

AAN : R. Pen; G. de Pijper
 VAN : R.D. van der Kamp
 KOPIE : J.G. Jansen; A. van Schaik
 DATUM : 31-10-2014
 KENMERK : SAAONE-GKU-MEM-100083-1.0

ONDERWERP : K053 – Toets hijsplateau Naardertrekvaart

BETREFT : SAAONE-TV-00177 / T3-GKU-043

1 Inleiding

Ten behoeve van K053 is realisatie civiel voornemens de PIQ liggers van K053 te gaan monteren. Om de liggers met behulp van een tweetal telekranen te monteren is het noodzakelijk om binnen het dijk legger profiel van Waternet de kranen op te stellen. In verband met de hoge stempelkrachten door de telekranen en de restricties vanuit de Keur vergunning is het noodzakelijk om een stabiliteitsberekening van het dijklichaam te maken. Het betreft het dijklichaam langs de Naardertrekvaart aan beide zijden.

In voorliggend memo wordt een draagkracht analyse uitgevoerd op basis van een fundering op staal berekening en een stabiliteit berekening van het dijklichaam conform NEN 9997-1+C1:2012.

2 Referenties

- [1] Spanbeton; Tekening; Kraanopstelling veld 1-2 en 3-4; order nr. 1301417; d.d. 14-10-2014.
- [2] SAAONE; Tekening: SAAONE-OCC-TEK-300016-2.0; Overzicht dijkprofiel; d.d. 23-01-2014.

Tekening [1] is opgenomen in Bijlage B.

3 Bodemopbouw

Op basis van het beschikbare grondonderzoek, bestaande uit sonderingen K053-003, 004, 005 en 006, is een representatieve bodemopbouw bepaald. De representatieve bodemopbouw is weergegeven in Tabel 3-1. Het beschikbare grondonderzoek is opgenomen in Bijlage A.

Tabel 3-1 Bodemopbouw

Grondlaag	bk. Grondlaag [m NAP]	ok. Grondlaag [m NAP]
Toplaag, zand	+0,4	-0,5
Veen	-0,5	-2,0
Zand, los	-2,0	-5,5
Zand, matig	-5,5	v.d.

Het waterpeil / polderpeil bedraagt NAP-0,25m. Als freatische grondwaterstand is uitgegaan van het polderpeil plus een toeslag ten gevolge van opbolling, namelijk NAP+0,0m.

Het hijsplateau wordt gerealiseerd bovenop het leggerprofiel van het dijklichaam, namelijk NAP +0,4m

4 Uitgangspunten en randvoorwaarden

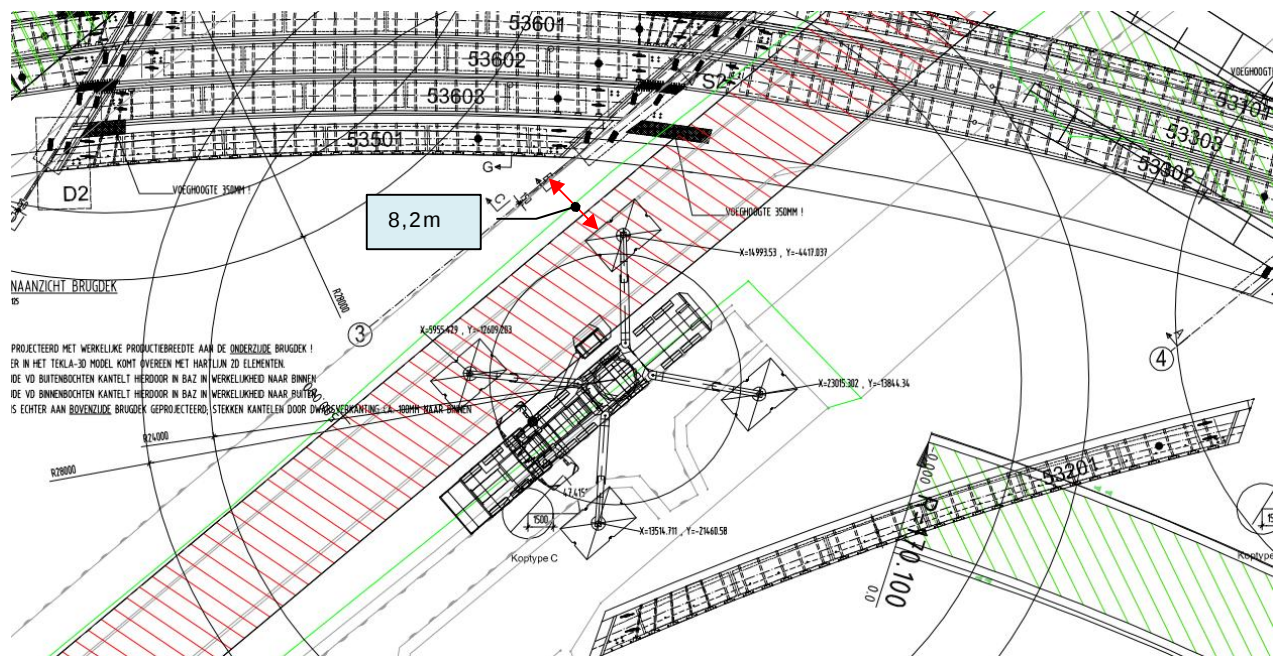
Ten behoeve van de beschouwing zijn de volgende algemene uitgangspunten en randvoorwaarden aangehouden:

