RAPPORT

Windpark Maasvlakte 2 – Windturbinefundaties Harde Zeewering

Voorlopig geotechnisch funderingsontwerp

Klant: Eneco Wind B.V.

Referentie: BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005
Status: 02/Definitief
Datum: 15 juli 2020

Eneco

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
Maritime & Aviation
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Windpark Maasvlakte 2 – Windturbinefundaties Harde Zeewering

Ondertitel:
Referentie: BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005
Status: 02/Definitief
Datum: 15 juli 2020
Projectnaam: Windpark Maasvlakte 2
Projectnummer: BG8375
Auteur(s): [redacted]

Opgesteld door: [redacted] en [redacted]

Gecontroleerd door: [redacted] en [redacted]

Datum/paraaf: 25-05-2020/JCo

Goedgekeurd door: [redacted]

Datum/paraaf:

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer

Niets uit deze specificaties/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HaskoningDHV Nederland B.V.; noch mogen zij zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor zij zijn vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor deze specificaties/drukwerk ten opzichte van anderen dan de personen door wie zij in opdracht is gegeven en zoals deze zijn vastgesteld in het kader van deze Opdracht. Het geïntegreerde QHSE-managementsysteem van HaskoningDHV Nederland B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 en ISO 45001:2018.

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Algemeen 1
1.2 Funderingsontwerp op hoofdlijnen 2
1.3 Leeswijzer 3
2 Referenties 4
2.1 Normen en richtlijnen 4
2.2 Specificaties Windturbines 4
2.3 Bodemondonderzoek 4
2.4 Project gerelateerde documenten 4
3 Projectomschrijving 6
3.1 Huidige situatie 6
3.2 Toekomstige situatie 6
3.3 Ontwerpmethodiek 9
3.3.1 Ontwerpbenadering 9
3.3.2 Grenstoestanden 9
3.4 Belastingen windturbine 9
3.5 Projectspecifieke eisen 10
4 Raakvlakken 16
4.1 Interne raakvlakken 16
4.2 Externe raakvlakken 16
5 Risico’s 17
6 Geotechnische bodemgesteldheid 18
6.1 Grondonderzoek 18
6.2 Terreinhoogte 18
6.3 Bodemopbouw 18
6.4 Laagopbouw zeewering 20
6.5 Grondparameters 21
6.5.1 Materiaaleigenschappen zeewering 21
6.5.2 Materiaaleigenschappen ondergrond 21
6.6 (Grond)watercondities 21
6.6.1 Freatische grondwaterstand 21
6.7 Autonome bodemdaling en voorspelling 21
6.7.1 Historische bodemdaling 21

6.7.2 Voorspelling autonome bodemdaling 22
7 Funderingsontwerp 25
7.1 Algemeen 25
7.2 Afweging funderingswijze en paaltype 25
7.2.1 Afweging funderingsdiepte 25
7.2.2 Paalkeuze 25
7.2.3 Interactie met gewapende grondconstructie en ondergrond 26
7.3 Constructieve uitgangspunten 27
7.3.1 Algemeen 27
7.3.2 Windturbines HZ-01 t/m HZ-09 28
7.3.3 Windturbine HZ-10 28
7.3.4 Paalfundering 28
7.4 Constructieve resultaten en input geotechniek 28
7.4.1 Eigenschappen en dimensies HZ-01 t/m HZ-09 28
7.4.2 Eigenschappen en dimensies HZ-10 30
7.5 Aanlegniveaus 32
7.6 Verificatie trekdraagvermogen 32
7.7 Verificatie drukdraagvermogen 33
7.8 Verticale paalverplaatsingen 34
7.8.1 Paalverplaatsingen tijdens gebruikscondities (BGT) 34
7.8.2 Paalverplaatsingen tijdens de extreme condities (BGT) 35
7.8.3 Paalstijfheid bij statische belastingen 36
7.8.4 Paalstijfheid bij cyclische belastingen 37
7.9 Horizontale stijfheid (bruikbaarheidsgrenstoestand) 38
7.10 Afwerking fundering 40
8 Gewapende grondconstructie 41
8.1 Inleiding 41
8.2 Voorlopig ontwerp grondwapening 41
8.3 Macrostabiliteit tijdens uitvoering 42
8.4 Stabiliteit tijdens gebruiksfase 43
8.5 Zettingen ten gevolge van aanleg gewapende grondconstructie 44
9 Bouwweg 45
9.1 Inleiding 45
9.2 Stabiliteit tijdens gebruiksfase 45

