


Witteveen+Bos  
K.R. Poststraat 100-3  
Postbus 186  
8440 AD Heerenveen  
0513 64 18 00  
www.witteveenbos.nl

onderwerp stabiliteitsberekening dijk Zanddepot Poelman  
project stabiliteitsonderzoek grondlichamen zanddepot  
opdrachtgever Poelman Zandhandel B.V.  
projectcode OPD2-1  
referentie OPD2-1/15-005.019  
opgemaakt door ing. J.P. Schuitemaker  
gecontroleerd door ir. E. Bruijn  
goedgekeurd door ing J.P. Schuitemaker  
status definitief  
datum opmaak 24 maart 2015  
bijlagen I grondonderzoek  
II D Geo Stability uitvoeren

 Gemeente  
Grootegast  
25.03.15 2015 0091  
Ontvangstdatum Dossiernummer

paraaf 

aan Poelman Zandhandel B.V. mw. Poelman  
kopie -

## 1. INLEIDING

In opdracht van Poelman Zandhandel B.V. uit Opende verzorgt Witteveen+Bos een stabiliteitsanalyse van de dijken rondom het zanddepot van Poelman Zandhandel. Poelman wint zand uit de nabijgelegen zandwinput en slaat het op in het zanddepot op hun bedrijfsterrein. Rondom het depot ligt een dijk.

De dijk is recent met 4 m verhoogd om meer opslagruimte te creëren. Naar aanleiding van deze verhoging verlangt de gemeente Grootegast een veiligheidsonderzoek naar de stabiliteit van de dijk als gevolg van de verhoging.

Het veiligheidsonderzoek bestaat uit een stabiliteitsberekening van het dijklichaam. In de voorliggende notitie is deze stabiliteitsberekening nader uitgewerkt.

## 2. REFERENTIES

De volgende referenties zijn gebruikt voor deze notitie:

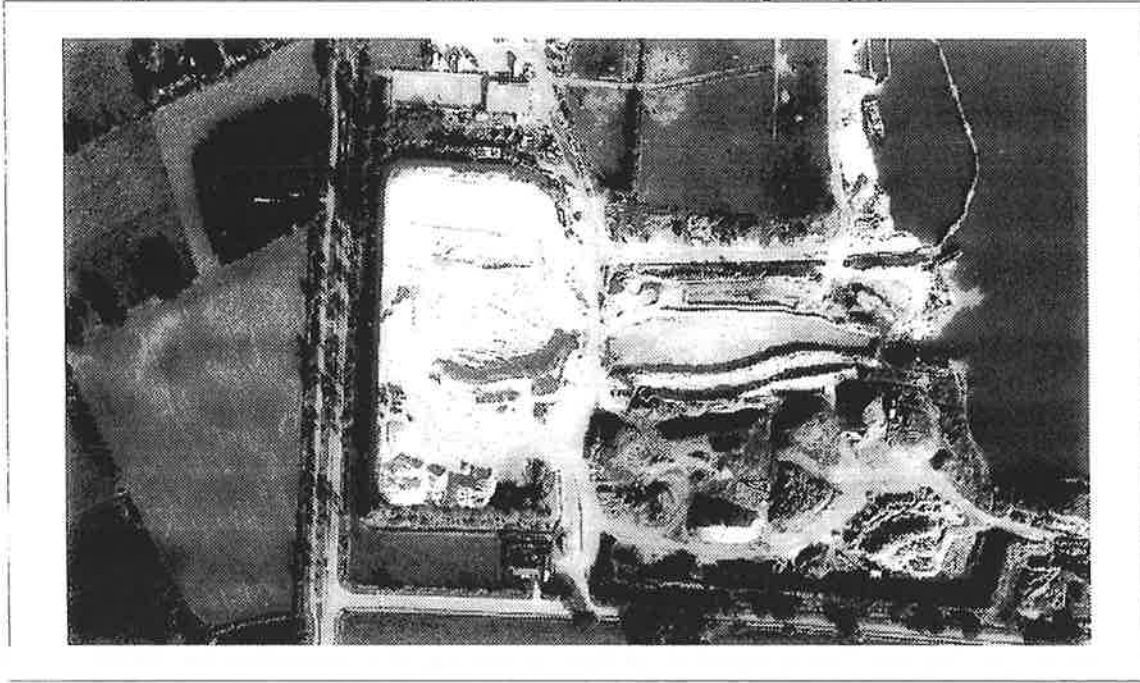
1. Eurocode 7-1; nationale bijlage NEN 9997-1+C1, geotechnisch ontwerp, d.d. april 2012;
2. grondonderzoek Dinoloket, Boringen: B11E1840, B11E1521, B11E1813.