- De telekranen worden opgesteld langs de Naardertrekvaart bovenop het leggerprofiel van het dijklichaam, namelijk NAP+0,4m.
- De rand van het stempelschot wordt geplaatst op 4,0m uit kant asfalt aan de Naardertrekvaart zijde wat neerkomt op circa 8,2m uit de waterlijn Naardertrekvaart conform tekening [1].
- De telekraan betreft een 650 tons kraan met de volgende specificaties, conform tekening [1]:
 - o Gewicht kraan: 650 ton = 1625 kN (rekenwaarde $\cdot 1,35 = 2190$ kN)
 - o Stempelbasis: 12,2 x 12,4 meter
 - o Stempelschot: 2,4 x 3,8 meter
 - o Max stempelbelasting: 175,9 ton = 1759 kN (rekenwaarde $\cdot 1,35 = 2375$ kN)
- Er wordt vanuit gegaan dat de belasting vanuit de kraan centrisc h op het stempelschot aangrijpt.
- De maximale stempelbelasting treedt op tijdens h ijsen van de liggers.
- Ten behoeve van de toetsing in de uiterste grenstoestand is uitgegaan van betrouwbaarheidsklasse RC1 (*Reliability Class*). Hiertoe is de belasting vermenigvuldigd met een belastingsfactor van $\gamma_Q=1,35$ ($0,9 \times 1,5$), conform NEN9997-1+C1. De totale belasting inclusief belastingsfactor bedraagt dan 2375 kN ($1759 \text{ kN} \times 1,35$).
- De geotechnische sterkteparameters zijn aangehouden conform Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Geotechnische sterkteparameters (karakteristieke waarden)

Grondlaag	Volumiek gewicht: $\gamma_{\text{dry}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	Hoek van inwendige wrijving: ϕ' [°]	Cohesie: c' [kN/m ²]	Ongedraineerde schuifsterkte: c_u [kN/m ²]
Toplaag, zand	17 / 19	30	--	--
Veen	11 / 11	17,5	1,0	10
Zand, los	18 / 20	30	--	--
Zand, matig	18 / 20	32,5	--	--

In Figuur 4-1 is de kraanopstelling weergegeven uit tekening [1]. In de figuur is de afstand tot de waterlijn ingetekend. De afstand bedraagt circa 8,2m. In overleg met Spanbeton en realisatie Team 3 is deze afstand afgesproken.



Figuur 4-1 Kraanopstelling aan de noordzijde van de Naardetrekvaart (Bron tekening [1])

5 Berekeningsresultaten toets hijsplateau

5.1 Berekeningsresultaten draagkracht ondergrond

De berekeningsresultaten van de draagkracht van de ondergrond zijn weergegeven in Tabel 5-1. De berekening is opgenomen in Bijlage C.

Tabel 5-1 Berekeningsresultaten draagkracht ondergrond

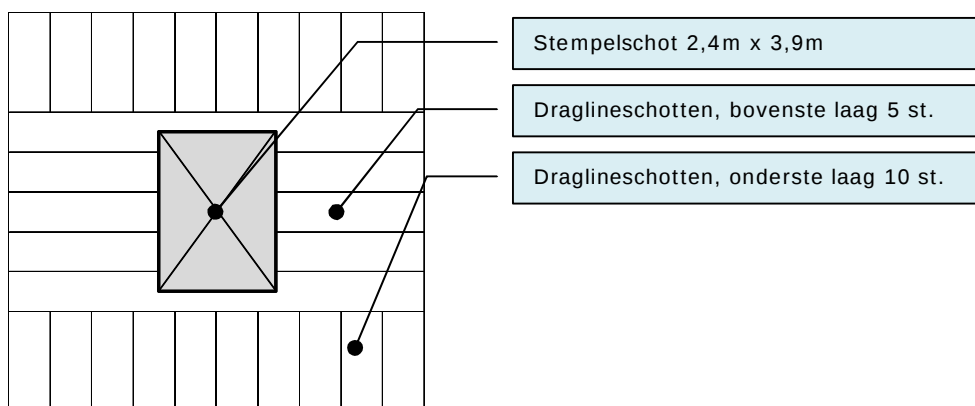
Specificatie			Opmerkingen
Oppervlak belaste dragline schotten	B x L	10 x 10 m	Dubbele laag dragline schotten (zie §5.2)
Funderingsniveau		NAP +0,4m	
Gronddekking	d	0,0m	Geen gronddekking i.v.m. draglineschotten
Rekenwaarde belasting gedraineerd	F _s ;v;d	2375 kN	NAP +0,4m
Draagvermogen gedraineerd	F _r ;v;d	2483 kN	
Veiligheid factor	SF	1,05	Voldoet
Rekenwaarde belasting ongedraineerd	F _s ;v;d	4232 kN	Fictief funderingsniveau NAP-0,5m ⁽¹⁾
Draagvermogen ongedraineerd	F _r ;v;d	4265 kN	
Veiligheid factor	SF	1,01	Voldoet
Rekenwaarde belasting squeezing	F _s ;v;d	4232 kN	Fictief funderingsniveau NAP-0,5m ⁽¹⁾
Draagvermogen ongedraineerd	F _r ;v;d	11.869 kN	
Veiligheid factor	SF	2,80	Voldoet
Kantelen	--	--	$e_B \geq \frac{1}{3}B \rightarrow$ Voldoet
Afschuiven	--	--	Geen horizontale belastingen aanwezig

Opmerkingen:

⁽¹⁾ Het fictief funderingsniveau wordt beschouwd aan de bovenzijde van de eerstvolgende cohesieve laag onder werkelijk funderingsniveau. Het funderingsoppervlak wordt onder een hoek van 8° naar beneden doorgezet tot aan de cohesieve laag. De eerstvolgende cohesieve laag betreft de grondlaag 'Veen' van NAP-0,5m tot NAP-2,0m.

5.2 Opbouw draglineschotten en opstelling stempelschot

Ten behoeve van voldoende belastingspreiding dienen de telekranen op dragline schotten geplaatst te worden. De Dragline schotten dienen een oppervlak te bestrijken van 10m x 10m. Om voldoende spreiding te genereren dient er een dubbele laag draglineschotten kruislings bovenop elkaar te worden toegepast. Het stempelschot van de kraan dient minimaal 5 dragline schotten van de bovenste laag te belasten conform Figuur 5-1. Het stempelschot van de kraan dient centrisch op de dragline schotten geplaatst te worden.



Figuur 5-1 Opbouw draglineschotten: 10m x 10m kruislings bovenop elkaar

5.3 Berekeningsresultaten stabiliteit dijklichaam

Ten gevolge van de spreiding van de belasting over 10m x 10m, conform §5.1, ligt de rand van het hijsplateau dichterbij de waterlijn van de Naardertrekvaart, namelijk op 4,4m. De rand van het stempelschot ligt op 8,2m.

