

BIJLAGE XVIII BEREKENINGEN EROSIEMAATREGELEN DRONTERMEER

Witteveen+Bos
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

onderwerp steenbestortingen vaargeul Drontermeer
projectcode ZL384-71
referentie -
opgemaakt door ir. M.L. Aalberts
datum opmaak 23 september 2010
bijlagen -

aan
kopie

1. BEREKENING STEENBESTORTING

Het stortebed dient twee doelen. Aan het Drontermeer dient het voorland van de huidige waterkering van dijkkringgebied 8 (Flevoland) beschermt te worden en ter plaatste van de opening van Roggebot dient een stortebed te voorkomen dat de brugpijlers ondermijnd worden.

Over de gehele lengte van het Drontermeer is de huidige steenbestorting/zandbodem voldoende voor de berekende stroomsnelheden tijdens het gebruik van de bypass, behalve bij de huidige Roggebot-sluis. Daar neemt door vernauwing de stroomsnelheden toe en is een bodembescherming nodig.

Het doel van deze memo is het bepalen van de steengrootte en de benodigde lengte van het stortebed. Er zijn twee bronnen van belastingen op de bodembescherming. Deze zijn scheepsvaart en afvoerstroming.

scheepsvaart

Bij het bepalen van de stromingsbelasting als gevolg van scheepsbewegingen is uitgegaan van de CEMT-klasse IV (Eis S-39). De aanname van de kielspeling is 1,5 m.

Parameter	Dimensie	Waarde
breedte * ¹	[m]	9,5
lengte * ¹	[m]	85,0
diepgang geladen * ¹	[m]	2,5
maximaal motorvermogen hoofdschroef (totaal)	[kW]	1200
gebruikt motorvermogen hoofdschroef (totaal) * ²	[kW]	840
aantal hoofdschroeven	[-]	2
diameter hoofdschroef D_p	[m]	1,60

Opmerkingen bij tabel:

*¹ conform het Binnenvaartpolitiereglement voor Roggebotsluis [1].

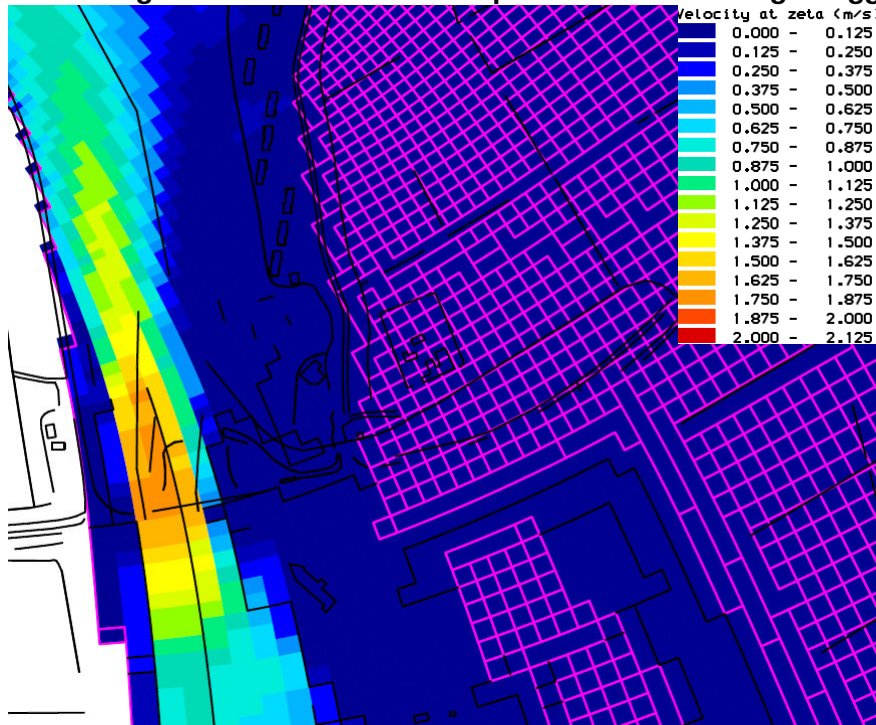
*² 70% van maximaal motorvermogen

De belasting door de boegschroef en door retourstroming wordt niet meegenomen, omdat verwacht wordt dat de schroefstraalstroming maatgevend is. In bijlage 1 is de verwachte stroomsnelheid door schroefstralen berekend op 2,2 m/s op de bodem.

afvoerstroming

In dagelijkse omstandigheden stroomt het niet of nauwelijks in de randmeren. Voor een 1/2000 jaar afvoer van de IJssel en daarmee van de bypass via Kampen is een stromingsberekening gemaakt. Ter plaatse van Roggebotsluis is een vernauwing, de berekende stroomsnelheden staan in een overzichtstabel (zie Afbeelding 1.1).

Afbeelding 1.1 stroomsnelheden ter plaatse van het huidige Roggebotsluis



De dieptegemiddelde snelheid bedraagt bij de Roggebot-brug maximaal 1,75 m/s bij een waterstand van NAP +1,43 m (bodemhoogte NAP -2,7 m). De dieptegemiddelde snelheid neemt af tot 1,5 m/s op 200m van de oorspronkelijke sluis.

In bijlage II is berekend dat een nominale steendiameter (D_{n50}) van 0,21 m voldoende moet zijn voor stroming (max 3,2 m/s), stroming achter een pijler (max 2,7 m/s) en voor schroefstraalstroming (2,2 m/s maatgevend). Een steengradering (D_{n50}) van 0,21 m komt overeen met een gradering 10-60 kg.

lengte steenbestorting

De lengte van de steenbestorting is berekend voor schroefstraalstroming en voor afvoerstroming. Het doel van het stortebed is niet het voorkomen van een ontgrondingskuil maar om de ontgrondingskuil voldoende ver van de brug te krijgen. Hiervoor geldt dat de inscharingslengte niet groter mag zijn dan 1/3 van de totale lengte van de bodembescherming benedenstrooms van de brugpijler.

De bestortingslengte voor schroefstraalstroming is in bijlage III berekend op 172 m, voor afvoerstroming 225 m.

De bevindingen zijn samengevat in Tabel 1.1.

Tabel 1.1 bevindingen steenbestorting

belasting	waterdiepte (m)	optredende stroomsnelheid (m/s)	benodigde nominale steendiameter (m)	stroomsnelheid (m/s) gegeven $D_{n50} = 0,21$ m	lengte steenbestorting (m)
schroefstraalstroming	1,5 (kielspeling)	2,2	0,21	2,2	172
afvoerstroming	4,1	1,8	<i>circa 0,06</i>	3,2	225
afvoerstroming achter pijler	4,1	1,8	<i>circa 0,12</i>	2,7	225

2. LITERATUUR

- [1] Rijk, 'Binnenvaartpolitiereglement, Bijlage 13. Toegestane afmetingen van schepen op de vaarwegen bedoeld in artikel 9.02, eerste lid', geldend op 14 juli 2010.
- [2] Introduction to Bed, bank and shore protection, G.J. Schiereck, 2001
- [3] Ontwerp van schutsluizen deel 2, RWS, 2000

BIJLAGE I Schroefstraalstroming

De berekening is volgens Ontwerpen van schutsluizen [3] hoofdstuk 16.

Schroefstraal

project: IJsseldelta Zuid, Waterkeringsplan
objectnaam: Bodembescherming Roggebot
objectcode: ZL384-71-20
datum: 24 september 2010

1 Eigenschappen uittredende straal

invoer:

D_p	1,60 m	echte schroefdiameter	
Keuzemogelijkheid. Eén 1 toekennen bij de keuze, de overige vakken 0 invullen			
	0	zonder straalbuis	hulpparameter: 0,71
	0	schroef in straalbuis	1,00
	1	schroef/straalbuis/combinatie	0,85

uitvoer:

D_o	1,36 m	effectieve schroefdiameter	16,6abc
-------	--------	----------------------------	---------

invoer:

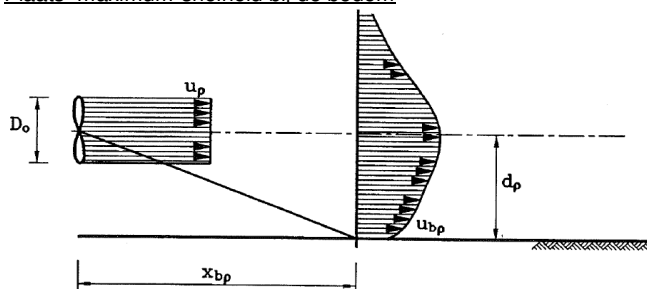
P_d	840,00 kW	aangewend vermogen per schroef	
eerdere in/uitvoer benodigd voor deze berekening:			
D_o	1,36 m	effectieve schroefdiameter	
schroef/straalbuis/combinatie			

uitvoer:

u_p	8,84 m/s	stroomsnelheid achter schroef	16,7
-------	----------	-------------------------------	------

2 Plaats en grootte van maximum-bodemsnelheid

Plaats maximum-snelheid bij de bodem



invoer:

d_p	2,30 m	verticale afstand straalas tot bodem	
-------	--------	--------------------------------------	--

uitvoer:

x_{bp}	12,88 m	horizontale afstand schroef tot plaats maximum-snelheid aan de bodem	16,8
----------	---------	--	------

Grootte van maximum-snelheid bij de bodem

invoer:

n	2,00 -	aantal schroeven	
eerdere in/uitvoer benodigd voor deze berekening:			
u_p	8,84 m/s	stroomsnelheid achter schroef	
D_o	1,36 m	effectieve schroefdiameter	
x_{bp}	12,88 m	horizontale afstand schroef tot plaats maximum-snelheid aan de bodem	
schroef/straalbuis/combinatie			

uitvoer:

u_{bp}	2,2 m/s	maximale snelheid boven de bodem	16,9a
----------	---------	----------------------------------	-------

controle:

$U_{bp} \leq U_p$ OK

BIJLAGE II Stabiliteit toplaag bodembescherming

De berekening is volgens Ontwerpen van schutsluizen [3] hoofdstuk 16.

Stabiteit toplaag bodembescherming

project: IJsseldelta Zuid, Waterkeringsplan
objectnaam: Bodembescherming Roggebot
objectcode: ZL384-71-20
datum: 24 september 2010

1 Dieptegemiddelde stroming

invoer:

g	9,81 m/s ²	gravitatiesnelheid	
Δ	1,65 -	relatief gewicht steen	
Ψ	0,032 -	Shields-coefficient	
r	0,20 -	turbulentie-intensiteit	(tussen 0,1 en 0,4)
h	4,13 m	waterdiepte	
D_{n50}	0,21 m	diameter stortebed sluis	
K_{sl}	1,00 -	hellingsreductiefactor	
ϕ	0,75 -	stabilliteitsfactor	(continue bescherming)
ϕ	1,50 -	stabilliteitsfactor	(einde bescherming)
K_t^2	1,51 -	turbulentiefactor	
K_h	0,55 -	snelheidsprofielfactor	

uitvoer:

U (continue bescherming)	3,2 m/s	stroomsnelheid
U (einde bescherming)	2,2 m/s	stroomsnelheid

2 Turbulente stroming achter brugpijler

invoer:

r	0,25 -	turbulentie-intensiteit	(Ontwerp van schutsluizen)
-----	--------	-------------------------	----------------------------

uitvoer:

u	2,7 m/s	stroomsnelheid
---	---------	----------------

2 Geconcentreerde stroming (schroefstraalstroming)

invoer:

r	0,40 -	turbulentie-intensiteit	(Ontwerp van schutsluizen)
-----	--------	-------------------------	----------------------------

uitvoer:

U (Ontwerp van schutsluizen)	2,2 m/s	stroomsnelheid
------------------------------	---------	----------------

BIJLAGE III Lengte steenbestorting

De berekening is volgens Ontwerpen van schutsluizen [3] hoofdstuk 16.

Lengte bestorting bij schroefstraalstroming

project: IJsseldelta Zuid, Waterkeringsplan
 objectnaam: Bodembescherming Roggebot
 objectcode: ZL384-71-20
 datum: 24 september 2010

algemene invoer:

g	9,81 m/s ²	gravitatiesnelheid
Δ	1,65 -	relatief gewicht steen
Ψ	0,032 -	Shields-coefficient

object invoer:

u _p	8,84 m/s	straalsnelheid
D _{50B}	0,00035 m	korreldiameter materiaal na stortebed (basismateriaal)
d _p	2,30 m	afstand schroefas tot ongestoorde bodem
D ₀	1,36 m	effectieve schroefdiameter
β	30,0 °	aanzethelling kuil (23-30°)
γ	3,5 °	eindhelling bodem na afschuiving of verweking
h	4,13 m	waterdiepte
n	2,00 -	aantal schroeven

hulpparameters:

D _{n50B}	0,000294 m	nominale korreldiameter basismateriaal	
u [*] _{c;B}	0,01 m/s	kritieke schuifspanningssnelheid basismateriaal	
u _{cr;B}	0,50 m/s	kritische stroomsnelheid basismateriaal	16.30

uitvoer (o.b.v. theorie van erosie achter ronde straal):

Y _{e;1}	5,6 m	evenwichtsdiepte van de kuil	16.37
L _{b;1}	41,0 m	lengte bodembescherming	16.29a

uitvoer (o.b.v. theorie van straalspreading):

Y _{e;2}	7,8 m	evenwichtsdiepte van de kuil	16.39
L _{b;2}	57,3 m	lengte bodembescherming	16.29a

uitvoer (conclusie):

L _b	57,3 m	max{L _{b;1} en L _{b;2} }	
L _{b;steenbestorting;benodigd}	172,0 m	benodigde lengte steenbestorting (inscharingslengte mag niet groter zijn dan 1/3 van de totale lengte van de bodembescherming benedenstrooms van de brugpijler)	

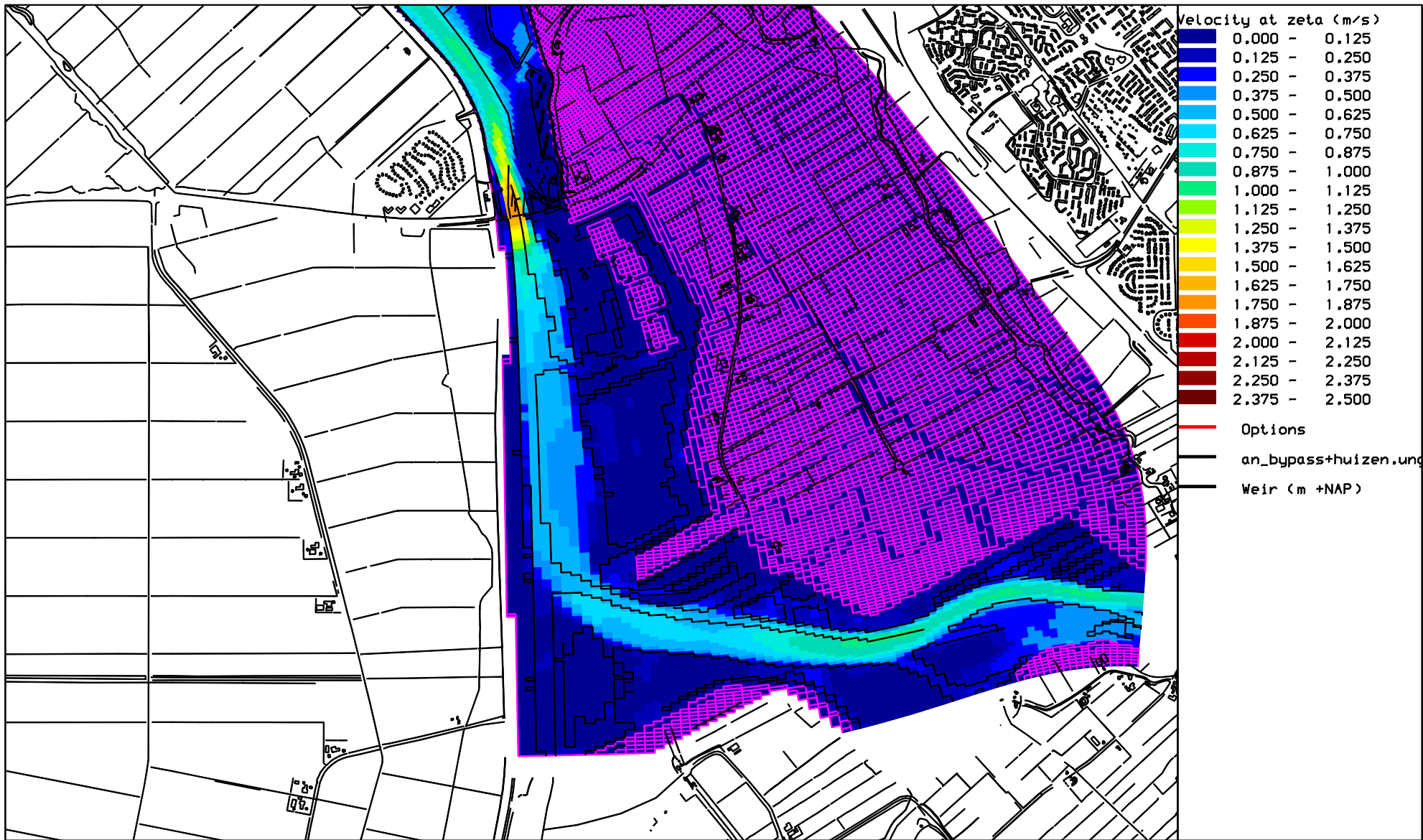
Lengte bestorting bij afvoerstroming

Eerst wordt de evenwichtsdiepte van de kuil bepaald voor een Clear-water scour, dit is conservatief.

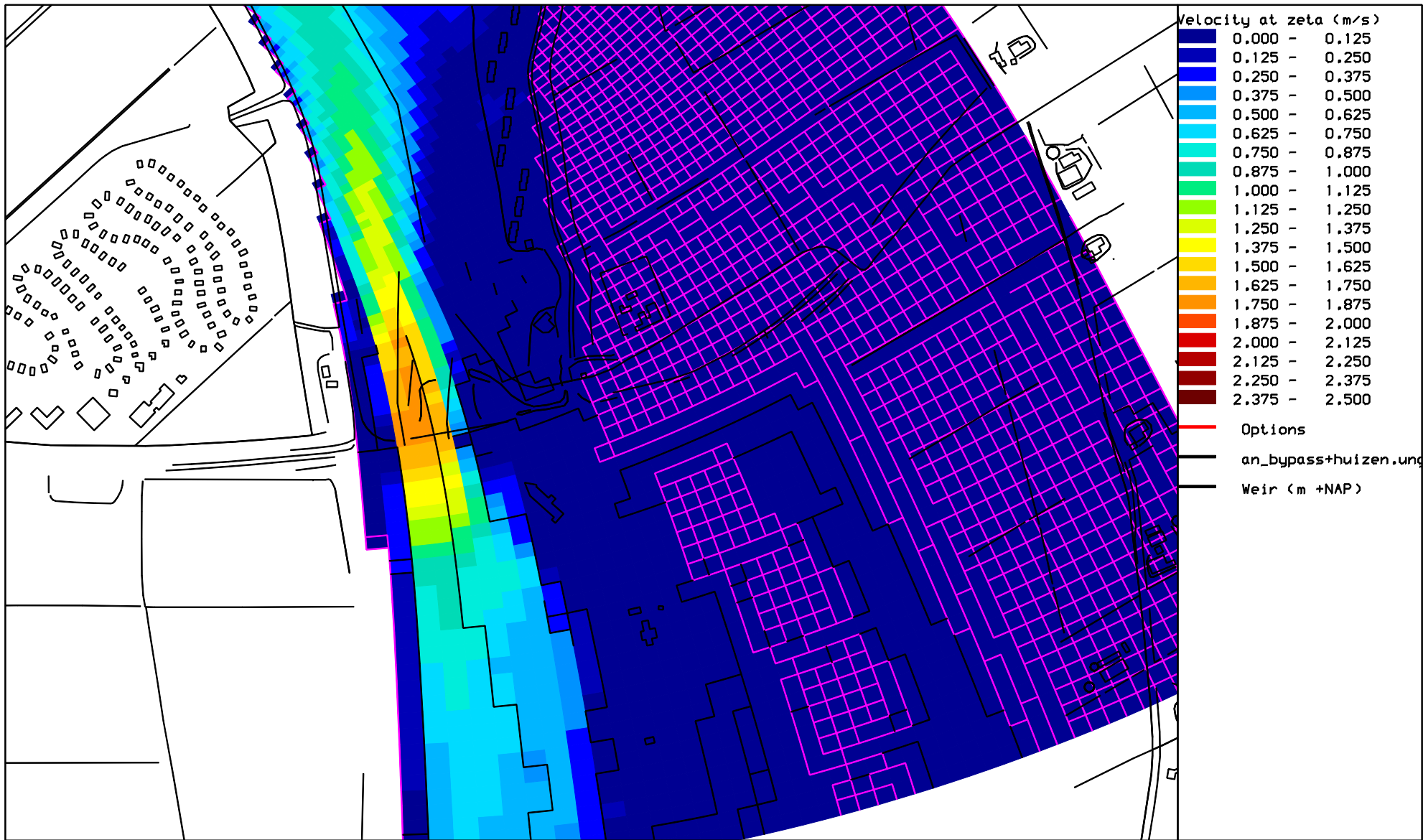
$$\text{Clear-water scour: } h_{se} = 0,5\alpha h_0 \frac{\bar{u} - \bar{u}_c}{\bar{u}_c} \quad (\text{eq 4.15 [2]})$$

symbool	omschrijving	eenheid	waarde
h _{se}	evenwichtsdiepte van de kuil	m	10,3
α	turbulentie factor afhankelijk van de lengte van de bestorting	-	2
h ₀	waterdiepte	m	4,13
u	diepte gemiddelde snelheid	m/s	1,75
u _c	kritische stroomsnelheid basismateriaal	m/s	0,5

$y_{e;2}$	10,3 m	evenwichtsdiepte van de kuil	
$L_{b;2}$	75,3 m	lengte bodembescherming	16.29a
<i>uitvoer (conclusie):</i>			
L_b	75,3 m	$\max\{L_{b;1} \text{ en } L_{b;2}\}$	
$L_{b;\text{steenbestorting;benodigd}}$	225,8 m	benodigde lengte steenbestorting (inscharingslengte mag niet groter zijn dan 1/3 van de totale lengte van de bodembescherming benedenstrooms van de brugpijler)	



F2-QZBOW
 vz 16.650 m³/s



F2-QZBOW

vz 16.650 m³/s

BIJLAGE XIX BEPALING SCHEMATISERINGSFACTOREN

A. Bypassdijken noord

stap 1a en stap 1b: opstellen basisschematisatie en ontwerp

Stap 1 bestaat volgens het stappenplan [lit. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**] uit het opstellen van de basisschematisatie en het ontwerp. Voor de noordelijke bypassdijk is gekeken naar welk profiel het meest gevoelig is voor veranderingen in de schematisatie. Dit blijken de ontwerpprofielen te zijn waarbij relatief veel slappe lage voorkomen en de opbarstveiligheid in de buurt van 1,0 ligt. Voor de noordelijke bypassdijken is de schematiseringsfactor bepaald op basis van dijkvak N8-N11 uit het 1^e concept Waterkeringsplan.

stap 2: nagaan of reductie van de schematiseringsfactor nuttig is

Stap 2 is een controle of reductie van de schematiseringsfactor nuttig is. In de basisschematisatie is reeds uitgegaan van een gereduceerde schematiseringsfactor van 1,1. Om deze keuze te toetsen is een verdere analyse noodzakelijk.

stap 3a: identificeren onzekerheden

Bij het opstellen van de basisschematisatie zijn keuzen gemaakt ten aanzien van de schematisatie. Het betreft met name de volgende onderdelen:

- bodemopbouw: niveau van laagscheidingen en het al dan niet aanwezig zijn van bepaalde lagen;
- waterspanningen:
 - stijghoogte watervoerende pakketten en slechtdoorlatende lagen
 - freatische lijn;
 - mate van consolidatie
 - dikte indringingslaag;
- geometrie;
- grootte van de verkeersbelasting;
- uitvoeringsaspecten;
- beheeraspecten.

Op basis van de gekozen schematisatie zijn een aantal scenario's gegenereerd. Een scenario is een schematisatie die slechts op één van de bovenstaande punten afwijkt van de basisschematisatie. Van ieder scenario is vervolgens de kans van optreden geschat. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen drie waarschijnlijkheden:

- $P < 0,1$: onwaarschijnlijk;
- $P < 0,001$: zeer onwaarschijnlijk;
- $P < 0,0001$: vrijwel uitgesloten.

In de onderstaande tabel zijn de scenario's voor de Bypassdijken noord opgesomd.

scenario	omschrijving	kans van voorkomen [-]
1	veenlaag 0,5 m dikker	0,1
2	maaiveldligging 0,5 m lager	0,01
3	keipakket buitentalud is waterdoorlatend	0,001
4	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	0,001
5	slootbodem 0,5 m verhoogd	0,1
6	geen tussenzandlaag	0,1
7	grenspotential wordt 1 m overschreden	0,01

ad. 1

In dit scenario wordt het effect onderzocht van een dikkere slappe laag. Een dikkere veenlaag verkleint de afschuifweerstand van diepere glijcirkels. De grondopbouw in de basisschematisatie is gebaseerd op een grote hoeveelheid grondonderzoek. Daarbij is minstens iedere 150 m een onderzoekspunt beschikbaar. De kans dat de grondlagen lokaal 0,5 m afwijken is zeer

onwaarschijnlijk. Omdat de kans op een lokale afwijking toeneemt wanneer gekeken wordt naar een langer waterkeringdeel en de dijkvakken bij dit project gemiddeld 300 tot 900 m lang zijn, is een kans van optreden van 0,1 aangehouden.

ad. 2

De maaiveldligging in de basisschematisatie is gebaseerd op een hoogtemeting van het gebied. Deze hoogtemeting heeft een gridgrootte van circa 5 m en een meetnauwkeurigheid van circa 0,05 cm. Een lagere maaiveldligging betekent dat de dijk relatief hoog is en sneller zal afschuiven. Door de nauwkeurigheid van de hoogtemeting is het zeer onwaarschijnlijk dat het maaiveld lokaal 0,5 m lager ligt dan de laagst gemeten waarde.

ad. 3

Op het buitentalud wordt conform de Leidraad rivieren een kleiwig aangebracht. Deze kleiwig bestaat uit klei van erosieklasse 1 of 2. Wanneer dit kleipakket doorlatend zou zijn, stijgt de freatische lijn in de dijk. Door de grotere waterdruk zal de dijk makkelijker afschuiven. Door de grote dikte van het pakket (1,5 m ter hoogte van de kruin en 2,3 m aan de teen) is het bij een correcte uitvoering vrijwel uitgesloten dat het talud waterdoorlatend is. Aan de uitvoeringsmethode moeten eisen worden gesteld ten aanzien van de verdichting van de kleilaag.

ad. 4

Bij het aanbrengen van het grondlichaam van de dijk neemt de druk op de onderliggende bodemlagen toe. In slecht waterdoorlatende lagen zal het poriënvolume willen afnemen, maar wordt dat proces verhinderd door het aanwezige water. De spanning die volgt uit de toegenomen bovendruk wordt daardoor opgevangen door het water. Het water in de poriën heeft vervolgens tijd nodig om af te stromen. Hierdoor neemt de waterspanning af en neemt de korrelspanning toe (en bijgevolg de weerstand tegen afschuiven). In de basisschematisatie is aangenomen dat op het moment van optreden van de ontwerpwaterstand het water in de poriën volledig is afgestroomd (consolidatiegraad = 100%). In scenario 4 is gekeken naar de stabiliteit van de waterkering indien de consolidatiegraad gelijk is aan 85%. Omdat de ontwerpsituatie pas 10 jaar na aanleg op kan treden, is het voorkomen van dit scenario vrijwel uitgesloten.

ad. 5

Bij aanleg van de kwel sloten dient de sloot op ontwerpniveau te worden uitgegraven. Gedurende de levensduur van de dijk is het mogelijk dat de sloot langzaam dichtslibt, waardoor de slootbodem hoger komt te liggen. Hierdoor stijgt de grenspotential en daarmee de waterspanning in de diepere zandlagen. Dit heeft een negatief effect op de stabiliteit van de dijk. Het op diepte houden van de sloten vraagt een continue inspanning van de beheerder. De kans dat dit scenario optreedt is daarom relatief groot.

ad. 6

In scenario 6 wordt het effect onderzocht van het ontbreken van de ondiepe zandlaag. De aanwezigheid van deze zandlaag vergroot de afschuifweerstand van diepere glijcirkels. De grondopbouw in de basisschematisatie is gebaseerd op een grote hoeveelheid grondonderzoek. Daarbij is minstens iedere 150 m een onderzoekspunt beschikbaar. De kans dat de zandlaag in het geotechnisch profiel ontbreekt waar deze wel wordt verwacht, is zeer klein. Aangezien de kans op een lokale afwijking toeneemt, wanneer gekeken wordt naar een langer waterkeringdeel en de dijkvakken bij dit project gemiddeld 300 tot 900 m lang zijn, is een kans van optreden van 0,1 aangehouden.

ad. 7

In dit scenario is het effect onderzocht van een hogere potential in de diepere zandlagen ter hoogte van de binnenteen. Hierdoor nemen de waterspanningen in de diepere grondlagen toe waardoor de afschuifweerstand van diepe glijcirkels verkleint. In de basisschematisatie is de grenspotential bepaald en opgelegd aan de binnenzijde van de waterkering. Bepalend voor de nauwkeurigheid van de grenspotential zijn de dikte van de grondlagen, het volumegewicht van

de grondlagen en de diepte van de sloot. De invloed op grondlaagdiktes is onderzocht in scenario 1, het volumegewicht is een grondparameter die niet met de schematiseringsfactor wordt gecorrigeerd en de diepte van de sloot is onderzocht in scenario 6. Omdat afhankelijke scenario's niet naast elkaar mogen worden onderzocht, betreft dit scenario (nr 7) alleen het optreden van de grenspotentiaal zonder dat de grond opbarst. De kans dat dit optreedt, is naar verwachting zeer onwaarschijnlijk.

stap 3b: bepalen schematiseringsfactor

Van alle scenario's is afzonderlijk de stabiliteitsfactor bepaald voor zone 1 en zone 2. Het verschil met de stabiliteitsfactor van de basisschematisatie is ingevuld in de rekenhulp van ENW voor het bepalen van schematiseringsfactoren. Hieruit volgt een percentage van de kansruimte die door de onzekerheden wordt gebruikt. Indien dit percentage kleiner is dan 100% is gekozen voor de juiste schematiseringsfactor, indien dit percentage groter is dan 100% moet het ontwerp worden aangepast (zie stap 4).

scenario	omschrijving	SF* zone 1	verschil SF	SF zone	verschil SF
		[-]	[-]	2 [-]	[-]
basis	basisschematisatie waterkeringsplan concept 1	1,23	-	1,19	-
1	venlaag 0,5 m dikker	1,18	-0,05	1,13	-0,06
2	maaiveldligging 0,5 m lager	1,23	0,00	1,16	-0,03
3	keipakket buitentalud is waterdoorlatend	1,17	-0,06	1,19	0,00
4	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	1,16	-0,07	1,14	-0,05
5	slootbodem 0,5 m verhoogd	1,22	-0,01	1,19	0,00
6	geen tussenzandlaag	1,20	-0,03	1,19	0,00
7	grenspotentiaal wordt 1 m overschreden	1,15	-0,08	0,98	-0,21

* SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

stap 4: aanpassen ontwerp

Het ontwerp is reeds opgesteld met een schematiseringsfactor van 1,1. Het ontwerp hoeft niet aangepast te worden.

stap 5: optimalisatie en nader onderzoek

Een schematiseringsfactor van 1,1 is de minimale waarde. Een verdere optimalisatie om de kans van optreden van de verschillende scenario's te verkleinen, heeft daardoor geen meerwaarde.

B. Bypassdijken zuid

stap 1a en stap 1b: opstellen basisschematisatie en ontwerp

Ook voor de zuidelijke bypassdijken is gekeken naar welk profiel het meest gevoelig is voor veranderingen in de schematisatie. Voor de zuidelijke bypassdijken is dit het maatgevend profiel van dijkvak Z9-Z10 uit het 1^e concept Waterkeringsplan.

stap 2: nagaan of reductie van de schematiseringsfactor nuttig is

In de basisschematisatie is reeds uitgegaan van een gereduceerde schematiseringsfactor van 1,1. Om deze keuze te toetsen is een verdere analyse noodzakelijk.

stap 3a: identificeren onzekerheden

Bij het opstellen van de basisschematisatie zijn keuzen gemaakt ten aanzien van de schematisatie. Op basis van de gekozen schematisatie zijn een aantal scenario's gegenereerd. In de onderstaande tabel zijn de scenario's voor de zuidelijke bypassdijken opgesomd.

scenario	omschrijving	kans van voorkomen [-]
1	veenlaag 0,5 m dikker	0,1
2	maaiveldligging 0,5 m lager	0,01
3	keipakket buitentalud is waterdoorlatend	0,001
4	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	0,001
5	slootbodem 0,5 m verhoogd	0,1
7	grenspotentiaal wordt 1 m overschreden	0,01

Deze scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de noordelijke bypassdijken. Bij het bepalen van de kans van voorkomen is ook dezelfde redenering aangehouden.

stap 3b: bepalen schematiseringsfactor

Van alle scenario's is afzonderlijk de stabiliteitsfactor bepaald voor zone 1 en zone 2. Het verschil met de stabiliteitsfactor van de basisschematisatie is ingevuld in de rekenhulp van ENW voor het bepalen van schematiseringsfactoren. Hieruit volgt een percentage van de kansruimte die door de onzekerheden wordt gebruikt. Indien dit percentage kleiner is dan 100%, is gekozen voor de juiste schematiseringsfactor. Indien dit percentage groter is dan 100% moet het ontwerp worden aangepast (zie stap 4).

scenario	omschrijving	SF* zone 1 [-]	verschil SF [-]	SF zone 2 [-]	verschil SF [-]
basis	basisschematisatie waterkeringsplan concept 1	1,24	-	1,22	-
1	veenlaag 0,5 m dikker	1,22	-0,02	1,10	-0,12
2	maaiveldligging 0,5 m lager	1,29	0,05	1,19	-0,03
3	keipakket buitentalud is waterdoorlatend	1,19	-0,05	1,22	0,00
4	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	1,16	-0,08	1,14	-0,08
5	slootbodem 0,5 m verhoogd	1,24	0,00	1,22	0,00
7	grenspotentiaal wordt 1 m overschreden	1,23	-0,01	1,08	-0,14

* SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

stap 4: aanpassen ontwerp

Het ontwerp is reeds opgesteld met een schematiseringsfactor van 1,1. Het ontwerp hoeft niet aangepast te worden.

stap 5: optimalisatie en nader onderzoek

Een schematiseringsfactor van 1,1 is de minimale waarde. Een verdere optimalisatie om de kans van optreden van de verschillende scenario's te verkleinen heeft daardoor geen meerwaarde.

C. Drontermeerdijk

stap 1a en stap 1b: opstellen basisschematisatie en ontwerp

Voor de Drontermeerdijk is het meest representatieve profiel gekozen voor de dijkversterking. Van dit profiel is de verbetering van integrale verhoging beschouwd.

stap 2: nagaan of reductie van de schematiseringsfactor nuttig is

In de basisschematisatie is reeds uitgegaan van een gereduceerde schematiseringsfactor van 1,1. Om deze keuze te toetsen, is een verdere analyse noodzakelijk.

stap 3a: identificeren onzekerheden

Bij het opstellen van de basisschematisatie zijn keuzen gemaakt ten aanzien van de schematisatie. Op basis van de gekozen schematisatie zijn een aantal scenario's gegenereerd. In de onderstaande tabel zijn de scenario's voor de zuidelijke bypassdijken opgesomd.

scenario	omschrijving	kans van voorkomen [-]
1	veenlaag 0,5 m dikker	0,1
2	maaiveldligging 0,5 m lager	0,01
3	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	0,001
4	slootbodem 0,5 m verhoogd	0,1
5	grenspotentiaal wordt 1 m overschreden	0,001

De scenario's 1 tot en met 4 zijn gelijk aan de scenario's voor de bypassdijken. Bij het bepalen van de kans van voorkomen is voor deze scenario's ook dezelfde redenering aangehouden. Voor scenario 5 (het aanpassen van de grenspotentiaal) is bij de Drontermeerdijk een kleinere waarschijnlijkheid gekozen (vrijwel onmogelijk). Dit heeft te maken met de zandige ondergrond en het relatief lage polderpeil in de Flevopolder. Het optreden van een niet verhoogde grenspotentiaal is reeds een conservatieve aanname die niet snel zal plaatsvinden.

stap 3b: bepalen schematiseringsfactor

Van alle scenario's is afzonderlijk de stabiliteitsfactor bepaald voor zone 1 en zone 2. Het verschil met de stabiliteitsfactor van de basisschematisatie is ingevuld in de rekenhulp van ENW voor het bepalen van schematiseringsfactoren. Hieruit volgt een percentage van de kansruimte die door de onzekerheden wordt gebruikt. Indien dit percentage kleiner is dan 100%, is gekozen voor de juiste schematiseringsfactor. Indien dit percentage groter is dan 100% moet het ontwerp worden aangepast (zie stap 4).

scenario	omschrijving	SF* zone 1 [-]	verschil SF [-]	SF zone 2 [-]	verschil SF [-]
basis	basisschematisatie waterkeringsplan concept 1	1,27	-	1,17	-
1	venlaag 0,5 m dikker	1,24	-0,03	1,15	-0,02
2	maaiveldligging 0,5 m lager	1,14	-0,13	0,95	-0,22
3	consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%	1,25	-0,02	1,14	-0,03
4	slootbodem 0,5 m verhoogd	1,19	-0,08	1,05	-0,12
5	grenspotentiaal wordt 1 m overschreden	1,08	-0,19	0,89	-0,28

* SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

stap 4: aanpassen ontwerp

Het ontwerp is reeds opgesteld met een schematiseringsfactor van 1,1. Het ontwerp hoeft niet aangepast te worden.

stap 5: optimalisatie en nader onderzoek

Een schematiseringsfactor van 1,1 is de minimale waarde. Een verdere optimalisatie om de kans van optreden van de verschillende scenario's te verkleinen heeft daardoor geen meerwaarde.

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1,090

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4,692

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

1,35E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1,100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1,199

Corresponderende β :

5,531

Corresponderende faalkans:

1,59E-08

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,08E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volger

$$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	6,78E-01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,08E-08
2	0,1	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-08
3	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
4	0,001	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-10
5	0,001	-0,07	1,129	4,992	2,98E-07	2,98E-10
6	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09
7	0,1	-0,03	1,169	5,300	5,79E-08	5,79E-09
8	0,01	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-09
9			1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00
10			1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotential wordt 1 m overschreden

Totale faalkans S1 ... S10 :

3,74E-08

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aannname van scenario Si !!!

dit is **3%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:

1,100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1,199

Corresponderende β :

5,531

Corresponderende faalkans:

1,59E-08

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,08E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schemati
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een
 waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende :
 met de ophoging van de schematiseringsfactor tot
 (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0,678	0	1,199	5,531	1,59E-08
2	0,1	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07
3	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08
4	0,001	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07
5	0,001	-0,07	1,129	4,992	2,98E-07
6	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08
7	0,1	-0,03	1,169	5,300	5,79E-08
8	0,01	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07
9	0	0	1,199	5,531	1,59E-08
10	0	0	1,199	5,531	1,59E-08

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

3,74E-08

dit is **3%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

ns LR 1,10

iseringfactor op
nieuw ontwerp [
scenario's in gelijke mate
e zullen nemen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : **1,030**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,231
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,16E-05

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,72E-07

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D; Si)$	$P_{sf}(D; Si) * P(Si)$
1	6,78E-01	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,72E-07
2	0,1	-0,06	1,073	4,562	2,54E-06	2,54E-07
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,05	1,083	4,638	1,76E-06	1,76E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
8	0,01	-0,21	0,923	3,408	3,28E-04	3,28E-06
9			1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00
10			1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal neemt 1 m toe

Totale faalkans S1 ... S10 : 3,76E-06

$\Delta F_d(D; Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is **32%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,72E-07

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D; Si)$	$P_{sf}(D; Si) * P(Si)$
1	0,678	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,72E-07
2	0,1	-0,06	1,073	4,562	2,54E-06	2,54E-07
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,05	1,083	4,638	1,76E-06	1,76E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
8	0,01	-0,21	0,923	3,408	3,28E-04	3,28E-06
9	0	0	1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00
10	0	0	1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00

NB: $F_d(D; Si)$ in deze tabel = $F_d(D; Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 3,76E-06

dit is **32%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
er p [
n gelijke mate
nen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schade factor γ_n : **1,090**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,692
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,35E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,22E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
1	7,68E-01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,22E-08
2	0,1	-0,02	1,179	5,377	3,79E-08	3,79E-09
3	0,01	0,05	1,249	5,915	1,66E-09	1,66E-11
4	0,001	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-10
5	0,001	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-10
6	0,1	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-09
7	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
8	0,01	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-10
9			1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00
10			1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal wordt 1 m overschreden

Totale faalkans S1 ... S10 : 1,86E-08

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 1% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,22E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
1	0,768	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,22E-08
2	0,1	-0,02	1,179	5,377	3,79E-08	3,79E-09
3	0,01	0,05	1,249	5,915	1,66E-09	1,66E-11
4	0,001	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-10
5	0,001	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-10
6	0,1	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-09
7	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
8	0,01	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-10
9	0	0	1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00
10	0	0	1,199	5,531	1,59E-08	0,00E+00

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 1,86E-08

dit is 1% van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
erp [
n gelijke mate
nen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : **1,030**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,231
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,16E-05

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,95E-07

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	7,68E-01	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,95E-07
2	0,1	-0,12	1,013	4,100	2,07E-05	2,07E-06
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,08	1,053	4,408	5,22E-06	5,22E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,01	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-09
8	0,01	-0,14	0,993	3,946	3,97E-05	3,97E-07
9			1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00
10			1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal neemt 1 m toe

Totale faalkans S1 ... S10 : 2,70E-06

$\Delta F_d(D; Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is **23%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,95E-07

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0,768	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,95E-07
2	0,1	-0,12	1,013	4,100	2,07E-05	2,07E-06
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,08	1,053	4,408	5,22E-06	5,22E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,01	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-09
8	0,01	-0,14	0,993	3,946	3,97E-05	3,97E-07
9	0	0	1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00
10	0	0	1,133	5,023	2,54E-07	0,00E+00

NB: $F_d(D; Si)$ in deze tabel = $F_d(D; Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 2,70E-06

dit is **23%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
er p [
n gelijke mate
nen

BIJLAGE XX MEMO ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN WATERKERINGSPLAN FASE 1 EN 2



Provincie Overijssel

Uitgangspunten en randvoorwaarden waterkeringsplan fase 1 en 2

Uitgangspunten en randvoorwaarden waterkeringsplan fase 1 en 2

referentie ZL384-71/schs5/011	projectcode ZL384-71	status definitief
projectleider ir. H.J.M.A. Mols	projectdirecteur ir. R.P.N. Pater	datum 26 mei 2010

autorisatie goedgekeurd	naam ir. H.J.M.A. Mols	paraaf
-----------------------------------	----------------------------------	---------------

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Scope waterkeringsplan	1
1.1.1. Systeemanalyse	1
1.1.2. Objecten en tracé waterkeringsplan	1
1.1.3. Toekomstige beheerders	3
1.1.4. Ontwerpkwesities	3
1.2. Doel uitgangspunten en randvoorwaarden waterkeringsplan fase 1 en 2	4
1.3. Leeswijzer	4
2. ONTWERPMETHODEN	5
2.1. Gehanteerde leidraden en normen	5
2.1.1. Basisdocumenten	5
2.1.2. Normen en leidraden	6
2.2. Ontwerpmethodiek	7
2.2.1. Budgetgestuurd ontwerpen	7
2.2.2. Duurzaam ontwerpen	7
2.2.3. Robuustheid	7
2.2.4. Kruinhoogtebepaling	9
2.2.5. Faalmechanismen	9
2.3. Rekenmodellen	11
2.3.1. Golfoverslag	11
2.3.2. Erosie buitentalud	11
2.3.3. Zandmeevoerende wellen	13
2.3.4. Afschuiven binnentalud	14
2.3.5. Afschuiven buitentalud	15
2.3.6. Micro-instabiliteit	15
2.3.7. Stabiliteit voorland	16
2.3.8. Niet waterkerende objecten	17
2.3.9. Zetting en klink	18
2.3.10. Kruiend ijs	18
2.3.11. Aanvaring	19
3. FYSISCHE RANDVOORWAARDEN	20
3.1. Geotechnische randvoorwaarden	20
3.1.1. Grondonderzoek	20
3.2. Hydraulische randvoorwaarden	23
3.2.1. Normfrequentie	23
3.2.2. Ontwerphorizon	23
3.2.3. Fasering	23
3.2.4. Waterstanden	24
3.2.5. Polderpeil	25
3.2.6. Bodemdieptes	26
3.2.7. Golven	26
3.2.8. Stroming	26
3.3. Geohydrologische randvoorwaarden	26
4. UITGANGSPUNTEN WATERKERINGSPLAN	28
4.1. Principe versterking	28
4.2. Stabiliteitsfactoren grondlichaam	28
4.3. Waterspanningen	30
4.3.1. Freatische lijn	30

4.3.2.	Stijghoogte eerste watervoerende pakket	31
4.3.3.	Consolidatiegraad slecht doorlatende lagen	32
4.4.	Object 1A2: Dubbelkerend maken IJsseldijk (fase 1)	32
4.4.1.	Huidige IJsseldijk	33
4.4.2.	Geometrische uitgangspunten	33
4.4.3.	Hydraulische randvoorwaarden	33
4.5.	Object 1B: Nieuwe dijken langs de bypass (fase 1)	33
4.5.1.	Geometrische uitgangspunten	33
4.5.2.	Kanteldijken Drontermeertunnel Hanzelijn	34
4.6.	Object 1D2: Drontermeerdijk (fase 1)	34
4.6.1.	Voorgenomen dijkversterking	34
4.6.2.	Geometrische uitgangspunten	34
4.6.3.	Kanteldijken Drontermeertunnel Hanzelijn	35
4.7.	Object 1H3: Klimaatdijk woongebied (fase 1)	35
4.7.1.	Geometrische uitgangspunten	35
4.7.2.	Faalmechanismen	36
4.7.3.	Fiets- en onderhoudspaden	36
4.8.	Object 1H10: Verwijderen categorie c-kering (fase 1)	37
4.8.1.	Afbakening	37
4.8.2.	Tijdstip van verwijderen	37
4.9.	Object 1HA: Knooppunt Hanzelijn (fase 1)	37
4.10.	Object 1HB: Knooppunt N50 (fase 1)	37
4.11.	Object 1A3: Grondlichaam IJsseldijk (fase 2)	37
4.11.1.	Algemene uitgangspunten	38
4.11.2.	Geometrische uitgangspunten	38
4.11.3.	Geotechnische uitgangspunten	38
4.11.4.	Hydraulische randvoorwaarden	38
4.12.	Object 1C1: Dijk Drontermeer-Vossemeer (fase 2)	38
4.12.1.	Algemene uitgangspunten	38
4.12.2.	Geometrische uitgangspunten	39
4.12.3.	Hydraulische randvoorwaarden	39
4.13.	Object 1E1: Wegverbinding Roggebot (fase 2)	39
4.14.	Object 1E3: Erosiemaatregelen dijken (fase 2)	39
4.14.1.	Algemene uitgangspunten	39
4.14.2.	Geometrische uitgangspunten	39
4.14.3.	Hydraulische randvoorwaarden	39

5. LITERATUUR 40

laatste bladzijde 41

bijlagen		aantal bladzijden
I	Tekening uitgevoerd grondonderzoek	1
II	Tekening gepland grondonderzoek Drontermeerdijk	1
III	Polderpeilen	1
IV	Stroomsnelheden	1

1. INLEIDING

1.1. Scope waterkeringsplan

Het waterkeringplan geeft inzicht in het voorgestelde ontwerp van de nieuwe waterkeringen en het te verbeteren deel van de Drontermeerdijk tussen Roggebot en het eiland Reeve. Het waterkeringsplan wordt goedgekeurd door de waterschappen Zuiderzeeland en Groot Salland en Rijkswaterstaat IJsselmeergebied. Het waterkeringsplan vormt de basis voor de samenwerkingsovereenkomst tussen de waterschappen en provincie Overijssel. Wanneer blijkt dat, in het kader van artikel 5.4 van de Waterwet een projectplan nodig is, dan vormt dit document de basis voor het onderdeel waterkeringen.

1.1.1. Systeemanalyse

In het startdocument systeemanalyse bypass IJsseldelta-Zuid [lit. 29] is een eerste aanzet gedaan voor een beschrijving van de werking van het totale systeem van de bypass. Dit is nader uitgewerkt in het document systeemanalyse en functioneel programma van eisen fase 1 en 2 [lit. 37]. Het gaat in hoofdzaak om de functies hoogwaterbescherming en natuurontwikkeling. In de systeemanalyse is de werking van de bypass uitgewerkt onder verschillende condities (dagelijkse omstandigheden, grote rivierafvoeren, stormcondities, etc.).

De bypass wordt in twee fases aangelegd en functioneert in het begin daardoor verschillend. De eerste fase wordt gerealiseerd voor 2015, gelijktijdig met de zomerbedverlaging van de IJssel. In fase 1 wordt het fysieke fundament voor de gebiedsontwikkeling aangelegd. Dit bestaat onder andere uit de aanleg van de recreatievaargeul, de dijken langs de bypass, de voorzieningen in het recreatiegebied, een recreatieschutsluis in de IJsseldijk (Kamperstraatweg), de natuurinrichting, de aanleg van een ecologische verbinding (migratiegeul) tussen de IJssel en de bypass en de compenserende en mitigerende maatregelen. Het grootste deel van de gebiedsontwikkeling wordt daarmee gerealiseerd. De bypass maakt vervolgens onderdeel uit van het randmerengebied.

In de tweede fase (gerealiseerd in 2025) worden de grote kunstwerken aangelegd. Na de realisatie van fase 2 is de bypass functioneel en functioneert het systeem als rivierverruimende maatregel.

1.1.2. Objecten en tracé waterkeringsplan

De objecten en het tracé van de waterkering voor fase 1 zijn weergegeven in afbeelding 1.1. De objecten voor fase twee staan in afbeelding 1.2. Een beschrijving van alle objecten is gegeven in het functioneel programma van eisen fase 1 en 2 [lit. 37]. Onder de afbeeldingen zijn de objecten aangegeven die van belang zijn voor het waterkeringsplan.

1.1.3. Toekomstige beheerders

Bij het opstellen van de ontwerpen heeft afstemming plaatsgevonden met de huidige en/of toekomstige beheerders van de objecten en van de objecten binnen het invloedsgebied van de waterkeringen.

De beheerders van de objecten uit het waterkeringsplan zijn:

- voor de Drontermeerdijk (1D2): waterschap Zuiderzeeland;
- voor de Dijk Drontermeer-Vossemeer (1C1) en de Dijk Roggebot (1E1): Rijkswaterstaat IJsselmeergebied;
- voor de overige objecten uit het Waterkeringsplan: waterschap Groot Salland.

1.1.4. Ontwerpkwesties

In de concept-inrichtingsagenda [lit. 34] is de basis gelegd voor de opbouw, evaluatie en selectie van inrichtingsvoorstellen voor IJsseldelta-Zuid.

De agenda omvat kwesties en vraagstukken. In deze paragraaf zijn de relevante kwesties voor het waterkeringsplan beschreven. De kwesties kunnen leiden tot meerdere varianten van het inrichtingsplan. Bij het uitwerken van de ontwerpen voor het waterkeringsplan, is telkens gekozen voor de meest kansrijke variant. Wanneer het definitieve inrichtingsplan hiervan afwijkt, worden de ontwerpen aangepast.

De kwesties zijn per planningslaag geformuleerd en in een kaartbeeld verwerkt. Deze lagen zijn:

- laag 1 (kwestie 1 tot en met 5): bodem, water en natuur;
- laag 2 (kwestie 6 tot en met 11): infrastructuur en dijken;
- laag 3 (kwestie 11 tot en met 14): kunstwerken, faciliteiten en stedelijk gebied.

kwestie 1 tot en met 5: bodem, water en natuur

De relatie tussen het waterkeringsplan en de ontwerpkwesties voor laag 1 is beperkt. Het waterkeringsplan dient rekening te houden met de inrichting van de stroombaan en de oeverzone. De geuldiepte nabij de dijk kan van belang zijn voor de stabiliteit van de dijk. De maximale diepte van de geulen zal afgestemd worden met de opstellers van het inrichtingsplan.

kwestie 6: verbreding functie en aanpassing vorm dijken

Bij een beheer met grazers zou de bypassdijk als hoogwatervluchtplaats kunnen dienen, indien deze daarvoor geschikt gemaakt zijn of worden gemaakt. De kwaliteit van de grasbekleding op het buitentalud is daarbij waarschijnlijk het belangrijkste aandachtspunt. Het beleid van het waterschap is dat grote grazers in principe niet zijn toegestaan op de kering.

kwestie 7: ligging dijk ten westen (verkeers)knoop

Een meer gestrekt verloop van de dijk kan interessante ruimtelijke mogelijkheden bieden. Bij verschuiving van de dijk moet rekening gehouden worden met een desinvestering, omdat ter plaatse van de beoogde aansluiting reeds achterloopheidsconstructies aangebracht zijn. Bij het nieuwe aansluitpunt zou een oplossing gevonden moeten worden om piping ter plaatse van de aansluiting van de waterkering op de N50 te voorkomen.

kwestie 8: ligging van de nieuwe dijk ten opzichte van de oude dijk bij gemaal en Molenkolk

Deze keuze wordt vooral bepaald op basis van de visie in het projectonderdeel ruimtelijke ordening. Het is voor het waterkeringsplan zaak om een eenduidig beeld te krijgen met betrekking tot de locatie van de dijk en zijn omgeving. Voor een goed waterkeringsplan is het van belang om proactief mee te denken bij de totstandkoming van de uiteindelijke oplossing.

kwestie 9: doorsnede van de klimaatdijk

De vormgeving van de klimaatdijk is een belangrijk aandachtspunt voor het waterkeringsplan. Met name de vormgeving van het front en de aansluiting op eventuele constructies voor de haven verdienen

extra aandacht. Wanneer gekozen wordt voor bebouwing of overhoogte dicht bij de buitenkruinlijn zal de macrostabiliteit buitenwaarts extra aandacht verdienen.

kwestie 10: ligging van de IJsseldijk in relatie tot de inrichting van de Onderdijkse Waard

De discussie over de locatie van de IJsseldijk zal ook een kwestie zijn voor het waterkeringsplan. Zowel wanneer gekozen wordt voor een binnenwaartse als een buitenwaartse dijkverlegging van de IJsseldijk wordt een waterkering geïntroduceerd tussen de recreatiesluis en de inlaat. Dit is een nieuw object dat onderdeel uit zal maken van het waterkeringsplan onder objectcode 1A3. Onder 1A2 zijn de werkzaamheden ondergebracht die ten behoeve van fase 1 plaatsvinden om de IJsseldijk dubbelkerend te maken.

kwestie 11: ligging en continuïteit van fietsroutes

Fietspaden over de nieuwe dijk maken onderdeel uit van het ontwerp en dienen als zodanig in het waterkeringsplan te worden opgenomen. In deze uitgangspuntennotitie is in hoofdstuk 4 aandacht besteed aan randvoorwaarden met betrekking tot fietspaden op een dijk.

kwesties 12 tot en met 14: kunstwerken, faciliteiten, stedelijk gebied

De belangrijkste raakvlakken met de kwesties uit laag 3 betreffen de aansluitingen op kunstwerken. De vormgeving van de klimaatdijk en het front zijn al genoemd bij kwestie 9. Afstemming met de ontwerpers van het inrichtingsplan zal hierop plaats dienen te vinden. Een nieuw aandachtspunt is afgeleid van kwestie 14 (stedelijk front ten oosten van de N50). Het ontwerp van de geplande kadeconstructie of de variant stedelijke entree van Kampen wordt in het waterkeringsplan beschouwd.

Voor een uitgebreide beschrijving van de kwesties en vraagstukken wordt verwezen naar de concept inrichtingsagenda [lit. 34].

1.2. Doel uitgangspunten en randvoorwaarden waterkeringsplan fase 1 en 2

Door het opstellen van de uitgangspunten wordt de scope en de werkwijze van het waterkeringsplan afgebakend. In deze eerste concept versie is met name gefocust op fase 1 van het project IJsseldelta-Zuid. Het doel van dit document is drieledig:

- de verwachtingen afstemmen ten aanzien van de inhoud en diepgang van het waterkeringsplan tussen de betrokken partijen;
- in een vroeg stadium overleg openen over de gehanteerde rekenmethoden, randvoorwaarden en uitgangspunten. Zo worden vertragingen en dubbelwerk in een later stadium voorkomen;
- in een vroeg stadium hiaten in kennis signaleren zodat deze kunnen worden ingevuld.

1.3. Leeswijzer

In het eerstvolgende hoofdstuk wordt uitgebreid ingegaan op de gehanteerde ontwerpmethodiek en de toegepaste rekenmodellen. In hoofdstuk 3 staan de fysische randvoorwaarden. Dit zijn de randvoorwaarden die vanuit de fysieke projectomgeving zijn opgelegd. In het laatste hoofdstuk staan de gehanteerde uitgangspunten bij het opstellen van waterkeringsplan.

Alle beschrijvingen ten aanzien van de rekenmethoden zijn in de verleden tijd geschreven. Zo is de rapportage logisch leesbaar bij eindoplevering van het waterkeringsplan.

2. ONTWERPMETHODEN

2.1. Gehanteerde leidraden en normen

2.1.1. Basisdocumenten

Bij het opstellen van deze uitgangspuntenmemo zijn de volgende documenten geraadpleegd:

- Arcadis (2009). Veiligheidstoetsing categorie C keringen dijkkring 8. 074229118:0.4!, eindconcept, 1 oktober 2009;
- DHV (2006). Memo hydraulische analyses en dijkontwerp (versie 2). Kenmerk: WG-SE20060532, 23 juni 2006;
- FUGRO Ingenieursbureau (2007). Laboratoriumonderzoek betreffende Bodemonderzoek Bypass IJsseldelta-Zuid. Opdrachtnummer: 6007-0305-020, 20 december 2007;
- GeoDelft (2005). Brief: Concept notitie Bypass Kampen. Kenmerk: CO-421890.0005, 14 november 2005;
- MUG Ingenieursbureau (2008). Bodemonderzoek bypass IJsseldelta-Zuid, boorstaten. 2008;
- MUG Ingenieursbureau (2008). Tekening: Bodemonderzoek bypass IJsseldelta-Zuid, Overzicht boringen en peilbuizen. 21 april 2008;
- ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 453, spoorviaduct. Revisie 1.0, 9 april 2008;
- ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 454, verkeersviaduct, bovenaanzicht en langsdoorsnede. Revisie 1.0, 9 april 2008;
- ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 454, verkeersviaduct, aanzichten, dwarsdoorsneden, palenplan en details. Revisie 1.0, 9 april 2008;
- provincie Overijssel, DHV (2007). Nadere beschouwing belijning dijken Hoogwatergeul Kampen, Eindrapport. Reg. nr.: WG-SE20070256, concept, maart 2007;
- provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deel 1. Reg. nr.: WG-SE20080760, eindconcept, oktober 2008;
- provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1B, Nieuwe dijken langs de bypass. Reg. nr.: WG-SE20080838, eindconcept, oktober 2008;
- provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1D, Bestaande dijken Flevoland. Reg. nr.: WG-SE20080840, eindconcept, oktober 2008;
- provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1H, Inrichting bypass gebied. Reg. nr.: WG-SE20080844, eindconcept, oktober 2008;
- provincie Overijssel, DHV (2009). Planstudie SNIP3 IJsseldelta-Zuid, Bijlage: Vraagspecificatie ingenieursdiensten. Reg. nr.: WA-RK20090418, definitief, 27 november 2009;
- provincie Overijssel, DHV (2009). Startdocument Systemanalyse Bypass IJsseldelta-Zuid. Reg. nr.: WG-SE20090174, definitief, februari 2009;
- provincie Overijssel, DHV (2010). Fasering IJsseldelta-Zuid, Systeembeschuwing, Uitgangspunten ontwerp waterkering. Reg. nr.: WA-RK20100110, definitief, februari 2010;
- Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied, Grontmij (2010). Projectplan verbindende waterkering Roggebotssluis. Ref. nr.: I&M-1010775-JK/jj, definitief, 18 februari 2010;
- Royal Haskoning, Tauw, Witteveen+Bos (2010). Concept inrichtingsagenda, inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid. 15 maart 2010;
- Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek, Boorplan sonderingen dijk. Concept, 24 februari 2010;
- Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00025, concept 2 februari 2010;
- Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00026, concept 2 februari 2010;
- Keur en legger waterschap Groot Salland;

- Keur en legger waterschap Zuiderzeeland;
- Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00027, concept 2 februari 2010;
- waterschap Zuiderzeeland (2004). Tekeningen: Dwarsprofielen legger Drontermeerdijk. ZBE- -/08C001 (blad1 tot en met blad 8), definitief, 23 augustus 2004;
- waterschap Zuiderzeeland, Ingenieursbureau BCC (2004). Tekeningen: Lengteprofiel en dwarsprofielen Drontermeerdijk Flevoland (tekening 1 tot en met 9). 24260200, 25 mei 2004.

2.1.2. Normen en leidraden

Het ontwerp is opgesteld conform vigerende normen en leidraden. Er is in het waterkeringsplan geen gebruik gemaakt van de Eurocode. Op dit moment bestaat teveel onduidelijkheid over de invoering ervan. Daarnaast zal in de nationale bijlage voornamelijk worden verwezen naar de huidige normen en leidraden. Om onnodige risico's te vermijden en onduidelijkheden te voorkomen zijn de huidige normen gehanteerd.

In onderstaande tabel staat een selectie van de normen en leidraden die van toepassing zijn op het waterkeringsplan.

tabel 2.1. Normen en leidraden

nr.	titel	datum/ versie	organisatie
1	Addendum Leidraad zee- en meerdijken	maart 2009	ENW
2	Leidraad rivieren	juli 2007	ENW
3	Addendum I bij de Leidraad rivieren t.b.v. het ontwerpen van rivierdijken		ENW
4	Addendum bij het Technisch rapport waterkerende grondconstructies	juli 2007	ENW
5	Technisch rapport waterspanningen bij dijken	september 2004	TAW
6	Technisch rapport steenzettingen - Ontwerp	december 2003	TAW
7	Technisch rapport steenzettingen - Achtergronden	december 2003	TAW
8	Technisch rapport golfoploop en golfoverslag bij dijken	mei 2003	TAW
9	Technisch rapport asfalt voor waterkeren	november 2002	TAW
10	Technisch rapport waterkerende grondconstructies	juni 2001	TAW
11	Technisch rapport zandmeevoerende wellen	maart 1999	TAW
12	Leidraad zee- en meerdijken	december 1999	TAW
13	Technisch rapport erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding	augustus 1998	TAW
14	Grondslagen voor waterkeren	januari 1998	TAW
15	Technisch rapport klei voor Dijken	mei 1996	TAW
16	The Rock Manual, The use of rock in hydraulic engineering, C683	2nd edition, 2007	CUR, CIRIA CET-MEF
17	NEN6740: Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen	september 2006	NEN
18	NEN-EN 13383-1:2002 nl: Waterbouwsteen - Deel 1: Specificatie	2002	NEN
19	NEN-EN 13383-2:2002 nl: Waterbouwsteen - Deel 2: Beproevingmethoden	2002	NEN
20	CUR 166 Damwandconstructies (vijfde druk, deel 1 en 2)	oktober 2008	CUR
21	CUR 192: Breuksteen in de praktijk Deel 1: productie, verwerking en kwaliteitszorg,	juni 1998	CUR
22	CUR Aanbeveling 113: Oeverstabiliteit bij zandwinputten	2009	CUR
23	CUR 161 Filters in de waterbouw	juni 1993	CUR
24	CUR 162 Construeren met grond	november 1992	CUR

2.2. Ontwerpmethodiek

2.2.1. Budgetgestuurd ontwerpen

Bij het opstellen van het waterkeringsplan is gestreefd naar een economisch en duurzaam grondstro-
menplan, waarbij de transportbewegingen zo beperkt mogelijk zijn. Hiertoe is in het ontwerp van het
dwarsprofiel rekening gehouden met het lokaal beschikbaar materiaal. Bij het grondonderzoek in het
bypassgebied dat door Tauw is uitgevoerd, is voldoende laboratoriumonderzoek meegenomen om de
geschiktheid van de aanwezige grond voor het dijkontwerp te beoordelen.

In de verschillende workshops en ontwerpessies ten behoeve van het inrichtingsplan hebben de spe-
cialisten van het Waterkeringsplan input geleverd om de inrichting kostenefficiënt te maken. Het aan-
legprofiel is geminimaliseerd binnen de randvoorwaarden van veiligheid robuustheid en beheer en on-
derhoud.

Bij het ontwerp is gekeken naar het toekomstig beheer. Waar de Life Cycle Costs (LCC) niet op basis
van ervaring konden worden geschat, zijn meerdere varianten bestudeerd en is een afweging gemaakt
op kosten, beheer en beschikbaarheid.

2.2.2. Duurzaam ontwerpen

De dijk is ontworpen met (zoveel mogelijk) duurzame en hernieuwbare materialen (zand, klei en gras).
Het gebruik van harde materialen (bijvoorbeeld betonzuilen of asfaltbekledingen) is tot een minimum
beperkt.

In overleg met de waterschappen is gekeken naar de toekomstige beheermogelijkheden. Indien duur-
zamere beheervormen mogelijk en wenselijk zijn, is het dijkontwerp hierop aangepast.

In het ontwerp van de dijk is rekening gehouden met een mogelijke uitbreiding in de toekomst. Dit voor-
komt een grote inspanning of het gebruik van minder duurzame constructies bij latere dijkversterkingen.

2.2.3. Robuustheid

Robuust ontwerpen is volgens het addendum bij de Leidraad zee- en meerdijken niets anders dan goed
ontwerpen. De volgende definitie van robuust ontwerpen is gehanteerd: 'goed (robuust) ontwerpen be-
tekend in het ontwerp rekening houden met toekomstige ontwikkelingen en onzekerheden, zodat het
uitgevoerde ontwerp tijdens de planperiode blijft functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aan-
passingen noodzakelijk zijn, en dat het ontwerp uitbreidbaar is indien dat economisch verantwoord is.'

Bij het opstellen van het waterkeringsplan is gekozen voor toekomstgericht ontwerpen. De verwachte
ontwikkelingen binnen de gekozen planperiode (technisch en beleidsmatig) zijn in het ontwerp verwerkt
op drie sporen:

- hydraulische ontwerpbelastingen;
- profiel van vrije ruimte/uitbreidbaarheid;
- autonome bodemdaling.

ontwerpbelastingen

Bij het opstellen van de hydraulische ontwerpvoorwaarden voor de dijkversterking is rekening ge-
houden met:

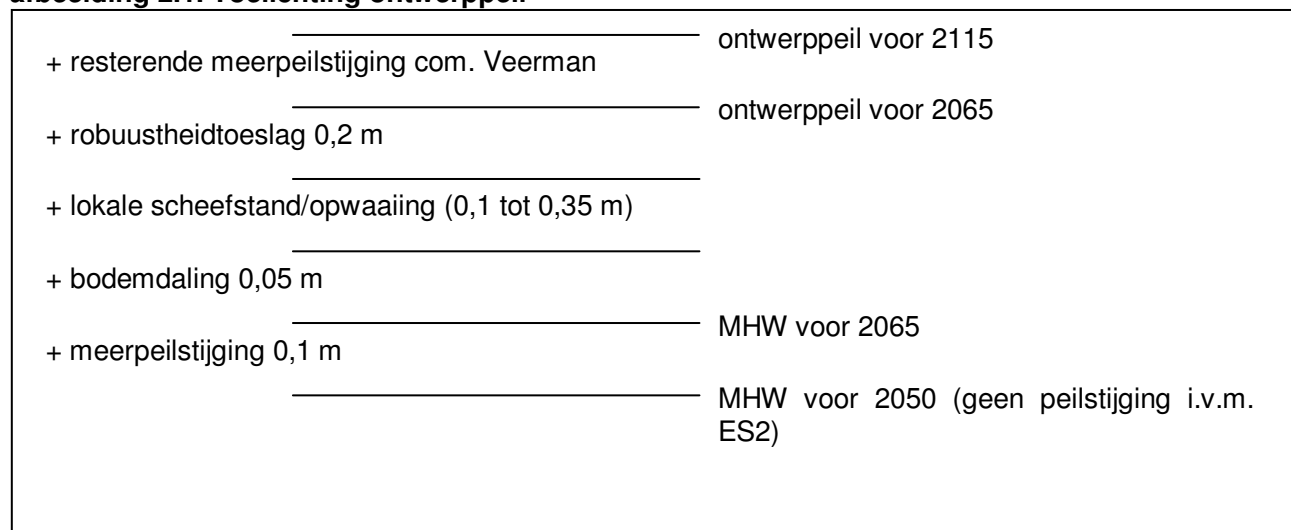
- klimatologische ontwikkelingen volgens KNMI'06 scenario G (dit komt overeen met het middensce-
nario);
- een robuustheidtoeslag op de ontwerpwaterstanden van 0,2 m;
- een robuustheidtoeslag op de golfrandvoorwaarden van 10 %;
- autonome bodemdaling (5 cm).

De zeespiegelstijging werkt tot 2050 niet door op het IJsselmeer door een uitbreiding van de spuicapa-
 citeit (ES2). Na 2050 stijgt het IJsselmeerpeil minimaal mee met de zee om het spuien onder vrij verval
 mogelijk te houden. Volgens het nationaal waterplan [lit. 14] treedt het lange termijn peilbesluit vanaf
 2035 in werking. Omdat de gevolgen van dit peilbesluit nog niet inzichtelijk zijn, wordt voor 2065 alleen
 rekening gehouden met de spui mogelijkheden. Voor een ontwerphorizon van 50 jaar (2065) is voor de
 dijken rekening gehouden met een lokale meerpeilstijging van 0,1 m. De mogelijke extra opzet ten be-
 hoefte van de zoetwatervoorraad valt onder de robuustheid van 0,2 m voor 2065 en is verder meege-
 nomen in een ruimtereservering voor over 100 jaar.

Voor een ontwerphorizon van 100 jaar (2115) is een IJsselmeerpeilstijging in rekening gebracht van
 maximaal 1,5 m. Deze IJsselmeerpeilstijging werkt volgens eerste schattende berekeningen door in de
 bypass en resulteert in een toename van de maatgevende hoogwaterstand met ca. 1,0 m [lit. 31]. In de
 definitieve versie van het waterkeringsplan worden deze getallen aangepast aan de resultaten van
 meer gedetailleerde hydraulische studies (zie [lit. 36]).

In het addendum bij de Leidraad zee- en meerdijken is een gemiddelde bodemdaling aangegeven van
 10 cm per eeuw. Op basis van bodemdalingkaarten en overleg met het waterschap Groot Salland zijn
 er geen redenen voor de bypass van deze gemiddelde waarde af te wijken.

afbeelding 2.1. Toelichting ontwerppeil



De hogere waterstanden hebben ook invloed op de ontwerp golfhoogten. Dit effect is in eerste instantie
 ingeschat door de golfhoogten te vermeerderen volgens de volgende formule [lit. 46]:

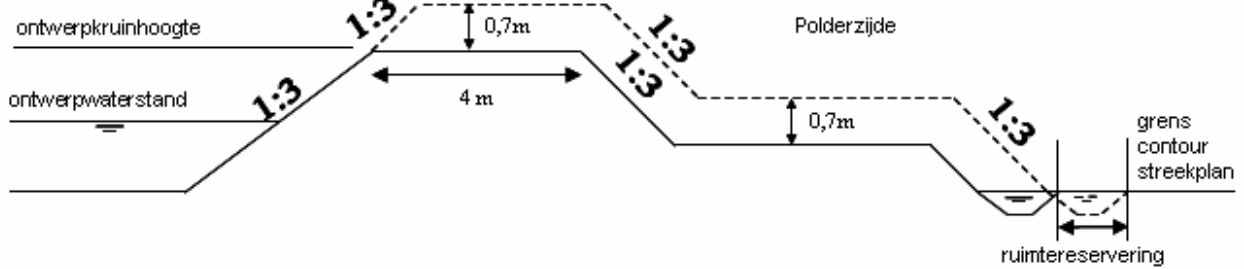
$$\Delta H_s = 0,45 \cdot \Delta d ;$$

met ΔH_s gelijk aan de significant golfhoogte [m] en Δd gelijk aan de lokale meerpeilstijging [m]. In de
 definitieve versie van het waterkeringsplan worden deze getallen aangepast aan de resultaten van
 meer gedetailleerde hydraulische studies (zie [lit. 36]).

uitbreidbaarheid

In de definitie van robuustheid is aangegeven dat een robuust ontwerp ook uitbreidbaar moet zijn. Hier-
 door wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat een dijk in de toekomst nog zwaarder moet
 worden.

afbeelding 2.2. Schematische weergave ruimtereservering nieuwe bypassdijken

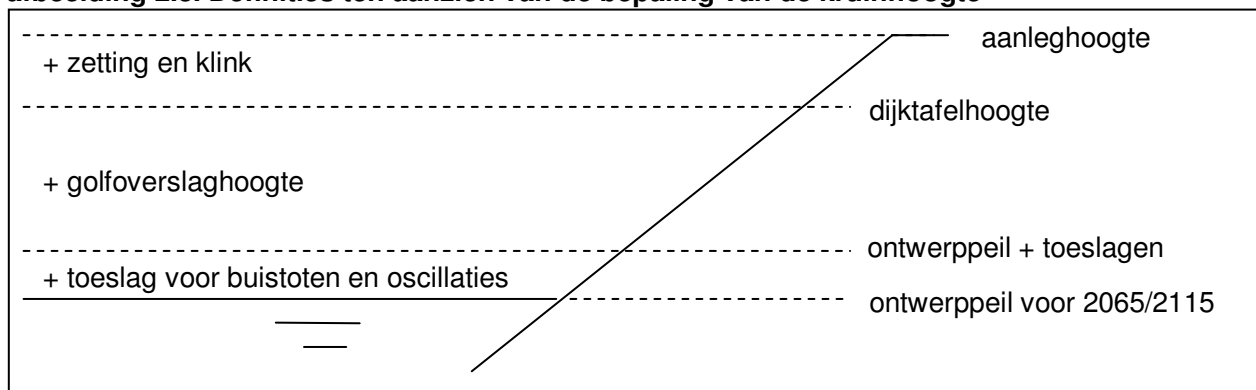


Rondom de nieuwe waterkering wordt ruimte gereserveerd voor toekomstige uitbreidingen. Deze ruimte is bepaald door een dijkontwerp voor 2115 (100 jaar).

De meerpeilstijging op het IJsselmeer leidt tot een lokale verhoging van de waterstand van 1,0 m ter hoogte van de bypass [lit. 30]. Hiervan is reeds 0,3 m in het ontwerp voor 2065 verwerkt (0,1 m meerpiegelstijging en 0,2 m robuustheidtoeslag). Het ruimtebeslag van een verhoging voor de resterende 0,7 m is als ruimtereservering aangeduid.

2.2.4. Kruinhoogtebepaling

afbeelding 2.3. Definities ten aanzien van de bepaling van de kruinhoogte



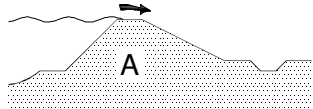
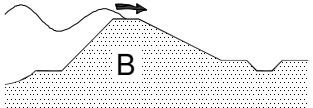
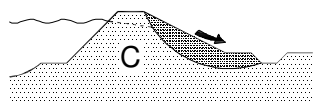

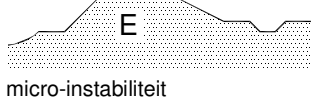

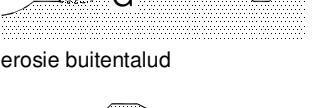
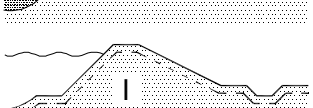
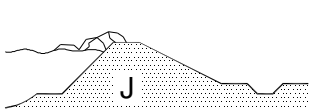
De aanleghoogte van de kruin wordt bepaald door:

- ontwerppeil 2065 voor de bypassdijken en 2115 voor de klimaatdijk;
- toeslag voor buistoten en oscillaties 0,1 m [lit. 4];
- de golfoverslaghoogte (zie paragraaf 2.3.1);
- zetting en klink (zie paragraaf 2.2.3 en 2.3.9).

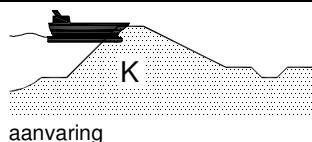
2.2.5. Faalmechanismen

De waterkering wordt beoordeeld op verschillende faalmechanismen. Een korte beschrijving van de verschillende faalmechanismen waartussen de TAW onderscheid maakt, is gegeven in tabel 2.2.

tabel 2.2. Omschrijving faalmechanismen¹

faalmechanisme	omschrijving
 <p data-bbox="204 389 304 416">overlopen</p>	zonder dat de waterkering bezwijkt, kan het dijkringgebied inunderen door een te hoge waterstand in combinatie met golfoverslag
 <p data-bbox="204 560 325 586">golfoverslag</p>	erosie van het binnentalud door stromend water ten gevolge van golfoverslag
 <p data-bbox="204 730 432 757">afschuiven binnentalud</p>	instabiliteit (afschuiven) binnentalud ten gevolge van infiltratie van instromend water of door de waterdruk tegen de kering en verhoogde waterspanningen in de ondergrond
 <p data-bbox="204 900 427 927">afschuiven buitentalud</p>	instabiliteit (afschuiven) van het buitentalud na een snelle daling van de buitenwaterstand
 <p data-bbox="204 1070 373 1097">micro-instabiliteit</p>	lokale instabiliteit van het binnen- of buitentalud (bijvoorbeeld opdrukken en afschuiven van de bekleding) door uittredend kwelwater door het grondlichaam
 <p data-bbox="204 1240 261 1267">piping</p>	zandmeevoerende wellen onder de dijk door het waterstandsverschil
 <p data-bbox="204 1411 373 1438">erosie buitentalud</p>	erosie van het buitentalud door stroming of golfbeweging
 <p data-bbox="204 1590 277 1617">zetting</p>	instabiliteit vooroever als gevolg van afschuiving en zettingsvloeiing
 <p data-bbox="204 1751 309 1778">kruidend ijs</p>	mechanische bedreiging ten gevolge van kruidend ijs

¹ vrij naar: TAW, Grondslagen voor Waterkeren [lit. 45].



mechanische bedreiging ten gevolge van scheepvaart

2.3. Rekenmodellen

2.3.1. Golfoverslag

Voor het bepalen van de ontwerphoogte van de kruin is gekeken naar het overslagdebiet. Deze is afhankelijk van de ontwerpwaterstand, de ontwerp golfcondities, de bekleding en de geometrie van de dijk. Voor het ontwerp wordt een maximaal toelaatbaar overslagdebiet van 1 l/s/m gehanteerd.

overslag

Voor het berekenen van de hoeveelheid overslag en overloop is het programma PC-Overslag versie 2.0 gehanteerd. Een schematisatie van de ontwerpprofielen is in Excel opgenomen en gekoppeld aan de rekenmodule van PC-Overslag. De golfoverslag is vervolgens met de deterministische rekenregel bepaald.

bermhoogte en breedte

Voor het ontwerpprofiel is de optimale vorm van een buitenberm bepaald. De hoogte van de berm is optimaal wanneer deze gelijk wordt genomen aan de ontwerpwaterstand [lit. 53]. Voor het bepalen van de breedte van de berm is een analyse uitgevoerd in PC-Overslag waarbij de breedte van de berm is gevarieerd. Uit de analyse volgt de vereiste kruinhoogte bij verschillende bermbreedtes. Aan de hand van volumebepalingen is berekend bij welke combinatie van bermbreedte en kruinhoogte het kleinste profiel vereist is.

2.3.2. Erosie buitentalud

Om erosie van het dijklichaam te voorkomen ten gevolge van stroming en golfinval, wordt de dijk bekleed. Afhankelijk van de belasting voldoet een grasbekleding op een kleiondergrond of moet een verharding worden aangebracht.

Als uitgangspunt in het ontwerp van de dijken langs de bypass is de dijk bekleed met een grasbekleding op een klei ondergrond.

Wanneer een bekleding wordt toegepast zal in het kader van beheer en onderhoud afstemming worden gezocht met de waterschappen.

grasbekleding

Als uitgangspunt in het ontwerp van de dijken langs de bypass is de dijk bekleed met een grasbekleding op het buitentalud, de kruin en het binnentalud.

De grasbekleding op de kruin en het binnentalud voldoet bij een golfoverslag van maximaal 1 l/s/m indien het juiste beheer wordt toegepast en de grasmat bijgevolg van voldoende kwaliteit is (paragraaf 3.2.3 [lit. 44]).

Ten aanzien van grote grazers heeft waterschap Groot Salland aangegeven dat hier in principe geen ruimte voor is binnen het beleid van het waterschap. Wanneer er toch gekozen wordt voor beheer met grote grazers, dan zal de erosiebestendigheid van de grasbekleding en onderliggende kleilagen nader onderzocht moeten worden.

Voor de grasbekleding op het buitentalud is met behulp van het programma Grastoets 2004, versie 3.11, bepaald wanneer en eventueel op welke hoogte een grasbekleding voldoende bescherming biedt onder ontwerpcondities.

steenbekleding

Op de vooroever van de bypassdijken, de klimaatdijk, de Drontermeerdijk en eventueel de dijken uit fase twee, is een harde bekleding nodig. De oever langs de recreatiegeul en langs het huidige Drontermeer wordt onder dagelijkse omstandigheden belast door golfslag van wind en van recreatievaart. In deze (voortdurend) natte omgeving kan gras niet goed ontwikkelen. Om afslag van de oever te voorkomen is naar verwachting een harde oeverbekleding vereist.

Voor het ontwerpen van steenbekledingen is de methode uit het Technisch rapport steenzettingen [lit.53] gehanteerd. De rekenregels uit deze methode zijn verwerkt in het programma Steentoets2008 versie 1.01.

asfaltbekleding

De aanlegdikte voor asfaltbekledingen is bepaald aan de hand van de sterktegrafieken in het bovengenoemde Technisch rapport, de controle op opdrukken van de bekleding is uitgevoerd volgens de voorgeschreven methode in het Technisch rapport asfalt voor waterkeren.

verzonken bekledingen

In de ontwerpen en de ruimtelijke visie die tot nu toe voor de dijken langs de bypass zijn opgesteld, gaat men uit van een groene dijk met een toplaag van gras. Toekomstige beheerders daarentegen hebben aangegeven een verzonken bekleding niet de voorkeur te geven in verband met de onmogelijkheid van visuele inspectie.

Indien de sterkte van een grasbekleding niet voldoet en toch een verzonken (verborgen) bekleding wordt overwogen, stelt dit specifieke eisen aan de bekleding:

- de bekleding moet waterdoorlatend zijn zodat de deklaag niet te snel verzadigd raakt;
- de bekleding moet zettingen deels kunnen volgen. Door de afdekkende laag is visuele inspectie van de bekleding niet mogelijk. Bij enige zettingen is het daarom niet wenselijk dat direct scheuren in de bekleding ontstaan;
- de bekleding moet weerstand bieden aan doorworteling. Planten die wortelen in de deklaag zullen ook deels wortelen in de toplaag van de bekleding. Met het aangroeien van de wortels kan de bekleding aangetast worden.

In de waterbouw worden op dit moment drie typen bekleding toegepast die aan de bovenstaande eisen voldoen: breuksteen, open steenasfalt en Elastocoast/Infra-Elast. Het laatste bekledingstype is vergelijkbaar met open steenasfalt, alleen is er een kunsthars toegepast in plaats van bitumen als lijmend bestanddeel. Deze kunststofvarianten zijn nog in een experimenteel stadium. Voor het project IJsseldelta-Zuid is gekozen voor een bekleding van open steenasfalt wanneer een verzonken bekleding vereist of gewenst is. De minimale aanlegdikte is gebaseerd op het Technisch rapport asfalt voor waterkeren en wordt met 10 cm vergroot in verband met de doorworteling.

bermen

De bekleding op een berm kan zowel zwaarder als lichter worden belast dan de omringende taluds. In het Technisch rapport steenzettingen [lit.53] is een ontwerpmethode gegeven voor het ontwerpen van steenbekledingen op bermen. Hierbij worden een bermfactor en fictief talud uitgerekend op basis van het niveau van de berm en de significante golfhoogte. De dikte van de bekleding is bepaald met het fictief talud en vervolgens vermenigvuldigd met deze bermfactor.

In het geval van grasbekleding is er geen sprake van een dikte van de bekleding. Om het effect van een berm te verdisconteren, is niet de sterkte maar de belasting aangepast in de berekeningen. De re-

kenwaarde van de golfhoogte is dan met de bermfactor vermenigvuldigd (in plaats van de dikte van de bekleding).

2.3.3. Zandmeevoerende wellen

De stijghoogte in de watervoerende zandlagen neemt toe door het verval over de waterkering. Indien de waterspanningen in de zandlaag ter plaatse van het achterland groter worden dan het gewicht van de afdekkende (slecht doorlatende) laag, drijft de afdekkende laag op. Met eventuele scheurtjes in de afdekkende laag tot gevolg. Door de scheurtjes zoekt het kwelwater een weg naar het maaiveld. Erosie van de kwelweg kan vervolgens leiden tot een opbarstkanaal.

In een aantal gevallen zal door het opbarstkanaal zand worden getransporteerd vanuit de zandlaag. Boven in de zandlaag ontstaan dan kanaaltjes (pipes) die zich in bovenstroomse richting uitbreiden. Bij voldoende verval blijven de kanaaltjes groeien tot het buitenwater wordt bereikt. Op dat moment is er een open verbinding tussen het buitenwater en uittreepunt ontstaan. De kanaaltjes zullen dan versneld in omvang toenemen waardoor de dijk bezwijkt.

Als de afdekkende laag niet opbarst, is er geen gevaar voor zandmeevoerende wellen.

opbarsten

Het volgende opbarstcriterium is aangehouden [lit. 48]:

$$\frac{\sigma_g}{\sigma_w} \geq \gamma$$

waarin:

σ_g	gronddruk aan de onderzijde van het afdekkende pakket	[kPa]
σ_w	opwaartse waterdruk onder het afdekkende pakket	[kPa]
γ	veiligheidsfactor ² (1,1)	[-]

De grenspotential is berekend met [lit. 48]:

$$h_{z,g} = h_p + d \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

waarin:

d	dikte van de afdeklaag	[m]
γ_{sat}	volumiek gewicht van verzadigde grond	[kN/m ³]
γ_w	volumiek gewicht van water	[kN/m ³]

In de opbarstberekening is de maatgevende binnenwaterstand (zie paragraaf aangehouden voor de stijghoogte in de afdekkende laag bij secties met een teensloot. Als er geen sloot aanwezig is, dan is de stijghoogte in de afdekkende laag gelijkgenomen aan het maaiveldniveau. De effectieve laagdikte is bepaald met behulp van de rekenregels in bijlage 1 van het Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54].

piping

De minimaal benodigde kwelweglengte bij grondconstructies is bepaald met de empirische rekenregel van Bligh [lit. 47]:

² Het Technisch rapport waterkerende grondconstructies schrijft een factor van 1,1 voor, indien de onzekerheden in de stijghoogten betrekkelijk gering zijn en in de andere gevallen 1,2.

$$(\Delta h - 0,3d) \leq \Delta h_c = \frac{L}{C_{creep}}$$

waarin:

Δh	verval over de waterkering	[m]
Δh_c	maximaal toelaatbaar verval over de waterkering	[m]
d	dikte van de afdeklaag	[m]
L	minimale kwelweglengte	[m]
C_{creep}	creepfactor (tabel 2.3)	[-]

tabel 2.3. Creepfactoren voor rekenregels Bligh en Lane³

grondsoort	mediane korreldiameter [μm]	C_{creep} (Bligh)	$C_{w,creep}$ (Lane)
uiterst fijn zand, silt	< 105		8,5
zeer fijn zand	105 - 150	18	
zeer fijn zand (mica)		18	7
matig fijn zand (kwarts)	150 - 200	15	7
matig grof zand	210 - 300		6
zeer/uiterst grof zand	300 - 2000	12	5
fijn grind	2000 - 5600	9	4
matig grof grind	5600 - 16000		3,5
zeer grof grind	>16000	4	3

opmerkingen bij rekenregels

- Bij de bepaling van de minimale kwelweglengte is aangenomen dat het verval over de waterkering gelijk is aan het verschil tussen de ontwerpwaterstand en het peil in de kwelsloot (indien aanwezig) en het maaiveldniveau indien er geen sloot aanwezig is. In het geval van de dijk Drontermeer-Vossemeer en de IJsseldijk is de minimale waterstand van het binnenwater bepaald dat gelijktijdig met een hoogwatersituatie kan optreden.
- Bij het toepassen van de rekenregel van Bligh hoeven geen veiligheidsfactoren in rekening te worden gebracht. De benodigde veiligheid is al verdisconteerd in de rekenregel zelf.
- Op dit moment wordt in het kader van het SBW programma (Sterkte en Belastingen Waterkeringen) onderzoek gedaan naar de huidige rekenregels voor piping. Naar verwachting zal deze rekenregel niet voor ontwerp van toepassing worden verklaard tijdens de looptijd van dit project. Wanneer dit wel het geval is zal te zijner tijd worden besloten of dit kan worden ingepast in de ontwerpcyclus. Op basis van de eerste aanbevelingen van deze studie [lit. 6], zal een aanvullende berekening worden uitgevoerd met de rekenregel van Sellmeijer om te controleren of dit tot grotere kwelweglengtes leidt.

2.3.4. Afschuiven binnentalud

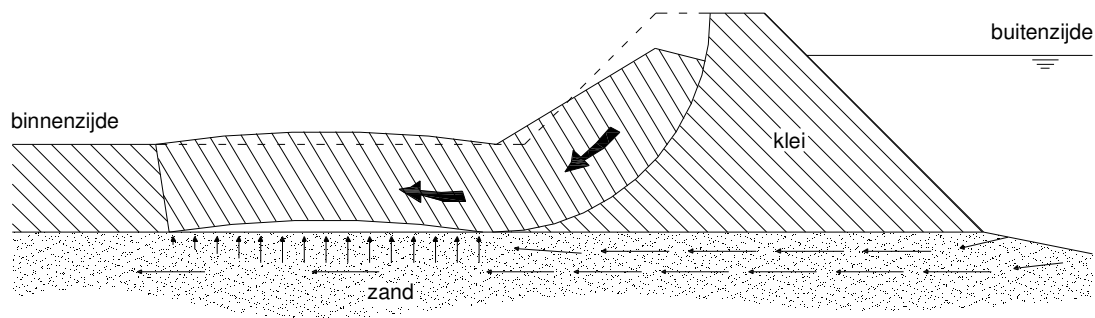
Het evenwicht van verschillende glijvlakken door de waterkering (methode Bishop en Uplift Van) is beoordeeld met het computerprogramma MStab, versie 9.10.8.6 van Delft Geosystems. De geometrie is tweedimensionaal ingevoerd.

opdrijven

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket kan tijdens ontwerpomstandigheden aan de binnenzijde groter zijn dan in de afdekkende laag. De opdrijfsituatie is beschouwd als de opdrijfveiligheid kleiner is dan 1,2. In het geval van opdrijven is naast de methode Bishop de situatie gemodelleerd met het Uplift-Van model (afbeelding 2.4).

³ Bron: Technisch rapport zandmeevoerende wellen [lit. 47].

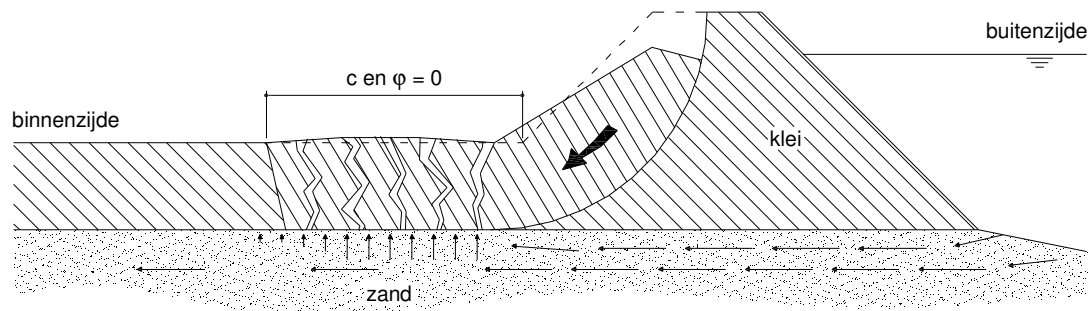
afbeelding 2.4. Instabiliteit bij opdrijven⁴



opbarsten

Naast opdrijven is het mogelijk dat de afdekkende laag opbarst ten gevolge van de opwaartse waterdruk. Deze situatie wordt beschouwd als de opdrijfveiligheid kleiner is dan 1,1. Bij opbarsten neemt de schuifweerstand in de afdekkende laag af. In de stabiliteitsanalyse is deze situatie beoordeeld door in de opbarstzone geen schuifweerstand aan de afdeklag toe te kennen (afbeelding 2.5). De breedte van de opbarstzone is gelijk genomen aan twee keer de dikte van de afdekkende laag of gelijk aan de slootbreedte op maaiveldniveau, indien er een sloot aanwezig is aan de binnenzijde [lit. 54].

afbeelding 2.5. Instabiliteit bij opbarsten⁴



2.3.5. Afschuiven buitentalud

Het evenwicht van verschillende glijvlakken door de waterkering (methode Bishop en Uplift Van) is beoordeeld met het computerprogramma MStab, versie 9.10.8.6 van Delft Geosystems. De geometrie is tweedimensionaal ingevoerd.

2.3.6. Micro-instabiliteit

De microstabiliteit van de deklaag van klei op het binnentalud is beoordeeld. Vanwege de grotere doorlatendheid van de zandkern ten opzichte van de deklaag, kan er een stijghoogteverschil over de deklaag ontstaan. De deklaag kan opgedrukt worden of afschuiven indien de opwaartse waterdruk te groot wordt. Beide faalmechanismen (opdrukken en afschuiven) zijn beoordeeld. De rekenregels van het Technisch rapport waterkerende grondconstructies [lit. 48] zijn toegepast.

⁴ bron: Technisch rapport waterkerende grondconstructies [lit. 48].

opdrukken

Voor opdrukken geldt:

$$\cos \alpha = \frac{\gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n \rho_w \Delta h}{\rho_g d}$$

waarin:

d	laagdikte	[m]
Δh	waterstandverval over deklaag	[m]
α	taludhelling	[°]
γ_d	modelfactor	[-]
$\gamma_{m,\rho}$	materiaalfactor (1,0)	[-]
γ_n	schadefactor	[-]
ρ_g	volumieke massa van grond	[kg/m ³]
ρ_w	volumieke massa van water	[kg/m ³]

Voor de schade- en modelfactor schrijft het technisch rapport een gezamenlijke waarde van 2,0 voor.

afschuiven

Bij afschuiven wordt de volgende rekenregel voorgeschreven:

$$\cos \alpha = \frac{\gamma_d \gamma_n \rho_w \Delta h}{\gamma_{m,\rho} \rho_g d}$$

waarin:

d	laagdikte	[m]
Δh	waterstandverval over deklaag	[m]
α	taludhelling	[°]
γ_d	modelfactor (1,1)	[-]
$\gamma_{m,\rho}$	materiaalfactor (1,0)	[-]
γ_n	schadefactor (1,1)	[-]
ρ_g	volumieke massa van grond	[kg/m ³]
ρ_w	volumieke massa van water	[kg/m ³]

waterstandverval over deklaag

Voor het waterstandverval over de deklaag is er gerekend met een 0,25 x het verval over de kering = 0,25 x (ontwerpwaterstand - maaiveldniveau), conform het Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54].

2.3.7. Stabiliteit voorland

Het ontwerp van de waterkeringen is getoetst aan de eenvoudige regels, zoals opgenomen in de CUR-Aanbeveling 113 Oeverstabiliteit bij zandwinputten. De stabiliteit van het voorland is gecontroleerd voor twee faalmechanismen:

- verwekingsvloeiing;
- afschuiving.

Voor het optreden van verwekingsvloeiing moet aan drie criteria worden voldaan:

1. het zand moet verwekingsvloeiingsgevoelig zijn;
2. de taludgeometrie moet ongunstig zijn;
3. er moet sprake zijn van een inleidend mechanisme.

De stabiliteit van het voorland ten aanzien van afschuiving wordt berekend met behulp van Mstab. Zowel voor de bouwfase als de gebruiksfase is de stabiliteit van de geul gecontroleerd. De uitgangspunten die hierbij gehanteerd zijn, zijn gelijk aan de uitgangspunten voor afschuiven buitentalud (paragraaf 2.3.5).

Voor de stabiliteitsfactoren wordt verwezen naar paragraaf 4.2.

Voor de Drontermeerdiijk is specifiek aandacht besteed aan de erosie van het voorland door een toename van stroomsnelheden. Waar nodig is een talud- en oeverbescherming aangebracht om versteviging van het onderwatertalud en voortschrijdende erosie van het voorland te voorkomen.

2.3.8. Niet waterkerende objecten

Ten aanzien van niet-waterkerende objecten is in principe het beleid van de waterschappen gevolgd als omschreven in de keur [lit. 57 en 58]. Het beleid van Rijkswaterstaat sluit hier bij aan. Eventuele afwijkingen van dit beleid zullen worden afgestemd met de projectgroep, waterschappen en provincie.

begroeiing

Uitgangspunt voor het inrichtingsplan is dat begroeiing niet is toegestaan op:

- het binnentalud;
- de kruin;
- het buitentalud.

Daarnaast is begroeiing niet toegestaan op bermen, aangezien dit kan leiden tot een intreepunt of uitreepunt en dus tot een verkorting van de kwelweglengte.

Voor regels omtrent veiligheid van de begroeiing is het STOWA-rapport Handleiding voor beplanting op en nabij primaire waterkeringen [lit. 39] en het Technisch rapport waterkerende grondconstructies [lit. 48] gehanteerd.

Opgaande begroeiing (bomen, houtige struiken) is niet toegestaan binnen 10 m uit de teen van de waterkering. Om te bepalen wat de minimale afstand moet zijn tussen de teen van de dijk, is gekeken naar de macrostabiliteit van een mogelijke ontgroning.

bebouwing

Het uitgangspunt is dat bebouwing inclusief fundering de volgende gebieden niet mag doorsnijden:

- het buitentalud;
- de kruin;
- het binnentalud;
- de invloedszone voor stabiliteit;
- 1:5 lijn conform keur WGS.

kabels en leidingen

Voor het detailontwerp van kruisingen van de waterkering met kabels en leidingen wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- aanwezige leidingen die niet verlegd worden;
- nieuw aan te leggen leidingen.

Kabels en leidingen kunnen een bedreiging vormen voor het waterkerend vermogen van dijken:

- graafwerk leidt tot een geroerde zone in de dijk/ondergrond, zowel bij het leggen als bij het onderhoud en de eventuele vervanging;
- lekkage van leidingen en/of ongelijke zakking van leiding en grondlichaam kunnen leiden tot ruimte onder en/of naast de leiding. Vervormingen van de ondergrond, als gevolg van het aanbrengen van het grondlichaam, leidt tot verhoogde belastingen op de leidingen en daardoor tot mogelijke lekka-

ge of leidingbreuk. Met name wordt hier gewezen op de grote schade die kan ontstaan aan het dijklichaam als gevolg van wegstromende vloeistof en of ontsnappend gas;

- in langsrichting van de dijk gelegen buisleidingen kunnen leiden tot een vermindering van de passieve weerstand tegen afschuiven van de waterkering, aangezien er plaatselijk sprake is van een verminderd grondgewicht.

De kabels en leidingen in en nabij de primaire waterkering zijn beoordeeld op basis van NEN 3650 en 3651 [lit. 17 en lit. 18].

Een inventarisatie van alle kabels en leidingen en het opstellen van het verleggingsplan valt onder productsheet 15 en is gerapporteerd in de 'Inventarisatie kabels en leidingen' [lit. 35].

2.3.9. Zetting en klink

De verwachte klink van de aangebrachte grond is slechts bij benadering te bepalen. In het Technisch rapport waterkerende grondconstructies [lit. 48] wordt aanbevolen rekening te houden met 10 % klink voor klei en 5 % voor zand. Wanneer tijdens de uitvoering bij het aanbrengen van de ophoogslagen intensief wordt verdicht, is klink van 5% voor klei haalbaar. Aangezien in het project zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van beschikbare materialen uit de omgeving kan de kwaliteit van het ophoogzand niet op voorhand gegarandeerd worden. Daarom is zowel voor klei als voor het ophoogmateriaal uitgegaan van 5 % klink.