Bijlagen

Bijlage 1	Resultaten geotechnisch grondonderzoek MOS
Bijlage 2.1	Berekening trekdraagvermogen – HZ-01 t/m HZ-09
Bijlage 2.2	Berekening trekdraagvermogen – HZ-10
Bijlage 3	Berekening drukdraagvermogen
Bijlage 4	Analyse horizontale veerstijfheid fundering
Bijlage 5.1	D-Settlement Autonome zakking met fit zakbaak
Bijlage 5.2	D-Settlement Zetting ten gevolge van aanleg gewapende grondconstructie
Bijlage 6.1	D-Geo Stability stabiliteit bouwweg
Bijlage 6.2	D-Geo Stability stabiliteit ontgraving waterkering
Bijlage 7.1	Huesker stabiliteitsberekening kraanbelasting HZ-01 t/m HZ-09
Bijlage 7.2	Huesker stabiliteitsberekening kraanbelasting HZ-10
Bijlage 7.3	Huesker stabiliteitsberekening eindsituatie HZ-01 t/m HZ-09
Bijlage 7.4	Huesker stabiliteitsberekening eindsituatie HZ-10
Bijlage 7.5	Huesker doorsnede en bovenaanzicht gewapende grondconstructie
Bijlage 8	Foundation loads envelope
Bijlage 9.1	Anker kooi Vestas V117
Bijlage 9.2	Anker kooi Vestas V162
Bijlage 10.1	VO Spreadsheet HZ-01 t/m HZ-09
Bijlage 10.2	VO Spreadsheet HZ-10

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Rijkswaterstaat wordt door Eneco een windpark van ruim 100 MW gerealiseerd op de zeewering van Maasvlakte 2. Royal HaskoningDHV (RHDHV) is partner van Eneco en ondersteunt bij het ontwerp van de verschillende windparkonderdelen, zoals de windturbinefundaties, de kraanopstelplaatsen, de kabels en leidingen, de bouwwegen en het inkoopstation.

Het type windturbine is in deze fase van het project nog niet bekend. Er worden nog verschillende typen windturbines overwogen. De basisopstelling van het windpark bestaat uit (zie Figuur 1-1):