De stabiliteit wordt berekend in zowel een gedraineerde situatie en een ongedraineerde situatie. In de gedraineerde situatie is alleen het totale gewicht van de kraan in rekening gebracht en in de ongedraineerde situatie is het hijsen van de liggers, dus maximale stempeldruk, in rekening gebracht. Deze rekenwijze is gekozen aangezien de maximale stempeldruk kortdurend zal optreden en derhalve de cohesieve veenlaag ongedraineerd zal reageren.

De berekeningsresultaten van de stabiliteit van het dijklichaam zijn weergegeven in Tabel 5-2. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage D.

Tabel 5-2 Berekeningsresultaten stabiliteit dijklichaam

Berekening	Stempeldruk [kN]	Gespreide belasting [kN/m ²]	Toetsing	Berekende veiligheidsfactor SF [-]
Gedraineerd	2190	21,90	UGT; RC1	1,00 ⁽¹⁾
Ongedraineerde veenlaag	2375	23,75	UGT; RC1	1,03 ⁽¹⁾

Opmerkingen:

⁽¹⁾ Er wordt getoetst aan een minimale veiligheidsfactor van 1,00 in de uiterste grenstoestand bij betrouwbaarheidsklasse RC1.

Op basis van de berekende veiligheidsfactoren wordt geconcludeerd dat voldoende veiligheid behaald wordt tijdens het opstellen van de kraan (gedraineerde situatie) en tijdens het hijsen van de liggers (ongedraineerde veenlaag) voor K053.

6 Conclusie

Uit de uitgevoerde toets van het hijsplateau naast de Naardertrekvaart welke wordt toegepast voor het in hijsen van de PIQ liggers voor K053 wordt geconcludeerd dat de draagkracht van de ondergrond en de stabiliteit van het dijklichaam gewaarborgd zijn wanneer de kraan opgesteld wordt op hijsplateau van 10m x 10m.

Voor bovenstaande conclusie gelden de onderstaande voorwaarden / uitgangspunten, zie tevens hoofdstuk 5:

- Toepassing van dragline schotten van 10m lengte in twee lagen kruiselings op elkaar, waarbij het stempelschot van de kraan minimaal 5 draglineschotten van de bovenste laag belast conform Figuur 5-1.
- De rand van het hijsplateau, bestaande uit dragline schotten, dient op minimaal 4,4m uit de waterlijn geplaatst te worden. De afstand tot de kruinlijn bedraagt circa 3,1m.
- De rand van het stempelschot dient op 8,2m uit de waterlijn geplaatst te worden.

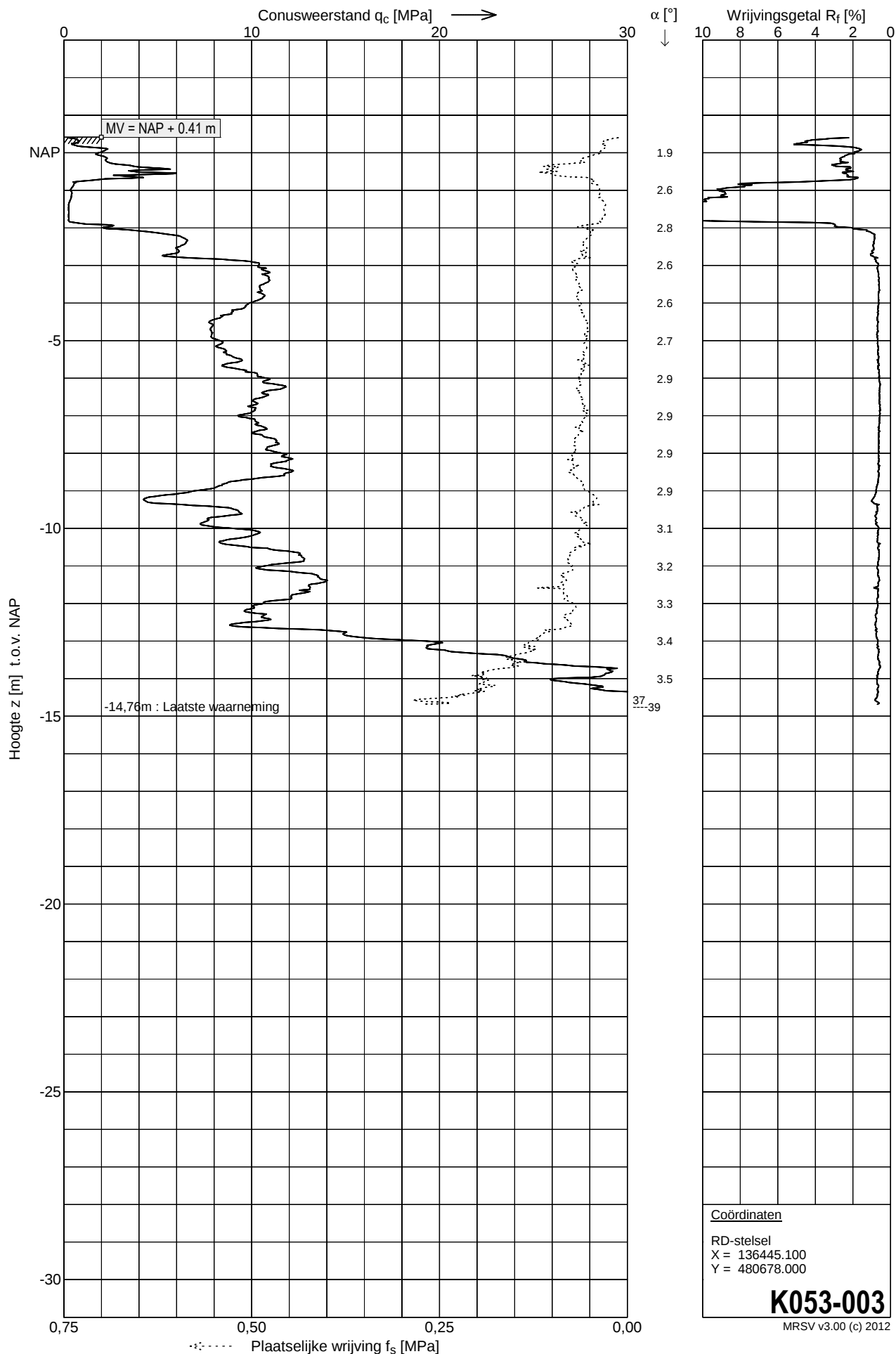
Indien de kraanopstelling en/of maximale stempelbelasting wijzigen dient dit teruggekoppeld te worden met de geotechnisch adviseur van SAAone en zal de situatie herbeschouwd moeten worden.