De ondergrond wordt door het aanbrengen van de dijklichamen samengedrukt, met zettingen tot gevolg. De grootte van deze zettingen is ingeschat met behulp van de methode Koppejan of met de abc-methode en het tweedimensionale consolidatiemodel van Terzaghi. Het computerprogramma MSettle, versie 7.3.2.1. van Delft Geosystems is hierbij gebruikt. In de zettinganalyse is zowel de bouw als de gebruiksfase beschouwd. De zettinganalyse voor de bouwfase is gericht op het bepalen van de verwachte zettingen en de consolidatiegraad van veen en kleilagen ten behoeve van de macrostabiliteitsbeoordeling.

Voor de gebruiksfase is de restzetting beoordeeld. De restzetting mag maximaal 0,3 m zijn [lit. 46].

De zettingsberekeningen zijn als basis gebruikt voor de aanleghoogte, kruinhoogtebepaling en de uitvoeringsfasering.

Algemeen beleid van het waterschap Groot Salland is dat verticale drainage niet is toegestaan.

2.3.10. Kruierend ijs

Kruierend ijs kan door opwaaiing schade aanbrengen aan de bekleding. In het ontwerp van de bypassdijken en de klimaatdijk is geen rekening gehouden met kruierend ijs, omdat geen ijsmassa's kunnen ontstaan of instromen in de bypass tijdens hoogwater. Dit wordt hieronder toegelicht.

In de Systeembeschuwing [lit. 30] is aangegeven dat sprake is van twee situaties voor hoogwater:

1. grote afvoer op de IJssel;
2. stormsituatie met gemiddelde afvoer op de IJssel.

Voor situatie 1, een grote afvoer op de IJssel, is in fase 1 is nog geen sprake van een open verbinding met de IJssel en zal eventueel kruierend ijs niet in het plangebied kunnen komen. In fase 2 is sprake van een inlaatwerk, waardoor het ijs niet in grote hoeveelheden het gebied in kan komen.

Voor situatie 2 geldt dat grote ijsmassa's tijdens een maatgevende hoogwatersituatie niet door zowel het Ketelmeer als het Vossemeer de bypass kunnen bereiken. Er bevinden zich teveel obstakels en de doorgang is te nauw. Gezien de beperkte stormduur (circa 2 dagen) kan ook geen kruierend ijs ontstaan in de bypass zelf tijdens een hoogwatersituatie.

In een niet-hoogwater situatie vormt zich ijs op het Drontermeer en op de recreatiegeul. Deze ijsmassa is van beperkte omvang en bedreigt alleen de vooroever van de waterkering en de lage delen van het talud. In het ontwerp worden maatregelen opgenomen om ijsbelasting te voorkomen. De bekledingen op de vooroevers en laag op het talud zijn glad en zonder uitsteeksels ontworpen. Op het buitentalud van de waterkeringen is een berm aangebracht (circa 2 m boven het voorland niveau).

Ijsbelasting is met name nog van belang ter plaatse van de verbindende waterkeringen. Tijdens het ontwerp zal op dit punt afstemming gezocht worden met Rijkswaterstaat en de waterschappen.

2.3.11. Aanvaring

Mechanische bedreiging in de vorm van een scheepsaanvaring kunnen de waterkering aantasten. Schade door aanvaring wordt voor de keringen langs de bypass niet verwacht, omdat de bypass slechts tijdens hoogwatersituaties meestromend is.

Scheepvaart in de bypass beperkt zich tot recreatievaart en zal niet plaatsvinden tijdens een hoogwatersituatie. In een niet hoogwatersituatie is de waterdiepte boven het voorland beperkt waardoor de beroepsvaart vastloopt vooraleer deze de dijk bereikt.

Op het Drontermeer komt wel beroepsvaart voor. De sluis bij Roggebot is toegankelijk voor scheepvaart van CEMT klasse IV. Het aantal scheepsbewegingen is echter zeer beperkt. De scheepvaart op het Ketelmeer (<20.000 scheepspassages per jaar [lit. 31]) wikkelt zich bijna volledig af richting het Zwarte Meer en de IJssel. Door het beperkt aantal passages is de kans op een aanvaring met de dijk ten tijde van extreem hoogwater verwaarloosbaar.

3. FYSISCHE RANDVOORWAARDEN

3.1. Geotechnische randvoorwaarden

3.1.1. Grondonderzoek

Ten behoeve van het ontwerp wordt in het projectgebied veel grondonderzoek uitgevoerd. Een opsomming van het reeds voltooide onderzoek en het onderzoek in uitvoering is gegeven in de volgende subparagrafen.

uitgevoerd grondonderzoek

In 2007 en het voorjaar van 2008 is in het projectgebied geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd door MUG Ingenieursbureau. In 2010 is dit grondonderzoek aangevuld met veld- en labonderzoek uitgevoerd door Tauw en Fugro.

Voor de dijk Roggebot is het dijkversterkingsplan beschikbaar. Hierin staat een beschrijving van de ondergrond op basis van bestekstekeningen uit 1971. In een later stadium van de dijkversterking zal bij de verbindende waterkering Roggebotssluis nader grondonderzoek worden uitgevoerd. Dit is voldoende voor een schetsontwerp.

De bodemopbouw voor de Dijk Drontermeer-Vossemeer (Reeve-sluis) is gebaseerd op enkele historische boringen in het gebied en het uitgevoerde grondonderzoek nabij de beide oeveraansluitingen. Ten behoeve van het schetsontwerp van de dam is dit voldoende. In de uitvoeringskosten is een risicopost meegenomen voor de mogelijke aanwezigheid van boomstobben in de bodem. Bij werkzaamheden aan de Drontermeerdijk en baggerwerkzaamheden aan de vaargeul zijn ter hoogte van het eiland Reeve resten gevonden van een historisch bos.

Een samenvatting van het uitgevoerde onderzoek is gegeven in tabel 3.1.

tabel 3.1. Reeds uitgevoerd grondonderzoek

	dijken langs de bypass (incl. klimaatdijk)
bron grondonderzoek	MUG/TAUW
aantal onderzochte raaien [-]	48
h.o.h. afstand raaien [m]	500
aantal boringen per raai [-]	6
diepte boringen [m]	2 tot 8
h.o.h. afstand boringen [m]	25
aantal sonderingen	109
aantal samendrukkingproeven [-]	47
aantal triaxiaalproeven ¹ [-]	67
aantal bepalingen volumegewicht [-]	269
aantal bepalingen ongedraineerde schuifsterkte ² [-]	59
aantal bepalingen korrelverdeling [-]	96

¹ de triaxiaalproeven waren allemaal geconsolideerde ongedraineerde 3-traps proeven

² de ongedraineerde schuifsterkte is bepaald aan de hand van pocket torvane proeven

onderzoek in uitvoering

In opdracht van provincie Overijssel is Tauw op dit moment bezig met aanvullend grondonderzoek voor de Drontermeerdijk. Een samenvatting van het geotechnische onderzoek is gegeven in tabel 3.2.

tabel 3.2. Grondonderzoek in uitvoering

	Drontermeerdijk
sonderingen [-]	16
boringen [-]	9
aantal triaxiaalproeven [-]	6
aantal bepalingen volumegewicht [-]	6

Naast boringen wordt met behulp van grondradar de ondergrond van het hele projectgebied in kaart gebracht.

beoordeling grondonderzoek

De leidraden voor het ontwerpen van waterkeringen geven geen uitsluitend over de minimaal vereiste hoeveelheid geotechnisch grondonderzoek. Het benodigd onderzoek is daarom voornamelijk beoordeeld op basis van ervaringen uit vergelijkbare dijkontwerpen.

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek van MUG en een verkennende analyse van GeoDelft [lit. 8] wordt geconcludeerd dat de grondopbouw een grote variatie kent in het gebied. Een grote onderzoeksdichtheid is daarom vereist. Met het bovenvermelde onderzoek varieert de onderlinge afstand van de meetpunten tussen de 50 en 150 m. Dit is naar verwachting voldoende.

In het gebied heeft vroeger een getijdegeul van de Zuiderzee gelegen. Hierdoor zijn er vermoedelijk zandlensen in het gebied aanwezig. Naar verwachting worden deze banen met de grondradar voldoende in kaart gebracht.

beoordeling labonderzoek

Op basis van het uitgevoerde labonderzoek is gekeken naar clustering van de eigenschappen in topografische gebieden en/of in verticale grondlagen. De grondeigenschappen zijn beperkt gecorreleerd en vertonen een grote spreiding. Bij het opbouwen van de parameterset moet daarom rekeningen gehouden worden met een grote variatie in de resultaten. Meer labonderzoek zal hierbij geen significante winst opleveren.

grondparameters

De sterkteparameters van de ondergrond zijn bepaald op basis van labonderzoek. Voor de zandondergrond en het ophoogmateriaal zijn sterkteparameters overgenomen uit tabel 1 van NEN6740 [lit. 19]. De zandondergrond is niet maatgevend in de stabiliteitsberekeningen van de dijk waardoor deze parameters voldoende zijn. Het ophoogmateriaal zal na plaatsing een onbekende dichtheid hebben waardoor de sterkte niet op voorhand kan worden bepaald aan de hand van veld- en labonderzoek.

Voor de berekeningen zijn de karakteristieke waarden omgezet in rekenwaarden volgens 5.3.5 van het addendum voor het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 48].

De zevingen zijn geanalyseerd. Met uitzondering van vijf zandmonsters hebben alle zevingen een mediane korrel diameter tussen 150 μm en 200 μm (gemiddeld 185 μm).

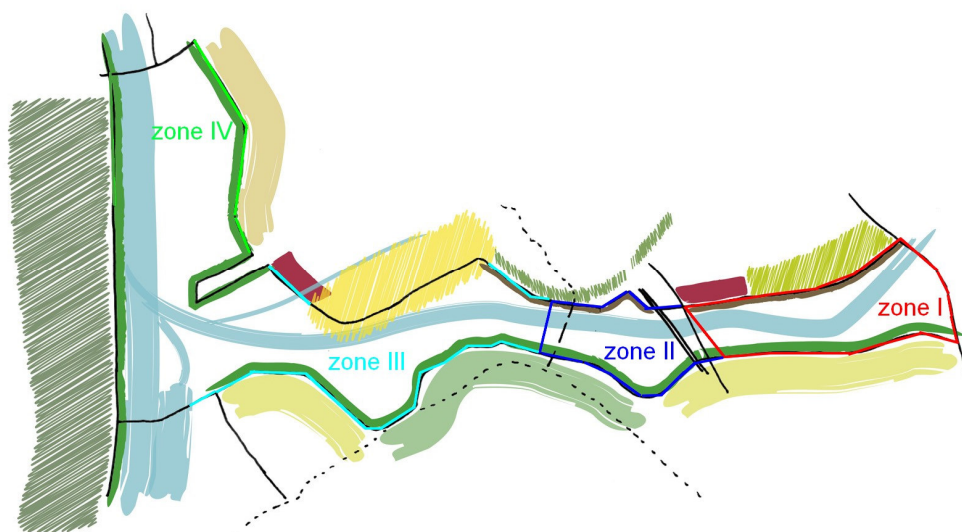
grondopbouw

Op basis van de ondergrond is het projectgebied gesplitst in vier geotechnische zones. Binnen deze zones zijn zes maatgevende locaties beschouwd (afbeelding 3.1):

- zone I noord;
- zone I zuid;
- zone II noord;
- zone II zuid;
- zone III zuid;

- zone IV oost.

afbeelding 3.1. Zonering dijkontwerp [lit. 30]



tabel 3.3. Maatgevende grondopbouw zone I noord

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	-0,3 (mv)	-0,8
veen	-0,8	-5,8
zand	-5,8	-15,0

* op basis van raaien 1020 en 1060 (1040 bevat klei in plaats van veen), in het oosten en westen minder cohesief materiaal

tabel 3.4. Maatgevende grondopbouw zone I zuid

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	-0,5 (mv)	-1,0
veen	-1,0	-4,5
zand	-4,5	-15,0

* op basis van raaien 3100 en 3200 en 1050 (veel variatie binnen dijkvak) opbouw is maatgevend

tabel 3.5. Maatgevende grondopbouw zone II noord

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	0,0 (mv)	-0,5
veen	-0,5	-1,5
zand	-1,5	-15,0

* op basis van raai 4800

tabel 3.6. Maatgevende grondopbouw zone II zuid

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	0,3 (mv)	-0,2
veen	-0,2	-0,7
zand	-0,7	-15,0

* op basis van raaien 1090, 3300, 3400 en 6110 (weinig variatie binnen dijkvak) opbouw is representatief

tabel 3.7. Maatgevende grondopbouw zone III zuid

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	-0,4 (mv)	-1,6
veen	-1,6	-3,6
zand	-3,6	-15,0

* op basis van raaien 3500 - 3900, 1700 en 1900; maatgevend is 3804 (enkele losse boringen >6 m cohesief, niet representatief geacht)

tabel 3.8. Maatgevende grondopbouw zone IV oost

grondsoort	van [m + NAP]	tot [m + NAP]
klei	-0,3 (mv)	-0,8
zand	-0,8	-1,3
klei	-1,3	-2,3
veen	-2,3	-3,8
zand	-3,8	-15,0

* op basis van raaien 1210 - 1240 en 4000 - 4300 (weinig variatie binnen dijkvak) representatief is 1225

3.2. Hydraulische randvoorwaarden

3.2.1. Normfrequentie

De huidige normering van de dijkringen wordt aangehouden:

- 1/2000 Overijssel (dijkringen 10 en 11);
- 1/4000 Flevoland (dijkkring 8);
- 1/4000 Verbindende waterkering IJsseldijk (fase 1).

De nieuwe dijken langs de bypass delen dijkkring 11 in twee. Het Rijk moet nog een uitspraak doen over de te hanteren normering. Voor het ontwerpen van de nieuwe dijken langs de bypass wordt vooralsnog aangenomen dat de dijken langs de bypass een veiligheid tegen overstroming van de polder dienen te bieden van 1/2000 jaar [lit. 30].

3.2.2. Ontwerphorizon

Voor versterkingen en verbeteringen met grond (met uitzondering van de klimaatdijk) wordt een planperiode gehanteerd van 50 jaar. De klimaatdijk en de kunstwerken worden ontworpen voor een planperiode van 100 jaar. Uitgaande van oplevering van fase 1 van de Bypass Kampen in december 2015 resulteert dit in een ontwerphorizon van de waterkerende grondconstructies tot 2065 en voor de waterkerende kustwerken tot 2115 [lit.30]. De fase 2 objecten worden in 2025 opgeleverd. Een planperiode van 50 en 100 jaar resulteert voor die objecten respectievelijk in een ontwerphorizon gelijk aan 2075 en 2125.

3.2.3. Fasering

Het ontwerp van de bypass en de objecten in de bypass vindt parallel plaats. Hierdoor is de uiteindelijke inrichting van de bypass in een relatief laat stadium definitief. Omdat deze inrichting van belang is voor de hydraulische randvoorwaarden zijn deze randvoorwaarden gefaseerd opgesteld. Een overzicht is gegeven in tabel 3.9.

tabel 3.9. Fasering hydraulische randvoorwaarden

ontwerpfase	doel ontwerp	hydraulische randvoorwaarden
schetsontwerp	ondersteuning inrichtingsplan	overgenomen uit de Systeembeschouwing, Uitgangspunten ontwerp waterkering [lit. 30]
voorontwerp	kosten raming 30 %	benadering op basis van de Systeembeschouwing, Uitgangspunten ontwerp waterkering [lit. 30], beperkt aantal WAQUA en Bretscheider berekeningen
concept definitief ontwerp	concept waterkeringsplan	benadering op basis van een beperkt aantal WAQUA en Bretscheider berekeningen
definitief ontwerp	definitief waterkeringsplan	berekend op basis van definitief inrichtingsplan met behulp van twintig randvoorwaarden combinaties [lit. 36]
		Controle van de randvoorwaarden door vergelijking met een probabilistische berekening uitgevoerd door een externe partij. Bij grote wijzigingen moet het ontwerp aangepast worden.

De hydraulische randvoorwaarden worden verder uitgewerkt in de memo Hydraulische Randvoorwaarden en Uitgangspunten [lit. 36].

3.2.4. Waterstanden

dagelijkse omstandigheden

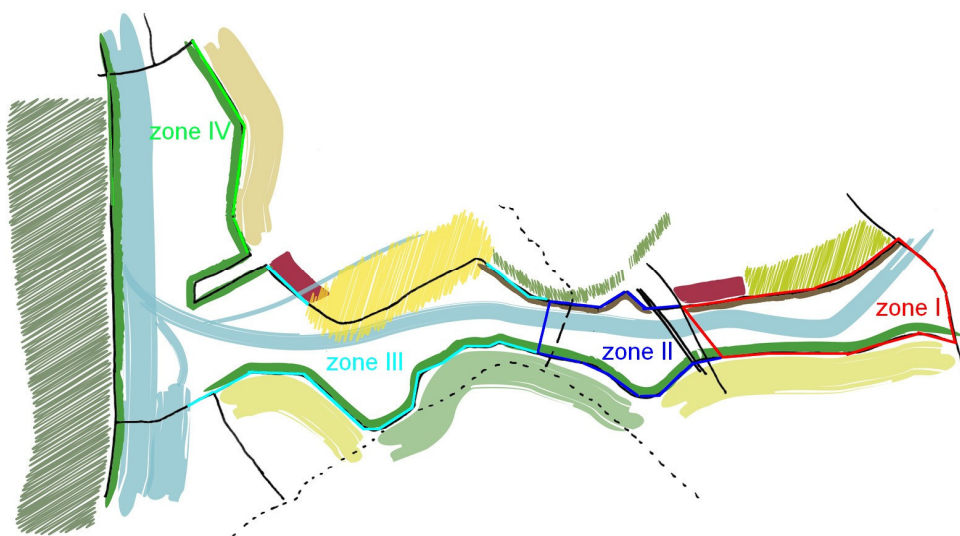
tabel 3.10. Gemiddelde zomer en winterpeil in de bypass

Peil	fase 1	fase 2
zomerpeil	0,25	0,10
winterpeil	-0,30	-0,40

ontwerppeilen

In de Systeembeschouwing, Uitgangspunten ontwerp waterkering [lit. 30] is aangegeven dat het gebied is ingedeeld in vier zones. De ligging van deze zones zijn ten behoeve van het dijkontwerp iets verschoven op basis van het grondonderzoek. Voor deze vier zones zijn hydraulische randvoorwaarden afgeleid.

afbeelding 3.2. Zonering dijkontwerp [lit. 30]



Er wordt in het ontwerp van de waterkeringen rekening gehouden met het fase 2 scenario 'open bypass'.

In onderstaande tabel zijn de ontwerpwaterstanden samengevat ten behoeve van het voorontwerp. Voor elke zone zijn maatgevende waterstanden opgenomen voor zowel de linker als de rechter oever van de bypass (tabel 3.11). In deze waterstanden zijn de volgende toeslagen verwerkt:

- meerpeilstijgingen (0,1 m voor 2065; 0,15 m voor 2075; 1,5 m voor 2115 waarvan 1,0 m doorwerkt in de bypass);
- robuustheidtoeslag van 0,2 m;
- toeslag voor buistoten en oscillaties (0,1 m);
- scheefstand (0,15 m voor het westelijk deel; 0,35 m voor het oostelijk deel).

tabel 3.11. Ontwerppeil per zone

zone	fase 1	fase 2 (open bypass)	fase 2 (open bypass)	fase 3 (open bypass)
	ontwerphorizon 2025	ontwerphorizon 2065	ontwerphorizon 2075	ontwerphorizon 2115
I noord	2,1	4,1	-	4,85
I zuid	2,1	4,1	-	4,85
I oost	2,1	-	4,15	4,95
II noord	2,1	3,75	-	4,5
II zuid	2,1	3,75	-	4,5
III noord	2,1	3,65	-	4,4
III zuid	2,1	3,65	3,7	4,4
IV west	2,4	3,85	-	4,6
IV oost	2,1	3,65	-	4,4

De waterstanden aan de buitenzijde van het projectgebied worden voor de fase 2 objecten nog bepaald. Het gaat dan om de hydraulische randvoorwaarden van:

- IJsseldijk, aan de zijde van de IJssel;
- dijk Drontermeer-Vossemeer aan de zuidzijde (Drontermeerzijde);
- dijk Roggebot aan de noordzijde (Vossemeerzijde).

Uit studie en case beschrijvingen ([lit. 10] en [lit. 11]) blijkt dat er op het IJsselmeer grote peilfluctuaties kunnen optreden als gevolg van lokale veranderingen in de atmosferische druk en windvelden. Deze weerverschijnselen slaan het IJsselmeer (waarschijnlijk) aan in eigenfrequentie ('laten het water op en neer klotsen'), met grote waterstandverschillen tot gevolg in de smallere meren aan de rand. Door de grote onzekerheid in dit verschijnsel is het niet meegenomen in de ontwerpwaterstand. Wel zal in het systeem van de bypass gezocht worden naar een ontlastmogelijkheid (bijvoorbeeld in de vorm van een lokaal lagere overstroombare dijk zodat deze oscillaties uit kunnen dempen).

3.2.5. Polderpeil

Voor de stabiliteit van de dijk is de waterstand aan de binnentoe van de dijk van belang. Hiervoor zijn bij de Bypassdijken de huidige polderpeilen gehanteerd. Een overzicht van de peilgebieden en de gehanteerde polderpeilen zijn weergegeven in bijlage II.

Voor de Drontermeerdijk is het peil in de kwelsloot aangeleverd door het waterschap Zuiderzeeland (NAP -3,52 m).

Voor de dijk Drontermeer-Vossemeer (bij de Reeve sluis) is het Drontermeerpeil gekozen aan de binnentoe van de dijk. Hierbij is rekening gehouden met afwaaiing op het Drontermeer voor de situaties met opwaaiing op de Bypass.

3.2.6. Bodemdieptes

Er zijn drie bodemdieptes aangegeven voor de geulen binnen het projectgebied van de bypass:

- NAP -1,4 m voor de geulen waarbij geen scheepvaart is gepland (klimaatdijk en zone IV oost);
- NAP -2,1 m voor enkele geulen waarbij geen scheepvaart is gepland;
- NAP -2,7 m voor de recreatiegeul.

De exacte bodemdieptes in het projectgebied worden bepaald door en afgestemd met het inrichtingsplan

3.2.7. Golven

In onderstaande tabel zijn de golfrandvoorwaarden samengevat die gebruikt zijn ten behoeve van het voorontwerp. Voor elke zone zijn maatgevende waterstanden opgenomen voor zowel de linker als de rechter oever van de bypass (tabel 3.12). Deze golfrandvoorwaarden zijn met de volgende uitgangspunten tot stand gekomen:

- de golfhoogtes en periodes zijn berekend voor 6 verschillende punten. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma Bretview. Dit programma berekent voor elk punt de effectieve strijklengte;
- er is gerekend met de windfrequentietabel uit Hydra-M deze windsnelheden gelden bij Schiphol en zijn ook goed te gebruiken voor de IJsseldelta en het IJsselmeer. De windsnelheden uit de tabel zijn door Bretview omgerekend naar een potentiële snelheid (schuifspanningsnelheid);
- er is uitgegaan van een uniforme bodemligging en geen vegetatie;
- voor de Drontermeerdijk zijn de golven bij maatgevende waterstanden aflagdig. Voor het ontwerpen van bekledingen zijn daarom golfberekeningen uitgevoerd voor lage waterstanden (oostenwind).

tabel 3.12 .Golfrandvoorwaarden per zone

zone	windsnelheid	windrichting	significante golfhoogte	piekperiode
	[m/s]	[° t.o.v. noord]	H _s [m]	T _p [s]
1 noord	31,92	240	0,9	3,36
1 zuid	31,87	300	0,9	3,34
2 noord	31,92	240	0,77	3,02
2 zuid	31,87	300	0,82	3,14
3 noord	33,54	270	1,12	3,77
3 zuid	31,87	300	0,99	3,55
4 west	24,27	180	0,66	2,91
4 oost	33,54	270	1,09	3,72

Voor het definitief ontwerp worden de golven berekend met een SWAN modellering van het projectgebied. Daarbij zullen maatgevende winden uit verschillende windrichtingen worden beschouwd (zie Hydraulica en Veiligheid [lit. 36]).

3.2.8. Strooming

De stroomsnelheden voor het voorontwerp zijn overgenomen uit enkele verkennende WAQUA berekeningen. De maatgevende stroomsnelheid is circa 1,5 m/s met pieken tot circa 2,0 m/s bij de inlaat, de brughoofden bij de N50 en Hanzespoorlijn en 2,5 m/s bij de uitlaat bij Roggebot (zie bijlage III).

3.3. Geohydrologische randvoorwaarden

Het geohydrologisch onderzoek focust zich op de gemiddelde grondwaterstroming en kwelproblematiek op regionaal niveau. Deze berekeningen zijn niet geschikt voor het berekenen van de stijghoogten en het verloop van de freatische lijn bij het dijklichaam. De belangrijkste redenen zijn:

- schaal: Geohydrologische berekeningen worden gekalibreerd op basis van waterstands- en stijghoogtemetingen in het gehele studiegebied. De uitkomsten zijn daardoor niet representatief voor lokale stijghoogteproblematiek;

- hydraulische condities: Geohydrologische modellen richten zich op dagelijkse omstandigheden en jaarlijkse extremen. De voor de dijk maatgevende situaties worden niet beschouwd.

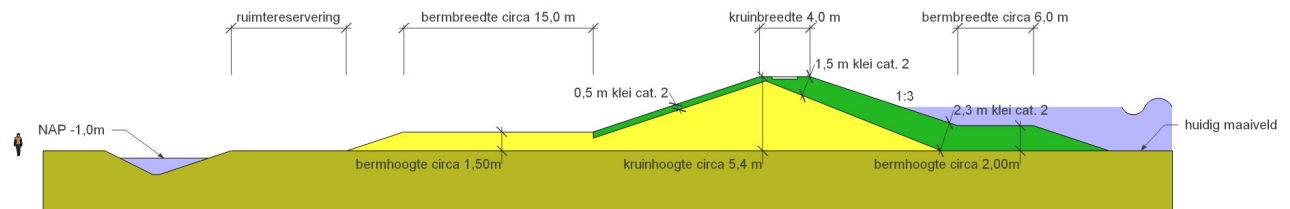
De geohydrologische randvoorwaarden zijn berekend op basis van het beschikbare grondonderzoek en de hydraulische condities (zie paragraaf 4.3).

4. UITGANGSPUNTEN WATERKERINGSPLAN

4.1. Principe versterking

Er zijn in de memo Hydraulische analyses en dijkontwerp [lit. 2] principeprofielen opgesteld voor de primaire waterkering. Hoewel de maatgevende waterstanden en geotechnische randvoorwaarden voor de verschillende geotechnische zones verschillen is in afbeelding 4.1 principeprofiel gegeven ter verduidelijking van het startpunt van het ontwerp van de bypassdijken.

afbeelding 4.1. Principeprofiel



De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij het opstellen van het principeprofiel:

- de dijken zijn ontworpen als primaire kering;
- er is een overslagcriterium gehanteerd van 1,0 l/s/m;
- het buitentalud bestaat uit erosiebestendige klei, kleidikte >1 m;
- de kruin en het binnentalud kunnen vanwege het strenge overslagcriterium bestaan uit niet erosiebestendige klei of uit zand/klei mengsels;
- de kern van de dijk bestaat uit zand.

De geometrische uitgangspunten voor het principeprofiel zijn:

- buitenberm;
- buitentalud 1:3;
- kruinbreedte 4 m;
- binnentalud 1:3;
- binnenberm.

Het dijkontwerp, dan wel de dijkversterking, is opgesteld conform de Leidraad zee- en meerdijken [lit. 46]. In het systeem is de storminvloed vanuit het IJsselmeer dominant. Omdat in het gebied ook langdurig hoogwater kan voorkomen als gevolg van een hoge afvoer op de IJssel, zijn de bekledingen ontworpen conform de Leidraad rivieren.

De bovenstaande uitgangspunten zijn ook gehanteerd bij het ontwerp van de Drontermeerdijk en de Dijk Drontermeer-Vossemeer. Het principeprofiel wijkt voor deze dijken af. De Drontermeerdijk zal verzaard worden in lijn met het huidige ontwerp van de Drontermeerdijk, de Dijk Drontermeer-Vossemeer wordt ontworpen als een dam met aan beide zijden een harde bekleding en een teenconstructie.

4.2. Stabiliteitsfactoren grondlichaam

In het Addendum bij het Technisch rapport waterkerende grondconstructies [lit. 33] is voorgeschreven hoe groot de veiligheid dient te zijn tegen afschuiven. De marge tussen de berekende sterkte en belasting wordt uitgedrukt met een overall-veiligheidsfactor:

$$\gamma_0 = R/S$$

waarin:

γ_0	overall-veiligheidsfactor	[-]
R	sterkte	[N]
S	belasting	[N]

Voor het mechanisme macrostabiliteit geeft het ENW als volgt invulling aan de veiligheidsfactoren:

$$\gamma_S = 1,0 \text{ en } \gamma_R = \gamma_b \gamma_d \gamma_m \gamma_n$$

waarin:

γ_b	schematiseringsfactor	[-]
γ_d	modelfactor	[-]
γ_m	materiaalfactor	[-]
γ_n	schadefactor	[-]
γ_R	veiligheidsfactor van de sterkte	[-]
γ_S	veiligheidsfactor van de belasting	[-]

Bij de beoordeling van de macrostabiliteit worden voor de overall-veiligheidsfactor de letters SF (= StabyliteitsFactor) gebruikt. De berekende SF op basis van rekenwaarden voor de geotechnische parameters moet volgens het addendum kleiner zijn dan $\gamma_b \times \gamma_d \times \gamma_n$.

schematiseringsfactor

De onzekerheid in de inschatting van de bodemopbouw en de waterspanningen wordt verdisconteerd met een schematiseringsfactor. Het addendum schrijft als uitgangssituatie een schematiseringsfactor van 1,3 voor. Daarvan mag afgeweken worden indien aangetoond kan worden dat mogelijke ongunstige afwijkingen in de schematisering van bodemopbouw en waterspanningen ten opzichte van de gekozen schematisering nog met de lagere factor verdisconteerd zijn. In het ontwerp van de waterkeringen is gestreefd naar een schematiseringsfactor van 1,1.

modelfactor

Met de modelfactor worden onder andere onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel verdisconteerd. Bij het toepassen van de methode van Bishop wordt een modelfactor van 1,00 voorgeschreven en voor het Uplift Van-model een factor van 1,05.

schadefactor

De schadefactor corrigeert het verschil in vereiste betrouwbaarheid van het dijkvak ten opzichte van het basis-betrouwbaarheidsniveau ($\beta = 4,0$). De volgende vergelijking wordt voorgeschreven voor het berekenen van de schadefactor in het benedenrivierengebied⁵:

$$\gamma_n = 1,0 + 0,13(\beta - 4,0)$$

De betrouwbaarheidsindex in de vergelijking wordt als volgt berekend:

$$\beta = \Phi^{-1}(P_{loc,toel}) \xrightarrow{\text{waarin}} P_{loc,toel} = \frac{f \cdot norm}{(1 + \alpha \frac{L}{l}) P_{f|inst}}$$

waarin:

γ_n	schadefactor	[-]
β	betrouwbaarheidsindex	[-]
Φ^{-1}	inverse Gauss kansfunctie	[-]
$P_{loc,toel}$	toelaatbare kans op instabiliteit	[1/jaar]

norm	veiligheidsnorm (1/2000 jaar)	[1/jaar]
f	toelaatbare kans overstroming door instabiliteit = $f \times \text{norm}$ (0,1)	[-]
α	factor voor de bijdrage van de instabiliteitskans van een dijkvak op de dijkkring en voor de correlatie tussen instabiliteitskansen van de afzonderlijke dijkvakken (0,033)	[-]
L	lengte dijkkring ⁶ (60.000 m)	[m]
l	representatieve lengte (50 m)	[m]
$P_{f\text{inst}}$	kans op falen gegeven een instabiliteit. Voor hoogwater als oorzaak van de instabiliteit is de waarde 1,0 aangehouden. De waarde 0,1 is aangehouden indien het optreden van instabiliteit niet samenhangt met het optreden van hoogwater.	[-]

Met de bovenstaande gegevens wordt een schadefactor van 1,09 gevonden voor dijkkring 11, indien hoogwater de oorzaak is van de instabiliteit. Is de instabiliteit niet gecorreleerd aan hoogwater, dan is een schadefactor van 1,03 aangehouden.

Voor de Drontermeerdijk en de verbindende waterkeringen (norm 1/4.000 per jaar) gelden een schadefactor van respectievelijk 1,11 en 1,05.

zoneringregel Handreiking constructief ontwerpen

In de Handreiking constructief ontwerpen [lit. 44] is een methodiek gegeven om met gedifferentieerde schadefactoren te rekenen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie zones. Voor elk van deze zones wordt een schadefactor aanbevolen. De voorgeschreven methodiek is ook gevolgd bij het ontwerpen van de versterkingsmaatregelen. Per zone zijn de volgende schadefactoren aangehouden:

- zone 1 (hoogwater gecorreleerd): schadefactor 1,09 (1/2.000) respectievelijk 1,11 (1/4.000);
- zone 2 (niet hoogwater gecorreleerd): schadefactor 1,03 (1/2.000) respectievelijk 1,05 (1/4.000);
- zone 3: geen eis (deze zone heeft geen invloed op de waterkeringveiligheid) [lit. 59].

stabiliteitsfactoren per zone en model

Op basis van de bovenstaande factoren gelden de stabiliteitsfactoren zoals opgenomen in tabel 4.1.

tabel 4.1. Stabiliteitsfactoren per zone en model

zone	SF Bishop (1/2.000)	SF Uplift Van (1/2.000)	SF Bishop (1/4.000)	SF Uplift Van (1/4.000)
binnenwaarts zone 1	1,20	1,26	1,22	1,28
binnenwaarts zone 2	1,13	1,19	1,16	1,21
binnenwaarts zone 3	-	-	-	-
buitenwaarts	1,13	-	1,16	-

4.3. Waterspanningen

4.3.1. Freatische lijn

De freatische lijn is berekend met behulp van het Technisch rapport waterspanningen bij dijken. De freatische lijn is geschematiseerd op basis het blackbox model uit bijlage 1 van het bovengenoemde rapport.

Deze schematisatie van de freatische lijn is relatief conservatief. Indien het talud uit het principeprofiel niet stabiel is onder deze omstandigheden is voor het principeprofiel een numeriek grondwaterstromingsmodel opgezet (PlaxFlow) om de ligging van de freatische lijn nauwkeuriger te bepalen.

⁶ De primaire waterkeringen die dijkkringgebied 11a en 11b omsluiten hebben elk lengte van circa 25 km. Indien een dijkkringbenadering gevolgd zou worden, dan moet hier deze lengte ingevoerd worden. Er wordt echter een dijkvakbenadering gevolgd. In dat geval moet er gerekend worden met een standaard lengte van 60 km [lit. 3].

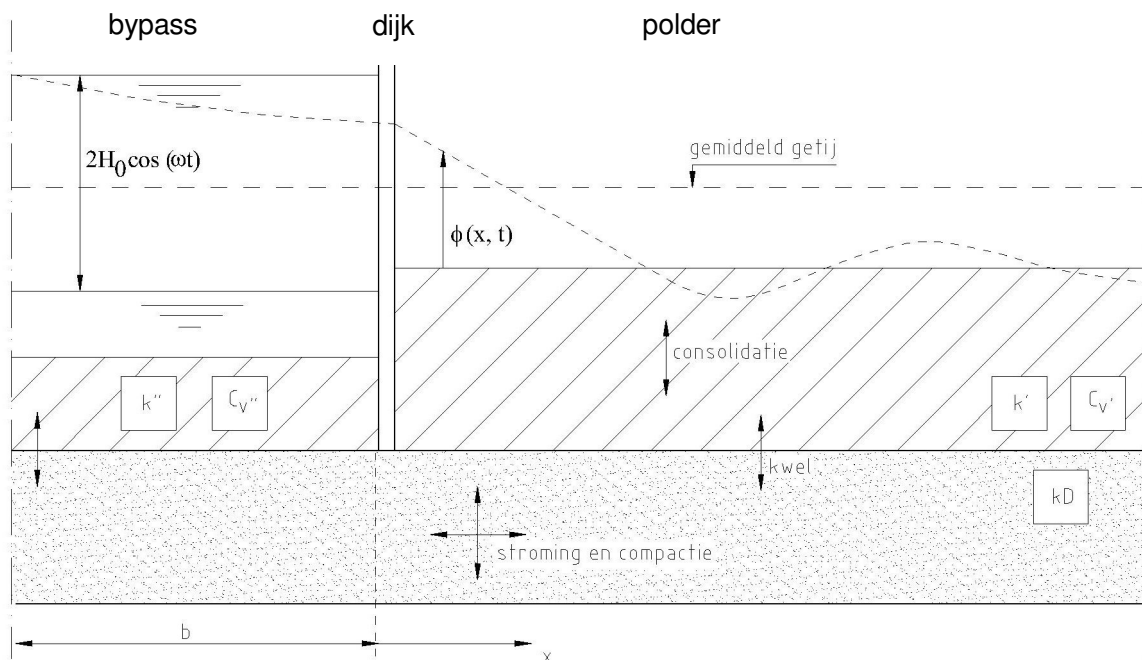
4.3.2. Stijghoogte eerste watervoerende pakket

fluctuerende buitenwaterstand

In de vraagspecificatie [lit. 28] is aangegeven dat de stijghoogten in het geval van een fluctuerende buitenwaterstand met een niet-stationaire beschouwing moeten worden bepaald. De waterspanningen in het eerste watervoerende pakket zijn in het geval van fluctuaties daarom bepaald met behulp van een tijdsafhankelijk analytisch model uit het Technisch rapport waterspanningen bij dijken. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is daarbij afhankelijk van:

- intreeweerstand van het voorland in de bypass;
- stromingsweerstand van het watervoerende pakket;
- kwel door de afdekkende laag ter plaatse van het achterland;
- consolidatie van het afdekkende pakket.

afbeelding 4.2. Schematisatie stijghoogteverloop eerste watervoerende pakket⁷



In bijlage 4 van het Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54] staat de berekening van $\phi(x,t)$ nader uitgewerkt. De berekende potentiaal is aangehouden indien de grenspotentiaal nog niet bereikt is.

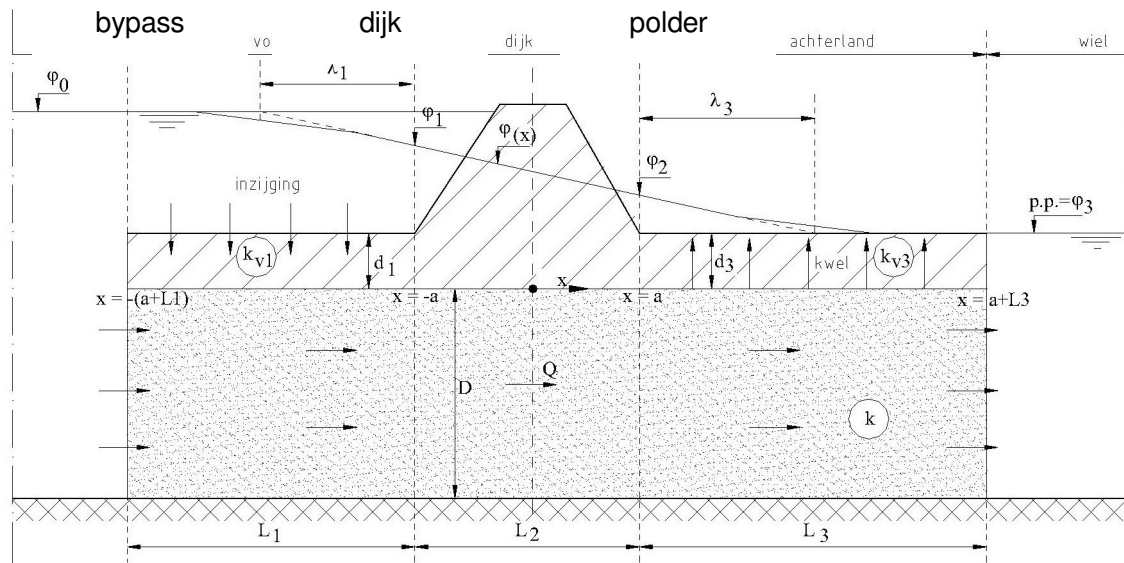
niet of langzaam fluctuerende buitenwaterstand

In het geval van een langzaam fluctuerende buitenwaterstand is een stationaire stromingsberekening toegepast voor het berekenen van de stijghoogtes in het zandpakket. De waterspanningen in het eerste watervoerende pakket zijn dan bepaald met behulp van een niet tijdsafhankelijk analytisch model uit het Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54]. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is daarbij afhankelijk van:

- intreeweerstand van het voorland in de bypass;
- stromingsweerstand van het watervoerende pakket;
- uitreedweerstand de afdekkende laag ter plaatse van het achterland.

⁷ bron: Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54]

afbeelding 4.3. Schematisatie stijghoogteverloop eerste watervoerende pakket⁸



In bijlage 4 van het Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54] staat de berekening van ϕ_x nader uitgewerkt. De berekende potentiaal is aangehouden indien de grenspotentiaal nog niet bereikt is.

4.3.3. Consolidatiegraad slecht doorlatende lagen

Het tijdsafhankelijke verloop van de waterspanningen in de slechtdoorlatende lagen is van belang bij de beoordeling van de macrostabiliteit. In MStab kunnen wateroverspanningen worden gemodelleerd door het aangeven van de consolidatiegraad (aanpassingspercentage) in elke laag ten opzichte van de aangebrachte bovenbelasting.

Voor de beoordeling van de macrostabiliteit is de consolidatiegraad van slecht doorlatende grondlagen overgenomen uit de zettinganalyse. In deze zettinganalyse zijn zowel de bouw- als de gebruiksfase beschouwd.

4.4. Object 1A2: Dubbelkerend maken IJsseldijk (fase 1)

Object 1A, de IJsseldijk en Kamperstraatweg (IJK), wordt tijdens fase 1 en 2 aangepast. In fase 1 wordt de dijk niet verlegd. Wel worden een recreatieschutsluis en migratiesluis gebouwd en aangesloten op de bestaande IJsseldijk. De aanleg van de sluis mag de waterkerende functie van de IJsseldijk niet aantasten. Dit maakt geen onderdeel uit van het waterkeringsplan, maar wordt in het product Technisch Ontwerp beschouwd.

Het grondlichaam van de IJsseldijk wordt in fase 1 dubbelkerend gemaakt. Dit houdt in dat niet alleen een belasting vanuit de IJssel plaatsvindt, maar ook vanuit de bypass.

Hiertoe is mogelijk een aanberming noodzakelijk aan de buitenzijde van de IJsseldijk om de stabiliteit van de IJsseldijk bij een belasting vanuit de bypass te waarborgen. De bekleding aan de zijde van de bypass wordt eveneens ontworpen.

⁸ bron: Technisch rapport waterspanningen bij dijken [lit. 54]

4.4.1. Huidige IJsseldijk

Het toetsoordeel van de IJsseldijk tussen de geplande bypassdijken luidt voldoende.

Het is naar verwachting niet noodzakelijk om in de aanpassing van de IJsseldijk een nieuw ontwerp te maken voor de IJsselzijde. Wel wordt aangetoond dat maatregelen om de IJsseldijk dubbelkerend te maken geen negatieve invloed hebben op de waterkerendheid van de IJsseldijk.

4.4.2. Geometrische uitgangspunten

kruinhoogte

De huidige hoogte van de IJsseldijk is gebaseerd op de door het waterschap Groot Salland ingemeten kruinlijn (2009).

dwarsprofielen

Dwarsprofielen per 100 m van de huidige IJsseldijk zijn door waterschap Groot Salland beschikbaar gesteld.

bekleding

De klei en grasbekleding van de IJsseldijk wordt bepaald aan de hand van de handboringen in het buitentalud. Deze zijn reeds beschikbaar, maar nog niet verwerkt.

4.4.3. Hydraulische randvoorwaarden

Hydraulische randvoorwaarden voor de IJsseldijk (zijde van de bypass) zijn vanuit Hydraulica en Veiligheid bepaald. De waarden die in het voorontwerp zijn gehanteerd zijn gegeven in paragraaf 3.2 (zone I oost).

4.5. Object 1B: Nieuwe dijken langs de bypass (fase 1)

4.5.1. Geometrische uitgangspunten

maaiveldniveau

Voor de bepaling van niveau van het huidig maaiveld is gebruikt gemaakt van het aangeleverde AHN 1 bestand (2003). Dit betreft een hoogtegrid met een gridgrootte van 5x5 m.

In dit hoogtegrid zijn de ligging van sloten en lokale verhogingen niet zichtbaar, terwijl deze wel effect hebben op de lokale zetting en stabiliteit van het grondlichaam. In het ontwerp zijn voor de geometrie van deze elementen aannames gedaan op basis van de GBKN en het veldbezoek.

inrichting bypass

De definitieve inrichting van de bypass wordt overgenomen uit het inrichtingsplan. Voor de dijk zijn hier met name van belang:

- ligging van de recreatiegeul;
- de afmetingen van de geul;
- de hoogteligging van ecologische zones;
- ligging van sloten en strangen.

fiets- en onderhoudspaden

In de inrichting van het plangebied is sprake van de aanleg van meerdere fietspaden op de kruin of op de berm van de bypassdijken. In ontwerpkwestie 11 wordt dit specifiek onderzocht voor het westelijk deel van de zuidelijke bypassdijk. Voor het ontwerp van de fietspaden zijn de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

- fietspaden hebben een verharde breedte van 2,2 m;
- aan weerszijden van het pad komen grasbetonstenen van 0,4 m breed;

- fietspaden worden voorzien van een betonverharding op een cunet van 0,5 m zand.

De kruin van de bypassdijken is toegankelijk voor onderhoudsvoertuigen van het waterschap Groot Salland. Hieruit volgt de maatgevende belastingsituatie. De belasting van onderhoudsvoertuigen is in rekening gebracht als een uniform verdeelde belasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ over een strookbreedte van 2,5 m. Indien er een fietspad aanwezig is op de binnen- of buitenberm is gekeken naar meerdere belastingssituaties: met alleen een onderhoudsvoertuig op de kruin en met alleen een onderhoudsvoertuig op de berm.

kilometrerig

Bij het opstellen van de dijkvakindeling zal in overleg met de waterschappen een kilometrerig vastgesteld worden voor de dijklichamen.

4.5.2. Kanteldijken Drontermeertunnel Hanzelijn

De kanteldijken voor de Drontermeertunnel zijn reeds aangelegd. Het kantelpunt vormt een onderdeel van de primaire waterkering van dijkkring 11. In het tracébesluit zijn dijklichamen opgenomen met een dijktafelhoogte van NAP +3,6 m. Naar verwachting is de hoogte in de as-built tekeningen aanzienlijk groter en zijn de dijken aangelegd als volledige kleidijken. Deze ontwerpen zullen worden overgenomen uit de as-built tekeningen van de tunnel.

De kanteldijken zijn getoetst op de ontwerpbelastingen van het project IJsseldelta-Zuid. Hiervoor zijn de toetsvoorschriften uit het VTV2006 gehanteerd.

Voor de aansluiting van de primaire waterkering op de kanteldijken zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de aansluiting verloopt vloeiend, hoogteverschillen zijn met taluds 1:10 overbrugd;
- de as van de primaire waterkering loopt loodrecht over de spoorbanen;
- bekledingen mogen geen knik vertonen.

4.6. Object 1D2: Drontermeerdijk (fase 1)

De Drontermeerdijk loopt van de Roggebotsluis tot het Veluwestrand bij Elburg. De dijk heeft een lengte van 10,2 km. In dit project is alleen het deel tot de toekomstige Reevesluis ontworpen. De Drontermeertunnel bevindt zich ter hoogte van km 2,3. In de derde toetsronde is de dijk onvoldoende bevonden op het toetsspoor hoogte [lit. 1]. De bekleding wordt geavanceerd getoetst.

4.6.1. Voorgenomen dijkversterking

Aangezien de Drontermeerdijk in de toetsing onvoldoende is bevonden op het toetsspoor hoogte, is een dijkversterkingsmaatregel voorzien in de periode 2012-2014.

Het ontwerp van deze dijkversterking wordt door het waterschap Zuiderzeeland opgesteld. In een later stadium zal deze versterking worden vergeleken met de versterking die is ontworpen ten behoeve van de bypass.

4.6.2. Geometrische uitgangspunten

inmetingen

Er zijn dwarsprofielen tot aan de waterlijn beschikbaar per 50 m die dateren uit 2004. Tevens is een lengteprofiel beschikbaar waar de hoogte ook per 50 m is aangegeven.

bekleding

De bekleding is niet ingetekend in de dwarsprofielen. In de toetsing is de bekleding op de Drontermeerdijk niet beoordeeld. Het rekenmodel ProMoVeRa voor de hydraulische randvoorwaarden berekend al-

leen afluiddige golven die niet maatgevend zijn voor de bekleding. Het eindoordeel voor de bekleding luidt bijgevolg 'geen oordeel'.

In 2008 is de graszodenkwaliteit middels een veldinspectie beoordeeld. Op de Drontermeerdijk werd de grasmat als slecht beoordeeld. De vegetatie is verruigd [lit. 1]. Daarnaast zijn er leggerprofielen beschikbaar voor drie locaties binnen het projectgebied (km 0,45, km 1,25 en km 1,71). Hierop is te zien dat er een steenbekleding aanwezig is ter plaatse van km 0,45. De overige aanwezige steenbekledingen zijn gegeven in tabel 4.2.

tabel 4.2. Bekledingen Drontermeerdijk

kilometring	type	oppervlakte [m ²]	opmerkingen
0,170 - 0,740	klinkers kops	884	
	klinkers halfsteens	1.625	
	asfalt 3 cm	1.140	op de halfsteens klinkers (fietspad, geen waterkerende functie)
0,740 - 7,076	-	-	-
loswal Drontermeerdijk	basaltzuilen		

4.6.3. Kanteldijken Drontermeertunnel Hanzelijn

De kanteldijken voor de Drontermeertunnel zijn reeds aangelegd en vormen een onderdeel van de primaire waterkering van dijkkring 8. In het tracébesluit zijn dijklichamen opgenomen met een dijktafelhoogte van NAP +3,8 m. Naar verwachting is de uiteindelijke aanleghoogte aanzienlijk groter en zijn de dijken aangelegd als volledige kleidijken. Deze ontwerpen zullen worden overgenomen uit de as-built tekeningen van de tunnel.

De kanteldijken zijn getoetst op de ontwerpbelastingen van het project IJsseldelta-Zuid. Hiervoor zijn de toetsvoorschriften uit het VTV2006 gehanteerd. Wanneer ze onvoldoende zijn, is een voorstel gedaan voor versterking.

Voor de aansluiting van de primaire waterkering op de kanteldijken zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de aansluiting verloopt vloeiend, hoogteverschillen zijn met taluds 1:10 overbrugd;
- de as van de primaire waterkering loopt loodrecht over de spoorbanen;
- bekledingen mogen geen knik vertonen.

4.7. Object 1H3: Klimaatdijk woongebied (fase 1)

Ten noordwesten van de bypass is in het voorkeursalternatief een klimaatdijk beschreven die als groene plint in het landschap ligt. Met de term 'klimaatdijk' wordt hier een grondlichaam bedoeld dat minimaal op kerende hoogte wordt gebracht. De klimaatdijk wordt expressief vormgegeven, waarbij deze plaatselijk hoger wordt aangelegd dan vanuit veiligheid noodzakelijk is. De rand krijgt een technische uitstraling [lit. 34].

De klimaatdijk wordt van west naar oost opgedeeld in drie delen:

- nederzetting;
- bewoonde boomweide;
- landelijk gebied.

4.7.1. Geometrische uitgangspunten

De context voor de vormgeving van de klimaatdijk en de oever tot de geul vormt het stedenbouwkundig plan dat een aantal ontwerp bureaus in opdracht van Kampen op dit moment uitwerken voor het stedelijke gebied [lit. 34].

In de inrichtingsagenda is onder kwesties 9 voor laag 2 onderkend dat het van belang is dat voor de zuidelijke grens tussen woongebied en natuurgebied van de bypass afspraken gemaakt worden tussen het waterschap en de gemeente met betrekking tot de klimaatdijk.

De huidige afspraken zijn:

- buitentalud klassiek (1 op 3) en in beheer bij het waterschap;
- binnentalud flauw en in stedelijk gebruik (woongebied);
- bouwen op de dijk is mogelijk op 4 m afstand van de buitenkruin [lit. 34]. De hoogte van het gebied kan hoger zijn dan de dijk. Aangenomen is dat de maaiveldligging van het woongebied niet een 1:5 stijgende lijn vanaf de binnenkruinlijn doorsnijdt.

maaiveldniveau

Voor de bepaling van het niveau van het huidig maaiveld is gebruikt gemaakt van het aangeleverde AHN 1 bestand (2003). Dit betreft een hoogtegrid met een gridgrootte van 5x5 m.

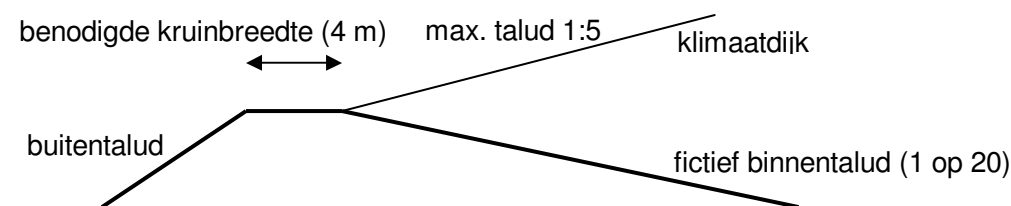
In dit hoogtegrid zijn de ligging van sloten en lokale verhogingen niet zichtbaar, terwijl deze wel effect hebben op de lokale zetting en stabiliteit van het grondlichaam. In het ontwerp zijn voor de geometrie van deze elementen aannames gedaan op basis van de GBKN en het veldbezoek.

definitie van de kering

Als primaire kering wordt niet de hele klimaatdijk gedefinieerd. Het leggerprofiel wordt begrensd door:

- buitentalud;
- kruinbreedte (in principe 4 m tenzij meer nodig vanwege stabiliteit);
- binnentalud (1 op 10).

afbeelding 4.4. Definitie primaire waterkering in klimaatdijk



4.7.2. Faalmechanismen

Voor de klimaatdijk spelen de faalmechanismen piping en heave, micro-instabiliteit en afschuiven binnentalud geen rol, gezien het flauwe binnentalud en de grote dijkzate. Voor de overige faalmechanismen van de klimaatdijk zijn dezelfde uitgangspunten gehanteerd als in hoofdstuk 2.

Doordat erosie van het binnentalud niet aan de orde is, kan een hoger overslagdebiet worden toegestaan. In overleg met het waterschap Groot Salland is gekozen voor een overslagdebiet van gemiddeld 10 l/m/s.

4.7.3. Fiets- en onderhoudspaden

In de inrichting van het plangebied is sprake van de aanleg van meerdere fietspaden op de kruin of op de berm van de bypassdijken. Als onderdeel van ontwerpquestionnaire 9 (doorsnede klimaatdijk) wordt hier aandacht aan besteed en er zal afstemming plaatsvinden met ontwerpquestionnaire 11 (ligging en continuïteit fietsroutes). Voor het ontwerp van de fietspaden zijn de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

- fietspaden hebben een verharde breedte van 2,2 m;
- aan weerszijden van het pad komen grasbetonstenen van 0,4 m breed;
- fietspaden worden voorzien van een betonverharding op een cunet van 0,5 m zand.

De kruin van de bypassdijken is toegankelijk voor onderhoudsvoertuigen van het waterschap Groot Salland. Hieruit volgen dezelfde belastingcombinaties als voor de bypass dijken (zie paragraaf 4.5.1).

4.8. Object 1H10: Verwijderen categorie c-kering (fase 1)

De huidige oostelijke dijk van het Drontermeer is geclassificeerd als categorie c-kering. Om een verbinding te creëren met het Drontermeer is het noodzakelijk deze kering te verwijderen.

4.8.1. Afbakening

De benodigde afgraving van de categorie c-kering is bepaald door de inrichting van de bypass en heeft geen invloed op het waterkeringsplan.

4.8.2. Tijdstip van verwijderen

Het eerst mogelijke tijdstip van verwijderen van de categorie c-kering is bepaald in het waterkeringsplan, aangezien de dijken langs de bypass vanaf dat moment een waterkerende functie hebben ter bescherming van belasting vanuit het Drontermeer. Verdere planning van dit moment is mede afhankelijk van hoe de gevolgen van ontgraving en uitloging van nutriënten uit de bypass voor de waterkwaliteit van het Drontermeer worden voorkomen.

4.9. Object 1HA: Knooppunt Hanzelijn (fase 1)

De exacte aanleghoogte en de locatie en afmetingen van de reeds geplaatste achterloopheidschermen worden overgenomen uit de aangeleverde tekeningen.

In het ontwerp van de knoop is een dijktafelhoogte voor de waterkering meegenomen van NAP +5,5 m (zichtperiode 100 jaar). Hierdoor ontstaat er een hoogteverschil met de dijktafelhoogte van de bypassdijken.

De locatie van de aansluiting van de bypassdijk op het noordelijk landhoofd van de N50 wordt nog nader onderzocht in kwestie 7 [lit. 34]. Indien de locatie van de aansluiting wijzigt ten opzichte van het huidige voorkeursalternatief, worden de geplaatste achterloopheidschermen niet gebruikt. Voor een goede aansluiting op het landhoofd zal de kwelweglengte moeten vergroot door het aanbrennen van een verbreed grondlichaam. De grootte van dit grondlichaam wordt bepaald met behulp van de rekenregels voor piping (zie paragraaf 2.3.3).

Bij het geometrische ontwerp van de aansluiting zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de aansluiting verloopt vloeiend, hoogteverschillen zijn met taluds 1:10 overbrugd;
- de hoogte van de landhoofden is getoetst;
- de as van de primaire waterkering sluit loodrecht aan op de landhoofden;
- de vorm van de aansluiting is stroomgeleidend, zodat geen verdere opstuwing ontstaat bovenstrooms van de bruggen;
- het talud van de dijk onder en direct naast de landhoofden is nader onderzocht. Door beperkte lichtinval zal gras zich op deze locaties slecht ontwikkelen, terwijl de stroomsnelheden en de turbulentie in dit gebied zeer groot zijn;
- de zetting van dit gedeelte is nader onderzocht door de invloed van de landhoofden;
- bekledingen mogen geen knik vertonen.

4.10. Object 1HB: Knooppunt N50 (fase 1)

Voor dit object gelden dezelfde uitgangspunten als het Knooppunt Hanzelijn (zie paragraaf 4.9).

4.11. Object 1A3: Grondlichaam IJsseldijk (fase 2)

In fase 2 zal het grondlichaam van de IJsseldijk verlegd worden om daarin het inlaatwerk te construeren (object 1A1). Op dit moment is gekozen wordt voor een binnendijkse variant.

4.11.1. Algemene uitgangspunten

De verlegde IJsseldijk wordt ontworpen voor een ontwerphorizon van 50 jaar (2075, aangezien deze constructie pas gebouwd wordt na 2025). De verlegde IJsseldijk moet dubbelkerend worden en moet aansluiten op het inlaatwerk (object 1A1) en de recreatiesluis, zoals gebouwd in fase 1.

4.11.2. Geometrische uitgangspunten

hoogte

De hoogte van de IJsseldijk is gebaseerd op de ingemeten kruinlijn (2009) De ligging van het omringende maaiveld wordt overgenomen uit het actueel hoogtebestand.

dwarsprofielen

Dwarsprofielen per 100 m van de huidige IJsseldijk zijn door waterschap Groot Salland beschikbaar gesteld.

4.11.3. Geotechnische uitgangspunten

De volgende geotechnische gegevens zijn voorhanden:

- sonderingen in de kruin van de IJsseldijk zijn beschikbaar uit een adviseurbestek uit 2004 elke 400 m;
- er zijn sonderingen en handboringen beschikbaar die zijn uitgevoerd ten behoeve van de tweede en derde toetsronde van dijkkring 11;
- er worden sonderingen uitgevoerd door Tauw in de teen aan de IJsselmeerzijde van de kering. Deze worden meegenomen in het definitief ontwerp.

4.11.4. Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden en relevante toeslagen (robuustheid etc.) voor de IJsselzijde van het grondlichaam van de IJsseldijk zijn gebaseerd op de ontwerppeilen, zoals vastgelegd in het addendum op de Leidraad Rivieren [lit. 5]. In tegenstelling tot de bypassdijken is ook de robuustheid voor dit deel conform de Leidraad Rivieren bepaald.

De waterstanden zijn met behulp van Hydra-R vertaald naar een ontwerppeil en maatgevende golfhoogte ter plaatse van de oever.

4.12. Object 1C1: Dijk Drontermeer-Vossemeer (fase 2)

De Dijk Drontermeerdijk-Vossemeer verbindt de huidige Drontermeerdijk met de nieuwe bypassdijk ten zuiden van de bypass. Deze verbinding wordt in fase 2 aangelegd en dient als verbindende waterkering tussen dijkkring 8 en 11 en neemt de functie van de Roggebotsluis over. Deze dijk beschermt het achterliggende gebied tegen een maatgevende belasting vanuit het IJsselmeer.

4.12.1. Algemene uitgangspunten

De Dijk Drontermeer-Vossemeer heeft een dubbelkerende functie, aangezien de dijk kan worden belast vanuit het Drontermeer en vanuit de bypass. Dit houdt in de dat alle faalmechanismes vanuit twee richtingen moeten worden beschouwd.

In de dijk komen een schutsluis, spuivoorziening en een migratievoorziening. Op de dijk komt een fietspad. Deze objecten en de aansluitingen met het dijklichaam zijn ontworpen als onderdeel van het technisch ontwerp. Hierover heeft veelvuldig afstemming plaatsgevonden.

In de dijk is een ruimtereservering aangehouden voor een gemaal. Dit gemaal zal in de toekomst nodig kunnen zijn, zodat spuien naar het IJsselmeer ook in de toekomst mogelijk blijft bij een eventuele peilstijging van het IJsselmeer.

4.12.2. Geometrische uitgangspunten

De Dijk Drontermeer-Vossemeer zal vanuit landschappelijke inpassing het karakter krijgen van een dam. De dieptegegevens zijn overgenomen uit een peiling van het Drontermeer, uitgevoerd door Rijkswaterstaat in 2006.

4.12.3. Hydraulische randvoorwaarden

peilstijging

Het peil van het Drontermeer ten zuiden van de dam is in fase 2 losgekoppeld van de IJsselmeerpeilstijging. Er is voor het ontwerp van dam rekening gehouden met het voornemen om het zomerpeil van het Drontermeer met 0,3 m op te zetten ten behoeve van een grotere zoetwatervoorraad. Hierover zal naar verwachting in 2012 een peilbesluit worden genomen.

ontwerpbelasting en ontwerphorizon

De belasting die is bepaald voor zone III zuid is ook van toepassing op de noordzijde van de Dijk Drontermeer-Vossemeer. Er is rekening gehouden met een ontwerphorizon van 50 jaar wat resulteert in een planperiode tot 2075.

De belasting vanaf de zuidzijde is bepaald met behulp van ProMoVeRa. Daarbovenop worden de toeslagen gehanteerd, zoals opgenomen in paragraaf 2.2. De voorgenomen meerpeilstijging is van toepassing op het zomerpeil en zal niet doorwerken op de maatgevende belastingen.

4.13. Object 1E1: Wegverbinding Roggebot (fase 2)

De Roggebotsluis wordt pas in fase 2 verwijderd. Voor die tijd zal de bypass niet in open verbinding staan met het IJsselmeer. Tot 2025 worden in het kader van IJsseldelta-Zuid geen werkzaamheden verricht aan de Roggebotsluis. Wanneer de Roggebotsluis wordt verwijderd zal een wegverbinding aangelegd worden, waarbij rekening wordt gehouden met de staande mastroute door het Drontermeer.

Dit object maakt dus in het geval van de open bypass geen onderdeel uit van het waterkeringsplan. Wel worden erosie maatregelen opgenomen in het waterkeringsplan voor de landhoofden van de brug aan zowel de zijde van de Drontermeerdijk als de zijde van de bypassdijken (object 1E3).

4.14. Object 1E3: Erosie maatregelen dijken (fase 2)

Wanneer de Roggebotsluis wordt vervangen door een wegverbinding zal een doorstromopening ontstaan, waarbij in het ontwerp rekening gehouden zal moeten worden met erosie van de vooroever en de stabiliteit van het voorland.

projectplan versterking 2010

Aangezien de Roggebotsluis en het aangrenzende grondlichaam tijdens de tweede toetsronde zijn afgekeurd op meerdere toetssporen worden de grondlichamen en de Roggebotsluis versterkt. De versterking is vastgelegd in het project [lit. 9] In het projectplan is sprake van een harde stortsteen bekleding aan de IJsselmeerzijde van de Roggebotsluis.

4.14.1. Algemene uitgangspunten

Er wordt in het ontwerp van de erosie maatregelen voor fase 2 vanuit gegaan dat deze versterking gerealiseerd is.

4.14.2. Geometrische uitgangspunten

De geometrie van de landhoofden van de Roggebotsluis worden overgenomen uit bijlage III van het projectplan [lit. 9].

4.14.3. Hydraulische randvoorwaarden

Stroomsnelheden ter plaatse Roggebotsluis worden in het kader van Hydraulica en Veiligheid bepaald.

5. LITERATUUR

1. Arcadis (2009). Veiligheidstoetsing categorie C keringen dijkkring 8. 074229118:0.4!, eindconcept, 1 oktober 2009.
2. DHV (2006). Memo hydraulische analyses en dijkontwerp (versie 2). Kenmerk: WG-SE20060532, 23 juni 2006.
3. ENW (2007). Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructies.
4. ENW (2009). Addendum I bij de leidraad zee- en meerdijken, Ten behoeve van het ontwerpen van meerdijken.
5. ENW (2008). Addendum bij de leidraad rivieren, ten behoeve van het ontwerpen van rivierdijken.
6. ENW (2010). Piping, Realiteit of rekenfout. Januari 2010.
7. FUGRO Ingenieursbureau (2007). Laboratoriumonderzoek betreffende Bodemonderzoek Bypass IJsseldelta-Zuid. Opdrachtnummer: 6007-0305-020, 20 december 2007.
8. GeoDelft (2005). Brief: Concept notitie Bypass Kampen. Kenmerk: CO-421890.0005, 14 november 2005.
9. Grontmij (2010). Projectplan verbindende waterkering Roggebotsluis in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst IJsselmeergebied, I&M-1010775-JK/jj, revisie D2.
10. Jong, Jaap de (2006). Bijzondere vloedgolf op het IJsselmeer, de Lemster Rissaga. 24 augustus 2006.
11. Jong, M.P.C. de; Bottema, M.; Labeur, R.J.; Battjes, J.A.; Stolker, C. (2006). Atmospherically generated large-scale water-level fluctuations in a closed basin.
12. Ministerie Verkeer en Waterstaat (2007). Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen, voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR2006).
13. Ministerie Verkeer en Waterstaat (2007). Voorschrift toetsen op veiligheid, Primaire waterkeringen.
14. Ministerie van Verkeer en Waterstaat e.a. (2009) Het Nationaal Waterplan. Thieme, Deventer. 22 december 2009.
15. MUG Ingenieursbureau (2008). Bodemonderzoek bypass IJsseldelta-Zuid, boorstaten. 2008.
16. MUG Ingenieursbureau (2008). Tekening: Bodemonderzoek bypass IJsseldelta-Zuid, Overzicht boringen en peilbuizen. 21 april 2008.
17. NNI (2003). NEN 3650-1 t/m 5, Buisleidingen van ontwerp tot afsluiting.
18. NNI (2003). NEN 3651, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.
19. NNI (2006). NEN 6740, Geotechniek TGB 1990 - Basiseisen en belastingen.
20. ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 453, spoorviaduct. Revisie 1.0, 9 april 2008.
21. ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 454, verkeersviaduct, bovenaanzicht en langsdoorsnede. Revisie 1.0, 9 april 2008.
22. ProRail, Dura Vermeer (2008). Tekening: Hanzelijn, Anticiperen Bypass IJssel, kunstwerk 454, verkeersviaduct, aanzichten, dwarsdoorsneden, palenplan en details. Revisie 1.0, 9 april 2008.
23. Provincie Overijssel, DHV (2007). Nadere beschouwing belijning dijken Hoogwatergeul Kampen, Eindrapport. Reg. nr.: WG-SE20070256, concept, maart 2007.
24. Provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deel 1. Reg. nr.: WG-SE20080760, eindconcept, oktober 2008.
25. Provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1B, Nieuwe dijken langs de bypass. Reg. nr.: WG-SE20080838, eindconcept, oktober 2008.
26. Provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1D, Bestaande dijken Flevoland. Reg. nr.: WG-SE20080840, eindconcept, oktober 2008.
27. Provincie Overijssel, DHV (2008). Bypass IJsseldelta-Zuid, Functioneel Programma van Eisen, Deelspecificatie 1H, Inrichting bypass gebied. Reg. nr.: WG-SE20080844, eindconcept, oktober 2008.

28. Provincie Overijssel, DHV (2009). Planstudie SNIP3 IJsseldelta-Zuid, Bijlage: Vraagspecificatie ingenieursdiensten. Reg. nr.: WA-RK20090418, definitief, 27 november 2009.
29. Provincie Overijssel, DHV (2009). Startdocument Systeemanalyse Bypass IJsseldelta-Zuid. Reg. nr.: WG-SE20090174, definitief, februari 2009.
30. Provincie Overijssel, DHV (2010). Fasering IJsseldelta-Zuid, Systeembeschoouwing, Uitgangspunten ontwerp waterkering. Reg. nr.: WA-RK20100110, definitief, februari 2010.
31. Rijkswaterstaat (2009) Toekomstvastheid van de hoogwatergeul in de IJsseldelta. Rapportnr. 2009.005, definitief, 8 april 2009.
32. Rijkswaterstaat (2007). Kerncijfers Scheepvaart, Uitgave 2007. ISSN: 1874 9259.
33. Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied, Grontmij (2010). Projectplan verbindende waterkering Roggebotssluis. Ref. nr.: I&M-1010775-JK/jj, definitief, 18 februari 2010.
34. Royal Haskoning, Tauw, Witteveen+Bos (2010). Concept inrichtingsagenda, inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid. 15 maart 2010.
35. Royal Haskoning, Tauw, Witteveen+Bos (2010). Inventarisatie Kabels en Leidingen. Concept, W+B kenmerk: ZL384-71/zutd/004, 18 maart 2010.
36. Royal Haskoning, Tauw, Witteveen+Bos (2010). Memo Hydraulische Uitgangspunten en Randvoorwaarden. Definitief, 7 mei 2010.
37. Royal Haskoning, Tauw, Witteveen+Bos (2010). Systeemanalyse en FPvE fase 1 en 2. Eerste concept, 19 maart 2010.
38. RWS (2007). Hydraulische Randvoorwaarden 2006, voor het toetsen van primaire waterkeringen.
39. STOWA (2000). Handleiding voor beplanting op en nabij primaire waterkeringen. ISBN: 9057730863, juni 2000.
40. Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek, Boorplan sonderingen dijk. Concept, 24 februari 2010.
41. Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00025, concept 2 februari 2010.
42. Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00026, concept 2 februari 2010.
43. Tauw (2010). Tekening: Kampen geofysisch onderzoek. Tekeningnummer P00027, concept 2 februari 2010.
44. TAW (1994). Handreiking constructief ontwerpen, Onderzoek en berekening naar het constructief ontwerp van de dijkversterking.
45. TAW (1998). Grondslagen voor waterkeren.
46. TAW (1999). Leidraad zee- en meerdijken.
47. TAW (1999). Technisch rapport zandmeevoerende wellen.
48. TAW (2001). Technisch rapport waterkerende grondconstructies, Geotechnische aspecten van dijken, dammen en boezemkaden.
49. TAW (2002). Leidraad zandige kust.
50. TAW (2002). Technisch rapport asfalt voor waterkeren.
51. TAW (2002). Technisch rapport golfploop en golfoverslag bij dijken.
52. TAW (2003). Leidraad kunstwerken.
53. TAW (2003). Technisch rapport steenzettingen.
54. TAW (2004). Technisch rapport waterspanningen bij dijken.
55. Waterschap Zuiderzeeland (2004). Tekeningen: Dwarsprofielen legger Drontermeerdijk. ZBE- -/08C001 (blad1 tot en met blad 8), definitief, 23 augustus 2004.
56. Waterschap Zuiderzeeland, Ingenieursbureau BCC (2004). Tekeningen: Lengteprofiel en dwarsprofielen Drontermeerdijk Flevoland (tekening 1 tot en met 9). 24260200, 25 mei 2004.
57. Waterschap Groot Salland (2009). Keur waterschap Groot Salland, gepubliceerd in de Stentor 21 december 2009;
58. Waterschap Zuiderzeeland (2009). Keur waterschap Zuiderzeeland 2009.
59. Rijkswaterstaat Waterdienst (2009). Technisch rapport actuele sterkte van dijken. Definitief, 27 maart 2009

BIJLAGE I Tekening uitgevoerd grondonderzoek

BIJLAGE II Tekening gepland onderzoek Drontermeerdijk

BIJLAGE III Polderpeilen

BIJLAGE IV Stroomsnelheden

**BIJLAGE XXI DWARSPROFIELTEKENING DRONTERMEERDIJK HUIDIGE SI-
TUATIE**

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

onderwerp Extra zettingsberekeningen
project IJsseldelta Zuid
opdrachtgever Waterschap Groot Salland
projectcode ZL384-71
referentie -
opgemaakt door M.A.W. Spikker
goedgekeurd door ir. P.E.M. Schoonen paraaf
status concept
datum opmaak 27 oktober 2010
bijlagen -

aan Witteveen+Bos
kopie

1. INLEIDING

In deze notitie is voor de 3 resterende objecten de zettingscompensatie te bepalen. Deze zijn:

1. Drontemeer-Vossemeerdijk (afgekort tot DV-dijk);
2. IJsseldijk fase 1 (afgekort tot IJD-f1);
3. IJsseldijk fase 2 (afgekort tot IJD-f2).

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt:

- [1] Tauw & Witteveen+Bos & Royal Haskoning; Tekeningen met kenmerk ZL384-71-1201/1208; "Productgroep 3: Waterkeringsplan Geotechnisch lengteprofiel Zone IJsseldijk"; d.d. 26-08-10;
- [2] Tauw & Witteveen+Bos & Royal Haskoning; Tekeningen met kenmerk ZL384-71-2200; "Productgroep 3: Waterkeringsplan D.O. Waterkering Dijkvakindeling"; d.d. 24-06-10;
- [3] Witteveen+Bos; Rapportage met kenmerk ZL384-71_012; "Product 3: waterkeringsplan"; d.d. 25-06-10;
- [4] Fugro; Geotechnisch Labonderzoek met kenmerk 6007-0305-020; "Bodem onderzoek bypass IJsseldelta-Zuid; d.d. 20-12-07;
- [5] Fugro; Geotechnisch labonderzoek met kenmerk 1709-0537-000; "Bypass Kampen"; d.d. 22-03-10;
- [6] Fugro; Geotechnisch onderzoek (sonderingen) met kenmerk 6010-0090-000; "Nieuw aan te leggen dijk nabij Kampen"; d.d. 25-03-10;
- [7] Fugro; Geotechnisch onderzoek met kenmerk: 6010-0241-000; "Grondonderzoek Drontemeerdijk"; d.d. 29-07-2010;
- [8] Tauw; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 4692114: D-4679632-Kampen; "geofysisch onderzoek";
- [9] Tauw; Tekening met kenmerk 4645674_10065D; "Overzicht regionaal watersysteem Kampen"; d.d. 21-10-2009.

[10] MUG ingenieursbureau; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 37410301.

2.2. Geotechnische parameters

De geotechnische parameters die voor de berekening zijn gebruikt zijn in tabel 2.1 weergegeven.

De sterkte parameters zijn conform NEN 6740, tabel 1. De consolidatiecoëfficiënt is gebaseerd op literatuur en ervaring. Omdat er vaak wel enige vorm van voorbelasting, bemaling of ageing heeft plaatsgevonden, is aangenomen dat de 'pre overburden pressure' (POP) gelijk is aan 10 kPa.

tabel 2.1. Geotechnische parameters voor de verschillende grondsoorten (representatief)

grondsoort [-]	V/γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	RR [-]	CR [-]	$C\alpha$ [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
veen	10/10	15,0	1	0,1533	0,4600	0,023	1×10^{-7}	10
Klei, humeus	13/13	15,0	0	0,1022	0,3067	0,0153	5×10^{-8}	10
Klei, schoon, slap	14/14	17,50	0	0,1095	0,3286	0,0131	1×10^{-8}	10
Klei, siltig	15/15	22,5	0	0,0767	0,2300	0,0092	5×10^{-6}	10
klei, schoon matig	17/17	17,5	5	0,0511	0,1533	0,0061	1×10^{-8}	10
zand, schoon los	17/19	30,0	0	0,0038	0,0115	0	gedraineerd	10
zand, schoon matig	18/20	32,5	0	0,0013	0,0038	0	gedraineerd	10

2.3. Belastingen

De zetting van de beschouwde secties ontstaat ten gevolge van het ophogen van het maaiveld. De gehele belasting wordt op in zijn geheel op dag 1 aangebracht. De zettingscompensatie wordt met deze aanname goed benaderd.

3. DIJK DRONTERMEER-VOSSEMEER

De dijk Drontemeer -Vossemeer verbindt de huidige Drontemeerdijk met de nieuwe bypassdijk ten zuiden van de bypass.

3.1. Geometrie (ref. stabiliteitssom SO)

De dijk heeft een kruinbreedte van ca. 6 m. De kruinhoogte bevindt zich op NAP + 4,6 m. De onderkant van de dijk ligt op ca. NAP -0,5 m en heeft een breedte van ca. 65 m.

De zettingscompensatie wordt uitgevoerd in zand

3.2. Geotechnische uitgangspunten

De volgende geotechnische uitgangspunten zijn gebruikt:

- waterpeil: NAP -0,2 m (dient in een volgende fase geverifieerd te worden);
- Niveau bodem Drontemeer: (gemiddeld) NAP -0,5 m (niveau vaargeul ca.. NAP -3 m á -4 m);
- Grondonderzoek: sondering 15 + boring 8 (ref.[7]).

De grondopbouw voor sectie DV-dijk is weergegeven in tabel 3.1. Daarbij moet bedacht worden dat de bodem van het Drontemeer op NAP -0,5 m ligt.

tabel 3.1. Grondopbouw sectie DV (15+ B8)

laagnr. [-]	grondsoort [-]	Niveau bovenkant laag [m+NAP]
1	zand, schoon, los	+1,7
2	klei humeus	-2,0
3	veen	-2,50
4	zand, schoon los	-3,00
5	klei, schoon matig	-14,20

laagnr.	grondsoort	Niveau bovenkant laag
[-]	[-]	[m+NAP]
1	zand, schoon, los	+1,7
6	zand, schoon matig verkende diepte	-18,30 -23,50

3.3. Resultaten

De resultaten van de zettingsberekening zijn weergegeven in tabel 4.2.

tabel 3.2. Resultaten sectie DV

resultaat	waarde	eenheid
- Zettingscompensatie kruin	0,6	m
- zettingscompensatie zijbermen	0,6	m
- totale zettingscompensatie	14	m ³ /m'
- aanleghoogte kruin	5,3 ¹	m + NAP

¹ In de aanleghoogte wordt rekening gehouden met 0,05 m zetting ten gevolge van kruip van de kleibekleding.

4. IJSSELDIJK FASE 1

4.1. Geometrie (ref. inmeten hoogte profiel bestaande dijk)

Er wordt een berm tegen de buitenzijde van de bestaande dijk aangelegd daar waar het niveau van de buitenzijde kleiner is dan NAP +2,0 m. De breedte van de berm is ca. 19 m en bovenkant berm ligt op NAP + 2,0 m.

De zettingscompensatie wordt uitgevoerd in klei.

4.2. Geotechnische uitgangspunten

De volgende geotechnische uitgangspunten zijn gebruikt:

- Grondwaterstand: NAP -0,2 m;
- Grondonderzoek: sondering 7136 (ref.[6]).

De grondopbouw voor sectie IJD-f1 is weergegeven in tabel 4.1.

tabel 4.1. Grondopbouw sectie IJD-f1 (7136)

laagnr.	grondsoort	Niveau bovenkant laag
[-]	[-]	[m+NAP]
1	klei, humeus	+0,60
2	zand, schoon los (met een paar kleilenzen)	-0,00
3	zand, schoon matig verkende diepte	-16,50 -24,50

4.3. Resultaten

De resultaten van de zettingsberekening zijn weergegeven in tabel 4.2.

tabel 4.2. Resultaten sectie IJD-f1

resultaat	waarde	eenheid
- zettingscompensatie berm	0,2	m
- totale zettingscompensatie	2	m ³ /m'
- aanleghoogte kruin	2,3 ¹	m + NAP

In de aanleghoogte wordt rekening gehouden met 0,1 m zetting ten gevolge van kruip van de aan te leggen kleiberm.

5. IJSSELDIJK FASE 2

De dijk wordt in fase 2 richting de bypass verlegd. Hierbij wordt de huidige IJsseldijk intact gelaten tot de nieuwe IJsseldijk gereed is.

5.1. Geometrie (ref. stabiliteitssom SO)

De dijk heeft een kruinbreedte van ca. 20 m. De kruinhoogte bevindt zich op NAP + 5,6 m. De onderkant van de dijk ligt op ca. NAP +1,3 m en heeft een breedte van ca. 60 m.

De zettingscompensatie is uitgevoerd in zand.

5.2. Geotechnische uitgangspunten

De volgende geotechnische uitgangspunten zijn gebruikt:

- Grondwaterstand: NAP -0,3 m (ref. [9]);
- Grondonderzoek: sondering 7151 (ref.[6]) en boring GB13 (ref. [10]).

De grondopbouw voor sectie IJD-f2 is weergegeven in tabel 5.1.

De aanleg van de dijk leidt tot een relatieve grote verandering in spanningen in de ondergrond. Zettingen worden bepaald als er sprake is van 20% effectieve spanningstoename.

Als volg van de belasting en breedte van de ophoging is op een diepte van NAP -24,5 m de spanningstoename groter dan 20%.

tabel 5.1. Grondopbouw sectie IJD-f2 (7151)

laagnr.	grondsoort	Niveau bovenkant laag
[-]	[-]	[m+NAP]
1	zand, schoon los	1,30
2	Klei, humeus	0,00
3	veen	-2,70
4	Klei, siltig	-4,70
5	zand, schoon los	-5,20
6	klei, schoon matig	-10,70
7	zand, schoon matig	-13,30
8	klei, schoon matig	-14,60
9	zand, schoon matig	-15,30
	verkende diepte	-24,50

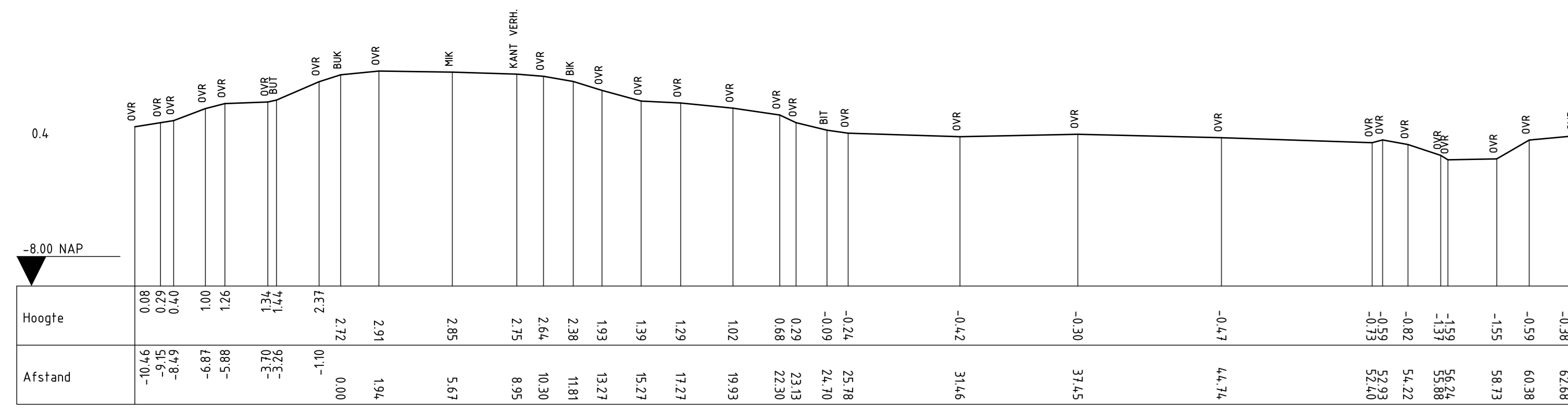
5.3. Resultaten

De resultaten van de zettingsberekening zijn weergegeven in tabel 5.2.

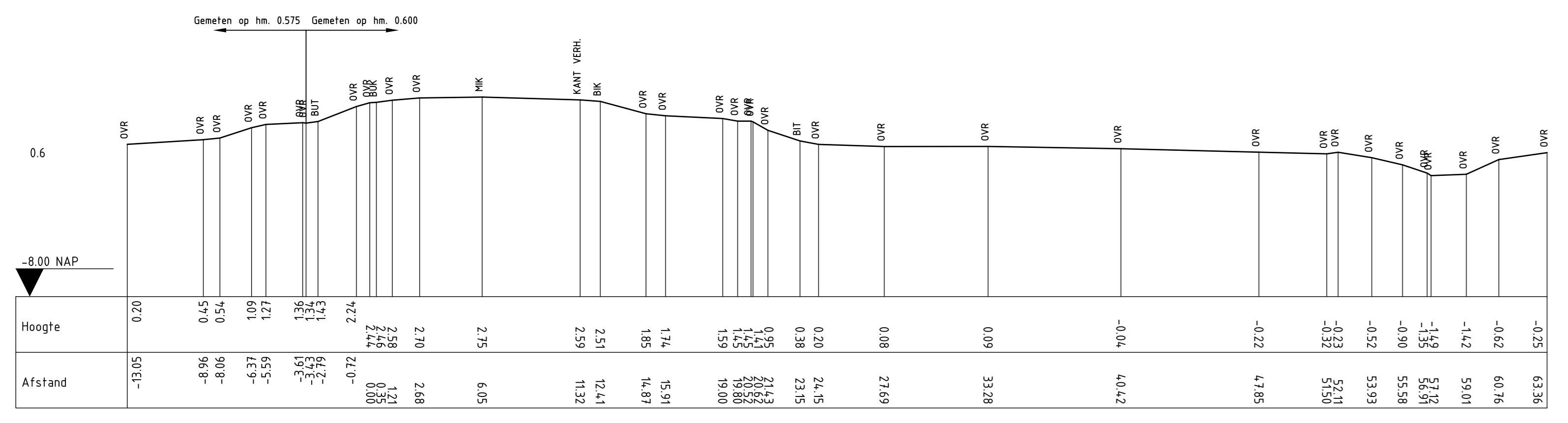
tabel 5.2. Resultaten sectie IJD-f2

resultaat	waarde	eenheid
- zettingscompensatie kruin	1,5	m
- zettingscompensatie zijbermen	1,2	m
- totale zettingscompensatie	73	m ³ /m'
- aanleghoogte kruin	7,1 ¹	m + NAP

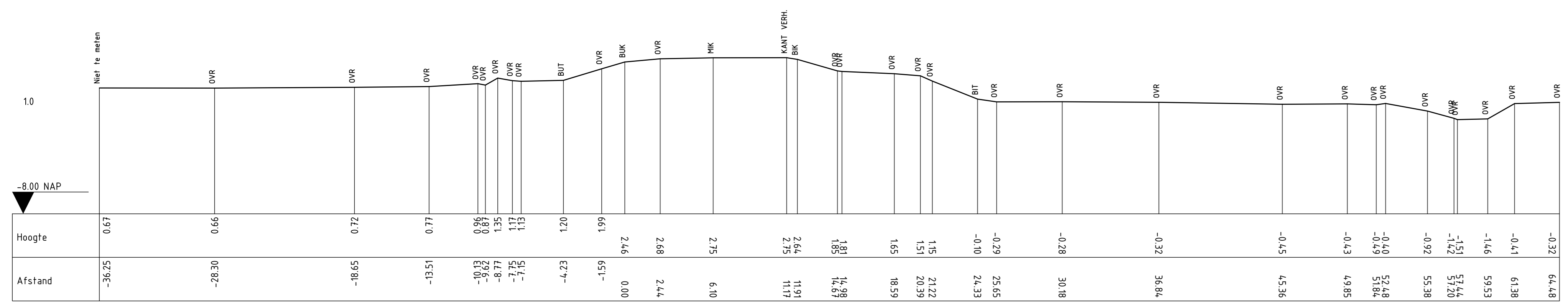
¹ In de aanleghoogte wordt rekening gehouden met 0,05 m zetting ten gevolge van kruip van de kleibekleding.



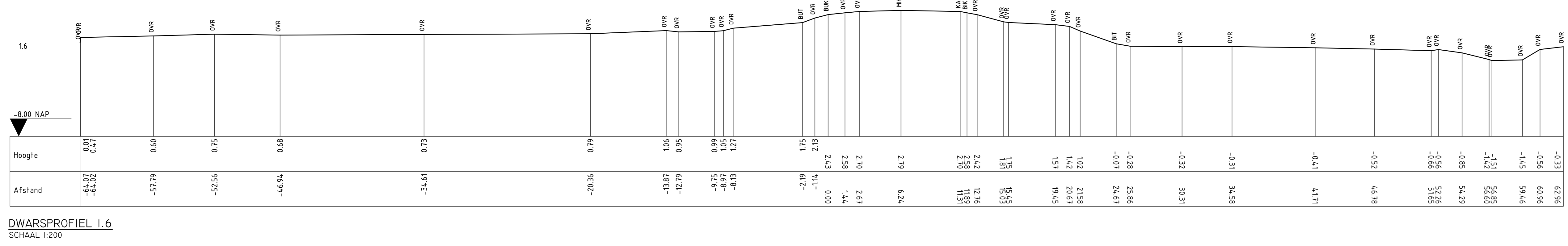
DWARSPROFIEL 0.4
SCHAAL 1:200



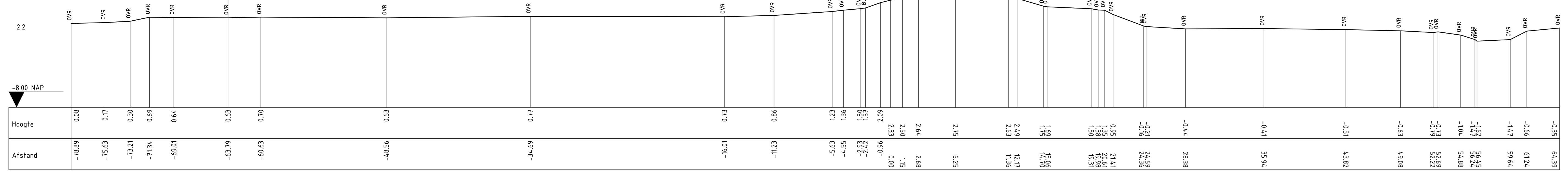
DWARSPROFIEL 0.6
SCHAAL 1:200



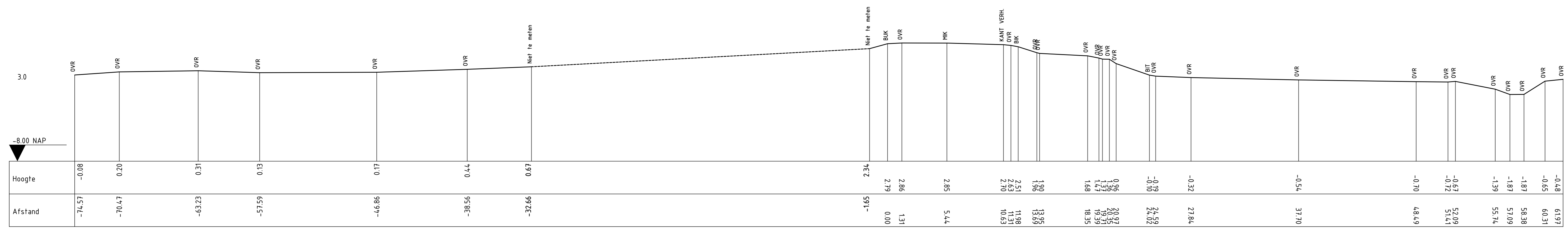
DWARSPROFIEL 1.0
SCHAAL 1:200



DWARSPROFIEL 1.6
SCHAAL 1:200



DWARSPROFIEL 2.2
SCHAAL 1:200

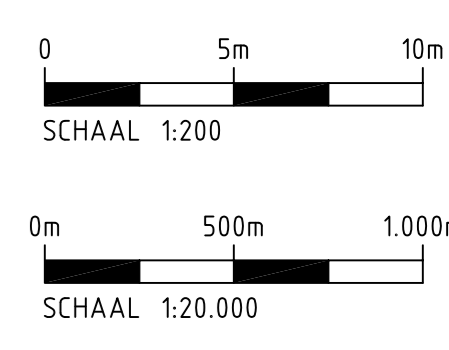


DWARSPROFIEL 3.0
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE DWARSPROFIELEN
SCHAAL 1:20.000

OPMERKINGEN
• WEERGEGEVEN DWARSPROFIELEN ZIJN REPRESENTatieve DOORSNEDEN



DOCUMENT IN BEWERKING 1 07-04-2010

PROVINCIE OVERIJSEL
IJSELDELTA ZUID
Waterkeringsplan VO
Drontermeerdijk
Dwarsprofielen bestaande situatie

Witteveen+Bos
Gerelanceerd ing. J. Roerade
Geconsulteerd F. J. Lansink
Geodrukker J. HJMA Mals
Datum dg tum
Formaat A0
Schaal 1:200 1:20.000
ZL384.71.1220


BIJLAGE XXII

**ZETTINGSBEREKENINGEN EN BEREKENINGEN STABILITEIT
AANLEGFASE**

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp zetting en stabiliteit dijken tijdens uitvoering
project IJsseldelta-zuid
opdrachtgever waterschap Groot Salland
projectcode ZL384-71
referentie ZL384-71
opgemaakt door ir. M.A.W. Spikker

gecontroleerd door ir. R.A.J. van de Kamp
goedgekeurd door ir. P.E.M. Schoonen
status definitief
datum opmaak 5 april 2011
bijlagen I. - Maatgevende bodemopbouw per sectie
II. Sonderingen en boringen
III. Geometrie dwarsprofiel beschouwde dijkvakken

paraaf 

aan
kopie

1. INLEIDING

Een onderdeel van het Masterplan van IJsseldelta-Zuid is de aanleg van een bypass tussen de IJssel en het Drontermeer. Voor de aanleg van de bypass worden aan beide zijdes dijken aangelegd op het bestaande maaiveld.

In deze notitie zijn de zettingen van verschillende dijkvakken berekend. De restzetting is bepaald en er is gecontroleerd of deze voldoet aan de gestelde restzettingseis. Verder is de stabiliteit van de dijk beschouwd tijdens de aanlegfase.

Het doel van de notitie is om aan de hand van berekeningen voor enkele vakken de zettingscompensatie inzichtelijk te maken en om de verschillende benodigde uitvoeringsmaatregelen in kaart te brengen. De zettingscompensatie en de uitvoeringsmethode hebben beide een significant effect op de kostenraming.

Voordat tot uitvoering van het werk kan worden overgegaan, moeten keuzes gemaakt worden over de toe te passen uitvoeringsmaatregelen en zullen meer dijkvakken worden beschouwd.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt:

- [1] Tauw & Witteveen+Bos & Royal Haskoning; Tekeningen met kenmerk ZL384-71-1201/1208; 'Productgroep 3: Waterkeringsplan Geotechnisch lengteprofiel Zone IJsseldijk'; d.d. 26 augustus 2010;
- [2] Tauw & Witteveen+Bos & Royal Haskoning; Tekeningen met kenmerk ZL384-71-2200; 'Productgroep 3: Waterkeringsplan D.O. Waterkering Dijkvakindeling'; d.d. 24 juni 2010;
- [3] Witteveen+Bos; Rapportage met kenmerk ZL384-71_012; 'Product 3: waterkeringsplan'; d.d. 25 juni 2010;
- [4] Fugro; Geotechnisch Labonderzoek met kenmerk 6007-0305-020; 'Bodem onderzoek bypass IJsseldelta-Zuid'; d.d. 20 december 2007;
- [5] Fugro; Geotechnisch labonderzoek met kenmerk 1709-0537-000; 'Bypass Kampen'; d.d. 22 maart 2010;
- [6] Fugro; Geotechnisch onderzoek (sonderingen) met kenmerk 6010-0090-000; 'Nieuw aan te leggen dijk nabij Kampen'; d.d. 25 maart 2010;
- [7] Tauw; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 4692114: D-4679632-Kampen; 'geofysisch onderzoek'; referentie???
- [8] MUG ingenieursbureau; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 37410301.

2.2. Toegepaste normen en richtlijnen

- NEN6740 Geotechniek (TGB1990)-Basiseisen en belastingen;
- TAW april 1994 Handreiking constructief ontwerpen. Onderzoek en berekening naar constructief ontwerp van de dijkversterking.

2.3. Dijkvakindeling

In tabel 2.1 (ref. [2]) is een overzicht gegeven van de indeling van de dijk. De 'Z' staat voor zuidzijde, de 'N' staat voor noordzijde. De klimaatdijk is aangegeven met 'KD'.

Tabel 2.1. Dijkvakindeling (ref. [2])

sectie	kilometrerings	
	van [m]	tot [m]
Z1	0 Z	345 Z
Z2	0,345 Z	1,393 Z
Z3	1,393 Z	1,900 Z
Z4 (Molenkolk)	1,900 Z	2,300 Z
Z5	2,300 Z	2,820 Z
Z6	2,820 Z	3,200 Z
Z7	3,200 Z	4,220 Z
Z8	4,220 Z	4,550 Z
Z9	4,650 Z	5,000 Z
Z10	5,000 Z	5,930 Z
Z11	5,930 Z	6,700 Z
N1	0 N	0,450 N
N2	0,450 N	0,970 N
N3	0,970 N	1,660 N
N4	1,660 N	1,852 N
N5	2,060 N	2,525 N

sectie	kilometrerings	
	van [m]	tot [m]
N6	2,525 N	2,740 N
N7	2,740 N	3,635 N
KD1	3,635 N	4,690 N
KD2	4,690 N	5,594 N
N8	0 NW	0,870 NW
N9	0,870 NW	1,000 NW
N10	1,000 NW	1,810 NW
N11	1,810 NW	2,118 NW

2.4. Geometrie

Bij het dijkontwerp is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende geometrieën:

- Zuiddijk: lage buitenberm (NAP +1,5 m) en hoge kruin (circa NAP +4,8m);
- Noorddijk: hoge buitenberm (NAP +3,3 m) en lage kruin (circa NAP +4,5 m);
- Klimaatdijk: hoge buitenberm (NAP +3,3 m) en lage kruin (circa NAP +4,5 m).

Aan de binnenzijde van de klimaatdijk wordt geen binnenberm gerealiseerd. De klimaatdijk zal onderdeel uitmaken van een ophoging die minimaal gelijk is aan de kruin van de dijk. Het verhoogde plateau dat hierdoor ontstaat, wordt ontwikkeld voor woningbouw.

De geometrie van de beschouwde dijkvakken is bijgevoegd in Bijlage III.

2.5. Bodemopbouw en geotechnische parameters

2.5.1. Indeling in zettingcategorieën

Aan de hand van de uitgevoerde sonderingen en boringen (ref.[6], [7] en [8]) is een lengteprofiel gemaakt van de grondopbouw (ref. [1]). Voor de berekeningen in deze notitie is per dijkvak een representatief grondprofiel bepaald. Deze profielen zijn in Bijlage I weergegeven. In het gebied komen verschillende kleilagen voor en één veenlaag (variërend in dikte). De zettingsparameters van deze lagen zijn voor het hele bypassgebied gelijk genomen (zie paragraaf 2.5.3).

Bij de zettingsanalyse is de gemiddelde zetting in het gebied van belang. De zettingsanalyse heeft tot doel een goed beeld te krijgen van de benodigde hoeveelheden zand en de aanvullende kosten die nodig zijn om de zettingen te compenseren. In deze fase zijn de zettingen daarom niet per dijkvak bepaald, maar zijn de zettingen berekend voor een beperkt aantal vakken en vertaald naar de totale zetting van de dijk. Deze methode veroorzaakt slechts een kleine fout doordat de voorkomende grondsoorten en de zettingsparameters gelijk zijn genomen voor het bypassgebied. Bij het opstellen van het uitvoeringsontwerp is een meer gedetailleerde analyse op dijkvakniveau wel van belang.