### 3. UITGANGSPUNTEN

#### 3.1. Locatie

In afbeelding 3.1 is een bovenaanzicht van de locatie weergegeven. Het rood gearceerde gedeelte geeft de betreffende locaties aan die zijn getoetst op stabiliteit.

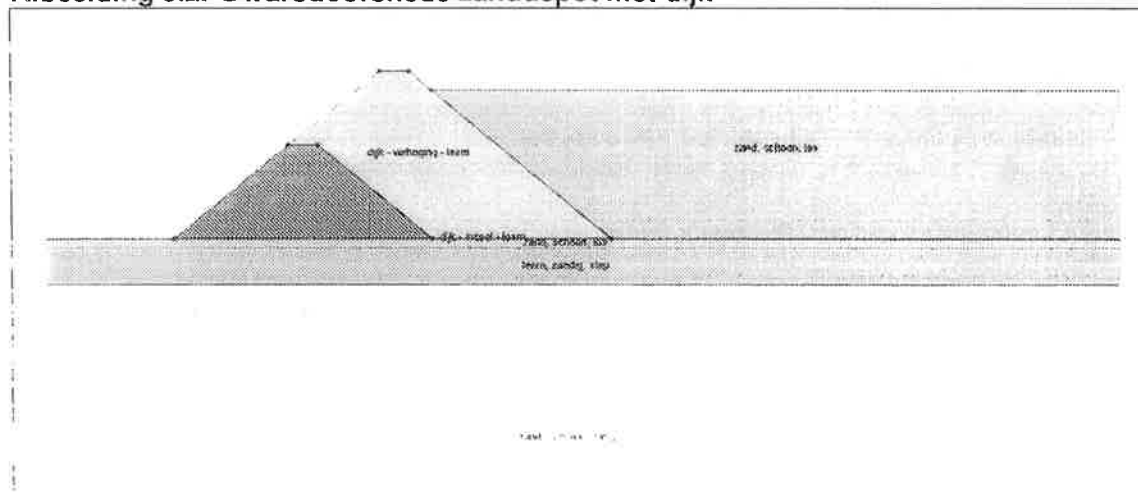
**Afbeelding 3.1. Bovenaanzicht projectlocatie (bron: Google Maps)**



#### 3.2. Geometrie en grondwaterstand

De geometrie is aangeleverd door Poelman Zandhandel B.V. In afbeelding 3.2 is een geschematiseerde dwarsdoorsnede weergegeven (lengte- en breedteschaal verschillen) en in tabel 3.1 zijn de kenmerkende geometrische eigenschappen weergegeven die zijn gebruikt als input voor de berekening.

**Afbeelding 3.2. Dwarsdoorsnede zanddepot met dijk**



**Tabel 3.1. Geometrische eigenschappen dijklichaam**

onderdeel	dimensie
niveau maaiveld	NAP + 4,00 m
niveau dijk initieel	NAP + 9,00 m
niveau dijk na recente ophoging	NAP + 13,00 m
maximale niveau zanddepot	NAP + 12,00 m
taludhelling dijklichaam	1:3
kruinbreedte	4,0 m

Voor de grondwaterstand is uitgegaan van het streefpeil in de zandwinput, NAP +1,10 m. Verder is ervan uitgegaan dat er geen externe bovenbelastingen op kunnen treden op de kruin het dijklichaam.

### 3.3. Bodemopbouw

De bodemopbouw is vastgesteld op basis van boringen uit Dinoloket [ref. 2] en op basis van informatie van Poelman Zandhandel B.V. De boringen geven aan dat de bodemopbouw voornamelijk uit zand bestaat. Een en ander is aannemelijk gezien de aanwezigheid van de zandwinput. De ondiepe bodemopbouw is vastgesteld op basis van de boringen. De diepe bodemopbouw en het materiaal waaruit de dijken zijn opgebouwd, is vastgesteld op basis van informatie van Poelman Zandhandel B.V. De boringen zijn bijgevoegd in bijlage I.

In tabel 3.2 is de bodemopbouw weergegeven met de bijbehorende geotechnische parameters. In tabel 3.3 zijn de geotechnische parameters weergegeven van het dijklichaam en het zanddepot. De parameters zijn gebaseerd op [ref. 1].

**Tabel 3.2. Grondparameters bodem representatief**

grondsoort	niveau bovenkant laag [m NAP]	volumiek gewicht $\gamma / \gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	hoek van inwendig wrijving $\phi$ [°]	cohesie $c'$ [kPa]
zand, lemig, los	+ 4,00	17 / 19	27,5	0
leem, zandig, slap	+ 3,50	19 / 19	27,5	0
zand, schoon, matig	+ 1,50	18 / 20	32,5	0

**Tabel 3.3. Grondparameters dijk en zanddepot representatief**

grondsoort	volumiek gewicht $\gamma / \gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	hoek van inwendig wrijving $\phi$ [°]	cohesie $c'$ [kPa]
dijklichaam - leem	20 / 20	27,5	1,0
zand in zanddepot	17 / 19	30,0	0

Het dijklichaam is opgebouwd uit zandige leem wat vrijkomt als restproduct bij de zandwinning. Het volumiek gewicht en daarmee de cohesie zijn hoger dan de leemlagen in de natuurlijke situatie. Dit wordt veroorzaakt door de hogere mate van verdichting die bereikt is door het verdichten van de dijklichamen.