BIJLAGE A BESCHIKBAAR GRONDONDERZOEK K053

Sondering K053-003

Opdracht : 1204091 Conus nummer : S10CFII.937
 Plaats : Muidenberg Soort conus : Elektrisch
 Datum : 12-09-2013 Opp. conuspunt : 1000 mm²
 Project : Grondonderzoek SAA-A1-A6

NEN-EN-ISO-22476-1
 Klasse, type : 2, TE1
 Wagen : 4
 Blad : 1 van 1

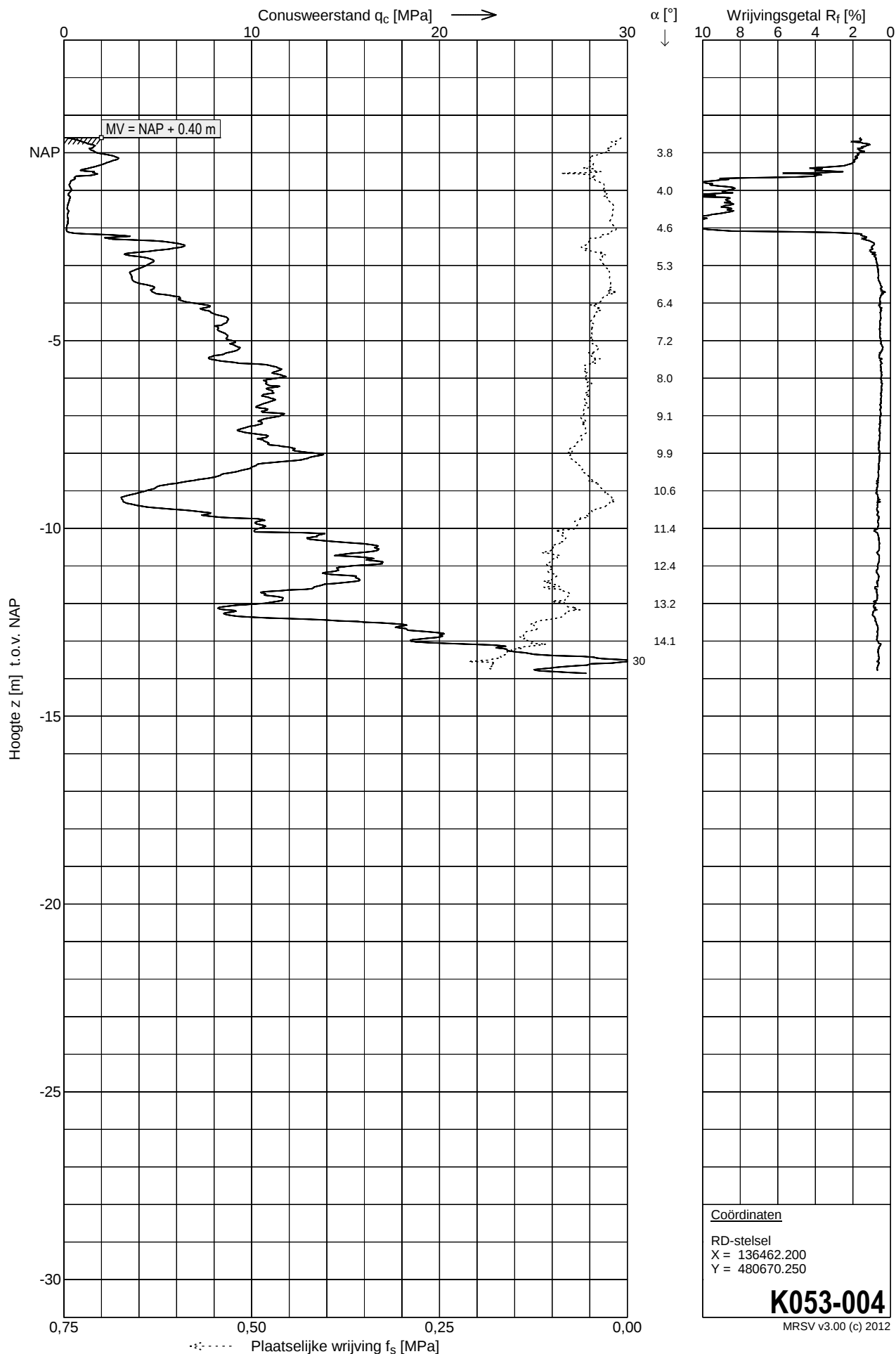


Sondering K053-004

Opdracht : 1204091
Plaats : Muidenberg
Datum : 11-09-2013
Project : Grondonderzoek SAA-A1-A6

Conus nummer : S10CFII.937
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse, type : 2, TE1
Wagen : 4
Blad : 1 van 1