Om de dijkvakken te kiezen waarvoor de zetting beschouwd wordt, zijn de dijkvakken gerangschikt op basis van de dikte van de samendrukbare lagen. De vakken zijn vervolgens ingedeeld in vier zettingcategorieën. Zettingcategorie A omvat de dijkvakken met het dikste slappe lagen pakket en bijgevolg de grootste zettingen, categorie D omvat de vakken met een dun pakket en bijgevolg bijna geen zettingen (zie tabel Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Indicatieve indeling dijkvakken op basis van dikte samendrukbare lagen.

categorie	dikte samendrukbare lagen [m]	dijkvakken Noord	dijkvakken Zuid	dijkvakken klimaatdijk
A	> 6 m	N8	Z4, Z5, Z6	
B	tussen de 4 en 6 m	N2, N3, N4, N6	Z9, Z10, Z11	

categorie	dikte samendrukbare lagen [m]	dijkvakken Noord	dijkvakken Zuid	dijkvakken klimaatdijk
C	tussen de 2 en 4 m	N7, N9, N10	Z1, Z2, Z3	KD2
D	< 2 m	N1,N5	Z7, Z8	KD1

Aan zowel de noord als de zuidzijde is één dijkvak geanalyseerd waar grote zettingen verwacht worden (categorie A). Dit zijn N8 en Z4. Daarnaast is voor de noord- en zuidzijde een sectie gekozen die valt in categorie B. Hiervoor zijn de dijkvakken N3 en Z11 beschouwd. Voor zettingen en stabiliteit bij de klimaatdijk is sectie KD2 als representatief gekozen. Sectie KD2 is ook representatief voor de zetting en stabiliteit van dijkvakken die in categorie C vallen. De zettingen voor zettingcategorie D zijn gelijk genomen aan de zettingen voor categorie C.

2.5.2. Bodemopbouw

Voor de vier zettingcategorieën is de bodemopbouw overgenomen van de representatieve dijkvakken. Deze zijn in tabel 2.3 tot en met tabel 2.7 weergegeven. Voor de boringen en sonderingen wordt verwezen naar Bijlage II. Onder de dijken wordt een cunet van 0,3 m ontgraven en gevuld met zand. Dit cunet is niet meegenomen in de verdere analyses.

Tabel 2.3. Bodemopbouw categorie A zuid (Sondering 7098, boring 3604)

laagnummer	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]
1	klei, humeus	- 0,5
2	veen	- 1,0
3	klei, schoon, slap	- 3,5
4	klei, humeus	- 5,3
5	zand, schoon, los	- 11,8
6	klei, schoon, matig	- 15,4
7	zand, schoon, matig	- 16,9
	verkende diepte	- 20,5

Tabel 2.4. Bodemopbouw categorie A noord (Sondering 7008)

laagnummer	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]
1	klei, humeus	-0,3
2	zand, schoon los	- 0,9
3	klei, humeus	- 2,0
4	klei siltig	- 3,8
5	klei, humeus	- 5,8
6	veen	- 8,6
7	zand, schoon los	- 13,4
	verkende diepte	- 20,3

Tabel 2.5. Bodemopbouw categorie B zuid (Sondering 7074)

laagnummer	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]
1	klei, humeus	0,1
2	veen	- 0,6
3	zand, schoon los	- 4,3
4	klei, schoon slap	- 7,5
5	zand, schoon los	- 8,5
6	klei, schoon, matig	- 11,4
7	zand, schoon los	- 13,3
	verkende diepte	- 20,0

Tabel 2.6. Bodemopbouw categorie B noord (Sondering 7059, boring 6-02)

laagnummer	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]
1	klei, humeus	- 0,4
2	veen	- 4,3
3	klei, schoon slap	- 4,7
4	zand, schoon los	- 6,4
5	klei, schoon matig	- 11,9
6	zand, schoon los	- 12,6
7	zand, schoon matig	- 14,6
	verkende diepte	- 20,4

Tabel 2.7. Bodemopbouw categorie C / klimaatdijk (Sondering 7019)

laagnummer	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]
1	klei, humeus	+ 0,2
2	veen	- 0,8
3	zand, schoon los	- 2,8
4	zand, schoon matig	- 8,0
5	klei, schoon matig	- 17,6
6	zand, schoon matig	- 18,4
	verkende diepte	- 19,8

2.5.3. Geotechnische parameters

Voor het project IJsseldelta Zuid is een grote hoeveelheid grondonderzoek uitgevoerd. De zettingsparameters die door middel van het laboratoriumonderzoek zijn bepaald, vertonen een zeer grote spreiding. In een nadere analyse van het laboratoriumonderzoek is getracht de proeven te bundelen in deelverzamelingen en zo de spreiding te beperken. Daarbij is onder andere gekeken naar de ruimtelijke spreiding van de monsters, de diepte van de lagen, de geologische oorsprong en het volumiek gewicht van de beproefde grond. Uit deze analyse volgde echter dat de spreiding ook binnen de verschillende deelverzamelingen zeer groot bleef.

Bij het verwerken van laboratoriumonderzoek wordt conform de normen een statistische correctie toegepast om de karakteristieke ondergrens te bepalen van gemeten parameters. Door de grote spreiding in de resultaten, is deze ondergrens voor de zettingsparameters in het bypassgebied lager dan de standaardwaarden uit tabel 1 van NEN6740. In eerder uitgevoerde projecten zijn deze waarden altijd aan de veilige kant gebleken. Daarom is ook voor IJsseldelta-Zuid besloten de waarden uit NEN6740 te hanteren. Voor de Cv-waarden zijn de richtlijnen uit CUR162 aangehouden.

De geotechnische parameters die voor de berekening zijn gebruikt zijn in tabel 2.8 weergegeven.

Tabel 2.8. Geotechnische parameters voor de verschillende grondsoorten (representatief)

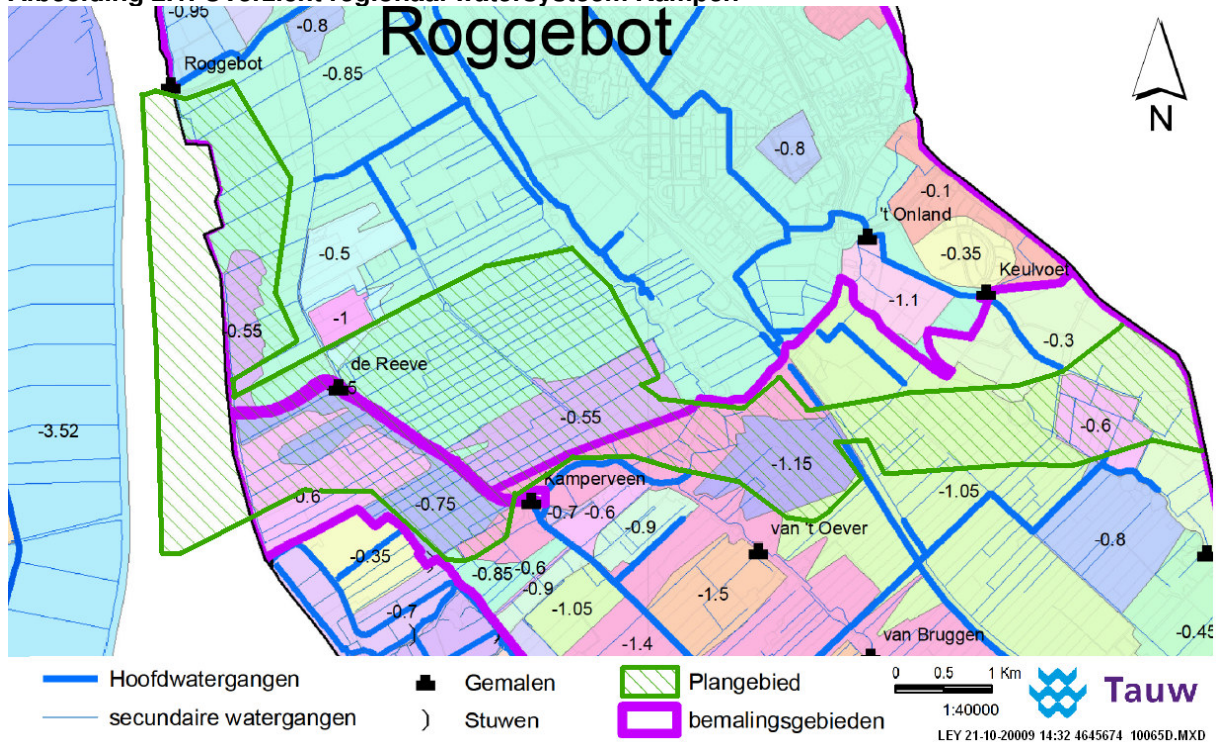
grondsoort [-]	γ / γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	RR [-]	CR [-]	$C\alpha$ [-]	Cv [m ² /s]
veen	10/10	15,0	1	0,1533	0,4600	0,023	1x10 ⁻⁷
Klei, humeus	13/13	15,0	0	0,1022	0,3067	0,0153	5x10 ⁻⁸
Klei, schoon, slap	14/14	17,50	0	0,1095	0,3286	0,0131	1x10 ⁻⁸
Klei, siltig	15/15	22,5	0	0,0767	0,2300	0,0092	5x10 ⁻⁶
klei, schoon matig	17/17	17,5	5	0,0511	0,1533	0,0061	1x10 ⁻⁸
zand, schoon los	17/19	30,0	0	0,0038	0,0115	0	gedraineerd
zand, schoon matig	18/20	32,5	0	0,0013	0,0038	0	gedraineerd

2.6. Niveaus en grondwaterstanden

In het bypassgebied ligt het maaiveld tussen NAP -1 m en +1 m, uitgezonderd het gebied in de buurt van de IJsseldijk waar het maaiveld tussen NAP +1 m en +2 m ligt.

Tijdens de aanleg is het bypassgebied nog niet verbonden met buitenwater. Hierdoor heerst er in de bypass nog de actuele grondwaterstand. In Afbeelding 2.1 is een overzicht gegeven van het regionaal watersysteem. Hieruit valt af te leiden dat de maximale waterstand gelijk is aan NAP -0,55 m en de minimale waterstand gelijk is aan NAP -1,4 m. De stijghoogten in de eerste zandlaag zijn in de berekeningen gelijk genomen aan de freatische grondwaterstand.

Afbeelding 2.1. Overzicht regionaal watersysteem Kampen



2.7. Voorbelasting grond

Aan de hand van laboratoriumonderzoek is de grensspanning voor verschillende grondmonsters bepaald. De grensspanning bepaalt samen met de huidige effectieve verticale spanningen of de grond voorbelast is.

Uit het laboratoriumonderzoek volgt dat de grensspanning niet groot is. Dit betekent dat er nauwelijks sprake is van voorbelasting. Omdat er vaak wel enige vorm van voorbelasting, bemaling of ageing heeft plaatsgevonden is aangenomen dat de 'pre overburden pressure' (POP) gelijk is aan 10 KPa.

2.8. Fasering

De bouwtijd van de dijk is 2 jaar. De levensduur van de dijk is 50 jaar. De aanleg van de dijken start in 2013 en de dijk moet functioneel zijn vanaf 2015 tot 2065. De levensduur van de klimaatdijk is 100 jaar.

2.9. Bodemdaling en klink ophoogmateriaal

In het addendum bij de Leidraad zee- en meerdijken is een gemiddelde bodemdaling aangegeven van 10 cm per eeuw. Op basis van bodemdalingkaarten en overleg met het waterschap Groot Salland zijn er geen redenen voor de bypass van deze gemiddelde waarde af te wijken.

De verwachte klink van de aangebrachte grond is slechts bij benadering te bepalen. In het Technisch rapport waterkerende grondconstructies wordt aanbevolen rekening te houden met 10 % klink voor klei en 5 % voor zand. Wanneer tijdens de uitvoering bij het aanbrennen van de ophoogslagen intensief wordt verdicht, is klink van 5% voor klei haalbaar. Zowel voor klei als voor het zandig ophoogmateriaal uitgegaan van 5 % klink, omdat de klei wordt toegepast als toplaag en verdicht moet worden om voldoende erosiebestendigheid te realiseren.

2.10. Restzettingseis

De maximale restzetting die na aanleg (2 jaar) mag optreden is gelijk aan 50 cm.

Het toepassen van verticale drainage, om grote restzettingen te verkleinen is niet toegestaan.

2.11. Berekeningsmethode

2.11.1. Zettingsberekening

De berekeningen van de zettingen zijn uitgevoerd met MSettle v9.10 (build 8.6). In deze berekeningen is gebruik gemaakt van representatieve waarden.

Aangenomen wordt dat de periode waarin de dijk wordt aangelegd, relatief klein is en de ophoging geschematiseerd kan worden tot een niet-uniforme belasting die op de eerste dag van de bouwtijd wordt aangebracht. De berekende eindzetting wordt door deze aanname goed benaderd. De restzetting wordt met deze aanname onderschat, maar deze fout is zeer beperkt.

De zettingscompensatie is iteratief bepaald door een extra belasting (zandlaag) toe te passen die gelijk is aan de zetting van het maaiveld.

2.11.2. Stabiliteitsberekening

De stabiliteit van de dijk tijdens de bouwfase wordt gecontroleerd met MStab v8.2 (build 5.5). Hierbij dient de veiligheidsfactor groter te zijn dan 0,9. De berekeningen worden uitgevoerd met rekenwaarden. De volgende partiële factoren worden gehanteerd:

- $\gamma_{m;g}$: 1,1;
- $\gamma_{m;\varphi}$: 1,2;

- $Y_{m;c2}$: 1,5.

3. RESULTATEN ZETTINGSANALYSE

3.1. Zettingsberekeningen

Voor de beschouwde dijkvakken is de zetting na 2 jaar en 52 jaar bepaald ter plaatse van de kruin van de dijk. De restzetting is bepaald door het verschil in zetting tussen deze twee tijdstippen te nemen. De resultaten van de zettingsberekeningen zijn weergegeven in tabel 3.1.

Daarnaast is ook de benodigde zettingscompensatie bepaald door de zetting over de gehele dwarsdoorsnede te bepalen. Voor de binnen- en buitenberm en de kruin is berekend hoeveel extra hoogte aangebracht moet worden voor de zettingcompensatie. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.1. Resultaten zettingsberekeningen ter plaatse van de kruin

categorie	zetting na 2 jaar	zetting na 52 jaar	restzetting	toets restzetting
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]
A noord	1,39	2,81	1,42	onvoldoende
A zuid	1,30	3,45	2,15	onvoldoende
B noord	0,95	2,02	1,07	onvoldoende
B zuid	1,91	2,46	0,55	onvoldoende
C / klimaatdijk	1,13	1,33	0,20	voldoende

Tabel 3.2. Zettingscompensatie

categorie	binnenberm	kruin	buitenberm	totale zettingscompensatie
[-]	[m]	[m]	[m]	[m ³ /m ²]
A noord	1,40	2,80	1,85	95
A zuid	1,80	3,45	1,70	128
B noord	1,30	2,00	1,55	78
B zuid	1,20	2,50	1,60	88
C / klimaatdijk	n.v.t.	1,35	1,00	30

3.2. Restzetting

De berekende restzettingen voor de categorieën A en B zijn groter dan de gestelde restzettingseis (paragraaf 2.10). Maatregelen zullen genomen moeten worden om deze restzetting te verkleinen. Gedacht moet worden aan:

1. grondverbetering door middel van afgraven en vervangen;
2. grondverbetering door middel van soil mixing;
3. langere bouwphase (meer consolidatie);
4. voorbelasting door middel van overhoogte.

In Tabel 3.3 zijn de verschillen tussen de vier maatregelen weergegeven. Welke methode het beste in te passen is in de uitvoering, is een keuze voor de aannemer. In het waterkeringsplan is ten behoeve van de kostenraming (voorlopig) gekozen voor voorbelasten. Het vergroten van de aanlegfase is naar verwachting niet haalbaar, grondverbetering is naar verwachting onevenredig duur.

Tabel 3.3. Maatregelen om restzettingen te beperken.

maatregel	grondbalans	ruimtebeslag	efficiency	bouwtijd	kosten
afgraven	--	0	++	0	-
soil mixing	++	+	++	+	--
langere bouwphase	++	++	++	--	++

maatregel	grondbalans	ruimtebeslag	efficiency	bouwtijd	kosten
voorbelasten	-	-	-	-	+

3.3. Effecten aanleg woonterp bij klimaatdijk

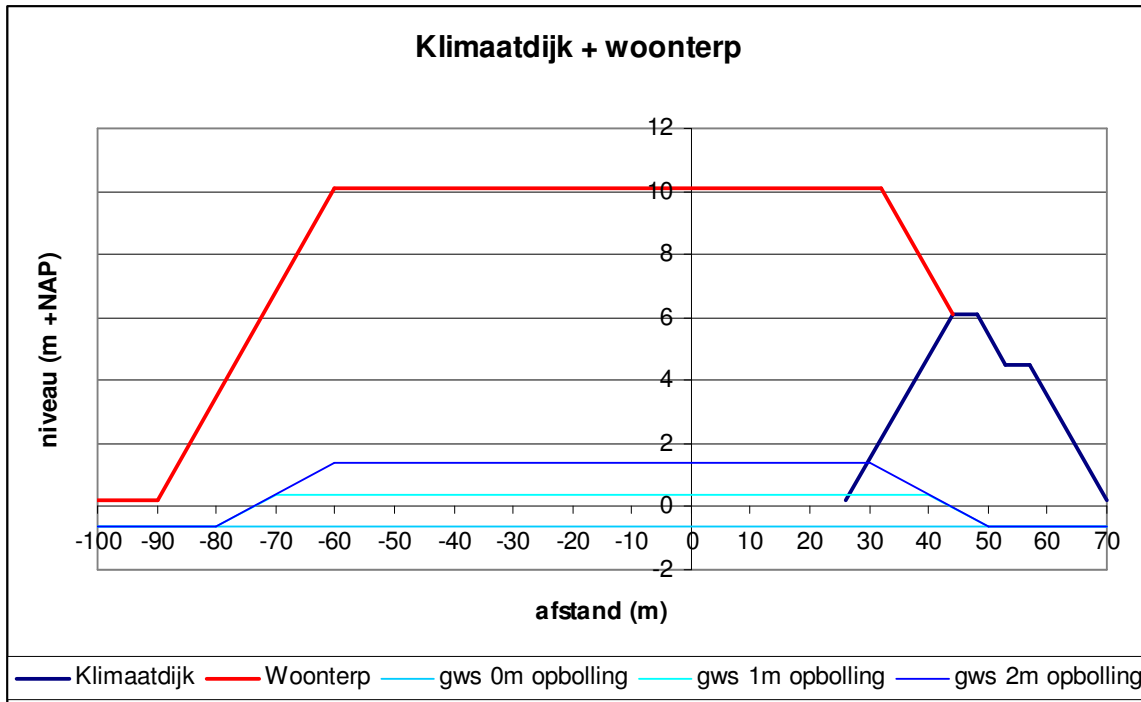
De gemeente Kampen is voornemens een woonterp achter de klimaatdijk aan te leggen. Uitgangspunt is dat de bovenzijde van de woonterp een niveau heeft van NAP +10,1m. De aanleg van de woonterp zal een effect hebben op de zettingen van de klimaatdijk. In deze paragraaf wordt door middel van een gevoeligheidsanalyse onderzocht wat deze invloed is.

Als gevolg van de woonterp wordt de totale dijk erg breed zodat dit gevolgen kan hebben voor de grondwaterstand. Doordat niet bekend is wat deze opbolling van de grondwaterstand zal worden is hiermee gevarieerd. Een hogere opbolling betekent lagere spanningen, waardoor er minder zetting zal optreden.

Bij de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De klimaatdijk heeft een levensduur van 100 jaar. In de zettingsberekeningen wordt rekening gehouden met een zettingsperiode van 52 jaar zoals ook gebeurd is voor de andere zettingsommen.
- De woonterp is zo breed gemaakt dat hetzelfde effect, als een oneindig brede grondterp, wordt verkregen. De zettingslijnen lopen evenwijdig aan elkaar;
- Het talud van de woonterp is 1 : 3;
- De woonterp en de klimaatdijk zijn volledig van zand gemaakt. Hierdoor zijn de volumieke gewichten van alle ophooglagen gelijk aan elkaar. Er is een referentieberekening gemaakt, waarbij alleen de klimaatdijk is meegenomen;
- De opbolling van de grondwaterstand is onder de woonterp en klimaatdijk gevarieerd met geen opbolling, 1 meter opbolling en 2 meter opbolling. De opbolling is in Msettle gemodelleerd als een negatieve belasting;
- In afbeelding 3.1 is de doorsnede van de klimaatdijk en woonterp gegeven met de verschillende grondwaterstanden;
- Er is alleen gekeken naar de situatie in de eindfase. De stabiliteit tijdens de aanleg van de klimaatdijk en/of woonterp is niet beschouwd en zal in een volgende fase moeten worden onderzocht. De maximaal te halen snelheid van ophogen hangt namelijk af van de stabiliteit van de ophooglagen. Dit heeft uiteindelijk ook weer invloed op de te verwachten (rest-)zettingen.

Afbeelding 3.1. Doorsnede klimaatdijk + woonterp en variaties grondwaterstanden



3.3.1. Effect van opbolling grondwaterstand op zetting

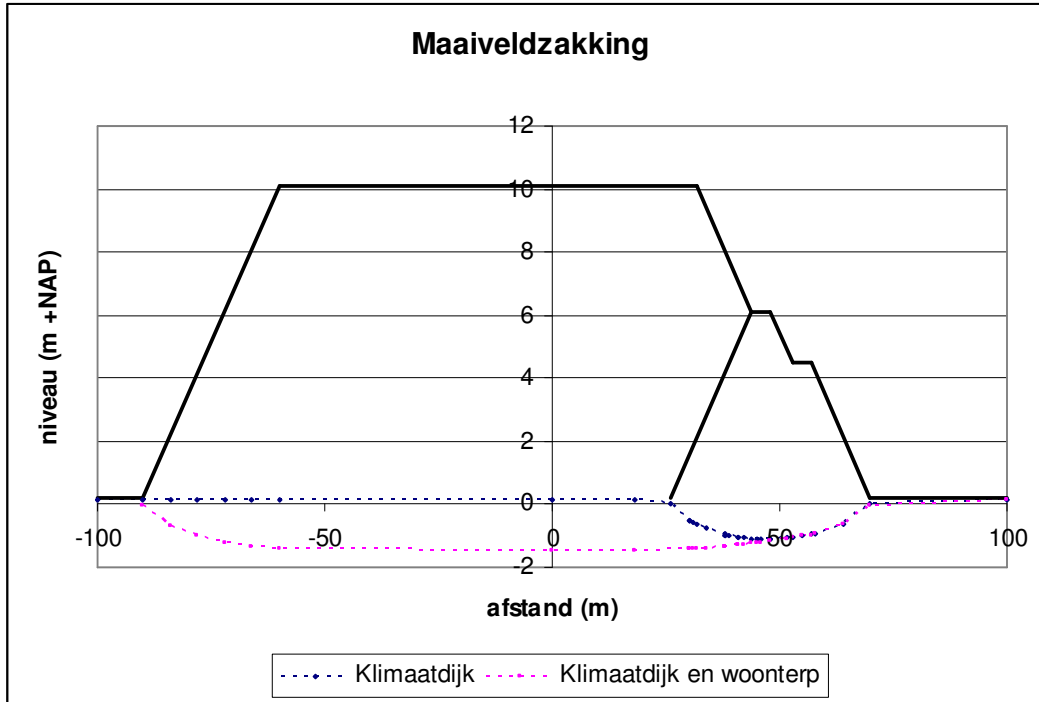
De resultaten van de zettingen zonder zettingscompensatie in de eindsituatie zijn weergegeven in tabel 3.4. De resultaten zijn op verschillende doorsneden gegeven, zoals bij de woonterp, de kruin en de berm van de klimaatdijk. De opbolling van de grondwaterstand heeft een relatief klein effect op de eindzetting ter plaatse van de kruin (circa 2% bij 2m opbolling).

Tabel 3.4. Zetting bij variaties met opbolling grondwaterstand (t=52 jaar) (zonder zettingscompensatie)

Locatie	Snedes Msheet	Situatie zonder woonterp [m]	Opbolling gws 2 meter [m]	Opbolling gws 1 meter [m]	Opbolling gws 0 meter [m]
Berm klimaatdijk	28 (x = 0,0)	1,192	1,213	1,214	1,214
Kruin klimaatdijk	23 (x = 46,0)	1,304	1,371	1,384	1,398
Woonterp	8 (x = 55,1)	nvt	1,627	1,649	1,671

De aanwezigheid van de woonterp resulteert in een spanningstoename in de ondergrond waardoor zettingen groter zijn, dan in het referentiescenario (alleen klimaatdijk). In onderstaand figuur is de maai-veldzakking weergegeven voor de situaties in - en exclusief de aanwezigheid van de woonterp. De zetting ter plaatse van de kruin van de klimaatdijk is ongeveer 10 cm hoger dan in de situatie zonder woonterp.

Afbeelding 3.2. Maaiveldzakking bij situatie met en zonder woonterp



3.3.2. Effect van opbolling grondwaterstand op restzetting

De restzetting na een aanlegfase van 2 jaar is in onderstaande tabel voor verschillende opbollingen van de grondwaterstand weergegeven. De waarden vallen beneden de gestelde restzettingseis van 50 cm na 2 jaar. Er is hierbij geen rekening gehouden met zettingscompensatie. De resultaten met zettingscompensatie zijn weergegeven in de volgende paragraaf.

Tabel 3.5. Restzetting na aanleg 52 jaar (zonder zettingscompensatie).

Locatie	Snedes Msheet	Situatie zonder woonterp [m]	Opbolling gws 2 meter [m]	Opbolling gws 1 meter [m]	Opbolling gws 0 meter [m]
Berm klimaatdijk	28 (x = 0,0)	0,175 ¹	0,177	0,177	0,177
Kruin klimaatdijk	23 (x = 46,0)	0,193 ²	0,208	0,206	0,204
Woonterp	8 (x = 55,1)	nvt	0,267	0,263	0,259

¹ Snede 30 (x = 55,1) in Msheet;

² Snede 25 (x = 46,0) in Msheet.

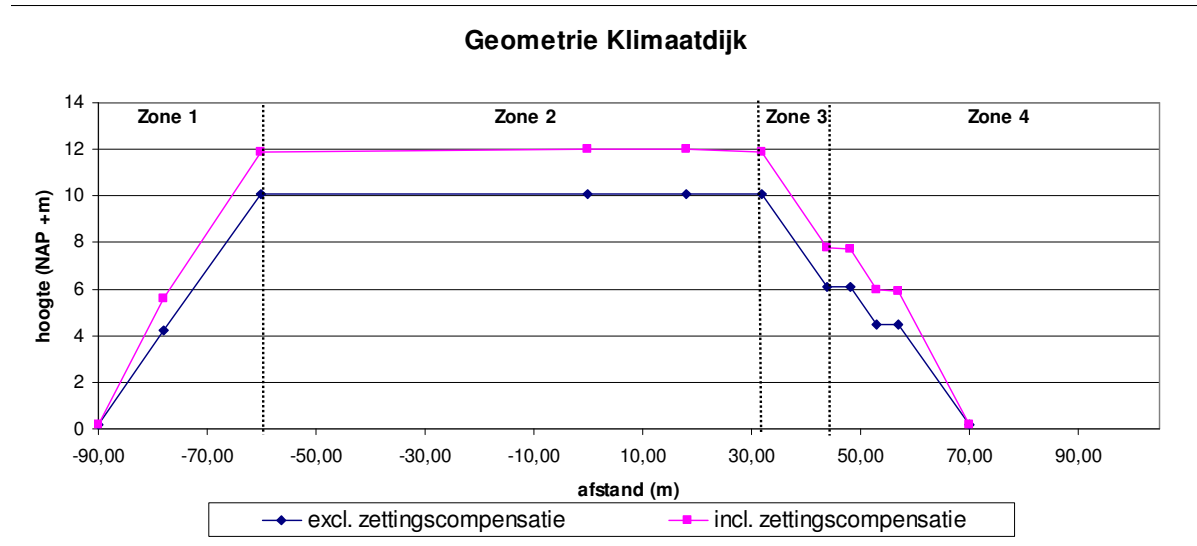
3.3.3. Bepaling zettingscompensatie klimaatdijk en woonterp

De resultaten van de zettingscompensatie zijn, zonder het meenemen van de gunstig werkende opbolling van de grondwaterstand, in tabel 3.6 weergegeven. De zettingscompensatie is hierbij gelijk gehouden aan de totale zakking van het grondlichaam. In afbeelding 3.3 is de geometrie van de klimaatdijk weergegeven waarin rekening is gehouden met zettingscompensatie.

Tabel 3.6. Zettingscompensatie (52 jaar) bij opbolling grondwaterstand van 0 m

Locatie	Snede Msheet	Zettingscompensatie [m]
Berm klimaatdijk	28 (x = 0,0)	1,5
Kruin klimaatdijk	23 (x = 46,0)	1,7
Woonterp	8 (x = 55,1)	1,9

Afbeelding 3.3. Geometrie met en zonder zettingscompensatie



De restzetting bij de berekening met zettingscompensatie zijn:

- 0,29 m bij de woonterp;
- 0,24 m bij de kruin van de klimaatdijk;
- 0,21 m bij de berm van de klimaatdijk.

De restzetting voldoet ook bij een berekening met zettingscompensatie aan de gestelde eis van 50 cm.

Geconcludeerd kan worden dat het aanbrengen van de woonterp invloed heeft op de totale zetting van de berm en kruin van de klimaatdijk. De zetting zal met ongeveer 40 cm toenemen bij het aanbrengen van een woonterp achter de klimaatdijk.

Doordat de zetting toeneemt, zal er ook meer zettingscompensatie toegepast moeten worden.

4. STABILITEIT TIJDENS DE BOUWFASE

Om een inschatting te hebben van de uitvoeringsmethode en de extra kosten die dat mogelijk met zich meebrengt, is de stabiliteit gedurende de aanlegfase onderzocht. Voor deze analyse zijn de berekening voor zettingcategorie C gebruikt als basis. Het grondprofiel van deze categorie is representatief voor het gebiedsbrede gemiddelde. Sommige dijkvakken zijn slechter en zullen om extra maatregelen vragen in de uitvoering, andere vakken hebben een sterkere grondopbouw en behoeven minder maatregelen.

Als uitgangspunt is een gefaseerde aanlegmethode gekozen met ophoogslagen van telkens 1 m. Tussen de ophoogslagen is een consolidatieperiode aangehouden van circa 200 dagen. Bij deze methode

is de stabiliteit van het grondlichaam na de tweede ophoogslag reeds onvoldoende. Om de stabiliteit tijdens de aanleg te vergroten zijn een aantal maatregelen onderzocht:

1. tijd tussen de ophoogslagen vergroten;
2. kleinere ophoogslagen;
3. taluds ophoging verflauwen;
4. grondverbetering.

tijd tussen de ophoogslagen vergroten

Onderzocht is de situatie waarbij de wateroverspanning in de ondergrond ten gevolge van de eerste ophoging voor 80 % is geconsolideerd (circa 200 dagen). De wateroverspanning in de ondergrond ten gevolge van de tweede ophoging is per definitie voor 0 % geconsolideerd. Om de haalbaarheid van een langere consolidatieperiode te onderzoeken, is voor het aanlegprofiel in de berekeningen 100 % consolidatie aangenomen. Dit komt overeen met een consolidatieperiode van circa 10 jaar tussen de eerste en de tweede ophoogslag. Dit zorgde bij het gewenste zandprofiel niet tot voldoende stabiliteit.

kleinere ophoogslagen

Door kleinere ophoogslagen toe te passen wordt de spanningstoename en daarmee de waterspanning in de ongeconsolideerde grond beperkt. Dit leidt tot een grotere stabiliteit. In de vorige paragraaf is de stabiliteit van de ophoging reeds getoetst bij een volledige consolidatie. Het beperken van het ongeconsolideerd gedrag door de ophoogslagen te beperken is nooit gunstiger dan deze situatie. Het verkleinen van de ophoogslagen zal daarom niet leiden tot een stabiel grondlichaam.

taluds ophoging

In de stabiliteitsberekeningen is het talud gevarieerd van 1:3 tot 1:5. Een flauwer talud zorgt voor een grotere stabiliteit, maar is op zichzelf als maatregel onvoldoende.

Een soort van taludverflauwing is het aanbrengen van een berm gedurende de aanlegfase. Hiervoor zijn geen berekeningen uitgevoerd.

grondverbetering

Om de invloed van een grondverbetering te onderzoeken is onder de ophoging een laag van één meter van de ondergrond vervangen door zand. Het toepassen van grondverbetering geeft meer stabiliteit

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in tabel 4.1.

tabel 4.1. Resultaten Stabiliteitsberekeningen sectie KD2

berekening	talud ophoging		grondverbetering		mate van consolidatie		stabiliteitsfactor
	[-]	[-]	[-]	[-]	ophoging 1	ophoging 2	
					[%]	[%]	[-]
1	1:3	nee			100	100	0,81
2	1:3	nee			80	0	0,65
3	1:4	nee			100	100	0,88
4	1:4	nee			80	0	0,71
5	1:5	nee			100	100	0,97
6	1:5	nee			80	0	0,81
7	1:3	ja			100	100	0,88
8	1:3	ja			80	0	0,74
9	1:5	ja			80	0	0,96

Uit de resultaten van de stabiliteitsberekeningen volgt dat de maatregelen wel effect hebben, maar niet voldoende. De maatregel met het grootste effect is het toepassen van een grondverbetering. Om de stabiliteit te verbeteren kunnen de volgende grondverteringen worden toegepast:

1. afgraven van 'slappe' grond en vervangen door zand;
2. soil mixing, mengen van de slappe grond met materiaal waardoor de grond sterker/stijver wordt;
3. aanbrengen van geotextiel.

De eerste twee maatregelen hebben als voordeel dat ze ook de restzetting beperken, maar zijn relatief duur. Het aanbrengen van geotextiel verbetert de stabiliteit, maar moet worden gecombineerd met overhoogte om ook de restzettingen te beperken. In het waterkeringsplan is ten behoeve van de kostenraming (voorlopig) gekozen voor de optie met een geotextiel in combinatie met voorbelasten.

4.1.1. Berekening stabiliteit gezet profiel

Het toepassen van geotextiel wordt veelvuldig bij dijken gebruikt. Een groot nadeel is dat het onduidelijk en niet meetbaar is wat de kwaliteit van het geotextiel is na een aantal jaar. De wens van het Waterschap Groot Salland is daarom dat het geotextiel vanaf een zeker moment niet meer nodig is als constructief element.

Met een stabiliteitsberekening is onderzocht of een geotextiel nog nodig is als de dijk 10 jaar in gebruik is. Om dit te bepalen is een het gezette profiel na 10 jaar bepaald en is de buitenwaartse stabiliteit bepaald. Uit de berekening volgt een stabiliteitsfactor van 1,16 wat betekent dat de dijk zonder geotextiel stabiel is.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

conclusies zetting

In de notitie zijn voor verschillende dijkvakken de eindzetting en restzetting bepaald. De zetting van de kruin varieert tussen de 1,3 en 2,0 m. De restzetting is voor circa 50 % van de dijkvakken groter dan de minimumeis van 0,5 m. Om aan de restzettingseis te voldoen, wordt voor deze vakken voorgesteld een overhoogte aan te brengen gedurende de aanleg. Deze overhoogte is meegenomen in de kostenraming.

conclusie effect woonterp

De volgende conclusies worden getrokken met betrekking tot de aanleg van de woonterp:

- De restzetting voldoet ook bij een berekening met zettingscompensatie aan de gestelde eis van 50 cm;
- het aanbrengen van de woonterp heeft invloed op de totale zetting van de berm en kruin van de klimaatdijk. De zetting zal met ongeveer 40 cm toenemen bij het aanbrengen van een woonterp achter de klimaatdijk;
- Doordat de zetting toeneemt, zal er ook meer zettingscompensatie toegepast moeten worden;
- De opbolling van de grondwaterstand heeft een relatief klein effect op de eindzetting ter plaatse van de kruin (circa 2% bij 2m opbolling).

conclusies aanlegstabiliteit

Een traditionele ophoging met (kleine) ophoogslagen en voldoende consolidatietijd tussen twee ophoogslagen is niet haalbaar in de gewenste aanlegtijd van 2 jaar. Om de stabiliteit tijdens de uitvoering voldoende veilig te maken zijn aanvullende maatregelen nodig.

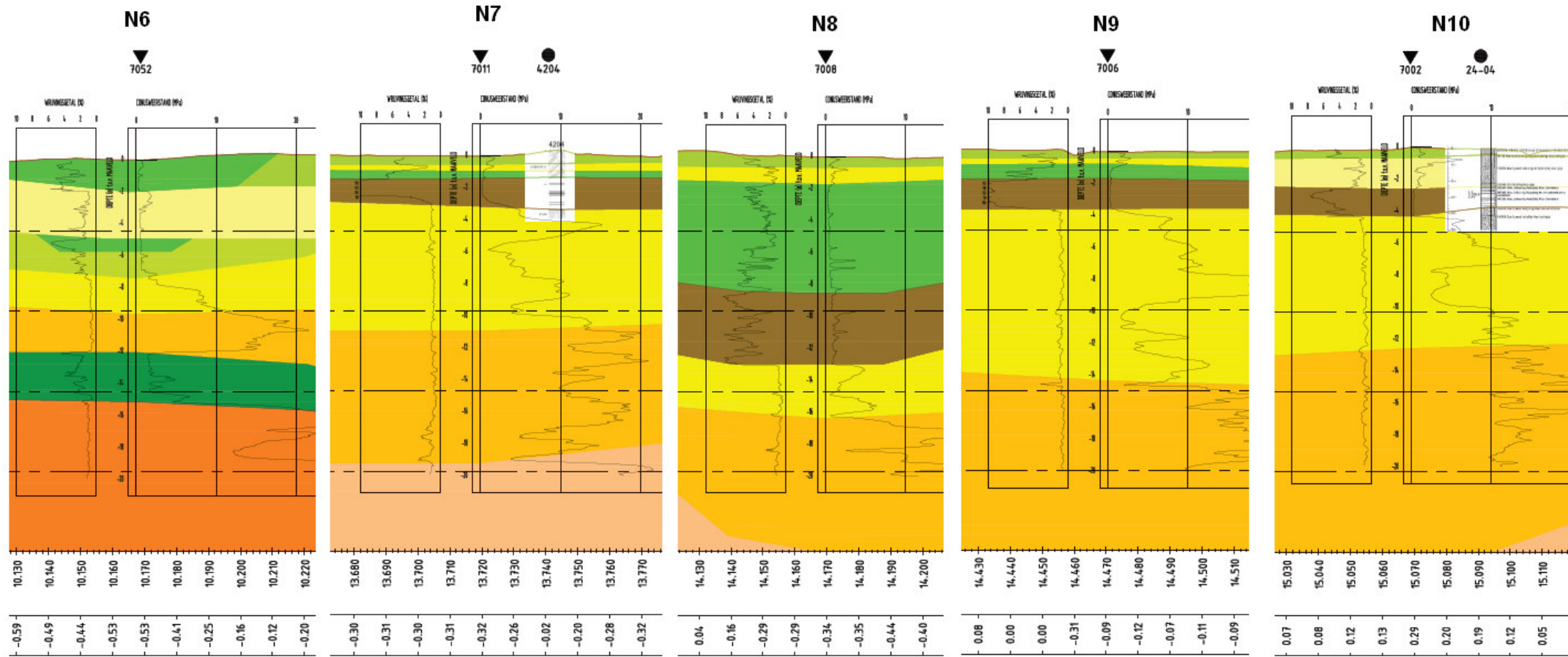
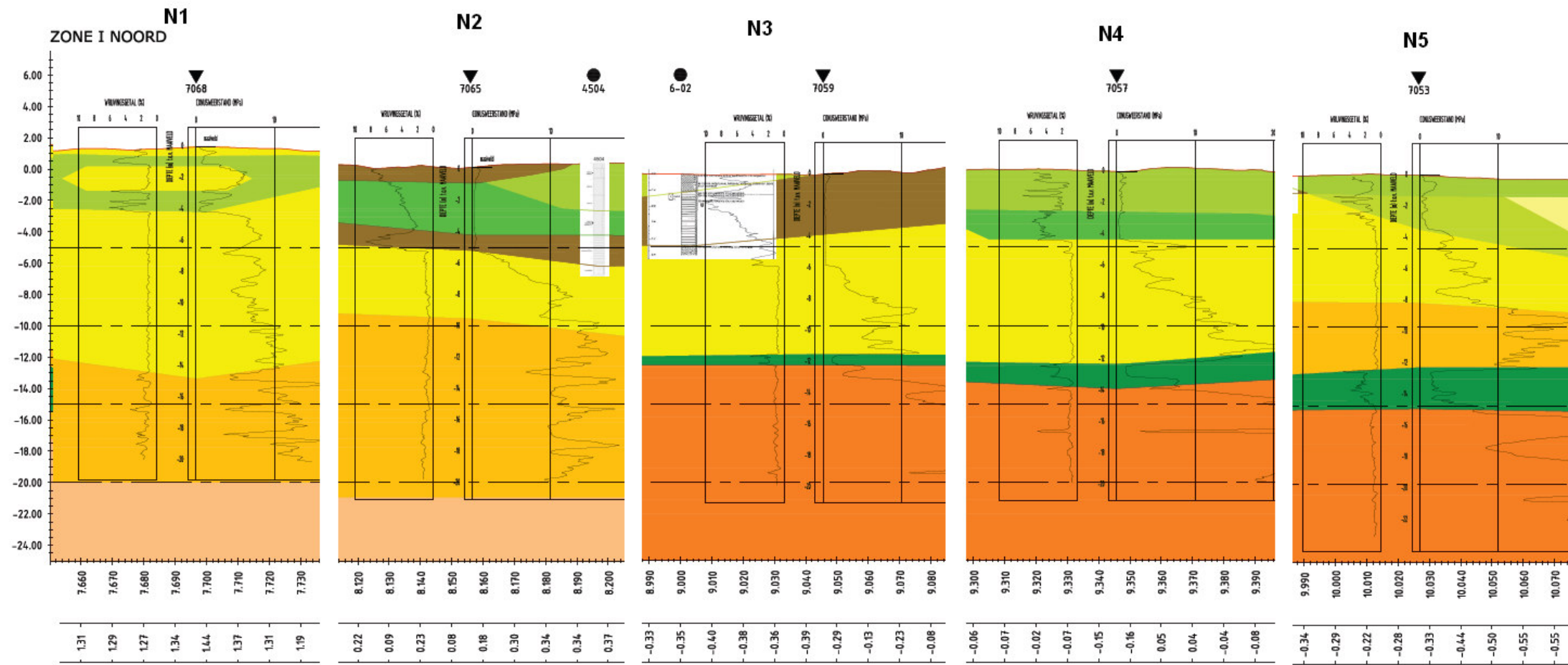
Voor de kostenraming van de bypassdijken is in het waterkeringsplan gekozen voor het toepassen van een geotextiel als versterkend lijnelement onder de basis van de dijken. Dit geotextiel heeft gedurende de eerste tien jaar een sterktefunctie. Naar verwachting is na tien jaar het profiel ten gevolge van zetting voldoende stabiel om zonder geotextiel te functioneren.

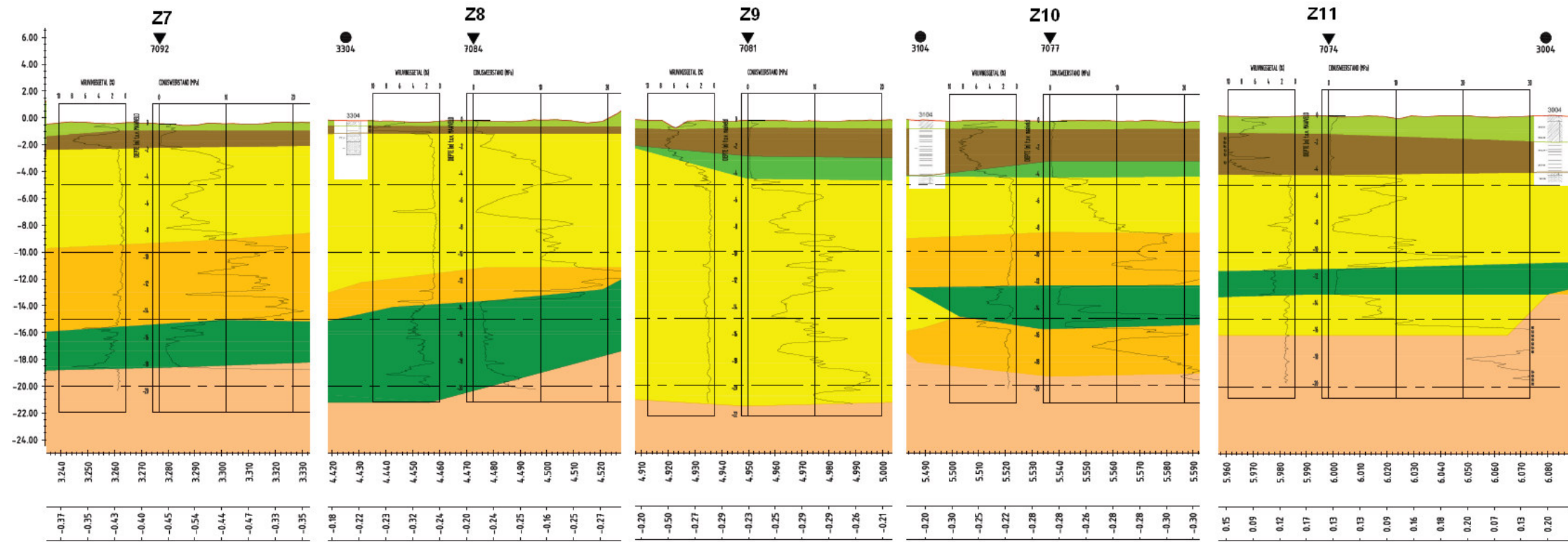
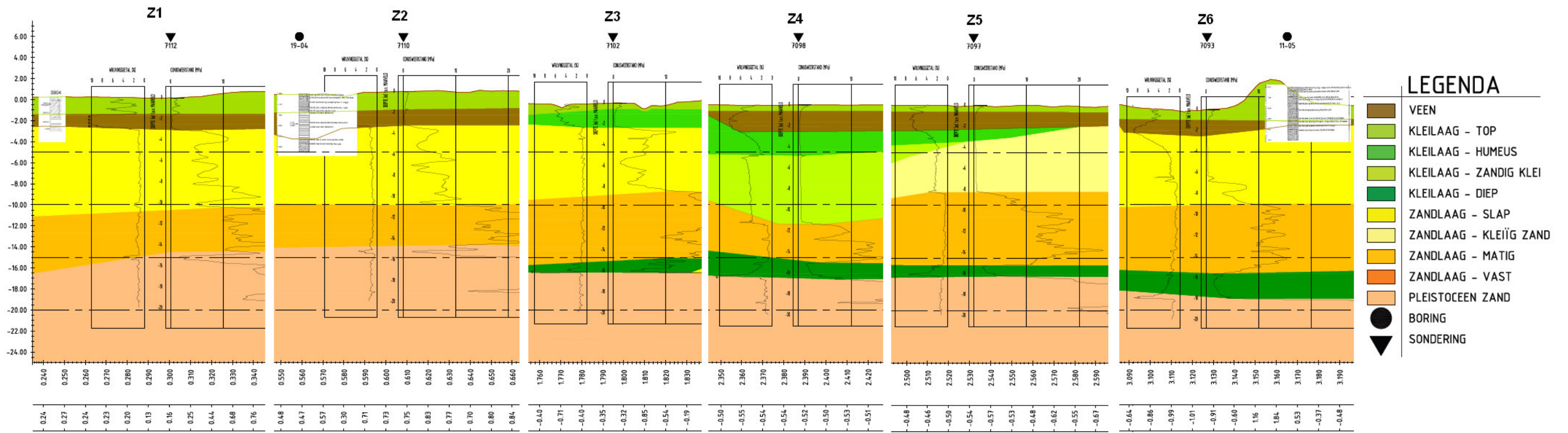
aanbevelingen

Bij het opstellen van het uitvoeringsontwerp wordt aanbevolen de volgende punten mee te nemen:

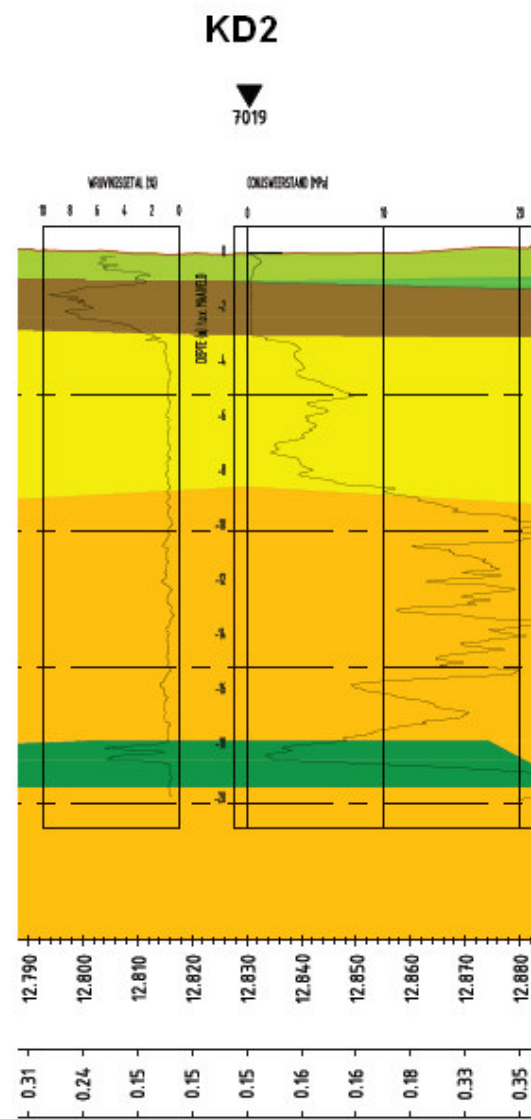
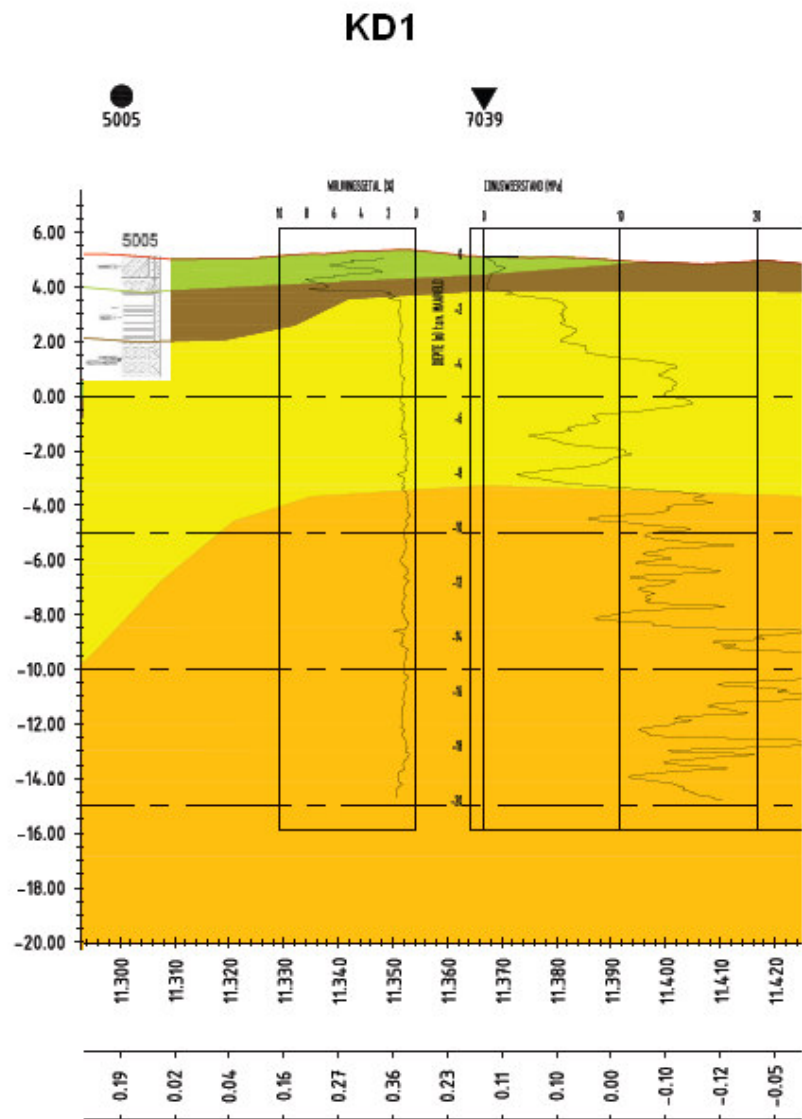
- de stijghoogte in de eerste zandlaag moet nauwkeuriger worden gemodelleerd;
- door de aanwezigheid van veenlagen moet in de uitvoering speciale aandacht worden besteed aan het mechanisme squeeasing;
- gezien de grote zettingsverschillen over een dwarsdoorsnede moet nader bepaald worden of geotextielen deze verschillen kunnen opvangen;
- de aangeleverde parameters vanuit het laboratoriumonderzoek zijn Koppejan zettingsparameters. Bij eventueel vervolgonderzoek is het van belang andere parameters op te vragen (bijv. Isotachenparameters), omdat deze vanuit de normen verplicht zijn;
- de restzettingseis van 0,5 m stelt mogelijk aanvullende eisen aan wegen en fietspaden op de dijk.

BIJLAGE I Maatgevende bodemopbouw per sectie





Onderwerp: Maatgevende dwarsdoorsneden
 per sectie: Klimaatdijk
 Projectcode: ZL384-71
 Projectnaam: IJsseldelta-Zuid
 Opsteller: Marco Spikker
 Datum: 29-09-2010

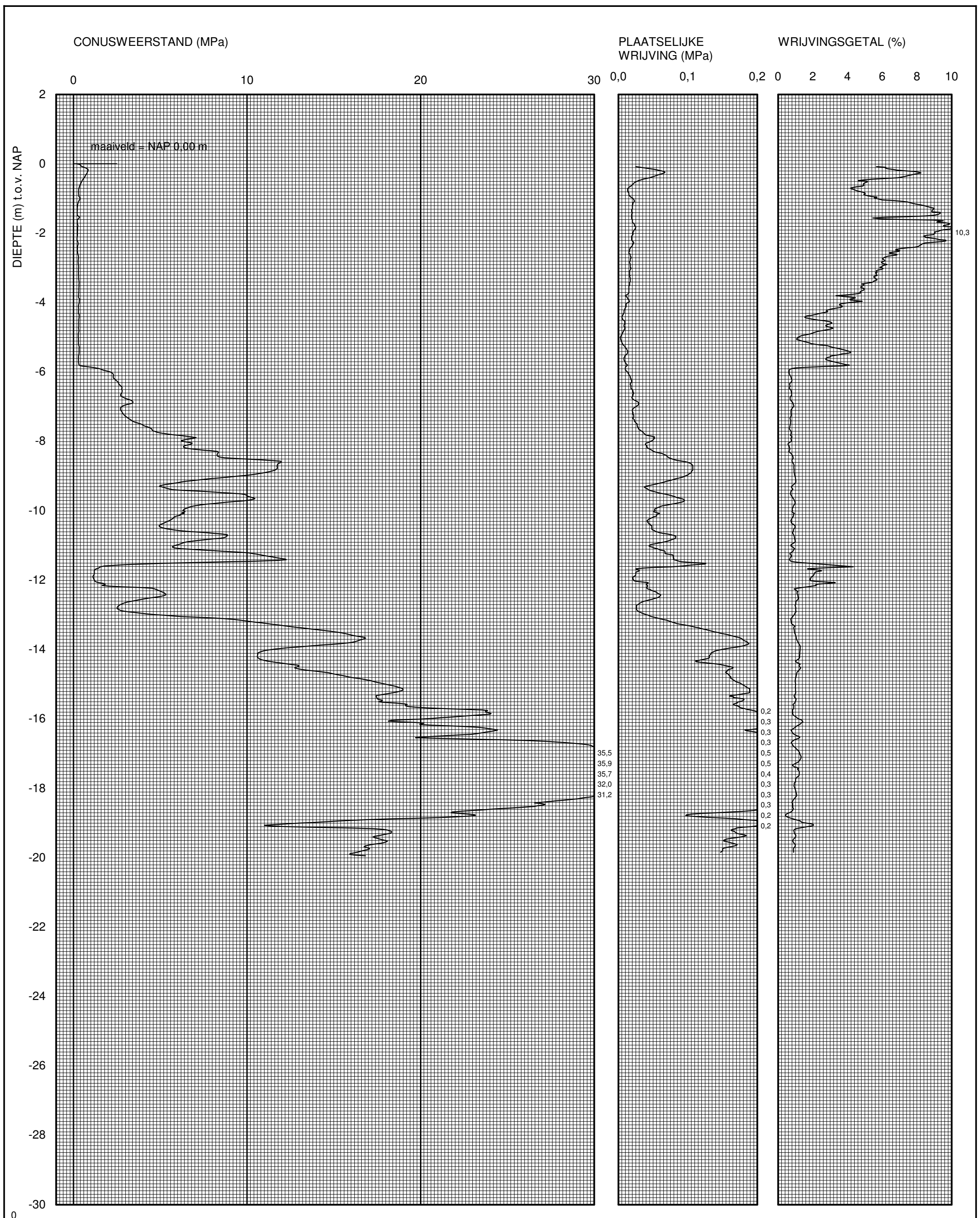


LEGENDA

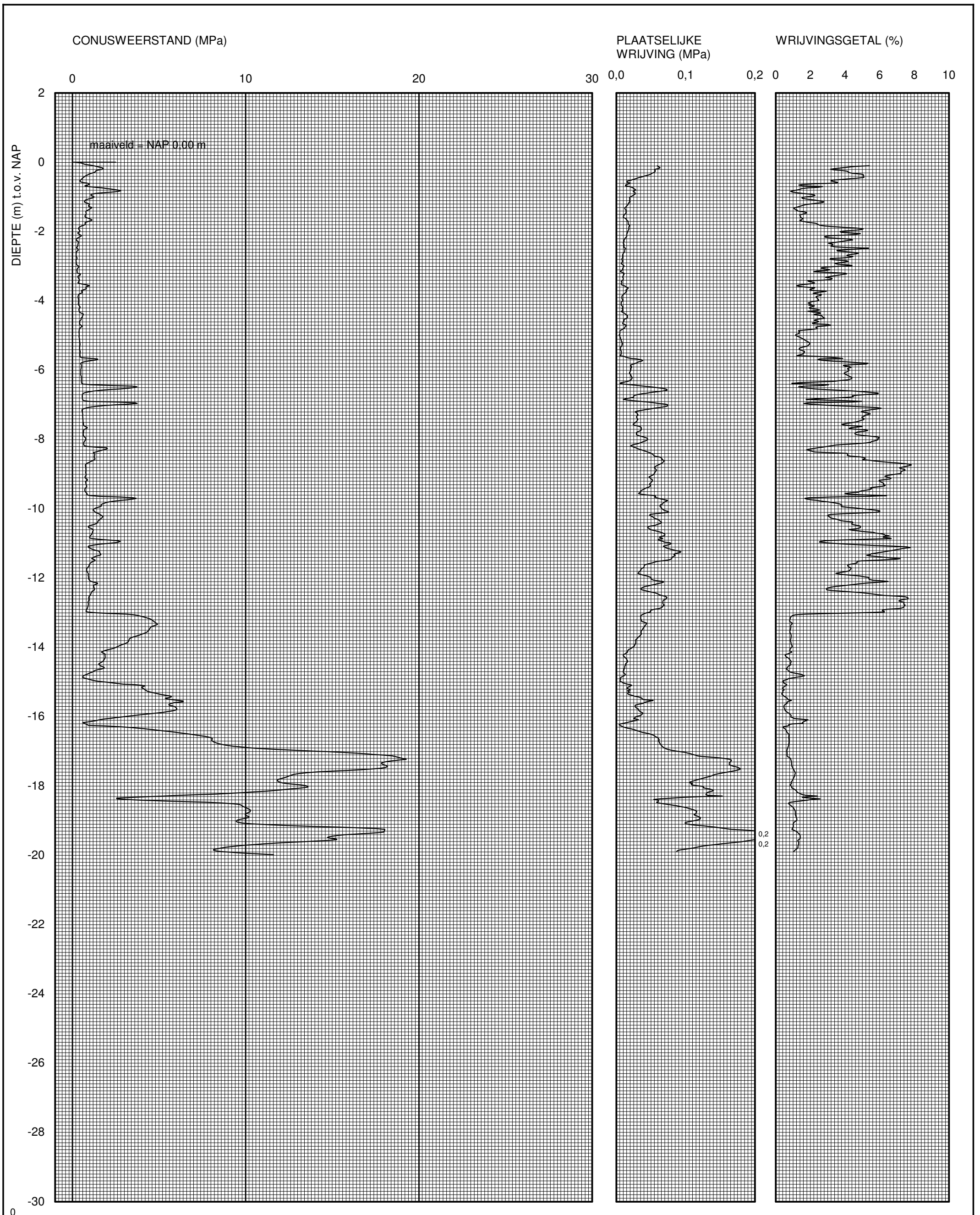
- VEEN
- KLEILAAG - TOP
- KLEILAAG - HUMEUS
- KLEILAAG - ZANDIG KLEI
- KLEILAAG - DIEP
- ZANDLAAG - SLAP
- ZANDLAAG - KLEIÏG ZAND
- ZANDLAAG - MATIG
- ZANDLAAG - VAST
- PLEISTOCEN ZAND
- BORING
- SONDERING

Onderwerp: Maatgevende dwarsdoorsneden
 per sectie: Klimaatdijk
 Projectcode: ZL384-71
 Projectnaam: IJsseldelta-Zuid
 Opsteller: Marco Spikker
 Datum: 29-09-2010

BIJLAGE II Sonderingen en boringen



	Telefoon	datum	get.	Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2	
	Telefax	2010-03-25	-	Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-1723, voorzien van elektrische opnemers voor conusweerstand en plaatselijke wrijving.	
-	-	CPT-6010-0090-000/-	gez.	Geodetische bijzonderheden:	
		BIJL. -	form.	MV = NAP 0,00 m X = 0,00 m Y = 0,00 m	
Sondering 7059			A3	Meetbereiken: Conusweerstand: 50 MPa Plaatselijke wrijving: 0,7 MPa Waterspanning: 1 MPa Conushelling: 350 mRad	



Witteveen + Bos Witteveen+Bos

Telefoon
Telefax

datum
2010-04-27

get.
-

Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2
Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-2178, voorzien van elektrische opnemers voor
conusweerstand en plaatselijke wrijving.

gez.
CPT-6010-0090-000/-

Geodetische bijzonderheden:
MV = NAP 0,00 m
X = 0,00 m
Y = 0,00 m

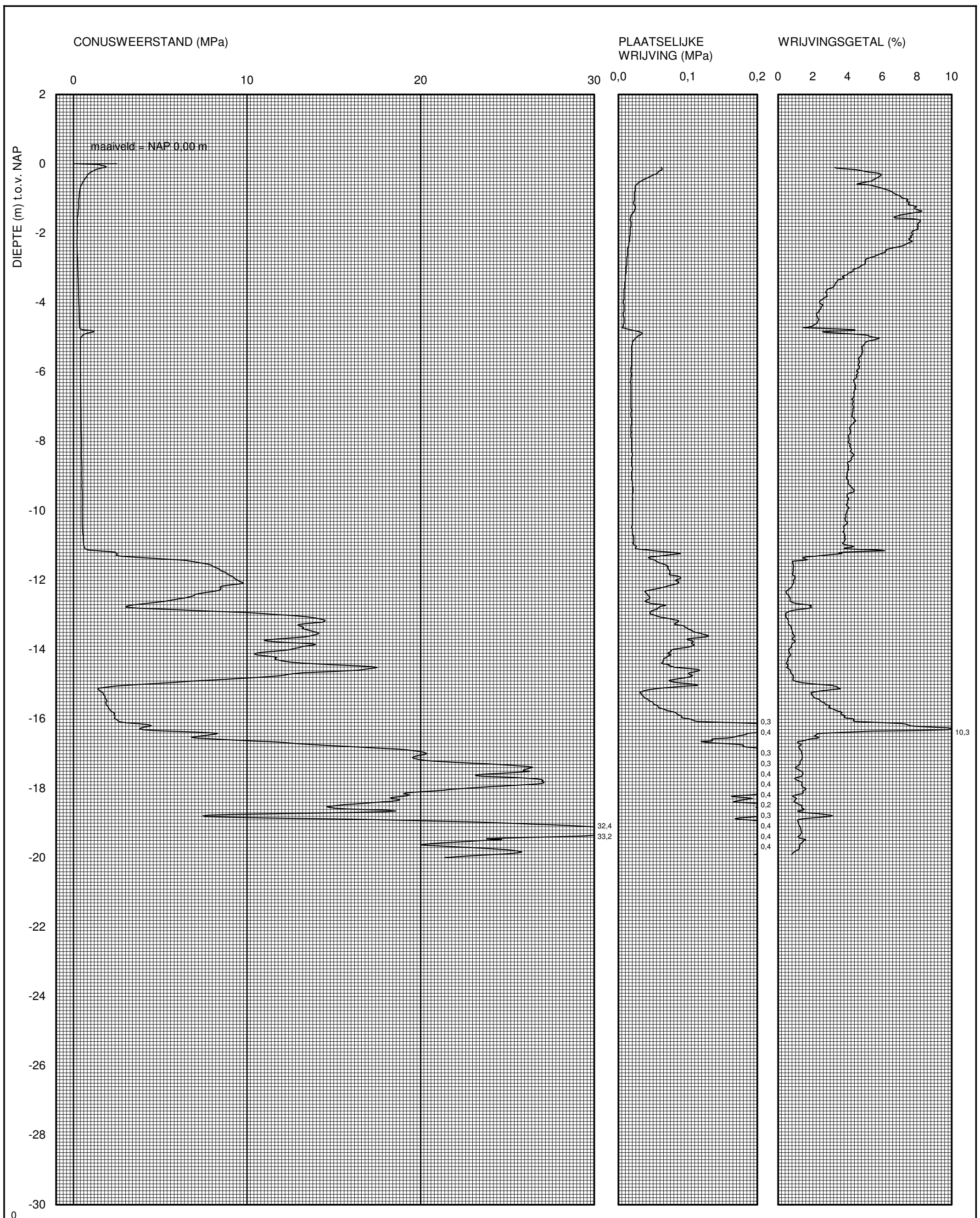
Meetbereiken:

Conusweerstand: 50 MPa
Plaatselijke wrijving: 0,7 MPa
Waterspanning: 1 MPa
Conushelling: 350 mRad

Sondering 7008

BIJL. -

form.
A3



Witteveen + Bos Witteveen+Bos

Telefoon
Telefax

datum
2010-04-28

get.
-

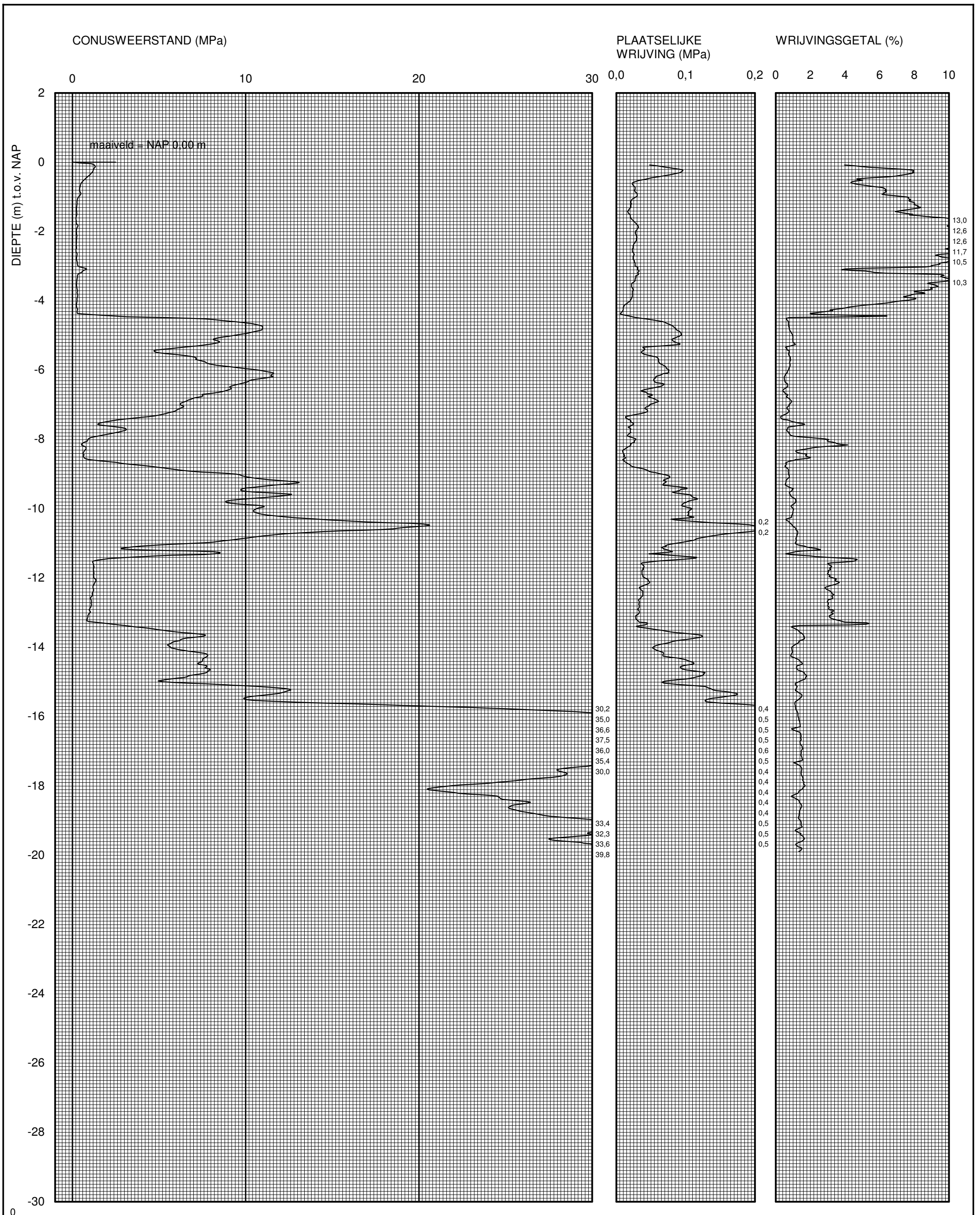
Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2
Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-2178, voorzien van elektrische opnemers voor conusweerstand en plaatselijke wrijving.

-
-
Sondering 7098

gez.
CPT-6010-0090-000/-
form.
A3

Geodetische bijzonderheden:
MV = NAP 0,00 m
X = 0,00 m
Y = 0,00 m

Meetbereiken:
Conusweerstand: 50 MPa
Plaatselijke wrijving: 0,7 MPa
Waterspanning: 1 MPa
Conushelling: 350 mRad



Witteveen+Bos Witteveen+Bos

Telefoon
Telefax

datum
2010-04-23

get.
-

Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2
Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-2178, voorzien van elektrische opnemers voor
conusweerstand en plaatselijke wrijving.

gez.
CPT-6010-0090-000/-

Geodetische bijzonderheden:
MV = NAP 0,00 m
X = 0,00 m
Y = 0,00 m

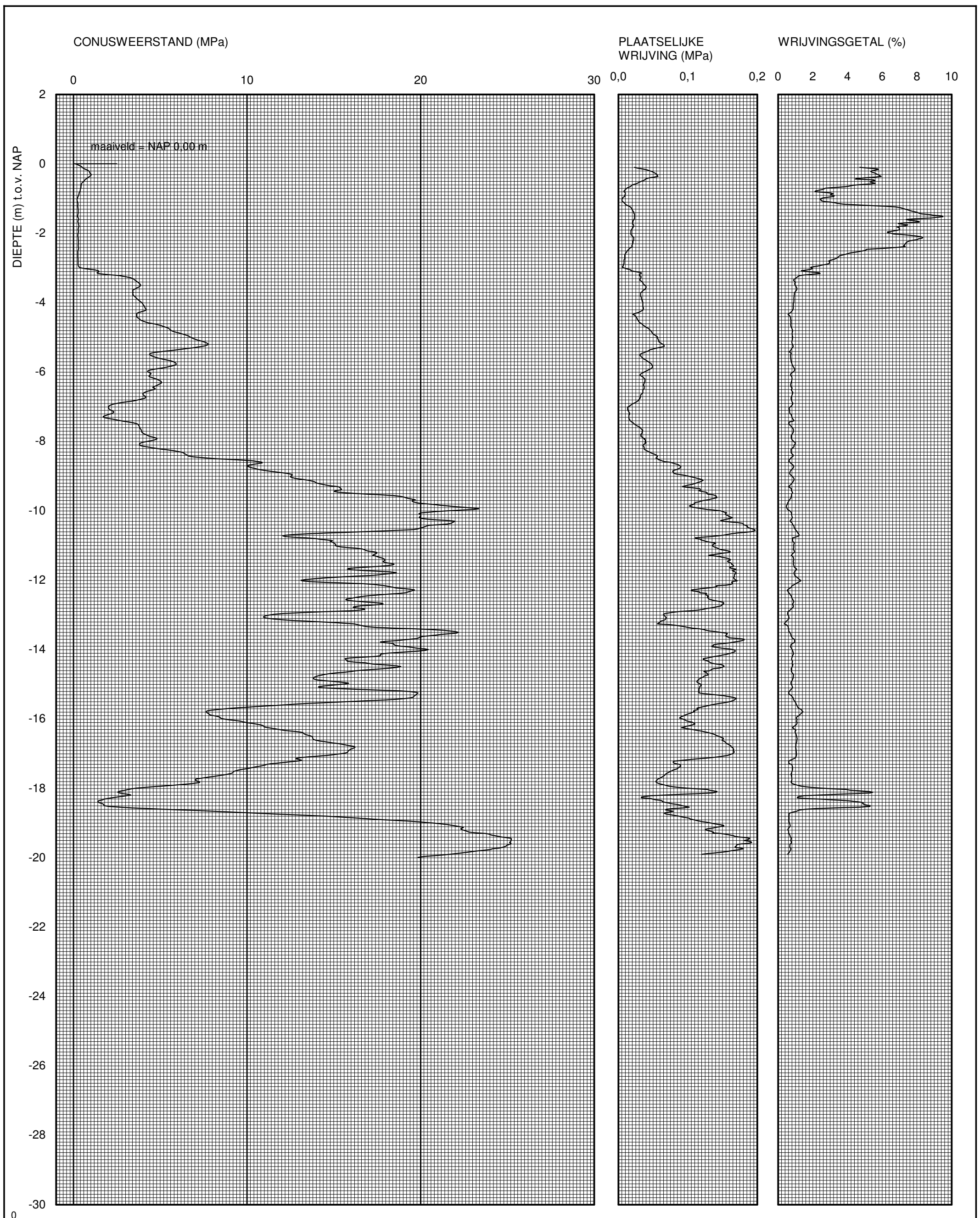
Meetbereiken:

Conusweerstand: 50 MPa
Plaatselijke wrijving: 0,7 MPa
Waterspanning: 1 MPa
Conushelling: 350 mRad

Sondering 7074

BIJL. -

form.
A3



	Telefoon	datum	get.	Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2 Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-2041, voorzien van elektrische opnemers voor conusweerstand en plaatselijke wrijving.	
	Telefax	2010-03-22	-		
-	-	CPT-6010-0090-000/-	gez.	Geodetische bijzonderheden: MV = NAP 0,00 m X = 0,00 m Y = 0,00 m	
		BIJL. -	form.		
Sondering 7019			Meetbereiken:		Conusweerstand: 50 MPa Plaatselijke wrijving: 0,7 MPa Waterspanning: 1 MPa Conushelling: 350 mRad

3604

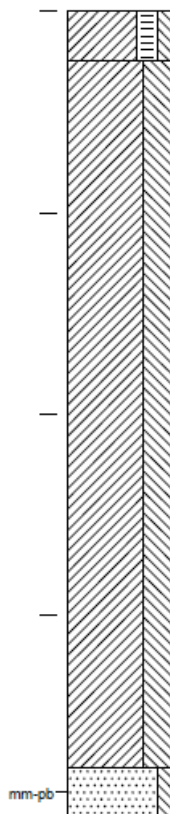
0,00 t.o.v. MV

-2,00

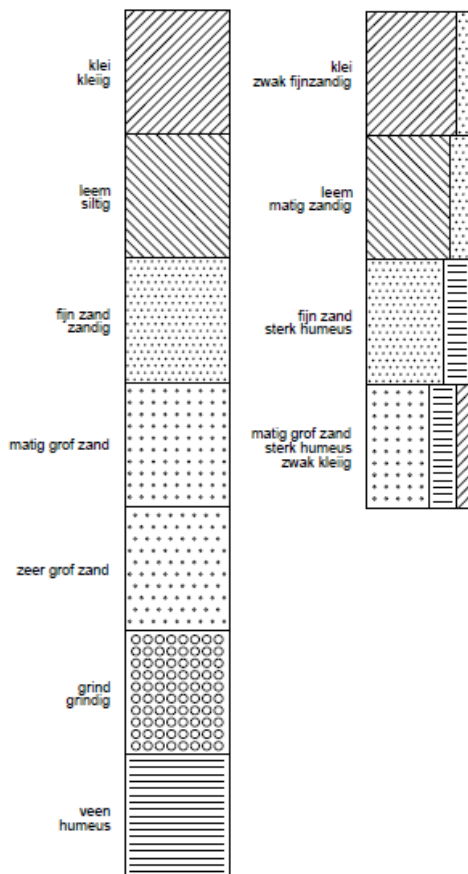
-4,00

-6,00

-8,00



Legenda boorprofielen
arcERING conform NEN 5104



Projectcode 37410301_raaen totaal2	Projectnaam Usseldelta raalen totaal	Boornummer R0-02	Locatie weland	Datum 14-9-2007
Beschrijver J Dikkema	Boorfirma Mug Ingenieursbureau	Boormethode Edelmanboor	Maatveldhoogte	Globale grondwaterstand

Boorprofiel getekend volgens NEN 5104

Bodam-
monster

Bodem-
onderzoek

0 m

1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

R0-2-0
1



0-50; Klei, licht humeus, licht zandig; Roest, Kleur: donkergeelbruin

50-110; Klei, matig humeus, licht zandig; Vanigeddel, plantenresten (sterk); Kleur: donkerbruin

110-120; Veen, licht kleig; Kleur: donkerbruin

120-160; Veen, licht kleig; Kleur: donkerbruin

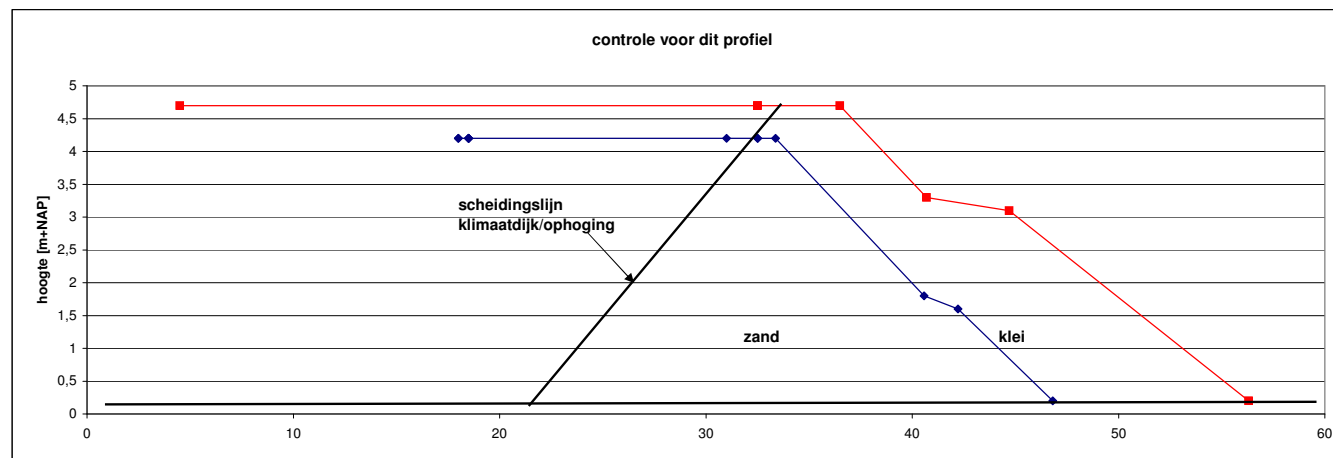
160-440; Veen, licht kleig; Kleur: donkerbruin

440-500; Matig fijn zand, licht siltig; Kleur: donkergris

BIJLAGE III Geometrie dwarsprofiel beschouwde dijkvakken

Sectie KD2

Insteek/ruimtereservering	18 m
ruimtereservering tussen sloot en berm	0 m
Zetting berm (inc compensatie)	0,55 m
Zetting kruin (inc compensatie)	0,8 m
Maaiveld	0,2 m+NAP
Bodem sloot	0,2 m+NAP
Bermhoogte	1,3 m+NAP
Brembreedte	14 m
Kruinhoogte	4,7 m+NAP
Buitentalud boven	3 1:x
Buitentalud onder	4 1:x
Hoogte buitenberm (pt 17)	3,3 m+NAP
Breedte buitenberm	4 m



excl. zettingscomp		punt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
zand (blauw)	x		18	18	18,5	18,5	18,5	18,5	31	32,5	32,5	33,38	40,58	42,22	46,82						
	y		4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	1,8	1,6	0,2						
klei (rood)	x														4,5	32,5	32,5	36,5	40,7	44,7	56,3
	y														4,7	4,7	4,7	4,7	3,3	3,1	0,2

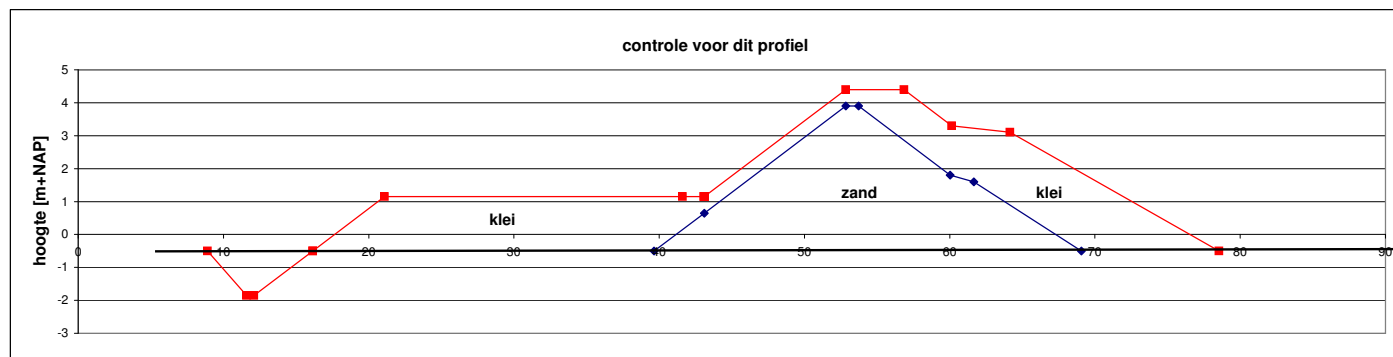
Kleilaagdikte

coördinaat	van	tot	dikte	dikte incl klink
[m]	[m+NAP]	[m+NAP]	[m]	[m]
32,5	4,7	4,2	0,5	0,5
33,5	4,7	4,2	0,5	0,5
36,5	4,7	3,3	1,5	1,5
40,7	3,3	1,8	1,5	1,6
44,7	3,1	0,8	2,4	2,5
47,0	3,3	0,2	3,1	3,2
56,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sectie N3

Insteek/ruimtereservering
 ruimtereservering tussen sloot en berm
 Zetting berm (inc compensatie)
 Zetting kruin (inc compensatie)
 Maaiveld
 Bodem sloot
 Bermhoogte
 Bremsbreedte
 Kruinhoogte
 Buitentalud boven
 Buitentalud onder
 Hoogte buitenberm (pt 17)
 Breedte buitenberm

8,9 m
 0 m
 1,6 m
 2,2 m
 -0,5 m+NAP
 -1,85 m+NAP
 1,15 m+NAP
 22 m
 4,4 m+NAP
 3 1:x
 4 1:x
 3,3 m+NAP
 4 m



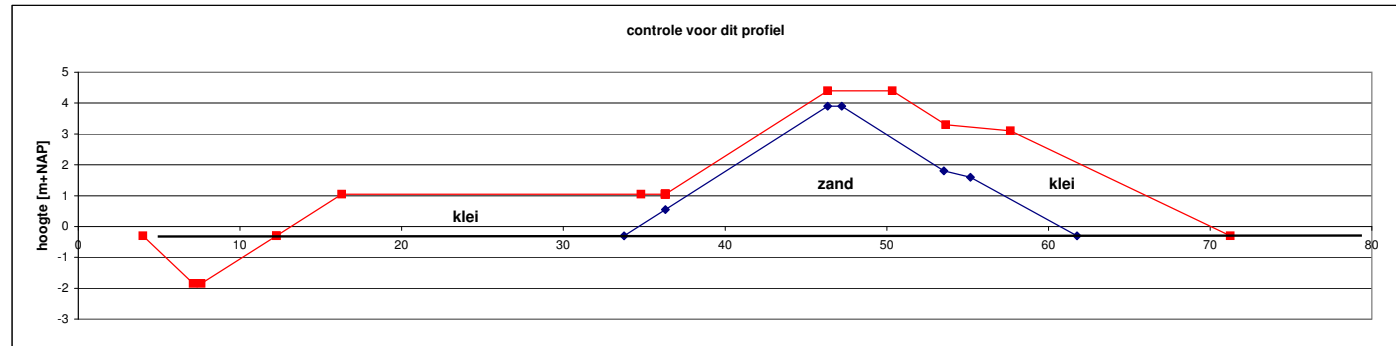
		punt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
excl. zettingscomp	zand (blauw)	x							39,65	43,1	52,85	53,73	60,03	61,67	69,07						
		y							-0,5	0,65	3,9	3,9	1,8	1,6	-0,5						
klei (rood gestreep)	x		8,9	11,6	12,1	16,15	16,15	21,1	41,6							43,1	52,85	56,85	60,15	64,15	78,55
	y		-0,5	-1,85	-1,85	-0,5	-0,5	1,15	1,15							1,15	4,4	4,4	3,3	3,1	-0,5
helling [%]								33%		-33%	33%		-33%	-12%	-28%		33%		-33%	-5%	-25%

Kleilaagdikte

coördinaat	van	tot	dikte	dikte incl klink
[m]	[m+NAP]	[m+NAP]	[m]	[m]
43,1	1,2	0,7	0,5	0,5
52,9	4,4	3,9	0,5	0,5
53,7	4,4	3,9	0,5	0,5
56,9	4,4	2,8	1,6	1,7
60,2	3,3	1,8	1,5	1,6
61,7	3,2	1,6	1,6	1,7
64,2	3,1	1,0	2,1	2,2
69,1	2,8	-0,5	3,3	3,5
78,6	-0,5	-0,5	0,0	0,0

Sectie N8

Insteek/ruimtereservering	4 m
ruimtereservering tussen sloot en berm	0 m
Maaiveld	-0,3 m+NAP
Bodem sloot	-1,85 m+NAP
Bermhoogte	1,05 m+NAP
Brembreedte	20 m
Kruinhoogte	4,4 m+NAP
Buitentalud boven	3 1:x
Buitentalud onder	4 1:x
Hoogte buitenberm (pt 17)	3,3 m+NAP
Breedte buitenberm	4 m



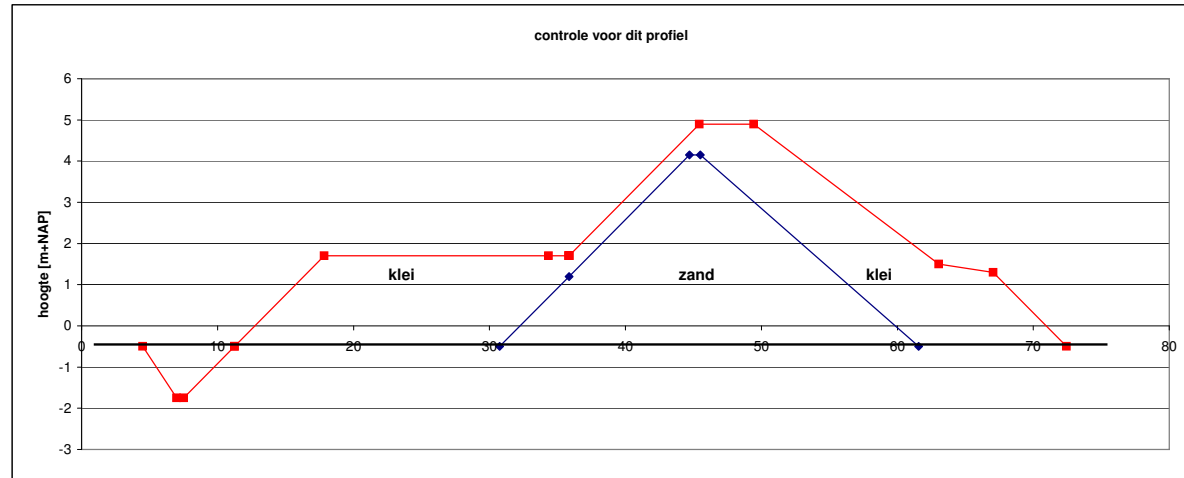
		punt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
excl. zettingscomp	x								33,75	36,3	46,35	47,23	53,53	55,17	61,77							
	y								-0,3	0,55	3,9	3,9	1,8	1,6	-0,3							
klei (rood)	x		4	7,1	7,6	12,25	12,25	16,3	34,8							36,3	46,35	50,35	53,65	57,65	71,25	
	y		-0,3	-1,85	-1,85	-0,3	-0,3	1,05	1,05							1,05	4,4	4,4	3,3	3,1	-0,3	
helling [%]								33%		-33%	33%		-33%	-12%	-29%		33%		-33%	-5%	-25%	

Kleilaagdikte

coördinaat [m]	van [m+NAP]	tot [m+NAP]	dikte [m]	dikte incl klink [m]
36,3	1,1	0,6	0,5	0,5
46,4	4,4	3,9	0,5	0,5
47,2	4,4	3,9	0,5	0,5
50,4	4,4	2,8	1,7	1,7
53,7	3,3	1,8	1,5	1,6
57,7	3,1	1,0	2,1	2,2
61,8	2,0	-0,3	2,3	2,4
71,3	-0,3	-0,3	0,0	0,0

Z4

Insteek/ruimtereservering	4,5 m
ruimtereservering tussen sloot en berm	0 m
Maaiveld	-0,5 m+NAP
Bodem sloot	-1,75 m+NAP
Bermhoogte	1,7 m+NAP
Brembreedte	18 m
Kruinhoogte	4,9 m+NAP
Buitentalud boven	4 1:x
Buitentalud onder	3 1:x
Hoogte buitenberm (pt 15)	1,5 m+NAP
Breedte buitenberm	4 m



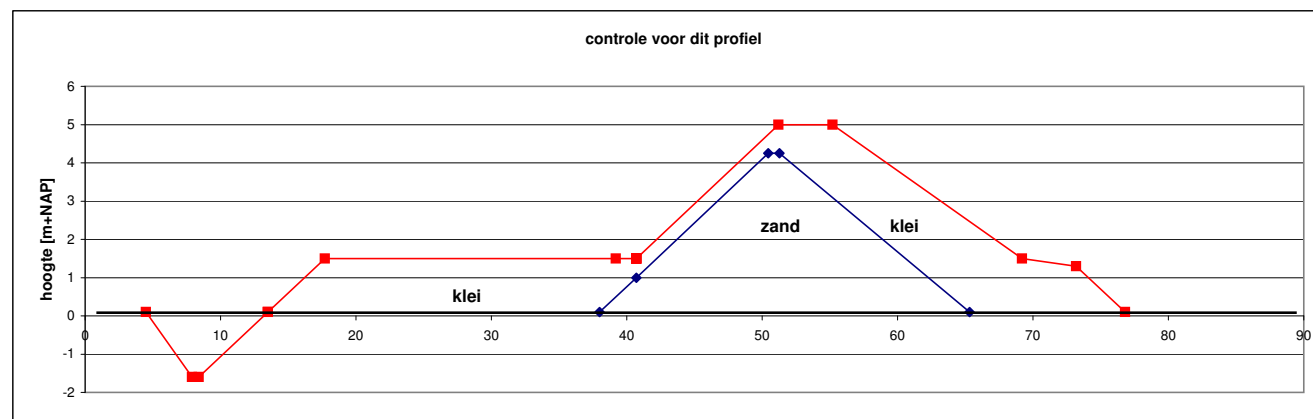
		punt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
excl. zettingscomp	x								30,75	35,85	44,7	45,52	61,57						
	y								-0,5	1,2	4,15	4,15	-0,5						
klei (blauw)	x		4,5	7	7,5	11,25	11,25	17,85	34,35				35,85	45,45	49,45	63,05	67,05	72,45	
	y		-0,5	-1,75	-1,75	-0,5	-0,5	1,7	1,7					1,7	4,9	4,9	1,5	1,3	-0,5
helling [%]								33%		-33%	33%		-29%		33%		-25%	-5%	-33%

Kleilaagdikte

coördinaat [m]	van [m+NAP]	tot [m+NAP]	dikte [m]	dikte incl klink [m]
35,8	-0,5	-0,5	0,0	0,0
35,9	1,7	1,2	0,5	0,5
45,5	4,9	4,2	0,8	0,8
49,5	4,9	3,0	1,9	2,0
61,6	1,7	-0,5	2,2	2,3
63,1	1,5	-0,5	2,0	2,1
67,1	1,3	-0,5	1,8	1,9
72,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0

Sectie Z11

Insteek/ruimtereservering	4,5 m
ruimtereservering tussen sloot en berm	0 m
Maaiveld	0,1 m+NAP
Bodem sloot	-1,6 m+NAP
Bermhoogte	1,5 m+NAP
Bermbreedte	23 m
Kruinhoogte	5 m+NAP
Buitentalud boven	4 1:x
Buitentalud onder	3 1:x
Hoogte buitenberm (pt 15)	1,5 m+NAP
Breedte buitenberm	4 m



excl. zettingscomp		punt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
zand (blauw)	x								38	40,7	50,45	51,27	65,32						
	y								0,1	1	4,25	4,25	0,1						
Klei (rood)	x		4,5	7,9	8,4	13,5	13,5	17,7	39,2					40,7	51,2	55,2	69,2	73,2	76,8
	y		0,1	-1,6	-1,6	0,1	0,1	1,5	1,5					1,5	5	5	1,5	1,3	0,1
helling [%]								33%		-33%	33%		-30%		33%		-25%	-5%	-33%

Kleilaagdikte

coördinaat	van	tot	dikte	dikte incl klink
[m]	[m+NAP]	[m+NAP]	[m]	[m]
40,7	1,5	1,0	0,5	0,5
51,2	5,0	4,3	0,8	0,8
55,2	5,0	3,0	2,0	2,1
65,3	2,5	0,1	2,4	2,5
69,2	1,5	0,1	1,4	1,5
73,2	1,3	0,1	1,2	1,3
76,8	0,1	0,1	0,0	0,0

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
fax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp	Geotechnisch advies	
project	IJsseldelta-Zuid (aanvulling)	
opdrachtgever	Provincie Overijssel	
projectcode	ZL384-195	
referentie	ZL384-195/....	
opgemaakt door	ir. M.A.W. Spikker	
goedgekeurd door	ir. H.J.M.A. Mols	paraaf
status	concept	
datum opmaak	14 maart 2012	
bijlagen	I	Resultaten stabiliteitsberekeningen categorie A
	II	Resultaten stabiliteitsberekeningen categorie B
	III	Resultaten stabiliteitsberekeningen categorie C
	IV	Resultaten stabiliteitsberekeningen categorie D

aan
kopie

1. INLEIDING

Het Programma IJsseldelta behelst een integrale gebiedsontwikkeling voor het stedelijk netwerk Zwolle - Kampen. Het Programma IJsseldelta bestaat uit twee deelprogramma's IJsseldelta-Noord en IJsseldelta-Zuid.

Voor IJsseldelta-Zuid is een Masterplan opgesteld. Belangrijk onderdeel van het Masterplan is de versnelde aanleg van een bypass tussen de IJssel en het Drontermeer en de daarmee samenhangende mogelijkheden voor de woningbouw-ontwikkeling ten zuiden en ten westen van Kampen. De bypass is nodig om de verwachte hogere afvoeren van de IJssel in de toekomst veilig te kunnen verwerken. Het project bypass Kampen is opgenomen

De bypass wordt begrensd door 2 dijken (noord- en zuidzijde). Deze nieuw aan te leggen dijken komen op het bestaande maaiveld te liggen. In een eerdere fase van het project is een ontwerp gemaakt voor de dijk en is indicatief gekeken naar de stabiliteit tijdens de bouw. In het ontwerp is toen geadviseerd om geotextiel toe te passen. Dit was mede een gevolg van de relatief korte totale bouwtijd van 2 jaar. Recent is een afwijkende fasering voorgesteld, waarbij de dijken in vijf jaar opgebouwd kunnen worden. Na twee jaar zullen de dijken dan wel al fungeren als waterkering, maar zullen gedurende drie jaar een lager toetspeil moeten kunnen keren. Ten gevolge van deze nieuwe fasering is de uitvoeringsstabiliteit opnieuw beschouwd, waarbij de fasering nu in meer detail is uitgewerkt voor vier verschillende snedes.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt:

- Ref. 1 TAW, rapport met referentie DWW-2004-057, "Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken", d.d. 1 september 2004.
- Ref. 2 Witteveen+Bos, tekeningen met kenmerk ZL384.71.2201/2206, "Productgroep 3: Waterkeringsplan, D.O. waterkering Dwarsdoorsneden", d.d. 28 april 2011.
- Ref. 3 Witteveen+Bos, tekeningen met kenmerk ZL384.71.1201/1208, "Productgroep 3: Waterkeringsplan, Geotechnisch lengteprofiel", d.d. 26 augustus 2010.
- Ref. 4 Witteveen+Bos, rapport met referentie ZL384-7/zutd/065, "Deelproduct 3: Waterkeringsplan Planstudie IJsseldelta-Zuid", d.d. 17 augustus 2011.

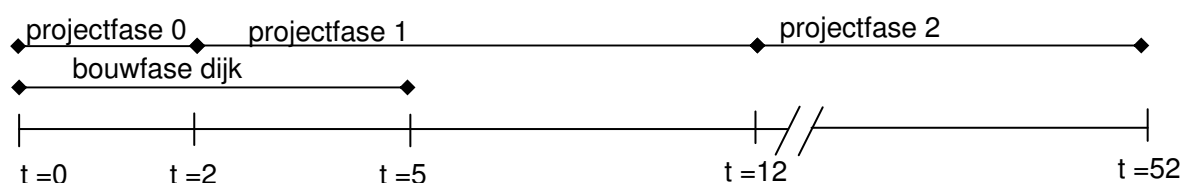
2.2. Fasering

De uitvoering van IJsseldelta-Zuid is in drie projectfasen gesplitst. In projectfase 0 worden de dijken aangelegd zodat na twee jaar het verlaagde toetspeil gekeerd kan worden en wordt voldaan aan alle eisen conform projectfase 1. Tijdens projectfase 0 is de dijk nog niet in gebruik en het betreft dan ook uitsluitend de eerste bouwfase van twee jaar. Projectfase 1 duurt 10 jaar. In deze periode is de bypass al wel in gebruik, maar moet een lager ontwerppeil (NAP +2,20 m) gekeerd kunnen worden. Tijdens projectfase 1 wordt de rest van de dijk gerealiseerd die in projectfase 2 moet voldoen. De bouwtijd waarin de rest van de dijk wordt gerealiseerd is 3 jaar. Daarmee bedraagt de totale beschikbare bouwtijd 5 jaar. De fasering is door middel van tabel 2.1 en figuur 2.1 verduidelijkt.

Tabel 2.1. Faseringsmijlpalen

tijd (jaren)	beschrijving	toetsing dijk
t = 0	begin bouwfase van de dijk	conform eisen projectfase 0
t = 2	begin projectfase 1.	conform eisen projectfase 1
t = 5	einde bouwfase van de dijk. De uiteindelijke dijk is gerealiseerd.	conform eisen projectfase 1
t = 12	eind projectfase 1, begin projectfase 2	conform eisen projectfase 2
t = 52	einde ontwerplevensduur van de dijk	conform eisen projectfase 2

Figuur 2.1 Fasering (tijd in jaren)



2.3. Hydraulische uitgangspunten

De hydraulisch ontwerpparameters voor fase 2 zijn overgenomen uit ref. 4 (par 5.4). Voor projectfase 1 is het ontwerppeil voor elke dijksectie gelijkgehouden aan NAP +2,2 m.

