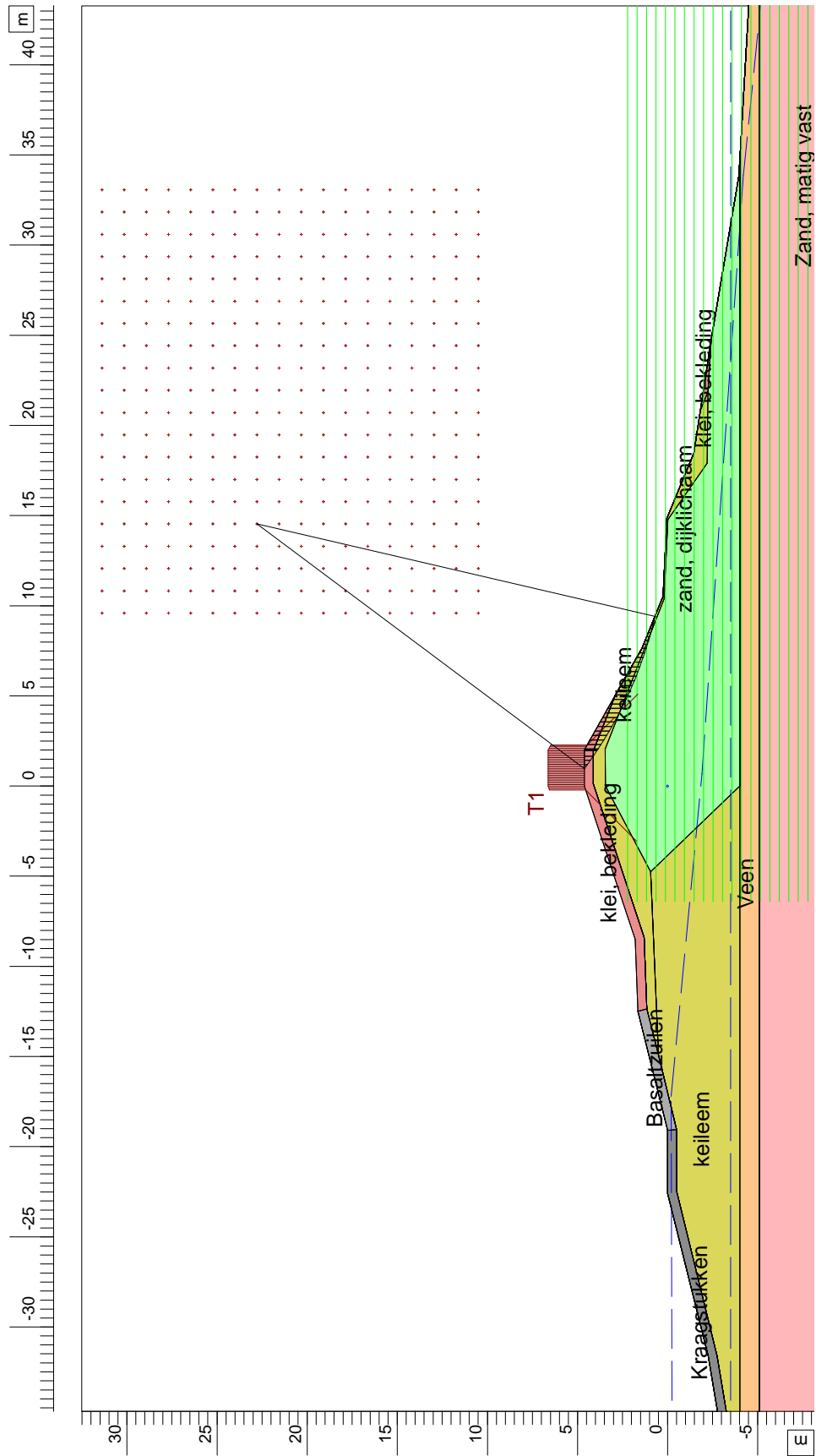
1209-0049-000

ctr.

Annex 5

form.  
A4

# Critical Circle Bishop



Radius : 22,67 [m]  
Safety : 0,92

Xm : 14,53 [m]  
Ym : 22,78 [m]

MStab 9.10 : STBI-dagelijks-ontgraven-lalud.sti



Fugro Ingenieursbureau B.V.