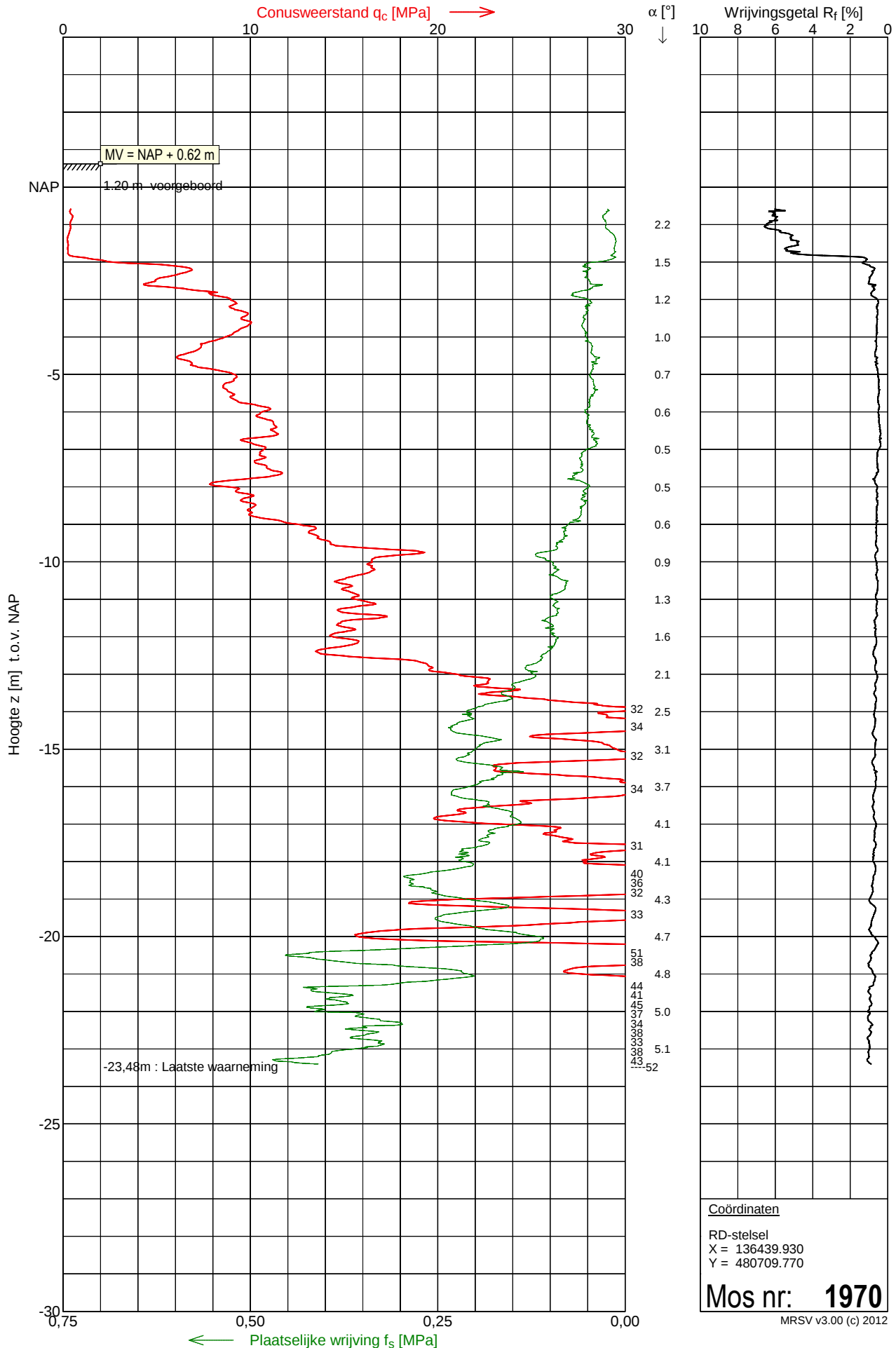


Sondering K053-005

Opdracht : 1400097
Plaats : Muiderberg
Datum : 28-05-2014
Project : Grondonderzoek SAA-A1-A6

Conus nummer : S15-CFII.1079
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : SW12
Blad : 1 van 1