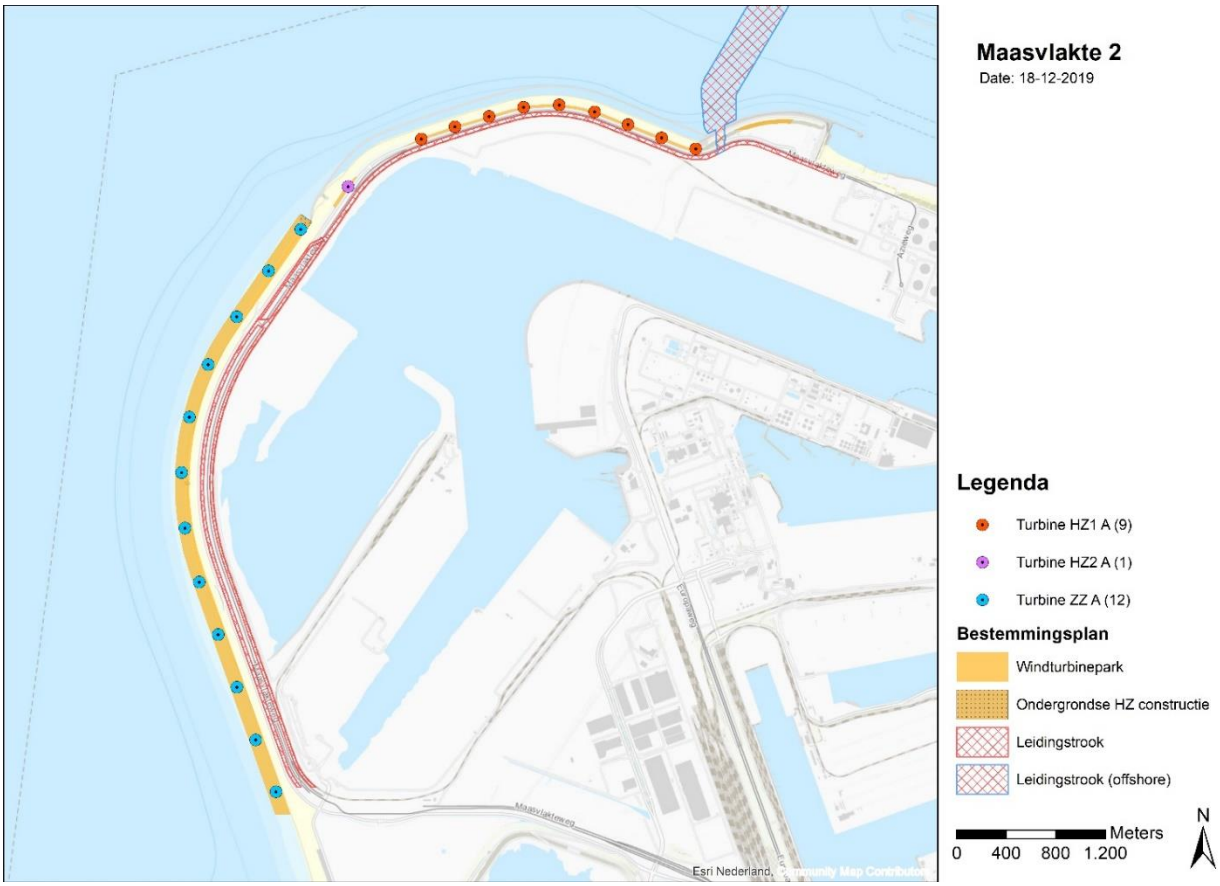
- 9 windturbines op harde zeewering (HZ) met een rotordiameter tussen de 115 en 120 meter en een masthoogte tussen 67 en 76 meter. De beoogde typen zijn:
    - V117 4.2 MW op 76 meter masthoogte
    - SWT DD 120 4.3 MW op 76 meter masthoogte
    - E115 4.2MW op 67 meter masthoogte

- 1 windturbine op HZ met een rotordiameter tussen de 150 en 162 meter en een masthoogte tussen de 101 en 107. De beoogde windturbinetypes zijn:
    - V162 5,6 MW op 105 meter masthoogte
    - SG 155 6,0 MW op 102,5 meter masthoogte
    - E160 5,0 MW op 105 meter masthoogte

- 12 windturbines op zachte zeewering (ZZ) met een rotordiameter tussen de 150 en 162 meter en een masthoogte tussen de 101 en 107.

Opmerking: Ten tijde van dit schrijven zijn van de volgende windturbines gegevens met betrekking tot de belastingen bekend; Vestas V117, Vestas V162, Siemens Gamesa SG155 en Enercon E160.

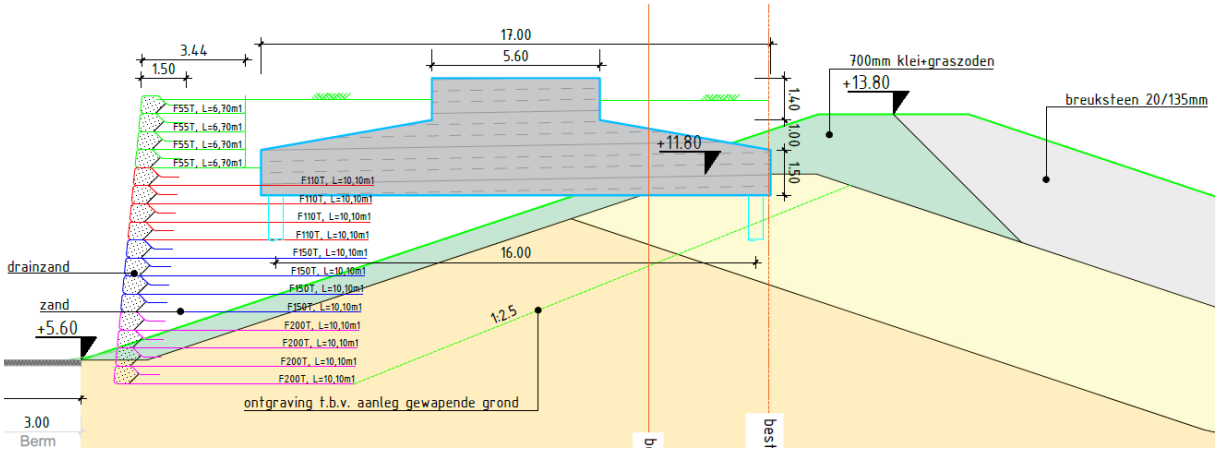
In dit rapport wordt het voorlopig ontwerp (VO) voor de fundering van de turbines op de Harde Zeewering beschreven. Voor het VO wordt uitgegaan van de bovengrens qua belastingen en afmetingen.