2.4. Geometrische uitgangspunten

De kruinhoogte voor fase 2 zijn overgenomen uit ref. 4 (tabel 5.7). Voor fase 1 is de benodigde kruinhoogte voor elke dijksectie gelijkgehouden aan NAP +3,5 m.

2.5. Geotechnische bodemopbouw

De bodemopbouw is overgenomen uit de lengte profielen (ref. 3).

2.6. Geotechnische sterkteparameters

De bodemopbouw en de geotechnische sterkte parameters zijn overgenomen uit ref. 4 (par 5.5). De geotechnisch sterkteparameters voor veen zijn overgenomen uit afbeelding 15.2 uit ref. 4. Voor de volledigheid zijn de waarden in tabel 2.2 gepresenteerd. Het volumiek gewicht voor veen is gelijk genomen aan 10 kN/m^3 . Hiermee wordt afgeweken van ref. 4 (tabel 5.3), omdat anders ten onrechte negatieve spanningen in het model worden gegenereerd.

Tabel 2.2. Rekenwaarden sterkteparameters veen

grondsoort	τ_d voor $\sigma=40$ [kPa]	τ_d voor $\sigma=80$ [kPa]	τ_d voor $\sigma=120$ [kPa]	τ_d voor $\sigma=160$ [kPa]
veen*	11	21	30	40

2.7. Stabiliteitsfactor grondlichaam

De stabiliteitsfactoren die gelden tijdens de drie projectfasen zijn opgenomen in tabel 2.3 (ref. 4, tabel 5.6). In projectfase 0 moet getoetst worden aan 0,92. Deze waarde is gebaseerd op een minimale uitvoeringsstabiliteit van 1,1 indien met representatieve waarden gerekend wordt. In ref. 4 is gebruik gemaakt van rekenwaarden voor de grondparameters (o.a. sigma-tau-relaties), waarin dus gerekend is met materiaalfactoren. Voor projectfase 0 is gekozen de de stabiliteitsfactor te bepalen op basis van de minimale materiaalfactor van 1,2 (ref. 4, tabel 3.4). Dit is een conservatieve aanname, aangezien de reductie van cohesie meer is dan 1,2. Op basis van deze uitgangspunten volgt een stabiliteitsfactor van 0,92 (=1,1/1,2) in de projectfase 0.

Tabel 2.3. Stabiliteitsfactoren per zone en model

zone	projectfase	SF Bishop (1/2000)
binnen- en buitenwaarts	0	0,92
binnenwaarts zone 1	1 en 2	1,20
binnenwaarts zone 2	1 en 2	1,13
binnenwaarts zone 3	1 en 2	-
buitenwaarts	1 en 2	1,13

Er is niet ontworpen op zone 3 (zie ref. 4, par 5.5.4), hiervoor zijn daarom geen stabiliteitsfactor opgenomen.

2.8. Waterspanningen

De bepaling van de waterspanningen zijn bepaald conform ref. 4 (par 5.6). Voor de projectfase 0 is dit niet vastgesteld in ref.4. De gehanteerde waarden zijn daarom hieronder nader beschreven.

2.8.1. Freatische lijn tijdens de bouwfase (t = 0-2)

Voor de bouwfase (t = 0-2 jaar) wordt een freatische lijn aangehouden die gelijk is aan de binnenwaterstand.

2.8.2. Stijghoogte eerste watervoerende pakket tijdens de bouwfase (t = 0-2)

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is tijdens de eerste 2 jaar (bouwphase) gelijk aan de huidige situatie en varieert tussen NAP -1 m tot NAP -2 m. Het verschil tussen het polderpeil en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is beperkt waardoor aangenomen wordt dat de waterdruk hydrostatisch verloopt over de beschouwde lagen.

2.9. Terreinbelastingen

Er is rekening gehouden met een bouwverkeerbelasting van 10 kPa over een werkende breedte van 2,5 m. Verder wordt tijdens projectfase 1 en 2 een calamiteitenbelasting gehanteerd van 13,3 kN/m² over een breedte van 2,5 m.

De terreinbelastingen zijn als tijdelijk belastingen ingevoerd, waarbij de belasting onder een hoek van 45° wordt gespreid..

2.10. Berekeningsprogramatuur

De stabiliteit is bepaald met behulp van een glijvlakanalyse in D-Geo Stability v10.1 (build 1.4). De zetting is bepaald met behulp van D-Settlement v9.2 (build 1.2).

3. BEREKENINGSMETHODE

Om de fasering van de opbouw van de dijk te bepalen zijn er een aantal stappen genomen. In figuur 3.4 is een schematische weergave gegeven van de berekeningstappen. Tussenhaakjes is de fase waartoe de berekeningstap hoort weergegeven. Bij elke fase hoort een aparte stabiliteitseis en aparte hydraulische randvoorwaarden.

De stabiliteit op $t = 52$ jaar is niet getoetst, omdat tijdstip $t = 12$ jaar maatgevend is (consolidatiegraad bij $t = 52$ jaar is hoger). De stabiliteit zal gedurende projectfase 2 alleen maar toenemen.

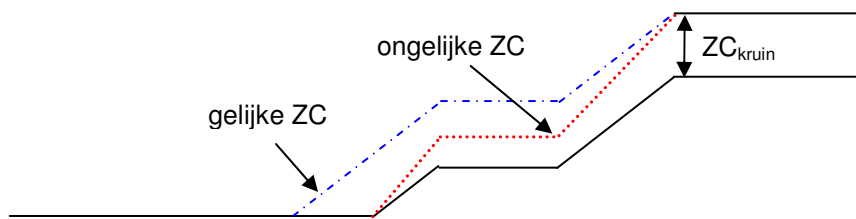
Op basis van de bouwfasering is de graad van consolidatie bepaald voor de verschillende grondlagen. Bij het opbrengen van een ophoogslag is gerekend met een minimale consolidatietijd van 14 dagen. Deze aanname is gebaseerd op het feit dat het opbouwen van één ophoogslag (bijv. 1 m) niet in een paar dagen wordt uitgevoerd, maar dat dit enkele weken duurt.

Stap 1 Bepaling zettingscompensatie 1

De eerste stap is om de zettingscompensatie te bepalen om aan de minimale hoogte voor projectfase 1 te voldoen. Deze minimale hoogte moet tijdens projectfase 0 worden opgebouwd ($t=0-2$).

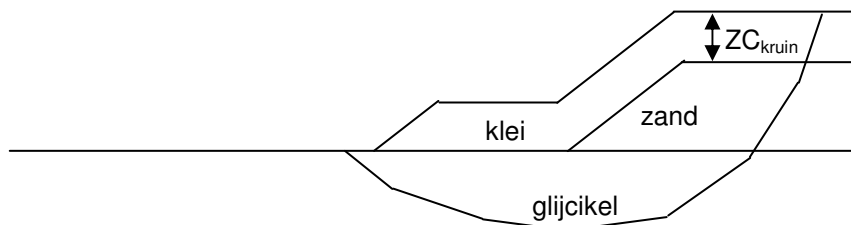
Uitgangspunt is dat de zettingscompensatie, bepaald op de kruin, over de gehele dijk wordt gehanteerd. Het hanteren van ongelijke zettingscompensaties leidt tot steilere taluds dan het ontwerp (rode stippelijijn in figuur 3.1) aangezien tijdens berekeningstap 2 niet met een gezette geometrie gerekend is. In het echt zal het talud minder steil zijn, omdat er al zettingen hebben plaatsgevonden. Om de zettingscompensatie toe te passen is daarom gekozen om de zettingscompensatie bij de kruin over de gehele doorsnede toe te passen (blauwe streep-stippel-lijn in figuur 3.1). In werkelijkheid zal door het herhaaldelijk herprofielen van de dijk wel de juiste taludhelling kunnen worden behouden, zonder dat de "gelijke ZC"-lijn uit figuur 3.1 gehanteerd hoeft te worden. De hier gekozen benadering is dan ook enigszins conservatief, maar vereenvoudigt het ontwerpproces.

Figuur 3.1. Bepaling profiel met zettingscompensatie



In de analyses is aangenomen dat de zettingscompensatie de materiaaleigenschappen van klei heeft. Het volumieke gewichten van de zettingscompensatie is 17 kN/m^3 , waardoor dit eveneens het toepassen van zand toestaat. De keuze om de zettingscompensatie uit te voeren in klei vereenvoudigt het modeleren. Daarnaast gaat de maatgevende glijcirkel door de kern van de dijk (figuur 3.2), zodat de sterkte eigenschappen van de zettingscompensatie een zeer beperkte invloed hebben.

Figuur 3.2. Maatgevende glijcirkel



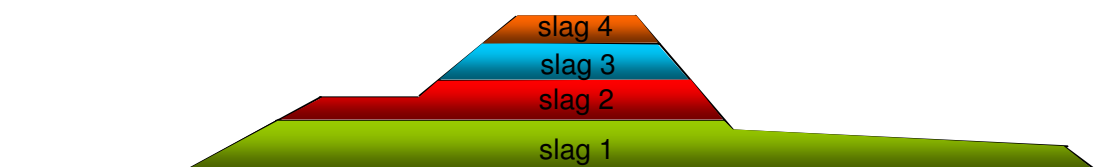
De zettingscompensatie voor projectfase 1 is bepaald aan de hand van het tijdstip ($t=2-5$ jaar) wanneer verder wordt gegaan met bouw van de dijk voor projectfase 2. Daarbij is rekening gehouden met een extra zetting van een half jaar. VB: indien de eerste slag van de afbouw op $t = 3$ jaar wordt gerealiseerd is de zetting op $t = 3,5$ jaar bepaald. Hiermee wordt voorkomen dat bij een snellere optredende consolidatie dan verwacht, de kruinhoogte van de dijk op $t = 3$ jaar niet meer zou voldoen.

Stap 2 Bepaling ophoogslagen projectfase 0 ($t = 0-2$ jaar)

Het minimale profiel wordt dusdanig in ophoogslagen opgedeeld dat het profiel uit stap 1 in 2 jaar kan worden gerealiseerd. Verder is aangenomen dat de sloot aan de binnenzijde van de dijk aan het begin van projectfase 1 wordt gegraven, zodat voor stap 2 niet gerekend hoeft te worden met een sloot. De eisen en uitgangspunten conform projectfase 0 zijn hier van toepassing.

De dijk wordt in lagen over de gehele breedte van de dijk opgebouwd (figuur 3.3). Bermen worden tegelijk met de kern opgebouwd.

Figuur 3.3. Voorbeeld ophoogslagen



Stap 3 Toets start projectfase 1 (t = 2 jaar)

Het minimale profiel voor projectfase 1 wordt op tijdstip $t = 2$ jaar getoetst, waarbij uitgegaan wordt dat de bypass op tijdstip $t = 2$ jaar in gebruik is. De eisen en uitgangspunten conform projectfase 1 zijn hier van toepassing.

Stap 4 Bepaling zettingscompensatie voor projectfase 2

In deze berekeningstap wordt de zettingcompensatie bepaald voor projectfase 2. De zettingscompensatie is op $t = 52$ jaar bepaald, zodat aan het einde van projectfase 2 nog wordt voldaan aan de minimale kruinhoogte.

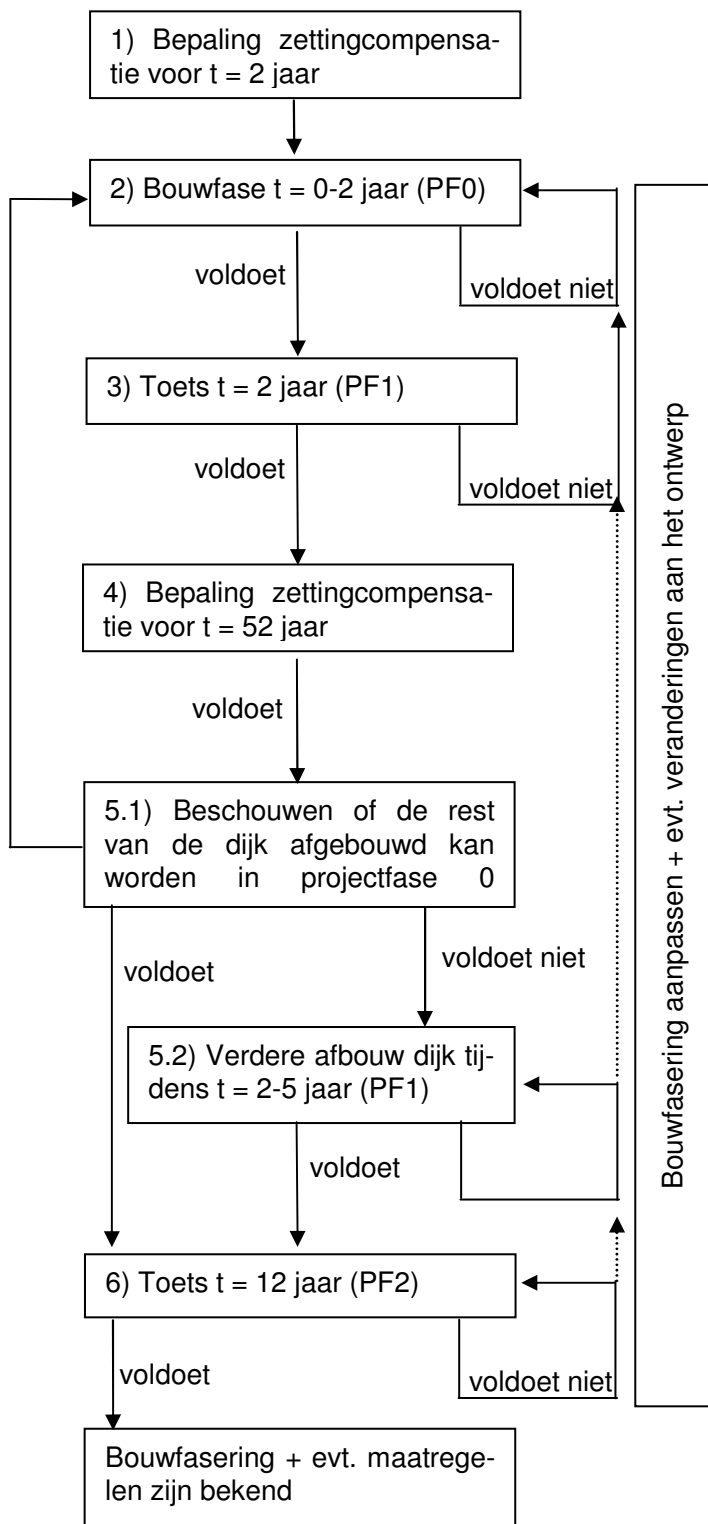
Stap 5 Bepaling ophoogslagen voor de afbouw van de dijk

Aan de hand van het profiel voor fase 1 (stap 1) en het uiteindelijke profiel kan bepaald worden welk restprofiel nog aangebracht moet worden. Allereerst moet bekeken worden of het restprofiel al in projectfase 0 kan worden gerealiseerd. Indien dit niet mogelijk is wordt de dijk in projectfase 1 ($t = 2-5$) jaar afgebouwd. Afhankelijk van wanneer het restprofiel wordt gerealiseerd (projectfase 0 of 1) worden de bijbehorende eisen en uitgangspunten gehanteerd.

Stap 6 Toets t = 12 jaar

Het uiteindelijke profiel wordt op tijdstip $t = 12$ jaar getoetst. De eisen en uitgangspunten conform projectfase 2 zijn van toepassing.

Figuur 3.4 Berekeningstappen bepaling bouwfasering



4. RESULTAAT

De resultaten zijn in dit hoofdstuk per categorie beschreven. De categorieën, waarin de bypass secties zijn ingedeeld, zijn bepaald op basis van bodemopbouw (dikte van cohesieve

grondlagen onder de dijk). De categorieën zijn weergegeven in tabel 4.1. Per categorie zal de bouwfaseringen en eventuele maatregelen worden genoemd.

Tabel 4.1. Indeling dijkvakken oop basis van dikte samendrukbare lagen

Categorie	Dijkvakken	representatief dijkvak
A	N9, Z4,Z5 en Z6	Z5
B	N2, N3, N4, N6, Z9, Z10 en Z11	N3
C	N8, N10, N11, Z1, Z2 en Z3	N8
D	N1, N5, Z7 en Z8	Z7

Wanneer de stabiliteit onvoldoende is, kunnen de volgende maatregelen toegepast worden:

- extra berm/berm verlengen (aanpassen geometrie);
- toepassen geotextiel;
- grondverbetering door middel van afgraven en vervangen.

Verticale drainage is in dit hoofdstuk niet als maatregel beschouwd, omdat aangenomen wordt dat verticale drainage niet toegepast mag worden. Het positieve effect van verticale drainage is dat de consolidatie vele malen sneller verloopt dan zonder verticale drainage. Gevolgen van de snellere consolidatie zijn het versnellen van de zettingen en het versneld verhogen van de stabiliteit van de dijk. Indien verticale drainage wordt toegepast is de verwachting dat het toepassen van overige maatregelen niet meer noodzakelijk is. Een nadeel van het toepassen van verticale drainage is echter dat het overspannen water naar boven door de drains afstroomt. Hierbij ontstaat er een extra opbolling van het freatisch water in de dijk (zandkern is immers afgesloten). In alle gevallen zal het optreden van kortsluiting tussen het eerste watervoerende pakket en de drains moeten worden voorkomen door voldoende afstand te hanteren tussen de onderkant van de drains en de bovenkant van de zandlaag.

4.1. Categorie A, Sectie Z5

4.1.1. Bouwfasering

De opbouw van de dijk gebeurt volgens tabel 4.2 en tabel 4.3. De resultaten van de bouwfasering zijn bijgevoegd in bijlage I.

Tabel 4.2. Bouwfasering van de ophoogslagen

laagnr	t.b.v. projectfase	dikte ophoogslag	tijd van aanbreng
[-]	[-]	[m]	[dagen/projectfase]
1	1	2,00	0 / 1
2	1	2,00	60 / 1
3	1	1,10	120 / 1
4	2	1,00	1100 / 2
5	2	1,00	1460 / 2
6	2	1,20	1820 / 2

Tabel 4.3 Stabiliteit-waarden per ophoogslag en toetsmoment

toetsmoment	stabiliteit binnenwaarts		stabiliteit buitenwaarts	
	eis [-]	behaalde SF [-]	eis [-]	behaalde SF [-]
ophoogslag 1	0,92	1,41	0,92	2,37
ophoogslag 2	0,92	1,63	0,92	1,18
ophoogslag 3	0,92	1,73	0,92	1,22
t = 2 jaar	1,20 (zone 1)	1,22	1,13	1,18
ophoogslag 4	1,20 (zone 1)	n.b.	1,13	1,13
ophoogslag 5	1,20 (zone 1)	1,42	1,13	1,27
ophoogslag 6	1,20 (zone 1)	1,22	1,13	1,15
t = 12 jaar	1,20 (zone 1)	1,21	1,13	1,14

4.1.2. Maatregelen

Zowel een verlenging van de buitenzijde van de berm met 10,0 m als een geotextiel met een effectieve treksterkte van 360 kN/m is nodig om te voldoen aan de stabiliteitseis.

Met een indicatieve som is bepaald wat het effect is van een grondverbetering op de stabiliteit. Een zandlaag van 1 m dikte is als grondverbetering onder de dijk toegepast. Uit de indicatieve som kan geconcludeerd worden dat het toepassen van een grondverbetering leidt tot een beperkte reductie van de benodigde treksterkte van het geotextiel. Derhalve lijkt het toepassen van een grondverbetering geen economische oplossing.

Mogelijk kan de extra berm na de bouwphase worden verkleind, omdat de consolidatie van de dijk en daarmee de stabiliteit van de dijk verbeterd.

4.2. Categorie B, Sectie N3

4.2.1. Bouwfasering

De opbouw van de dijk gebeurt volgens tabel 4.4 en tabel 4.5. De resultaten van de bouwfasering zijn bijgevoegd in bijlage II.

Tabel 4.4. Bouwfasering van de ophoogslagen

laagnr	t.b.v. projectfase	dikte ophoogslag	tijd van aanbreng
[-]	[-]	[m]	[dagen/projectfase]
1	1	2,00	0 / 1
2	1	2,00	60 / 1
3	1	1,10	180 / 1
4	2	1,00	1100 / 2
5	2	1,00	1460 / 2
6	2	0,35	1820 / 2

Tabel 4.5. Stabiliteit-waarden per ophoogslag en toetsmoment

toetsmoment	stabiliteit binnenwaarts		stabiliteit buitenwaarts	
	eis [-]	behaalde SF [-]	eis [-]	behaalde SF [-]
ophoogslag 1	0,92	1,10	0,92	0,96
ophoogslag 2	0,92	1,17	0,92	0,97
ophoogslag 3	0,92	0,93	0,92	1,51
t = 2 jaar	1,20 (zone 1)	1,39	1,13	1,16
ophoogslag 4	1,20 (zone 1)	1,21	1,13	1,23
ophoogslag 5	1,20 (zone 1)	1,21	1,13	1,20
ophoogslag 6	1,20 (zone 1)	1,20	1,13	1,13
t = 12 jaar	1,20 (zone 1)	1,34	1,13	1,13

4.2.2. Maatregelen

Zowel een verlenging van de buitenzijde van de berm met 7,0 m als een geotextiel met een effectieve treksterkte van 180 kN/m is nodig om te voldoen aan de stabiliteitseis.

Met een indicatieve som is bepaald wat het effect is van een grondverbetering op de stabiliteit. Een zandlaag van 1 m dikte is als grondverbetering onder de dijk toegepast. Uit de indicatieve som kan geconcludeerd worden dat het toepassen van een grondverbetering leidt tot een beperkte reductie van de benodigde treksterkte van het geotextiel. Derhalve lijkt het toepassen van een grondverbetering geen economische oplossing.

Mogelijk kan de extra berm na de bouwfase worden verkleind, omdat de consolidatie van de dijk en daarmee de stabiliteit van de dijk verbeterd.

4.3. Categorie C, Sectie N8

4.3.1. Bouwfasering

De opbouw van de dijk gebeurt volgens tabel 4.6 en tabel 4.7. De resultaten van de bouwfasering zijn bijgevoegd in bijlage III.

Tabel 4.6. Bouwfasering van de ophoogslagen

laagnr	t.b.v. projectfase	dikte ophoogslag	tijd van aanbreng
[-]	[-]	[m]	[dagen/projectfase]
1	1	1,40	0 / 1
2	1	1,50	60 / 1
3	1	1,90	120 / 1
4	2	1,50	1270 / 1

Tabel 4.7. Stabiliteit-waarden per ophoogslag en toetsmoment

toetsmoment	stabiliteit binnenwaarts		stabiliteit buitenwaarts	
	eis [-]	behaalde SF [-]	eis [-]	behaalde SF [-]
ophoogslag 1	0,92	1,04	0,92	1,53
ophoogslag 2	0,92	1,16	0,92	0,92
ophoogslag 3	0,92	1,04	0,92	0,92
t = 2 jaar	1,20 (zone 1)	1,98	1,13	1,16
ophoogslag 4	1,20 (zone 1)	1,37	1,13	1,13
t = 12 jaar	1,20 (zone 1)	1,41	1,13	1,14

4.3.2. Maatregelen

Een verlenging van de buitenzijde van de berm met 1,5 m is nodig om in toetsmoment t = 12 jaar te voldoen aan de stabiliteitseis.

Gebaseerd op categorie D wordt ook voor categorie C een verflauwing van het talud van de buitenberm geadviseerd tot een helling van 1:4.

4.4. Categorie D, sectie Z7

4.4.1. Bouwfasering

Het dijkmateriaal voor fase 1 en 2 kan in zijn geheel tijdens projectfase 0 worden aangelegd. Bij toetsing t = 2 jaar en t = 12 jaar is uitgegaan dat de gehele dijk in 120 dagen is aangelegd. De resultaten van de bouwfasering zijn bijgevoegd in tabel 4.8, tabel 4.9 en bijlage IV.

Tabel 4.8 Bouwfasering van de ophoogslagen

laagnr [-]	t.b.v. projectfase [-]	dikte ophoogslag [m]	tijd van aanbreng [dagen/projectfase]
1	1	4,40	0 / 1
2	2	1,60	0 / 1

Tabel 4.9 Stabiliteit-waarden per ophoogslag en toetsmoment

toetsmoment	stabiliteit binnenwaarts		stabiliteit buitenwaarts	
	eis [-]	behaalde SF [-]	eis [-]	behaalde SF [-]
ophoogslag 1	0,92	1,09	0,92	1,02
ophoogslag 2	0,92	n.b.	0,92	0,93
t = 2 jaar	1,20 (zone 1)	1,65	1,13	1,17
t = 12 jaar	1,20 (zone 1)	1,48	1,13	1,18

4.4.2. Maatregelen

Om aan de stabiliteitseis te voldoen moet het talud van de buitenberm worden verflauwd tot 1:4. Ook bij bijna volledige consolidatie (t = 12 jaar) moet een buitenberm met een talud van 1:4 worden toegepast. Dit betekent een verandering voor zuidelijk gelegen secties.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze notitie is voor vier categorieën (ref. 4, tabel 5.26) de bouwfasering bepaald. De vier bouwfaseringsen zijn in hst. 4. gepresenteerd. Doordat in deze notitie de bouwfasering in meer detail is beschouwd, dan voorheen, kan geconcludeerd worden dat er maatregelen genomen moeten worden om de stabiliteit van de vier categorieën te garanderen.

De uiteindelijk benodigde maatregelen zijn in tabel 5.1 gepresenteerd

Tabel 5.1. Maatregelen per categorie

categorie	extra berm	verflauwing talud	geotextiel
A	10 m	n.v.t.	360 kN/m
B	7 m	n.v.t.	180 kn/m
C	1,5 m	talud buitenberm 1:4 (van toepassing op zuidelijke bypass secties)	n.v.t
D	n.v.t.	talud buitenberm 1:4 (van toepassing op zuidelijke bypass secties)	n.v.t.

Het toepassen van een grondverbetering is voor categorie A en B beschouwd. Daarbij is beschouwd of met een grondverbetering het geotextiel niet toegepast hoeft te worden. Geconcludeerd kan worden dat het toepassen van een grondverbetering leidt tot een beperkte reductie van de benodigde treksterkte van het geotextiel. Derhalve lijkt het toepassen van een grondverbetering geen economische oplossing.

Verticale drainage is in dit hoofdstuk niet als maatregel beschouwd, omdat aangenomen wordt dat verticale drainage niet toegepast mag worden. Het positieve effect van verticale drainage is dat de consolidatie vele malen sneller verloopt dan zonder verticale drainage. Gevolgen van de snellere consolidatie zijn het versnellen van de zettingen en het versneld verhogen van de stabiliteit van de dijk. Indien verticale drainage wordt toegepast is de verwachting dat het toepassen van overige maatregelen niet meer noodzakelijk is. Een nadeel van het toepassen van verticale drainage is echter dat het overspannen water naar boven door de drains afstroomt. Hierbij ontstaat er een extra opbolling van het freatisch water in de dijk (zandkern is immers afgesloten). In alle gevallen zal het optreden van kortsluiting tussen het eerste watervoerende pakket en de drains moeten worden voorkomen door voldoende afstand te hanteren tussen de onderkant van de drains en de bovenkant van de zandlaag.

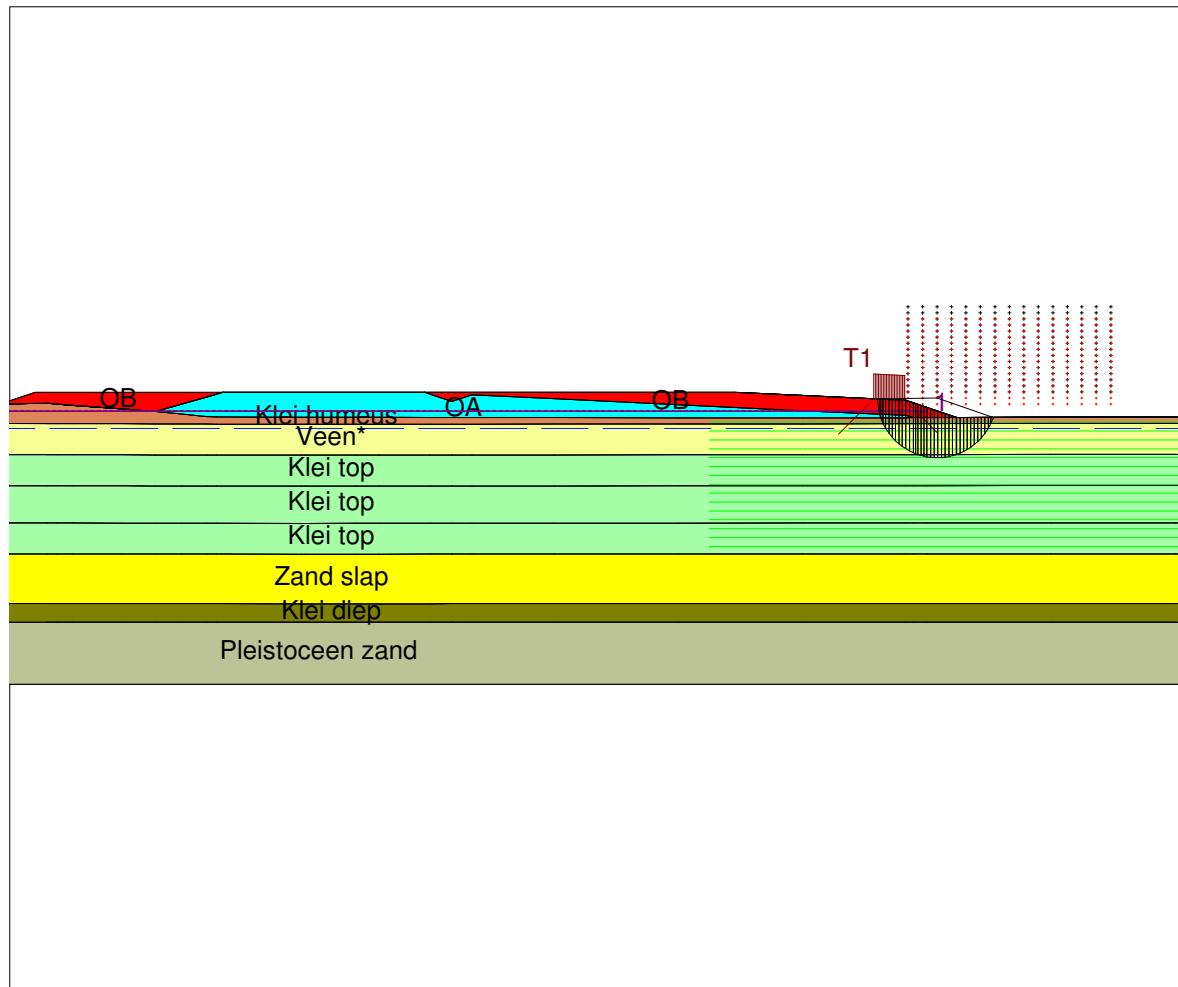
Het waterschap kent bezwaren (risico's) bij het toepassen van verticale drainage. Daarom is in dit ontwerp kozen om geen verticale drainage toe te passen.

De extra bermen die benodigd zijn om aan de stabiliteit te voldoen in de bouwfase kunnen mogelijk verkleind worden in een latere fase (na de bouwphase). Doordat de consolidatie toeneemt in de tijd neemt ook de stabiliteit van de dijk toe. Daarom kan mogelijk door middel van herprofilering de extra berm worden verkleind.

Het graven van een sloot aan de teen van de dijk heeft een grote impact op de stabiliteit van de dijk. Aanbevolen wordt om de sloot zo lang mogelijk uit te stellen en om de afmetingen van de sloot minimaal te houden (breedte en diepte).

BIJLAGE I RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN CATEGORIE A

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : 50,81 [m]
Ym : 1,05 [m]

Radius : 4,81 [m]
Safety : 1,41

D:\Geo Stability 10.1 : Z5_gt150_1=0-2 laag 1 sibi.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

IJsseldelta

Z5_gt150_1=0-2 laag 1 sibi

-

-

-

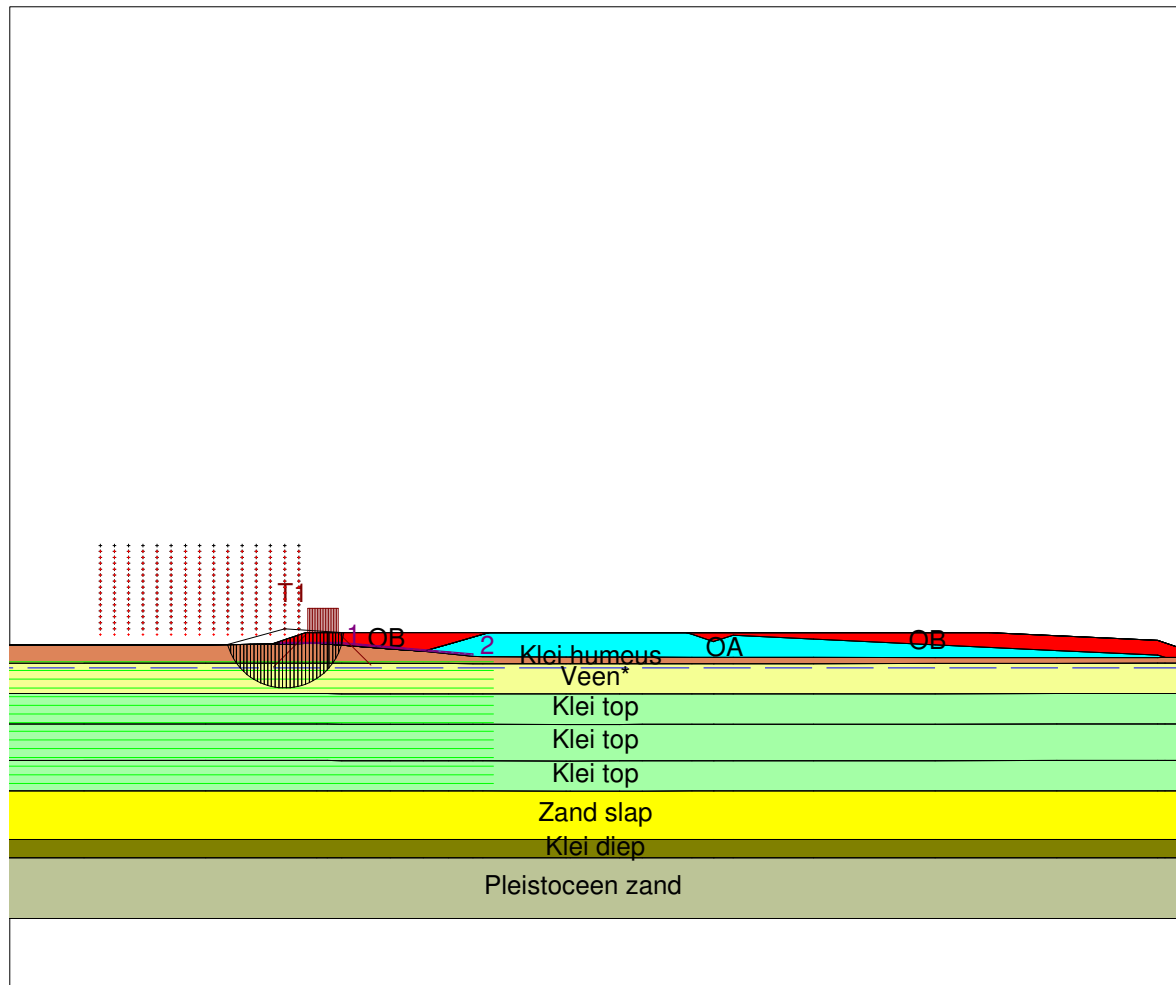
-

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Klei top
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoceen zand



Xm : -23,50 [m]
Ym : 1,82 [m]

Radius : 4,87 [m]
Safety : 2,37

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.
-

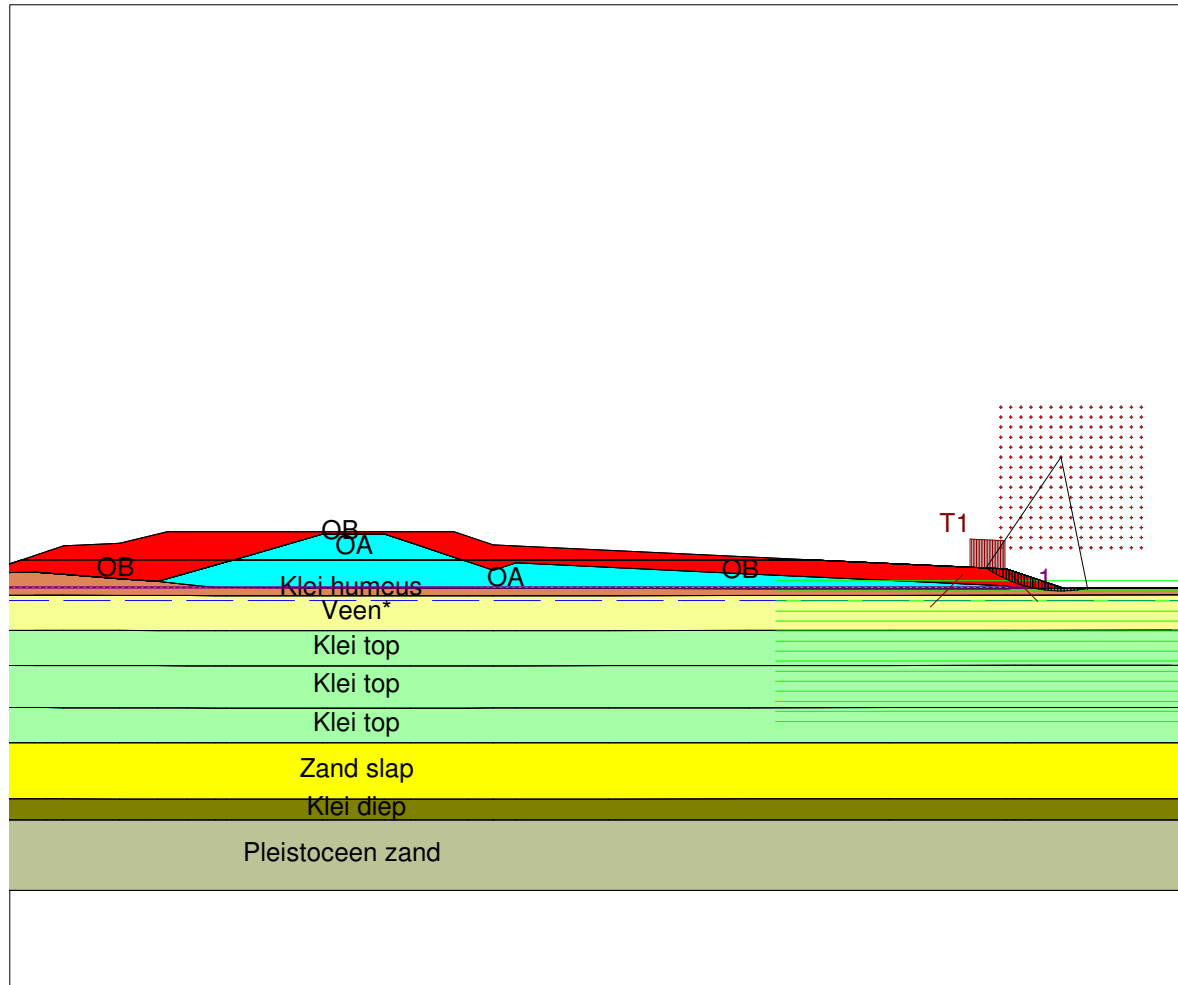
IJsseldelta
Z5_gt150_f=0-2 laag 1 sibu

Annex -

form.
A4

D:\Geo Stability 1.0.1 : Z5_gt150_f=0-2 laag 1 sibu.stl

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : 52,17 [m]
Ym : 8,79 [m]

Radius : 9,51 [m]
Safety : 1,63

Phone
Fax

date
14-03-2012

D:\Geo Stability 10.1 : z5_gt150_1=0-2 laag 2 stbi.stl

IJsseldelta zuid
Z5_gt150_1=0-2 laag 2 stbi

Annex -

form.
A4

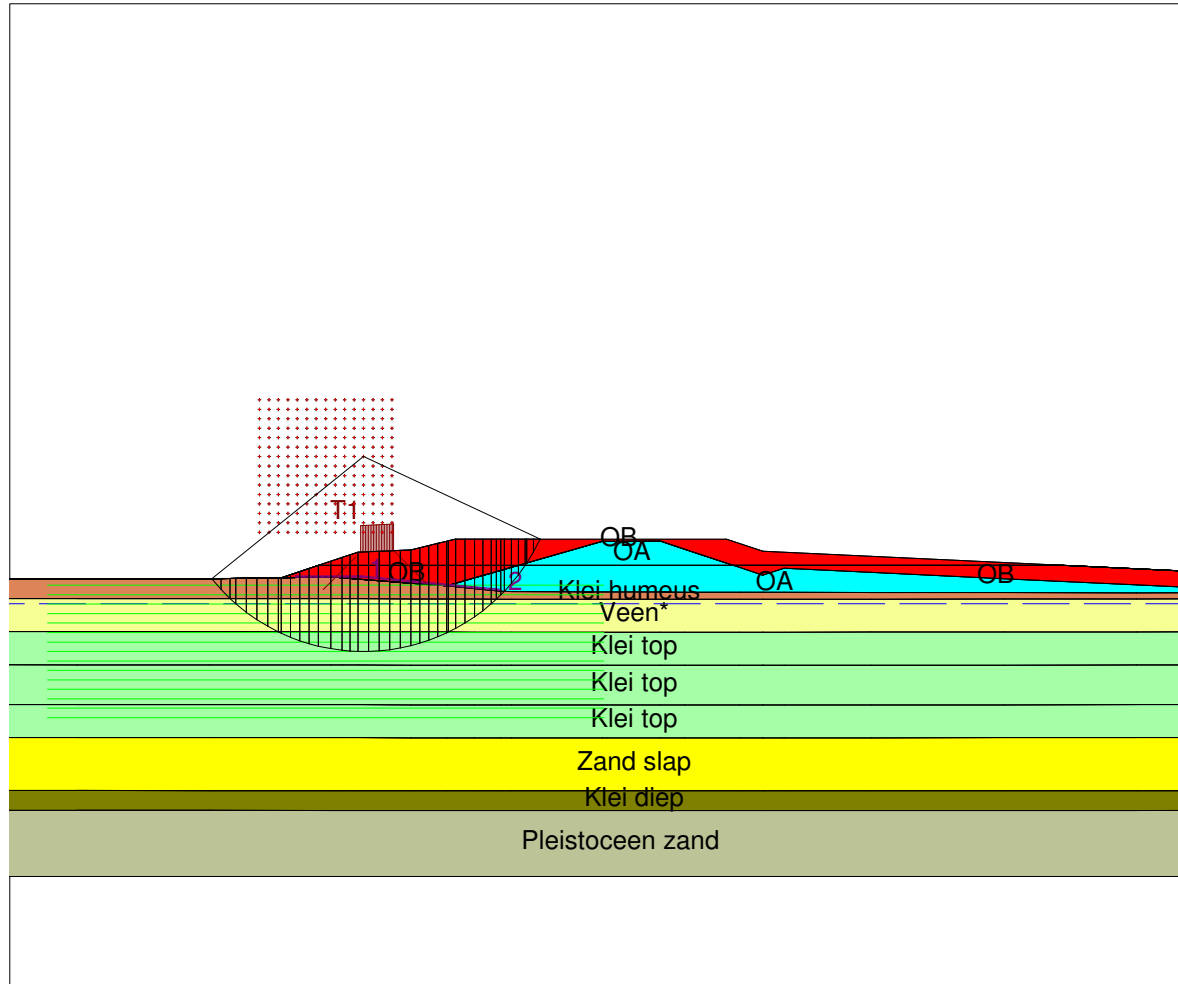
drw.
-

dit.
-

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand



Xm : -18,38 [m]
Ym : 9,71 [m]

Radius : 14,71 [m]
Safety : 1,18

D:\Geo Stability\10.1 : Z5_gt150_t=0-2 laag 2 sibu berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

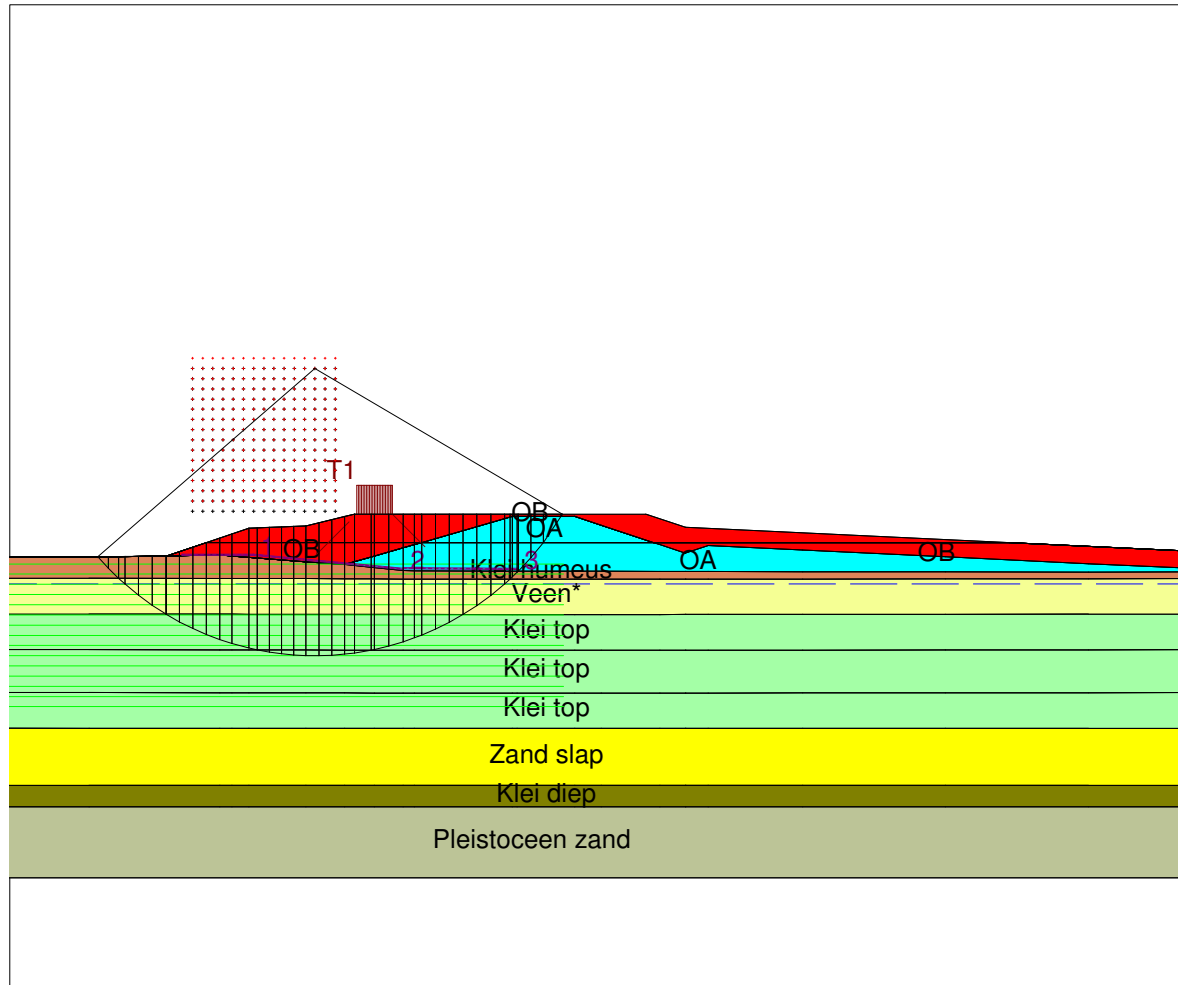
IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_t=0-2 laag 2 sibu berm

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Klei top
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand

Xm : -14,19 [m]
Ym : 13,69 [m]

Radius : 20,12 [m]
Safety : 1,27

D:\Geo Stability 10.1 : Z5_gt150_t=0-2_laag 2_sibu kruin.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

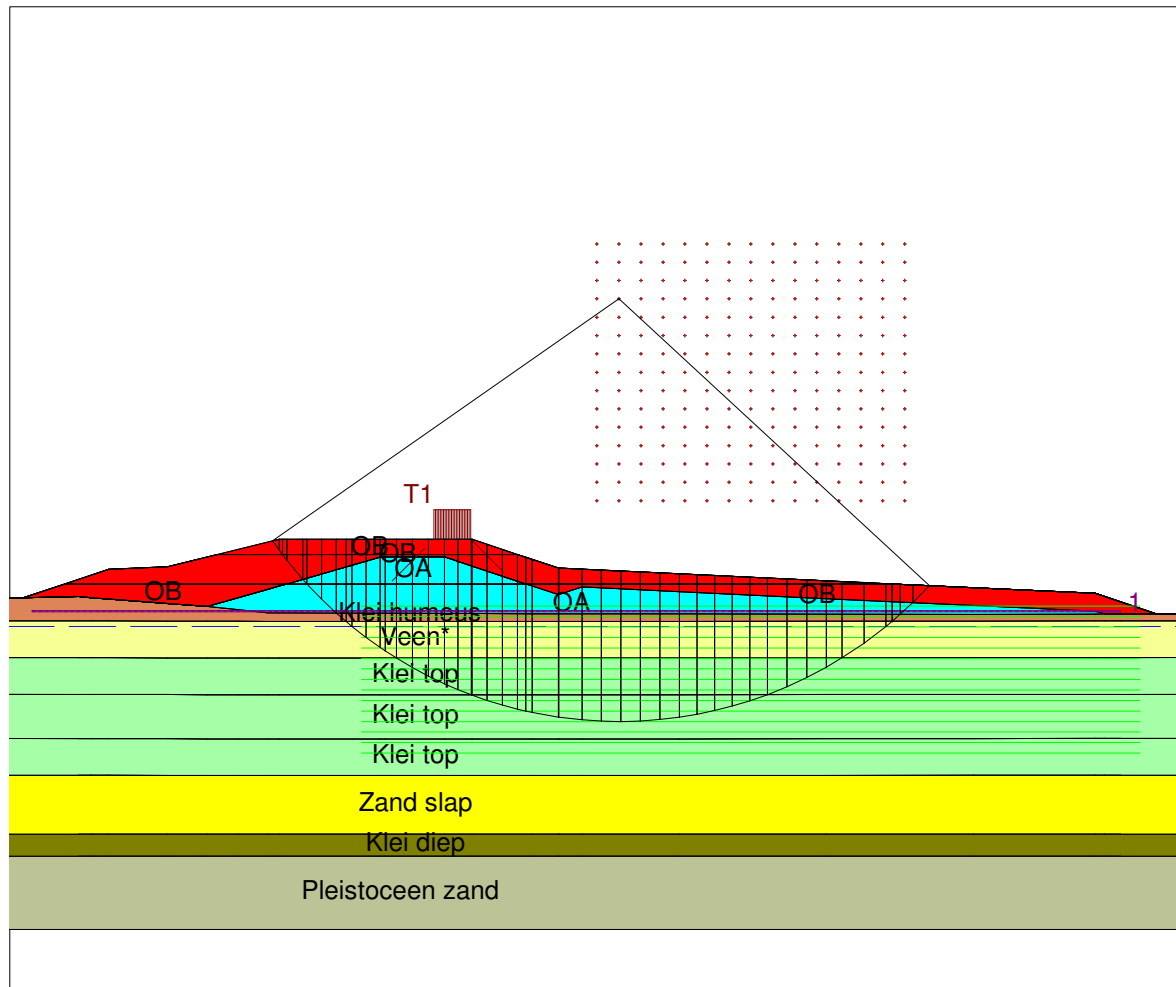
IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_t=0-2_laag 2_sibu kruin

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : 15,90 [m]
Ym : 20,87 [m]

Radius : 28,73 [m]
Safety : 1,73

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : z5_gt150_1=0-2_laag 3 stbi.stl

date
14-03-2012

drw.

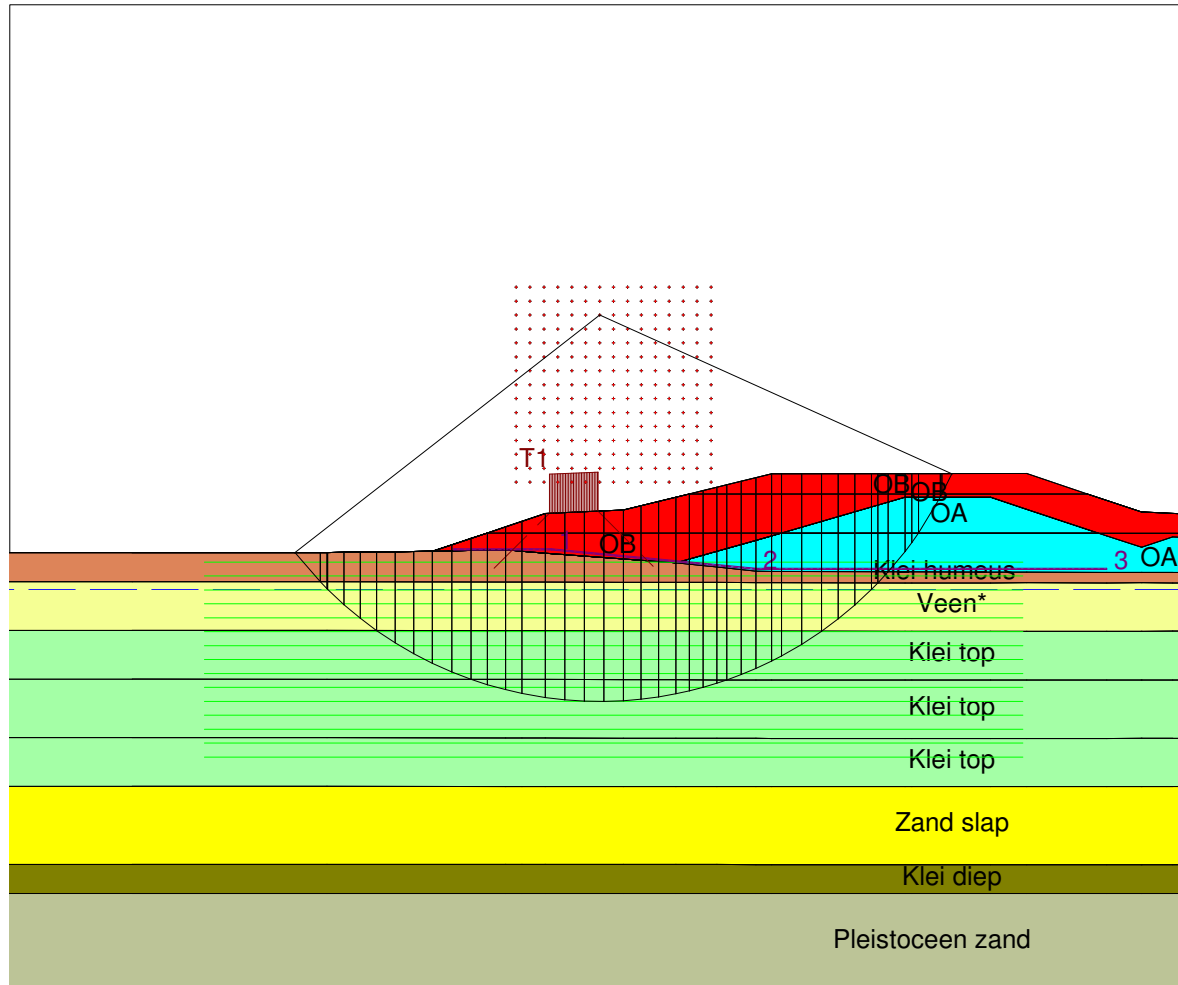
IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_1=0-2_laag 3 stbi

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Klei top
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand

Xm : -16,02 [m]
Ym : 12,67 [m]

Radius : 19,82 [m]
Safety : 1,26

D:\Geo Stability_10.1 : Z5_gt150_l=0-2 laag 3 sibu berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

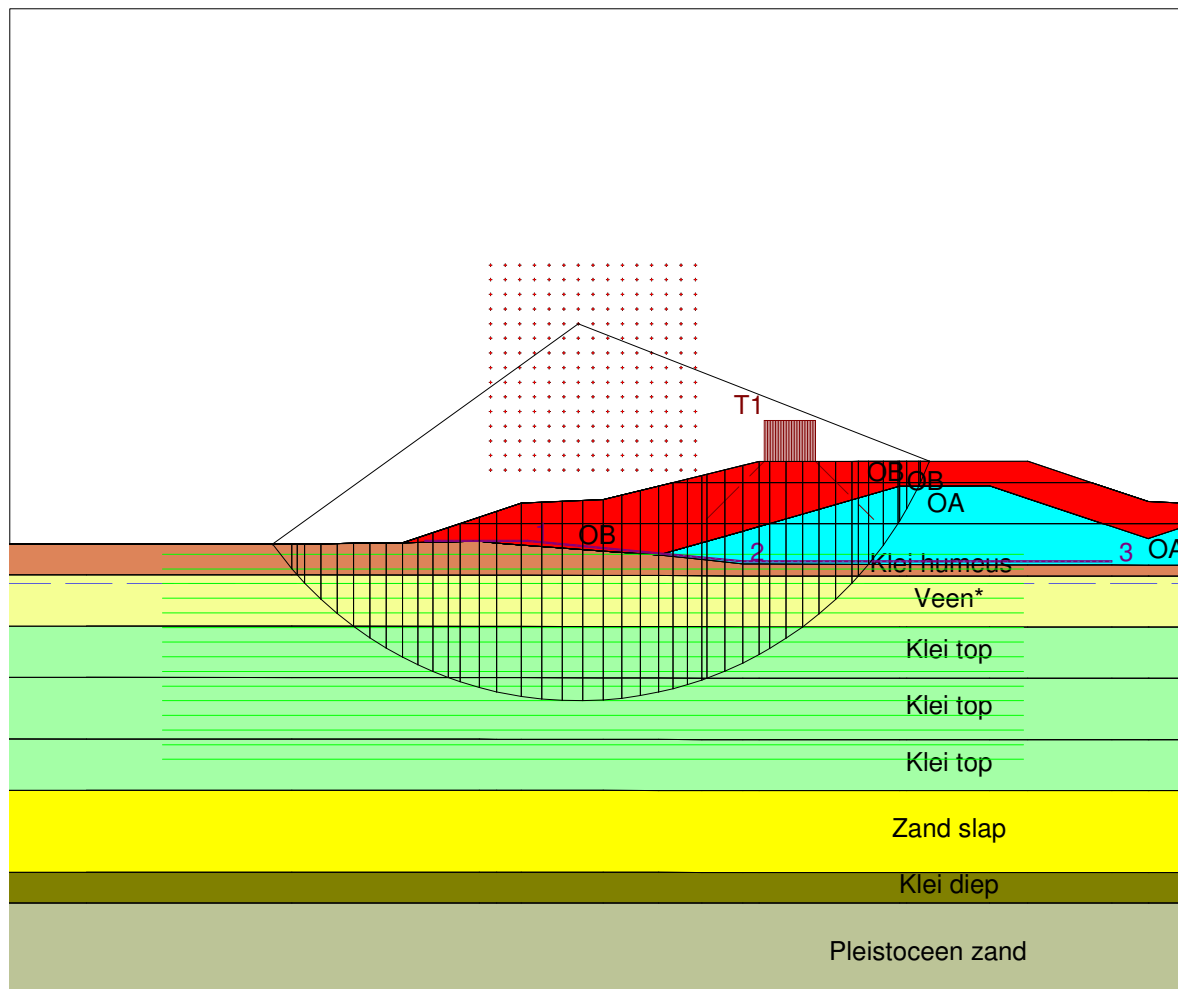
IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_l=0-2 laag 3 sibu berm

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -16,02 [m]
Ym : 11,24 [m]

Radius : 18,39 [m]
Safety : 1,22

D:Geo Stability 10.1 : Z5_gt150_t=0-2_laag 3_sibu kruin.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

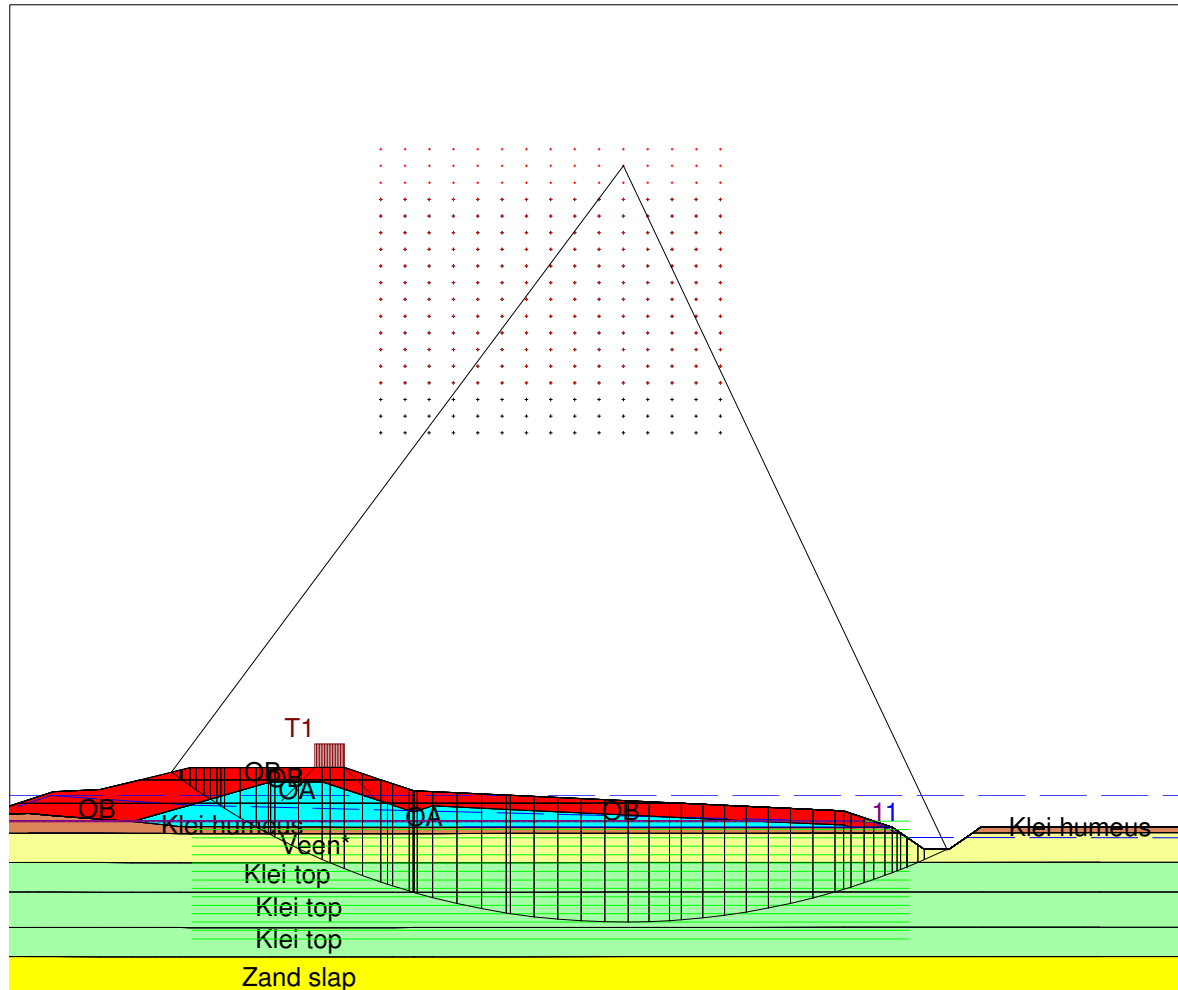
IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_t=0-2_laag 3_sibu kruin

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



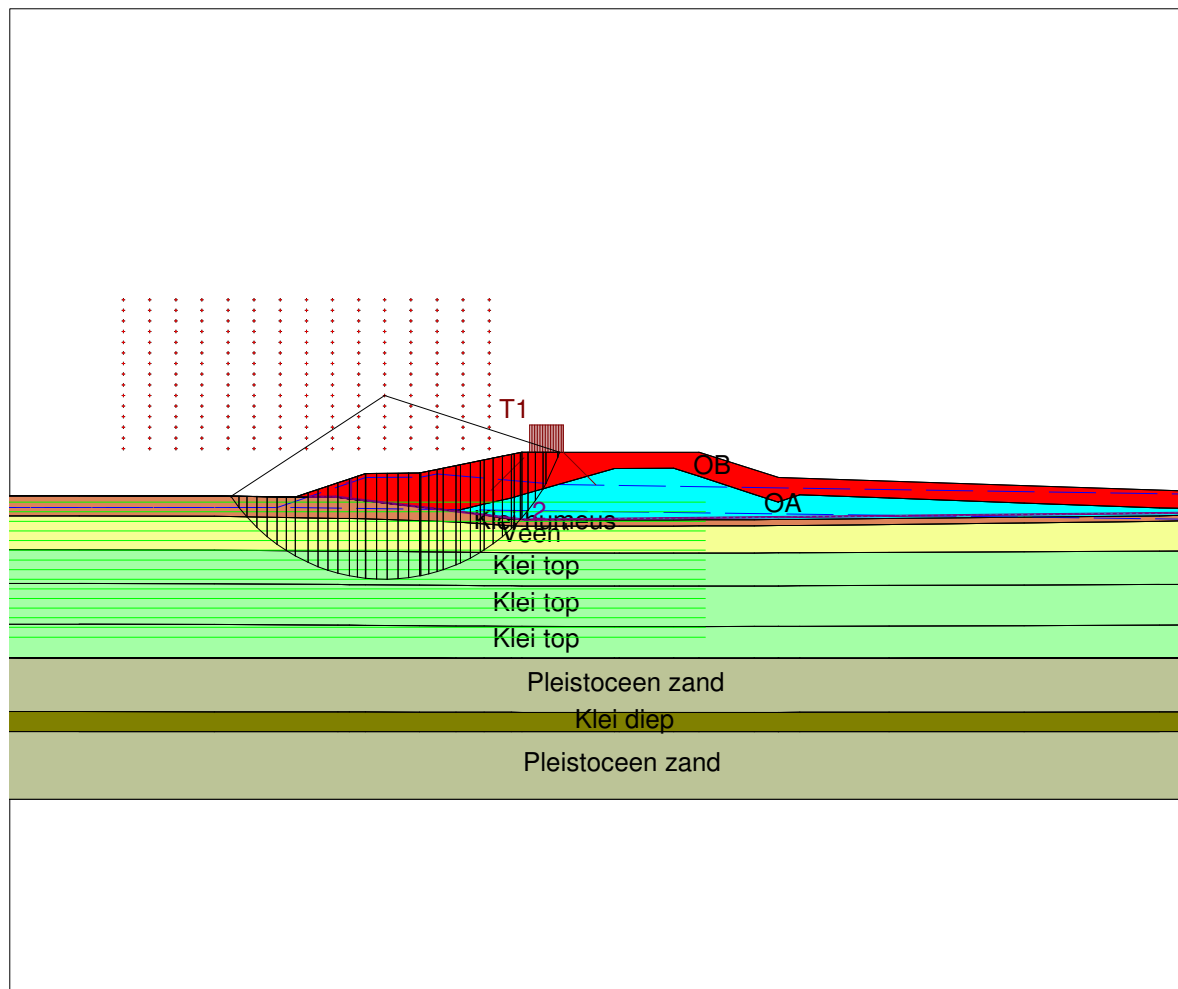
- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Klei top
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand

Xm : 29,58 [m]
Ym : 55,58 [m]

Radius : 64,15 [m]
Safety : 1,22

IJsseldelta Zuid Z5_gt150_t=2_sibi		Phone Fax
Annex -	date 14-03-2012	D:\Geo Stability\10.1 : Z5_gt150_t=2_sibi.stl
A4	form.	dfr.

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -17,37 [m]
Ym : 7,90 [m]

Radius : 13,61 [m]
Safety : 1,18

D:\Geo Stability 1.0.1 : Z5_gt150_l=2_sibu sett geo.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

IJsseldelta Zuid

Z5_gt150_l=2_sibu sett geo

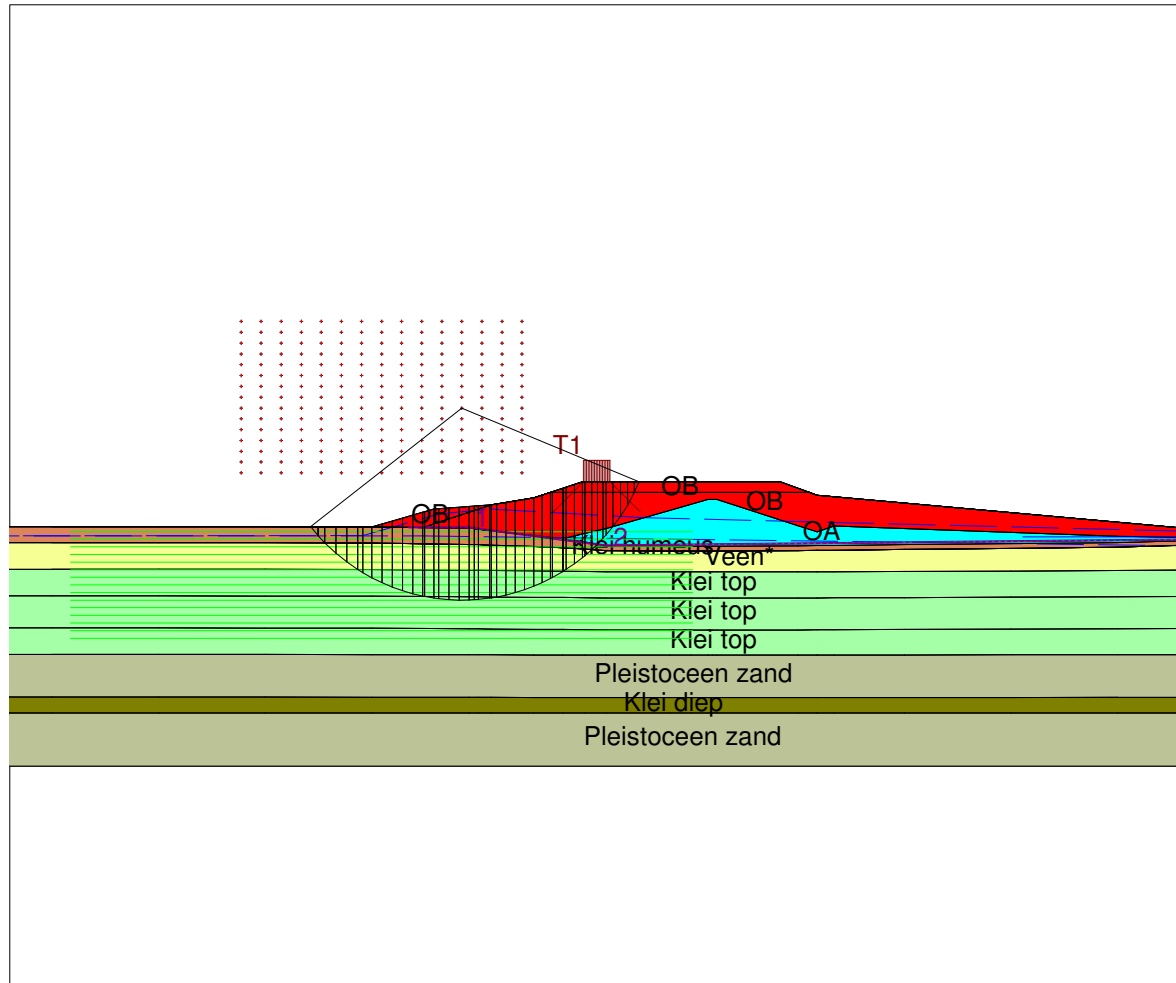
Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand



Xm : -21,54 [m]
Ym : 11,60 [m]

Radius : 18,03 [m]
Safety : 1,13

D:Geo Stability 10.1 : Z5 qt 180 t=2-5 stbu sett geo laag 4.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

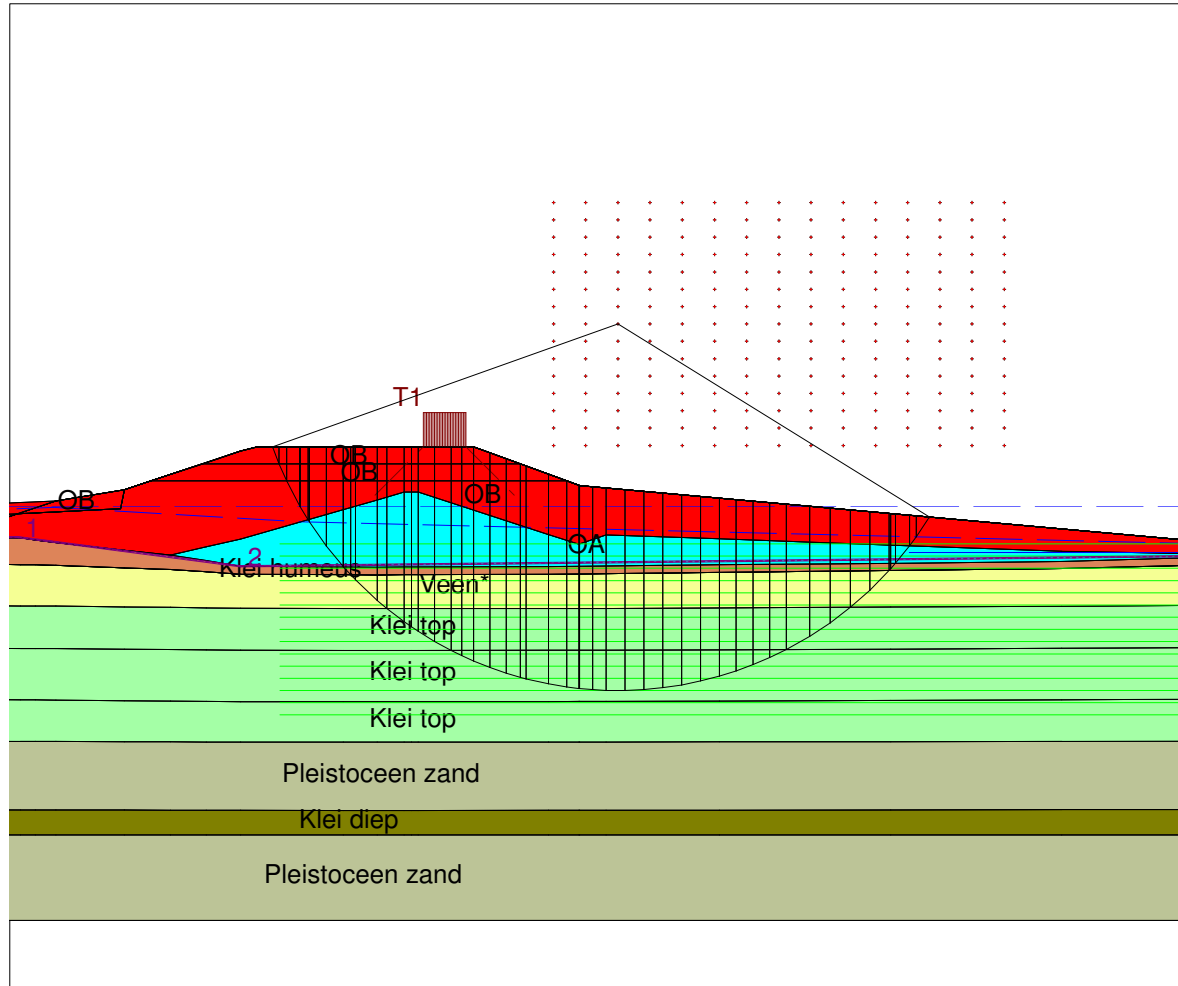
IJsseldelta Zuid

Z5 qt 180 t=2-5 stbu sett geo laag 4

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : 14,06 [m]
Ym : 12,85 [m]

Radius : 21,43 [m]
Safety : 1,42

D:Geo Stability 10.1 : Z5 g1360 t=2-5 stbi sett geo laag 5.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

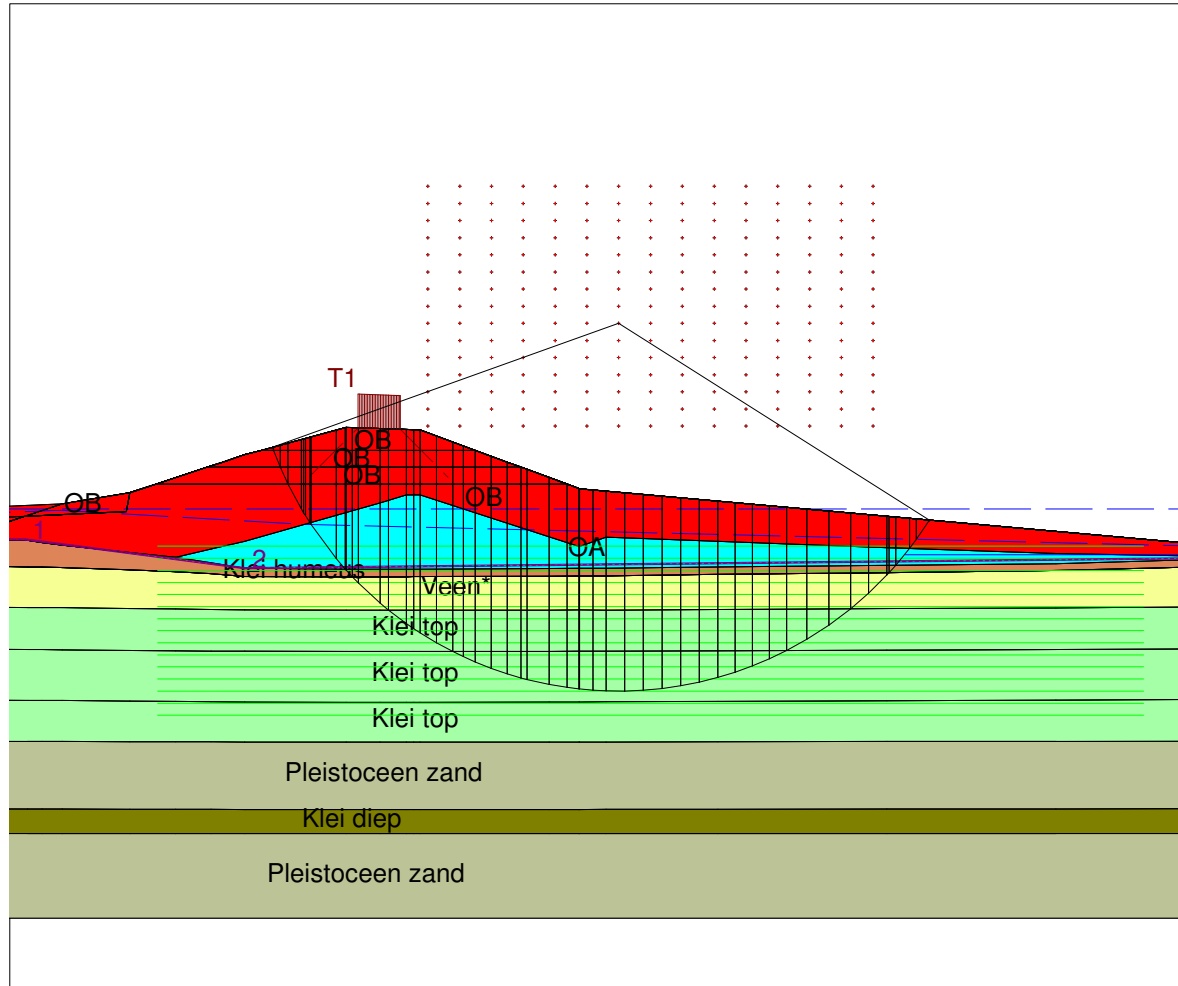
IJsseldelta Zuid

Z5 g1360 t=2-5 stbi sett geo laag 5

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoceen zand

Xm : 14,13 [m]
Ym : 13,19 [m]

Radius : 21,76 [m]
Safety : 1,22

D:Geo Stability 10.1 : Z5 g1360 t=2-5 stbi sett geo laag 6.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

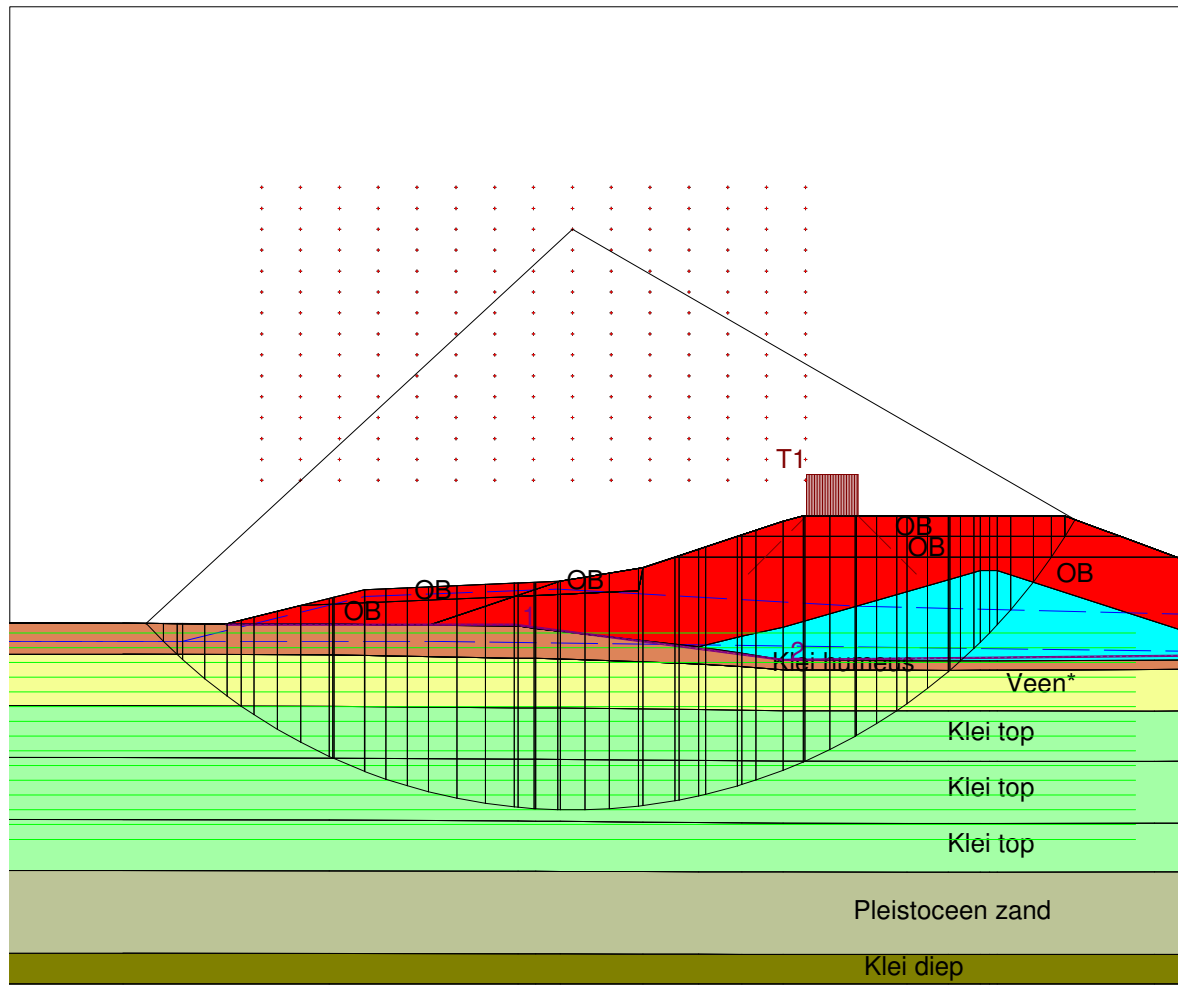
IJsseldelta Zuid

Z5 g1360 t=2-5 stbi sett geo laag 6

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -18,22 [m]
Ym : 19,56 [m]

Radius : 28,14 [m]
Safety : 1,27

IJsseldelta Zuid
Z5 g1360 t=2-5 stbu sett geo laag 5

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : Z5 g1360 t=2-5 stbu sett geo laag 5.stl

date
14-03-2012

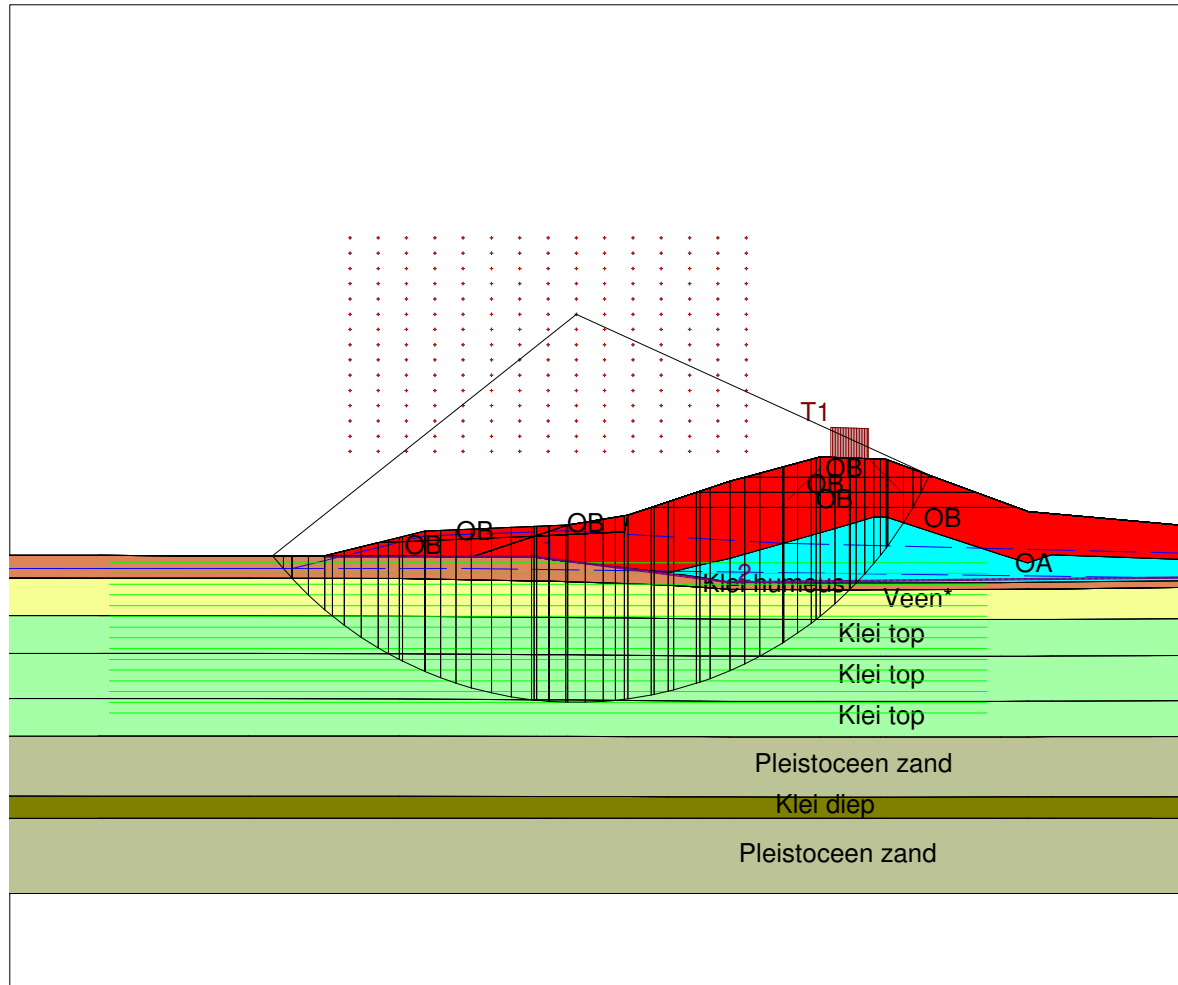
Annex -

form.
A4

drw.

dr.

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -18,22 [m]
Ym : 16,52 [m]

Radius : 25,81 [m]
Safety : 1,15

D:Geo Stability 10.1 : Z5 g1360 t=2-5 stbu sett geo laag 6.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

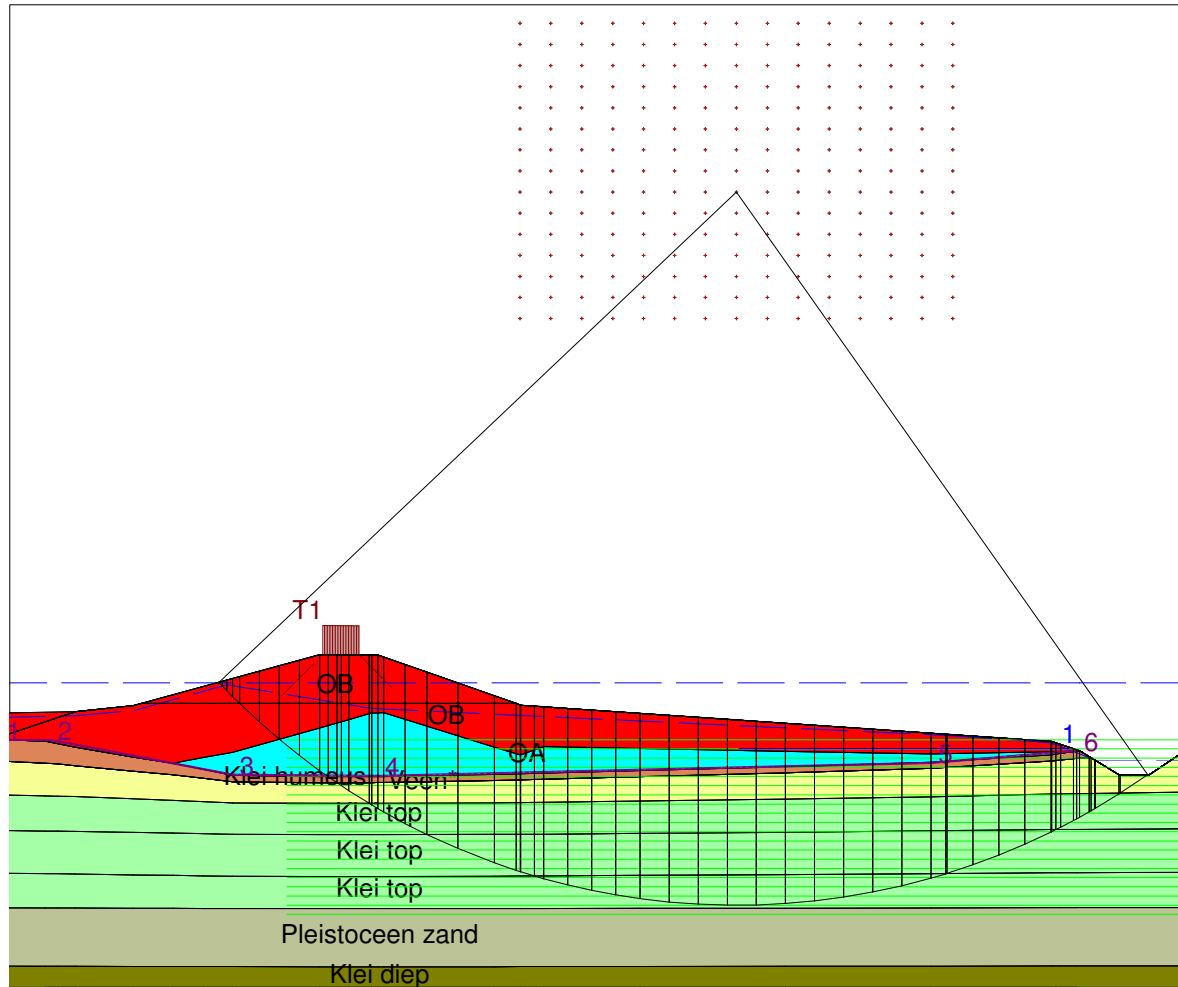
IJsseldelta Zuid

Z5 g1360 t=2-5 stbu sett geo laag 6

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Klei top
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand

Xm : 26,63 [m]
Ym : 37,62 [m]

Radius : 48,99 [m]
Safety : 1,21

Phone
Fax
date
14-03-2012
D:Geo Stability 10.1 : Z5 g1400 t=12 s1b1 sett geo.stl

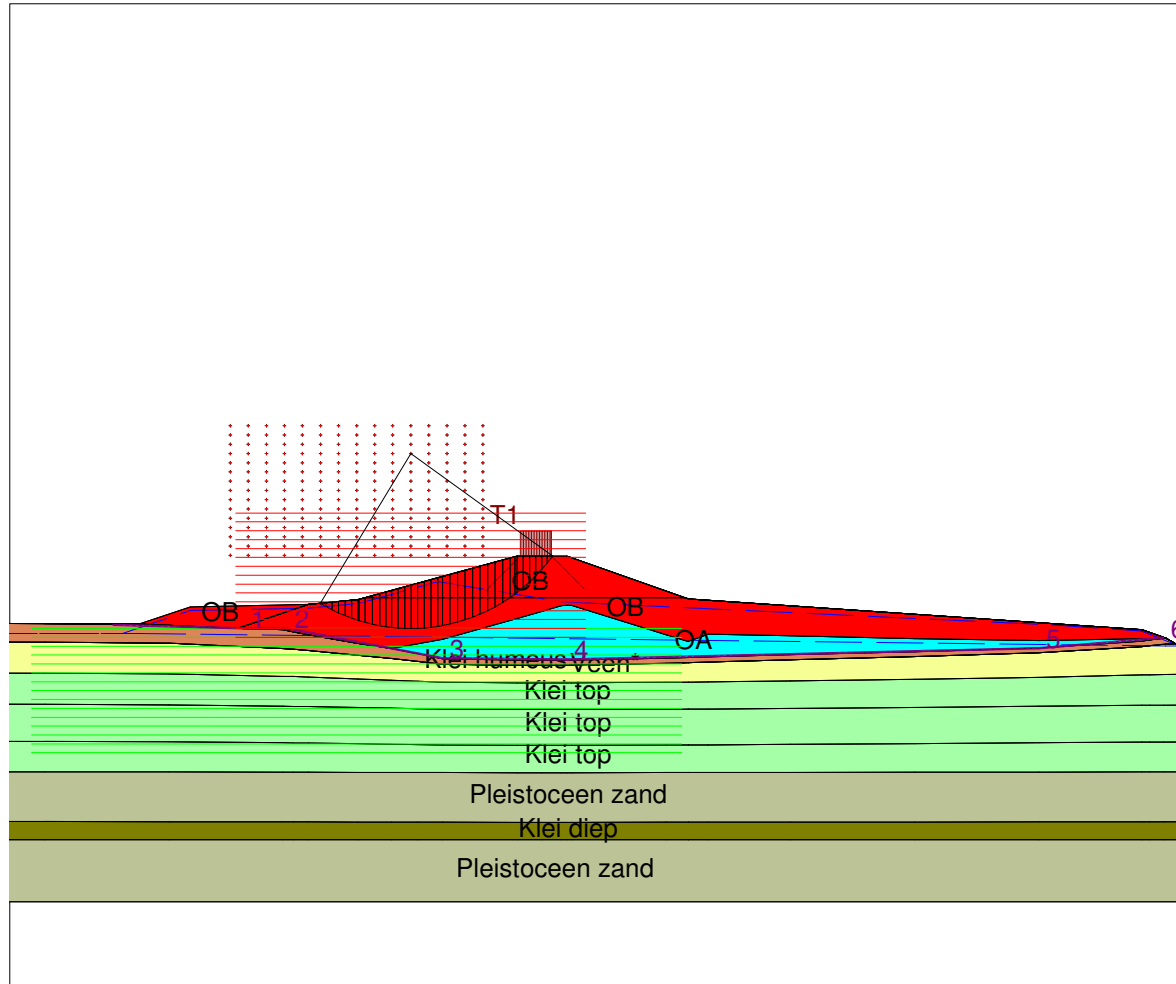
IJsseldelta Zuid
Z5 g1400 t=12 s1b1 sett geo

Annex -
drw.
-
dr.
A4

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Klei top
- Klei diep
- Pleistoecen zand



Xm : -10,56 [m]
Ym : 14,08 [m]

Radius : 14,08 [m]
Safety : 1,14

D-Geo Stability 10.1 : Z5 g1360 t=12 stbu sett geo.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

IJsseldelta Zuid

Z5 g1360 t=12 stbu sett geo

Annex -

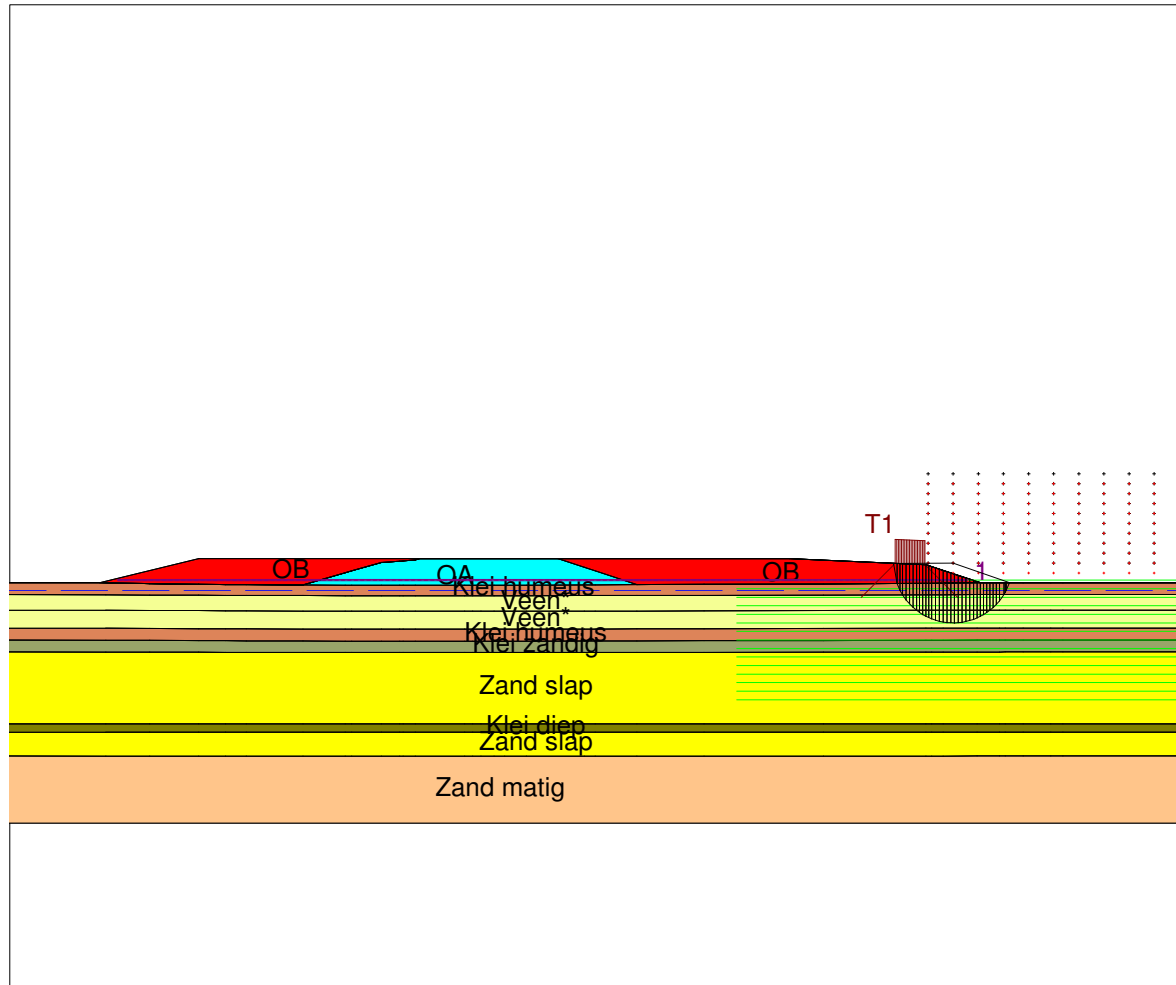
form.
A4

BIJLAGE II RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN CATEGORIE B

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig



Xm : 40,83 [m]
Ym : 1,42 [m]

Radius : 4,99 [m]
Safety : 1,10

D:\Geo Stability 1.0.1 : N3_gt100_1=0-2-laag 1 stbi.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drvr.