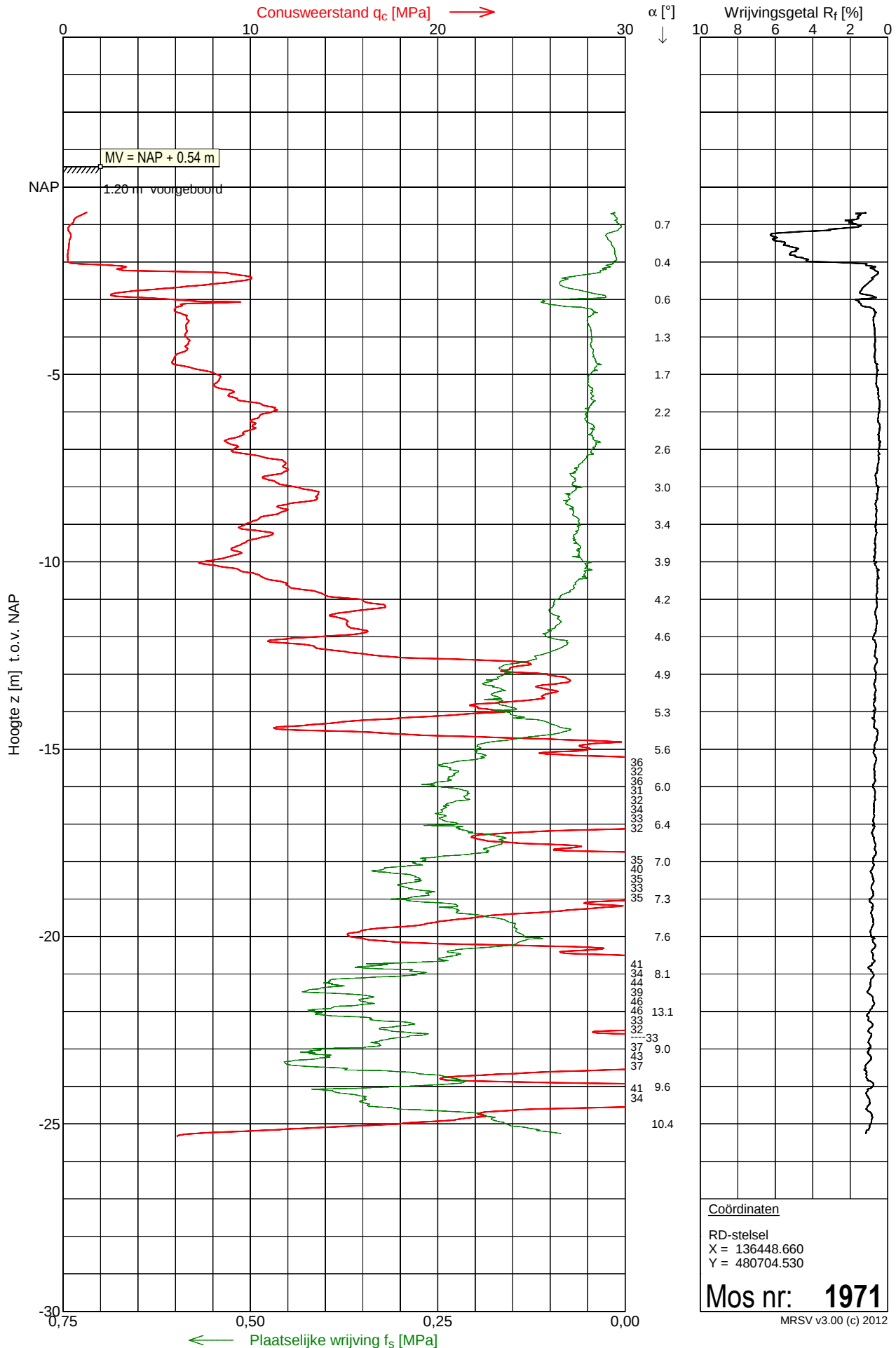


Sondering K053-006

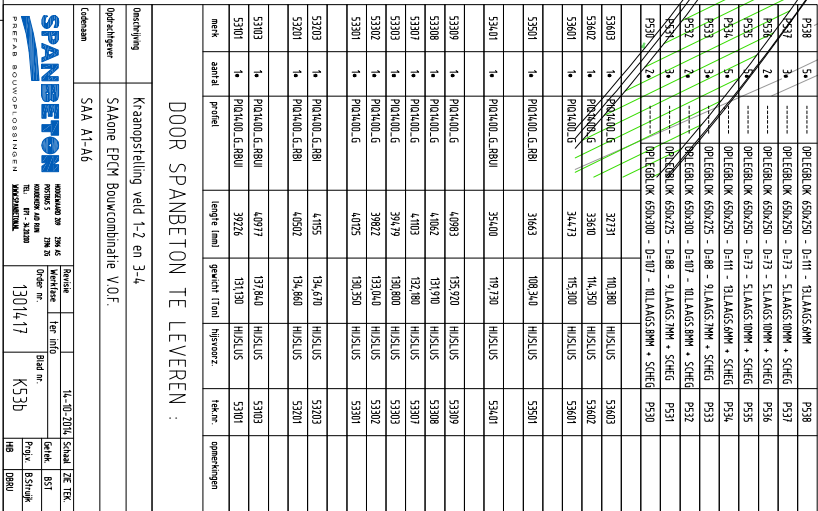
Opdracht : 1400097
Plaats : Muiderberg
Datum : 28-05-2014
Project : Grondonderzoek SAA-A1-A6

Conus nummer : S15-CFII.1079
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : SW12
Blad : 1 van 1



BIJLAGE B TEKENING SPANBETON KRAANOPSTELLING



BIJLAGE C BEREKENINGSRESULTATEN
DRAAGKRACHTANALYSE KRAAN

4. Bezwijkvlak

Bepaling = berekend

Gedraineerd

$$\begin{aligned}\phi'_{d,gem} &= 21,9 \text{ [}^\circ\text{]} \\ b' &= 10 \text{ [m]} \\ a_e / b' &= 2,66 \text{ [-]} \\ z_e / b' &= 1,24 \text{ [-]} \\ a_e &= 26,64 \text{ [m]} \\ z_e &= 12,36 \text{ [m]} \\ \text{Diepte} &= -11,96 \text{ [NAP .. m]}\end{aligned}$$

Pons

$$\begin{aligned}\phi'_{d,gem} &= -- \text{ [}^\circ\text{]} \\ b' &= -- \text{ [m]} \\ a_e / b' &= -- \text{ [-]} \\ z_e / b' &= -- \text{ [-]} \\ a_e &= -- \text{ [m]} \\ z_e &= -- \text{ [m]} \\ \text{Diepte} &= -- \text{ [NAP .. m]}\end{aligned}$$

5. Draagvermogen

5.1 Gedraineerd Let op: b' > l' --> check invoer afmetingen fundering

Draagvermogenfactoren

$$\begin{aligned}N_q &= 7,76 \text{ [-]} \\ N_g &= 5,45 \text{ [-]} \\ N_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Vormfactoren

$$\begin{aligned}s_q &= 1,37 \text{ [-]} \\ s_g &= 0,70 \text{ [-]} \\ s_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Reductiefactoren

$$\begin{aligned}i_q &= 1,00 \text{ [-]} \\ i_g &= 1,00 \text{ [-]} \\ i_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Factor maaiveldhelling

$$\begin{aligned}\lambda_q &= 0,27 \text{ [-]} \\ \lambda_g &= 0,18 \text{ [-]} \\ \lambda_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie II conform art. 5.2.3.3 voor bepalen reductiefactoren

$$\begin{aligned}\sigma'_{\max;d} &= 25 \text{ [kN/m}^2\text{]} && \text{maximale funderingsdruk} \\ F_{r;v;d} &= 2483 \text{ [kN]} && \text{verticale draagkracht} \\ F_{s;v;d} &= 2375 \text{ [kN]} && \text{belasting}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Veiligheidsfactor} &= 1,05 \text{ [-]} \\ \text{Conclusie:} & \text{VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN}\end{aligned}$$

5.2 Ongedraineerd

$$\begin{aligned}s_c &= 1,20 \text{ [-]} && \text{vormfactor voor de invloed van de cohesie} \\ i_c &= 1,00 \text{ [-]} && \text{reductiefactor voor de helling van de belasting} \\ \lambda_c &= 0,80 \text{ [-]} && \text{correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed van de cohesie} \\ \lambda_q &= 0,27 \text{ [-]} && \text{correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed gronddekking}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma'_{\max;d} &= 40 \text{ [kN/m}^2\text{]} && \text{maximale funderingsdruk} \\ F_{r;v;d} &= 4265 \text{ [kN]} && \text{verticale draagkracht} \\ F_{s;v;d} &= 4232 \text{ [kN]} && \text{belasting}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Veiligheidsfactor} &= 1,01 \text{ [-]} \\ \text{Conclusie:} & \text{VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN}\end{aligned}$$

5.3 Pons

n.v.t. --> Geen 'minder' draagkrachtige laag aanwezig

Draagvermogenfactoren

$$\begin{aligned}N_q &= -- \text{ [-]} \\ N_g &= -- \text{ [-]} \\ N_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Vormfactoren

$$\begin{aligned}s_q &= -- \text{ [-]} \\ s_g &= -- \text{ [-]} \\ s_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Reductiefactoren

$$\begin{aligned}i_q &= -- \text{ [-]} \\ i_g &= -- \text{ [-]} \\ i_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Factor maaiveldhelling

$$\begin{aligned}\lambda_q &= -- \text{ [-]} \\ \lambda_g &= -- \text{ [-]} \\ \lambda_c &= -- \text{ [-]}\end{aligned}$$