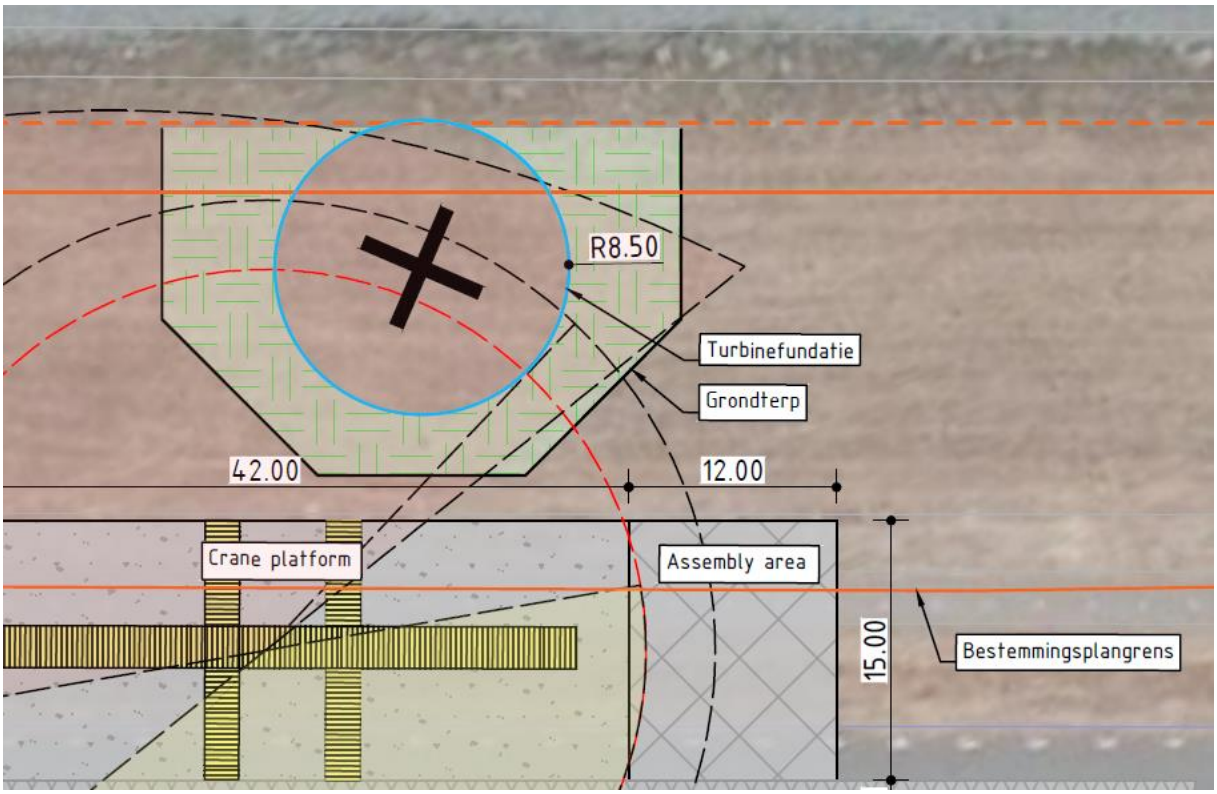
Figuur 1-1: Overzicht voorlopige turbinelocaties HZ en ZZ

1.2 Funderingsontwerp op hoofdlijnen

De combinatie van hoge turbinebelastingen, strenge rotatie- en stijfheidseisen, combinatie variërende condities van de ondergrond en de bijzondere locatie stellen strenge eisen aan de uitvoering, het type en de afmetingen van de paalfundering. Het funderingsontwerp heeft geresulteerd in een betonnen plaat met een diameter van 17,0 m (kleine turbine bij HZ-01 t/m 09) of 20,0 m (grote turbine bij HZ-10), beide gefundeerd op Fundexpalen (of vergelijkbaar) met afmetingen Ø540/670 mm. Het paalpuntniveau bedraagt NAP -16,0 m. In Figuur 1-2 is het beoogde eindresultaat geschetst van de fundering Harde Zeewering.