### 3.4. Berekeningswijze

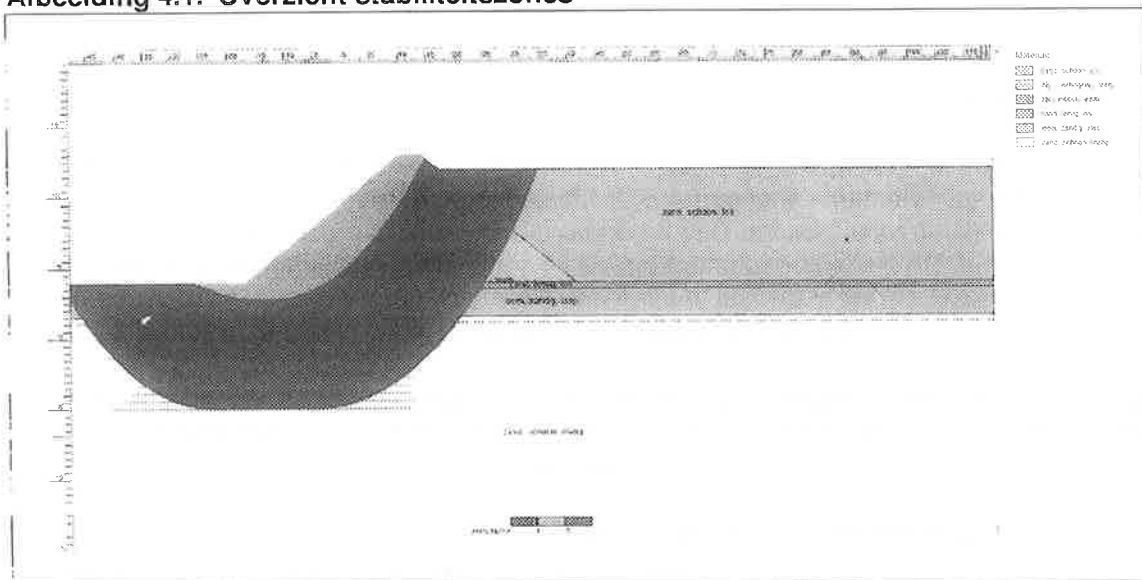
De stabiliteit is berekend met behulp van het programma D Geo-Stability, conform de methode Bishop, in de berekening is de veiligheidsfilosofie gehanteerd uit [ref 1]. De partiële factoren zijn toegepast met inachtneming van veiligheidsklasse RC2 (Tabel A4a, NEN9997-1, ref. 1).

De stabiliteitsfactor van het dijklichaam dient, met inachtneming van de partiële factoren uit [ref. 1], groter te zijn dan 1 om te voldoen aan de voorwaarde van de gemeente Grootegast.