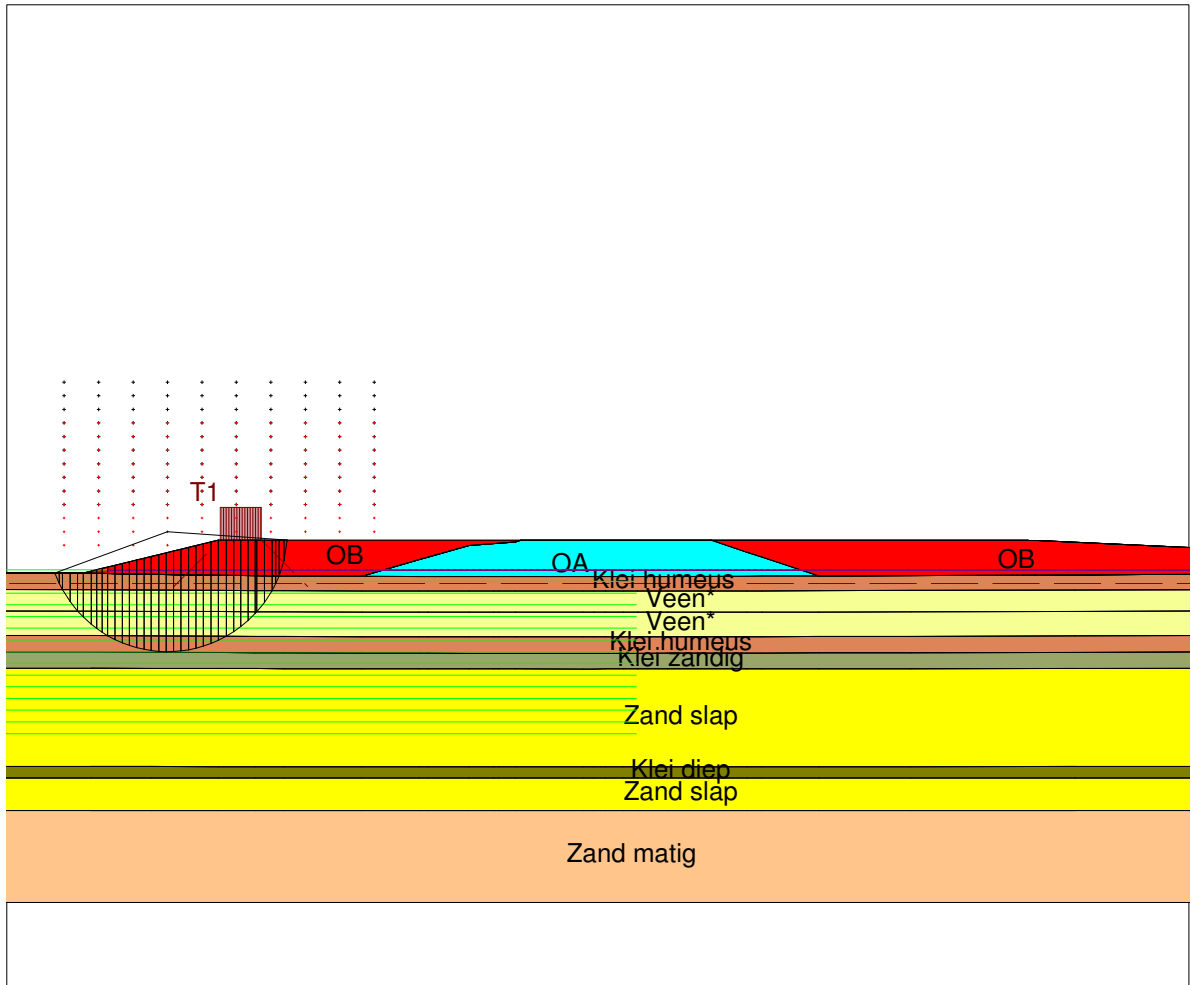
IJsseldelta Zuid

N3_gt100_1=0-2-laag 1 stbi

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Veen*
 - Klei humeus
 - Klei zandig
 - Klei diep
 - Zand slap
 - Zand matig

Xm : -25,35 [m]
Ym : 2,32 [m]

Radius : 7,32 [m]
Safety : 0,96

D:\Geo Stability\10.1 : N3_gt100_l=0-2 laag 1 stbu\stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

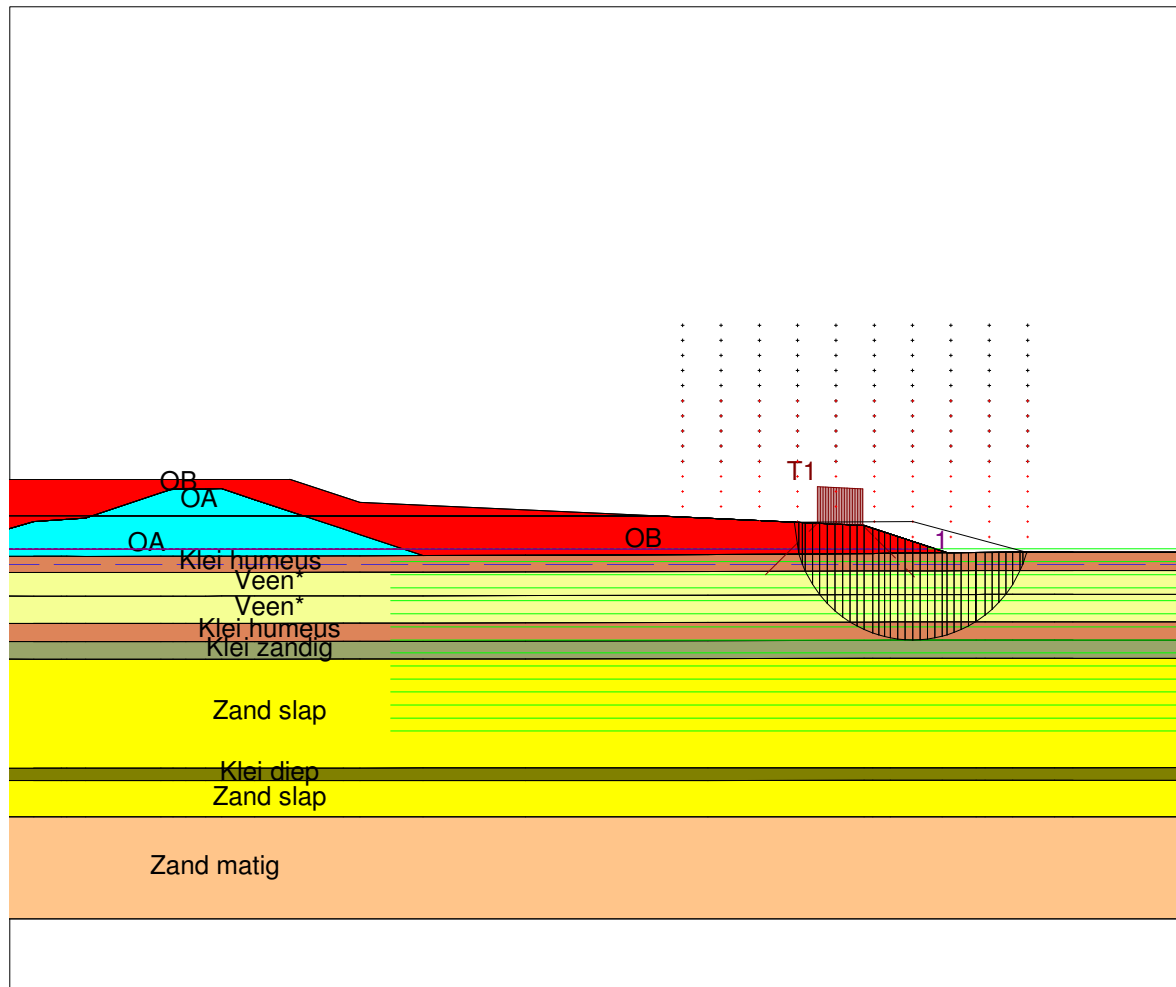
IJsseldelta Zuid

N3_gt100_l=0-2 laag 1 stbu

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig

Xm : 41,22 [m]
Ym : 1,48 [m]

Radius : 6,48 [m]
Safety : 1,17

D-Geo Stability 10.1 : N3_gt150_t=0-2_laag 2 stbi berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

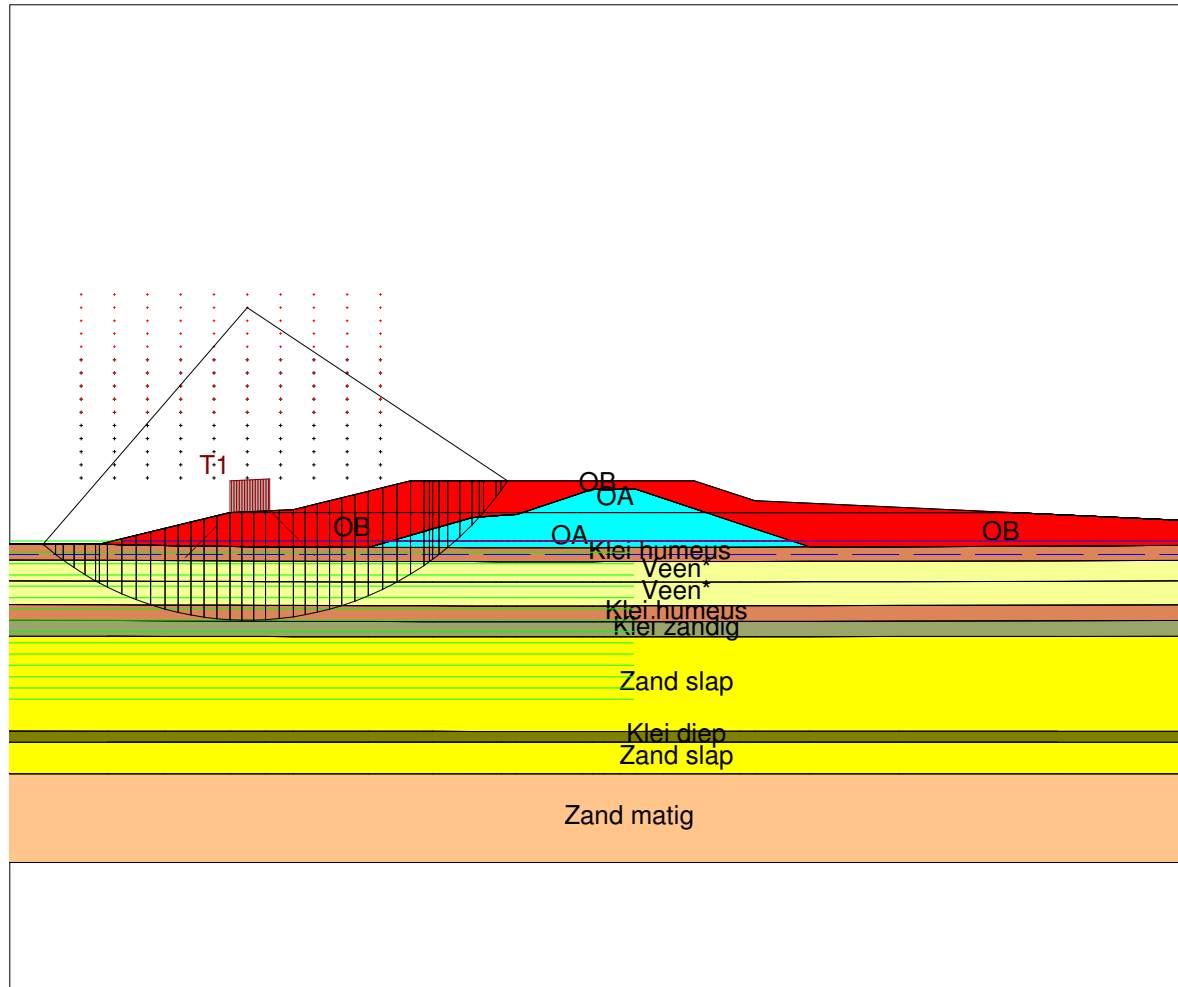
IJsseldelta Zuid

N3_gt150_t=0-2_laag 2 stbi berm

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig

Xm : -21,15 [m]
Ym : 14,75 [m]

Radius : 19,75 [m]
Safety : 0,97

D:\Geo Stability\10.1 : N3_gt150_l=0-2 laag 2 stbu.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

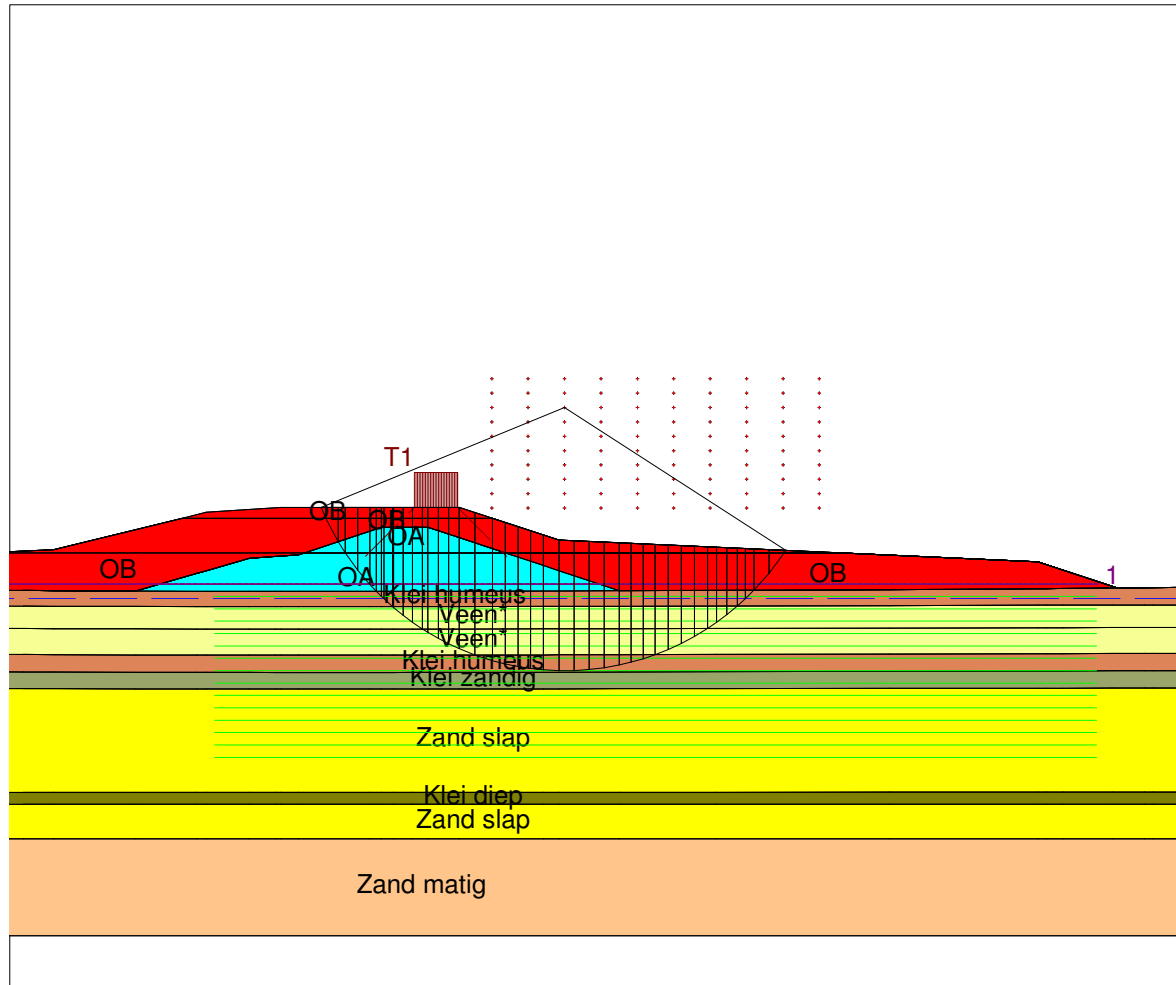
IJsseldelta Zuid

N3_gt150_l=0-2 laag 2 stbu

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig

Xm : 11,23 [m]
Ym : 10,19 [m]

Radius : 15,19 [m]
Safety : 1,51

Phone
Fax

D-Geo Stability 10.1 : N3_gt150_t=0-2 laag 3 sibi kruin.stl

date
14-03-2012

drvr.
-

IJsseldelta Zuid
N3_gt150_t=0-2 laag 3 sibi kruin

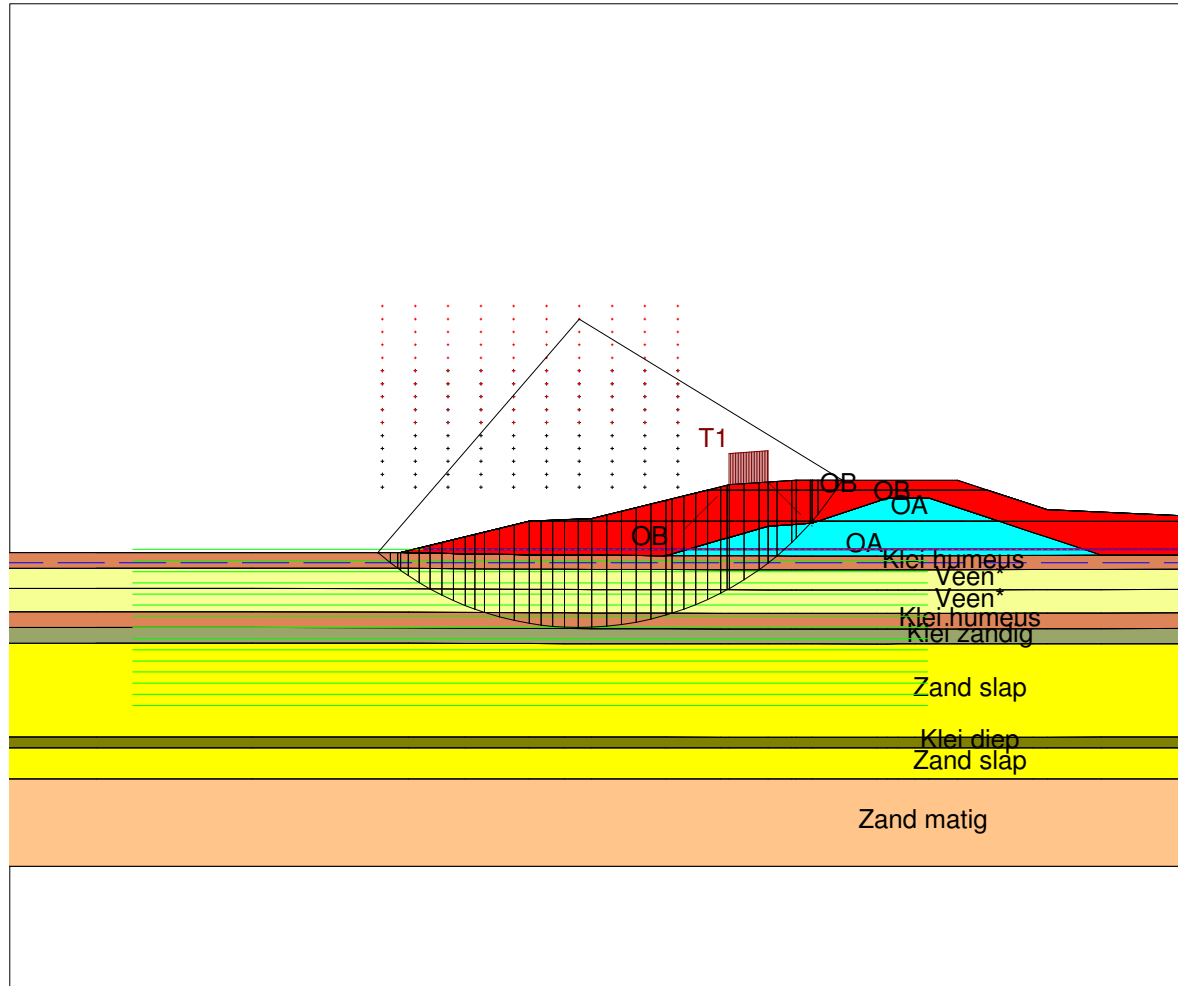
Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig



Xm : -19,05 [m]
Ym : 14,75 [m]

Radius : 19,75 [m]
Safety : 0,94

D:Geo Stability 10.1 : N3_gt150_t=0-2 laag 3 sbu kruin 2.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw:

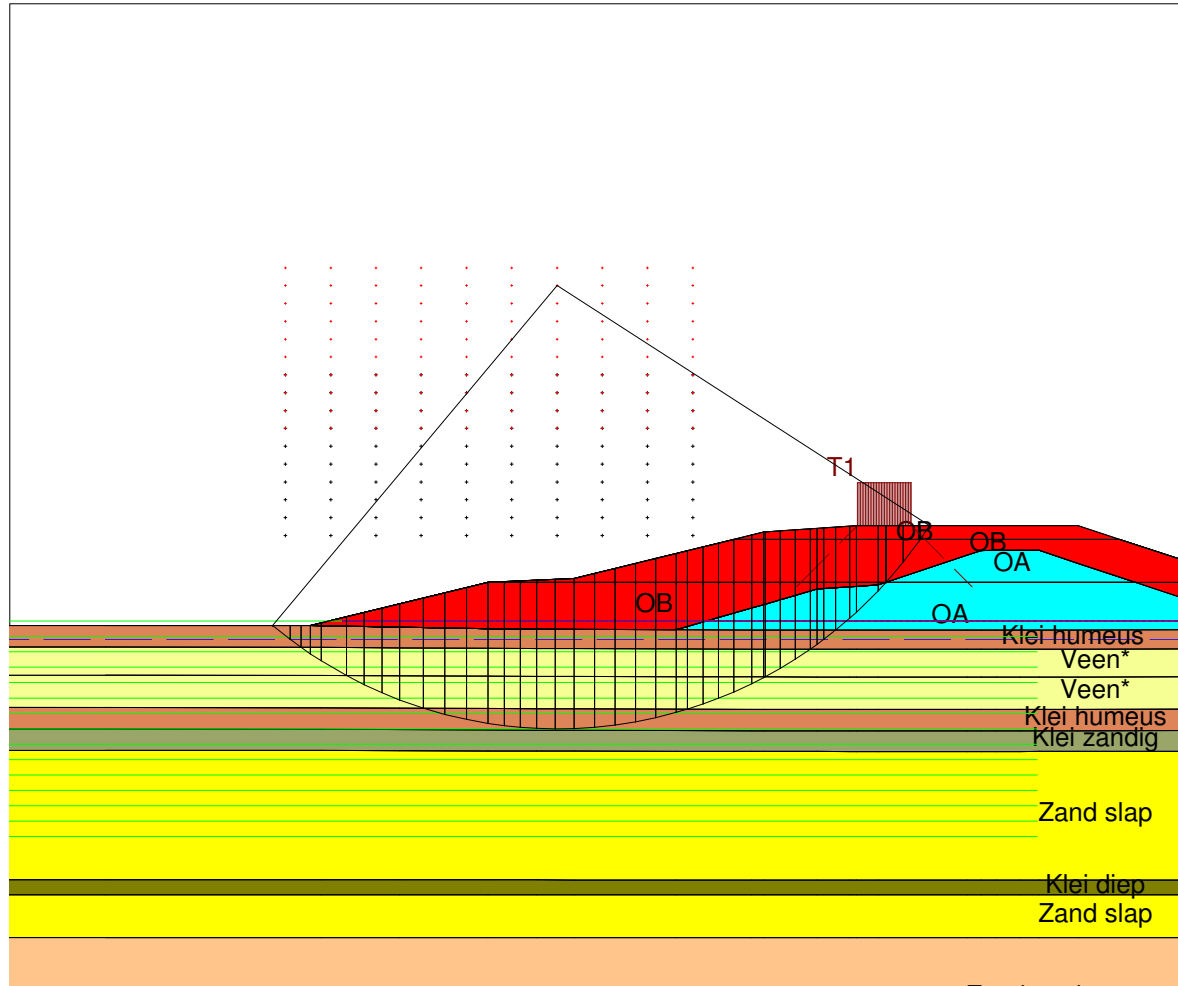
IJsseldelta Zuid

N3_gt150_t=0-2 laag 3 sbu kruin 2

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen*
- Klei humeus
- Klei zandig
- Klei diep
- Zand slap
- Zand matig

Xm : -19,05 [m]
Ym : 15,58 [m]

Radius : 20,58 [m]
Safety : 0,93

Phone
Fax

D:Geo Stability_10.1 : N3_gt150_t=0-2 laag 3 stbu kruin.stl

date
14-03-2012

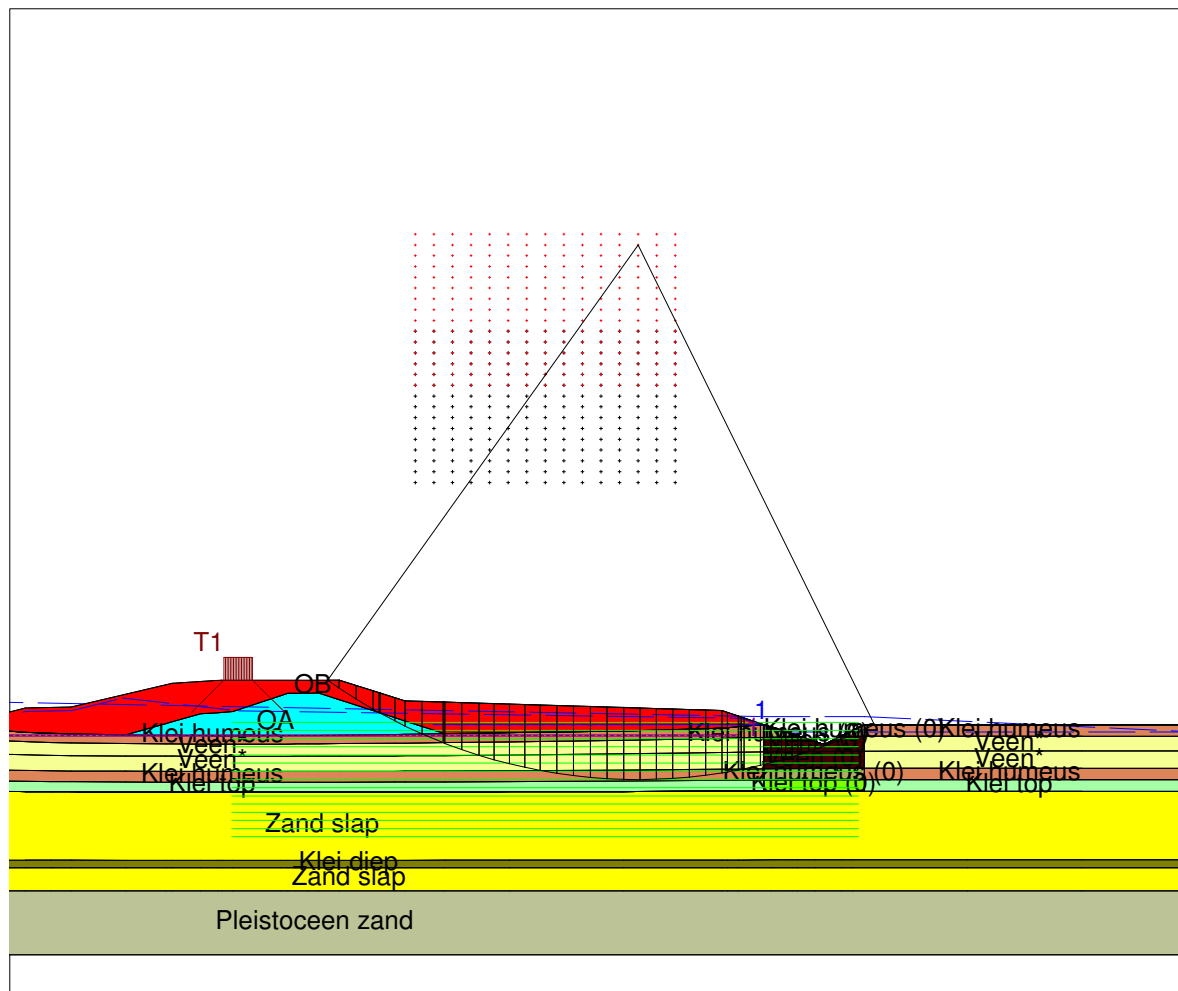
drw.
-

IJsseldelta Zuid
N3_gt150_t=0-2 laag 3 stbu kruin

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Veen (0)
 - Klei humeus (0)
 - Klei top (0)
 - Veen*
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Klei diep
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 31,25 [m]
Ym : 41,68 [m]

Radius : 46,68 [m]
Safety : 1,39

D:\Geo Stability_10.1 : N3_settled_geo_gt150_t=2.stb.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

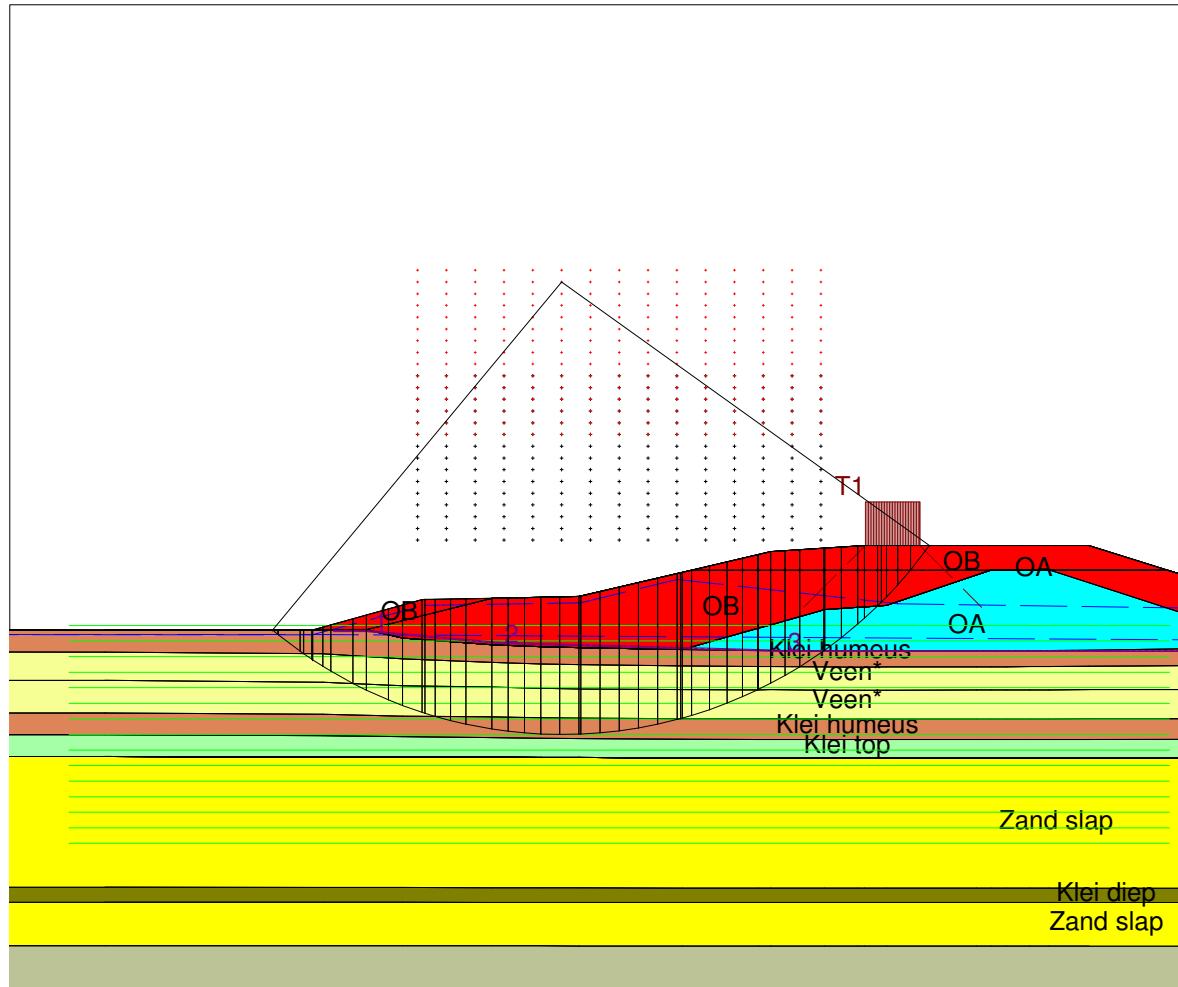
IJsseldelta Zuid

N3_settled_geo_gt150_t=2.stb.stl

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



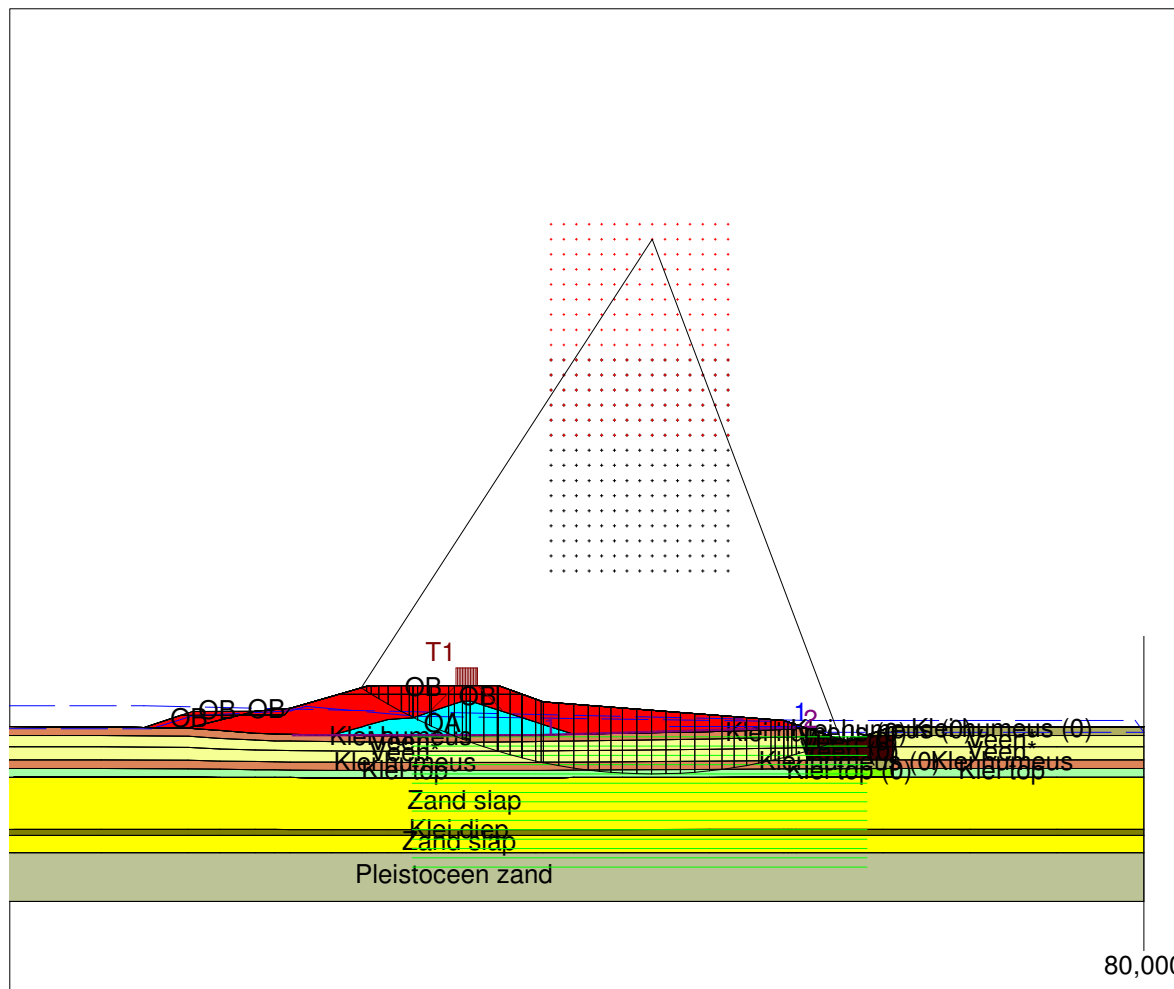
- Materials**
- OB
 - OA
 - Veen*
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Klei diep
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : -19,04 [m]
Ym : 15,76 [m]

Radius : 20,76 [m]
Safety : 1,16

IJsseldelta Zuid		Phone	D-Geo Stability 10.1 - N3_settled geo_gt180_t=2 stbu.stl
N3_settled geo_gt150_t=2 stbu		Fax	
Annex	-	date	14-03-2012
form.	A4	drw.	-

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Veen (0)
 - Klei top (0)
 - Klei humeus (0)
 - Veen*
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Klei diep
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 23,42 [m]
Ym : 55,88 [m]

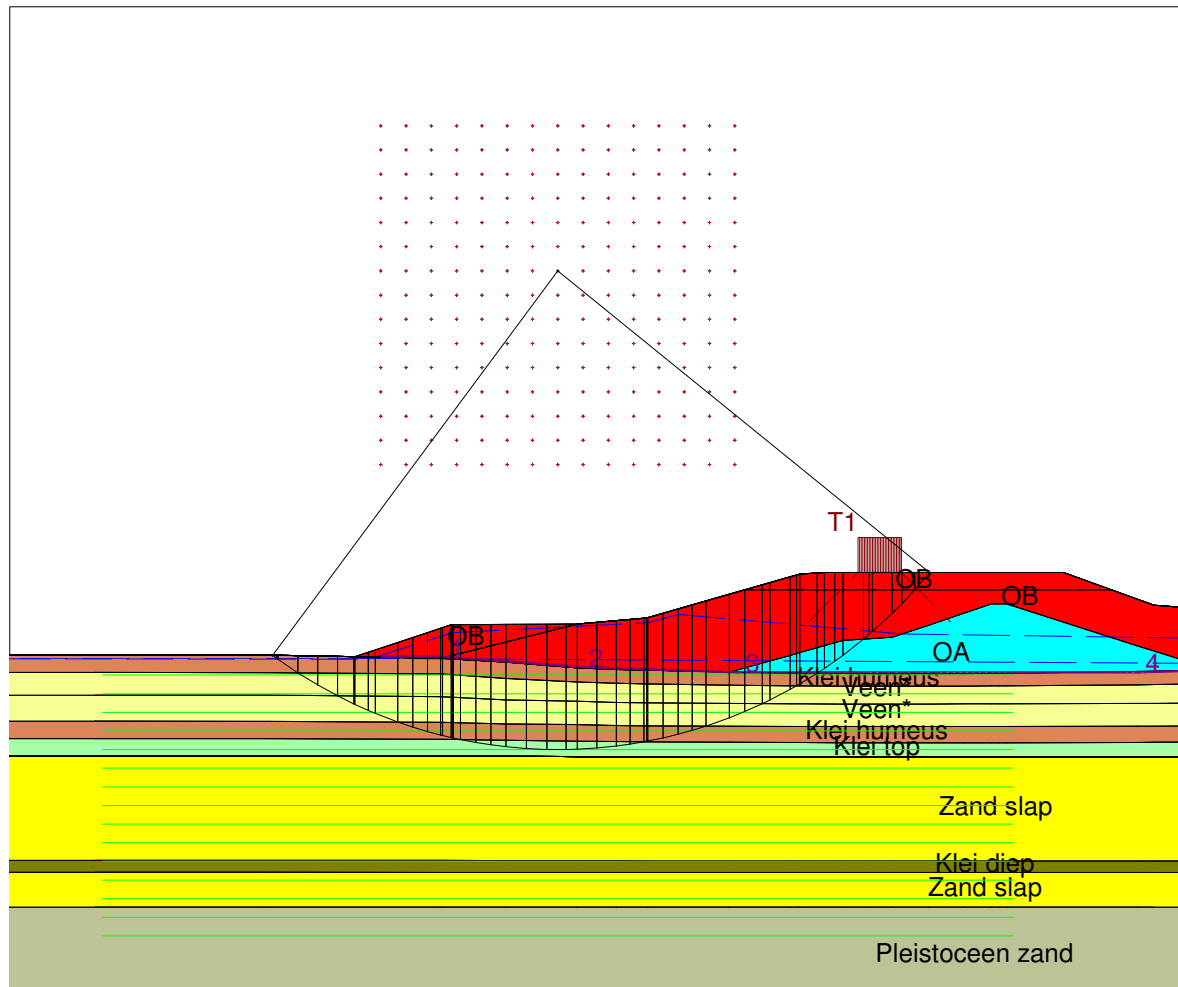
Radius : 61,53 [m]
Safety : 1,21

80,000

D: Geo Stability, 10.1 : N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag 4.stl

IJsseldelta Zuid		Phone	date	drw.
N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag 4		Fax		
Annex	-		15-03-2012	
form.	A4			

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei top (0)
- Klei humeus (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : -23,37 [m]
Ym : 21,88 [m]

Radius : 27,53 [m]
Safety : 1,23

D:Geo Stability 10.1 : N3 gt180 t=2-5 stbu sett geo laag 4.stl

Phone
Fax

date
15-03-2012

drw.

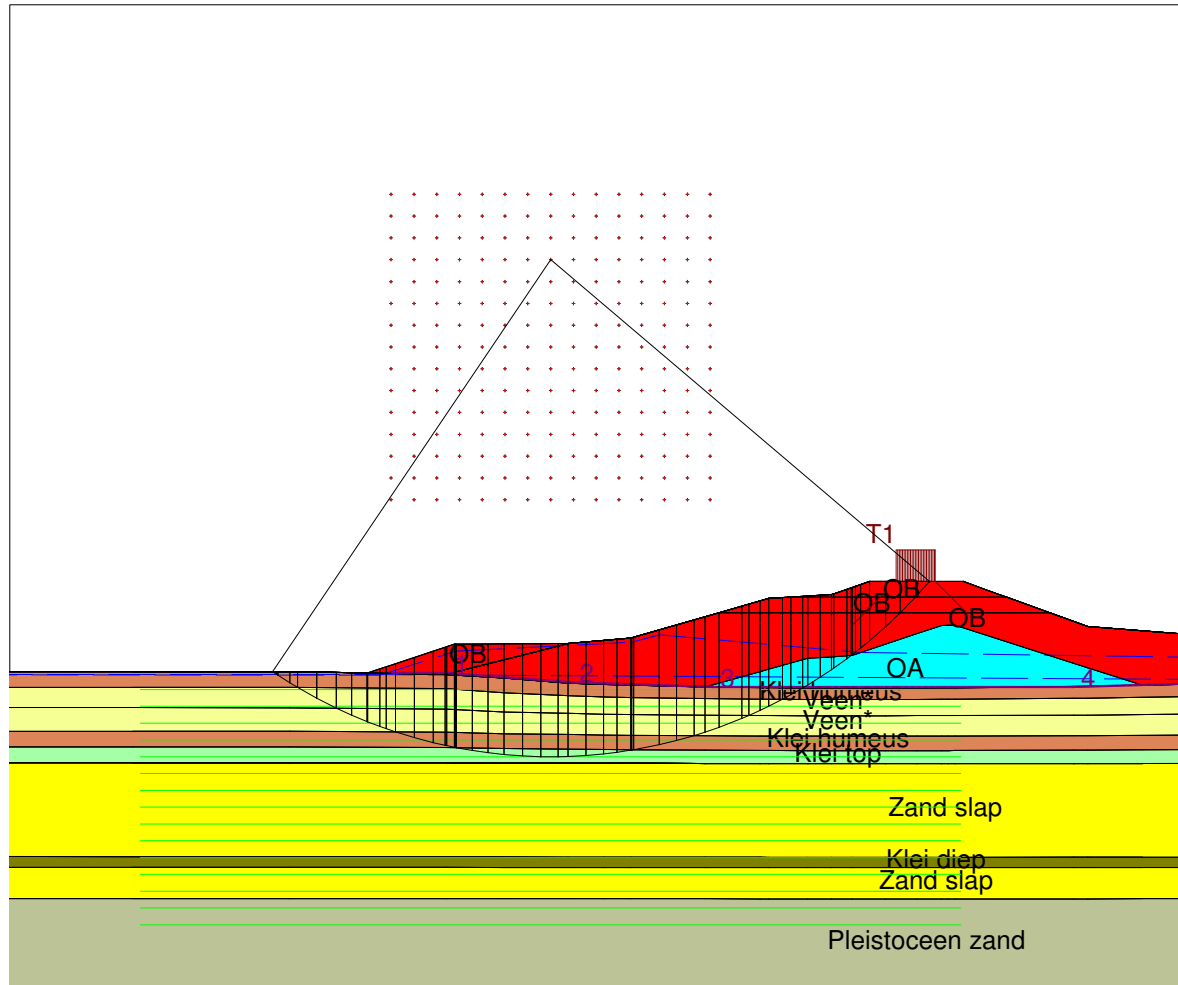
IJsseldelta Zuid

N3 gt180 t=2-5 stbu sett geo laag 4

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei top (0)
- Klei humeus (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoecen zand

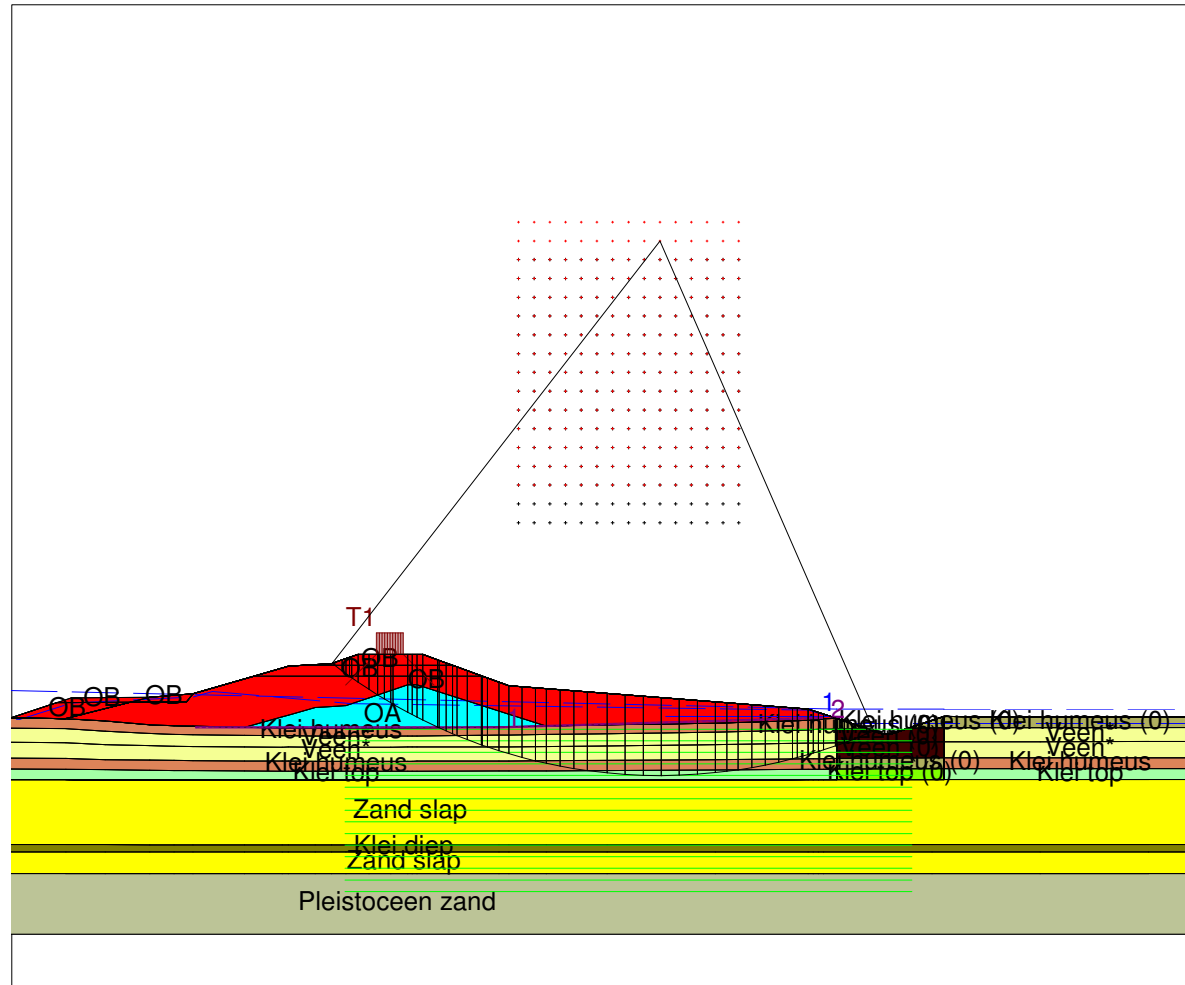
Xm : -23,37 [m]
Ym : 26,06 [m]

Radius : 31,70 [m]
Safety : 1,20

IJsseldelta Zuid N3 gt 180 t=2-5 stbi sett geo laag 5		Phone Fax	D:Geo Stability 10.1 : N3 gt 180 t=2-5 stbu sett geo laag berm laag 5.stl
Annex -	date 15-03-2012		
A4 form.	drw. -		

Critical Circle Bishop

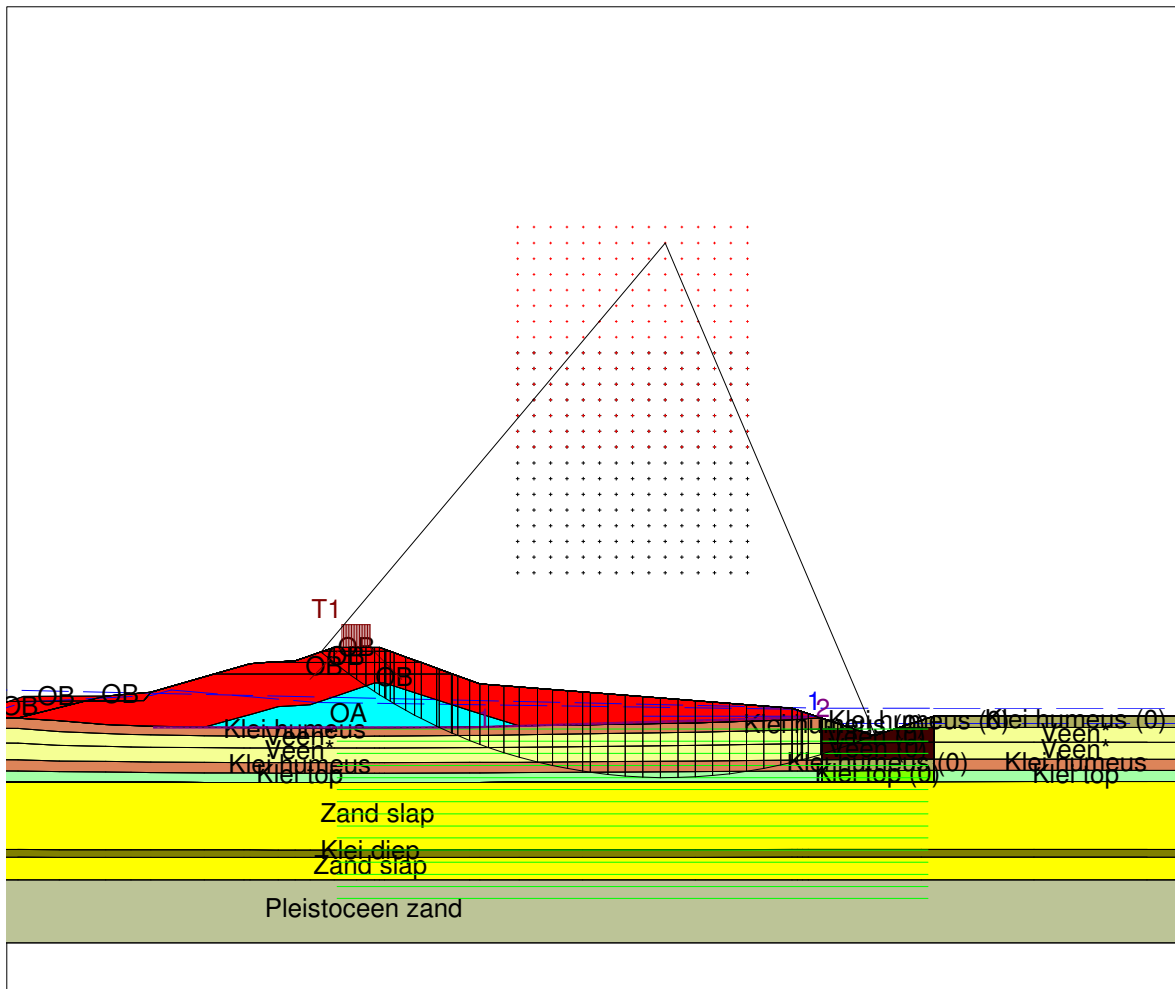
- Materials**
- OB
 - OA
 - Veen (0)
 - Klei top (0)
 - Klei humeus (0)
 - Veen*
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Klei diep
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand



Xm : 24,88 [m] Radius : 49,38 [m]
 Ym : 43,74 [m] Safety : 1,21

IJsseldelta Zuid		Phone	D: Geo Stability 10.1 : N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag 5 stil
N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag 5		Fax	
Annex	-	date	15-03-2012
A4	form.	drw.	-

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei top (0)
- Klei humeus (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : 27,33 [m]
Ym : 41,71 [m]

Radius : 47,36 [m]
Safety : 1,20

IJsseldelta Zuid
N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag 6

Phone
Fax

D: Geo Stability 10.1 : N3 g1180 t=2-5 stbi sett geo laag berm laag 6.stl

date
15-03-2012

Annex -

form.
A4

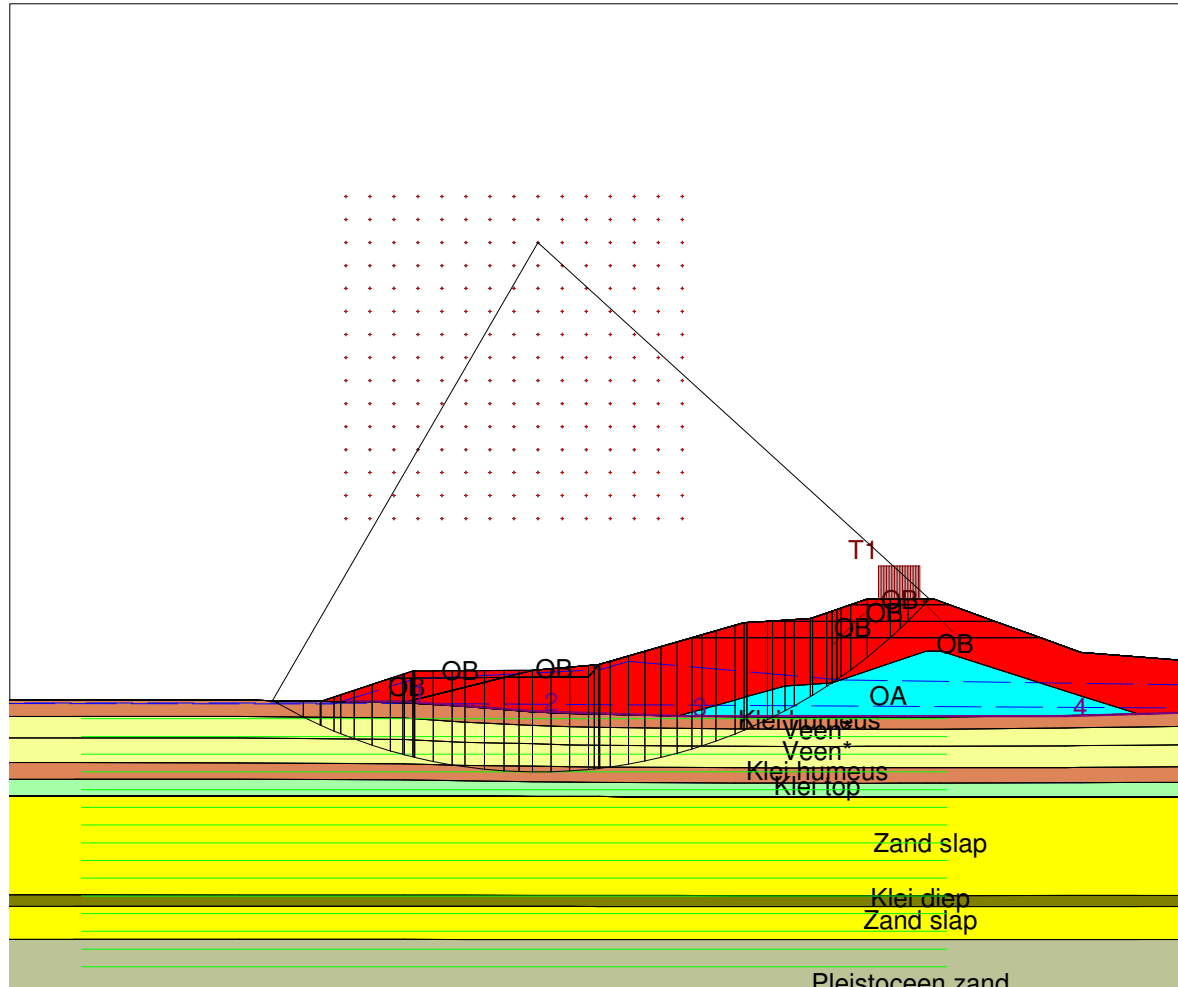
drw.
-

dit.
-

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei top (0)
- Klei humeus (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoceen zand



Xm : -21,92 [m]
Ym : 27,45 [m]

Radius : 32,02 [m]
Safety : 1,13

D:Geo Stability 10.1 : N3 gt180 t=2-5 stbu sett geo laag 6.stl

Phone
Fax

date
15-03-2012

drw.

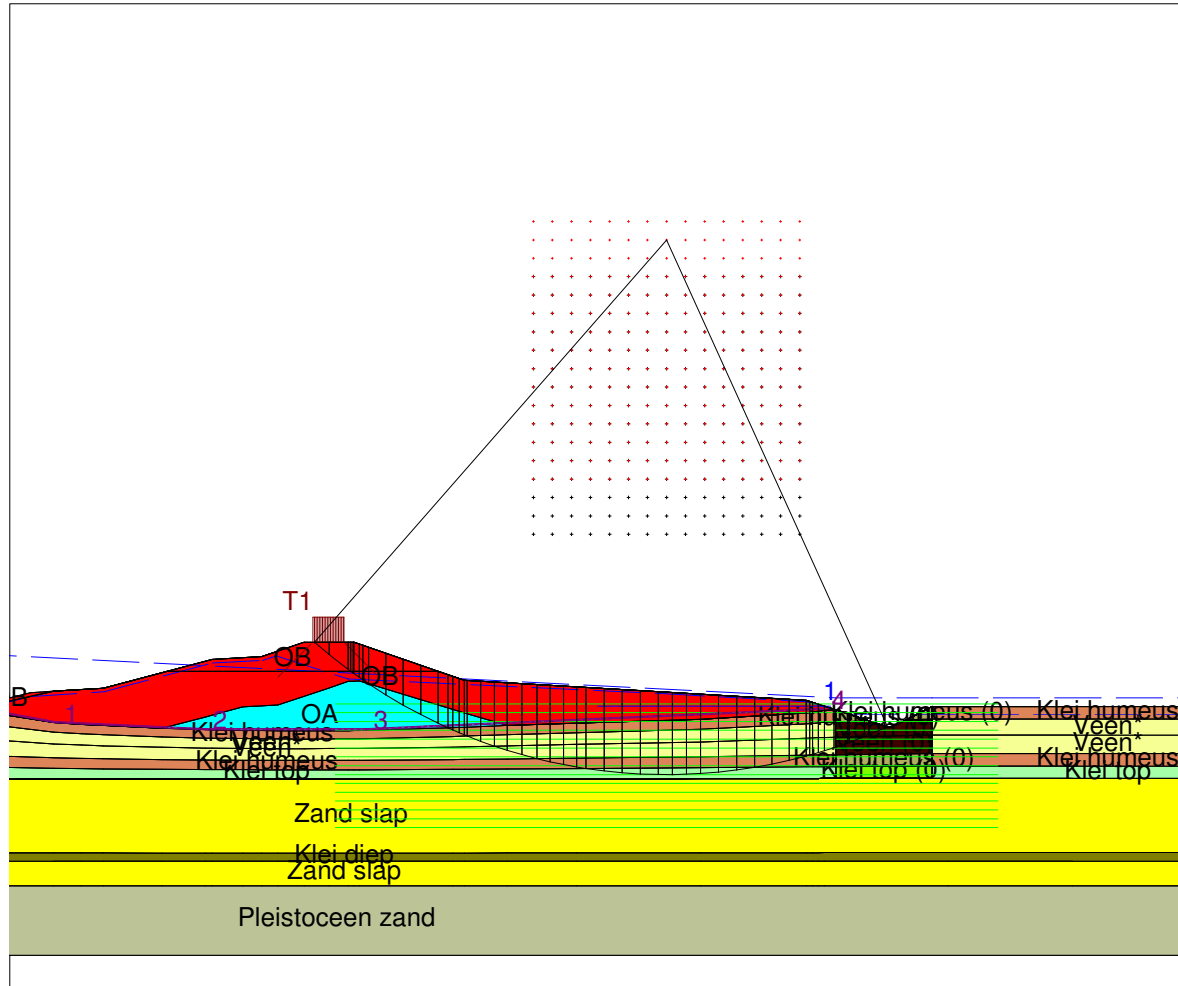
IJsseldelta Zuid

N3 gt180 t=2-5 stbu sett geo laag 6

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei humeus (0)
- Klei top (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : 27,25 [m]
Ym : 37,46 [m]

Radius : 43,17 [m]
Safety : 1,34

D:Geo Stability 10.1 : N3 I=12 stbi sett geo gt180 berm.stil

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

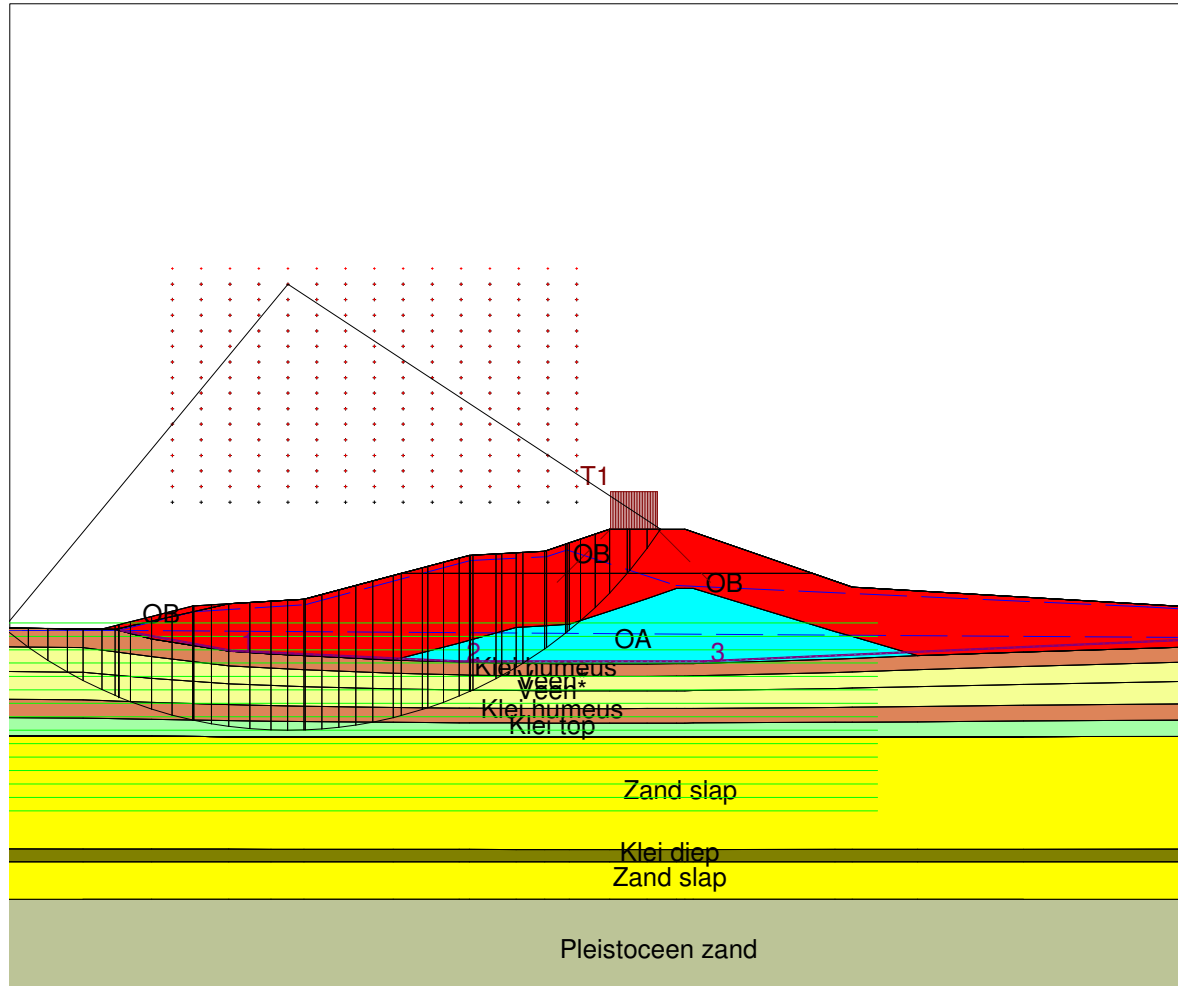
IJsseldelta Zuid

N3 I=12 stbi sett geo gt180 berm

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Veen (0)
- Klei humeus (0)
- Klei top (0)
- Veen*
- Klei humeus
- Klei top
- Klei diep
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : -19,11 [m]
Ym : 18,01 [m]

Radius : 23,72 [m]
Safety : 1,13

D:Geo Stability_10.1 : N3 t=12 stbu sett geo gt180 berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

IJsseldelta Zuid

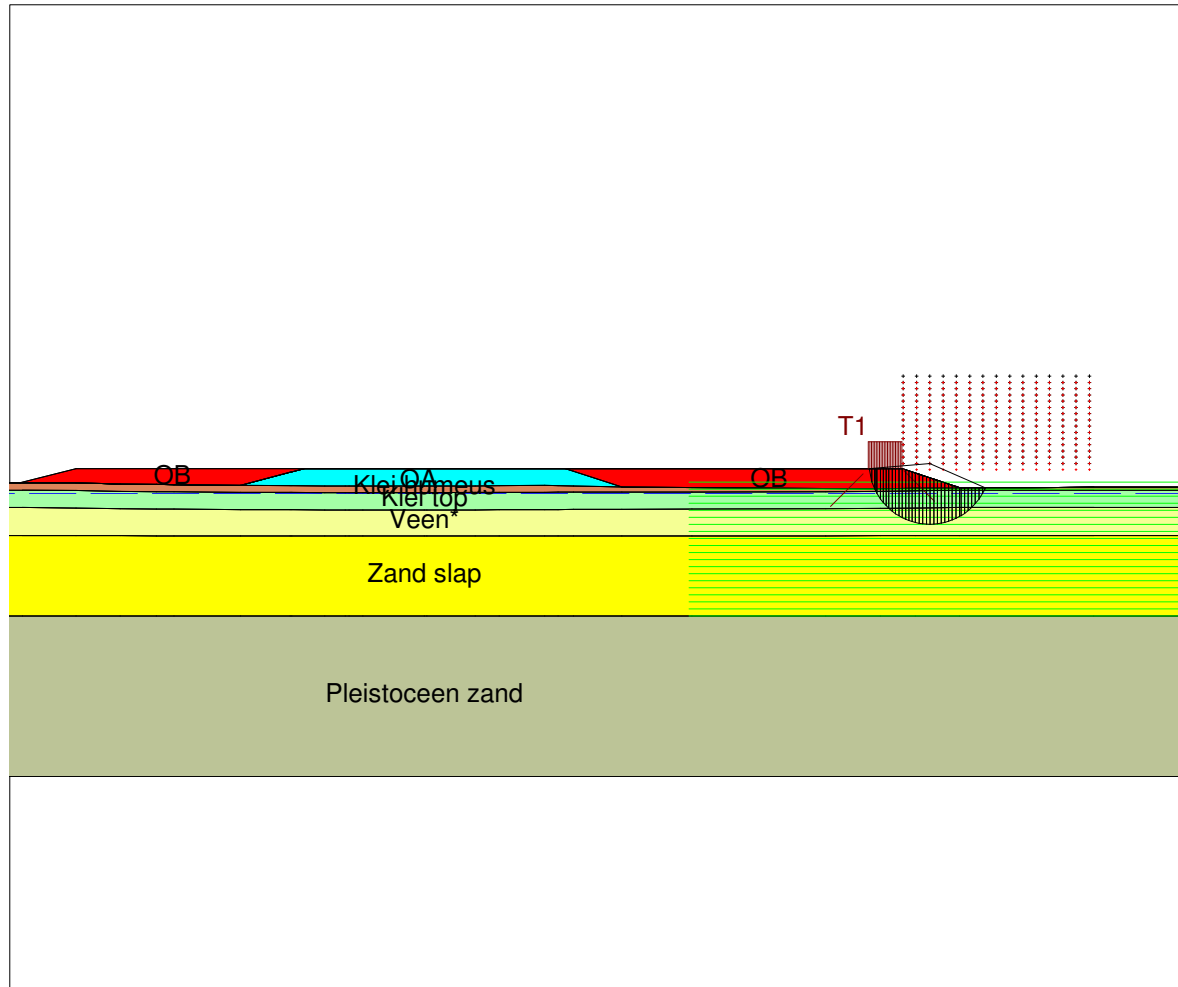
N3 t=12 stbu sett geo gt180 berm

Annex -

form.
A4

BIJLAGE III RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN CATEGORIE C

Critical Circle Bishop



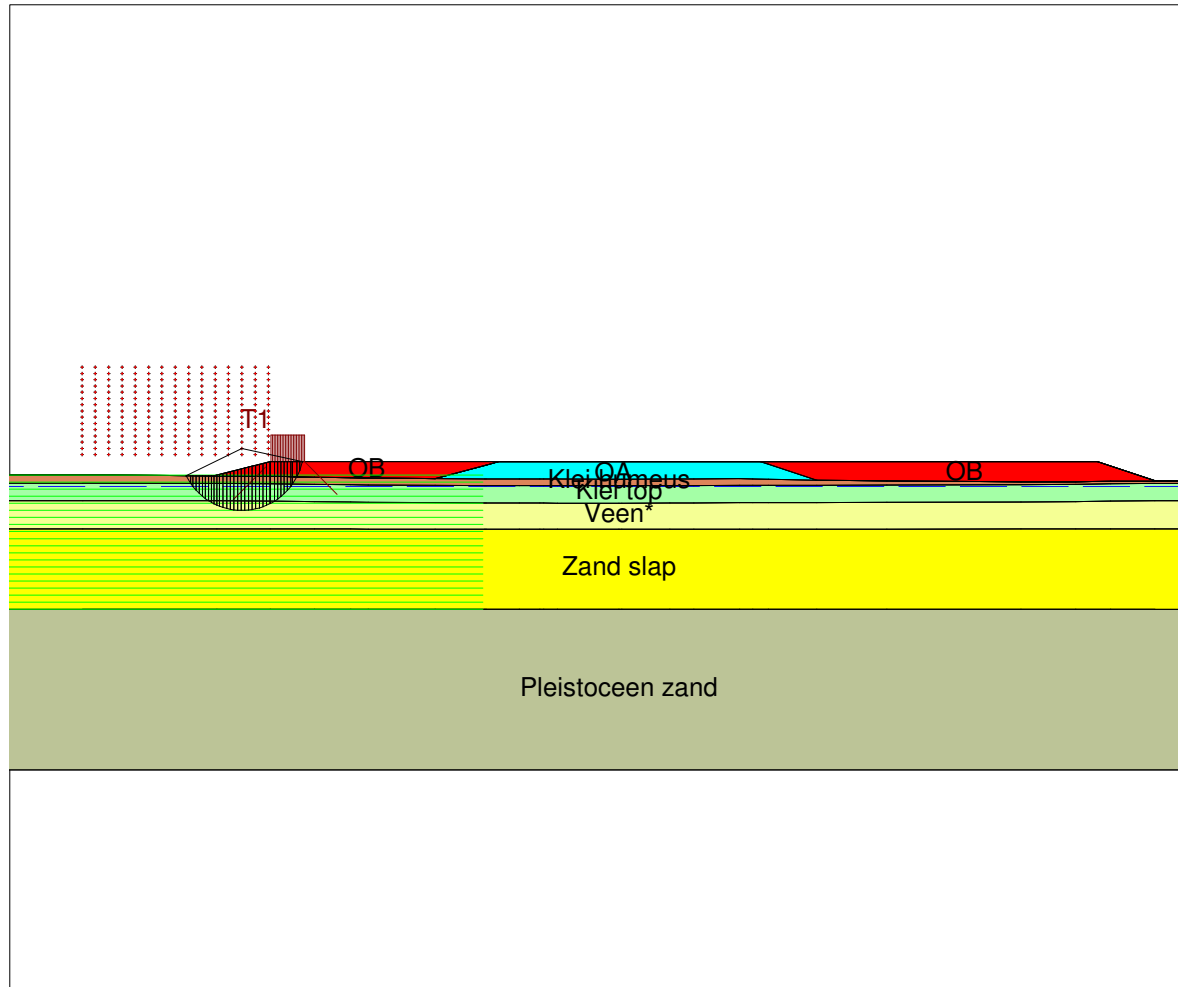
- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 37,77 [m]
Ym : 1,38 [m]

Radius : 4,54 [m]
Safety : 1,04

IJsseldelta Zuid		Phone	D-Geo Stability 1.0.1 : N8 t=0-2 laag 1 stbi.stl
N8 t=0-2 laag 1 stbi		Fax	
Annex	-	date	14-03-2012
form.	A4	drw.	-

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : -28,13 [m]
Ym : 1,99 [m]

Radius : 4,62 [m]
Safety : 1,53

D:Gao Stability 10.1 : N8 I=0-2 laag 1 stbu.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

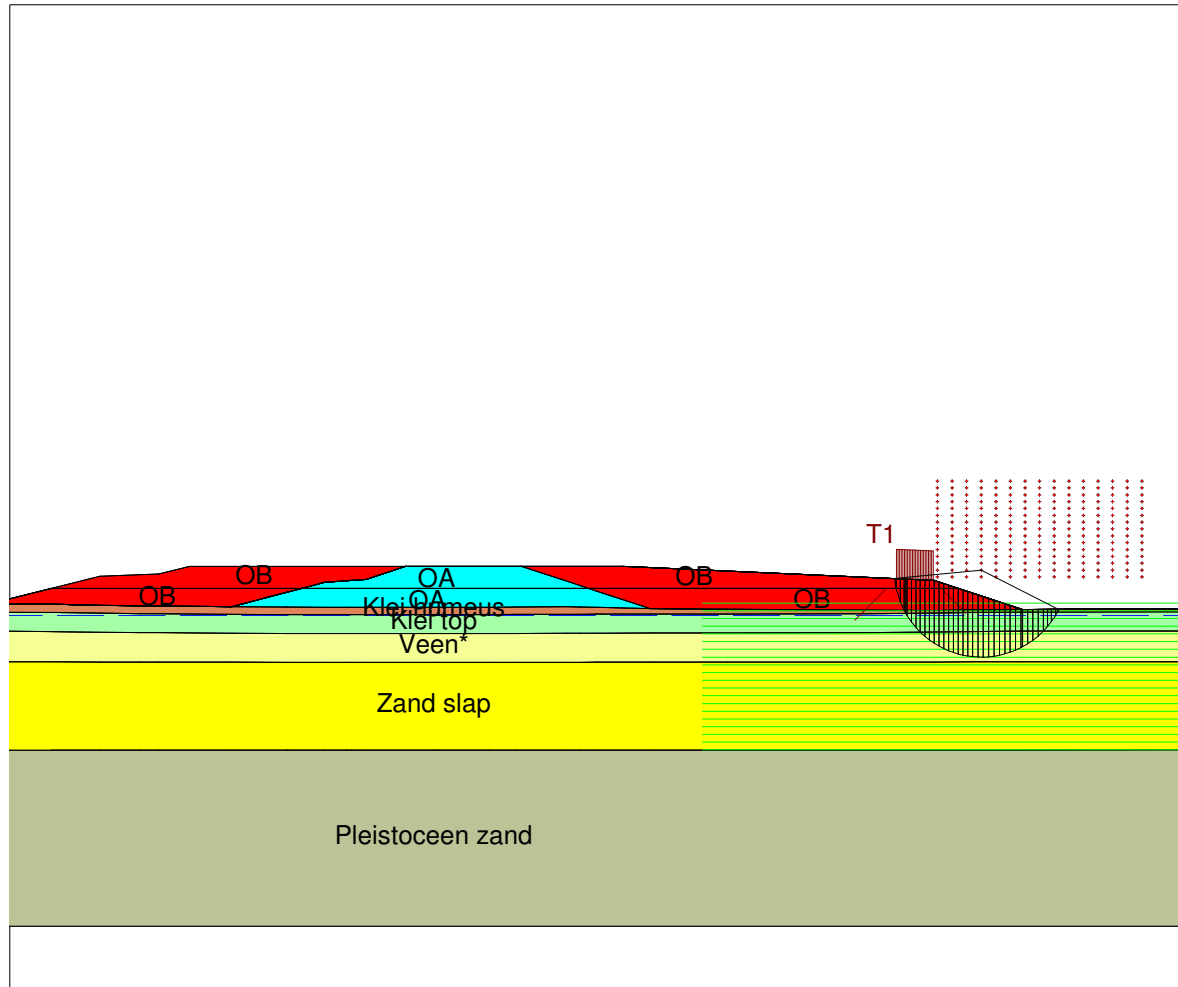
drvr.

IJsseldelta Zuid
N8 I=0-2 laag 1 stbu

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 37,29 [m]
Ym : 2,24 [m]

Radius : 5,92 [m]
Safety : 0,92

Phone
Fax

date
14-03-2012

D:\Geo Stability 1.0.1 : N8 t=0-2 laag 2 sibi.stl

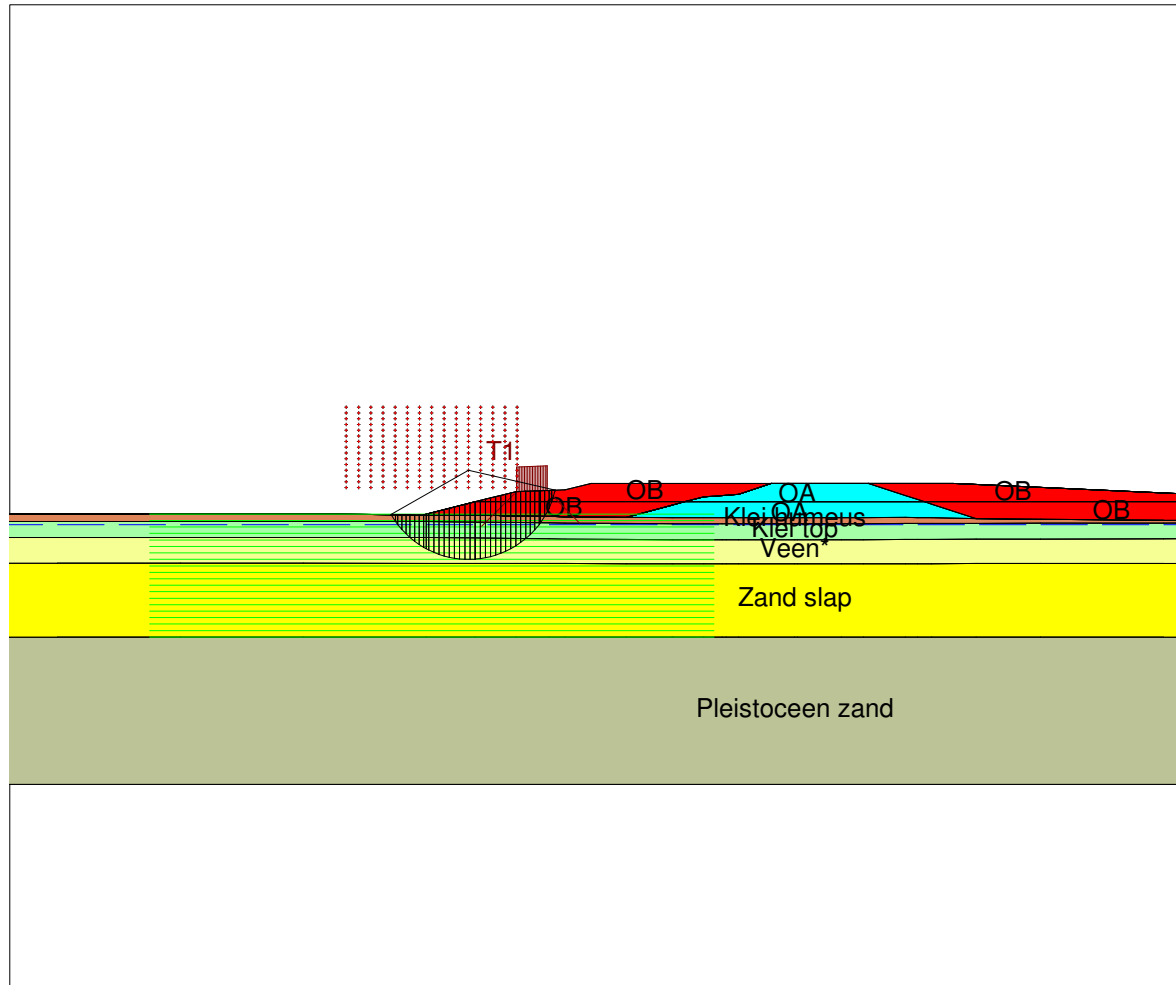
IJsseldelta Zuid
N8 t=0-2 laag 2 sibi

Annex -

form. A4

Critical Circle Bishop

- Materials
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand



Xm : -26,56 [m]
Ym : 3,57 [m]

Radius : 7,25 [m]
Safety : 1,16

Phone
Fax

IJsseldelta Zuid
N8 I=0-2 laag 2 stbu

D:Geo Stability 10.1 : N8 I=0-2 laag 2 stbu.stl

date
14-03-2012

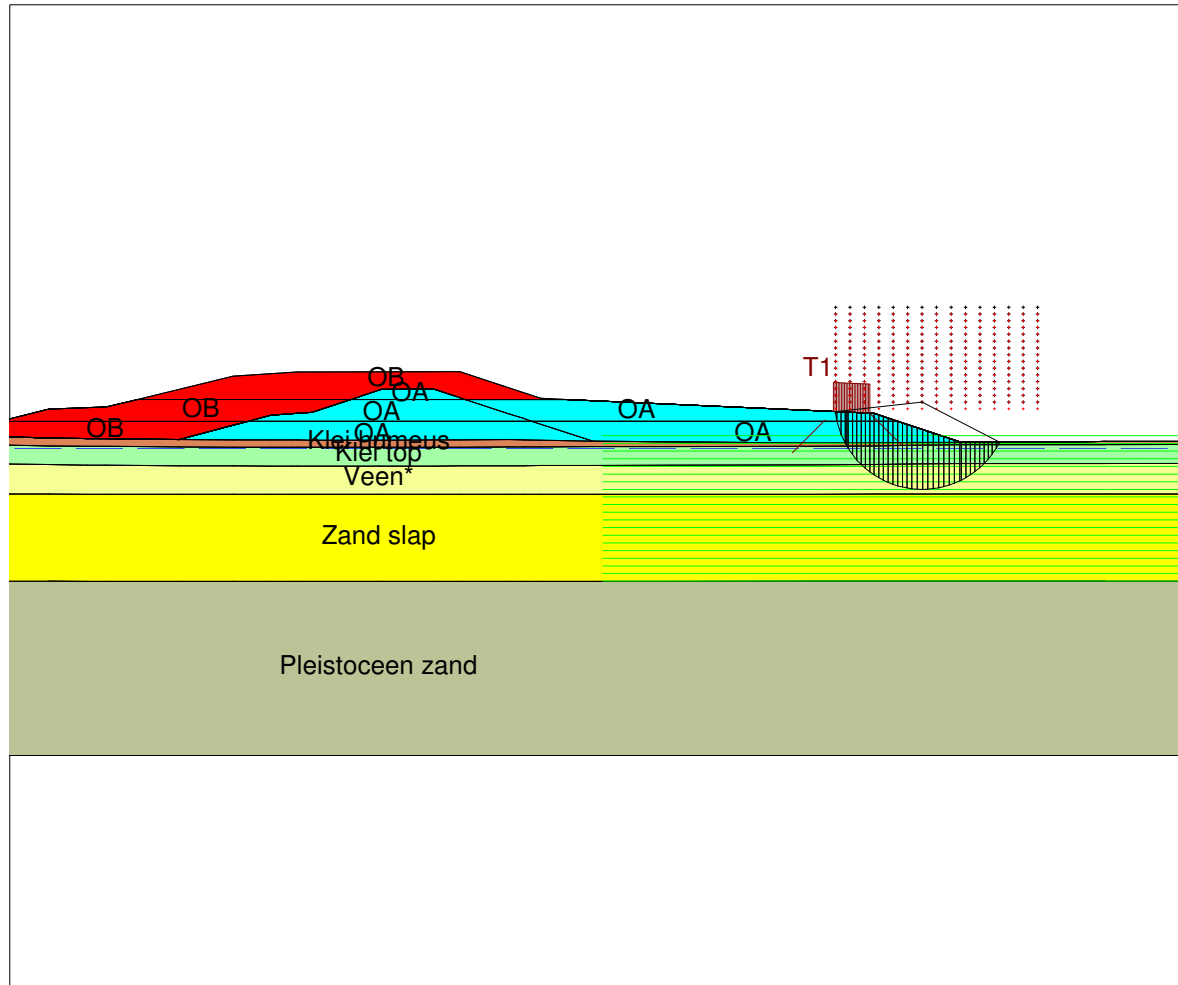
Annex -

drw.

dt.

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 37,41 [m]
Ym : 2,32 [m]

Radius : 6,00 [m]
Safety : 0,92

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.
-

D:Geo Stability 10.1 : N8 t=0-2 laag 3 sibi.stl

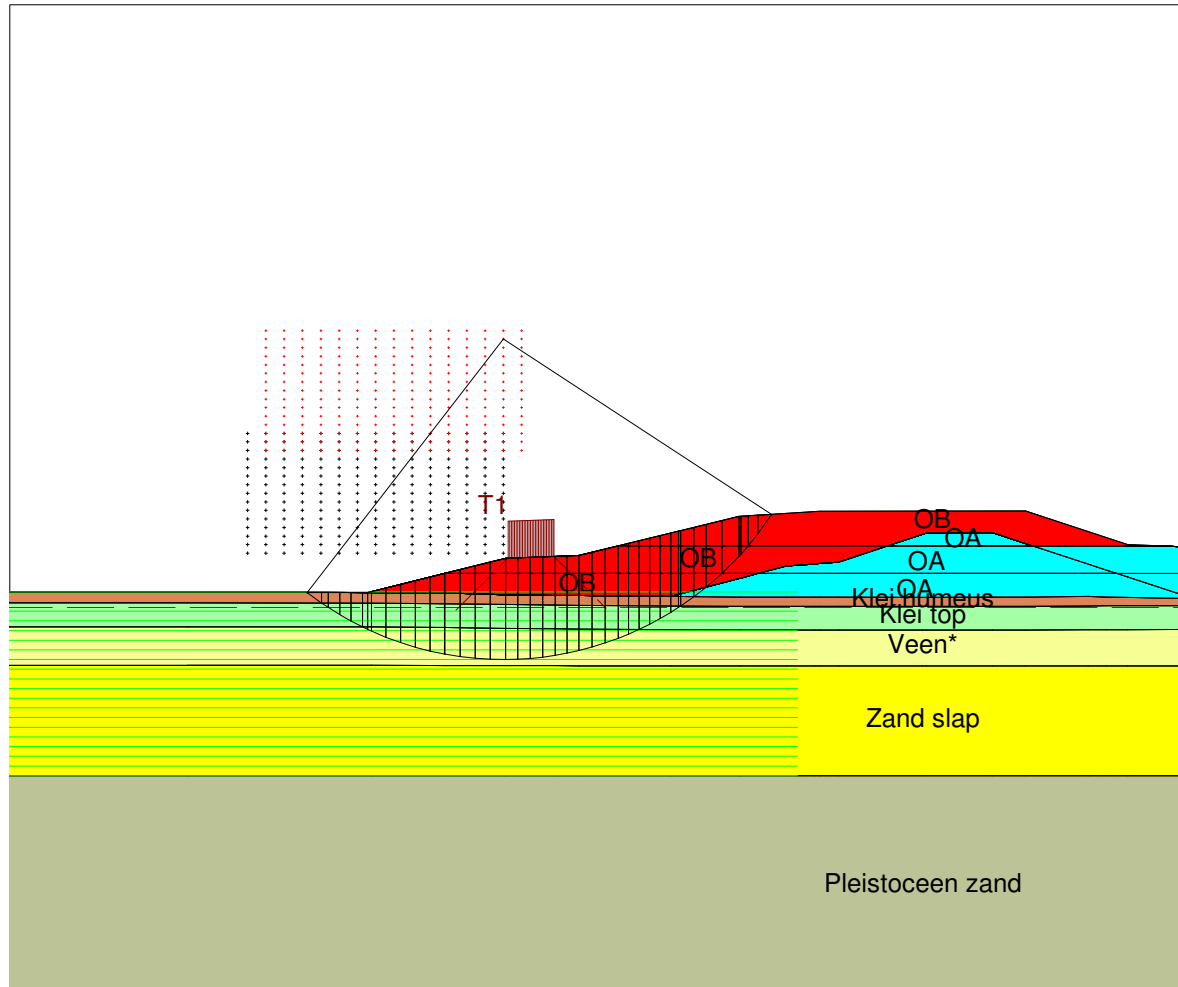
IJsseldelta Zuid
N8 t=0-2 laag 3 sibi

Annex -

form.
A4

dfr.
-

Critical Circle Bishop



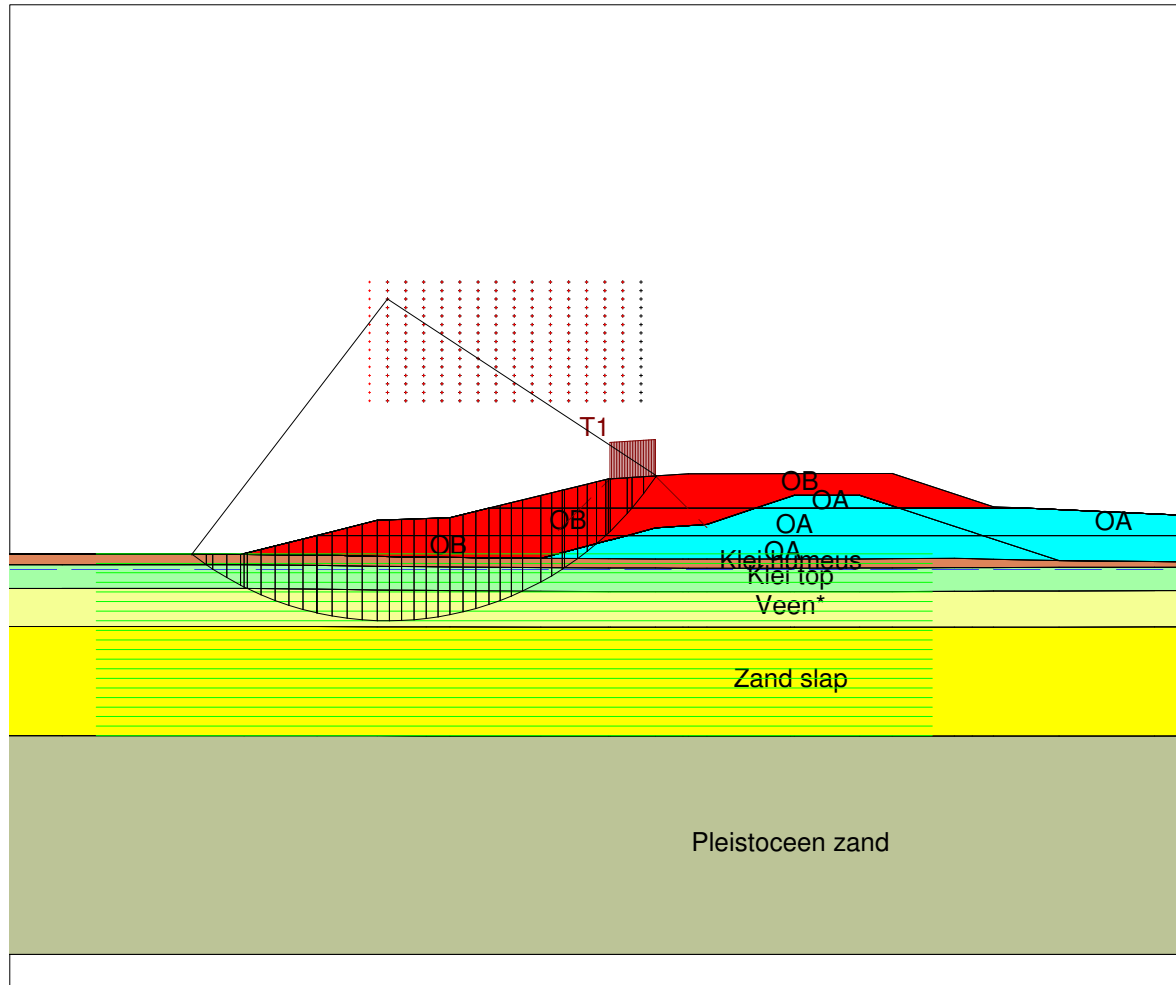
- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : -22,82 [m]
Ym : 13,75 [m]

Radius : 17,43 [m]
Safety : 1,10

IJsseldelta Zuid		Phone	D-Geo Stability 10.1 : N8 t=0-2 laag 3 sibu berm.stl
N8 t=0-2 laag 3 sibu berm		Fax	
Annex	-	date	14-03-2012
form.	A4	drw.	-

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : -22,13 [m]
Ym : 13,98 [m]

Radius : 17,67 [m]
Safety : 1,04

D:Gao Stability 10.1 : N8 t=0-2 laag 3 sibu kruin.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

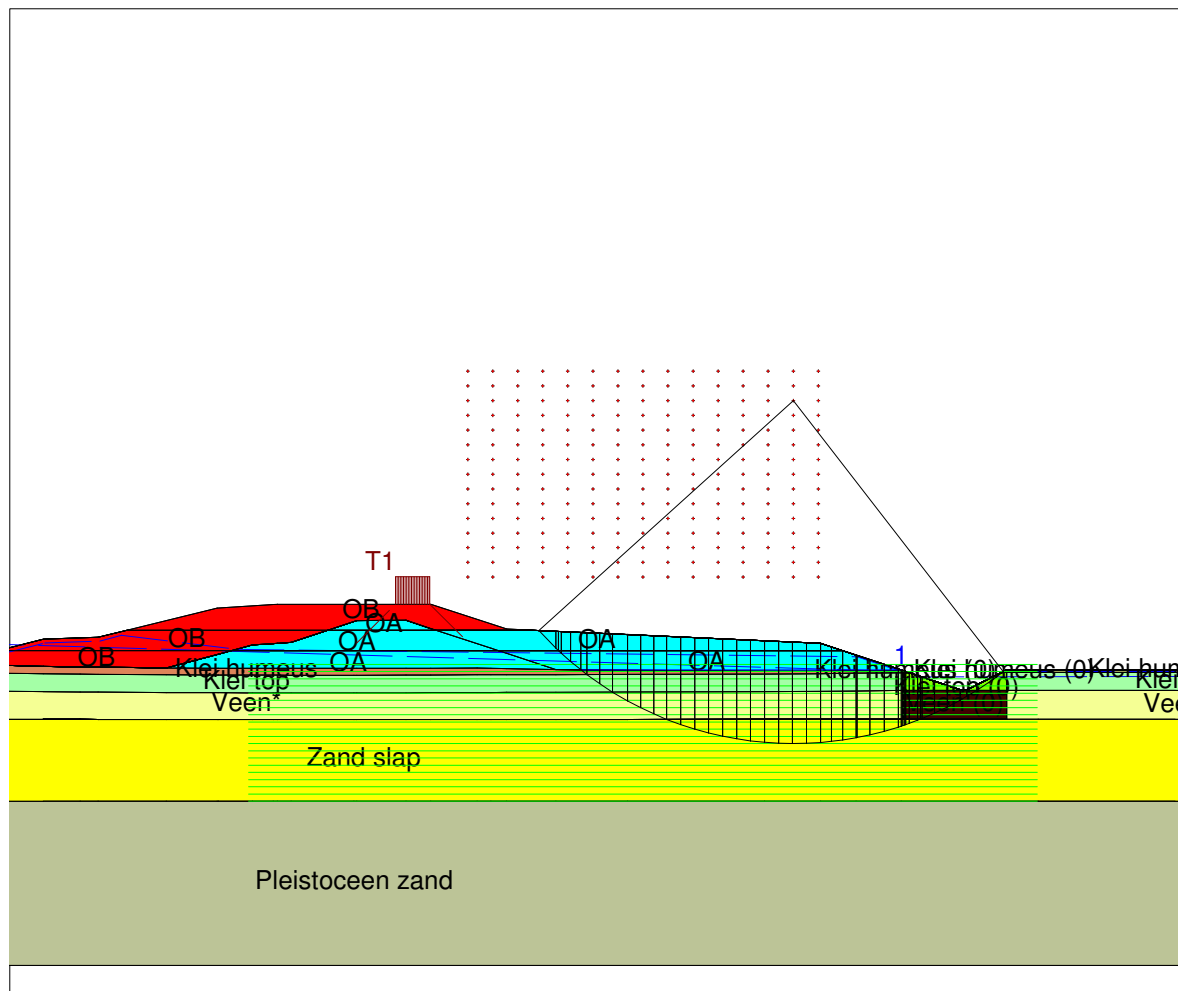
drw.

IJsseldelta Zuid
N8 t=0-2 laag 3 sibu kruin

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

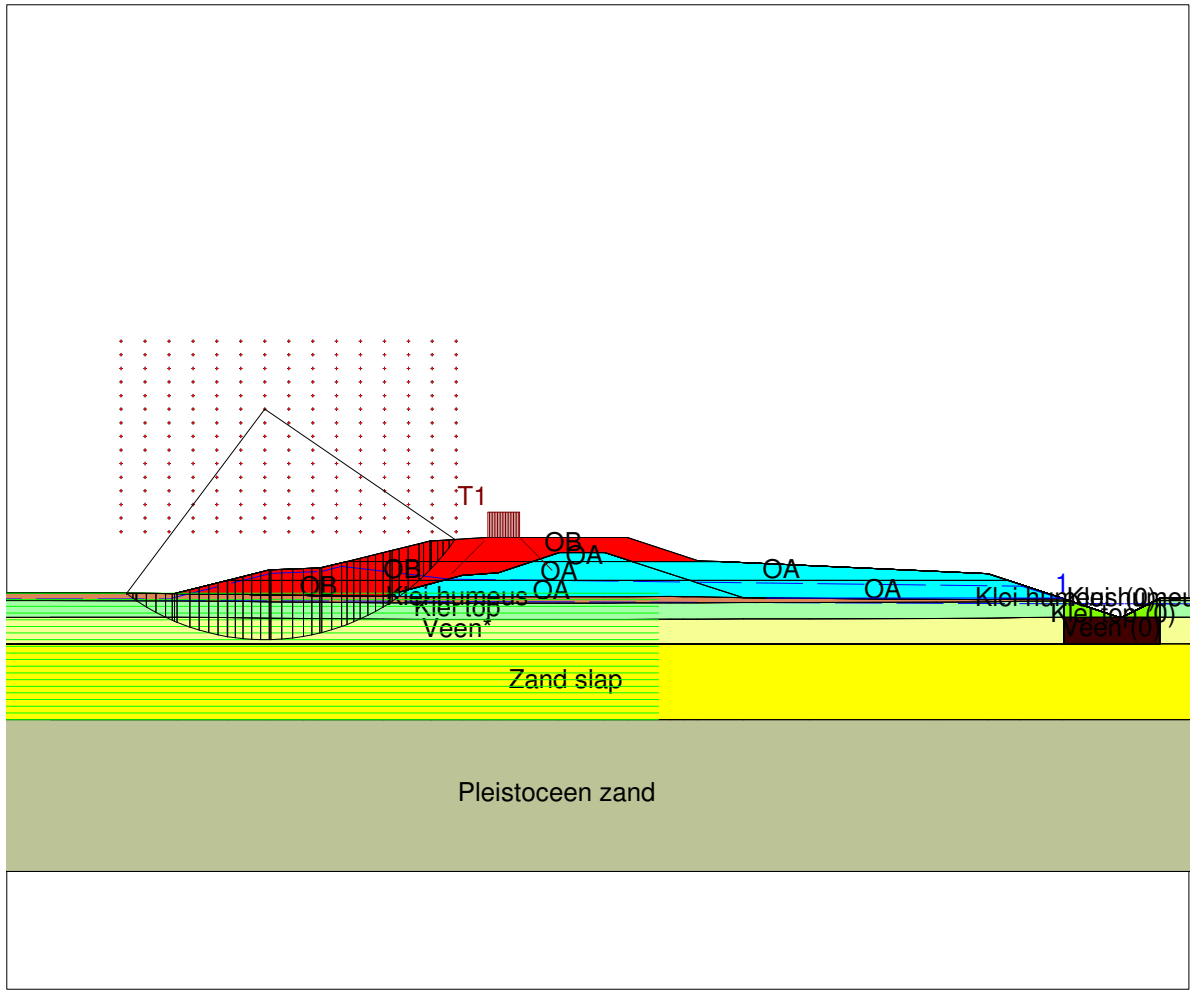
- OB
- OA
- Klei humeus
- Klei top (0)
- Veen (0)
- Klei humeus (0)
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : 32,10 [m]
Ym : 19,27 [m]

Radius : 25,06 [m]
Safety : 1,98

IJsseldelta Zuid N8 t=2 stbi		Phone Fax
Annex -	date 14-03-2012	D:Geo Stability 10.1 : N8 t=2 stbi.stl
A4	form.	drw. - dt.