Opmerking

--

$$\begin{aligned}\sigma'_{\max;d} &= -- \text{ [kN/m}^2\text{]} && \text{maximale funderingsdruk} \\ F_{r;v;d} &= -- \text{ [kN]} && \text{verticale draagkracht} \\ F_{s;v;d} &= -- \text{ [kN]} && \text{belasting}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Veiligheidsfactor} &= -- \text{ [-]} \\ \text{Conclusie:} & --\end{aligned}$$

5.4 Squeezing

Opmerkingen

NEN6744 methode niet geschikt voor plaatfunderingen
Squeezende laag is 02 Veen (nr.3)

$$\begin{aligned}\sigma'_{sq;d} &= 110 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ F_{r;v;d} &= 11869 \text{ [kN]} \\ F_{s;v;d} &= 4232 \text{ [kN]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Veiligheidsfactor} &= 2,80 \text{ [-]} \\ \text{Conclusie:} & \text{VOLDOENDE SCHUIFWEERSTAND}\end{aligned}$$

In de fundering dient voldoende trekwapening aanwezig te zijn om per strekkende meter een trekkracht van

$$F_{t;d} = 38 \text{ [kN/m']} \text{ op te kunnen nemen}$$

5.5 Afschuiven

n.v.t. --> Geen horizontale belasting aanwezig

Opmerkingen

Geen rekening is gehouden met de passieve grondweerstand en de actieve grondbelasting bij bepaling schuifweerstand

5.5.1 Gedraineerd

Opmerkingen

Voor de wrijvingscoëfficiënt δ is aangehouden: $\tan(0,67 \phi')$

$$\begin{array}{l} S_{r;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \\ F_{s;h;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \end{array}$$

Veiligheidsfactor = -- [-]
Conclusie: --

5.5.2 Ongedraineerd

$$\begin{array}{l} S_{r;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \\ F_{s;h;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \end{array}$$

Veiligheidsfactor = -- [-]
Conclusie: --

5.6 Kantelen

Opmerkingen

Controle op kantelstabiliteit noodzakelijk voor stijve funderingsconstructies en als $e_B \geq \frac{1}{3} B$ of $e_L \geq \frac{1}{3} L$

5.6.1 Gedraineerd

$$\begin{array}{llll} e_B & \geq & \frac{1}{3} B \rightarrow & 0,00 < 3,33 \\ e_L & \geq & \frac{1}{3} L \rightarrow & 0,00 < 3,33 \end{array}$$

Conclusie: Toetsing kantelstabiliteit is niet noodzakelijk

$$\begin{array}{l} F_{r;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \\ F_{s;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \end{array}$$

Veiligheidsfactor = -- [-]
Conclusie: --

5.6.2 Ongedraineerd

$$\begin{array}{llll} e_B & \geq & \frac{1}{3} B \rightarrow & 0,00 < 3,33 \\ e_L & \geq & \frac{1}{3} L \rightarrow & 0,00 < 3,33 \end{array}$$

Conclusie: Toetsing kantelstabiliteit is niet noodzakelijk

$$\begin{array}{l} F_{r;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \\ F_{s;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \end{array}$$

Veiligheidsfactor = -- [-]
Conclusie: --

5.6.3 Pons

n.v.t. --> Geen 'minder' draagkrachtige laag aanwezig

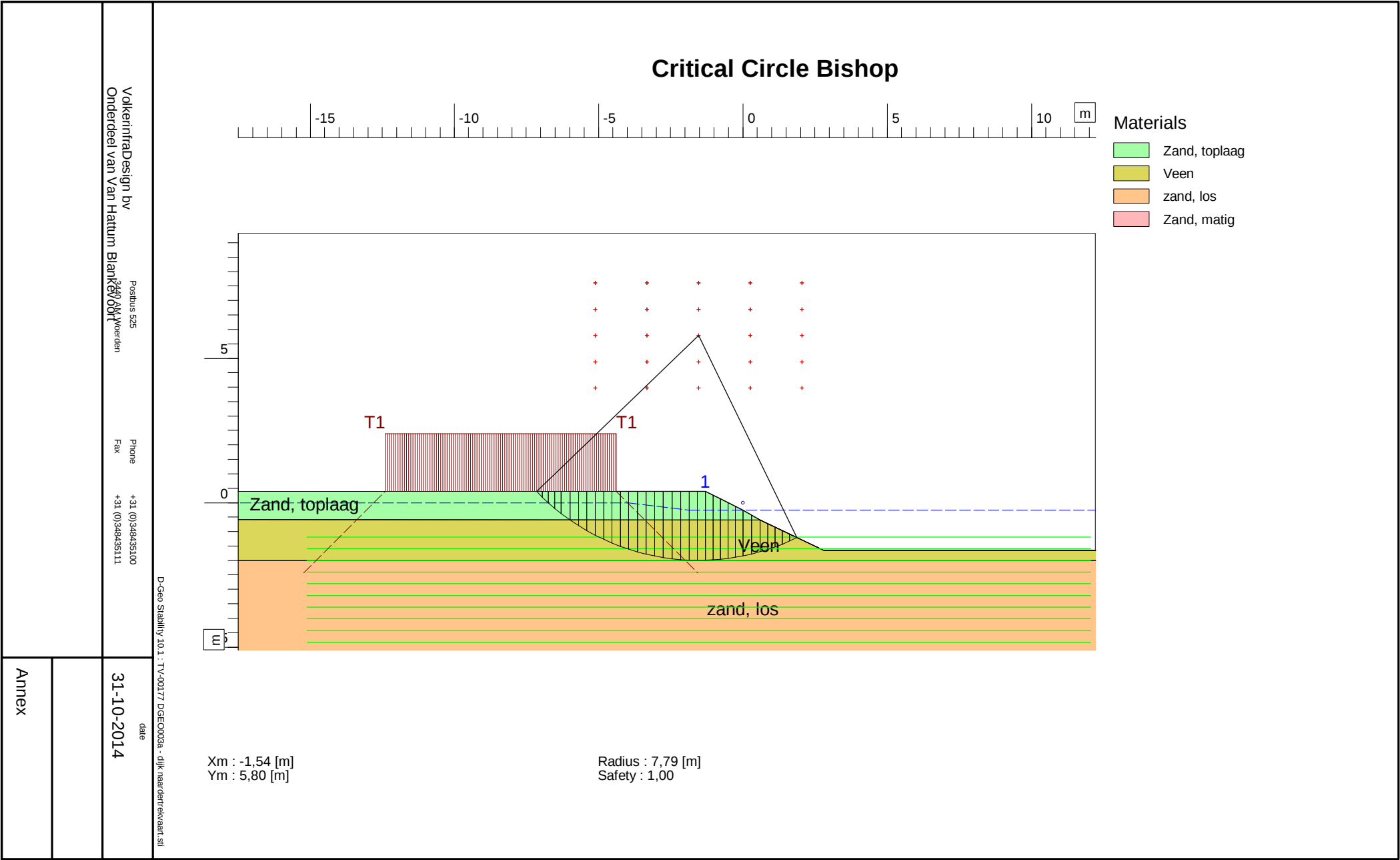
$$\begin{array}{ll} e_B & \geq \frac{1}{3} B \rightarrow \\ e_L & \geq \frac{1}{3} L \rightarrow \end{array}$$