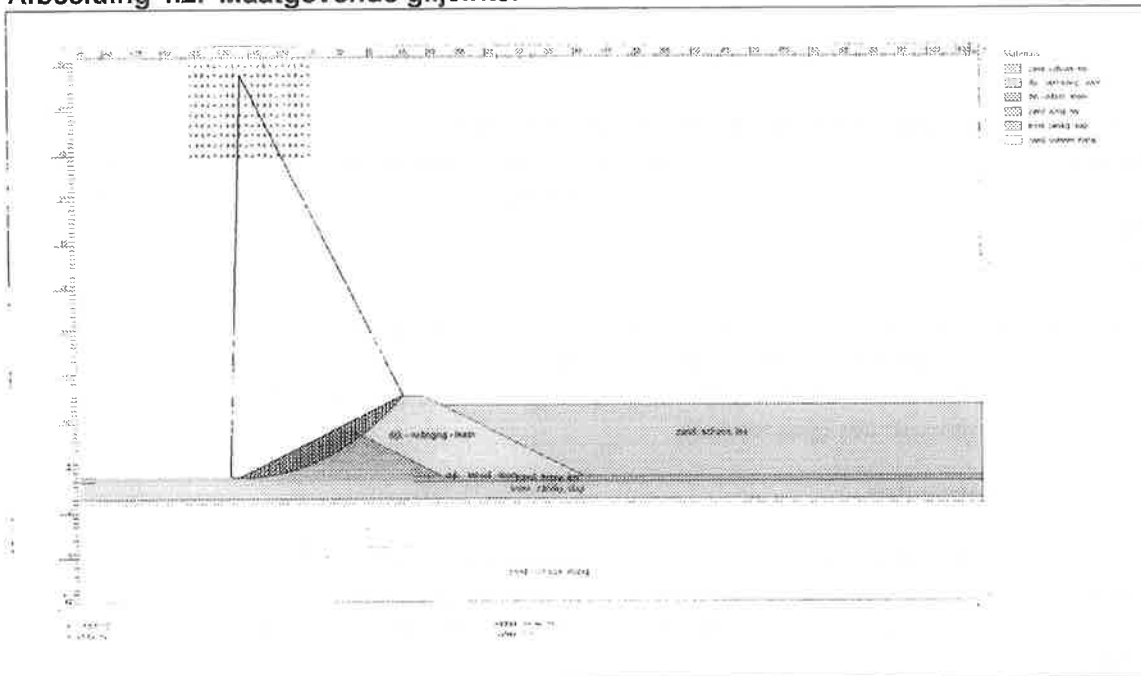
#### 4. BEREKENINGSRESULTATEN

De stabiliteit is beschouwd voor de maatgevende snede. In afbeeldingen 4.1 en 4.2 zijn de resultaten van de stabiliteitsberekening weergegeven. In bijlage II zijn de berekeningsuitvoeren weergegeven.

**Afbeelding 4.1. Overzicht stabiliteitszones**



**Afbeelding 4.2. Maatgevende glijcirkel**



De voorgaande afbeeldingen geven weer dat het dijklichaam rondom het zanddepot stabiel is. De stabiliteitsfactor bedraagt 1,4 en is daarmee groter dan de minimaal benodigde waarde van 1,0.

## **5. CONCLUSIE**

De stabiliteit van het dijklichaam rondom het zanddepot is met een stabiliteitsfactor van 1,4 voldoende veilig. Het talud van het dijklichaam is voldoende flauw, uitgaande van de opgegeven uitgangspunten, om afschuivingen te voorkomen.



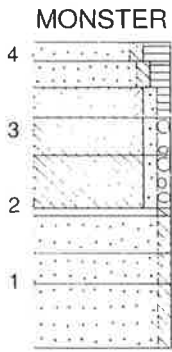
## BIJLAGE I GRONDERZOEK





DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV  
(4,17)



Geboord tot  
NAP 0,12 m

DIEPTE NAP [m]

LAAG	VAN	TOT
1	4,17	3,92
2	3,92	3,57
3	3,57	3,17
4	3,17	2,67
5	2,67	1,97
6	1,97	1,87
7	1,87	1,37
8	1,37	0,97
9	0,97	0,12

BESCHRIJVING

zand, zwak siltig, sterk humeus; donker-, bruin 'ZMF'

zand, zwak siltig, matig humeus; bruin-, grijs 'ZMF'

klei, zwak zandig, zwak humeus; bruin-, grijs 'ger.prof zwak gleyhoudend'

leem, zwak zandig, zwak grindig; wit-, grijs 'zandlaagjes zwak gleyhoudend'

leem, zwak zandig, zwak grindig; licht-, grijs 'matig gleyhoudend'

zand, zwak siltig; geel-, wit 'ZMF'

zand, zwak siltig; geel-, wit 'ZMF'

zand, zwak siltig; grijs-, geel 'ZMF'

zand, zwak siltig; grijs-, geel 'ZZF'