Figuur 1-2: Doorsnede fundering Harde Zeewering: combinatie van gewapende grond terp en fundering op palen.



Figuur 1-3: Bovenaanzicht grondterp met fundering

1.3 Leeswijzer

Dit rapport betreft een combinatie van de geotechnische en constructieve analyse en berekeningen. De ontwerpbenadering en ontwerpcriteria zijn toegelicht in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 6 is een beschrijving gegeven van het uitgevoerde grondonderzoek, in hoofdstuk 6 een globale omschrijving van de bodemopbouw en grondeigenschappen. Op basis van deze gegevens is in hoofdstuk 7 het funderingsontwerp uitgewerkt. Door middel van gedetailleerde berekeningen is het ontwerp getoetst ten aanzien van draagvermogen, vervormingen en stijfheid.

2 Referenties

2.1 Normen en richtlijnen

Ref. nr.	Documentnaam	Datum
[1]	NEN9997-1+C2:2017, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.	1 november 2017
[2]	IEC 61400-1, Wind turbines, Part 1: Design requirements, International Electrotechnical Commission.	September 2005

2.2 Specificaties Windturbines

Ref. nr.	Documentnaam	Datum
[3]	Foundation_Loads V117-4.0 4.2MW HH91.5 Item no. 0076-2290_V02	29 november 2019
[4]	Combine Foundation Loads V117 4.0_4.2_MW HH84 IEC1BT_IEC2AT Item no. 0078-1751_V02	13 augustus 2019
[5]	0082-7616_V02 - Foundation load V162-5.6 MW HH119 IECS	10 juli 2019
[6]	D2321567-001 SGRE ON SG 6.0-155 Foundation Loads T102.5-50A	21 november 2019
[7]	M03-C5-30-10861-R0-Foundation design loads E-160 E2 EP5-MST-120-FB-C-01	26 maart 2020

2.3 Bodemondonderzoek

Ref. nr.	Documentnaam	Datum
[8]	Inpijn Blokpoel, Bodemkundig onderzoek Harde Zeewering. Kenmerk: 02P003077-adv-01	21 juni 2013
[9]	PUMA, Geotechnische beoordeling aanleggebied. Kenmerk: puma-q-lb-onb01	27 februari 2008
[10]	MOS grondmechanica, Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte. Opdrachtnummer: 4300038842	4 november 2019
[11]	PUMA, Harde Zeewering: Geotechnische stabiliteit van Stenig Duin + Blokkendam; Ontwerpnota. Kenmerk: puma-mpo-ono02	15 maart 2011
[12]	Deltares, Bodemdaling in het kustfundament en de getijdenbekkens. Kenmerk: 11200538-008-ZKS-0001	februari 2018

2.4 Project gerelateerde documenten

Ref. nr.	Documentnaam	Datum
[13]	Business Plan Windpark Tweede Maasvlakte, v02	9 januari 2020
[14]	Verificatiematrix, actueel 2.0	
[15]	Wind Farm Maasvlakte 2 - Crane Hard Stands for Wind Turbines along the Hard Sea Defence. Kenmerk: BG8375MARP2003291559	
[16]	RHDHV, Rapport beoordeling waterveiligheid HZ. Kenmerk BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0001-WP MV2	April 2020

[17]	Tauw, Monitoringsplan *(in bewerking)*	April 2020
[18]	Rijkswaterstaat, Memo Watervergunning Harde Zeewering Windpark MV2	23 april 2019
[19]	Rijkswaterstaat, Memo Aandachtspunten weringveiligheid in relatie tot windmolens Harde Zeewering windpark Maasvlakte 2	14 november 2019
[20]	RHDHV, Fundatietekening. Kenmerk BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0001-WP MV2 Fundatietekening HZ 1-9 vormtekening	April 2020
[21]	RHDHV, Fundatietekening. BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0002-WP MV2 Fundatietekening HZ 10 vormtekening	April 2020
[22]	RHDHV, WPMV2 Memo toelichting eis M1.4.1.1, BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0004	29-05-2020