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Klei top (0)
 - Veen (0)
 - Klei humeus (0)
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

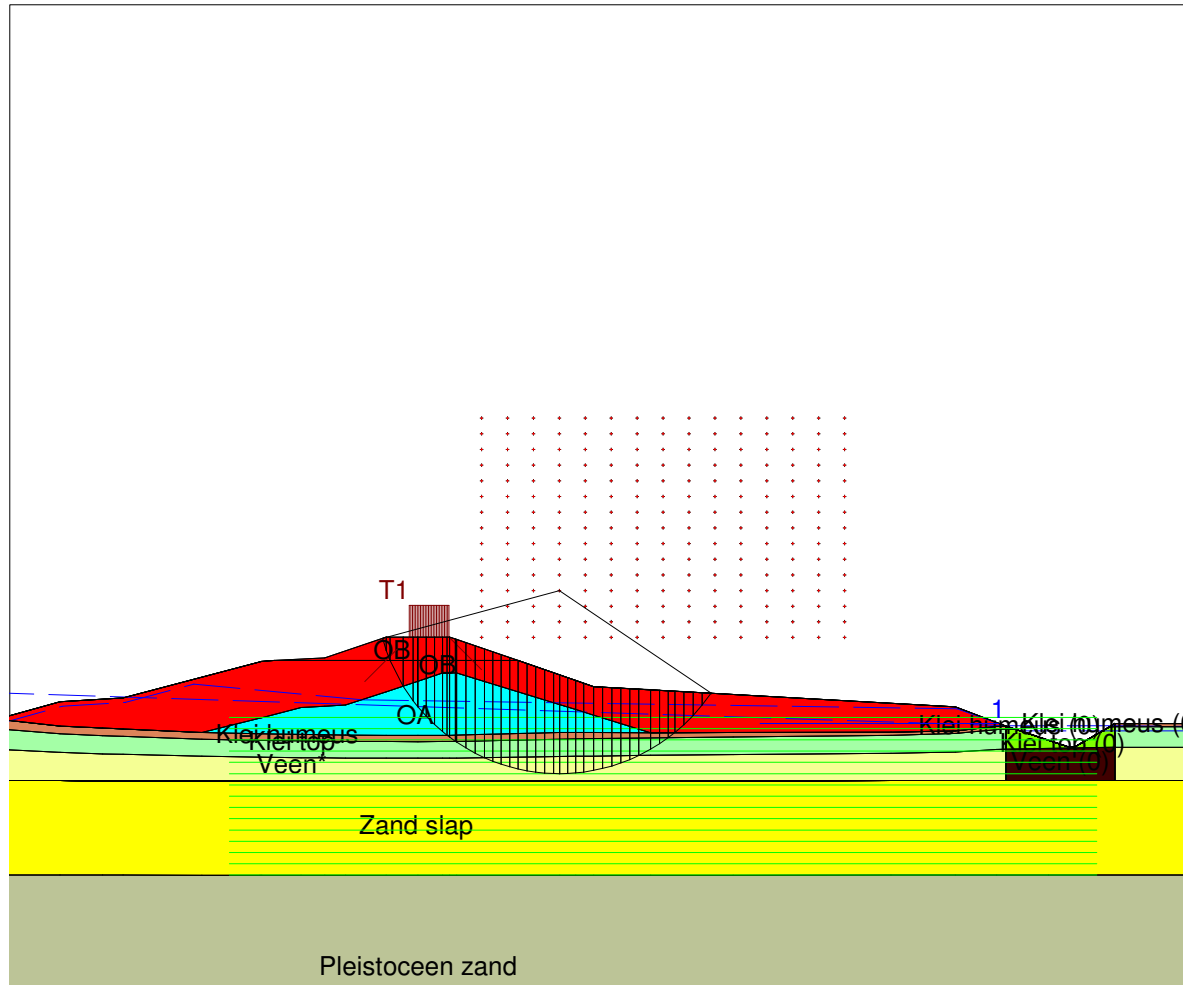
Xm : -23,06 [m] Radius : 18,21 [m]
 Ym : 14,53 [m] Safety : 1,16

Ijsseledelta Zuid N8 t=2 stbu		Phone Fax
Annex -	14-03-2012	D-Geo Stability 1.01 : N8 t=2 stbusl
A4	-	-

Critical Circle Bishop

Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Klei top (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand



Xm : 8,97 [m]
Ym : 8,04 [m]

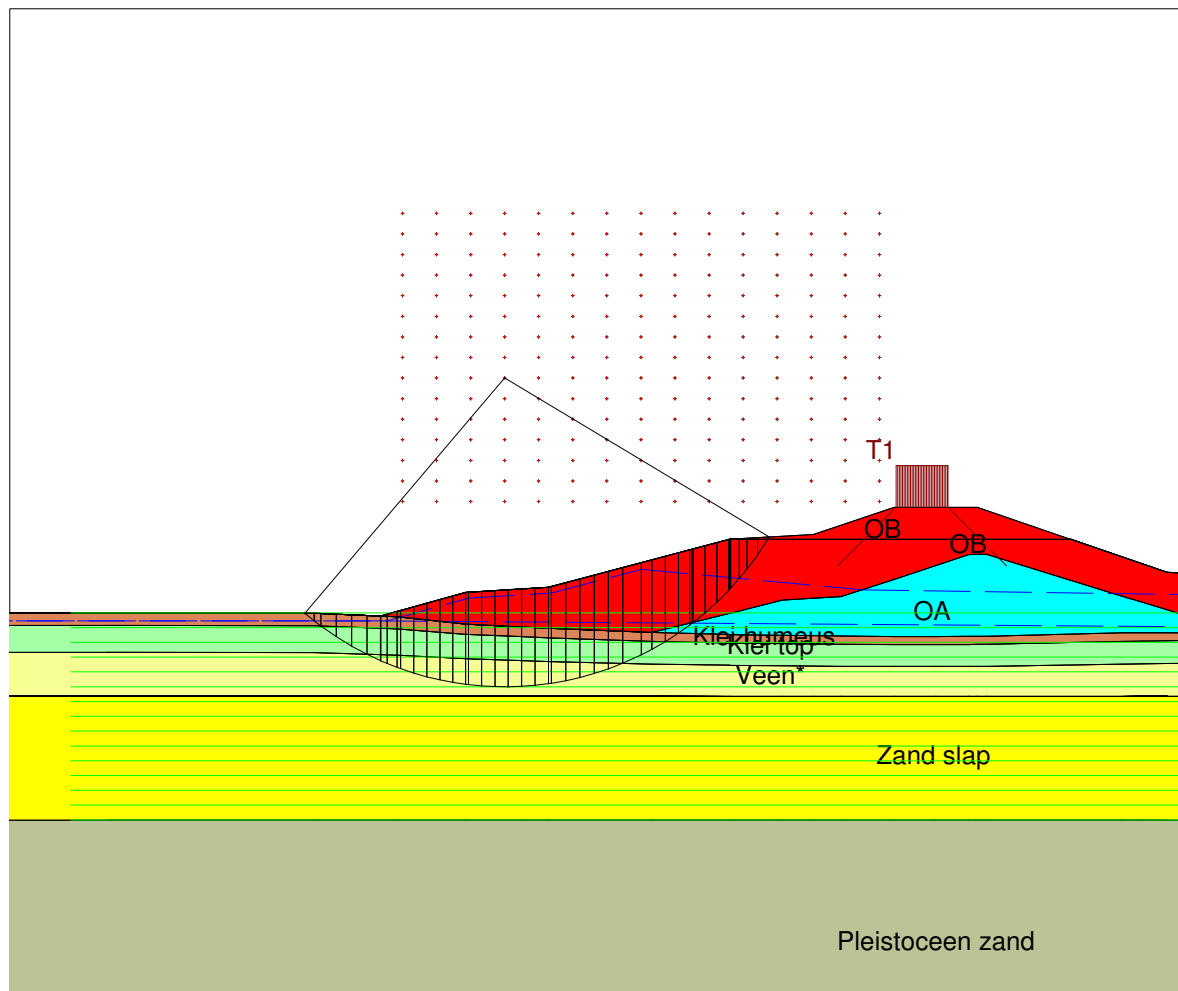
Radius : 11,61 [m]
Safety : 1,37

Phone	
Fax	
date	14-03-2012

D:Geo Stability 10.1 : N8 f=2.5 sibi sett geo.stl

Ijsseldelta Zuid	
N8 f=2.5 sibi sett geo	
Annex	-
form.	A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Klei top (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand

X_m : -20,82 [m]
Y_m : 11,33 [m]

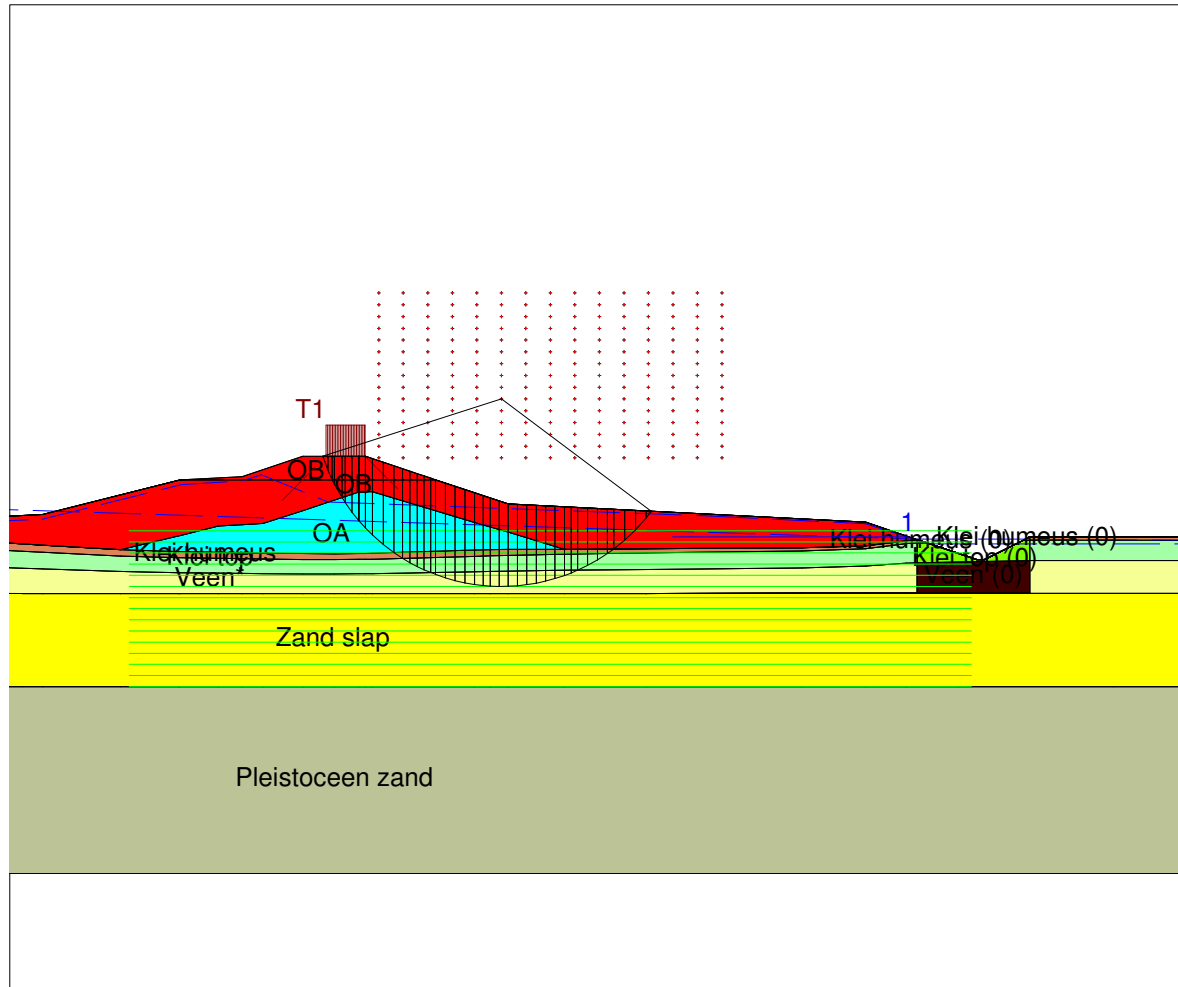
Radius : 14,90 [m]
Safety : 1,13

Phone	Date
Fax	14-03-2012

D-Geo Stability 10.1 : N8 t=2.5 sibu setti geo.stl

Ijsseldelta Zuid	Form.
N8 t=2.5 sibu setti geo	A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus (0)
 - Klei top (0)
 - Veen (0)
 - Klei humeus
 - Klei top
 - Veen*
 - Zand slap
 - Pleistoecen zand

Xm : 10,72 [m]
Ym : 8,45 [m]

Radius : 12,02 [m]
Safety : 1,41

Phone
Fax

IJsseldelta Zuid
N8 t=12 sibi setti geo

date
14-03-2012

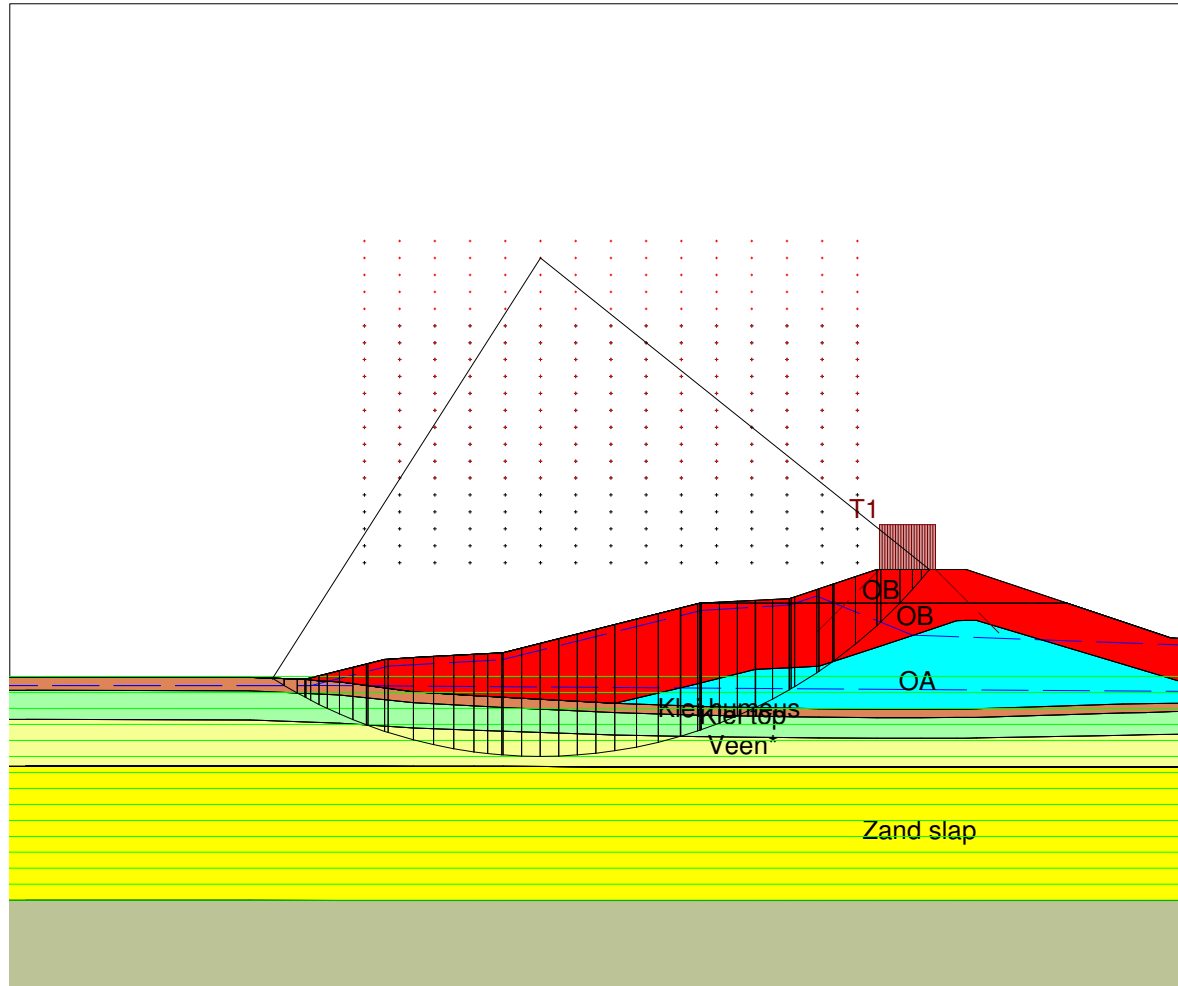
D:\Geo Stability 10.1 : N8 t=12 sibi setti geo.stl

Annex -
form.
A4

drw.
-

dr.
-

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Klei top (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Klei top
- Veen*
- Zand slap
- Pleistoecen zand

Xm : -17,02 [m]
Ym : 18,68 [m]

Radius : 22,25 [m]
Safety : 1,14

D-Geo Stability 10.1 : N8 f=12 stbu sett geo extra berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

Ijsseldelta Zuid

N8 f=12 stbu sett geo extra berm

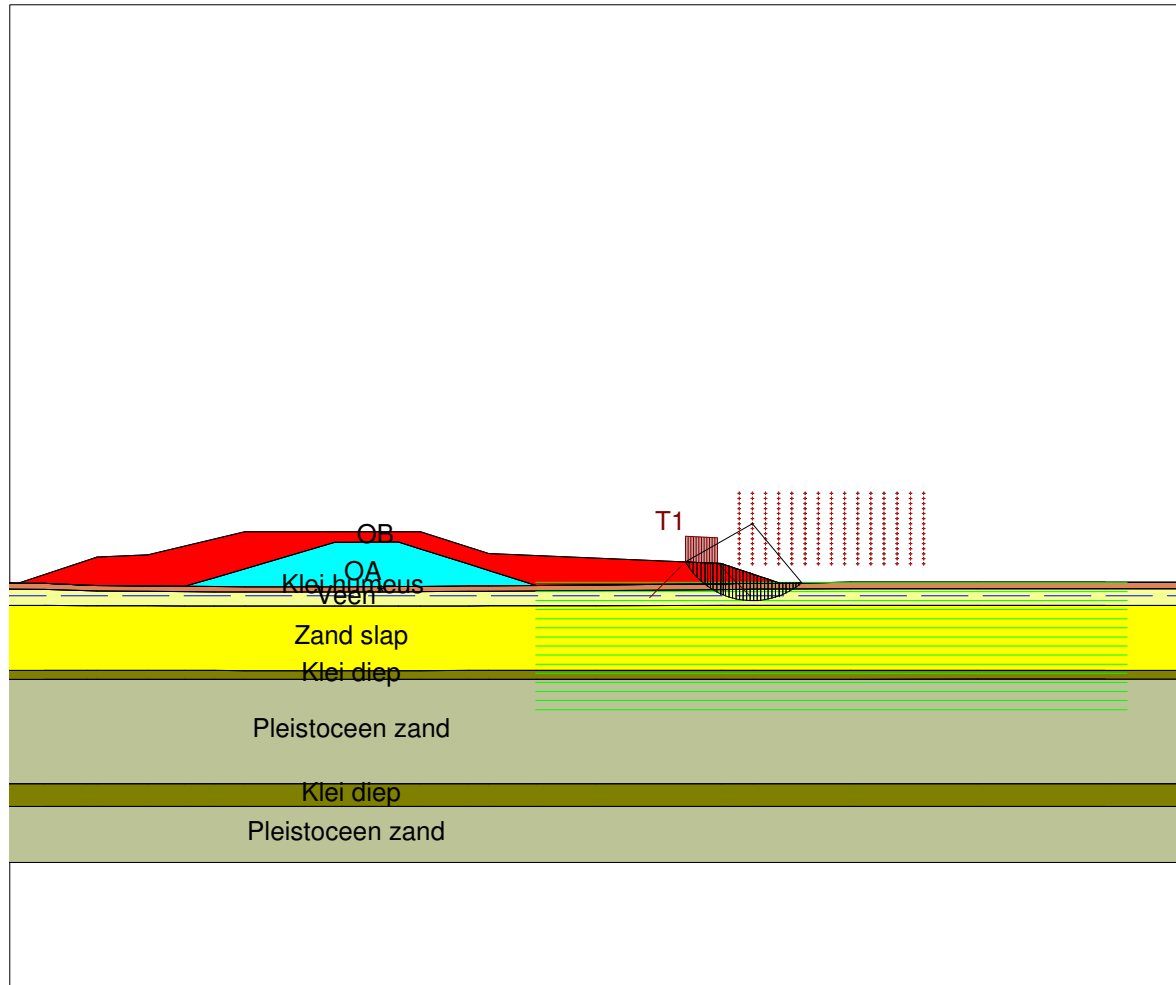
Annex -

form.
A4

BIJLAGE IV RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN CATEGORIE D

Critical Circle Bishop

- Materials
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoceen zand



Xm : 32,29 [m]
Ym : 4,62 [m]

Radius : 6,05 [m]
Safety : 1,09

D-Geo Stability 10.1 : ZT1=0-2laag 1 sibi berm.stil

Phone
Fax

date
14-03-2012

drvr.

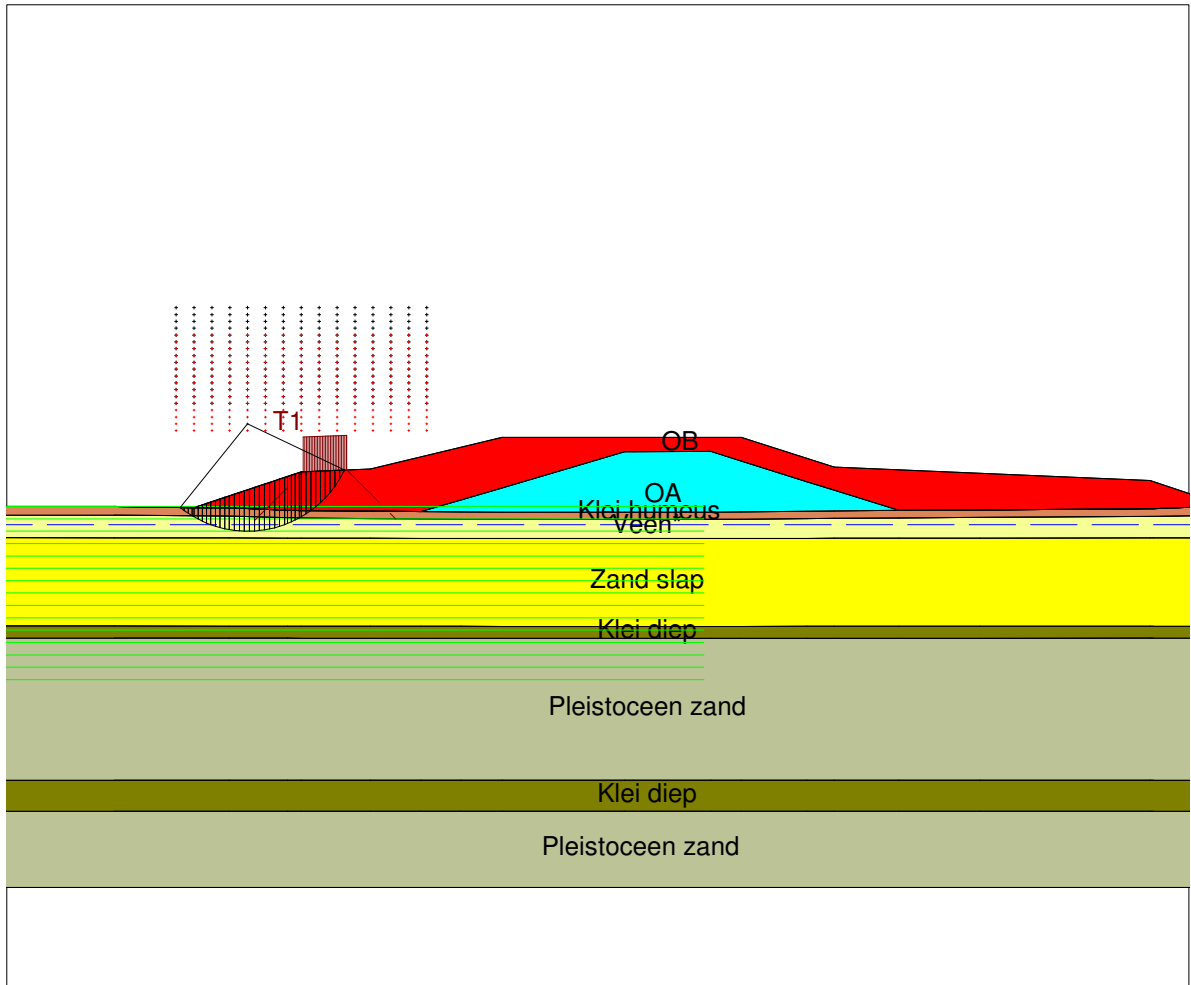
IJsseldelta Zuid

ZT1=0-2 laag 1 sibi berm

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand

Xm : -22,30 [m] Radius : 6,20 [m]
 Ym : 4,77 [m] Safety : 1,02

D:Geo Stability 10.1 : Z71=0-2 laag 1 stbu berm.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

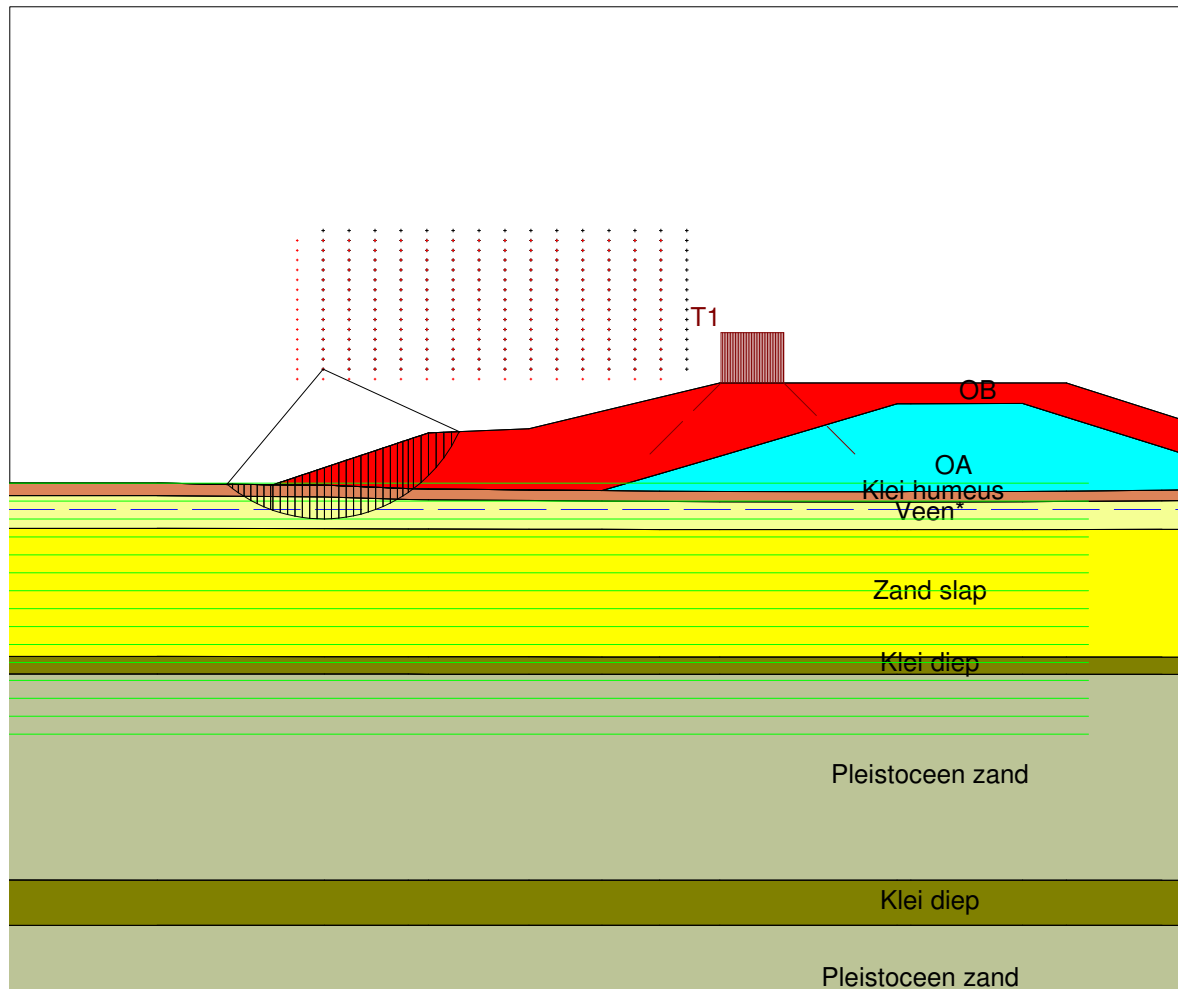
drw.

IJsseldelta Zuid
 Z71=0-2 laag 1 stbu berm

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus
- Veen*
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -23,40 [m]
Ym : 4,54 [m]

Radius : 5,97 [m]
Safety : 1,24

D:Geo Stability 1.0.1 : Z7 t=0-2 laag 1 stbu kruin.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drvr.

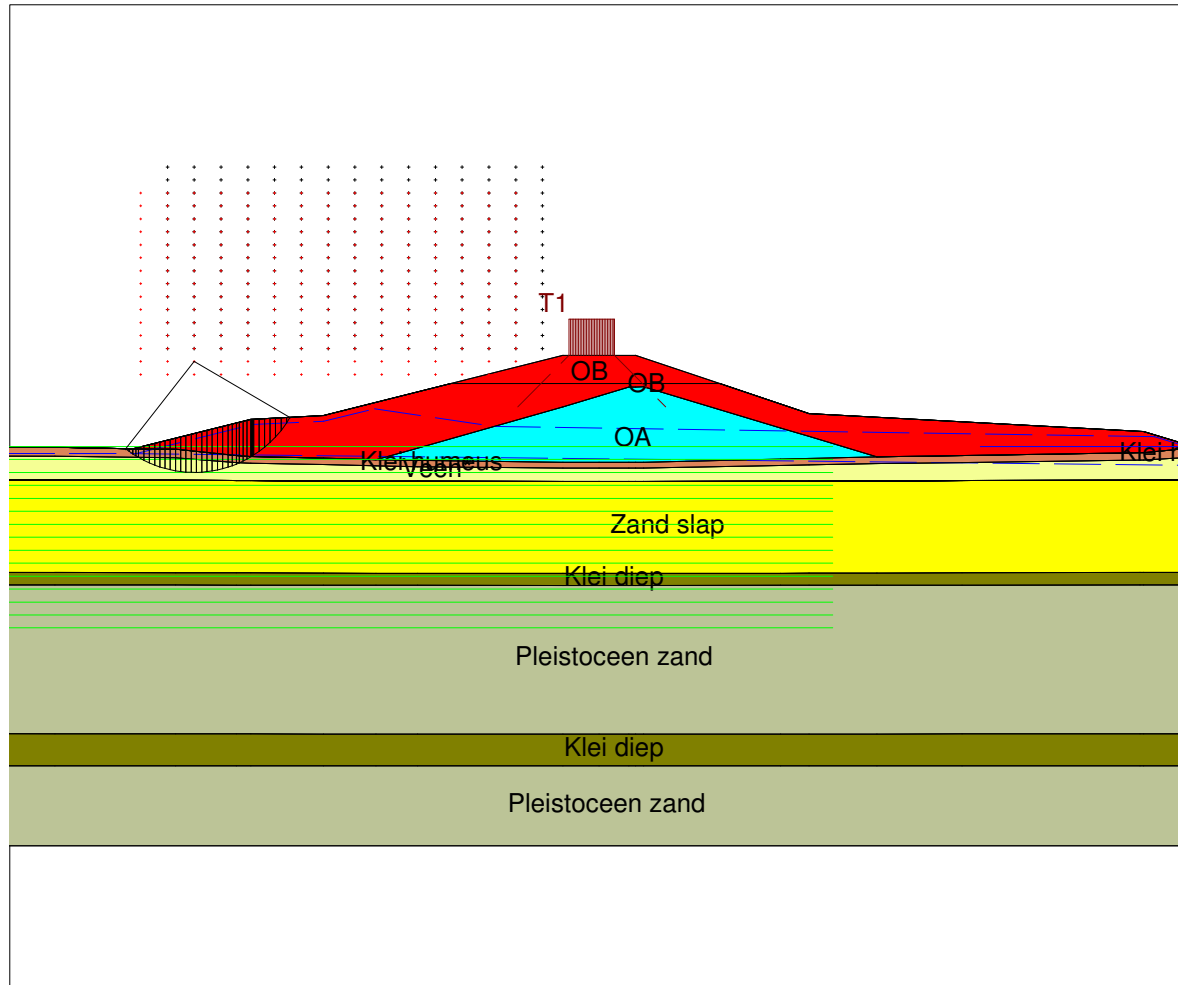
IJsseldelta Zuid

Z7 t=0-2 laag 1 stbu kruin

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Veen*
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoceen zand

Xm : -22,32 [m]
Ym : 4,68 [m]

Radius : 6,11 [m]
Safety : 0,93

IJsseldelta Zuid
ZT t=0-2 rest stbu

Phone
Fax

date
14-03-2012

D:\Geo Stability\10.1 : ZT t=0-2 rest stbu.stl

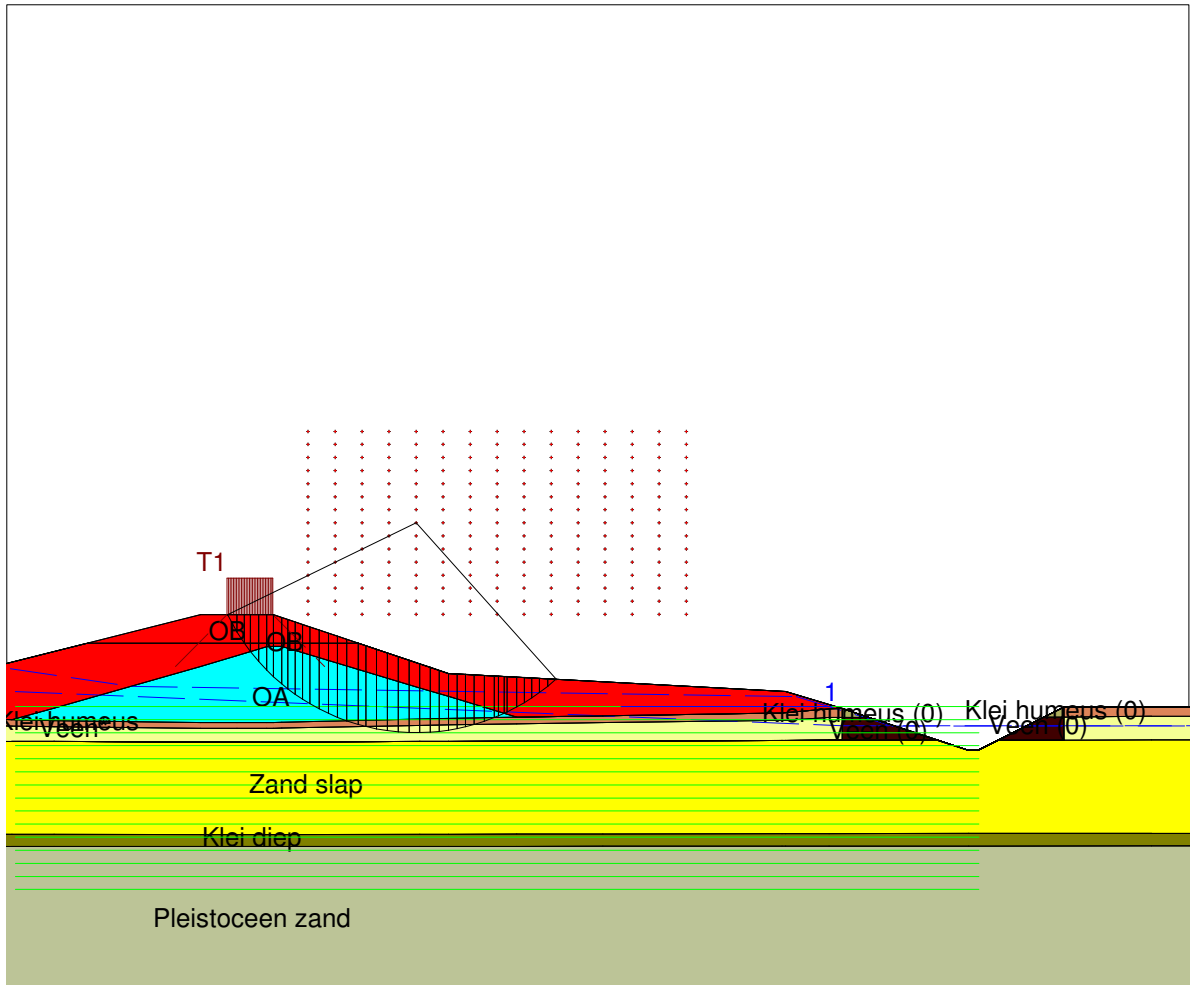
Annex -

form.
A4

drw.

Critical Circle Bishop

- Materials**
- OB
 - OA
 - Klei humeus (0)
 - Veen (0)
 - Klei humeus
 - Veen*
 - Zand slap
 - Klei diep
 - Pleistoecen zand



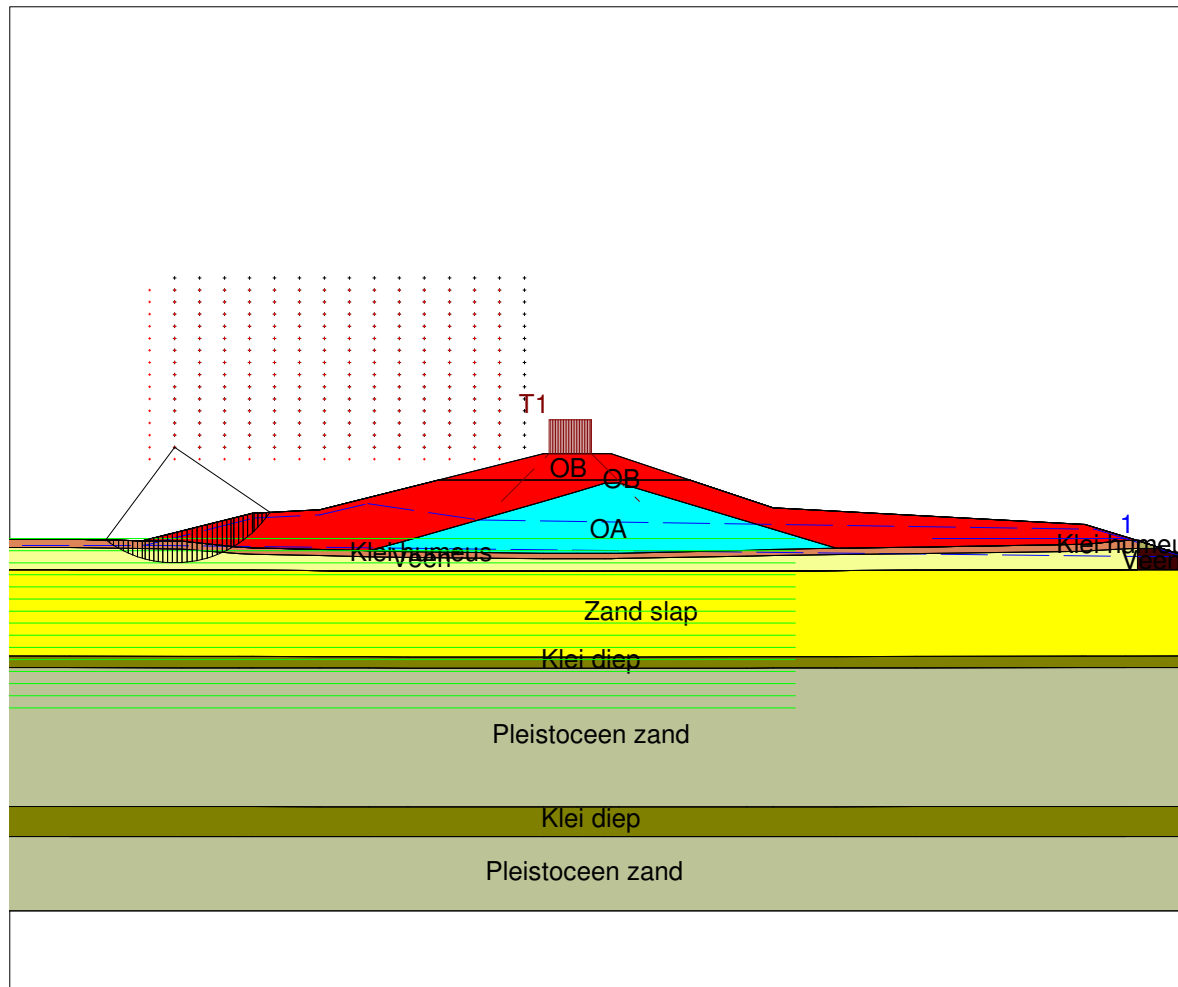
Xm : 9,80 [m]
Ym : 10,04 [m]

Radius : 11,47 [m]
Safety : 1,65

Phone
Fax
date
14-03-2012
D:\Geo Stability\10.1 : Z7 t=2 stbi sett geo rest.stl

IJsseldelta Zuid
Z7 t=2 stbi sett geo rest
Annex -
form.
A4
drw.
-

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Veen*
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -23,79 [m]
Ym : 5,40 [m]

Radius : 6,83 [m]
Safety : 1,17

D:Geo Stability 10.1 : Z1 t=2 stbu sett geo rest.stl

Phone
Fax

date
14-03-2012

drw.

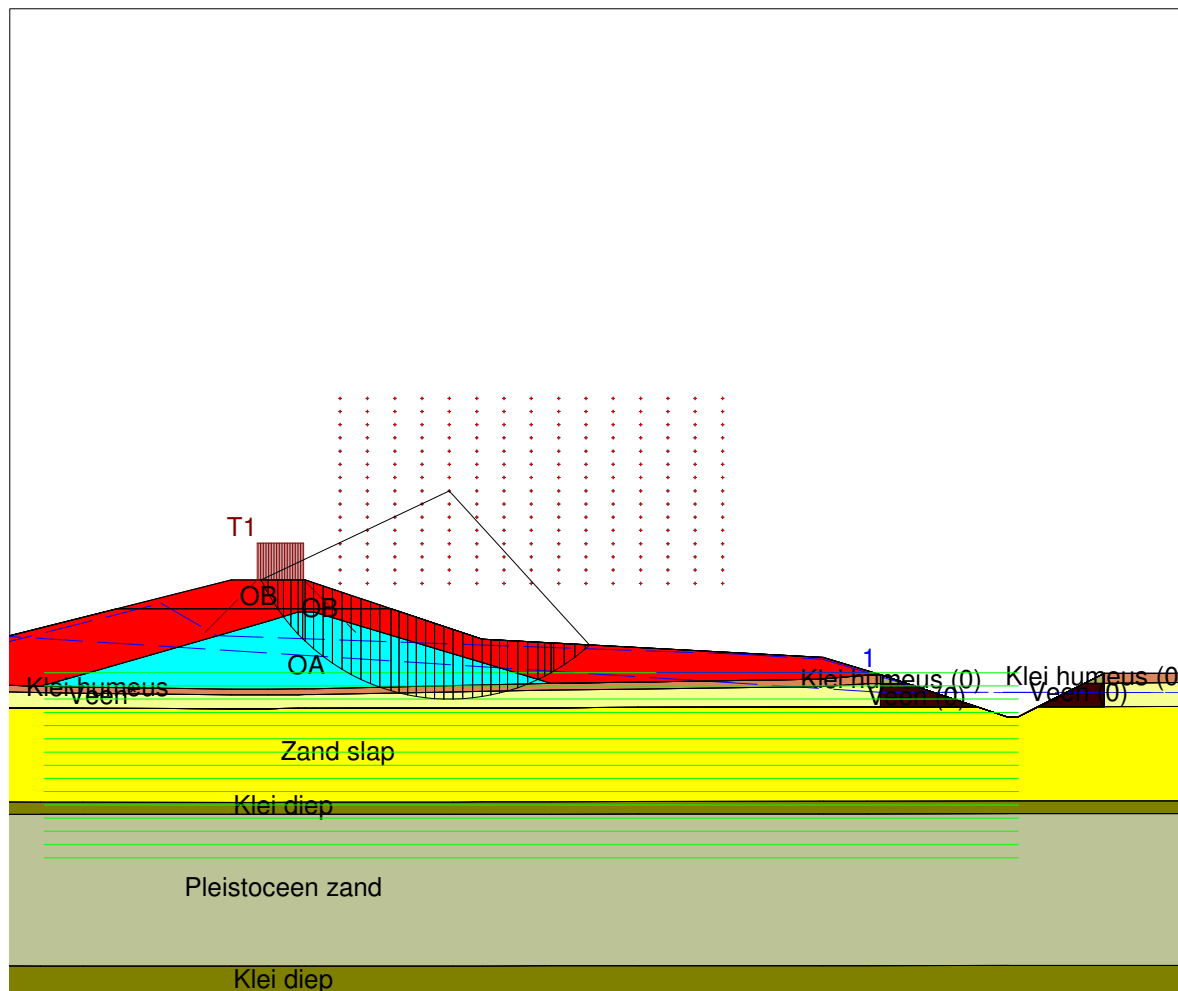
IJsseldelta Zuid

Z1 t=2 stbu sett geo rest

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Veen*
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Phone
Fax

IJsseldelta Zuid
Z7 t=12 stbi setti geo

14-03-2012

D:\Geo Stability 10.1 : Z7 t=12 stbi setti geo.stl

drw.

dt.

-

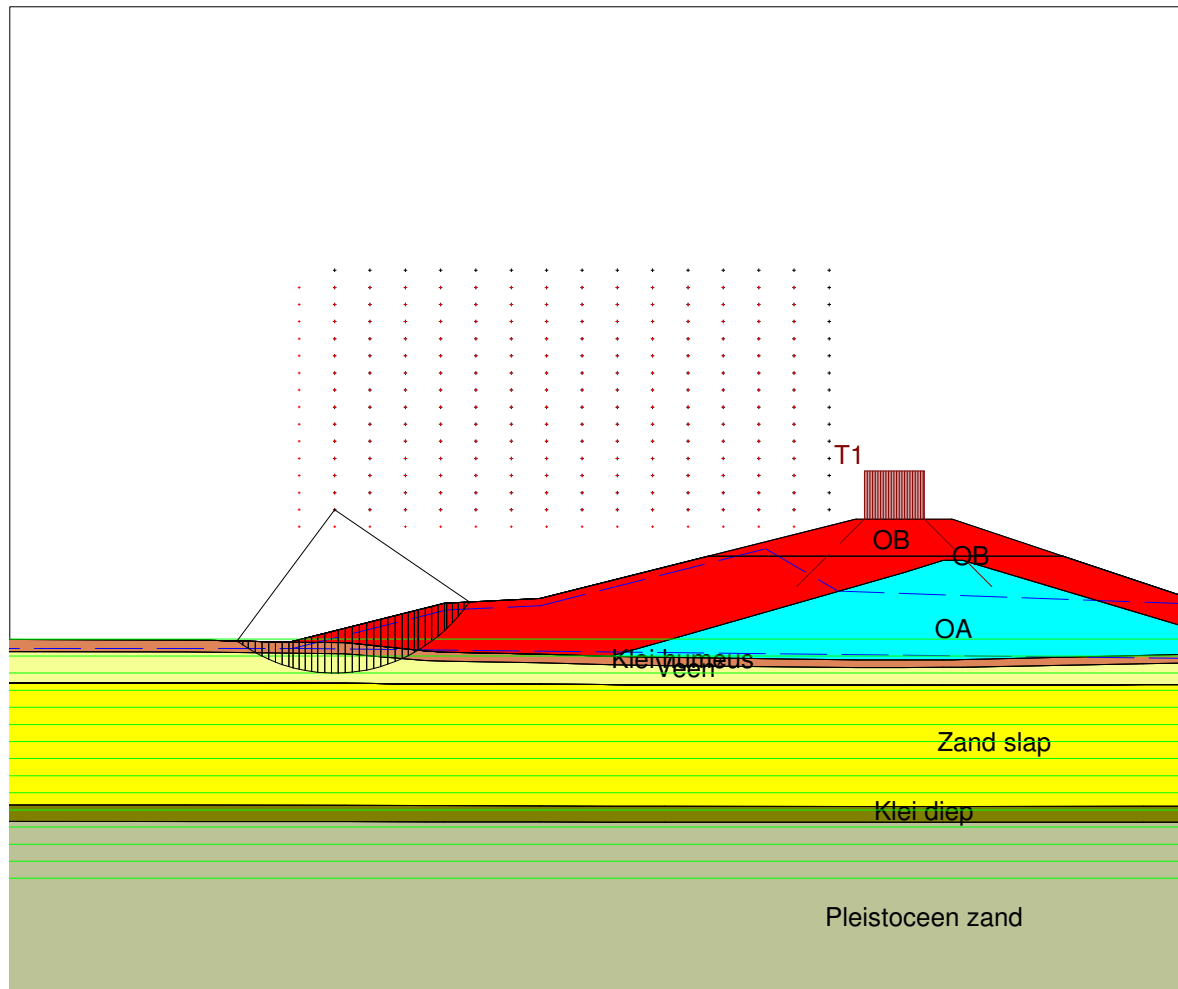
-

Annex -

A4

form.

Critical Circle Bishop



Materials

- OB
- OA
- Klei humeus (0)
- Veen (0)
- Klei humeus
- Veen*
- Zand slap
- Klei diep
- Pleistoecen zand

Xm : -23,79 [m]
Ym : 5,40 [m]

Radius : 6,83 [m]
Safety : 1,18

Phone
Fax

IJsseldelta Zuid
Z7 t=12 stbu sett geo

D:Geo Stability 10.1 : Z7 t=12 stbu sett geo.stl

date
14-03-2012

drw.
-

form.
A4

Annex -

BIJLAGE XXIII ONTWERP DAMWAND MOLENKOLK

- IJsseldelta-Zuid; d.d. 20-12-07;
- [5] Fugro; Geotechnisch labonderzoek met kenmerk 1709-0537-000; "Bypass Kampen"; d.d. 22-03-10;
- [6] Fugro; Geotechnisch onderzoek (sonderingen) met kenmerk 6010-0090-000; "Nieuw aan te leggen dijk nabij Kampen"; d.d. 25-03-10;
- [7] Tauw; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 4692114: D-4679632-Kampen; "geofysisch onderzoek"; d.d. 31-mei-2010;
- [8] Tauw; Grafisch presentatie van de grondwaterstand met kenmerk 4645674_10065D.MXD; "Overzicht regionaal watersysteem Kampen"; d.d. 21-10-2009;
- [9] MUG ingenieursbureau; Geotechnisch onderzoek (boringen) met kenmerk 37410301; d.d. 31-mei-2010.

2.2. Toegepaste normen en richtlijnen

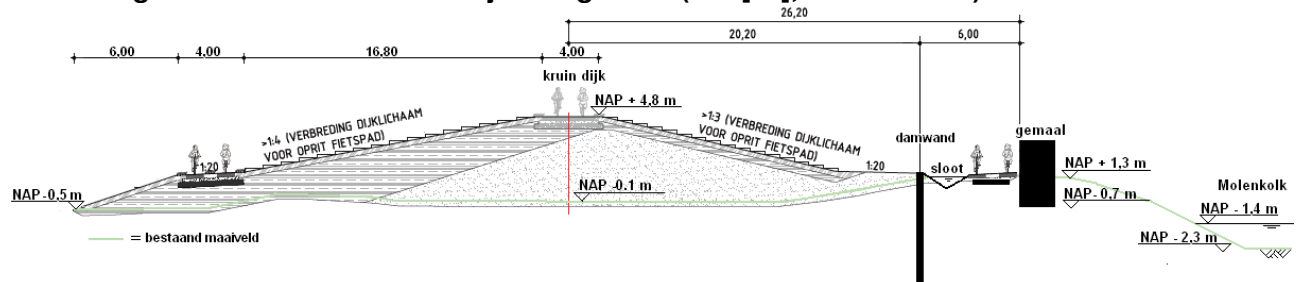
De volgende richtlijnen worden gehanteerd:

1. CUR 166 Damwandconstructies (4^{de} druk), oktober 2005;
2. TAW Technisch rapport waterkerende grondconstructies, juni 2001.

2.3. Geometrie

Een schets van de geometrie van het beschouwde dijkvak is weergegeven in afbeelding 2.1 (ref. [3]). Het gemaal is in deze afbeelding, evenals de damwand, aan de rechterkant gelegen van de kruin. Het gemaal is op staal gefundeerd. De damwand is op 6 meter van het gemaal gelegen. De bypass ligt aan de linkerzijde van de kruin.

afbeelding 2.1. Schets doorsnede dijk met gemaal (ref. [3], doorsnede 2)



2.4. Bodemopbouw en geotechnische parameters

Door Fugro (ref. [4]), Tauw (ref. [7]) en MUG (ref. [9]) is geotechnisch onderzoek uitgevoerd. De locaties van de boringen en sonderingen zijn voor sectie Z4 weergegeven in afbeelding 2.2. Daarnaast is ook de locatie van het gemaal en de kruin van de dijk in de afbeelding gevisualiseerd.

De maatgevende bodemopbouw is in tabel 2.1 weergegeven. De benaming van de grondlagen is gebaseerd op (ref. [1]) en labonderzoek (ref. [4] & [5]). Voor de boringen en sonderingen wordt verwezen naar Bijlage I. De geotechnische parameters zonder '*' zijn afgeleid uit NEN 6740, tabel 1. Ten behoeve van de damwandberekening zijn de horizontale vervormingafhankelijk beddingsconstantes bepaald en zijn weergegeven in tabel 2.2.

**tabel 2.1. Bodemopbouw en representatieve geotechnische parameters
(Sondering 7100, boring 6067)**

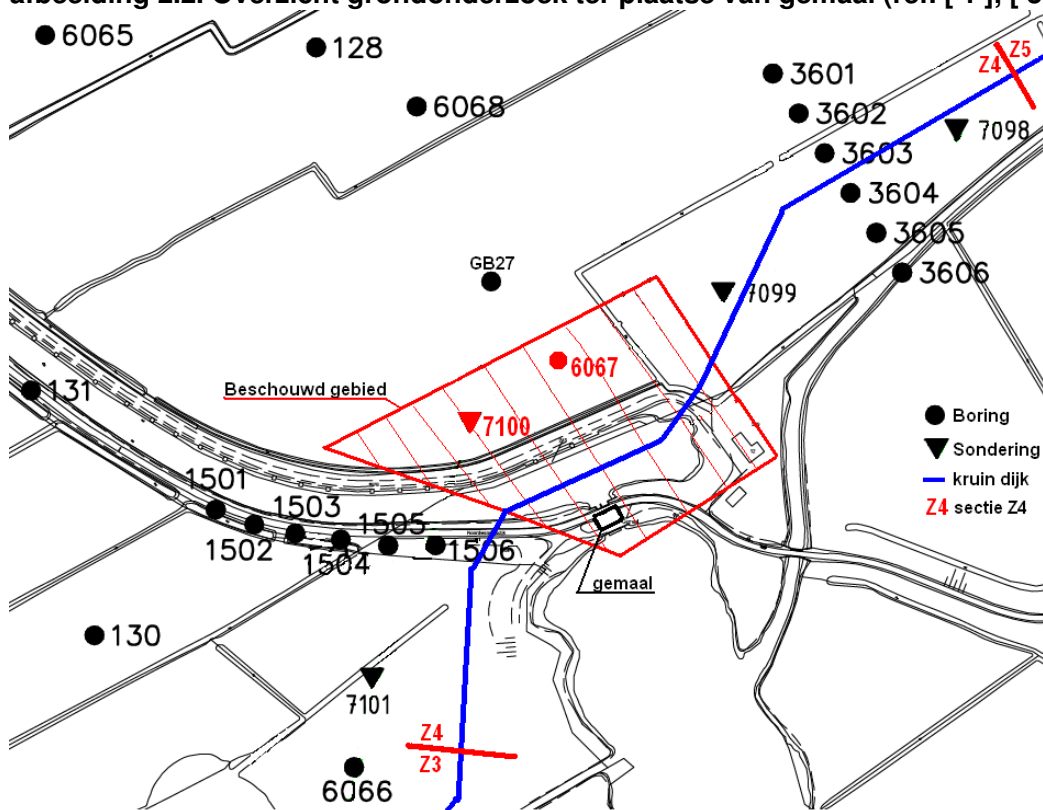
laag	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	klei, top	- 0,5	16,5*	16,5*	19,9*	5,6*
2	veen	- 1,7	9,7*	9,7*	12,3*	3,0*
3	klei, humeus	- 3,2	13,0*	13,0*	19,2*	1,1*
4	klei, zandig	- 6,2	18,6*	18,6*	29,1*	5,0*
5	klei, diep	- 12,0	17,0	17,0	17,5	5,0
6	zand, schoon matig	- 15,5	18,0	20,0	32,5	0,0
verkende diepte		- 20,0				

*Op basis van labonderzoek (ref. [4] & [5])

**tabel 2.2. Bodemopbouw en representatieve horizontale beddingsconstanten
(Sondering 7100, boring 6067)**

laag	Beschrijving	Bovenkant [m + NAP]	Beschrijving volgens CUR 166	k_1 [kN/m ³]	k_2 [kN/m ³]	k_3 [kN/m ³]
1	klei, top	- 0,5	klei, slap	2.000	800	500
2	veen	- 1,7	veen slap	1.000	500	250
3	klei, humeus	- 3,2	klei, slap	2.000	800	500
4	klei, zandig	- 6,2	klei, matig	4.000	2.000	800
5	klei, diep	- 12,0	klei matig	4.000	2.000	800
6	zand, schoon matig	- 15,5	zand, matig	20.000	10.000	5.000
verkende diepte		- 20,0				

afbeelding 2.2. Overzicht grondonderzoek ter plaatse van gemaal (ref. [1], [3] en [9]).



2.5. Niveaus en grondwaterstanden

De volgende niveaus zijn gehanteerd:

- maaiveld t.p.v. het gemaal (ref. [3]): NAP + 1,3 m;
- bodem sloot: NAP + 0,75 m;
- onderkant fundering gemaal: NAP - 0,7 m;
- huidig maaiveld t.p.v. kruin (ref. [3]): NAP + 0,1 m;
- ontwerphoogte kruin dijk (gebruikfase, ref. [3],): NAP + 5,2 m;
- grondwaterstand/polderpeil (ref. [8]): NAP - 1,4 m;
- waterstand damwand bij hoog water: NAP + 1,75 m*;
- bovenkant damwand: NAP + 1,75 m;
- bodem molenkolk: NAP - 2,3 m.

* Aanname dat water niet hoger kan staan dan bovenkant damwand

2.6. Belastingen

De belastingen worden veroorzaakt door ophoging van het maaiveld voor aanleg van de dijk en doordat voor de stabiliteit de situatie wordt bekeken waarbij er sprake is van hoog water.

Verder wordt een calamiteiten belasting toegepast op de kruin van de dijk van 13,3 kPa met een breedte van 2,5 m.

2.7. Berekeningsmethode

2.7.1. Stabiliteitsberekening

De stabiliteit van de dijk tijdens de gebruiksfase wordt gecontroleerd met MStab v9.10 (build 8.6). Hierbij dient de veiligheidsfactor groter te zijn dan 1,2 (ref.1). De berekeningen worden uitgevoerd met rekenwaarden. De volgende partiële factoren worden gehanteerd:

- $\gamma_{m;g}$: 1,0;
- $\gamma_{m;\varphi}$: 1,2;
- $\gamma_{m;c2}$: 1,5.

2.7.2. Damwandberekening

Zowel de stabiliteit als de sterkte van de damwand wordt tijdens de gebruiksfase gecontroleerd met MSheet v8.2 (build 2.1). De partiële factoren zijn conform CUR klasse 3.

In mei 2012 is onderzocht wat het effect is, indien de damwand conform Eurocode 7 berekend zou worden. Verlaging van het maaiveldniveau wordt in Eurocode 7 bepaald op basis van de kerende hoogte met een maximum van 0,5m. Doordat de kerende hoogte beperkt is, is de verlaging kleiner dan bij de berekening volgens de CUR166. Hierdoor is de berekening conform de CUR166 in dit geval conservatiever dan een berekening conform Eurocode 7. Door de gevoeligheid van de verlaging van het maaiveld, dient hier extra aandacht aan besteed te worden tijdens de uitvoering door bijvoorbeeld strenge ontgravingsseisen te stellen en meer toezicht te houden.

2.8. Vervormingseis

Ten gevolge van de belasting (aanleg dijk) verplaatst de damwand in de richting van het gemaal. Een duidelijke richtlijn is niet voor handen om de maximale horizontale verplaatsing vast te stellen. Op basis van ervaring wordt aangehouden dat een horizontale verplaatsing van 100 mm acceptabel is.

2.9. Corrosie

Conform de Handreiking Constructief Ontwerpen van Waterkeringen wordt gerekend met een corrosietoeslag van 5 mm in 100 jaar. Uitgangspunt is het voorkomen van veenhoudende klei en zoet water condities.

3. RESULTATEN BEREKENINGEN

3.1. Stabiliteitsberekening

Met MStab is een stabiliteitsberekening van de dijk met damwand uitgevoerd. De resultaten zijn in tabel 3.1 weergegeven. Voor de berekening wordt verwezen naar Bijlage II.

De lengte van de damwand is bepaald door de stabiliteit en de grondopbouw te beschouwen.

Tussen de damwand en de kruin van de dijk is de veiligheid 1,2 of hoger. Tussen de damwand en de molenkolk ontstaat in het model een onstabiele situatie. Mogelijk heeft dit te maken met de aangenomen geometrie bij de molenkolk (bodem kolk en helling talud). Aanbevolen wordt om in een volgende fase de stabiliteit van het talud bij de molenkolk te controleren.

tabel 3.1. Resultaten MStab stabiliteitsberekening

Lengte damwand [m]	onderkant damwand [NAP + m]	veiligheidsfactor stabiliteit [-]	toets stabiliteit [-]
14	-12,75	≥1,2	ok

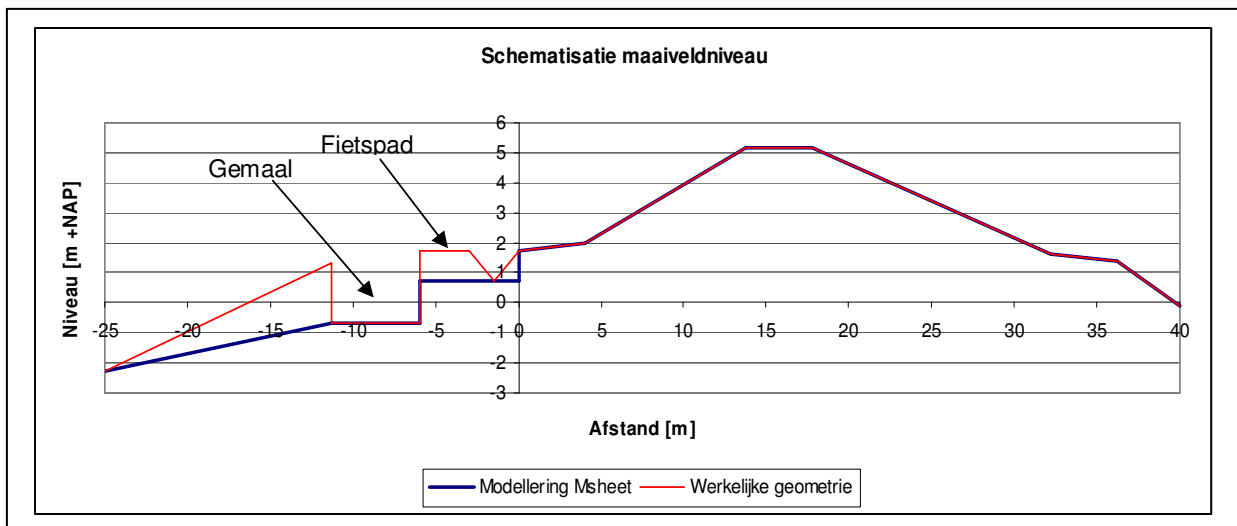
3.2. Damwandberekening

Met MSheet is een stabiliteitsberekening en een sterkte/stijfheidsberekening van de damwand uitgevoerd. In de berekeningen is uitgegaan van damwandeigenschappen zoals vermeld in tabel 3.2.

In het Msheet model is de geometrie gereduceerd meegenomen aan de zijde van het gemaal. Het bodemniveau van de sloot is tot het gemaal aangehouden. Vervolgens is de onderzijde van het gemaal aangehouden als horizontaal vlak. In onderstaande afbeelding is een en ander verduidelijkt.

De invloed van de damwand op het gemaal zal beperkt zijn, doordat de maximale vervorming van de damwand aan de bovenzijde optreedt. De aanwezige sloot zal een groot deel van de vervorming opnemen, en daarnaast staat het gemaal op 6 meter van de damwand verwijderd, waardoor de invloed beperkt zal zijn. De vervorming is berekend aan het eind van de aangehouden levensduur van de damwand, waardoor er geen invloed op het gemaal verwacht wordt.

afbeelding 3.1. Schematisatie maaiveldniveau Msheet



De resultaten zijn in tabel 3.3 weergegeven. De berekeningen zijn terug te vinden in Bijlage III en Bijlage IV.

tabel 3.2. Damwandeigenschappen

eigenschap	waarde	eenheid
------------	--------	---------

eigenschap	waarde	eenheid
Damwandtype	AZ26-700	-
Staalspanning	S240 GP	-
Damwandlengte	14,5	m
Niveau onderkant damwand	-12,75	NAP + m
EI_{cor}	80.931	kNm^2/m'
$M_{r;cor}$	402	kNm/m'
W_{cor}	1.676	cm^3/m'

De toets op momentcapaciteit voldoet. De horizontale vervorming en de gemobiliseerde weerstand van de damwand worden acceptabel geacht.

tabel 3.3. Resultaten MSheet stabiliteitsberekening

onderdeel	eenheid	resultaat (optredend)	capaciteit toetswaarde	toetsing
maximaal moment damwand	[kNm/m']	351	402	ok
maximale horizontale verplaatsing	[mm]	62	100	acceptabel
gemobiliseerde weerstand	[%]	67	100	acceptabel

3.3. Uitvoering

Aanbevolen wordt om de damwand te installeren, voordat met de aanleg van de dijk wordt begonnen. Hierdoor wordt de ondergrond onder het gemaal beperkt beïnvloed door de zettingen ten gevolge van de aanleg van de dijk. Daarnaast moet de damwand al zijn geïnstalleerd om de stabiliteit van de dijk te garanderen als deze wordt aangelegd. Aanbevolen wordt om in een volgende fase te onderzoeken of de installatiemethode van de damwand (bijv. trillen) het gemaal beïnvloed.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

conclusie

In deze notitie is bepaald of in dijkvak Z4 een stabiele situatie wordt verkregen door het toepassen van een damwandconstructie.

Uit de berekening volgt dat met een damwand type AZ26-700 en een (verticale) lengte van 14,5 m een stabiele situatie verkregen wordt. De staalkwaliteit is minimaal S240 GP. De bovenkant van de damwand ligt op NAP + 1,75 m.

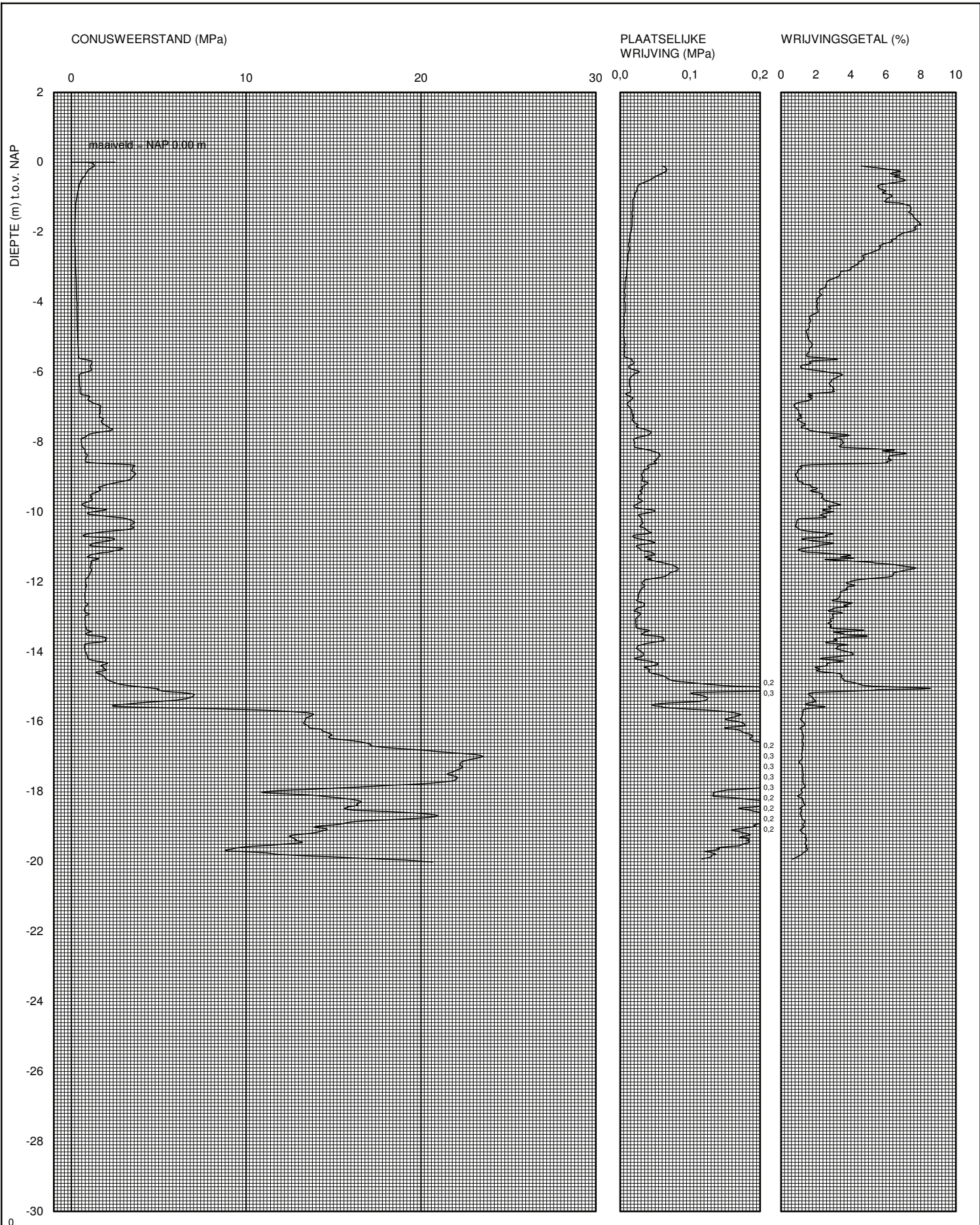
aanbevelingen

Voor een volgende fase in het ontwerp worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- In de volgende fasen moet de gehele stabiliteit van het dijklichaam getoetst worden. De aanvullende toets bestaat uit minimaal de volgende onderdelen:
 - stabiliteit buitendijk (bypass);
 - stabiliteit talud tussen molenkolk en gemaal;
 - de gehele stabiliteit van het dijklichaam tijdens de bouwfase.
- In de berekeningen is rekening gehouden met een kruinhoogte in de gebruiksfase van NAP + 5,2 m. Tijdens de bouwfase is er sprake van een hogere aanleghoogte (ca. NAP + 6,5 m);
- De horizontale lengte van de damwand moet bepaald worden. Geometrie van het dijkontwerp en bodemgesteldheid zijn bepalend tot waar de damwand moet worden toegepast;

- Onderzocht moet worden of de installatiemethode van de damwand (bijv. trillen) het gemaal beïnvloed.
- Door de gevoeligheid van de verlaging van het maaiveld, dient hier extra aandacht aan besteed te worden tijdens de uitvoering door bijvoorbeeld strenge ontgravingseisen te stellen en meer toezicht te houden.

BIJLAGE I Sondering 7100 en boring 6067



Witteveen + Bos Witteveen+Bos

Telefoon
Telefax

datum
2010-04-28

get.

gez.

CPT-6010-0090-000/-

BIJL. -

form.
A3

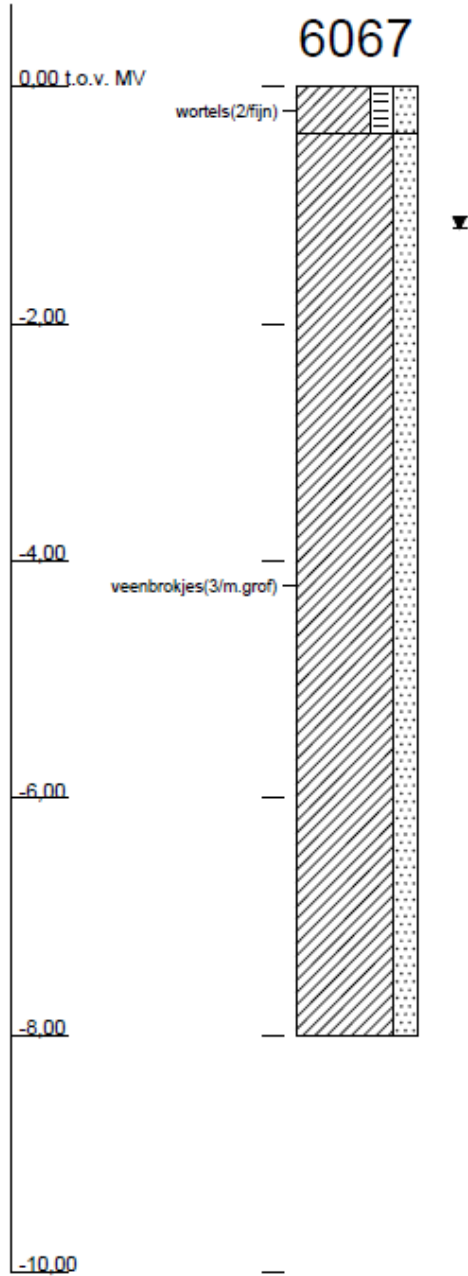
Elektrische sondering uitgevoerd volgens NEN 5140 klasse 2
Conus nr. F7.5CKE2HA/B-1701-2178, voorzien van elektrische opnemers voor conusweerstand en plaatselijke wrijving.

Geodetische bijzonderheden:
MV = NAP 0,00 m
X = 0,00 m
Y = 0,00 m

Meetbereiken:
Conusweerstand:
Plaatselijke wrijving:
Waterspanning:
Conushelling:

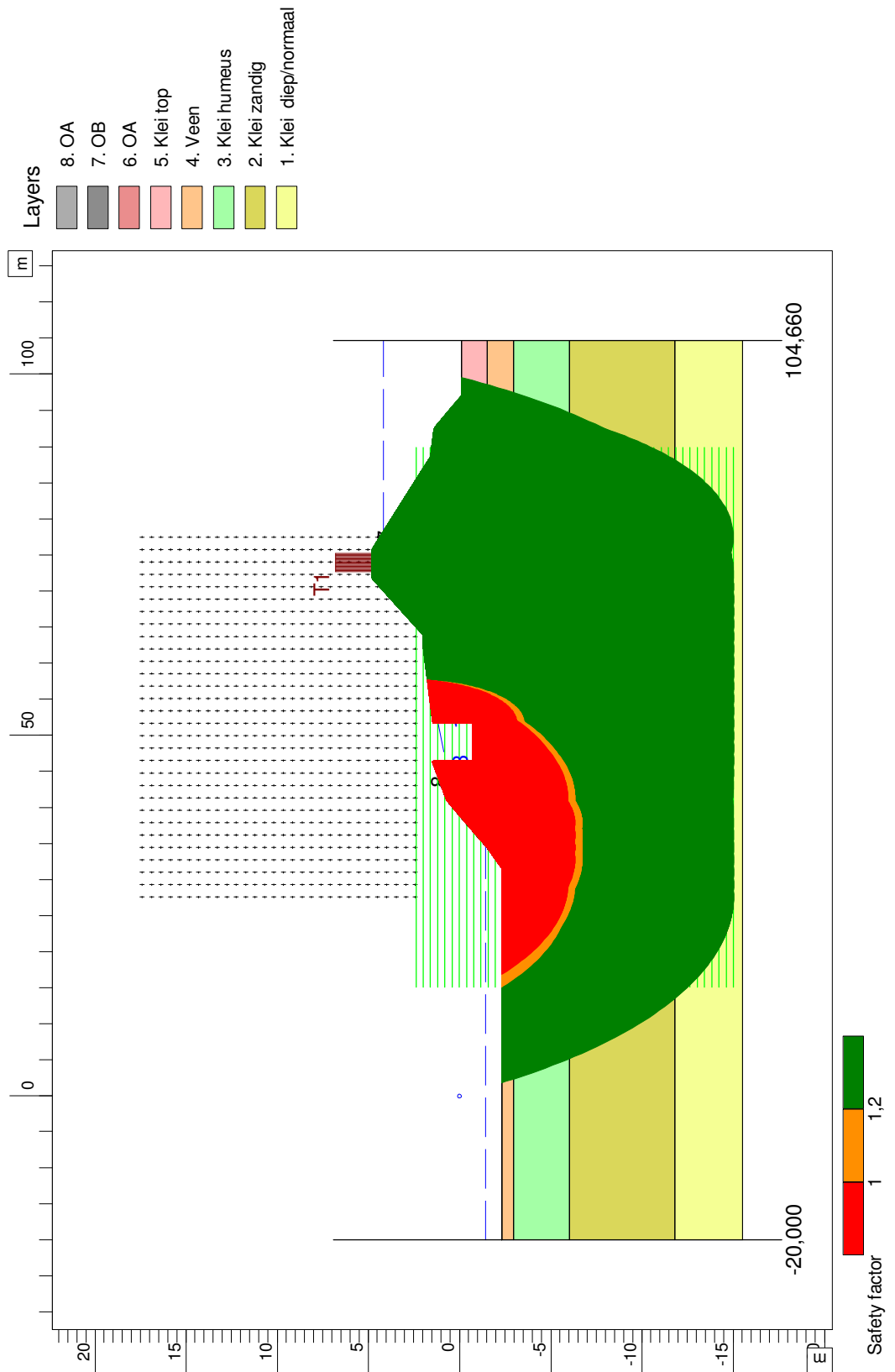
50 MPa
0,7 MPa
1 MPa
350 mRad

Sondering 7100



BIJLAGE II Stabiliteitsberekening sectie Z4 (MStab)

Safety Overview



MStab 9.10 : Z4_STBI_D0eind.sti

BIJLAGE III Stabiliteitsberekening Sectie Z4 (MSheet)

Witteveen

Bos

Phone
Fax

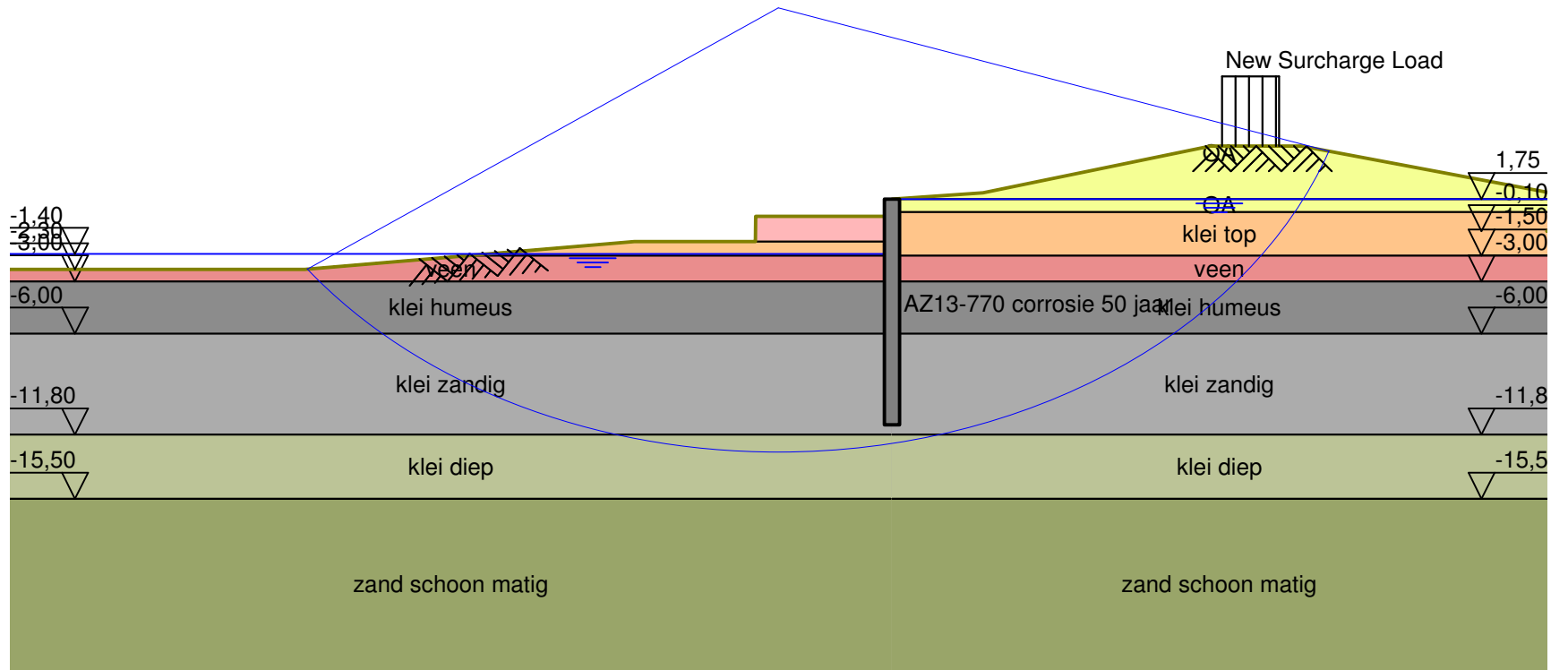
MSheet 8.2 : Z1394-71 damwanderekening Sectie Z4 D.Oeind +sluot.stijl

date
1/14/2011

drw.

Overall Stability - Stage 1: New Stage (1)

Partial factor set: Class III
Stability factor: 1,32



Annex -

A4

BIJLAGE IV Damwandberekening sectie Z4

weerstandsmoment en traagheidsmoment van damwand, na corrosie

project IJsseldelta Zuid, Waterkeringsplan
 code ZL384-71-20
 datum 11-04-27
 bestand P:\Z\ZL\ZL384-71\inhdocs\3. product 3 waterkeringsplan\geotechniek (spim)\aanpassingen mrt 2011\STUP\Z4 nieuw\corrosieberekening met damwandtabel

profielgegevens

type damwand	--	AZ 26-700	WAAR
profielbreedte	b	700	mm
profielhoogte	h	460	mm
flensdikte	e	12,2	mm
lijfdikte	a	12,2	mm
flenslengte	lf	388	mm
1 x lijflengte	ll	556	mm
weerstandsmoment, berekend	Wb	1820	cm ³ /plank
	Wb	2600	cm ³ /m ¹
weerstandsmoment, tabel	Wt	2600	cm ³ /m ¹
traagheidsmoment, berekend	lb	59794	cm ⁴ /m ¹
traagheidsmoment, tabel	lt	59720	cm ⁴ /m ¹

corrosiegegevens

corrosiesnelheid (2-zijdig)	uc	5	mm/jaar
levensduur	t	1	jaar
flensdikte, gecorrodeerd	ec	7,2	mm
lijfdikte, gecorrodeerd	ac	7,2	mm
weerstandsmoment, gecorrodeerd	Wc	1173	cm ³ /plank
weerstandsmoment, gecorrodeerd	Wc	1676	cm ³ /m ¹
traagheidsmoment, gecorrodeerd	lc	38539	cm ⁴ /m ¹
rest W (en l)		64%	

einde berekening

EI - corr 80931

BIJLAGE XXIV VEILIGHEIDSTOETSING CAT C KERING BIJ ROGGEBOT

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

onderwerp Toetsing categorie C kering ter plaatse van Roggebot
project IJsseldelta Zuid
opdrachtgever Provincie Overijssel
projectcode ZL384-71-30
referentie ZL384-71-30
opgemaakt door ing. M. van Hulzen
goedgekeurd door ir. J. Lansink paraaf
status document in bewerking
datum opmaak 11 november 2010
bijlagen -

1. INLEIDING

De bypassdijk sluit aan op de waterkering tussen de Gelderse sluis en de Roggebotsluis. Deze kering is getypeerd als een waterkering categorie C. Deze kering is in 2009 getoetst (derde toetsronde 2006-2011), in deze toetsing is deze waterkering afgekeurd op hoogte. De overige toetssporen zijn niet meer doorlopen aangezien de kering op hoogte al afgekeurd is.



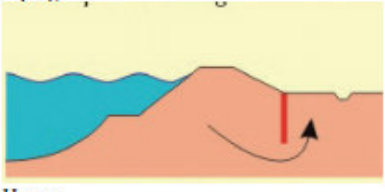
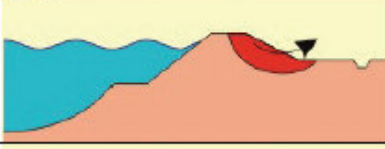

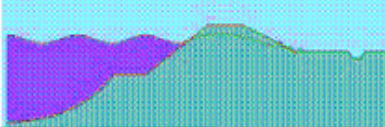


Het profiel 11_3.2 dat onderdeel is van deze kering, is als enigste profiel binnen het beschouwde dijktraject niet direct op hoogte afgekeurd. Voor de aansluiting van de bypass dijk zou het praktisch zijn als de bypassdijk aan kan sluiten tegen de huidige C kering. Daarom wordt het profiel 11_3.2 getoetst conform de VTV2006 om te kunnen beoordelen of de bypassdijk hierop kan aansluiten.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. beoordelingssporen

De veiligheidstoets zal worden uitgevoerd conform het vigerende Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen voor de derde toetsronde 2006 – 2011 [lit.1]. De faalmechanismen die in deze notitie behandeld worden zijn weergegeven in afbeelding 1.

Afbeelding 1. Faalmechisme dijk

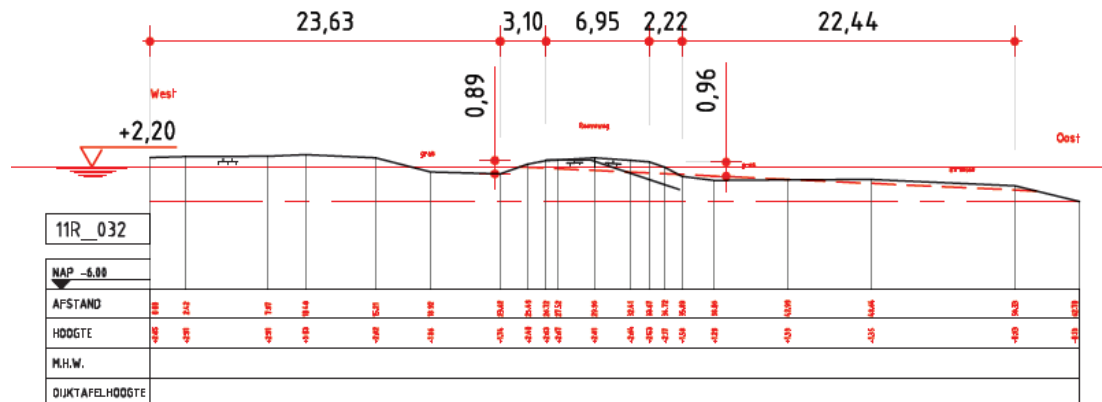
Beoordelingsspoor	Deelspoor	Werking mechanisme
Hoogte (HT)	n.v.t.	
Stabiliteit (ST)	Piping en heave (STPH)	 Piping  Heave
	Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	
	Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	
	Microstabiliteit (STMI)	
	Stabiliteit bekleding (STBK)	
	Voorland (STVL)	
	Niet Waterkerende Objecten (NWO)	n.v.t.

In de volgende paragrafen worden de toetsproven nader beschreven.

2.2. algemeen

Voor de toetsing worden de volgende uitgangspunten / waarden gehanteerd:

- Toetspeil = NAP +2,2m (over genomen uit huidige toetsing);
- Waterpeil binnendijks = NAP -0,85m
- GWS Drontemeer = NAP -0,25m
- Als toetsprofiel wordt het profiel: 11R_032 aangehouden, zie onderstaande afbeelding:



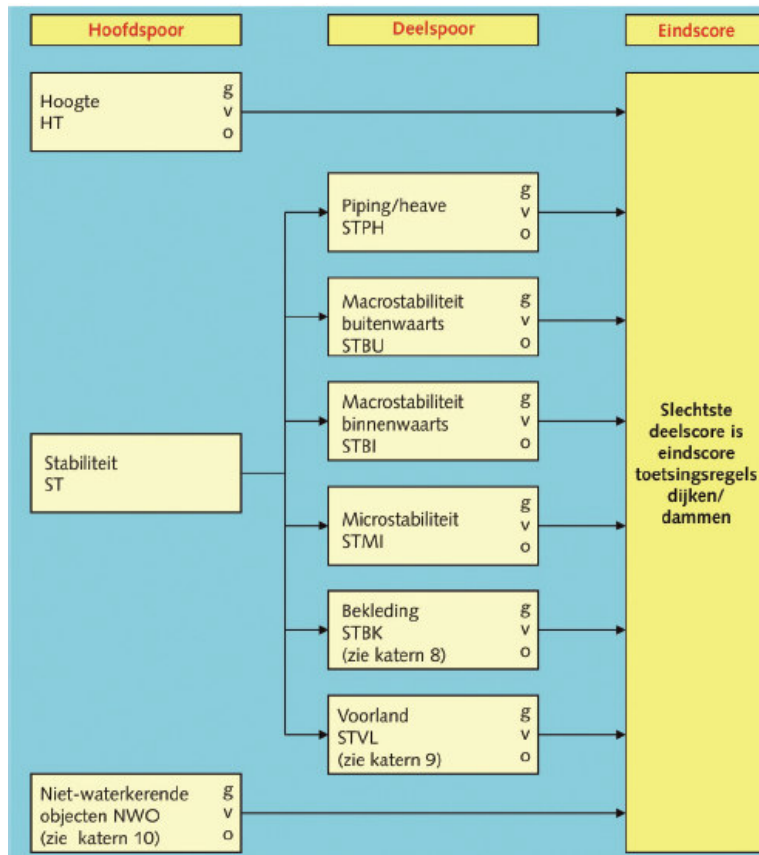
- De bodem opbouw is gelijk aantekening ZL384-71-1209, zie ook tabel 1;
- De huidige dijk is een zanddijk;

Tabel 1. Bodemopbouw

bovenkant laag	onderkant laag	grondsoort
NAP +0,00	NAP - 0,50	klei
NAP - 0,50	NAP -2,25	zandlaag 3
NAP -2,25	NAP -4,00	veen
NAP -4,00	NAP -20,00	zandlaag 2
NAP -20,00		pleistoceen zand

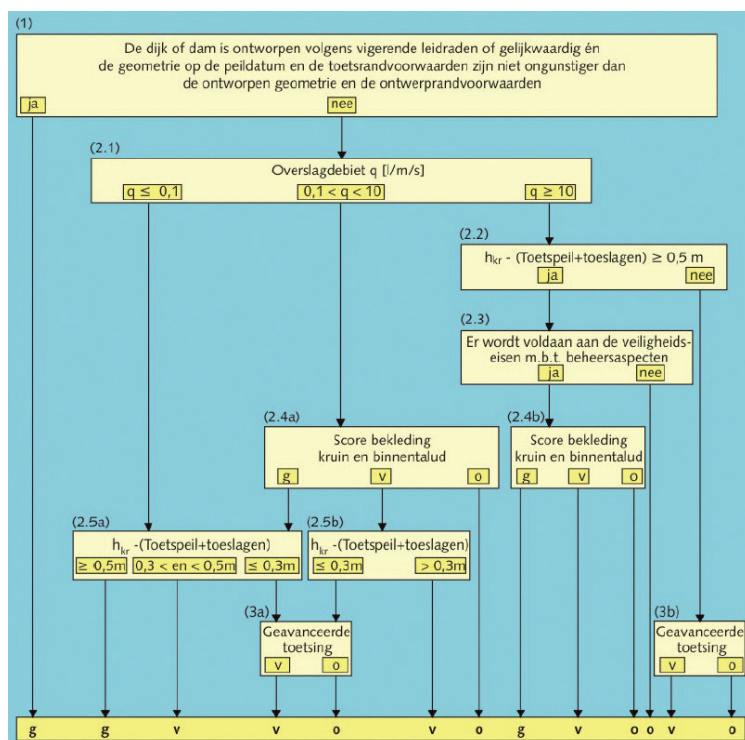
3. TOETSING

Voor de toetsing wordt het onderstaande schema gehanteerd (bron VTV 2006).



In de volgende hoofdstukken worden de hoofd en deelsporen uitgewerkt.

4. HOOGTE



4.1. Stap 1 Rekenregels uit de vigerende leidraden

Het is niet aantoonbaar dat het dijkvak ontworpen is volgens de vigerende leidraden of gelijkwaardig. De toetsing wordt aldus voortgezet met stap 2.

4.2. Stap 2.1: Overslagdebiet q

In de uitgevoerde toetsing door het WGS is het overslag debiet voor alle profielen berekend. Het overslag debiet behorend bij profiel 11_3.2 ligt tussen de 0,1 l/s/m en 10 l/s/m. Hieruit volgt een vervolg naar stap 2.4a.

4.3. Stap 2.4a: Score bekleding kruin en binnentalud

De beoordeling van de bekleding op de kruin en het binnen talud is in paragraaf 5.5 doorlopen. Het eind oordeel van de bekleding op de kruin en het binnen talud is op basis van het beheerders oordeel "goed". De toetsing wordt vervolgt met stap 2.5.

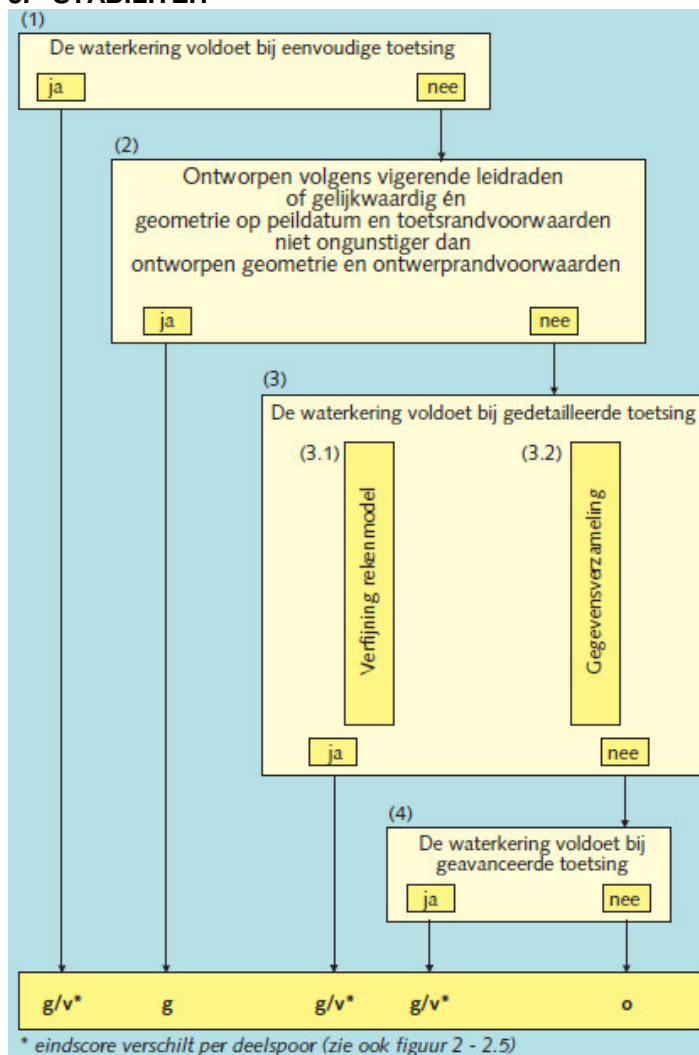
4.4. Stap 2.5a K_{ru} marge

De kruinhoogte is 2,70m, het toetspeil is 2,20m, dus de marge is 0,5m.

4.5. eindoordeel hoogte

Het eindoordeel van de hoogte is "goed"

5. STABILITEIT



5.1. Piping en heave

Om piping en heave te kunnen toetsen is het eerst van belang vast te stellen welk type dijk het is. Aangezien het hier gaat om een zand dijk op een slecht doorlatende ondergrond wordt dit als een type 2A beschouwd.

Aangezien er twee slecht doorlatende lagen in de bodem liggen met een zandlaag er tussen zullen er twee toetsingen uitgevoerd moeten worden. De eenvoudige toetsing gaat er vanuit dat de watervoevende laag onbeperkt diep is. Deze toetsing kan toegepast worden op de veenlaag. Tussen de kleilaag op het maaiveld en de veenlaag licht echter ook nog een zandlaag die piping kan veroorzaken. Met behulp van het rekenmodel van Sellmeijer wordt bepaald of deze laag piping gevoelig is.

5.1.1. Eenvoudige toetsing



Indien er aan een van de onderstaande criteria wordt voldaan dan is er geen gevaar voor piping en is de eindscore voor piping "goed"

$$\frac{\sigma_g}{\sigma_w} \geq 1,0$$

$$\frac{L}{18} \geq \Delta H - 0,3d$$

$$D=0,50\text{m}$$

$$\Delta H = 2,2\text{m} + 0,85 = 3,05\text{m}$$

Aangezien het voorland over een lengte van ca. 100m op gelijke hoogte ligt als de feitelijke kering, moet deze lengte meegerekend worden in de kwelweg. De kwelweg lengte is daardoor 182,4m.

$$L=182,4\text{m}$$

$$L/18 = 182,4/18 = 10,13\text{m}$$

$$\Delta H - 0,3d = 3,05 - (0,3 * 0,50) = 2,90$$

Dus de score voor piping is "goed"

5.1.2. Sellmeijer

$$\Delta H_c = \alpha c \frac{\gamma_p}{\gamma_w} \tan(\theta) (0.68 - 0.10 \ln(c)) L$$

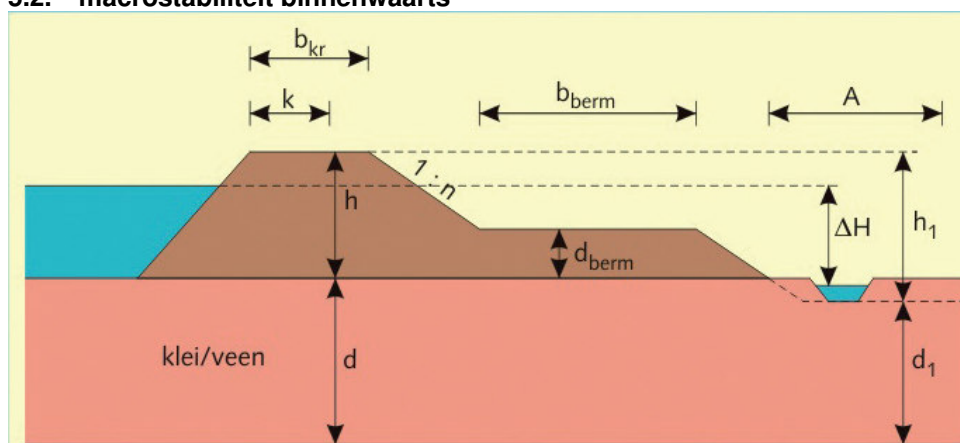
$$\alpha = \frac{D}{L} \frac{0,28}{\left(\frac{D}{L}\right)^{2,8} - 1}$$

$$c = \eta d_{70} \left(\frac{1}{\kappa L}\right)^{\frac{1}{3}}$$

dikte zandlaag D	1,75 m	kgem	2,03E-04 m/s
lengte kwelweg (horiz.) L	39,1 m	γ zandkorrels onder water γ_p	17 kN/m ³
70-percentile korrelverdeling d_{70}	1,86E-04 m	rolweerstandshoek θ	41 °
doorlatendheid K	2,73E-11 m/s	sleepkrachtfactor η	0,25 -
kinematische viscositeit water	1,33E-06 m ² /s		
α	2,39E+00 -		
c	4,55E-02 m ²		
kritiek verval ΔH_c	6,20 m		
Correctie 0,3'd afdekkende pakk	5,10	dikte afdekkende pakket d	3,7 m
ΔH_c met veiligheidsfactor	4,25	veiligheidsfactor	1,2 -

Het huidige verval (3,05m) is kleiner dan het kritieke verval. Hierdoor is er in de tussenliggende zandlaag geen gevaar voor piping.