Einde Boring B11E1840



Gemeente  
Grootegast

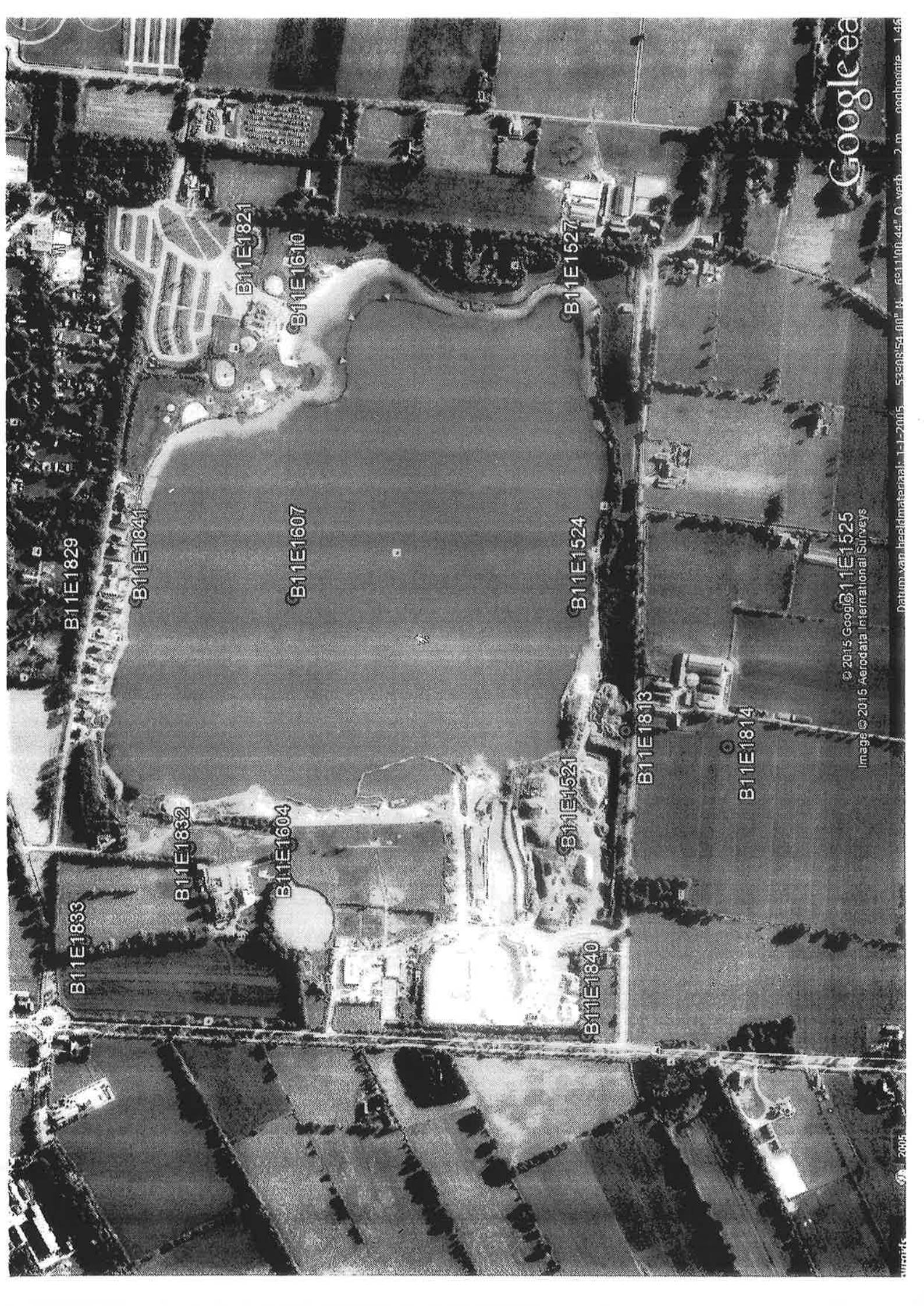
33. 15 115 0 0 0

Ontvangstdatum

Dossiernummer

X = 207776 m Y = 573630 m (RD)

telefoon	datum	get
telefax	2004-07-06	
	DINO-BOR	gez
	BIJL.	form A4



B11E1833

B11E1832

B11E1604

B11E1840

B11E1521

B11E1813

B11E1814

B11E1829

B11E1841

B11E1607

B11E1524

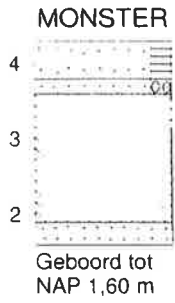
B11E1821

B11E1610

B11E1527

DIEPTE (m) tov NAP

MV  
(4,30)



		DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
LAAG		VAN	TOT	
1	1	4,30	3,80	ZH2=???; donker-, grijs ZG=???; bruin 'ZMFO' S%=0 ZM=160.000 mm
2	2	3,80	3,60	
3	3			leem; licht-, grijs 'KEL' S%=34 ZM=160.000 mm
4	3	3,60	1,90	
	4	1,90	1,60	zand; licht-, grijs 'ZMFO' S%=0 ZM=150.000 mm

Einde Boring B11E1521



Gemeente  
Grootegast

25.03.15 2015 0091

Ontvangstdatum

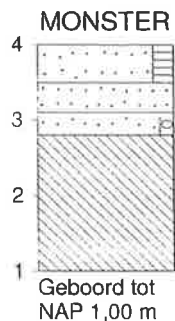
Dossienummer

maaiveld: NAP 4,30 m  
X = 208010 m Y = 573660 m (RD)

	Telefoon Telefax	datum	get
		DINO-BOR	get
		BIJL.	form A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV  
(4,00)



LAAG	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
	VAN	TOT	
1	1	4,00	ZH2=???; donker-, grijs
2	2	3,50	zand; licht-, geel-, grijs
3	3	3,10	'ZMFO' S%=0 ZM=155.000 mm
4	-3	3,10	ZG1=???; licht-, grijs
			'ZMFO' S%=0 ZM=160.000 mm
	-4	2,80	1,00 leem; licht-, grijs
			'KEL' S%=34 ZM=160.000 mm