Conclusie: --

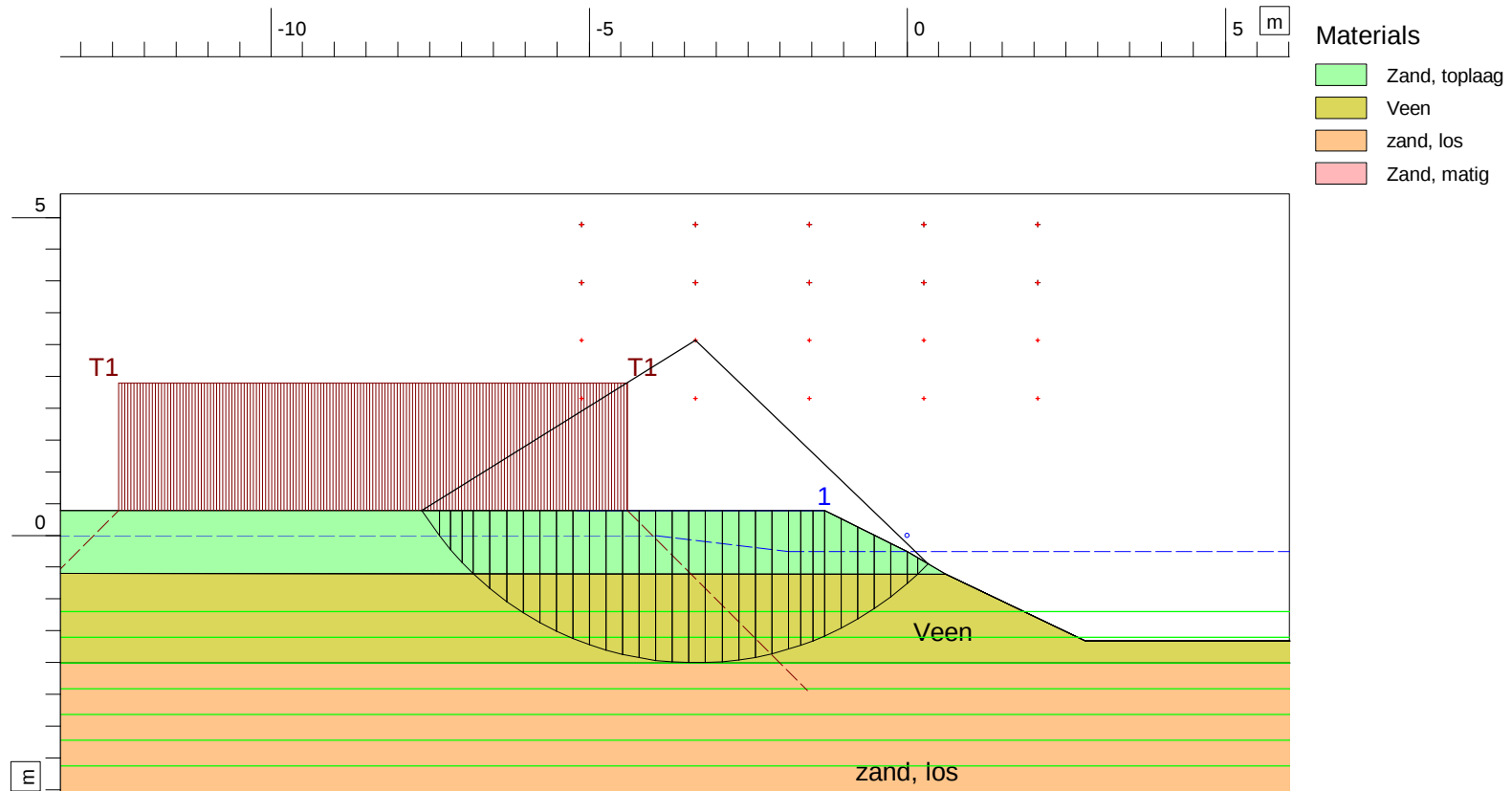
$$\begin{array}{l} F_{r;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \\ F_{s;v;d} = \boxed{\text{--}} \text{ [kN]} \end{array}$$

Veiligheidsfactor = -- [-]
Conclusie: --

BIJLAGE D BEREKENINGSRESULTATEN STABILITEIT DIJKLICHAAAM



Critical Circle Bishop



Xm : -3,33 [m]
Ym : 3,07 [m]

Radius : 5,07 [m]
Safety : 1,03

VolkerinfraDesign bv
Postbus 525
3440 AM Woerden
Onderdeel van Van Hattum Blankevoorl

Phone +31 (0)348435100
Fax +31 (0)348435111

D-Geo Stability 10.1 : TV-00177 DGE0003b - dijk naardentrekvaart.sti

date
31-10-2014

Annex