3 Projectomschrijving

3.1 Huidige situatie

De projectlocatie bevindt zich nabij de zeewering van Maasvlakte 2. De Maasvlakte 2 maakt onderdeel uit van het waterstaatswerk: “de Noordzee”. De zeewering bestaat uit een Harde Zeewering (HZ) in het noorden, opgebouwd uit zware breuksteen en betonnen kubussen, en een Zachte Zeewering (ZZ) in het zuiden bestaande uit een (zandig) duin. Tussen deze twee onderdelen is een overgangsconstructie aanwezig van breuksteen van 20 tot 135 mm.

De harde zeewering is zodanig ontworpen en gedimensioneerd dat deze de komende 50 jaar bestand is tegen een extreme mix van weer-, wind- en getijdecondities die een verschijningskans van 1:10.000 heeft en waarbij 10 liter per strekkende meter per seconde aan water over de dijkkruin op het grasbeklede binnentalud spoelt.



Figuur 3-1: harde zeewering met blokkendam en radartoren en de overgang naar de zachte zeewering

3.2 Toekomstige situatie en bouwfasering

De 10 turbines worden geplaatst, aan de binnenwaartse zijde van de Harde Zeewering. De locatie van de te plaatsen windturbines, inclusief fundatie, is gelegen in het binnentalud, tussen de kruinlijn en de Binnencontourlijn (=binnenteenlijn +1,5 meter).

De volgende bouwfasering wordt gehanteerd:

De windturbines op de harde zeewering worden aan de binnenzijde gerealiseerd op een terp van gewapende grond. Hiervoor zijn verschillende stappen in de bouwfasering te onderscheiden.
Stap 1 – Voorbereiding bekabeling en terreininrichting
Stap 2 – Bouw grondterp
Stap 3 – Plaatsen windturbine

Stap 4 – Aanbrengen en aansluiten bekabeling
Stap 5 – In bedrijf stellen windturbine

In de volgende paragrafen wordt de bouwfase beschreven.

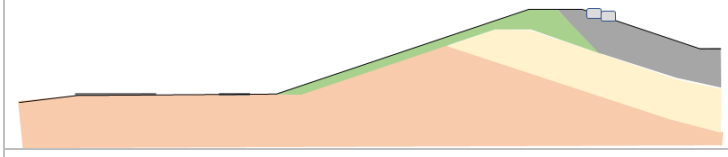
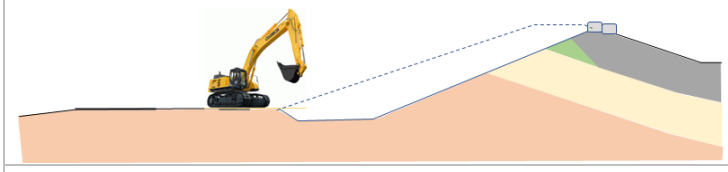
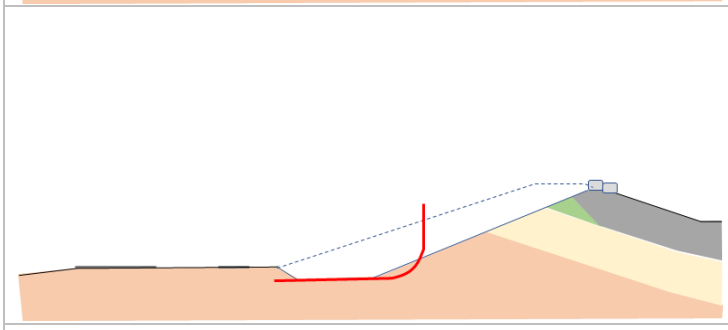
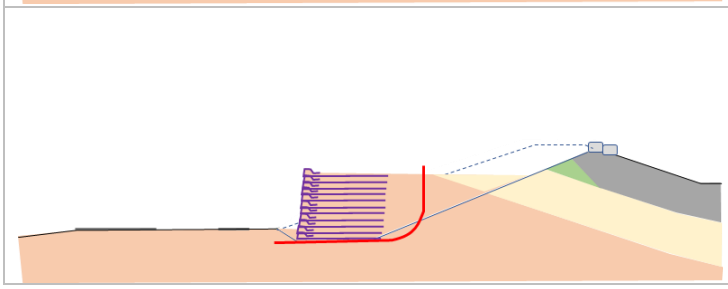
3.2.1 Voorbereiding bekabeling en terrein inrichting