Einde Boring B11E1604

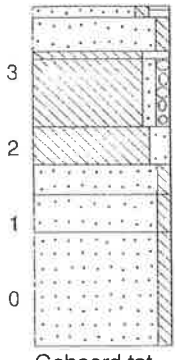
maaiveld: NAP 4,00 m  
X = 208010 m Y = 574000 m (RD)

Telefoon Telefax	datum	gel.
	DINO-BOR	gez.
	BIJL.	form. A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV  
(3,88)

**MONSTER**



Geboord tot  
NAP -0,62 m

LAAG	DIEPTE NAP [m]	
	VAN	TOT
1	1	3,88
2		3,73
3		
4	-2	3,73
5		3,28
6	-3	3,28
7	-4	3,18
		2,28
8	-5	2,28
		1,78
	-6	1,78
		1,38
	7	1,38
		0,88
	8	0,88
		-0,62

**BESCHRIJVING**

zand, zwak siltig, matig humeus; bruin-, grijs  
'ZMF'

zand, zwak siltig; bruin-, grijs  
'ZMF'

leem, sterk zandig; licht-, grijs

leem, zwak zandig, zwak grindig; bruin-, grijs  
'zwak gleyhoudend'

LZ2=???; grijs

zand, zwak siltig; wit  
'ZMF'

zand, zwak siltig; wit  
'ZMF'

zand, zwak siltig; wit  
'ZZF'

Einde Boring B11E1813

 Gemeente  
Grootegast

25.03.15 2015 0091

Ontvangstdatum      Dossiernummer

X = 208159 m    Y = 573584 m (RD)