Archimedesbaan 13  
Utrecht

Phone 030 60 28 175  
Fax 030 60 28 199

date  
16-7-2009

drw.  
EJG

Leidingen Noordoostpolder  
Dagelijks, STBI, maatgevende ontgraving

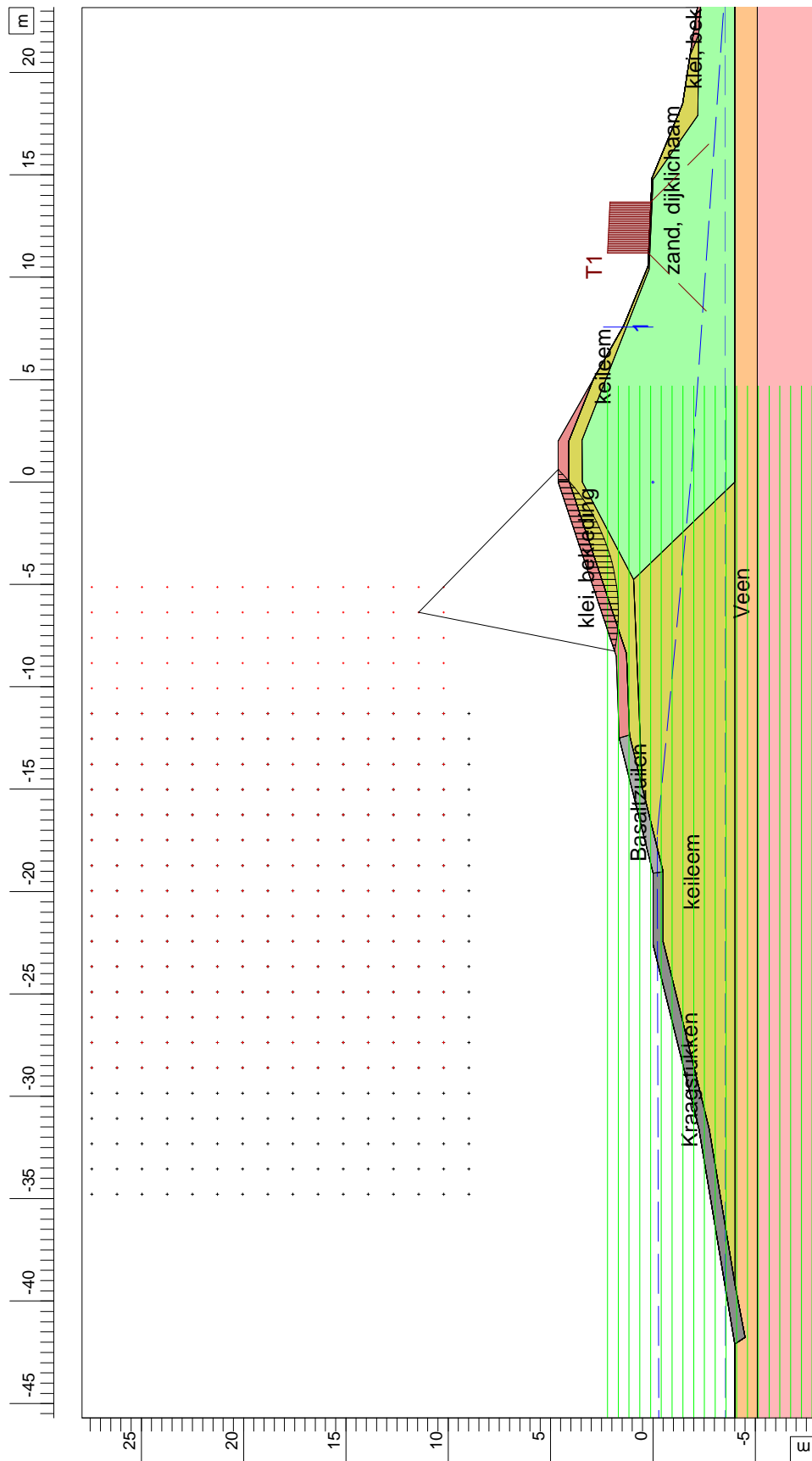
1209-0049-000

ctr.

Annex 6

form.  
A4

# Critical Circle Bishop



Radius : 9,76 [m]  
Safety : 1,40

Xm : -6,37 [m]  
Ym : 11,45 [m]

MStab 9.10 : STBU-dagelijks-ontgraven-talud.sti



Fugro Ingenieursbureau B.V.

Archimedesbaan 13  
Utrecht

Phone 030 60 28 175  
Fax 030 60 28 199

date  
16-7-2009

drw.  
EJG

Leidingen Noordoostpolder  
Dagelijkst, STBU, maatgevende ontgraving

1209-0049-000

ctr.

Annex 7

form.  
A4