5.2. macrostabiliteit binnenwaarts



b_{kr}	= 7m
k	= 2 m
h	= 2,94 m
Δh	= 2,2 + 0,85 = 3,05 m
d	= 0,50m
n	= 2,5
b_{berm}	= 22,44 m
d_{berm}	= 1,48 m
A	= 290
f_a	= 0,2
f_K	= 0,8

eenvoudige toetsing met berm

Er is sprake van een profiel met een berm, daarvoor geldt dat er voldoende restprofiel aanwezig is indien voldaan wordt aan de volgende criteria:

1. $\frac{\sigma_g}{\sigma_w} \geq 1,2$
2. $b_{kr} - k \geq f_k * h$ en $b_{berm} \geq f_a * h + d_{berm} * n$
3. $b_{kr} - k \geq f_k * (h - d_{berm})$ en $b_{berm} \geq f_a * (h - d_{berm})$
4. $b_{berm} \geq f_k * d_{berm}$ en $A \geq f_a * d_{berm}$

step 1

Bodem slappe laag op NAP -0,50m

$$\sigma_g = 1,48 * 19,0 + 0,5 * 17 = 36,62 kN$$

$$\sigma_w = 2,7 * 10 = 27 kN$$

$$\frac{\sigma_g}{\sigma_w} = \frac{36,62}{27} = 1,35 \text{ dus voldoet}$$

step 2

$$b_{kr} - k \geq f_k * h \quad \rightarrow 7-2 > 0,8 * 2,94 \quad \text{dus voldoet}$$

$$b_{berm} \geq f_a * h + d_{berm} * n \quad \rightarrow 22,44 > 0,2 * 2,94 + 1,48 * 2,5 \quad \text{dus voldoet}$$

step 3

$$b_{kr} - k \geq f_k * (h - d_{berm}) \quad \rightarrow 7-2 > 0,8 * (2,94 - 1,48) \quad \text{dus voldoet}$$

$$b_{berm} \geq f_a * (h - d_{berm}) \quad \rightarrow 22,44 > 0,2 * (2,94 * 1,48) \quad \text{dus voldoet}$$

step 4

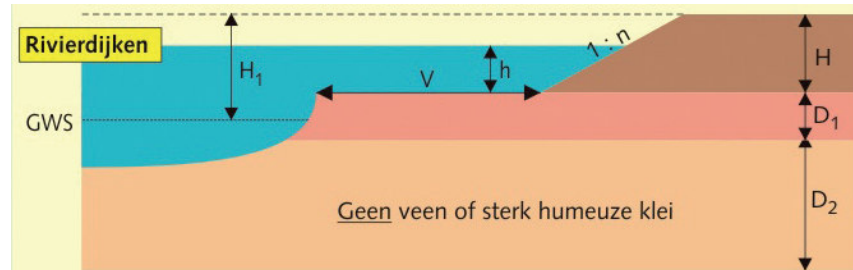
$$b_{berm} \geq f_k * d_{berm} \quad \rightarrow 22,44 > 0,8 * 1,48 \quad \text{dus voldoet}$$

$$A \geq f_a * d_{berm} \quad \rightarrow 290 > 0,2 * 1,48 \quad \text{dus voldoet}$$

Conclusie

Het huidige profiel voldoet aan alle voorwaarden en scoort daarom "goed"

5.3. Macrostabieliteit buitenwaarts



Toelichting symbolen:

V = breedte voorland [m]

H₁ = hoogteverschil tussen Gemiddelde Waterstand (GWS) en de actuele kruinhoogte [m]

n = cotangens van de taludhelling van het buitentalud

h = verschil tussen waterstand achter kering en hoogte voorland [m]

D₁ = dikte samendrukbare laag [m]

D₂ = dikte niet-samendrukbare laag [m]

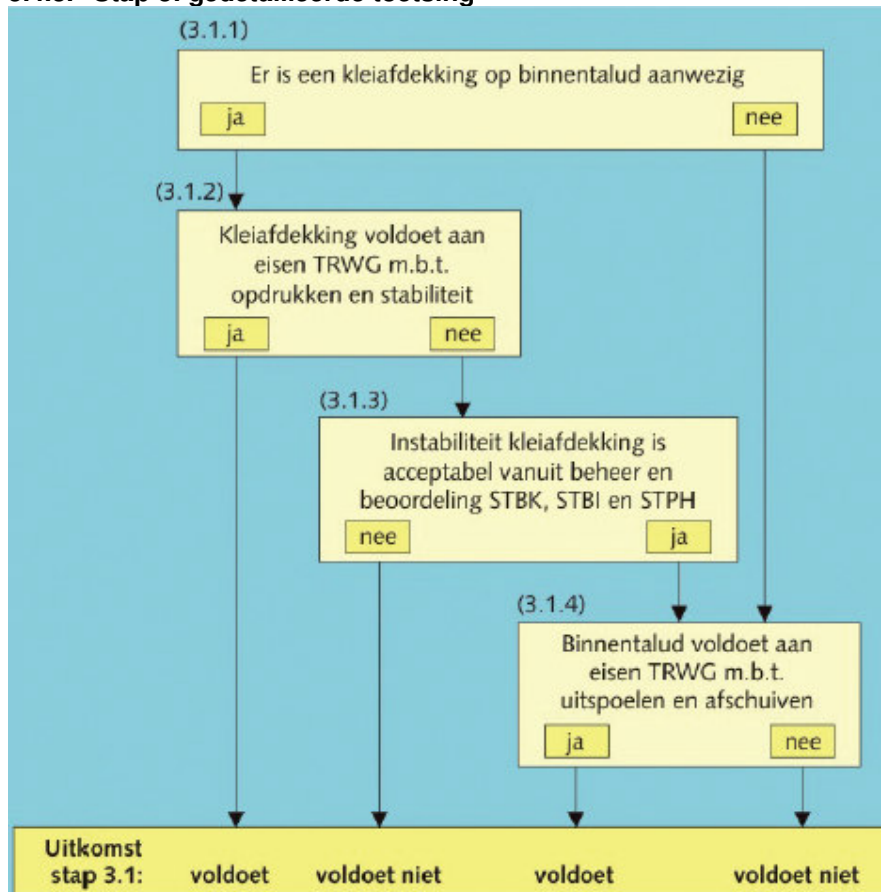
H = verschil actuele kruinhoogte en maaiveld voorland [m]

$$V = 23,63 \text{ m}$$

$$\text{GWS} = -0,25??$$

$$H_1 = \text{NAP} + 2,81 - \text{NAP} - 0,25 = 3,06 \text{ m}$$

5.4.3. Stap 3: gedetailleerde toetsing



Uitgangspunt is dat de grasbekleding op een kleilaag ligt.

Toetsing tegen opdrukken

$$\cos \alpha \geq \frac{y_d * y_{m,p} * y_n * \rho_w (h - z)}{\rho_g * d}$$

$$\cos \alpha = 0,88$$

$$Y_d * y_n = 2,0$$

$$Y_{m,p} = 1,0$$

$$P_w = 1000$$

$$h - z = 0,38$$

$$P_g = 2650$$

$$d = ?$$

$$0,88 \geq \frac{760}{2650 * d}$$

$$d \geq 0,32$$

De exacte dikte van de kleilaag is onbekend, maar redelijkerwijs kan aangenomen worden dat de kleilaag minimaal 0,30m is. De huidige bekleding voldoet daarom aan de toetsing tegen opdrukken.

Toetsing tegen afschuiven

$$\cos \alpha \geq \frac{y_d * y_n * \rho_w (h - z)}{y_{m,p} * \rho_g * d}$$

$$\cos \alpha = 0,88$$

$$Y_d = 1,1$$

$$Y_{m,p} = 1,0$$

$$y_n = 1,1$$

$$P_w = 1000$$

$$h - z = 0,38$$

$$P_g = 2650$$

$$d = ?$$

$$0,88 \geq \frac{459,8}{2650 * d}$$

$$d \geq 0,20m$$

De exacte dikte van de kleilaag is onbekend, maar redelijkerwijs kan aangenomen worden dat de kleilaag minimaal 0,30m is. De huidige bekleding voldoet daarom aan de toetsing tegen afschuiven.

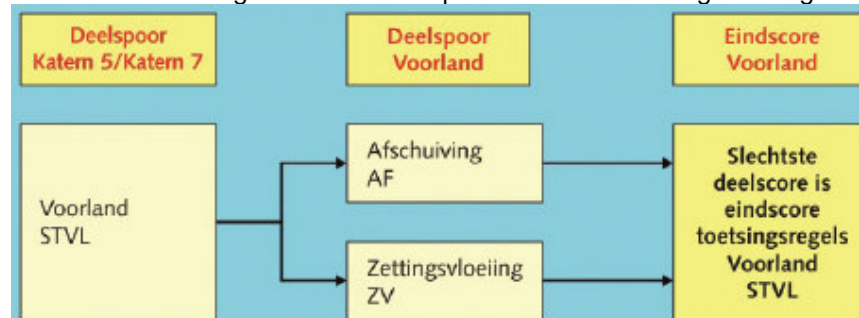
5.5. bekleding

De taluds van de huidige dijk is bekleed met gras. Op de kruin van de kering ligt een asfaltweg. Het voorland van de kering is net zo hoog als de kering zelf, hierdoor zal de feitelijke kering niet door golven belast worden. Voor de toetsing van de bekleding zal daarom de bekleding van het voorland getoetst moeten worden aangezien voortschrijdende erosie tot schade kan leiden. Er zijn echter onvoldoende gegevens bekend van de bekleding op het voorland. Hierdoor volgt er geen oordeel voor dit toetsspoor.

Vanuit het beheerders oordeel is te stellen dat door het hoge en brede voorland de bekleding dermate weinig belast wordt, dat hier een oordeel "goed" aan toe te kennen is.

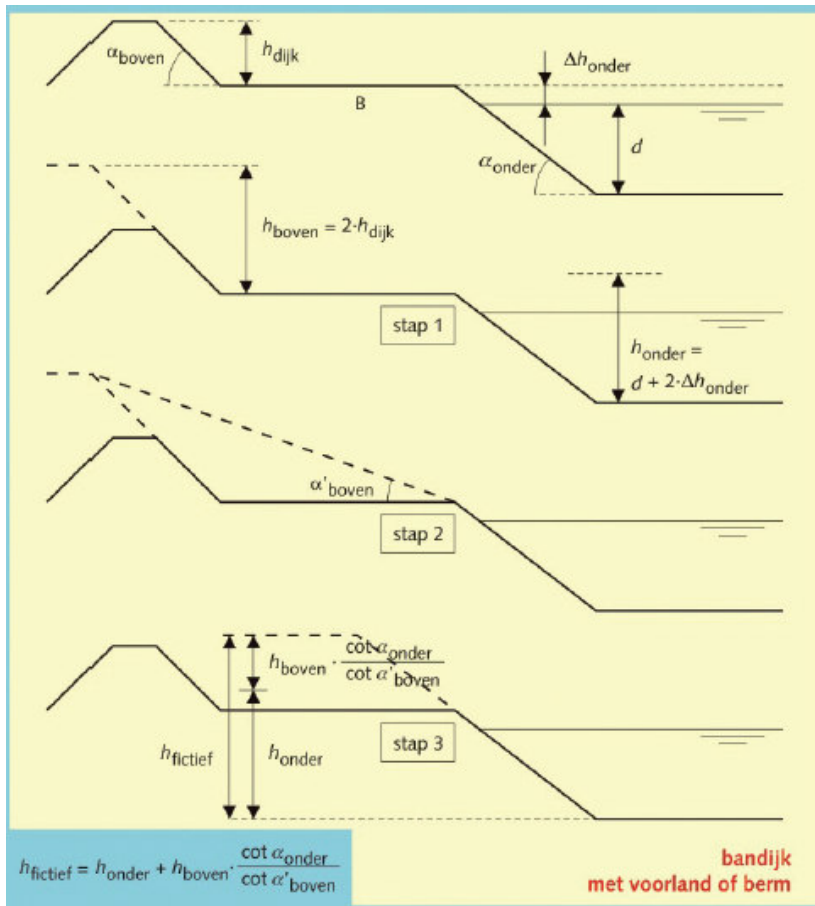
5.6. voorland

Het voorland moet getoetst worden op afschuiven en zettingsvloeiingen. Zie onderstaande afbeelding.



5.7. fictieve geuldiepte

Voor beide toetssporen is de fictieve geuldiepte van belang. In het toetsrapport van het WGS wordt een geuldiepte van NAP -2,0m aangehouden. Deze diepte wordt in deze toetsing overgenomen. De onderstaande afbeelding geeft aan op welke wijze de fictieve geuldiepte vastgesteld moet worden.

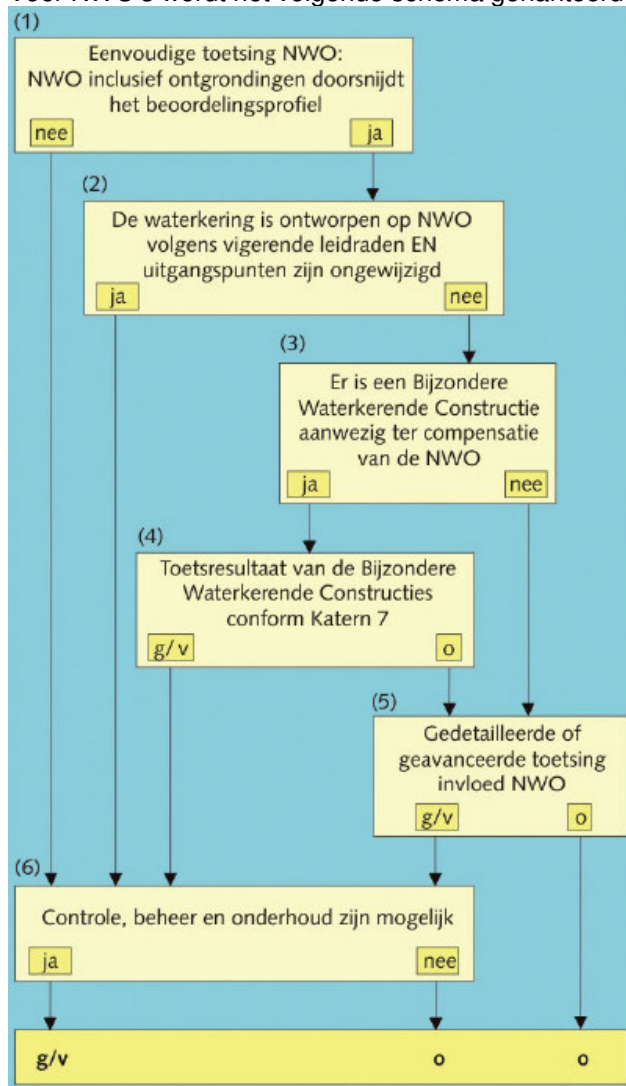


$h_{dijk} = 0\text{m}$
 $h_{boven} = 0\text{m}$
 $d = \text{NAP } -2,0 - \text{NAP } -0,25 = 1,75\text{m}$
 $\Delta h_{onder} = 3,25$
 $h_{onder} = 8,25\text{m}$
 $\alpha'_{boven} = 0$
 $\alpha_{onder} = 9,96^\circ$

Aangezien $\alpha_{boven} 0^\circ$ bedraagt, is $h_{fictief}$ gelijk aan h_{onder} . De fictieve geuldiepte is dus kleiner dan 9 meter waardoor de toetsing op afschuiven en zettingsvloeiingen minimaal “voldoende” scoren.

6. NWO'S

Voor NWO's wordt het volgende schema gehanteerd:



6.1.1. stap 1: Beoordelingsprofiel

Indien het beoordelingsprofiel niet doorsneden wordt, geldt een score voldoende, zo niet moet verder gegaan worden met stap 2.

Aangezien het dijktraject waar het beschouwende profiel geheel is afgekeurd, is te stellen dat het huidige profiel niet overgedimensioneerd is. Daarom vervolgd met stap 2.

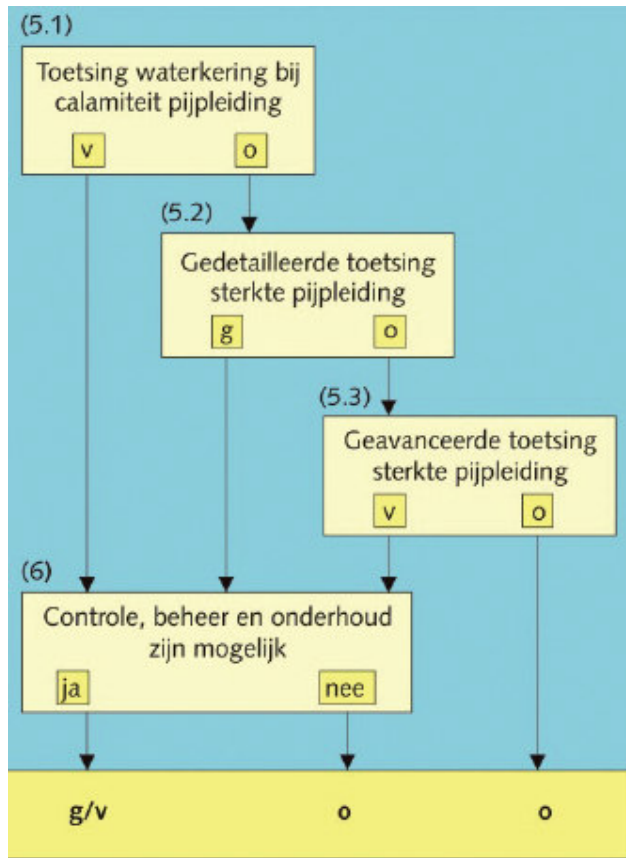
6.1.2. stap 2: gehanteerde ontwerp methodes

Het is onbekend welke ontwerp methodes gehanteerd zijn, daarom wordt vervuld met stap 3.

6.1.3. stap 3: compensatie pijpleidingen

Er is geen Bijzondere Waterkerende Constructie aanwezig ter compensatie van de aanwezigheid van de leiding. Daarom wordt vervolgd met stap 5.

6.1.4. stap 5: Toetsing pijpleiding



Stap 5.1: Toetsing van waterkering bij calamiteit

Op basis van expert judgement is beoordeeld dat bij een calamiteit de huidige kering niet zal voldoen. Daarom wordt vervolgt met stap 5.2

Stap 5.2: toetsing sterkte pijpleiding

Voor de toetsing van de sterkte van de pijpleiding wordt verwezen naar bijlage E uit de NEN 3651, figuur E-3. In dit figuur is aangegeven dat voor lage druk leidingen (geen staal) met een diameter kleiner of gelijk aan 125mm direct een score voldoende toegekend mag worden.

Aangezien het een HPE Ø75mm betreft, geldt hier een score “voldoende”.

7. CONCLUSIE

De kering ter plaatse van de aansluiting bij Roggebot voldoet nog voor de belasting in fase 1. Dit houdt in dat de bypassdijk in Zone N11 kan worden aangesloten op de bestaande categorie C kering.

Ontwerp open steenasfalt stroming

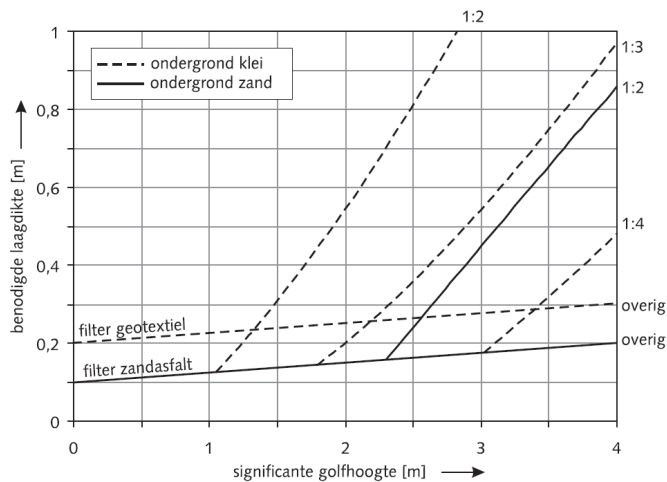
De vereiste aanlegdikte voor waterbouwasfaltbeton volgt uit het Technisch Rapport Asphalt voor Waterkeren. Hierin is aangegeven dat open steenasfalt geen schade ondervindt tot stroomsnelheden van 6,0 m/s. De dikte van de bekleding wordt bijgevolg bepaald door de minimale aanlegdikte.

- minimale aanlegdikte $4 \cdot D_{\max} = 0,07$ m (gradering 11/16 mm);
- totale aanlegdikte (afgerond op veelvoud van 5 cm) = 10 cm.

Ontwerp open steenasfalt golven

Voor het dimensioneren van open steenasfalt in de golfklapzone staan in het TR Asphalt voor waterkeren ontwerpregels in de vorm van grafieken (zie afbeelding A)

afbeelding A. sterkte grafiek open steenasfalt



Voor open steenasfalt is bij een H_s van 0,8 m een dikte nodig van 0,22 m of 0,12 m afhankelijk van het type filter.

Ontwerp filterconstructie

Onder open steenasfalt is een filterconstructie noodzakelijk om het uitspoelen van de onderliggende kleilaag te voorkomen. Er kan gekozen worden tussen een filter van geotextiel en een laag zandasfalt. Wanneer open steenasfalt wordt toegepast in de golfklapzone geeft een filter door middel van zandasfalt een voordeel omdat de dikte van het zandasfalt bij de dikte van het steenasfalt in mindering kan worden gebracht. Daarom is hier gekozen voor een filter van zandasfalt met een dikte van 0,1 m (minimale aanlegdikte).

project: Waterkeringsplan IJsseldelta-Zuid
 projectcode: ZL384-71-20
 lokatie: Dijk Drontermeer-Vossemeer (Reevedam), noordzijde
 datum: 13-01-11 15:07
 bestand: P:\Z\ZL\ZL384-71\inhdocs\3. product 3 waterkeringsplan\DO WKP\DO 2\1C1 Dijk Drontermeer-Vossemeer\CU

γ_{steen} 2500 kg/m³
 γ_{water} 1000 kg/m³
 Δ 1,50 -
 S_d 3 -
 Stormduur 6 uur
 N 8640 stuks

$\cot \alpha$ 4
 α 0,24 rad
 H_s 0,8 m
 T_p 2,5 s
 T_m 2,27 s

L_{0p} 8,06 m

$$L_{0p} = \frac{gT_p^2}{2\pi}$$

P 0,1 -

ξ 0,79 -
 ξ_{mc} 2,01 -

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s / L_{0p}}} \rightarrow$$

$\xi < \xi_{mc}$ plunging
 $\xi > \xi_{mc}$ surging

$$\xi_{mc} = \left(6,2P^{0,13} \sqrt{\tan \alpha}\right)^{1/(P+0,5)}$$

PLUNGING
 D_{n50} 0,23 m
 gradering 10-60 kg

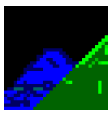
$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6,2P^{0,18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \xi_m^{-0,5} \rightarrow$$

SURGING
 D_{n50} 0,402001 m
 gradering 60-300 kg

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1,0P^{-0,13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^P \rightarrow$$



IR 169 van der Meer.xls|Van de Meer



PC-Overslag

Berekening 13-01-2011 14:52:34 Versie RekenRegel:5.0

Dwarsprofiel informatie

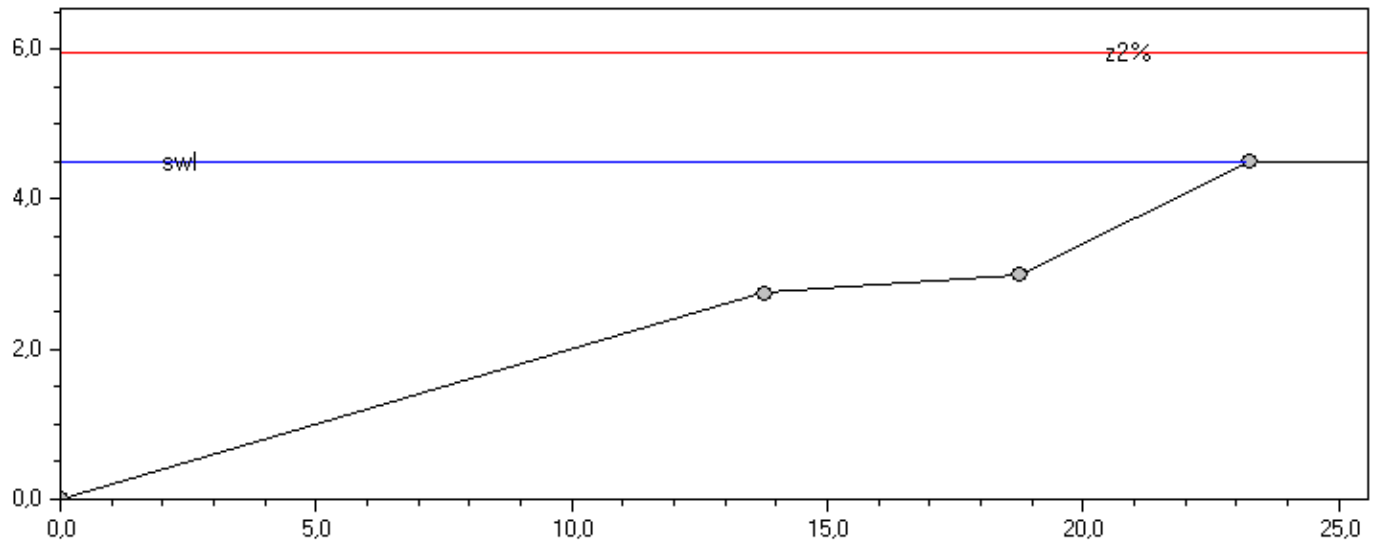
Dwarsprofiel DVnoord (oscillatie) 2075
Teen X 0
Teen Y 0

Hydraulische parameters

Significante golfhoogte 0,790 [m]
Piek periode 2,282 [s]
Golfrichting 0,000 [-]
Stilwaterlijn 4,490 [m]

Dwarsprofielsegmenten

Segment	X	Y	Tan α	Materiaal	Ruwheidsfactor
1	13,75	2,75	0,200	Breuksteen, (stortsteen)	0,55
2	18,75	3	0,050		1
3	23,25	4,5	0,333		1

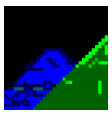


Uitvoer berekening

Gemiddeld overslagdebiet 251,891 [l/s/m]
2%-golfoploophoogte 1,457 [m]

Benodigde kruinhoogte

Overslaghoeveelheid [l/s/m]	Kruinhoogte [m]
0,1	6,017
1	5,571
10	5,125
100	4,679

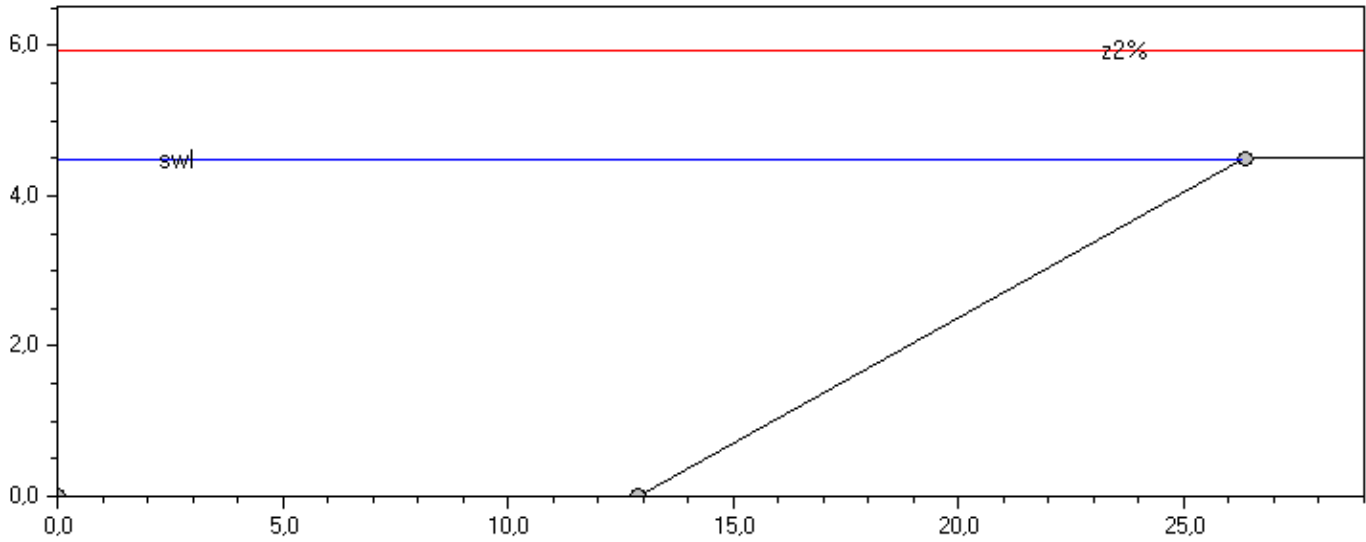


PC-Overslag

Berekening 13-01-2011 14:52:34 Versie RekenRegel:5.0

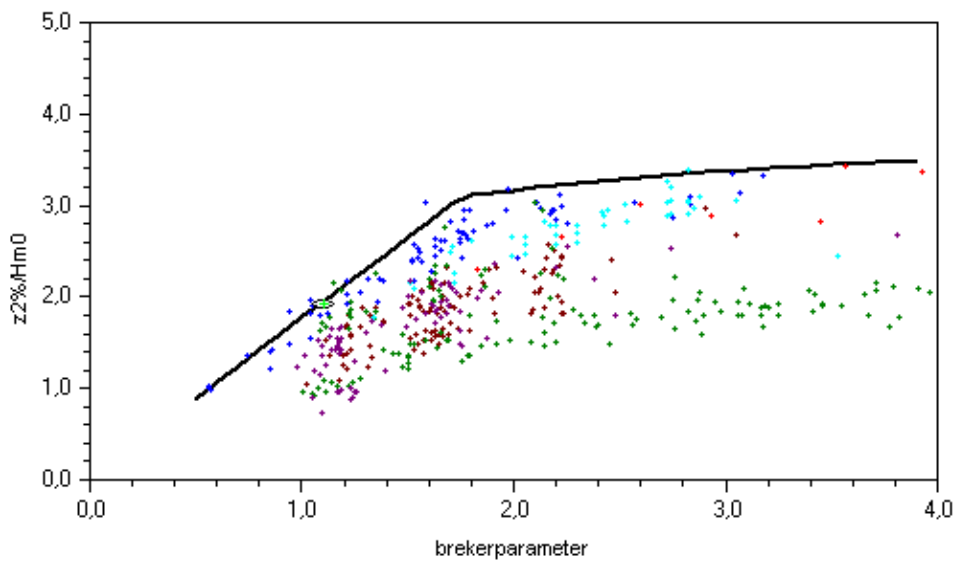
Gedetailleerde uitvoer

Dwarsprofiel berm/VOORLAND

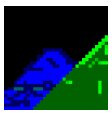


Gamma B	1,000	Hm0	0,790	[m]	SWL	4,490	[m + NAP]
Gamma F	1,000	Ksio	1,101		Tan Alpha	0,333	
GBeta oploop	1,000	Lo	8,126	[m]	Tm-1,0	2,282	[s]
GBeta overslag	1,000	Overslag	244,126	[l/s/m]	Z2%	1,435	[m]

Golfoploop

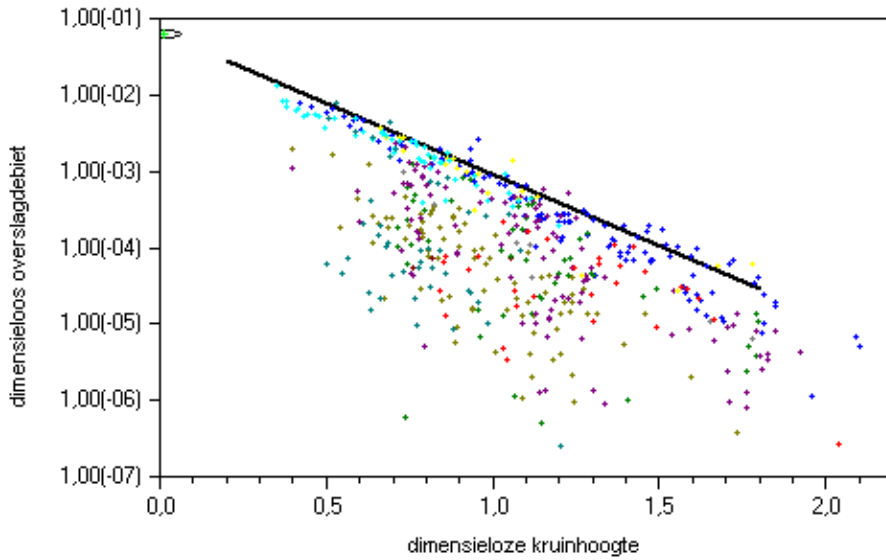


Golfoverslag

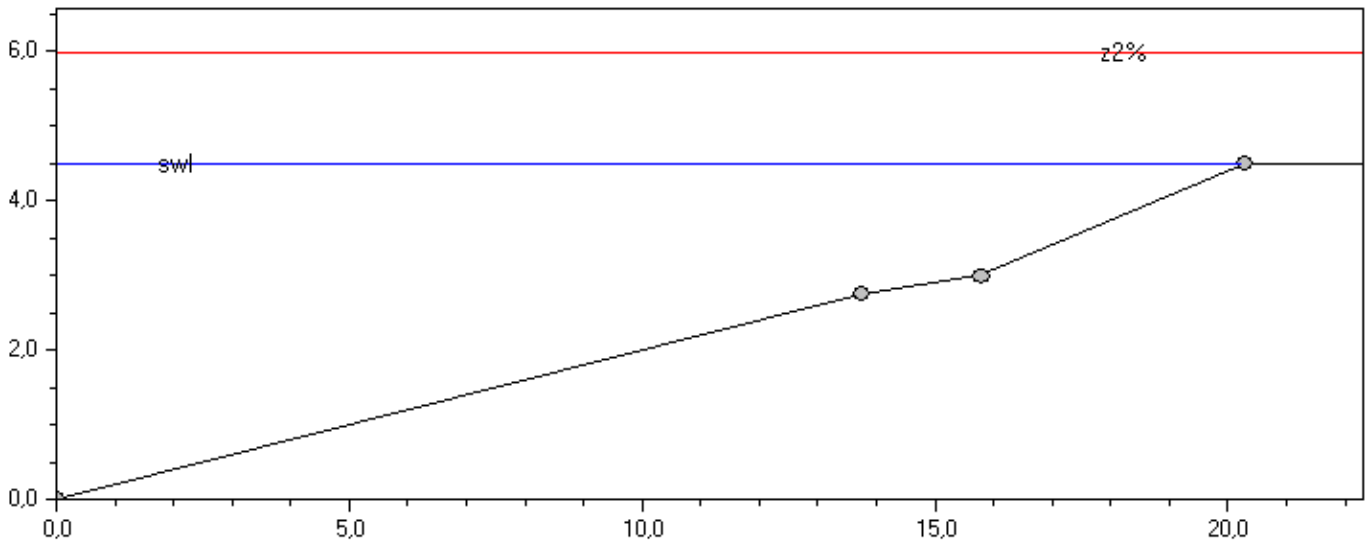


PC-Overslag

Berekening 13-01-2011 14:52:34 Versie RekenRegel:5.0

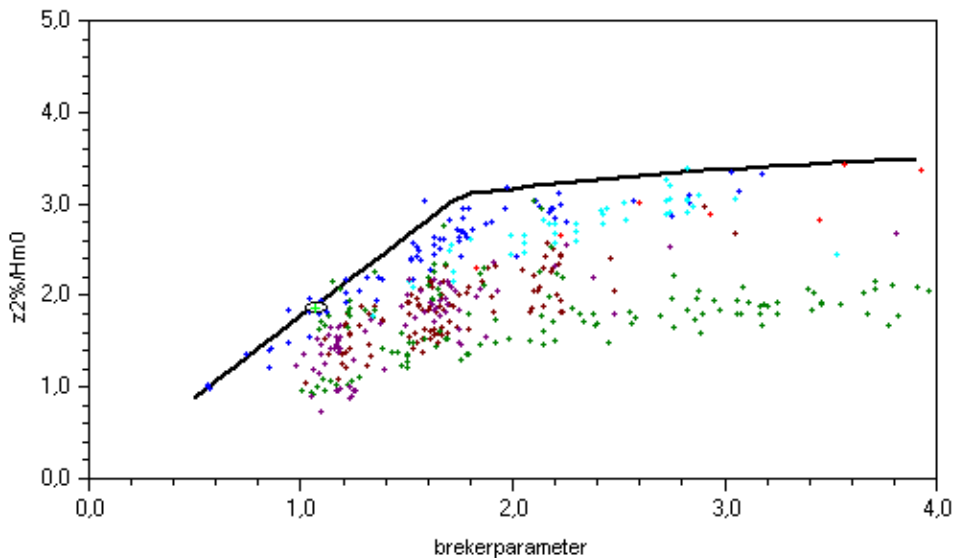


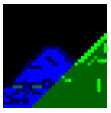
Dwarsprofiel BERM/voorland



Gamma B	1,000	Hm0	0,790	[m]	SWL	4,490	[m + NAP]
Gamma F	1,000	Ksio	1,069		Tan Alpha	0,333	
GBeta oloop	1,000	Lo	8,126	[m]	Tm-1,0	2,282	[s]
GBeta overslag	1,000	Overslag	259,264	[l/s/m]	Z2%	1,478	[m]

Golfoploop

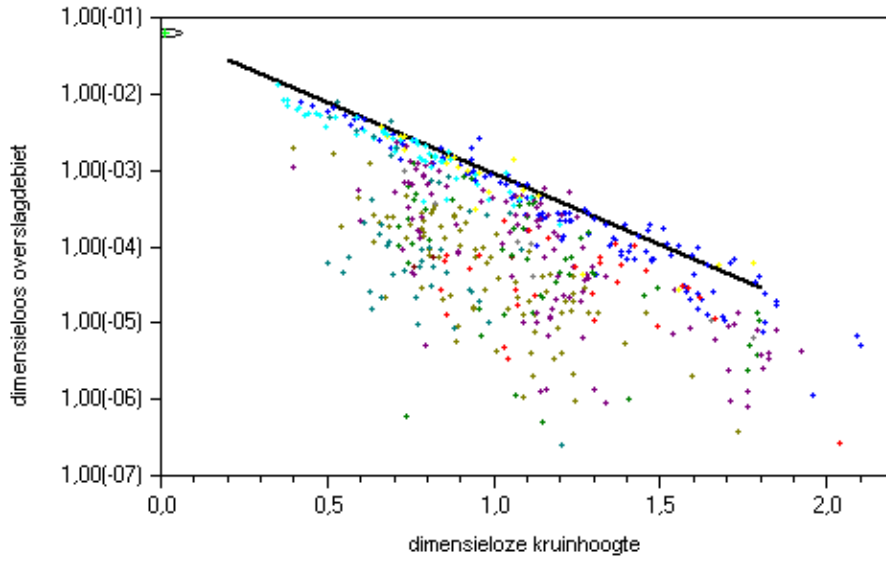




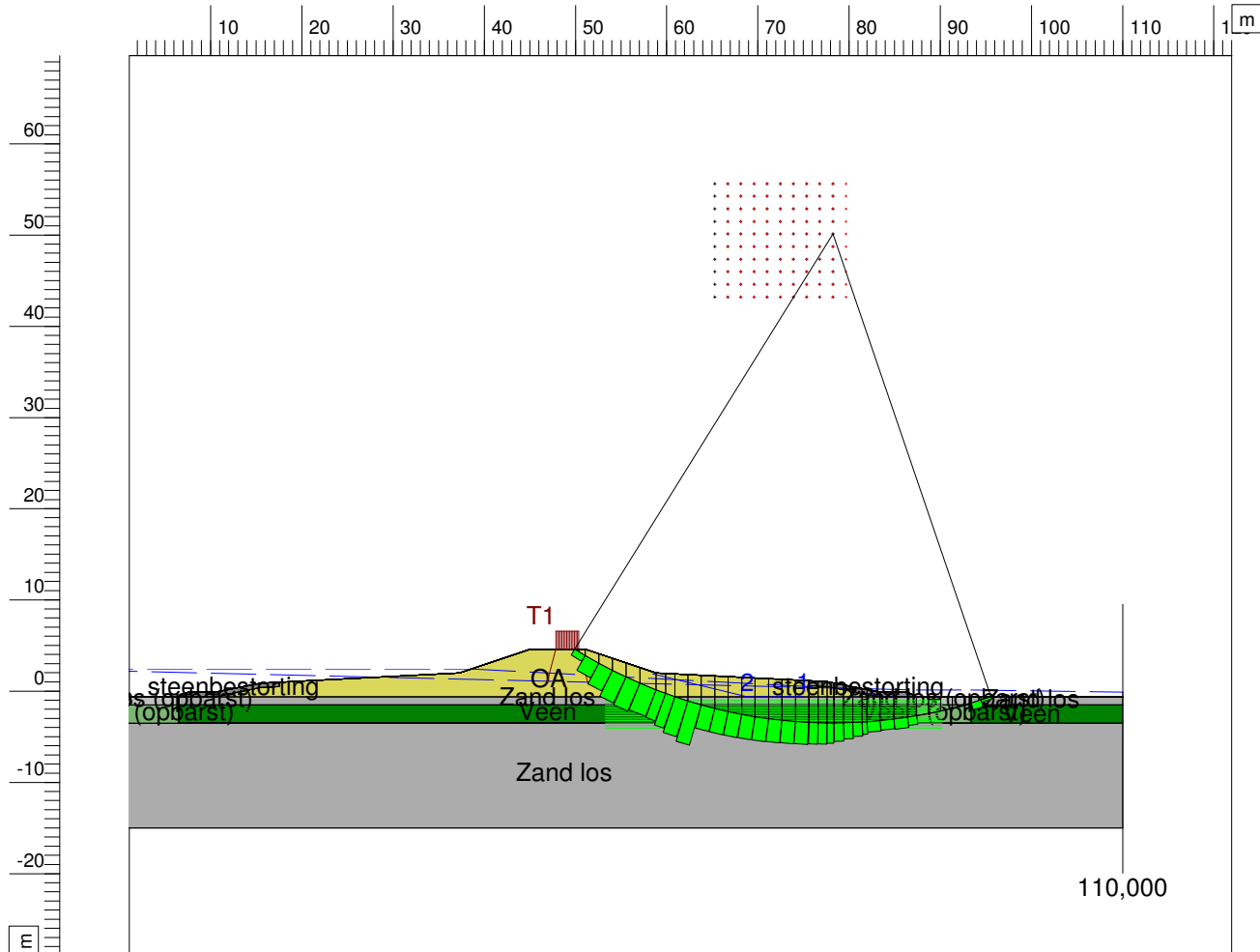
PC-Overslag

Berekening 13-01-2011 14:52:34 Versie RekenRegel:5.0

Golfoverslag



Shear Stress Bishop



- Materials**
- steenbestorting
 - OA
 - Zand los (opbarst)
 - Veen (opbarst)
 - Veen
 - Zand los

Xm : 78,22 [m] Radius : 53,60 [m] Max. stress : 11,159 [kN/m²]
 Ym : 50,13 [m] Safety : 1,39 Min. stress : 0,000 [kN/m²]

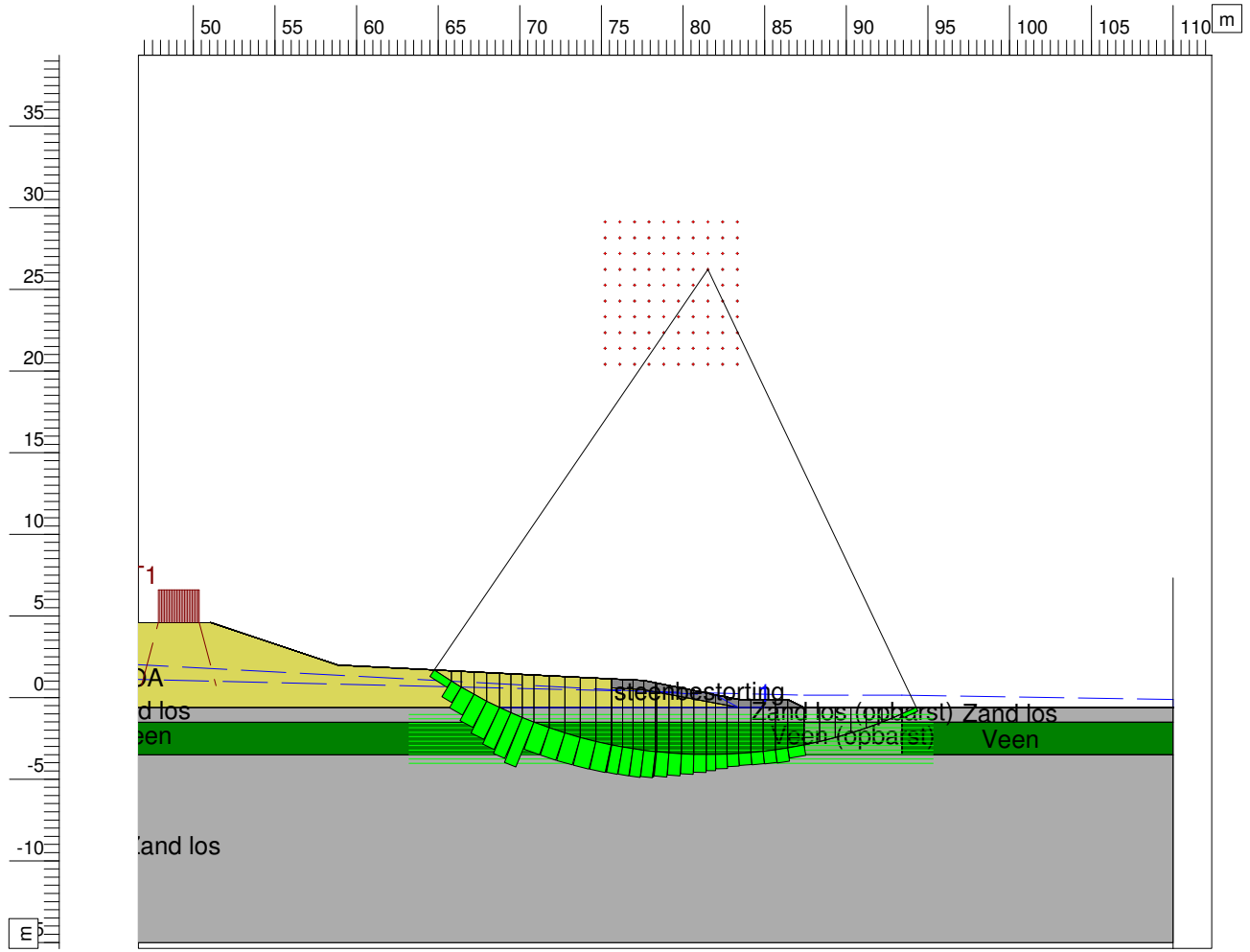
Witteveen+Bos Postbus 239 Phone 0570 69 75 11
 7400 AE Deventer Fax 0570 69 71 23

D-Geo Stability 10.1 : DV-STBL_profil 1_MHW_Drontermeer_zone I.stl

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macro stabiliteit Bl dijk Drontermeer-Vossemeer
 Profiel 1 - MHW Drontermeer (zone I)

Annex -	15-03-2012	date
A4	-	form.
	-	dw.
	-	dt.

Shear Stress Bishop



- Materials**
- steenbestorting
 - OA
 - Zand los (opbarst)
 - Veen (opbarst)
 - Veen
 - Zand los

Xm : 81,52 [m] Radius : 29,70 [m] Max. stress : 11,477 [kN/m²]
 Ym : 26,22 [m] Safety : 1,17 Min. stress : 0,000 [kN/m²]

Witteveen+Bos Postbus 239 7400 AE Deventer Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23		D:\Geo Stability 10.1 : DV STBI profiel 1_MHW Drontermeer, zone II.stl
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabilliteit Bl dijk Drontermeer-Vossemeer Profiel 1 - MHW Drontermeer (zone II)	date 15-03-2012	drw. -
Annex -	-	dfr. -
A4	form.	-

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabiliteit Bl dijk Dronterveer-Vossemeer
 Profiel 1 - MHW Vossemeer (zone I)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:Geo Stability 10.1 : D:\V-STBI\profiel 1_MHW Vossemeer_zone I.stl

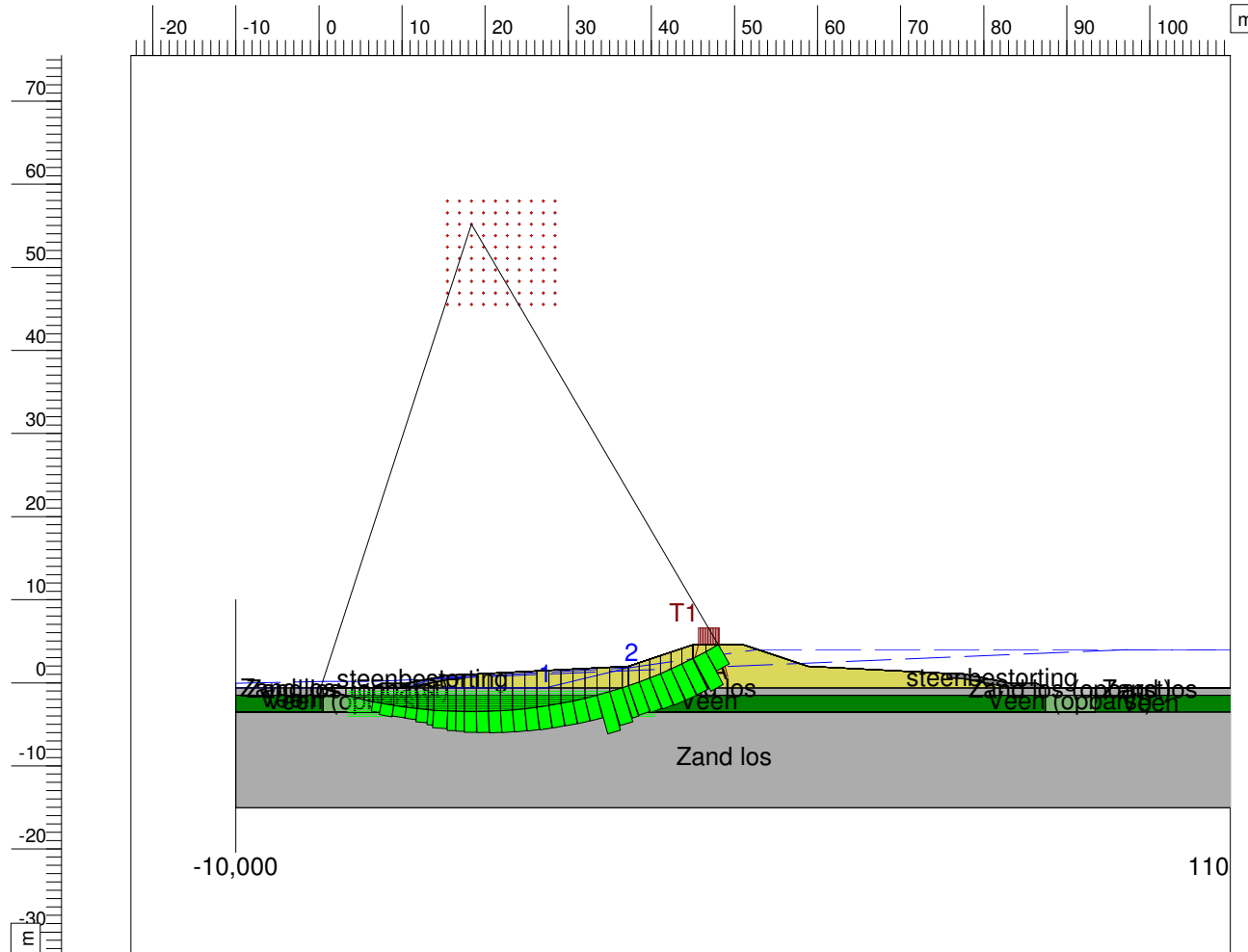
15-03-2012

date

Annex -

form. A4

Shear Stress Bishop



Materials

- steenbestorting
- OA
- Zand los (opbarst)
- Veen (opbarst)
- Veen
- Zand los

Xm : 18,35 [m]
 Ym : 55,20 [m]

Radius : 58,68 [m]
 Safety : 1,34

Max. stress : 10,739 [kN/m²]
 Min. stress : 0,000 [kN/m²]

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit Bl dijk Dronterveer-Vossemeer
 Profiel 1 - MHW Vossemeer (zone II)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:Geo Stability 10.1 : DV_STIBI_profiel 1_MHW Vossemeer_zone II.stl

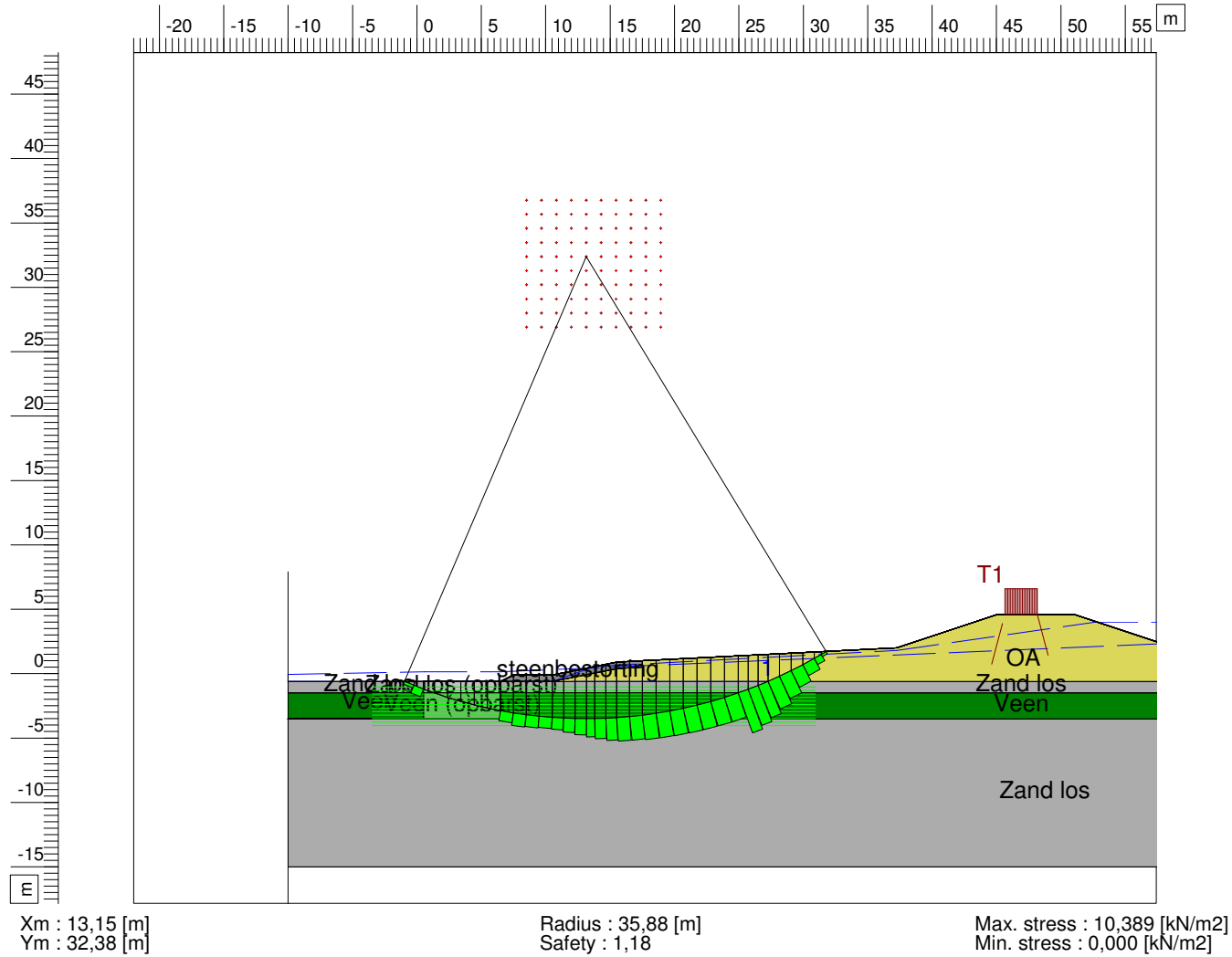
15-03-2012

drw.

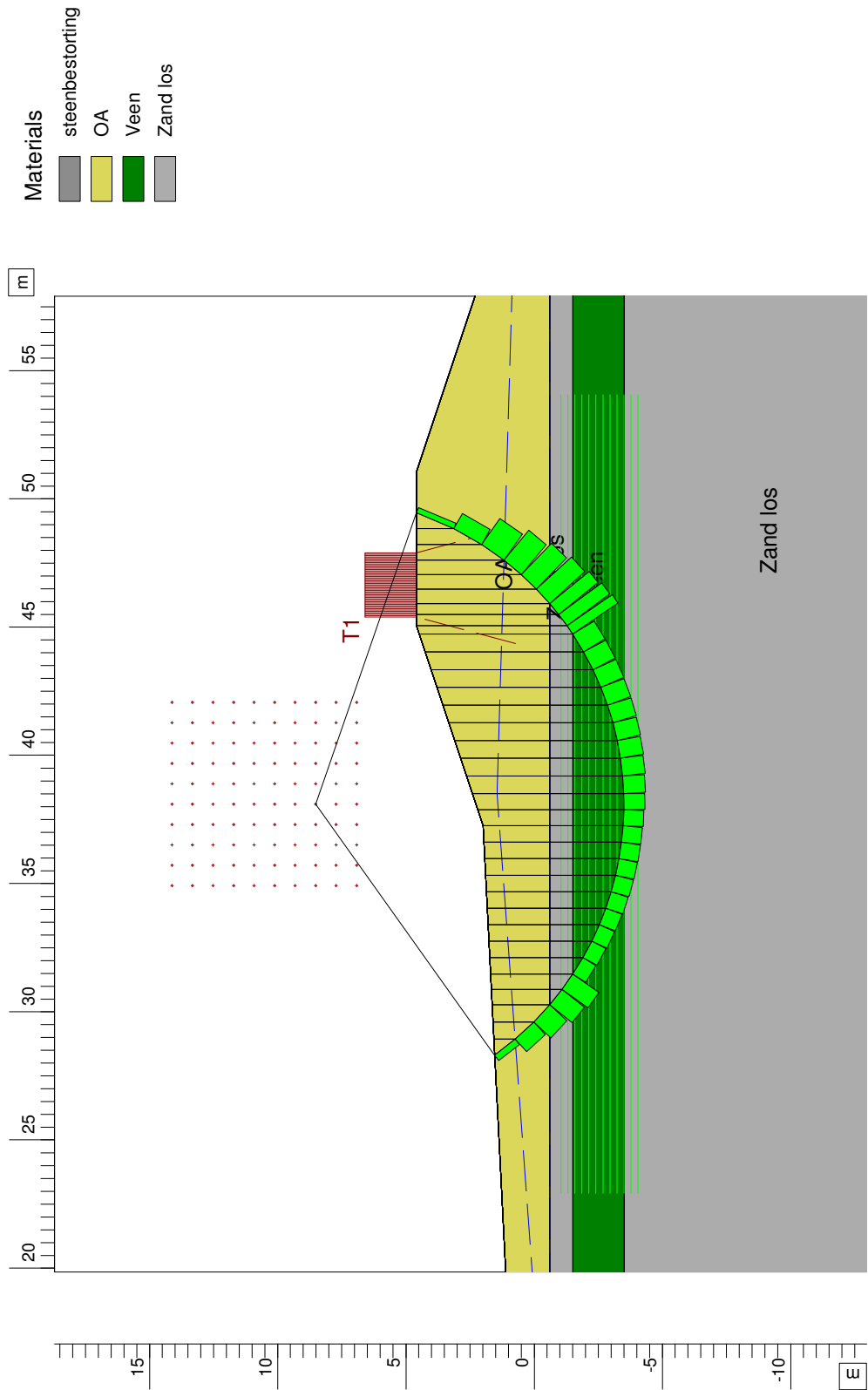
Annex -

A4

Shear Stress Bishop



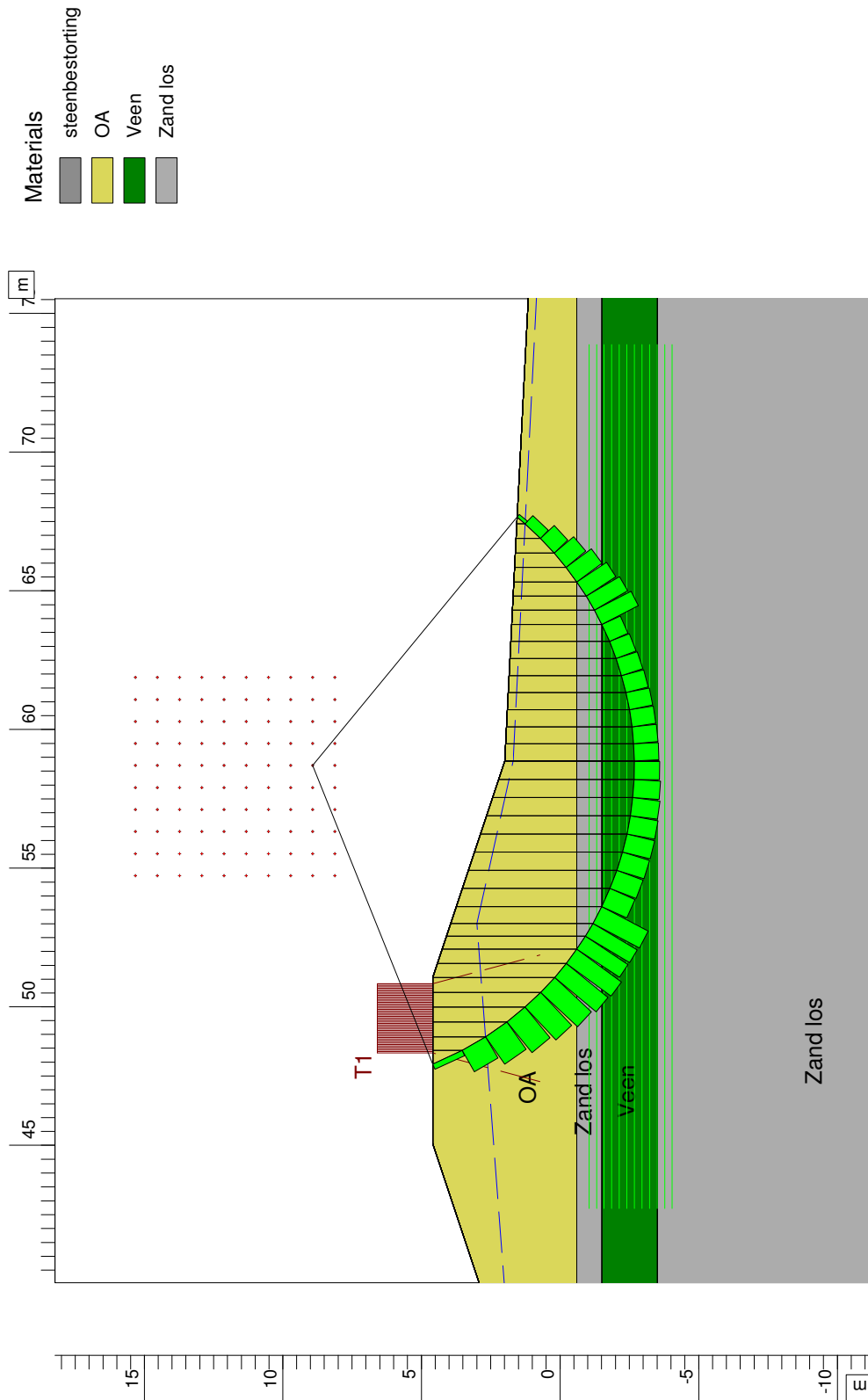
Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : DV_STBU_profiel 1_MHW Drontermeer.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date	drw.
			15-03-2012	-
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit BU dijk Drontermeer-Vossemeer Profiel 1 - MHW Drontermeer			-	ctr.
			Annex -	form. A4

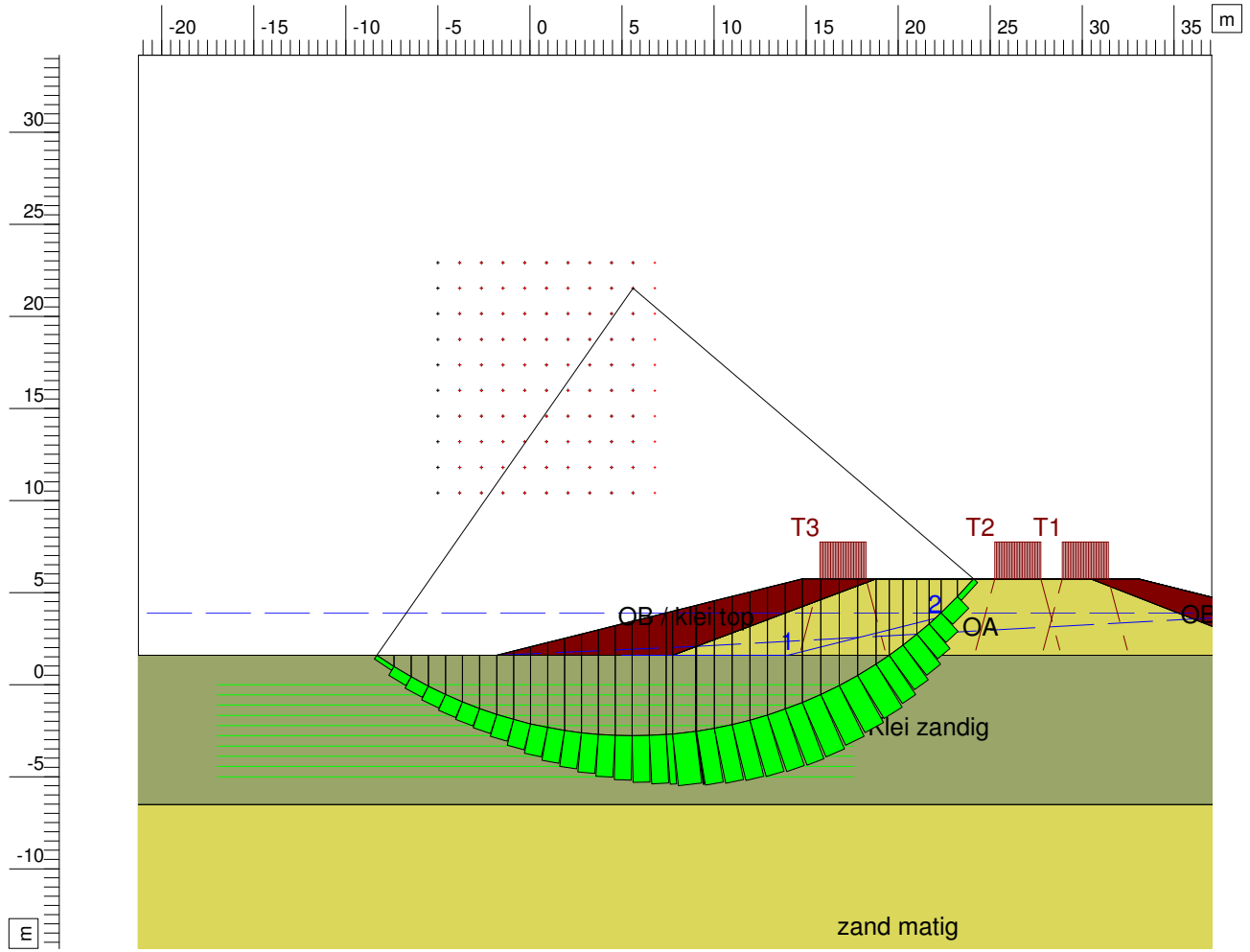
Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : DV_STBU_profiel 1_MHW Vossemeer.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date	drw.
			15-03-2012	-
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit BU dijk Drontermeer-Vossemeer Profiel 1 - MHW Vossemeer			-	ctr.
			Annex -	form. A4

Shear Stress Bishop



- Materials**
- OB / klei top
 - OA
 - Klei zandig
 - zand matig

Xm : 5,61 [m]
Ym : 21,53 [m]

Radius : 24,31 [m]
Safety : 2,23

Max. stress : 18,167 [kN/m²]
Min. stress : 1,409 [kN/m²]

Witteveen+Bos

Postbus 239
7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - 'VD_STBI\profiel 1, zone I.stl

date
15-03-2012

drw.

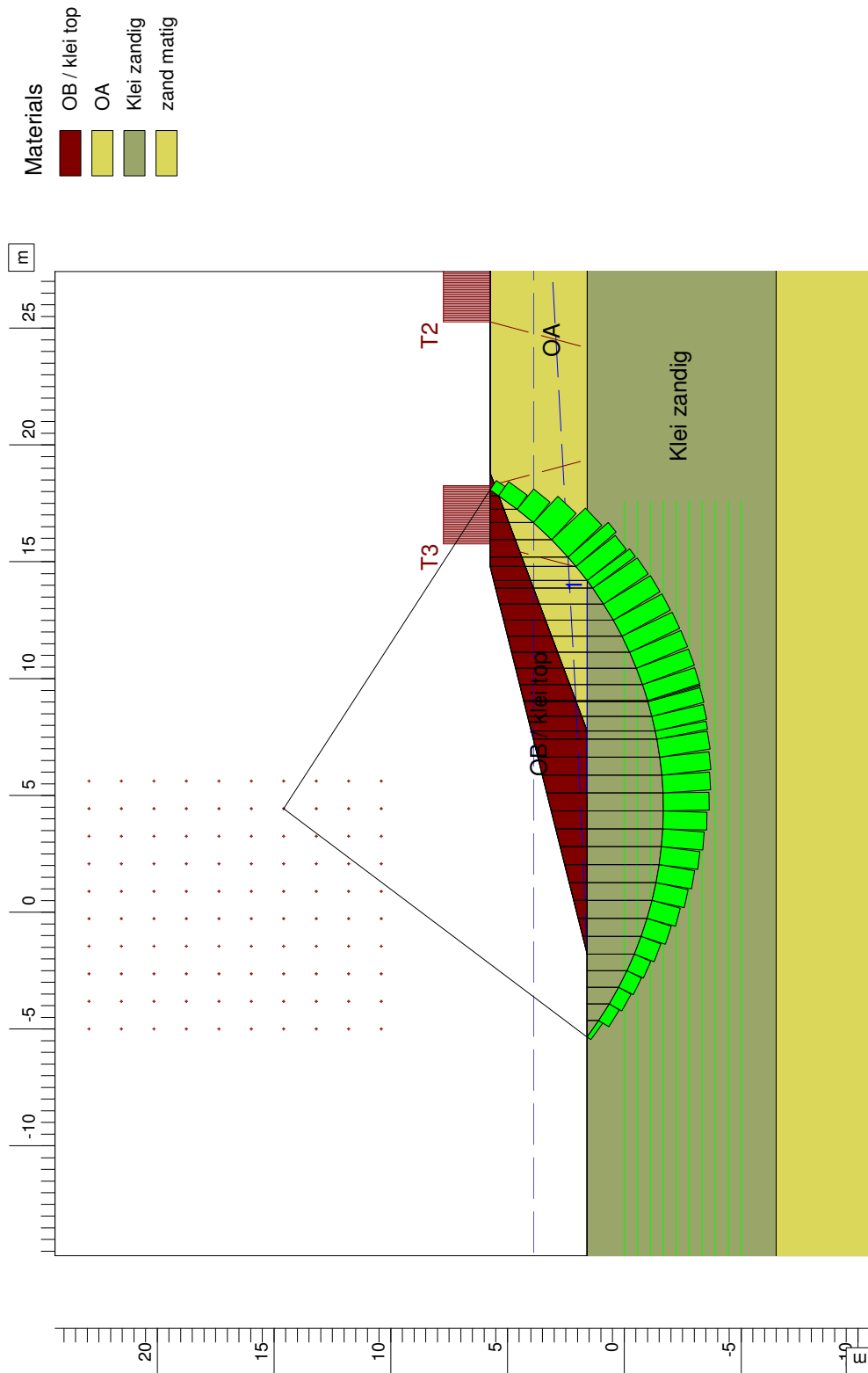
Planstudie IJsseldelta-Zuid
Macrostablieiteit binnenwaarts IJsseldijk

Profiel 1 (zone I)

Annex -

form.
A4

Shear Stress Bishop



Max. stress : 15,649 [kN/m²]
Min. stress : 1,340 [kN/m²]

Radius : 16,25 [m]
Safety : 1,97

Xm : 4,43 [m]
Ym : 14,58 [m]

D-Geo Stability 10.1 : YD_STBI_profiel 1_zone II.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date	drw.
			15-03-2012	-
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk Profiel 1 (zone II)			-	ctr.
			Annex -	form. A4

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk
 Profiel 2 (zone I)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - 'VD-STBI\profiel 2_zone I.stl

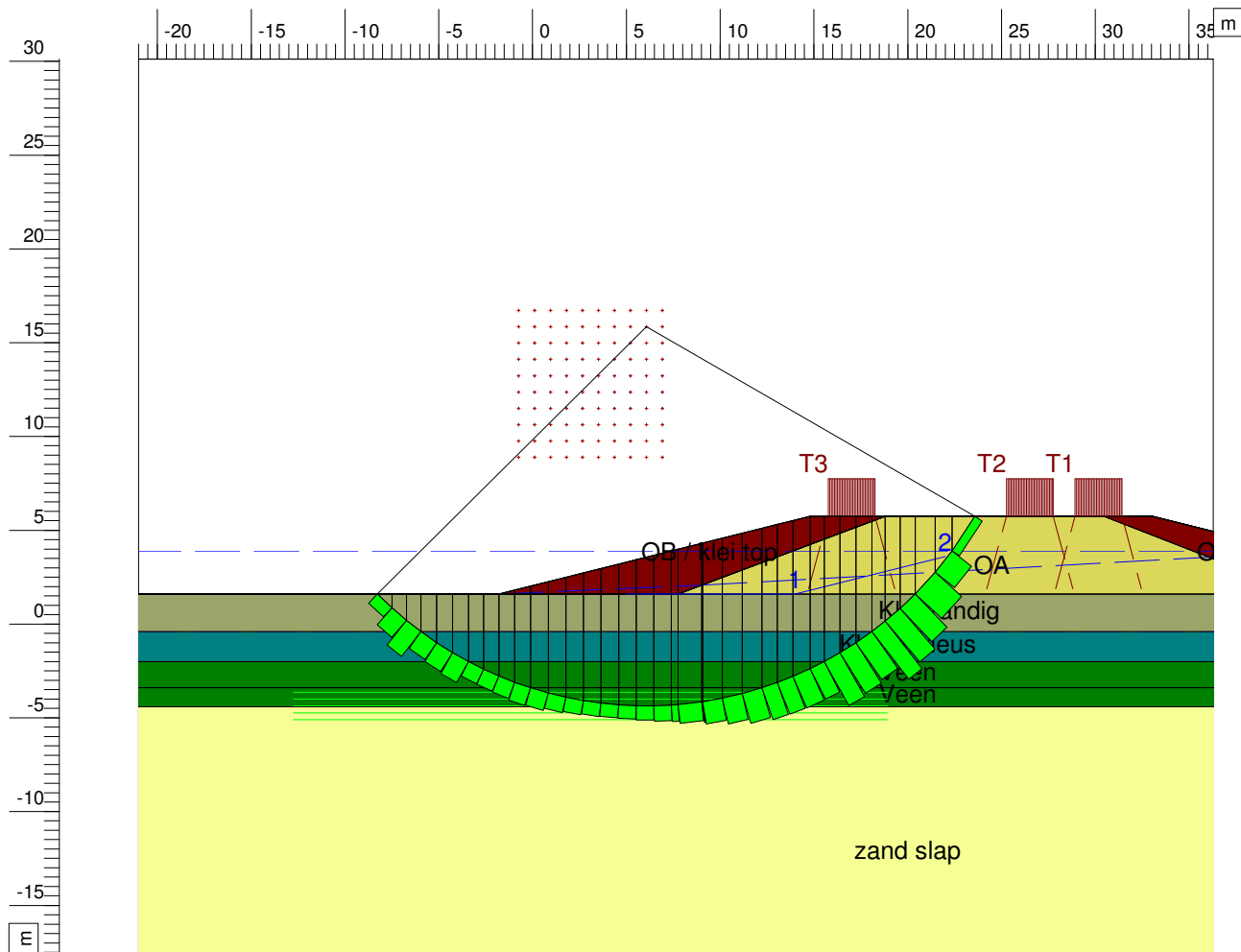
date
 15-03-2012

drw.

Annex -

form.
 A4

Shear Stress Bishop



Materials

- OB / klei top
- OA
- Klei zandig
- Klei humeus
- Veen
- zand slap

Xm : 6,06 [m]
 Ym : 15,85 [m]

Radius : 20,21 [m]
 Safety : 1,30

Max. stress : 28,642 [kN/m²]
 Min. stress : 4,195 [kN/m²]

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk
 Profiel 2 (zone II)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:Geo Stability 10.1 : YD_STBI_profiel 2_zone II.stl

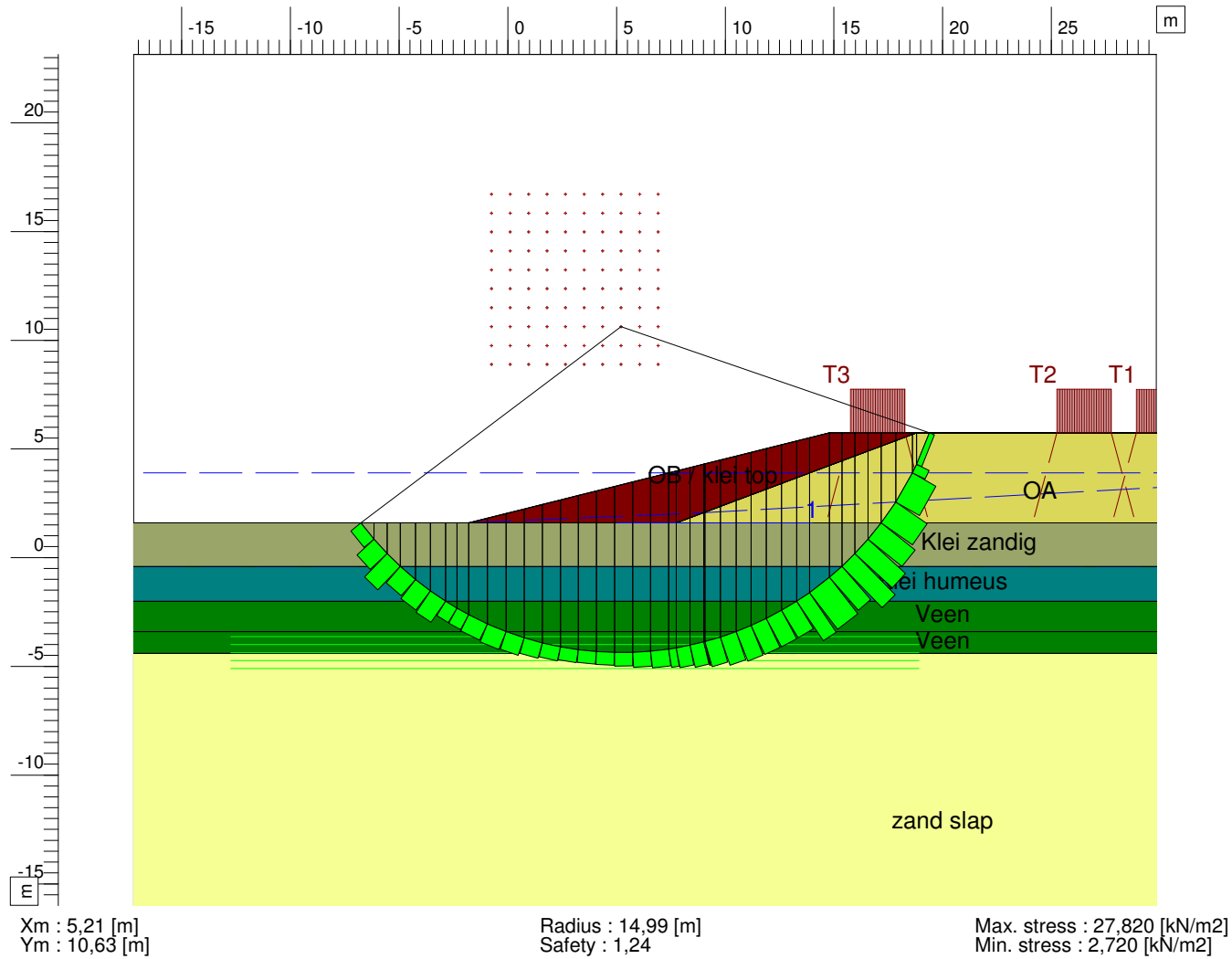
date
 15-03-2012

drw.

Annex -

form.
 A4

Shear Stress Bishop



Materials

- OB / klei top
- OA
- Klei zandig
- Klei humeus
- Veen
- zand slap

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 3 (zone I)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - 'VD-STBI\profiel 3 zone I.stl

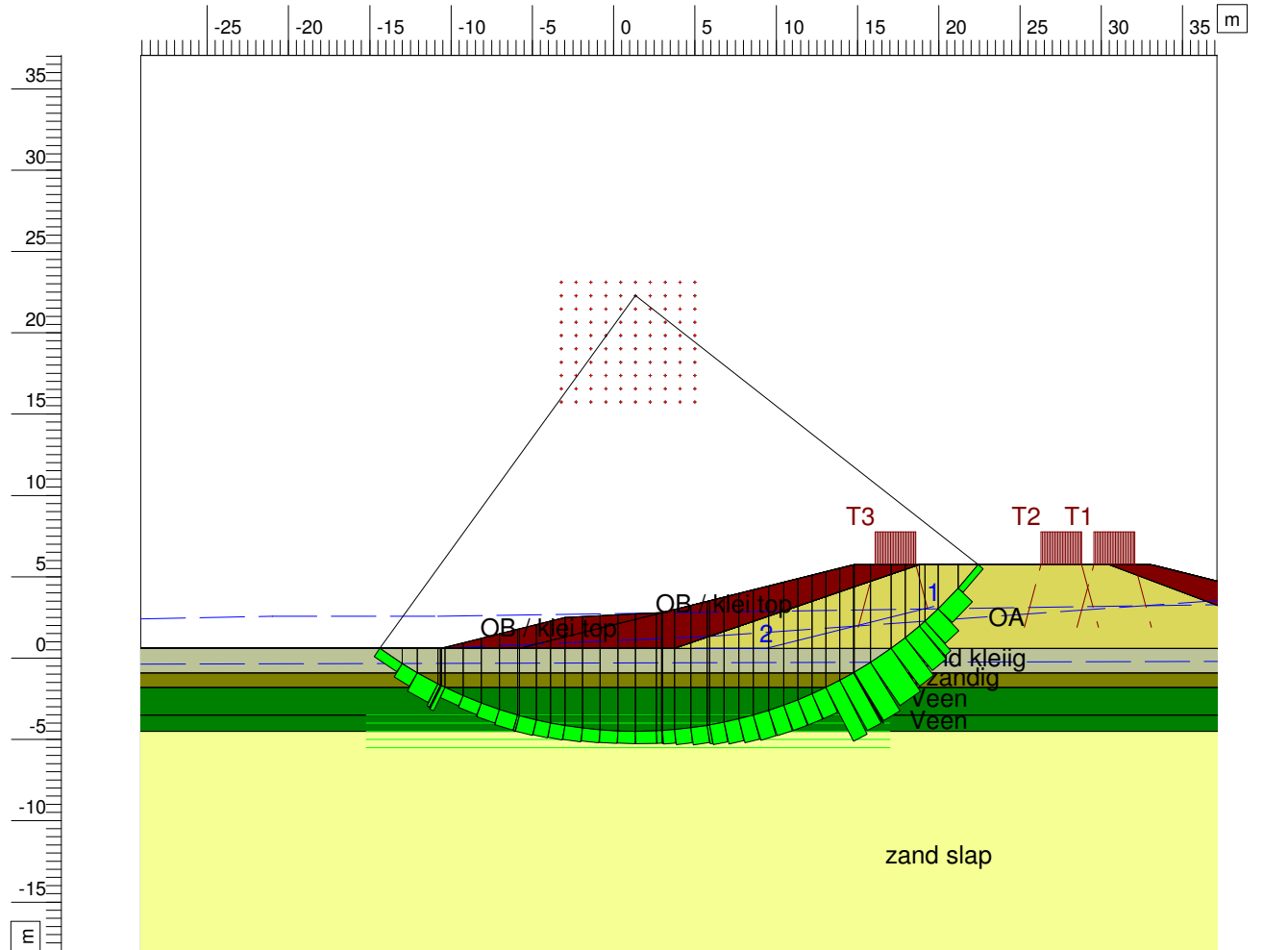
date
 15-03-2012

drvr.

Annex -

form.
 A4

Shear Stress Bishop



Materials

- OB / klei top
- OA
- Zand kleilig
- Klei zandig
- Veen
- zand slap

Xm : 1,34 [m]
 Ym : 22,29 [m]

Radius : 26,79 [m]
 Safety : 1,33

Max. stress : 32,669 [kN/m²]
 Min. stress : 3,534 [kN/m²]

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 3 (zone II)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D-Geo Stability 10.1 : YD-STBI profiel 3, zone II.sil

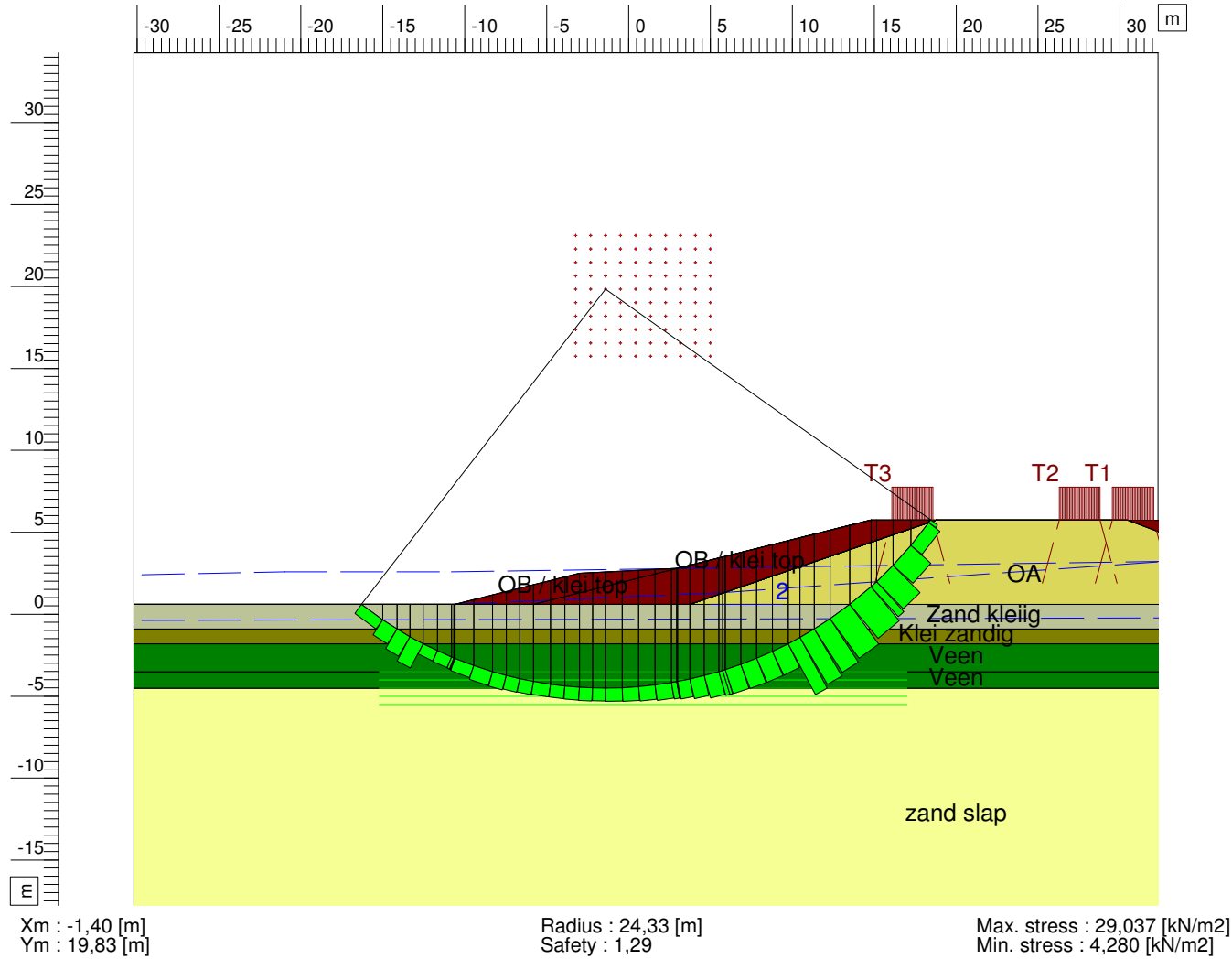
date
 15-03-2012

drw.

Annex -

form.
 A4

Shear Stress Bishop



Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostablieiteit binnenwaarts IJsseldijk
 Profiel 4 (zone I)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - \YD_STBI\profiel 4_zone I.stl

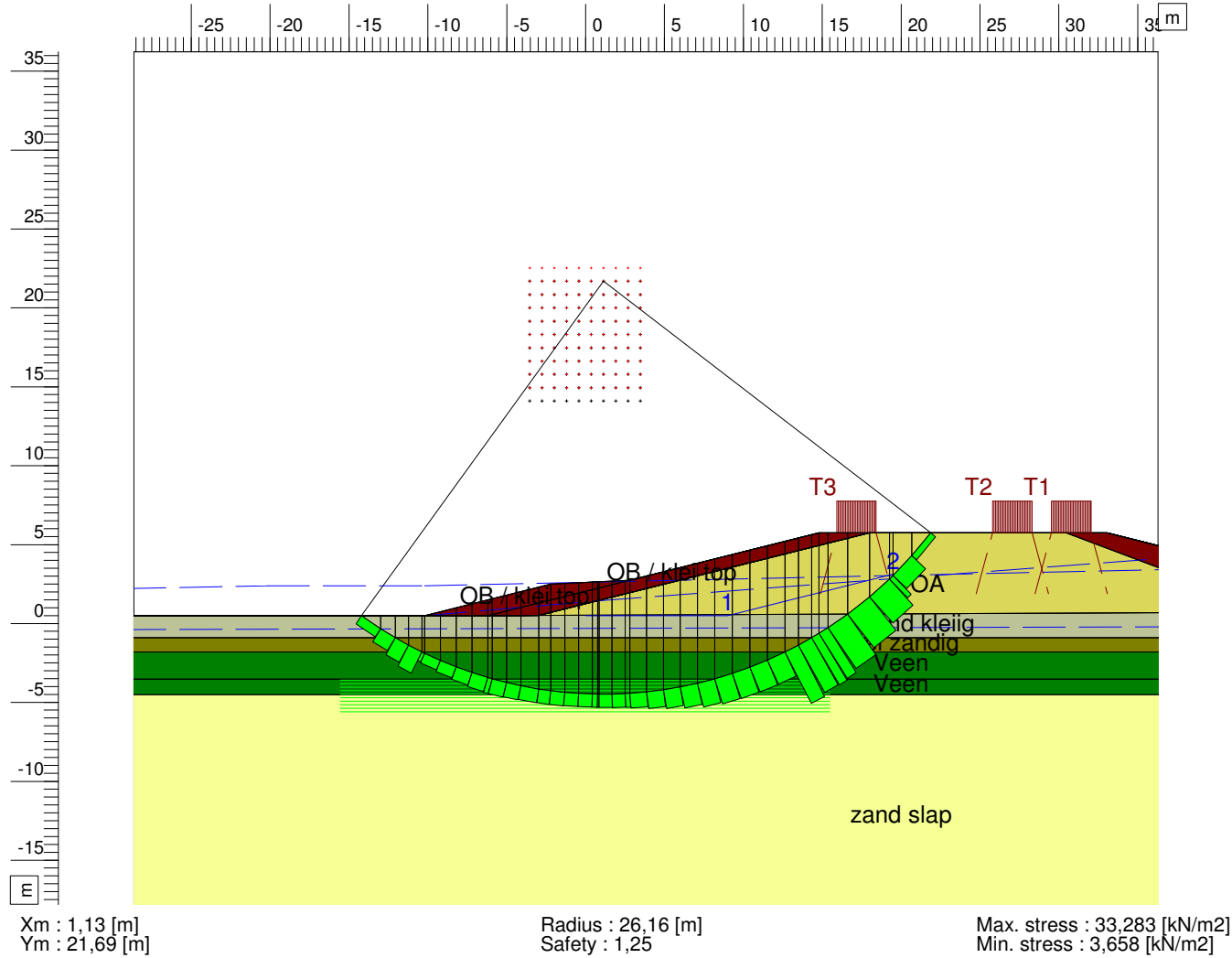
15-03-2012

drw.

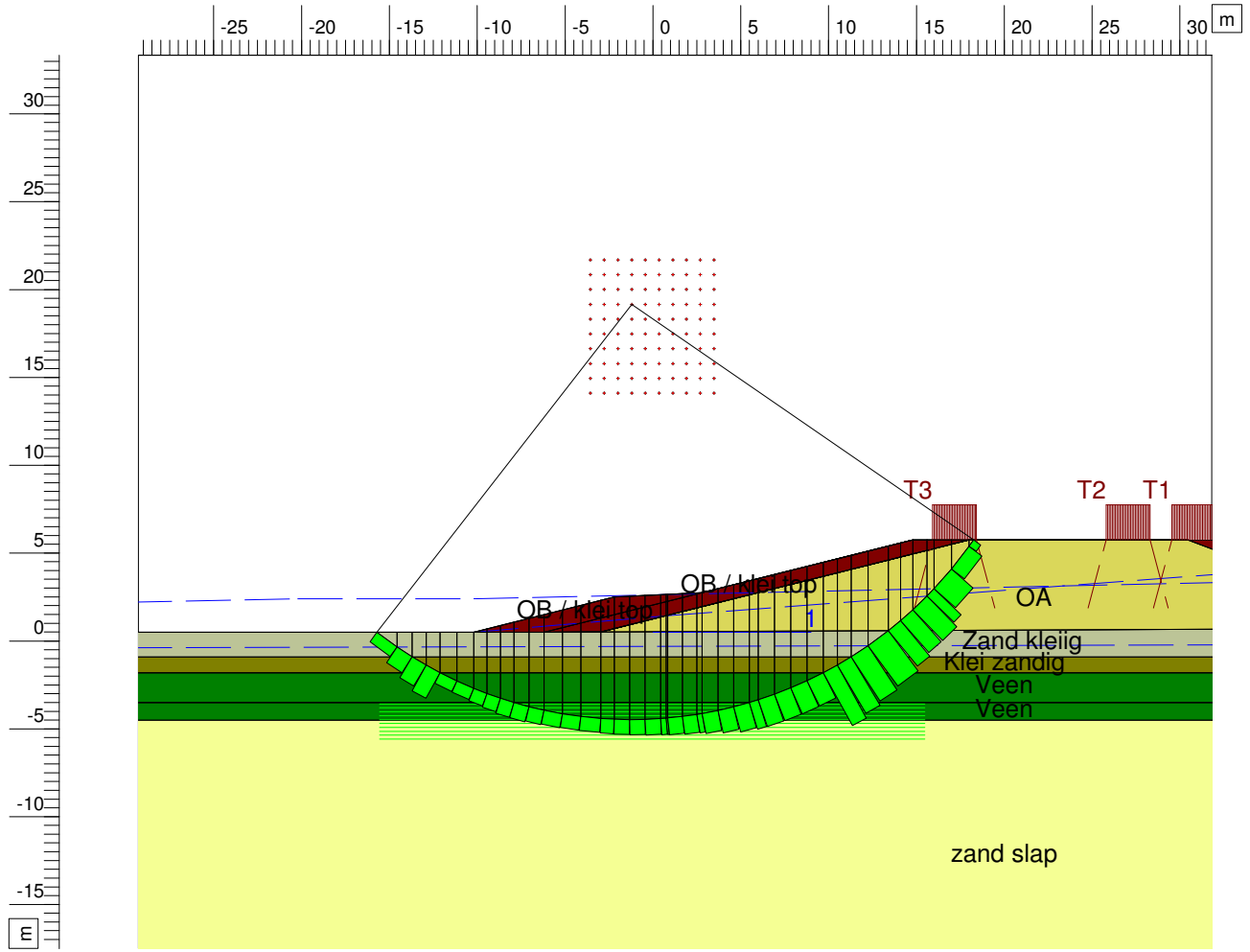
Annex -

A4

Shear Stress Bishop



Shear Stress Bishop



- Materials**
- OB / klei top
 - OA
 - Zand kleilig
 - Klei zandig
 - Veen
 - zand slap

Xm : -1,21 [m]
Ym : 19,16 [m]

Radius : 23,63 [m]
Safety : 1,20

Max. stress : 30,098 [kN/m²]
Min. stress : 4,345 [kN/m²]

Witteveen+Bos

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
Fax 0570 69 71 23

D:Geo Stability 10.1 : YD_STBI_profiel 4_zone II.stl

date
15-03-2012

drw.:

Planstudie IJsseldelta-Zuid
Macrostablieiteit binnenwaarts IJsseldijk

Profiel 4 (zone I)

Annex -

form.
A4

dit.

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk
 Profiel 5 (zone I)

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:Geo Stability 10.1 : \D_STBI\profiel 5, zone I.stl

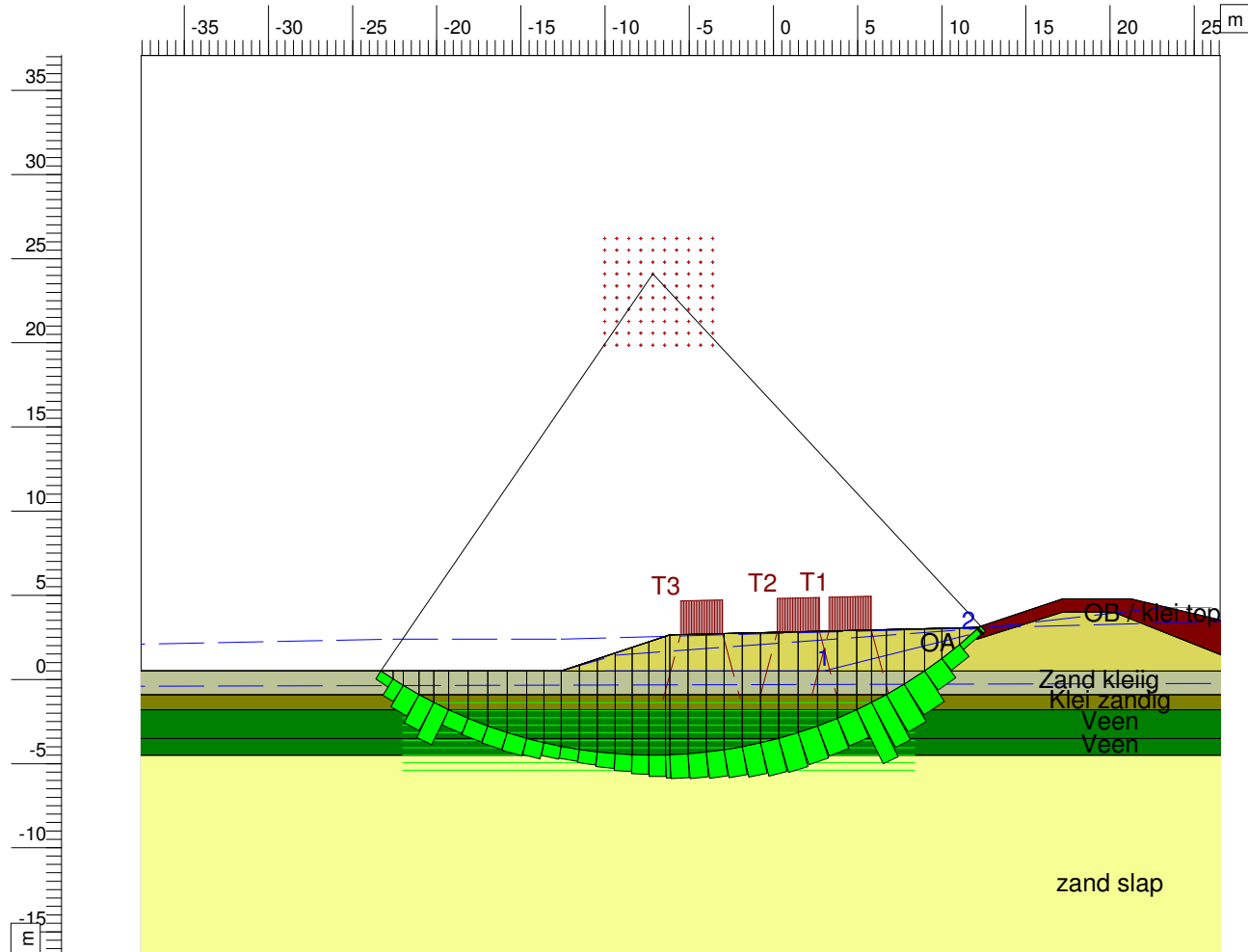
date
 15-03-2012

drw.