Telefoon Telefax	datum	get.
	2004-06-12	
	DINO-BOR	gez.
	BIJL.	fom A4



BIJLAGE II D GEO STABILITY UITVOEREN

 Gemeente  
Grootegast

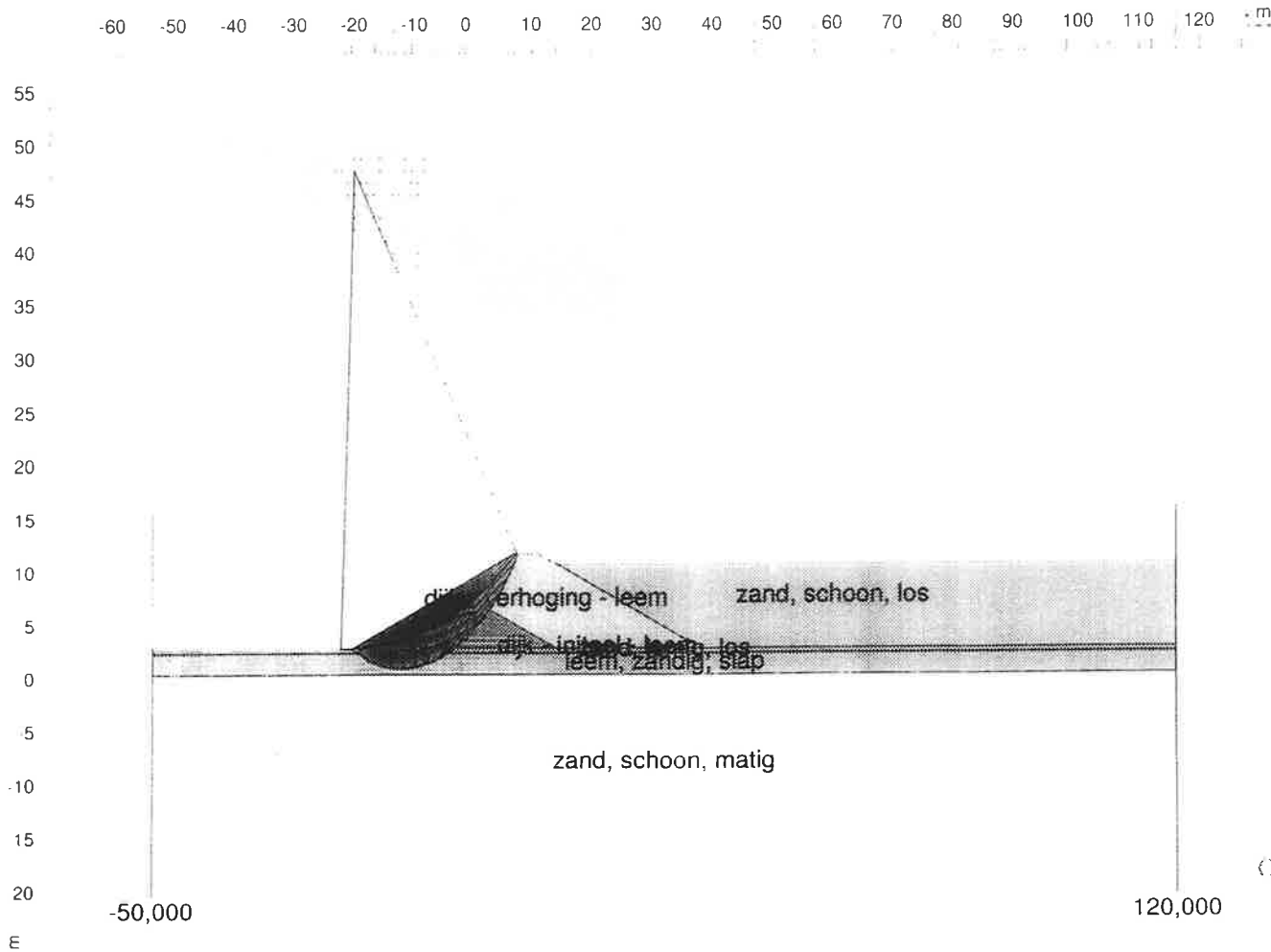
25.03.15 2015 0091

Ontvangstdatum      Dossiernummer





# Shear Stress Bishop



- Materials**
- zand, schoon, los
  - dijk - verhoging - leem
  - dijk - initeel - leem
  - zand, schoon, los
  - leem, zandig, slap
  - zand, schoon, matig







Gemeente Grootegast  
 25.03.15 2015 0091  
 Ontvangstdatum      Dossiernummer

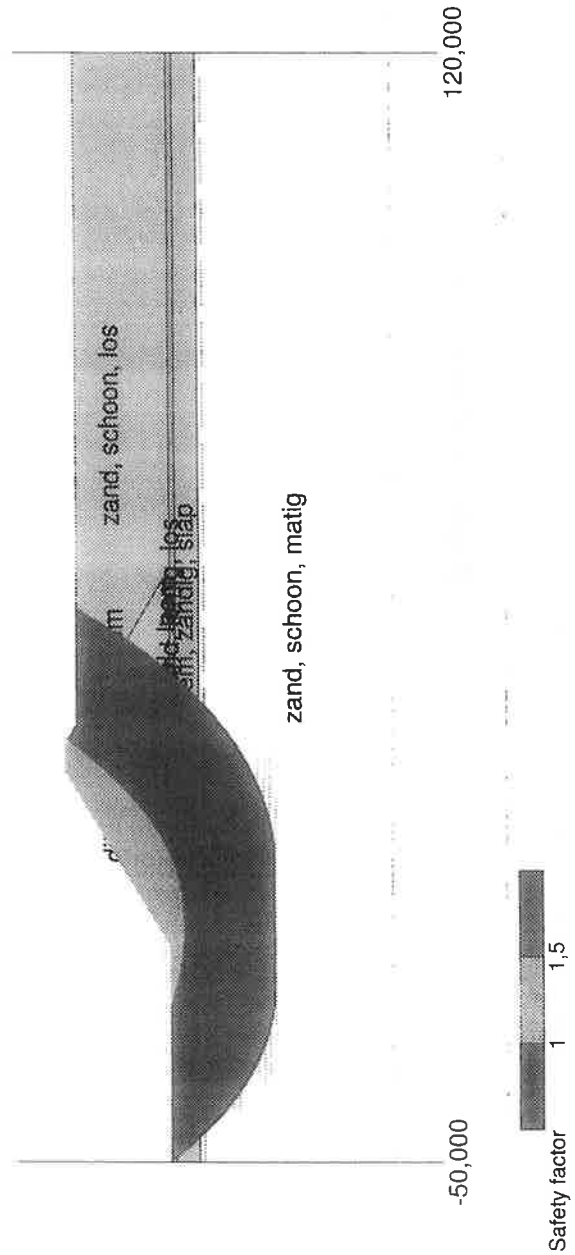
Xm : -16,58 [m]      Radius : 44,94 [m]      Max. stress : 14,930 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Ym : 48,89 [m]      Safety : 1,40      Min. stress : 0,034 [kN/m<sup>2</sup>]

**Witteveen** | **Bos**  
 K.R. Poststraat 100-3      Phone 35 7 68 1 8 00  
 -berivaren      31

Stabiliteitsberekening dijklichaam depot Poelman  
 Veiligheidsklasse RC2  
 Grondonderzoek: B11E1840 en B11E1521  
 24-03-2015      OPD2-1      Annex  
 JPS      A4

# Safety Overview

- Materials**
-  zand, schoon, los
  -  dijk - verhoging - leem
  -  dijk - initeel - leem
  -  zand, lemig, los
  -  leem, zandig, slap
  -  zand, schoon, matig



D-Geo Stability 10.1 : OPD2-1 Stabiliteitsberekening dijk Zandhandel Poelman.st

**Witteveen** **Bos**

K.R. Poststraat 100-3  
Heerenveen

Phone 0513 68 18 00  
Fax

date	dw.
24-03-2015	JPS
OPD2-1	ctr.
Annex	form.
	A4

Stabiliteitsberekening dijklichaam depot Poelman  
Veiligheidsklasse RC2  
Grondonderzoek: B11E1840 en B11E1521

Program : D-Geo Stability  
 Version : 10.1.4.3  
 Release : Unknown  
 Company : Witteveen+Bos R.I. B.V.  
 Date : 23-03-2015  
 Time : 16:26:44

Project title : D:\Werkmap SCHJ20\lopende projecten\OPD2-1\D-Geo Stability\OPD2-1 Stabiliteitsberekening  
 Report title : D:\Werkmap SCHJ20\lopende projecten\OPD2-1\D-Geo Stability\OPD2-1 Stabiliteitsberekening  
 ----- BEGINNING OF DATA -----

ECHO OF THE INPUT

Problem identification : Stabiliteitsberekening dijklichaam depot Poelman  
 : Veiligheidsklasse RC2

Calculation model : Bishop  
 Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES

Boundary No.	Co-ordinates [m]
1 - X	50.00 17.00 -2.00 10.00 14.00 17.00
1 - Y	4.00 4.00 9.00 13.00 13.00 12.00
2 - X	120.00
2 - Y	12.00
3 - X	50.00 -17.00 -2.00 10.00 14.00 17.00
3 - Y	4.00 4.00 9.00 13.00 13.00 12.00
4 - X	41.00 120.00
4 - Y	4.00 4.00
5 - X	-50.00 17.00 -2.00 2.00 17.00 41.00
5 - Y	4.00 4.00 9.00 9.00 4.00 4.00
6 - X	120.00
6 - Y	4.00
7 - X	50.00 120.00
7 - Y	4.00 4.00
8 - X	50.00 120.00
8 - Y	4.00 4.00
9 - X	50.00 120.00
9 - Y	4.00 4.00
10 - X	50.00 120.00
10 - Y	4.00 4.00

LINE LOADS

Line No.	Co-ordinates [m]
1 - X	50.00 120.00
1 - Y	4.00 4.00

For weights and water content or consolidation use the following  
 The groundwater level is determined by the fixed points

FIXED POINTS

No forbidden lines were input.

SOIL PROPERTIES

Layer No.	Material name
6	zand, schoon, los
5	dijk - verhoging - leem
4	dijk - initeel - leem
3	zand, lemig, los
2	leem, zandig, slap
1	zand, schoon, matig

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	PL-line top	PL-line bottom
6	17.00	19.00	1	1
5	20.00	20.00	1	1
4	20.00	20.00	1	1
3	17.00	19.00	1	1
2	19.00	19.00	1	1
1	18.00	20.00	1	1

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Cu/Pc [-]	POP [kN/m2]	Cu top [kN/m2]	Cu bot. [kN/m2]	Cu grad. [kN/m2/m]
6	0.00	24.79	-	-	-	-	-
5	0.69	22.61	-	-	-	-	-
4	1.00	22.61	-	-	-	-	-
3	0.00	22.61	-	-	-	-	-
2	0.00	22.61	-	-	-	-	-
1	0.00	27.01	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <= 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

X co-ordinate grid left : -25.00 [m]  
 X co-ordinate grid right : 5.00 [m]  
 Number of grid points in X = direction : 20  
 Y co-ordinate grid bottom : 40.00 [m]  
 Y co-ordinate grid top : 50.00 [m]  
 Number of grid points in Y = direction : 10  
 Y co-ordinate tangent smallest circle : 5.00 [m]  
 Y co-ordinate tangent biggest circle : 5.00 [m]  
 Number of circles per grid point : 20

No fixed points input.

Total number of center points in the grid : 200  
 Total number of slip circles in the grid : 4000

LINE LOADS

No line loads input.

UNIFORM LOAD

No uniform loads were input.



25.03.15 2015 0091

Ontvangstdatum Dossiernummer

FIXED POINTS

W Free soil slope was input.

GEOTEXTILES

-----

W Geotextiles were input.

NAILS

---

W Nails were input.

EARTHQUAKE

-----

W Earthquake factors were input.

.....  
\*\*\*\*\* The input has been tested, and is correct. \*\*\*\*\*  
.....

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS

-----

Information on the critical circle : Fmin = 1.0396  
Calculation method used : Bishop + 1/2 phi

W Coordinate center point : 16.58 [m]  
Y Coordinate center point : 48.89 [m]  
R Radius of critical circle : 44.94 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

W Total driving moment : -13491.17 [kNm/m]  
Driving moment free water : 0.00 [kNm/m]  
Driving moment external loads : 0.00 [kNm/m]  
Generated resisting moment : 13491.17 [kNm/m]  
W Generated resisting moment : 18202.70 [kNm/m]

-----  
END OF D Geo Stability OUTPUT  
-----