Annex -

form.
 A4

Shear Stress Bishop



Materials

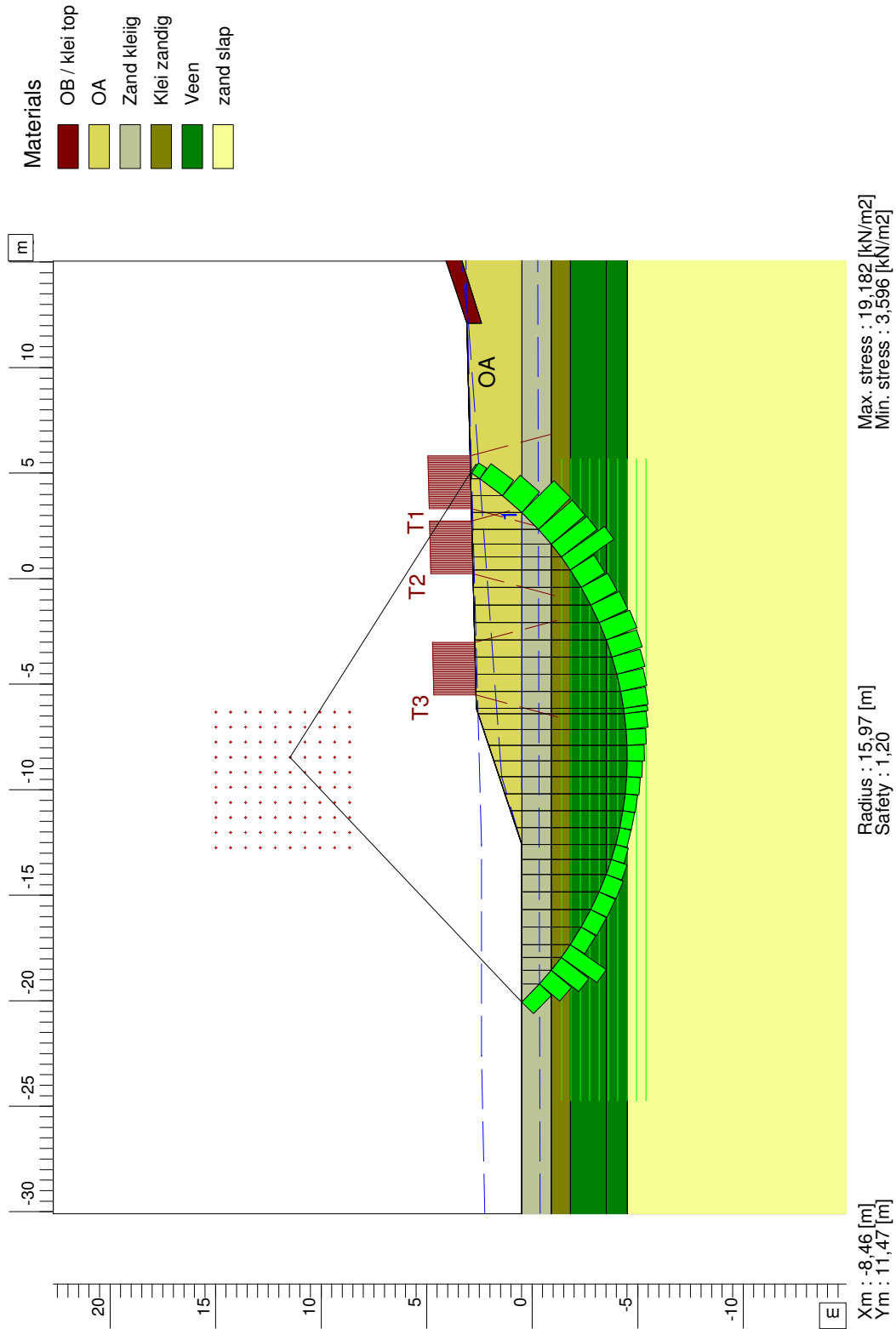
- OB / klei top
- OA
- Zand kleilig
- Klei zandig
- Veen
- zand slap

Xm : -7,17 [m]
 Ym : 24,09 [m]

Radius : 28,59 [m]
 Safety : 1,42

Max. stress : 17,853 [kN/m²]
 Min. stress : 1,854 [kN/m²]

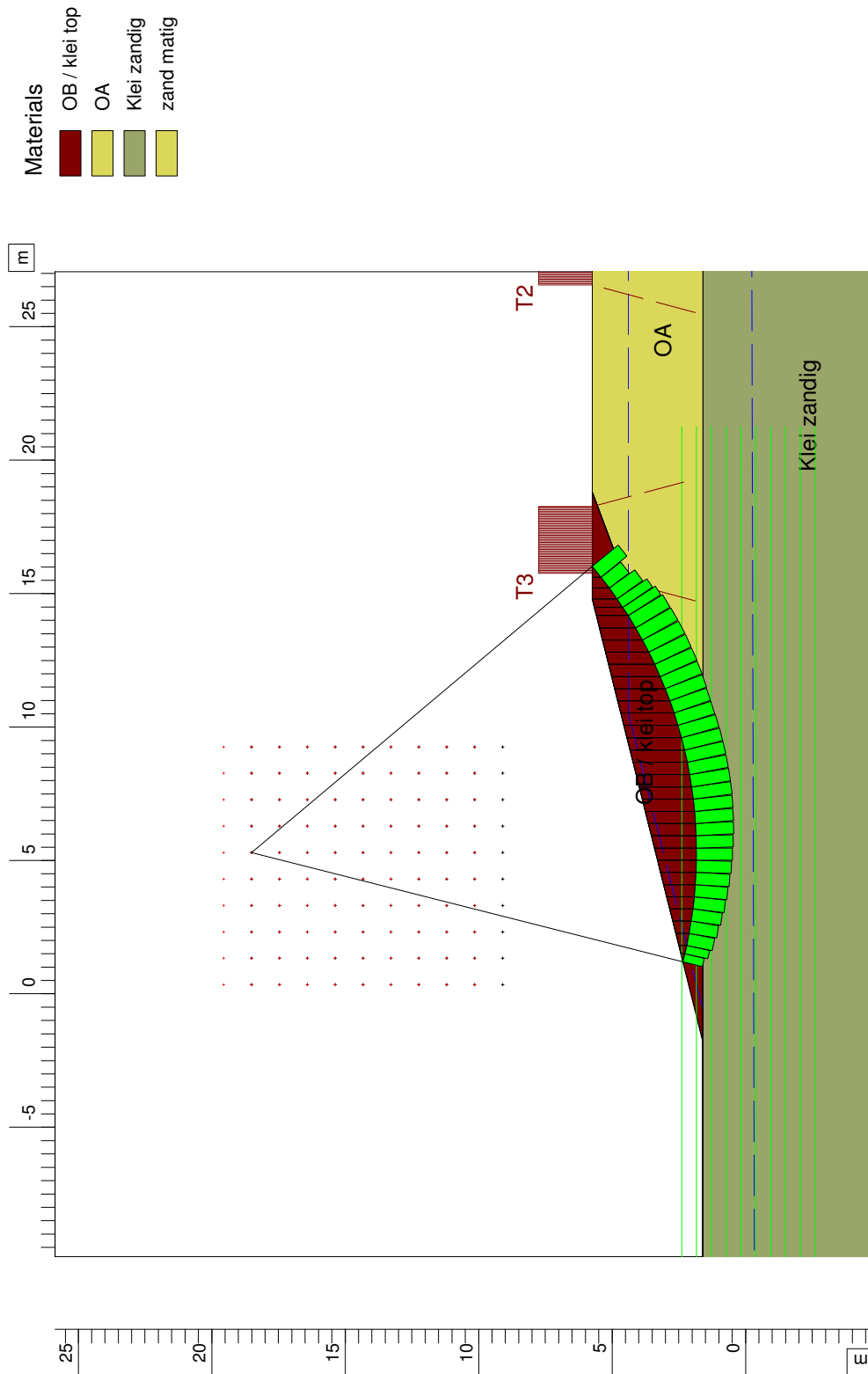
Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : YD_STBI_profiel 5_zone II.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date 15-03-2012	drw. -
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk			-	ctr.
Profiel 5 (zone II)			Annex -	form. A4

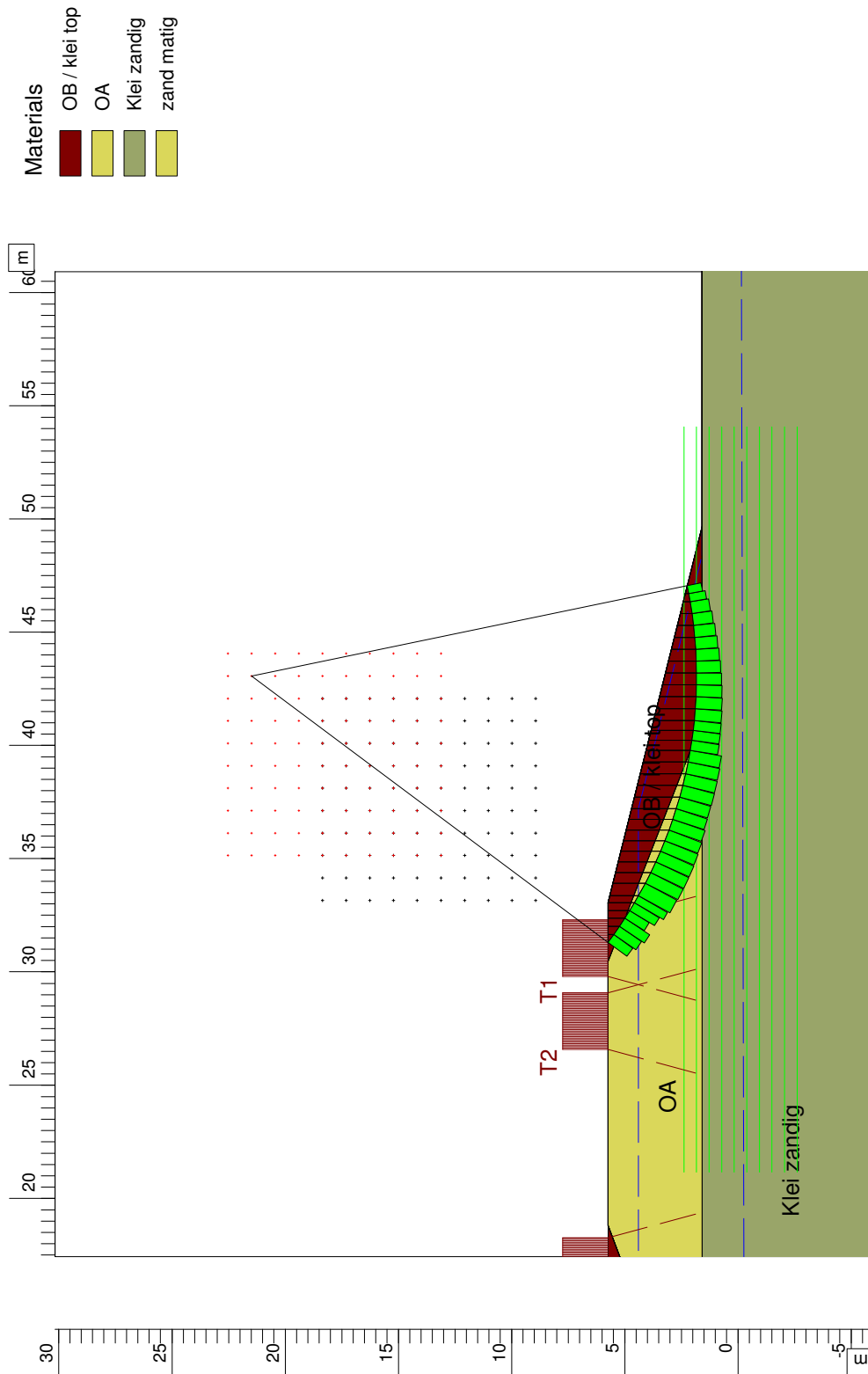
Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : YD_STBU_profil 1_Bypasszijde.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date	drw.
			15-03-2012	-
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk Profiel 1 - Bypasszijde			-	ctr.
			Annex -	form. A4

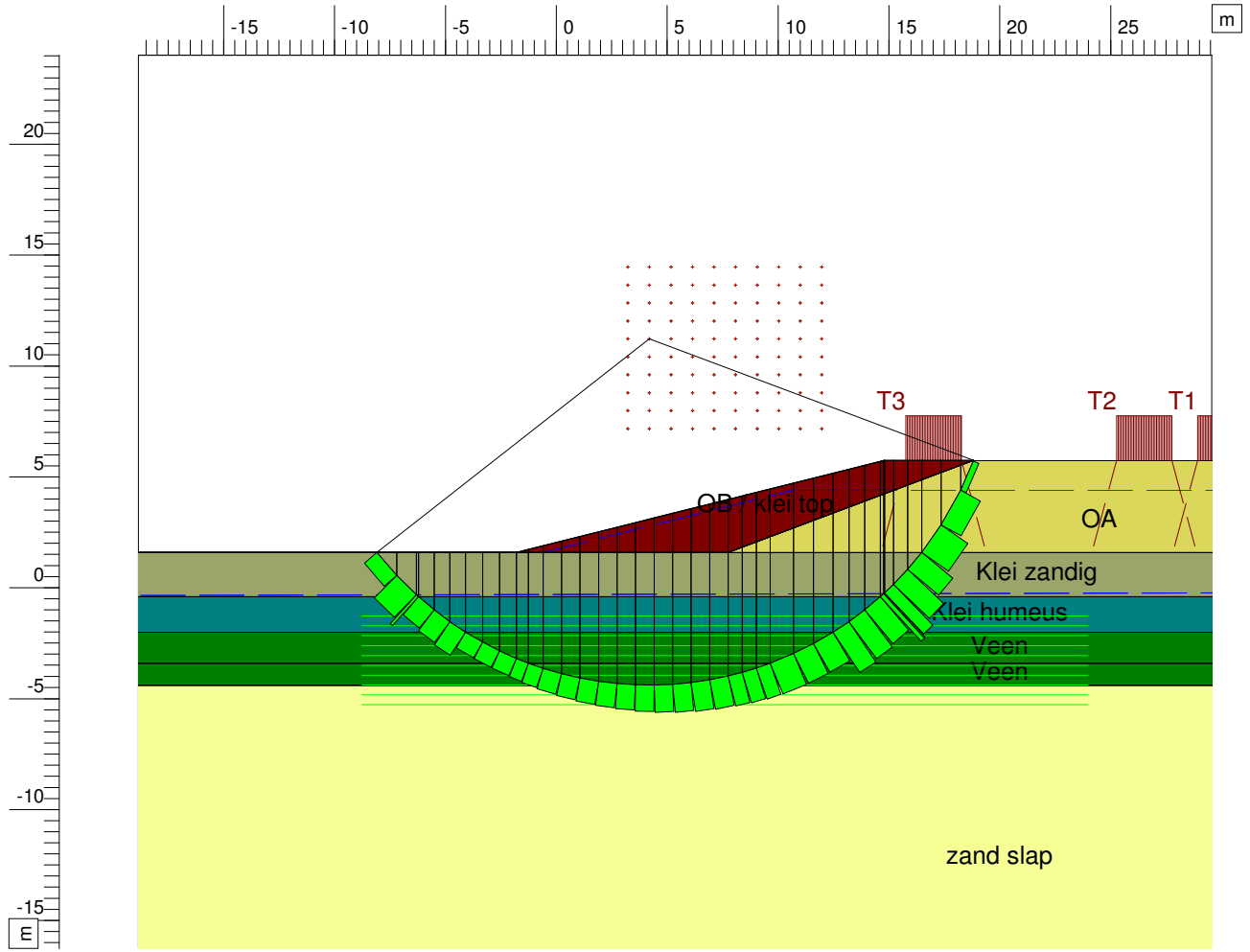
Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : YD_STBU_profiel 1_IJsselzijde.sti

Witteveen+Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 69 75 11 Fax 0570 69 71 23	date	drw.
			15-03-2012	-
Planstudie IJsseldelta-Zuid Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk Profiel 1 - IJsselzijde			-	ctr.
			Annex -	form. A4

Shear Stress Bishop



- Materials**
- OB / klei top
 - OA
 - Klei zandig
 - Klei humeus
 - Veen
 - zand slap

Xm : 4,20 [m]
Ym : 11,22 [m]

Radius : 15,61 [m]
Safety : 1,25

Max. stress : 26,376 [kN/m²]
Min. stress : 0,055 [kN/m²]

Witteveen+Bos

Postbus 239
7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
Fax 0570 69 71 23

D-Geo Stability 10.1 : VD STRBU profiel 2, Bypasszijde.stl

date
15-03-2012

Planstudie IJsseldelta-Zuid
Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
Profiel 2 - Bypasszijde

Annex -

A4

dvw.

dfr.

form.

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 2 - IJsselzijde

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - VO_STBU_profil 2_IJsselzijde.stl

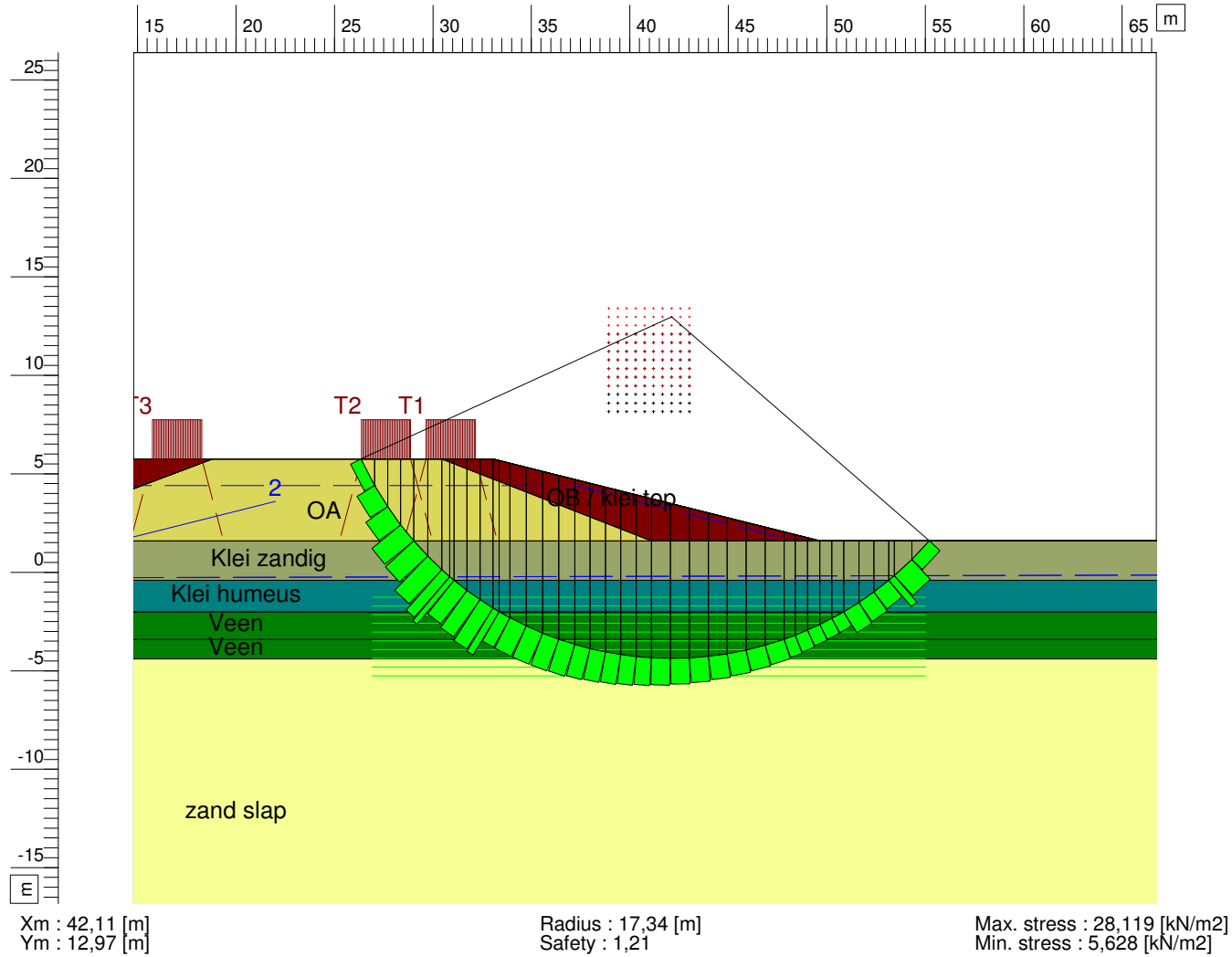
15-03-2012

date

Annex -

A4

Shear Stress Bishop



Materials

- OB / klei top
- OA
- Klei zandig
- Klei humeus
- Veen
- zand slap

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 3 - Bypasszijde

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D-Geo Stability 10.1 : YD_STRBU_profiel_3_Bypasszijde.stl

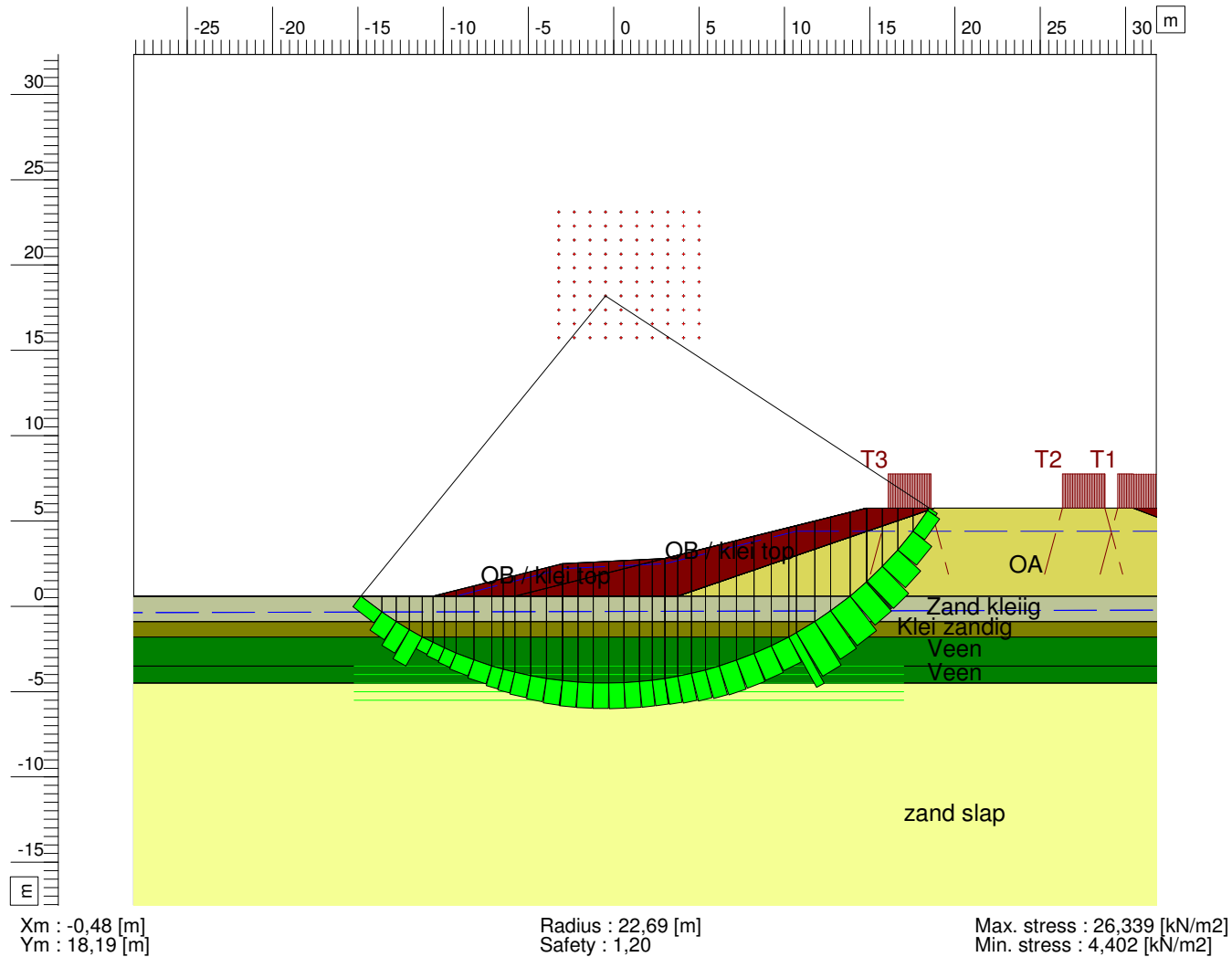
15-03-2012

date

Annex -

A4

Shear Stress Bishop



Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 3 - IJsselzijde

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - \VO_STBU_profiel 3_IJsselzijde.stl

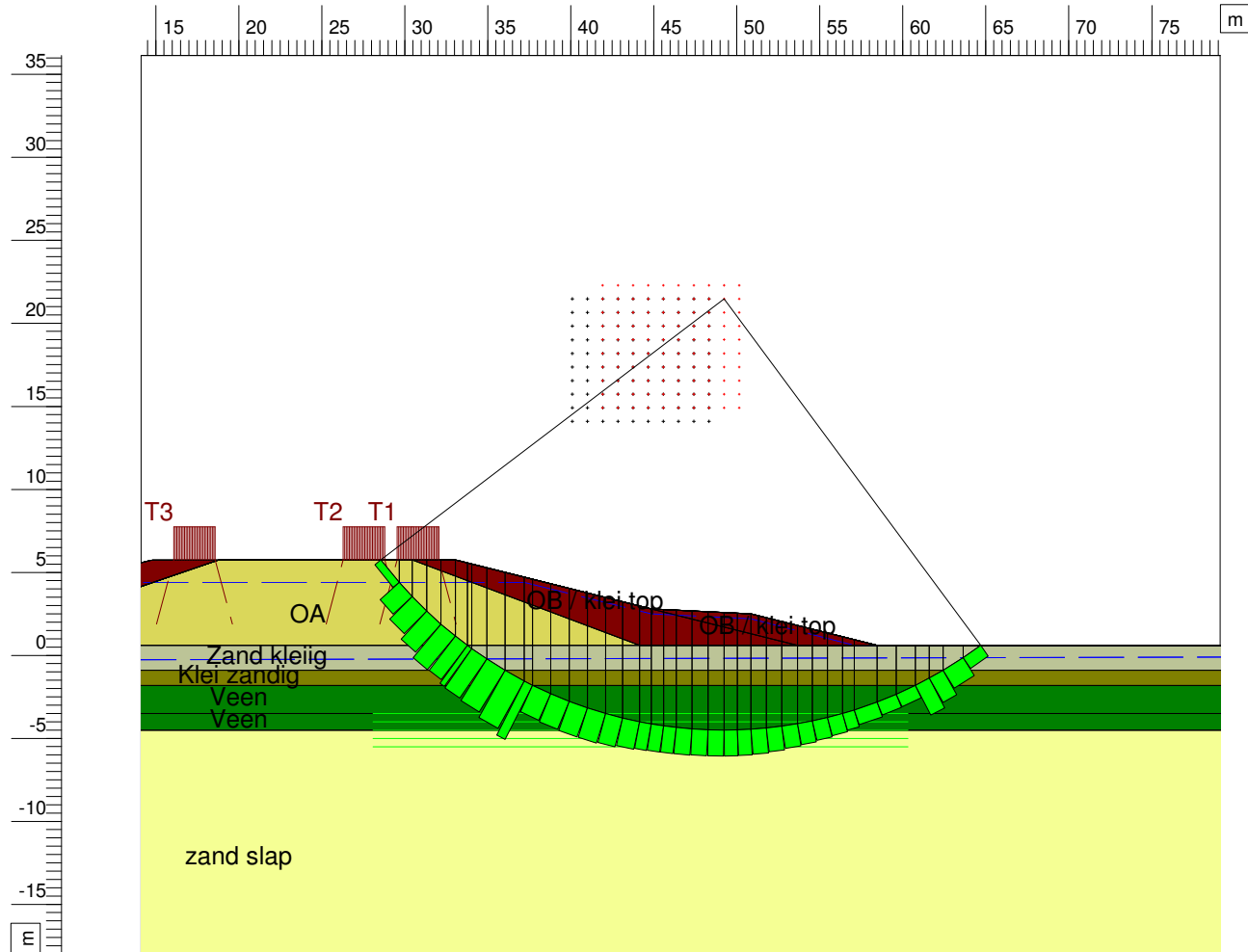
15-03-2012

drw.

Annex -

A4

Shear Stress Bishop



Materials

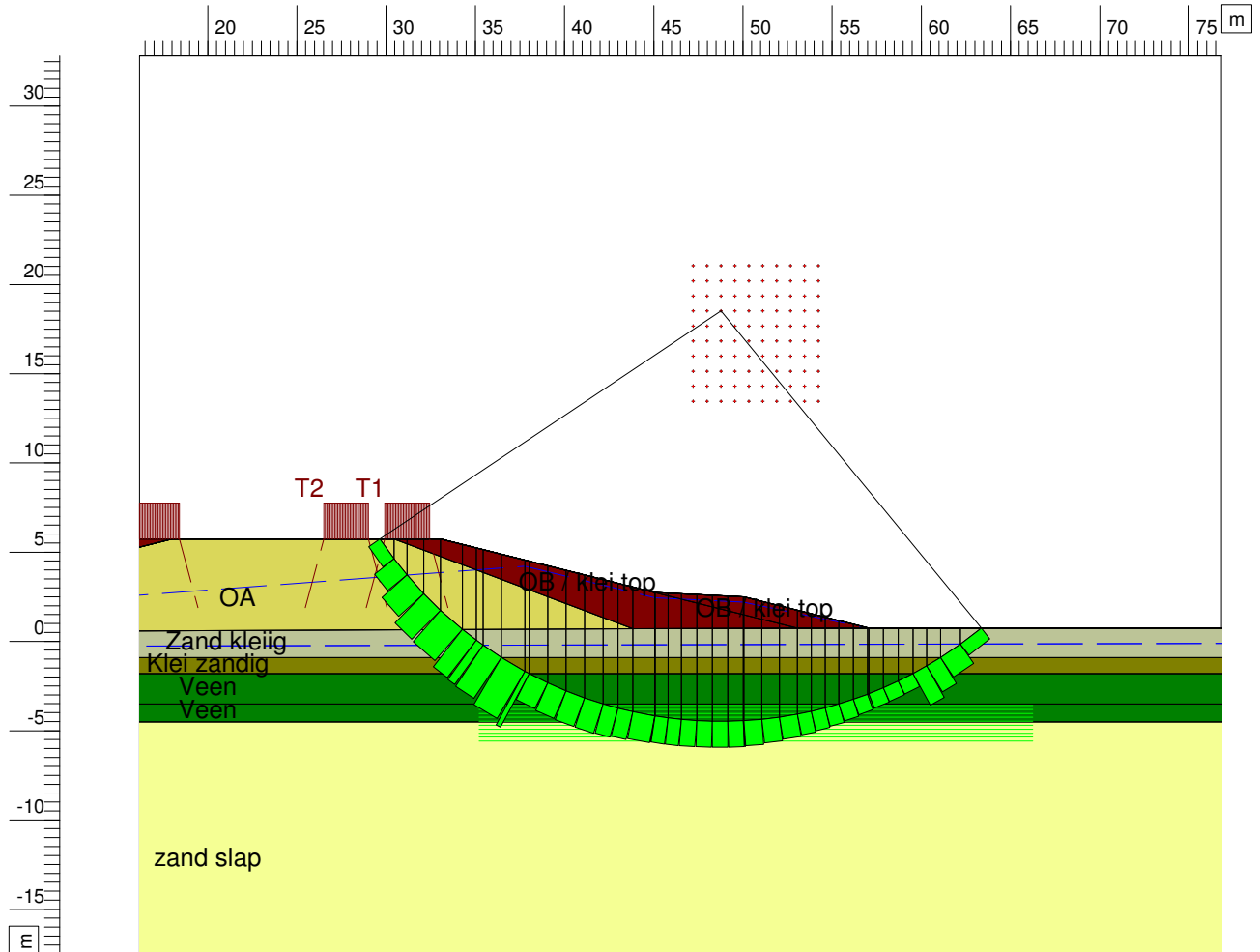
- OB / klei top
- OA
- Zand kleilig
- Klei zandig
- Veen
- zand slap

Xm : 49,23 [m]
 Ym : 21,47 [m]

Radius : 25,97 [m]
 Safety : 1,18

Max. stress : 27,161 [kN/m²]
 Min. stress : 3,526 [kN/m²]

Shear Stress Bishop



- Materials**
- OB / klei top
 - OA
 - Zand kleilig
 - Klei zandig
 - Veen
 - zand slap

$X_m : 48,77 [m]$ Radius : 22,99 [m] Max. stress : 26,015 [kN/m²]
 $Y_m : 18,52 [m]$ Safety : 1,23 Min. stress : 5,896 [kN/m²]

Witteveen+Bos
 Postbus 239
 7400 AE Deventer
 Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23
 Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit binnenwaarts IJsseldijk
 Profiel 4 (zone I)

D:\Geo Stability 10.1 : YD_STBU_profiel 4.stl
 date 15-03-2012
 drw. -
 dtf. -
 form. A4

Annex -
 -
 A4

Planstudie IJsseldelta-Zuid
 Macrostabieliteit buitenwaarts IJsseldijk
 Profiel 5 - IJsselzijde

Witteveen+Bos

Postbus 233
 7400 AE Deventer

Phone 0570 69 75 11
 Fax 0570 69 71 23

D:\Geo Stability\10.1 - \VO_STBU\profiel 5_IJsselzijde.stl

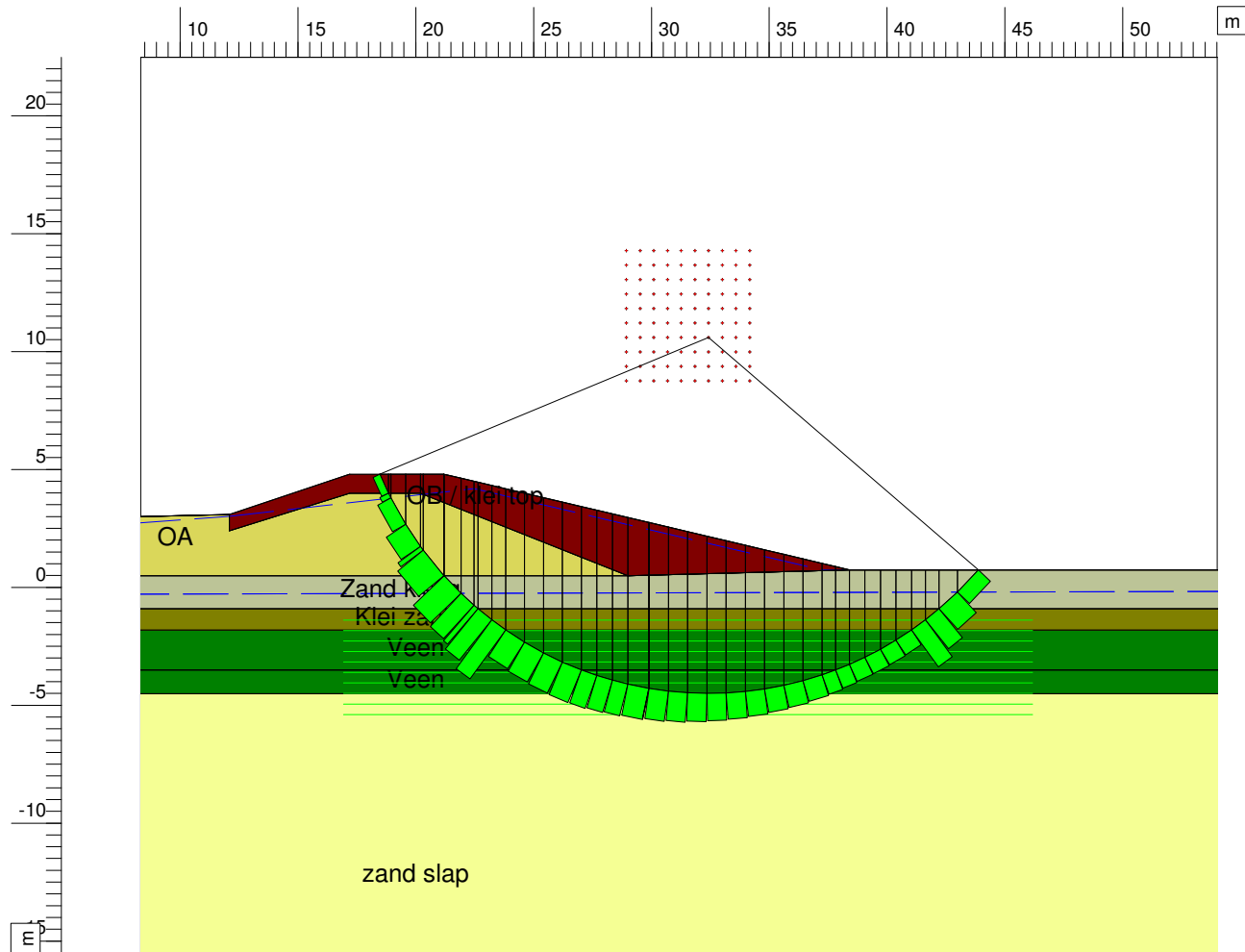
15-03-2012

date

Annex -

A4

Shear Stress Bishop



Materials

- OB / klei top
- OA
- Zand kleilig
- Klei zandig
- Veen
- zand slap

Xm : 32,42 [m]
 Ym : 10,61 [m]

Radius : 15,10 [m]
 Safety : 1,19

Max. stress : 22,911 [kN/m²]
 Min. stress : 2,871 [kN/m²]

BIJLAGE XXVI SPREIDING STERKTEPARAMETERS

Tabel A analyse parameters veen

	phi'	c'	τ	τ	τ
		lognormal d	($\sigma=5$ kN/m ²)	($\sigma=30$ kN/m ²)	($\sigma=150$ kN/m ²)
gemiddelde	17,0	4,6	6,6	14,5	52,1
std deviatie	5,3	1,8	3,2	4,4	15,8
aantal metingen	40,0	38,0	39,0	39,0	39,0
variantie	0,31	0,39	0,48	0,30	0,30
t.inv	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
X_{kar} τ - σ curve			3,9	10,6	38,2
X_{kar} c/phi	12,3	3,0	4,1	9,6	35,7
X_{rek} τ - σ curve			2,4	7,8	29,8
X_{rek} c/phi	9,9	2,0	2,9	7,3	28,2

Tabel B analyse parameters klei

	phi'	c'	τ	τ	τ
			($\sigma=5$ kN/m ²)	($\sigma=30$ kN/m ²)	($\sigma=150$ kN/m ²)
gemiddelde	27,67	7,46	8,88	22,20	86,10
std deviatie	6,96	1,50	4,17	4,40	20,83
aantal metingen	9	7	9	9	9
variantie	0,25	0,20	0,47	0,20	0,24
t.inv	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
X_{kar} τ - σ curve			4,2	17,3	62,8
X_{kar} c/phi	19,9	5,6	7,4	16,5	59,9
X_{rek} τ - σ curve			3,3	14,2	52,1
X_{rek} c/phi	16,8	4,5	6,0	13,5	49,7

Tabel C analyse parameters humeuze klei

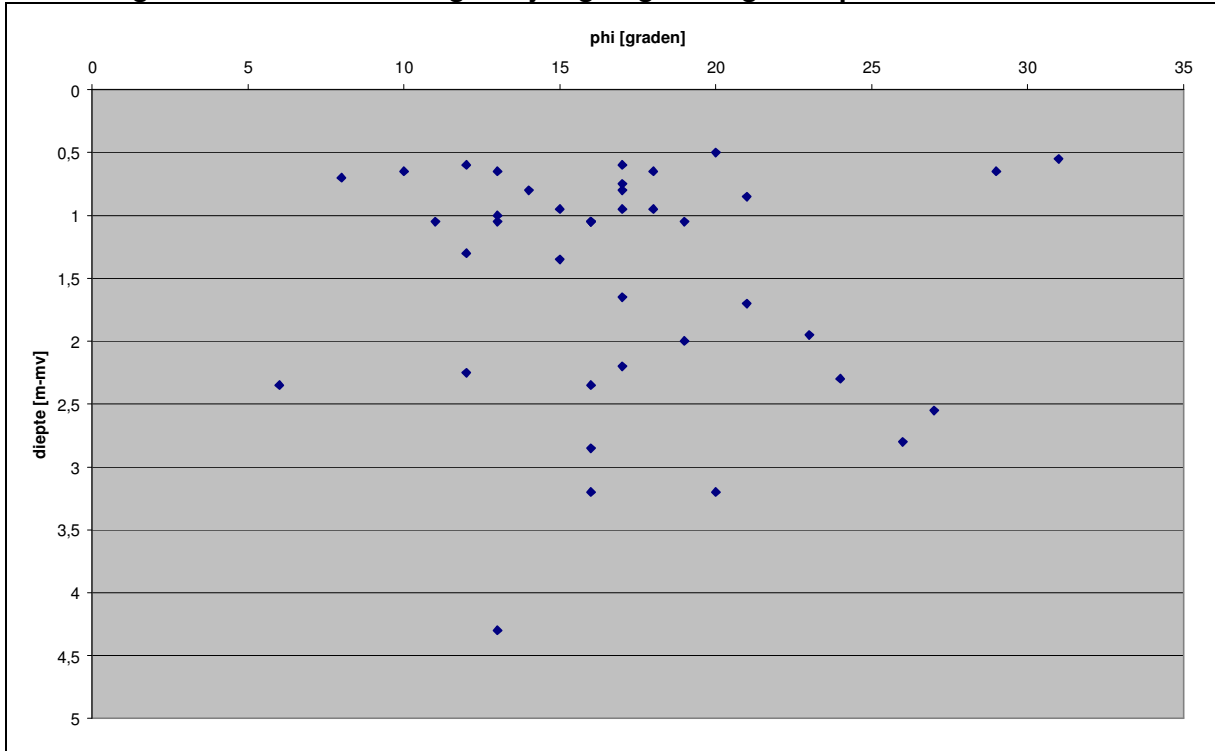
	phi'	c'	τ	τ	τ
			($\sigma=5$ kN/m ²)	($\sigma=30$ kN/m ²)	($\sigma=150$ kN/m ²)
gemiddelde	22,6	3,70	6,39	16,82	66,92
std deviatie	3,10	2,30	3,23	2,97	8,28
aantal metingen	10	9	10	10	10
variantie	0,14	0,62	0,51	0,18	0,12
t.inv	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8
X_{kar} τ - σ curve			2,9	13,6	57,9
X_{kar} c/phi	19,2	1,1	2,9	11,6	53,5
X_{rek} τ - σ curve			2,2	11,2	48,1
X_{rek} c/phi	16,2	0,9	2,4	9,6	44,5

Tabel D analyse parameters siltige klei

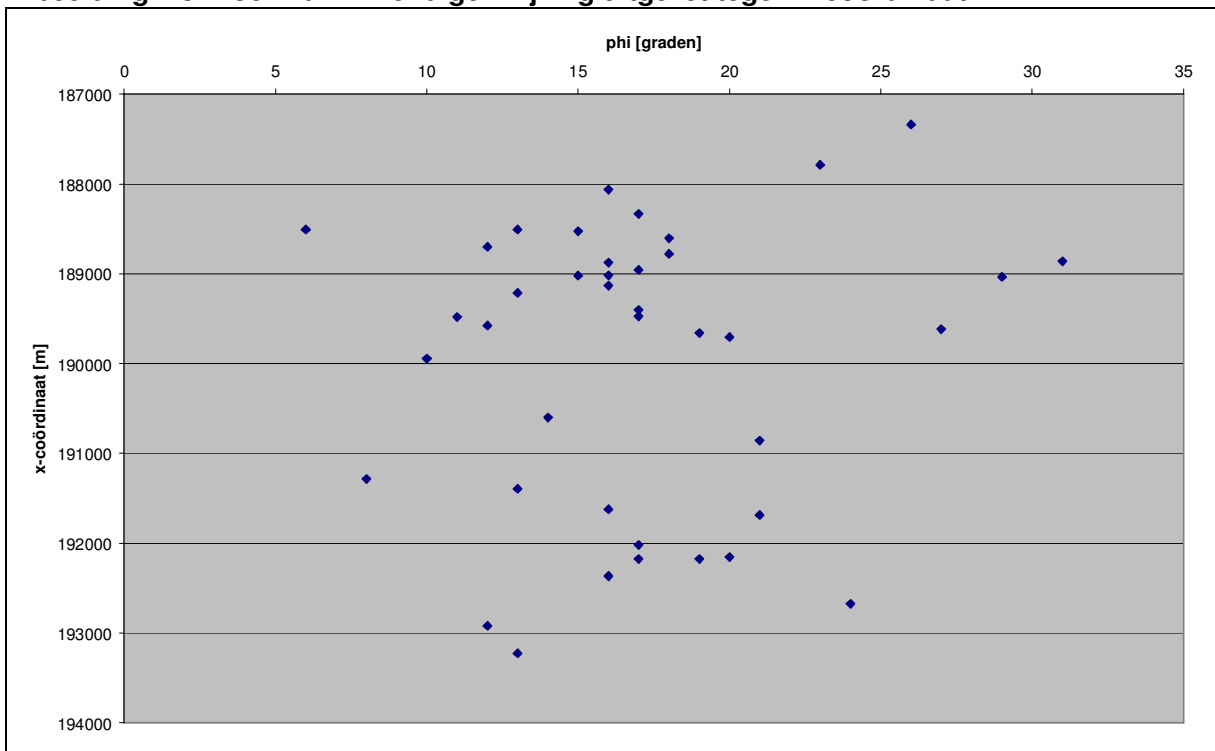
	phi'	c'	τ	τ	τ
		lognormal d	($\sigma=5$ kN/m ²)	($\sigma=30$ kN/m ²)	($\sigma=150$ kN/m ²)
gemiddelde	31,3	6,7	10,0	25,3	98,3
std deviatie	1,8	1,4	2,2	2,4	6,5
aantal metingen	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
variantie	0,06	0,20	0,22	0,09	0,07
t.inv	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
X_{kar} τ - σ curve			7,3	22,3	90,3
X_{kar} c/phi	29,1	5,0	7,8	21,7	88,5
X_{rek} τ - σ curve			5,8	18,3	74,9
X_{rek} c/phi	24,9	4,0	6,4	17,9	73,6

Er is gekeken of onderscheid gemaakt moet worden tussen de sterkteparameters van veenlagen op verschillende dieptes en lokaties (zie onderstaande afbeeldingen ter illustraties, afgebeeld zijn de proefresultaten zonder nabewerking).

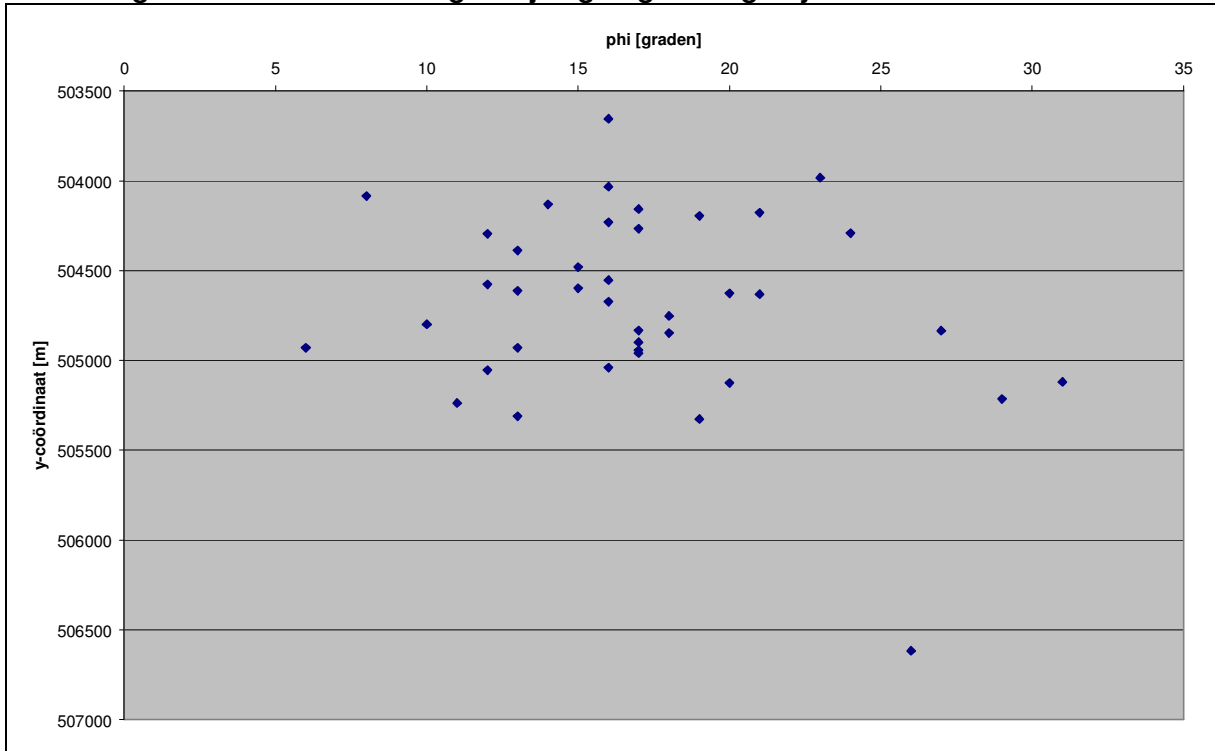
Afbeelding 1.2. Hoek van inwendige wrijving uitgezet tegen diepte monster



Afbeelding 1.3. Hoek van inwendige wrijving uitgezet tegen x-coördinaat



Afbeelding 1.4. Hoek van inwendige wrijving uitgezet tegen y-coördinaat



BIJLAGE XXVII ANALYSE ZEVIINGEN

Diameter 50 %

Boring nummer	6002	6000	6004	6005	6007	6008	6009	6011	6012	6012	6015	6016	6017	6018	6020	6022	6023	6027	6028	6029
Monster nummer	4	5	5	3	4	5	6	5	4	9	7	5	5	4	4	5	5	5	4	6
Diepte (m - MV)	1,5	4,5	0,3	1,5	3,5	4	3,4	3,8	1	3,7	4	3,8	3,7	1,5	2,8	4	4,2	4	4	3,5
Laagdikte	0,5	0,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	0,5	-3,55	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Diameter [mm]	Percentage [%]																			
2	100	99,70063	100	100	100	no data	100	99,70288	100	no data	99,90031	99,50065		99,80103	99,90101	100	99,90065	100	100	99,90034
1	99,80052	99,20168	99,90051	99,9009	99,9001		100	98,81153	100		99,70093	98,80156	100	99,00517	99,90101	100	99,90065	100	100	99,20271
0,5	99,60104	97,9044	99,20406	99,30631	99,5005		99,1018	97,12786	99,60258		99,00309	96,90402	97,90545	86,56984	99,30707	99,5048	99,20517	99,501	99,39988	97,80745
0,25	99,20207	83,13542	92,53806	98,01804	87,81219		83,83234	91,58166	87,48137		89,23338	84,22051	82,94434	18,22523	85,05246	86,1345	86,48783	87,12575	84,4969	89,2366
0,18	99,00259	52,49975	77,01721	96,23427	56,64336		58,98204	77,51807	59,46349		64,21095	62,04934	54,11929	4,695583	58,62206	53,94672	60,9538	57,58483	56,9914	62,72673
0,125	98,60363	21,26534	41,99582	92,27034	19,98002		29,74052	47,90532	26,77596		33,20706	31,6888	21,00539	1,810585	25,75728	19,58007	27,47144	25,0499	28,9858	30,03787
0,063	82,64512	6,795729	16,8242	46,58607	4,895105		6,087824	14,92523	11,2767		9,580301	8,918406	5,445841	1,213689	3,781429	5,813608	5,116741	8,383234	11,08222	8,012757
0,032912917	20,18389	2,884851	5,113316	14,96083	3,289135		4,08728	4,851426	2,553102		2,721865	1,844572	2,402844	0,958651	2,14629	2,306416	2,553102	2,404282	3,53404	3,361299
0,021380105	11,37346	2,484177	3,355614	10,58399	2,486907		3,686566	4,5333	2,313749		2,401646	1,684174	1,762085	0,878764	1,828321	2,067821	2,233964	2,003569	2,489892	3,041175
0,012494826	7,208531	1,923234	2,956136	8,276202	1,283565		3,045424	3,499389	2,074395		1,280878	1,603975	1,361611	0,639101	1,033399	1,352037	1,276551	1,442569	2,088296	2,400928
0,008859637	6,247393	1,602695	2,716449	7,321255	0,802228		2,804996	3,340326	1,914826		0,880603	1,28318	1,121327	0,559213	0,71543	1,113442	0,957413	1,121998	1,76702	1,920742
0,006273339	5,766824	1,442425	2,476762	6,605046	0,641782		2,564568	3,101731	1,755257		0,640439	0,882186	0,720853	0,399438	0,397461	0,795316	0,71806	0,801427	1,285106	1,280495
0,003145282	4,805687	0,961617	2,077285	4,933889	0,481337		2,404282	2,704074	1,276551		0,400274	0,64159	0,560663	0,239663	0,317969	0,397658	0,478707	0,320571	0,963829	0,800309
0,001291059	2,883412	0,480808	1,597911	3,660628	0,160446		2,243997	2,306416	0,638275		0,080055	0,240596	0,320379	0,159775	0,238477	0,079532	-0,32057	-0,24096	0,480186	
a	2076,015	567,8983	636,7526	736,8431	666,6061		531,6639	538,4138	594,3187		563,7071	552,0097	602,071	273,3784	597,5414	624,8481	608,7703	591,5442	509,1927	594,3429
b	-48,1438	-49,7219	-37,5982	0,164951	-63,3457		-36,7175	-19,3964	-47,5139		-37,2563	-37,3124	-54,2535	-50,1194	-48,9354	-58,5259	-48,6248	-48,8931	-34,6633	-44,255
D50-x=(y-b)/a	0,047275	0,175598	0,13757	0,067633	0,170034		0,163106	0,12889	0,164077		0,15479	0,158172	0,173158	0,36623	0,165571	0,173684	0,162007	0,167178	0,16627	0,158587

Stats

Nb of samples 149
 Average D50 0,185 mm
 Standard Dev 0,067 mm

How is D50 calculated?

y=ax+b (y-b)/a=x
 y1 & y2 82,64512 20,18389
 x1 & x2 0,063 0,032913
 a 2076,015
 b -48,1438
 x 0,047275

6030	6032	6033	6034	6035	6036	6037	6038	6041	6042	6044	6046	6049	6050	6051	6053	6057	6058	6061	6063	6065	6068
3	6	3	3	4	5	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
1,2	3,5	1	1	3	3,5	1	3,2	3	3,1	3,2	3,5	3,5	2,6	4	2,5	2,2	2,2	2,5	2,2	2,2	1,4
0,9	0,5	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
100	99,90054	100	100	99,90039	100	100	100	100	100	100	99,90057	99,90187	99,90071	99,50642	100	100	100	100	100	100	100
99,60151	99,60215	99,90032	99,80028	99,90039	99,6004	99,80042	100	100	99,90062	99,90042	99,90057	99,90187	99,80143	99,4077	99,9001	99,90111	99,90017	100	99,90068	100	100
99,20303	98,60752	99,30223	99,30098	98,80466	98,7013	99,60084	99,40078	99,50259	99,60246	99,20335	99,50283	99,50937	99,10643	98,8154	99,4006	99,80222	99,0017	99,31681	99,10608	99,61586	99,90016
98,70492	83,3897	98,50478	98,20252	86,55245	82,21778	99,20168	86,41766	84,18225	85,8875	83,56901	89,16178	87,14552	88,18507	85,68608	85,61439	88,2318	87,92054	88,97131	81,72427	86,3632	89,91613
97,50946	49,17446	97,60766	97,00419	59,15928	51,84815	98,60293	60,95076	52,54676	56,3705	52,69867	61,91707	58,68904	61,17951	62,29023	53,94605	60,64082	61,16602	63,59555	49,34446	57,84116	64,85623
92,03028	20,72807	95,71372	95,60615	25,29136	22,27772	96,60713	29,29192	20,61281	21,78493	23,32205	28,60694	26,6019	27,91898	36,92004	21,57842	25,63291	25,62644	29,43588	23,81804	23,94123	33,80591
45,30783	7,101651	73,58453	86,81845	3,974499	7,492507	69,56392	7,919704	3,203343	4,989068	7,090221	7,029929	6,584241	7,863384	6,416584	5,094905	5,359968	4,662074	5,816904	4,747716	4,734467	4,552716
14,23983	3,674099	26,41547	24,53837	2,319741	3,690249	22,75827	3,689144	2,077078	2,793288	3,758457	4,072243	5,121869	4,385094	3,250172	4,652923	3,97068	3,286837	4,153875	1,276171	1,388125	1,362971
7,519909	3,354612	13,92816	16,03815	1,679812	3,369358	14,26399	3,368348	1,917303	2,474055	3,518555	3,752851	4,964273	4,066178	2,85381	4,492477	3,811853	2,886003	3,91875	1,036889	1,156771	1,042272
5,279936	3,035125	9,285438	6,896406	1,359848	3,048467	7,372397	2,566361	1,597752	1,276932	3,278654	3,43346	4,018697	3,747262	2,615992	3,529804	3,335371	2,645503	3,213375	0,797607	1,002535	0,881922
4,639944	2,555895	8,164782	5,613353	1,039884	2,56713	5,128624	2,085168	1,278202	0,87789	2,958785	3,193916	3,624707	3,428346	2,298902	3,208912	3,017717	2,324836	2,8215	0,558325	0,771181	0,561223
4,15995	2,076665	7,204219	5,29259	0,71992	2,085793	4,487546	1,684174	0,958651	0,638466	2,478982	2,794676	3,230718	3,029701	1,823267	2,888021	2,779476	1,683502	2,429625	0,319043	0,616944	0,320699
3,519957	1,597434	6,884032	4,651064	0,239973	1,604456	3,846468	1,28318	0,798876	0,159616	1,839245	2,076045	2,600334	2,471598	1,58545	2,486907	2,144167	1,282668	1,959375	0,239282	0,38559	0,080175
2,559969	1,118204	5,763375	4,330301	0,159982	1,283565	3,20539	0,64159	0,479326	-0,23942	1,679311	1,756654	2,127546	2,072954	1,26836	2,085793	1,588272	0,641334	1,5675	0,159521	0,231354	
753,588	488,7891	1567,751	2069,994	615,7803	537,6442	1555,673	575,6153	580,6172	628,8285	534,1203	605,6388	583,4025	604,7368	461,2761	588,5024	636,5075	646,1742	621,0849	462,5688	616,3624	564,5513
-2,16821	-38,8076	-25,1838	-43,5912	-51,6812	-44,9278	-28,4435	-42,66	-51,9643	-56,8186	-43,443	-47,0979	-46,3234	-47,6731	-20,7395	-51,9844	-53,9305	-55,1453	-48,1997	-33,9179	-53,1041	-36,763
0,069226	0,181689	0,047956	0,045213	0,165126	0,176563	0,050424	0,160976	0,175614	0,169869	0,174947	0,160323	0,165106	0,161513	0,153356	0,173295	0,163282	0,16272	0,15811	0,181417	0,167278	0,153685

6069	6072	6073	6074	6076	6077	6078	6080	6081	6082	6085	6086	6090	6092	6094	6095	6097	6098	6099	6103	6104	6106
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	5	5	3
1,7	2,1	1,8	2,5	1,7	3,2	1,2	3	3,5	3,5	0,9	2,1	3,5	1,5	1,6	2,5	1,1	2,5	1,3	1,7	2,5	1,1
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,7
100	100				100	100	100	100	100		100					100	100	100	100		100
99,90088	99,90003	100	100	100	99,90041	99,80044	100	99,90094	99,8004	100	99,80046	100	100	100	100	99,8005	99,80056	99,60056	99,7012	100	99,8003
98,51323	99,20024	99,90078	99,40203	99,10099	99,20327	99,70066	99,50417	99,30659	99,002	98,80156	98,80275	99,00478	99,20729	99,70066	99,20207	98,90274	98,80335	96,90433	98,20717	99,40108	98,6021
81,76232	83,50495	88,59014	81,56269	80,32165	85,36002	81,24127	86,81079	85,83457	79,24152	51,06362	52,609	73,32803	79,38962	87,92656	75,36405	92,91771	81,65138	76,73257	76,49402	80,8345	51,97204
49,94549	51,81446	59,61901	47,27925	49,55549	56,87681	45,12073	58,74653	51,65924	44,61078	10,31659	19,0861	35,41003	45,4023	21,87188	39,65689	45,53616	56,92062	42,08109	40,83665	45,89738	15,52671
17,8313	22,02339	22,31372	18,6765	16,99131	28,69236	11,99361	30,48393	20,35661	14,67066	7,120743	8,610197	8,638535	18,25208	11,59449	13,52484	18,70324	34,18428	14,22009	15,13944	11,25973	10,03495
3,062742	2,329301	3,164997	2,631054	1,907901	5,188726	4,310517	10,65054	3,120357	2,994012	3,525417	5,118228	4,558121	2,397939	7,303931	5,3461	8,528678	10,05185	3,834632	6,075697	3,573568	3,744383
1,273514	1,685858	1,832493	1,520588	1,203222	1,519528	3,20507	5,892924	2,306873	1,602855	1,603975	3,364988	3,036938	1,59142	4,647352	4,164929	3,684728	2,72268	2,967058	3,839189	1,683334	3,367676
1,114325	1,204184	1,673146	1,280495	1,042792	1,279602	2,564056	5,733655	1,988683	1,282284	1,122783	3,044513	2,71726	0,954852	4,326845	3,84455	3,364316	2,242207	2,726486	3,199324	1,523016	3,046945
0,955136	1,043626	1,434125	1,120433	0,882363	1,039677	0,961521	3,981705	1,590947	1,121998	0,481193	2,403563	2,077905	0,318284	3,365324	3,203791	2,242878	1,921891	2,566104	2,719425	1,28254	2,245117
0,795946	0,883068	1,274778	0,88034	0,641718	0,879726	0,641014	3,583535	1,113663	0,961713	0,240596	1,92285	1,598388	0,159142	2,884563	2,723223	1,842364	1,601576	2,405723	2,239527	1,122222	1,924386
0,636757	0,642232	1,035757	0,640247	0,481289	0,639801	0,320507	3,185364	0,954568	0,641142	0,160398	1,602375	1,198791	0,079571	2,163422	2,242654	1,44185	1,281261	2,165151	1,759628	0,961905	1,44329
0,397973	0,481674	0,796736	0,400155	0,320859	0,479851	0,160254	1,911218	0,397737	0,240428	0,160398	0,961425	0,799194	0,079571	1,442282	1,601896	1,121439	0,960946	1,924578	1,599662	0,801587	1,122559
0,159189	0,240837	0,478042	0,160062	0,080215	0,319901	0,080127	0,796341	-0,31819	0,080143	0,080199	0,400594	-0,15984	0,079571	0,721141	0,480569	0,801028	0,64063	1,764197	1,439696	0,64127	0,481097
454,5261	541,6557	678,278	489,7634	439,5165	512,4444	516,0076	513,8653	569,1386	494,7248	582,1004	478,8985	541,6856	485,5331	943,6383	510,1023	676,8792	413,388	495,0213	509,391	499,1016	520,6476
-31,8692	-45,6836	-62,471	-40,8782	-29,5575	-35,3632	-47,7606	-33,7492	-50,7857	-44,4397	-94,4615	-67,1156	-62,0934	-41,9937	-147,983	-52,1615	-76,3021	-17,4892	-47,0227	-50,8537	-43,9409	-78,1899
0,18012	0,17665	0,165818	0,185555	0,181011	0,16658	0,189456		0,177085	0,190893	0,248173	0,244552	0,206934	0,189469	0,209808	0,200277	0,186595	0,163259	0,195997	0,197989	0,18822	0,246212

6107	6108	6109	6110	6112	6115	6116	6117	6120	6121	6123	6124	6125	6126	6127	6131	6137	6139	6141	6142	6143	6144
4	5	2	4	4	3	4	5	3	4	3	4	3	3	3	5	4	7	6	5	2	5
1	2,5	0,5	1,5	0,6	1	0,7	1,9	1,7	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	4	3,4	4,5	4,2	5,1	0,5	4,5
0,5	0,5	1	0,5	0,3	0,5	2	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	1,5	0,5
			79,30775					100		100	100		100		100	100	100	100	99,60404	95,04182	
100	100	100	66,10289	100		100	100	99,90015	100	99,40162	99,90166	100	99,9001	100	98,71057	99,6006	97,10665	99,90075	99,50505	88,87766	100
99,50417	99,5013	99,90007	38,74997	99,40221	100	99,70464	99,40612	99,2012	99,90141	97,70619	99,50831	99,60024	99,5005	99,10054	84,62607	94,70794	76,95301	96,12942	98,71313	73,41985	99,90019
84,33161	82,3459	86,90916	13,28346	84,05898	88,30177	84,14886	84,757	86,22067	91,91561	79,65493	34,21182	86,90786	90,70929	83,31001	35,33029	71,94209	38,24204	75,18857	89,30905	54,73772	92,81365
47,63983	50,32914	52,93295	5,344824	53,27289	45,47437	51,95432	47,83728	59,06141	51,888	50,3341	13,7575	58,42495	60,73926	52,72836	21,1466	45,48178	20,18358	51,36959	62,08672	37,28841	56,6823
12,13804	20,70616	19,15659	3,222614	20,8927	10,47883	18,1845	16,36148	28,00799	12,55053	22,40949	5,988789	22,94623	25,47453	20,34779	12,41817	20,11982	6,814327	41,14728	21,00574	18,9856	21,74868
5,295518	6,144026	5,266314	1,886408	7,641726	4,629721	4,49936	7,552212	7,239141	4,860495	8,247731	3,92369	7,855287	7,892108	4,857086	5,673477	7,738392	2,324653	30,03176	5,662245	10,16612	9,072762
2,70756	2,723223	3,530862	0,26855	4,640406	3,662079	3,953088	4,928029	4,329869	3,641861	6,406944	3,869455	5,377077	5,615597	4,494273	3,982495	6,093889	1,682494	22,95283	4,213087	4,569139	5,289949
2,548291	2,402844	3,290121	0,24617	4,160364	3,025196	3,636841	4,610092	3,848772	3,483519	6,086596	3,316675	5,136312	5,294705	4,012744	3,106346	5,612793	1,522256	19,20706	3,577149	4,112225	4,889195
1,592682	2,082464	3,129627	0,212602	4,00035	2,706754	2,846223	4,292154	3,046945	3,166835	4,645034	3,158739	3,852234	3,690249	2,568156	2,708097	4,971331	1,362019	15,22219	3,100196	3,655311	4,728894
1,274146	1,441706	2,888887	0,179033	3,520308	2,388313	2,529976	3,974217	2,726214	2,850152	4,164513	2,842865	3,210195	3,048467	2,247137	2,309847	4,730783	1,121663	14,02673	2,86172	3,350702	4,568592
0,955609	1,121327	2,728393	0,156654	3,20028	2,069871	2,213729	3,815248	2,405483	2,216785	3,844166	2,211117	2,889176	2,56713	1,926117	1,911598	3,928955	0,721069	12,51248	2,702735	2,741483	4,32814
0,796341	0,800948	2,567899	0,134275	2,720238	1,432988	1,739359	3,179374	1,924386	1,266734	3,203472	1,737306	2,247137	1,925347	1,605098	1,513348	2,726214	0,320475	11,23732	2,464259	2,284569	4,007537
0,318536	0,480569	2,407406	0,111896	2,080182	1,273767	1,423112	2,543499	1,44329	0,791709	2,883125	1,421432	1,765607	1,444011	1,123568	1,115099	2,485665	0,080119	8,527614	2,14629	1,97996	3,045728
524,1684	538,5996	614,1156	54,70584	588,7308	611,82	613,9966	527,4247	564,6076	715,2268	507,7201	261,186	645,0675	641,177	588,7377	197,1831	378,0044	154,8439	185,8602	746,9268	249,2758	635,1568
-46,7105	-46,6188	-57,6079	11,39705	-52,6987	-64,6532	-58,5651	-47,0992	-42,568	-76,8528	-41,0555	-31,0847	-57,6872	-54,6726	-53,2444	-13,9655	-22,559	-0,46892	17,91476	-72,3601	-7,58124	-57,6459
0,184503	0,179389	0,175224	0,705646	0,174441	0,187397	0,176817	0,184101	0,163951	0,17736	0,179342	0,310448	0,166939	0,163251	0,175366	0,324396	0,191953	0,325934	0,172631	0,163818	0,230994	0,169479

Map PSD Aerometer | Map PSD

Map PSD Aerometer							Map PSD														
6146	6147	6148	6149	6150	6151	6161	3002	3004	3301	3304	3401	3404	3501	3502	3601	3604	3701	3704	3801	3804	3901
3	3	5	5	4	5	5	mm-ma	mm-mb	mm-jb	MM-IA	MM-IC	mm-qc	mm-qa	mm-pa	mm-pb	MM-HA	MM-HB	MM-GA	MM-GB	MM-FA	
1	0,9	1,9	1,9	1,5	2,2	3	4,5	4,2	0,9	0,9	0,9	0,8	4,7	1,3	1,7	7,5	1,7	1,7	3	3	2,6
1	1	1,1	1,1	0,5	0,6	1	0,5	1,3	0,6	0,6	0,4	1,2	1,8	1,8	2,3	1	0,8	1,3	0,5	0,5	0,5
99,90075	100	99,20453	99,35484		100		99,88946	99,56682	100	100	99,83974		95,77626	99,31601	99,94372	99,92233	100	99,8006	99,9504	99,751	100
99,80151	99,8062	92,64194	95,48619	100	99,90052	100	99,44731	98,26727	99,88453	99,8428	99,51923	100	92,26306	98,22161	99,88743	99,57282	99,71209	98,75374	99,75198	99,30279	99,90366
99,60302	99,4186	63,01084	71,38153	99,80388	99,80103	99,60416	97,01548	92,14858	99,19169	99,214	99,13462	99,35	81,01291	93,67305	99,38087	97,43689	98,51248	96,75972	99,00794	98,05777	98,74759
93,44978	83,91473	23,23755	42,31707	96,27378	99,10466	89,70807	81,94547	77,79944	87,47113	84,43722	76,3141	84,3	24,09111	46,81943	87,44864	75,84466	80,56622	81,15653	84,07738	80,92629	83,57418
72,50893	42,24806	13,09536	25,85051	87,74269	82,09312	61,90005	52,65291	66,91575	51,15473	52,15888	27,40385	51,15	4,393479	20,75923	52,21478	41,35922	50,23992	47,15852	55,75397	44,72112	53,90173
34,20008	9,883721	6,234464	6,606462	50,08825	30,76005	31,02425	32,97716	29,44553	14,83834	19,82813	6,121795	21,1	1,196068	8,515732	16,19294	15,14563	17,56238	18,54437	25,14881	15,53785	21,0501
8,59468	2,810078	2,456001	1,646656	17,63091	5,789893	10,24245	22,10759	11,41434	2,713626	5,313351	1,570513	4,5	0,564481	5,882353	2,572184	2,718447	2,879079	5,284148	7,043651	3,934263	3,468208
4,144261	2,33439	2,076045	1,115186	8,504341	3,435167	4,450242															
3,58638	2,023138	1,91635	1,03553	7,401927	3,115617	3,97343															
3,187893	1,789699	1,756654	0,955874	6,929463	2,955842	3,496619															
2,869104	1,634073	1,51711	0,716906	5,984536	2,636291	2,542996															
2,630012	1,167195	1,038023	0,318625	5,354585	1,99719	2,066184															
2,151828	0,77813	0,718631	0,238969	4,409658	1,917303	1,430435															
1,912736	0,389065	0,399239	0,159312	3,937195	1,278202	0,794686															
696,5246	595,2381	159,0932	116,2579	523,5056	933,3285	561,3783	357,741	681,2767	660,2981	587,8318	698,7179	546,3636	227,6872	187,4145	654,9425	492,6491	594,1371	485,6858	556,4574	517,2168	597,3025
-52,8655	-64,8948	-16,5357	13,2526	-15,3499	-85,906	-39,148	-11,7405	-55,7141	-67,6989	-53,6508	-98,3654	-47,1955	-32,8307	-0,0342	-65,6749	-47,3176	-56,7048	-40,2649	-44,4084	-48,3779	-53,6127
0,147684	0,193023	0,418219	0,316085	0,124831	0,145614	0,158802	0,172584	0,155171	0,178251	0,176327	0,212339	0,177895	0,363792	0,266971	0,176618	0,197539	0,179596	0,18585	0,16966	0,190206	0,173468

6	3	3	3	6	4	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	2
3904	4001	4001	4101	4104	4202	4204	4301	4304	4401	4404	4702	4704	4801	4804	4901	4904	5101	5104	5201	5204	5301
MM-FB	MM-AA	MM-AB	MM-BA	MM-BB	MM-CA	MM-CB	MM-DA	MM-DB	mm-ta	mm-tb	mm-la	mm-lb	mm-ka	mm-kb	mm-ra	mm-rb	mm-oa	mm-ob	mm-na	mm-nb	MM-EA
2,6	1	3,8	3,6	3,7	3,6	3	3,2	3,2	1,4	1,6	2	1,5	1,15	1	0,7	0,6	2,5	2,5	3	2,9	3,6
0,6	1	0,5	0,4	0,5	1	1,1	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	1	1,05	1,2	1,3	1,4	0,5	0,5	1	0,5	0,5

100	99,90329	99,85493	99,95108	99,85809	99,95536	100			100		99,85461	99,80651	99,86736	99,55513	99,9524	99,95591	99,9361	100	100	100	
99,95079	99,32302	99,5648	99,70646	99,47966	99,86607	99,85163	100	100	99,94269	100	99,4669	99,41954	99,86736	99,11026	99,90481	99,86773	99,55272	99,87186	99,9453	99,87881	100
98,96654	98,40426	98,50097	98,77691	98,43898	99,33036	99,25816	99,41776	99,25816	96,61891	96,71492	98,88533	98,96807	99,27046	97,585	99,28605	99,42683	98,08307	98,71861	99,34362	99,33345	99,4152
84,79331	96,22824	81,23791	82,14286	82,87606	76,42857	86,64688	80,20378	79,12957	41,31805	46,60356	87,25405	88,26185	81,4299	79,59962	86,43503	90,9616	78,65815	81,29165	91,52172	83,88172	82,35867
55,36417	93,95551	54,88395	56,21331	52,22327	45,84821	58,60534	49,19942	42,23541	25,61605	34,29844	58,51507	55,62722	47,87107	40,32412	55,49738	59,79013	50,15974	46,75807	68,4389	54,31134	53,8499
22,93307	89,79691	24,61315	25,44031	22,51656	17,72321	26,75569	19,11693	13,10584	19,71347	28,06236	26,81981	17,31699	13,71535	10,96282	19,13375	21,43204	25,7508	16,38903	34,52576	22,31715	21,05263
3,78937	48,93617	6,576402	7,093933	6,764428	6,160714	7,962413	4,706453	3,115727	14,32665	21,88196	11,26296	2,160593	1,777424	3,018748	1,761066	5,162912	11,3099	3,959508	7,996937	4,744592	3,752437

589,6564	659,0441	550,3781	559,509	540,1221	436,8622	579,0846	442,9195	527,0595	221,2034	200,4454	576,2775	696,5495	479,4118	561,0786	661,157	697,4199	443,799	493,3368	616,6025	581,7124	596,314
-50,774	7,416391	-44,1841	-44,4983	-44,9987	-32,787	-45,6299	-30,5261	-52,6353	-13,9828	-3,5078	-45,2149	-69,7517	-38,4231	-60,67	-63,5109	-65,7455	-29,7241	-42,0425	-42,5496	-50,3969	-53,4866
0,170903	0,064614	0,171126	0,168895	0,175884	0,189504	0,16514	0,181808	0,194732	0,289249	0,266944	0,165224	0,171921	0,184441	0,197245	0,171685	0,165962	0,17964	0,186571	0,150096	0,172589	0,173544

5304	6162	6163	6165	6166	6167	6168	6170	6171	6172	6173	6175	6177	6178	6179	6180	6181	6182	6183	6187	6193	6194
MM-EB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3,6	0,3	0,3	0,5	1	0,5	2,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,95	0,6	0,6	2,3	0,6	1,5
0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

100	100	99,95671	100	99,93039	99,90182	99,95178	100	99,96203	99,9651	99,95775	99,95675	100	99,93785	98,38799	100	100	99,96762	100	99,95463	100	100
99,95465	99,8778	99,87013	99,94967	99,89558	99,70545	99,85535	99,9591	99,65831	99,86038	99,87326	99,91349	99,9002	99,81355	97,16509	99,95892	100	99,93523	99,96931	99,81851	100	100
99,36508	99,0224	98,91775	99,04378	99,54751	97,83996	98,89103	99,5092	98,70919	99,1274	98,77482	98,52941	98,60279	98,57054	95,16398	99,34265	98,90865	99,31995	99,38613	99,22868	99,35949	99,33752
84,08163	85,62118	82,98701	84,70055	81,37835	83,35788	80,7136	88,83436	83,94077	85,16579	80,69286	81,83391	79,84032	82,16283	71,65092	80,19721	78,13258	86,46373	82,41252	87,84029	88,27062	83,54254
51,79138	51,64969	47,70563	54,80624	44,44831	54,39372	50,38573	54,23313	48,74715	50,57592	44,86692	49,52422	48,8523	50,27968	33,90773	45,76828	39,89491	50,22668	47,97422	63,97459	59,16733	51,3947
19,09297	17,27088	16,83983	26,06945	14,7929	23,85862	22,51688	16,64622	17,08428	16,5096	15,25137	18,29585	21,25749	19,01802	9,171762	19,22761	10,99434	15,73834	19,09147	34,02904	23,09848	18,41004
3,673469	3,706721	2,900433	9,662808	1,879568	6,676485	5,255545	2,08589	3,113136	3,769634	2,112379	3,416955	5,489022	3,791175	1,778766	5,217749	1,738076	2,752591	3,713935	10,20871	3,242594	1,917713

594,5166	625,0694	504,0198	522,4871	527,572	555,1836	506,7064	683,3984	502,766	619,3876	511,7991	461,567	442,6861	568,3937	539,1884	491,8418	546,2525	627,0608	491,9758	544,4646	655,7974	599,7211
-55,2216	-60,8628	-43,0179	-39,2414	-50,5146	-45,5393	-40,8214	-68,7786	-41,7507	-60,9139	-47,2569	-33,5578	-30,8312	-52,0312	-63,1462	-42,7632	-58,4305	-62,6443	-40,5814	-34,029	-58,8762	-56,5551
0,176987	0,177361	0,184552	0,170801	0,190523	0,172086	0,179239	0,173806	0,182492	0,17907	0,190029	0,181031	0,182593	0,179508	0,209845	0,188604	0,198499	0,179638	0,184118	0,154333	0,166021	0,177674

**BIJLAGE XXVIII REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR GEVOELIGHEIDSBE-
REKENINGEN**

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : **1,090**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,692
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,35E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 7,62E-09

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	4,78E-01	0	1,199	5,531	1,59E-08	7,62E-09
2	0,1	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-08
3	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
4	0,001	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-10
5	0,001	-0,07	1,129	4,992	2,98E-07	2,98E-10
6	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09
7	0,1	-0,03	1,169	5,300	5,79E-08	5,79E-09
8	0,01	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-09
9	0,1	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-08
10	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal wordt 1 m overschreden
 Freatische lijn 1 m hoger
 Indringsdiepte is 3 m ipv 1 m

Totale faalkans S1 ... S10 : 5,67E-08

$\Delta F_d(D; Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is **4%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 7,62E-09

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0,478	0	1,199	5,531	1,59E-08	7,62E-09
2	0,1	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-08
3	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
4	0,001	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-10
5	0,001	-0,07	1,129	4,992	2,98E-07	2,98E-10
6	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09
7	0,1	-0,03	1,169	5,300	5,79E-08	5,79E-09
8	0,01	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-09
9	0,1	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-08
10	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09

NB: $F_d(D; Si)$ in deze tabel = $F_d(D; Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 5,67E-08

dit is **4%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
er p [
n gelijke mate
nen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : **1,090**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,692
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,35E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9,05E-09

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	5,68E-01	0	1,199	5,531	1,59E-08	9,05E-09
2	0,1	-0,02	1,179	5,377	3,79E-08	3,79E-09
3	0,01	0,05	1,249	5,915	1,66E-09	1,66E-11
4	0,001	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-10
5	0,001	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-10
6	0,1	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-09
7	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
8	0,01	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-10
9	0,1	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-08
10	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal wordt 1 m overschreden
 Freatische lijn 1 m hoger
 Indringsdiepte is 3 m ipv 1 m

Totale faalkans S1 ... S10 : 3,79E-08

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 3% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,199
 Corresponderende β : 5,531
 Corresponderende faalkans: 1,59E-08
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9,05E-09

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0,568	0	1,199	5,531	1,59E-08	9,05E-09
2	0,1	-0,02	1,179	5,377	3,79E-08	3,79E-09
3	0,01	0,05	1,249	5,915	1,66E-09	1,66E-11
4	0,001	-0,05	1,149	5,146	1,33E-07	1,33E-10
5	0,001	-0,08	1,119	4,915	4,43E-07	4,43E-10
6	0,1	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-09
7	0,01	0	1,199	5,531	1,59E-08	1,59E-10
8	0,01	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-10
9	0,1	-0,06	1,139	5,069	2,00E-07	2,00E-08
10	0,1	-0,01	1,189	5,454	2,46E-08	2,46E-09

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 3,79E-08

dit is 3% van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
'erp [
n gelijke mate
nen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1,030

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4,231

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

1,16E-05

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1,100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1,133

Corresponderende β :

5,023

Corresponderende faalkans:

2,54E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,22E-07

begin met de laagste schematiseringfactor, volger

$$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D; Si)$	$P_{sf}(D; Si) * P(Si)$
1	4,78E-01	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,22E-07
2	0,1	-0,06	1,073	4,562	2,54E-06	2,54E-07
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,05	1,083	4,638	1,76E-06	1,76E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
8	0,01	-0,21	0,923	3,408	3,28E-04	3,28E-06
9	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07	3,78E-08
10	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07	3,78E-08

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotential neemt 1 m toe
 Freatische lijn 1 m hoger
 Indringsdiepte is 3 m ipv 1 m

Totale faalkans S1 ... S10 :

3,79E-06

$\Delta F_d(D; Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aannname van scenario Si !!!

dit is **33%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:

1,100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1,133

Corresponderende β :

5,023

Corresponderende faalkans:

2,54E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,22E-07

indien totale faalkans te groot, hoog dan schemati
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een
 waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende :
 met de ophoging van de schematiseringsfactor tot
 (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D; Si)$	$P_{sf}(D; Si) * P(Si)$
1	0,478	0	1,133	5,023	2,54E-07
2	0,1	-0,06	1,073	4,562	2,54E-06
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07
5	0,001	-0,05	1,083	4,638	1,76E-06
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07
7	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07
8	0,01	-0,21	0,923	3,408	3,28E-04
9	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07
10	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07

NB: $F_d(D; Si)$ in deze tabel = $F_d(D; Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

3,79E-06

dit is **33%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

ns LR 1,10

iseringfactor op
nieuw ontwerp [
scenario's in gelijke mate
e zullen nemen

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schade factor γ_n : **1,030**
 Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4,231
 Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,16E-05

Eerste keuze schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,44E-07

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	5,68E-01	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,44E-07
2	0,1	-0,12	1,013	4,100	2,07E-05	2,07E-06
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,08	1,053	4,408	5,22E-06	5,22E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,01	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-09
8	0,01	-0,14	0,993	3,946	3,97E-05	3,97E-07
9	0,1	-0,07	1,063	4,485	3,65E-06	3,65E-07
10	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07	3,78E-08

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering
 Veenlaag 0,5 m dikker
 Maaiveldligging 0,5 m lager
 Kleipakket buitentalud is waterdoorlatend
 Consolidatiegraad in ondergrond slechts 85%
 Slootbodem 0,5 m verhoogd
 Geen tussenzandlaag
 Grenspotentiaal neemt 1 m toe
 Freatische lijn 1 m hoger
 Indringsdiepte is 3 m ipv 1 m

Totale faalkans S1 ... S10 : 3,05E-06

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is **26%** van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor: **1,100**
 Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1,133
 Corresponderende β : 5,023
 Corresponderende faalkans: 2,54E-07
 Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 1,44E-07

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor
 Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's i met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D; Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0,568	0	1,133	5,023	2,54E-07	1,44E-07
2	0,1	-0,12	1,013	4,100	2,07E-05	2,07E-06
3	0,01	-0,03	1,103	4,792	8,24E-07	8,24E-09
4	0,001	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-10
5	0,001	-0,08	1,053	4,408	5,22E-06	5,22E-09
6	0,1	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-08
7	0,01	0	1,133	5,023	2,54E-07	2,54E-09
8	0,01	-0,14	0,993	3,946	3,97E-05	3,97E-07
9	0,1	-0,07	1,063	4,485	3,65E-06	3,65E-07
10	0,1	-0,01	1,123	4,946	3,78E-07	3,78E-08

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 3,05E-06

dit is **26%** van de toelaatbare kans
 indien kleiner dan 100%
 dan is schematiseringfactor ok

r op
er p [
n gelijke mate
nen

BIJLAGE XXIX OBJECTENLIJST

Fase 1

Tabel 1: Fase 1 objecten

Fase 1	Benaming fase 1 Objecten
1A	IJsseldijk en Kamperstraatweg (IJK)
1A1-1	Inlaatwerk of drempel IJsseldijk fase 1 (IW1)
1A11-1	Inlaatwerk laag, vast gedeelte fase 1
1A12-1	Inlaatwerk diep, regelbaar gedeelte fase 1
1A13-1	Inlaatwerk hoog, vast gedeelte fase 1
1A2	Aanpassing Kamperstraatweg (AK)
1A3	Recreatieschutsluis IJsseldijk fase 1 (S11)
1A5	Maaiveldverlaging uiterwaard naar inlaatwerk / drempel (TI)
1A6	IJsseldijk verbindende waterkering (IJDvw)
1A7	IJsseldijk dijkkring 11b (IJD b)
1B	Nieuwe dijken langs bypass (DB)
1C	Waterkering Drontermeer - Vossemeer (WD) - <i>Reevedam</i>
1C1	Dijk Drontermeer-Vossemeer (DV)
1C2-1	Keersluis Drontermeer-Vossemeer fase 1 (KR)
1C3-1	Extra keersluis Drontermeer-Vossemeer fase 1 (eKR)
1E	Waterkering Roggebot (WR)
1E1-1	Dijk Roggebot fase 1 (DR1)
1E5	Maatregelen schutsluis Roggebot (SCR)
1E6	Maatregelen bestaande spuisluis Roggebot (SPR)
1G	Wegverbinding Nieuwendijk over bypass (WN)
1H	Inrichting bypass (IB)
1H1	Vaargeul bypass (VB)
1H2	Natuurinrichting bypass incl. zonerende maatregelen (NI)
1H4	Grondwerk bypass (GB)
1H7	Fiets- en wandelverbindingen (FW)
1H8	Migratiegeul bypass (MB)
1H9-1	Voorzieningen recreatiegebied fase 1 (VR1)
1H10	Categorie C-kering (VC)
1H11	Gemaal Kamperveen (GK)
1H12	Klimaatdijk Woongebied (KD)
1J	Onderdijkse Waard (IO)
1J1	Meestromende nevengeul (MN)
1J2	Natuurinrichting Onderdijkse Waard (OW)
1J4	Recreatievaargeul buitendijks (VA)

Toelichting:

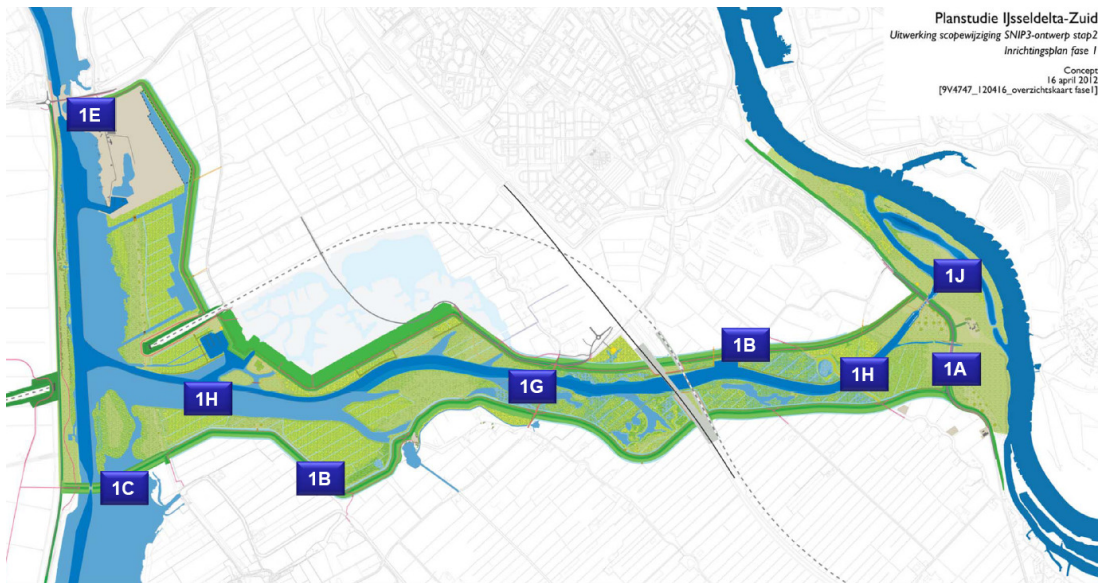
1A1-1: het inlaatwerk bestaat uit 3 subobjecten. 1A11-2 kan in fase 1 reeds voor het doorspoelen van de bypass en hoogwaterafvoer worden gebruikt. Hiervoor wordt reeds bodembescherming aangelegd. De andere subobjecten worden al wel gebouwd maar pas in fase 2 ingezet.

1C2-1: dit betreft een keersluis die in fase 2 wordt omgebouwd tot spuisluis.

1C3-1: dit betreft een keersluis die in fase 2 wordt omgebouwd tot schutsluis.

		segment																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
IJsseldijk																						IJsseldijk				
		schotten tot NAP + 4,4 m																				schotten tot NAP + 4,4 m				
		drempel NAP+0,5 m																				drempel NAP+1,5 m				
																						drempel NAP-2,0 m				
		1A11-1										1A12-1		1A13-1												
		<div style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> Stony schuiven in 2 segmenten tbv afvoer hoogwatergolf. Per segment zijn er 2 schuiven																								
		elk segment is 11 m breed h.o.h.																								

Figuur 1: Schematische weergave inlaatwerk 1A11-1 in fase 1



Figuur 2: Fase 1 Deelsystemen geprojecteerd op het inrichtingsplan fase 1

Fase 2

Tabel 2: Fase 2 objecten

Fase 2	Benaming fase 2 Objecten
1A	IJsseldijk en Kamperstraatweg (IJK)
1A1-2	Inlaatwerk of drempel IJsseldijk fase 2 (IW2)
1A11-2	Inlaatwerk laag, vast gedeelte fase 2
1A12-2	Inlaatwerk diep, regelbaar gedeelte fase 2 – <i>migratie vis</i>
1A13-2	Inlaatwerk hoog, vast gedeelte fase 2 – <i>migratie vee</i>
1C	Waterkering Drontermeer - Vossemeer (WD)
1C2-2	Spuisluis Drontermeer-Vossemeer fase 2 (SD)
1C3-2	Schutsluis Drontermeer-Vossemeer fase 2 (SC)
1C4	Migratievoorziening Drontermeer-Vossemeer (MD)
1D	Bestaande dijken Flevoland binnen projectgrenzen (BD)
1D1	Weg Drontermeerdijk (WDD)
1D2	Drontermeerdijk (DD)
1E	Waterkering Roggebot (WR)
1E1-2	Dijk Roggebot fase 2 (DR2)
1E2	Oeververbinding N307 (OV)
1E4	Erosiemaatregelen dijken (EM)
1H	Inrichting bypass (IB)
1H9-2	Voorzieningen recreatiegebied fase 2 (VR2)
1J	Onderdijkse Waard (IO)
1J3	Ecologische verbindingsgeul naar migratiesluisje (EV)

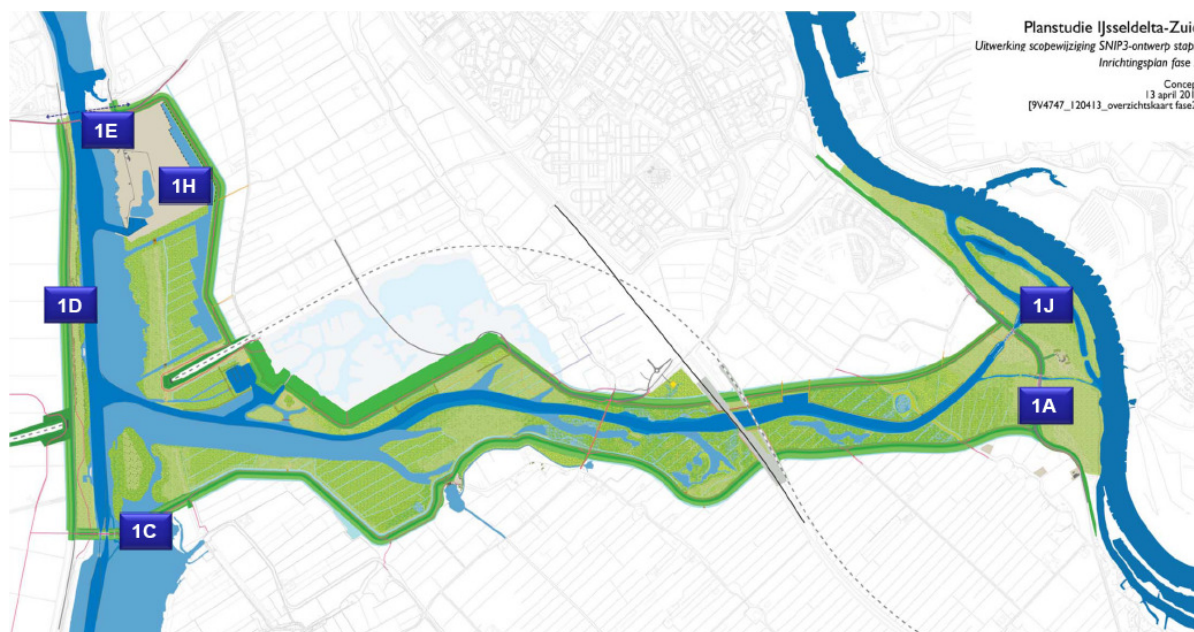
Toelichting:

1A1-2: het inlaatwerk bestaat uit 3 subobjecten. De subobjecten 1A11-2 (t.b.v. hoogwaterafvoer) en 1A13-2 (t.b.v. hoogwaterafvoer en veepassage) gaan in fase 2 functioneren. De bodembescherming voor deze subobjecten wordt aangebracht. Subobject 1A12-2 wordt ingezet voor de migratie van zaden, vissen en andere waterdieren en hoogwaterafvoer.

1D: dit deelsysteem en onderliggende objecten vallen strikt genomen buiten het project omdat de dijkversterking onderdeel is van het HWBP. Hieraan worden echter wel eisen vanuit IJDZ aan gesteld die gelden voor fase 2

		segment																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
IJsseldijk																											IJsseldijk	
		schotten tot NAP +1,5 m																						drempel NAP+1,5 m				
		drempel NAP+0,5 m																										
																								drempel NAP-2,0 m				
		1A11-2																						1A12-2	1A13-2			
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> Stoney schuiven in 1 segment tbv migratievoorziening. In dit segment zijn er 2 schuiven in dagelijkse omstandigheden geheven tbv migratie vissen/zaden </div>																										

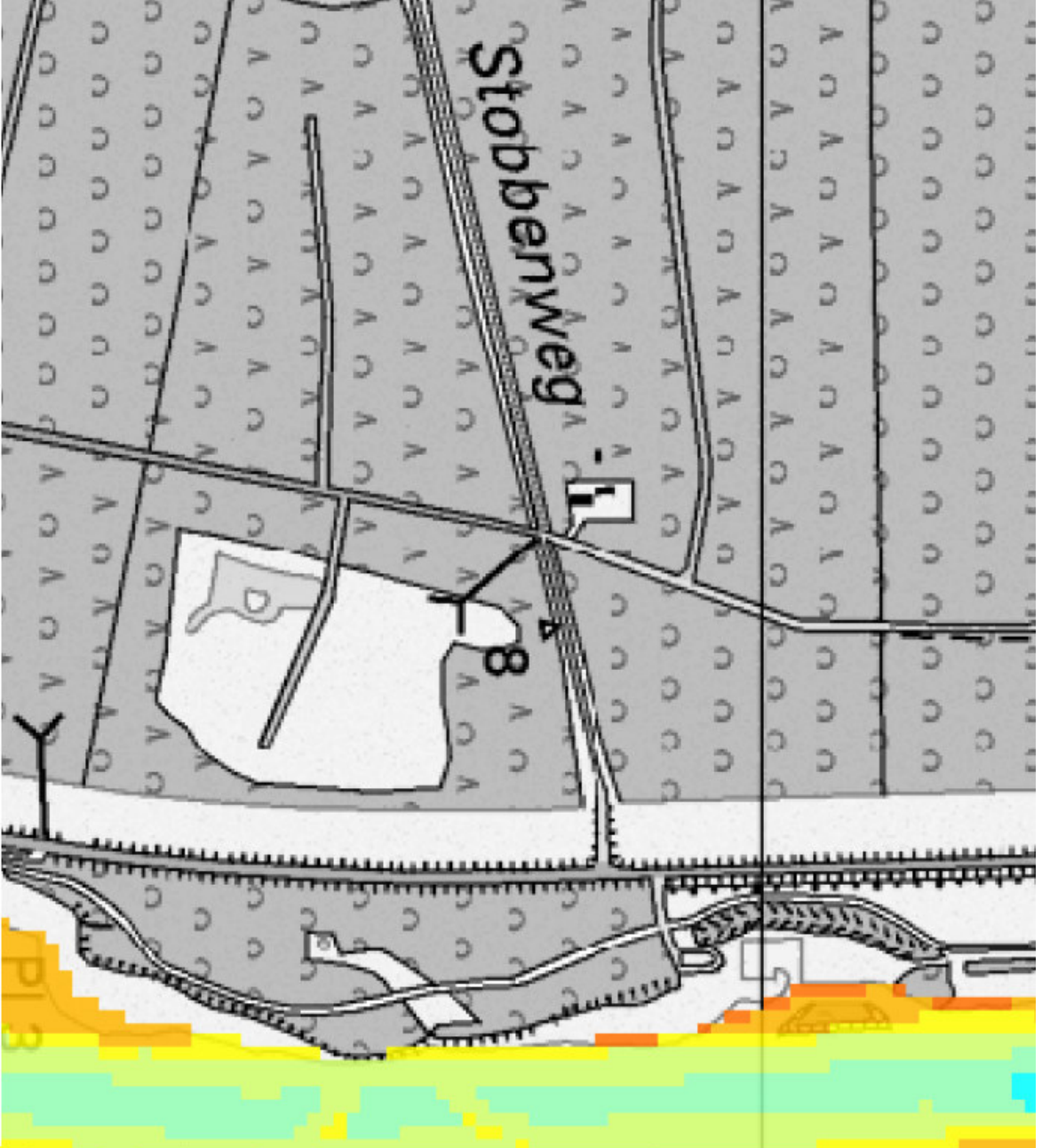
Figuur 3: Schematische weergave inlaatwerk 1A11-2 in fase 2



Figuur 4: Fase 2 Objecten geprojecteerd op het inrichtingsplan fase 2

BIJLAGE XXX

BODEMLIGGING DRONTERMEER



hoogte in cm

-771 - -700

-700 - -600

-600 - -500

-500 - -400

-400 - -300

-300 - -200

-200 - -100

-100 - 0

0 - 100

100 - 203