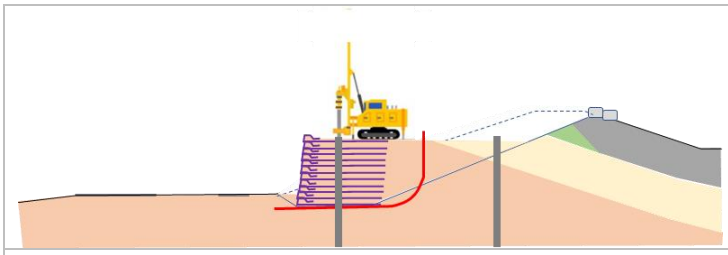
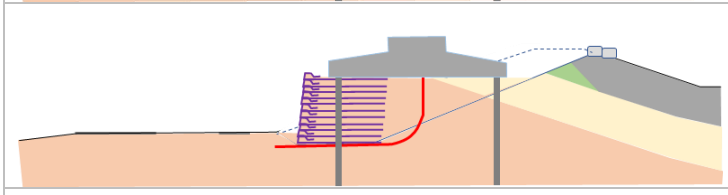
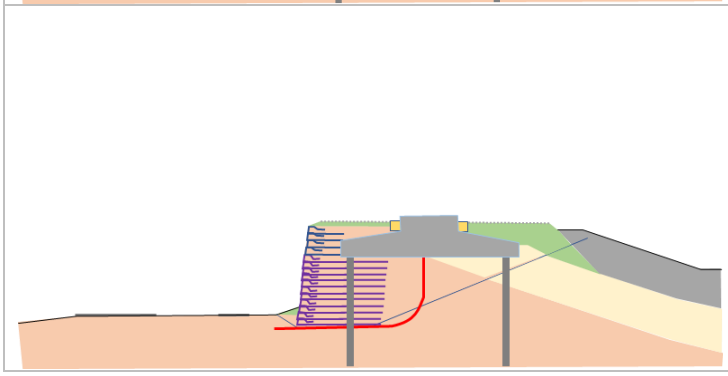
Voordat er gestart kan worden met de aanleg van de grondterpen, wordt er gestart met de voorbereiding van de bekabeling en de inrichting van het terrein. Hierbij zijn de volgende stappen aan de orde:

1. Realiseren gestuurde boring (persing) turbine HZ10 onder Maasvlakteweg;
2. Omleggen weg (zelfde als omlegging voor bouw turbine?);
    a. Incl. logistiek (rijbewegingen);
3. Installeren monitoringspunten en uitvoeren nulmetingen.

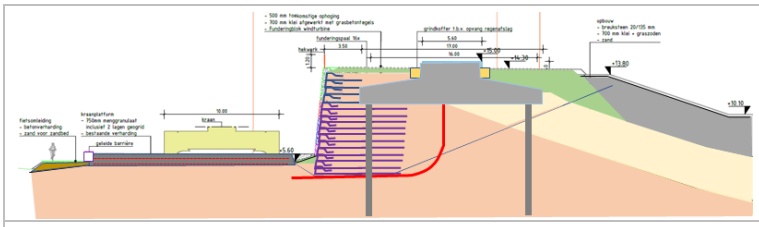
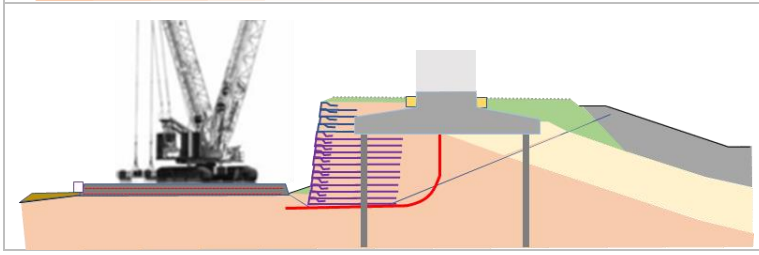
3.2.2 Bouw grondterp

De bouw van de grondterp is in diverse stappen onderverdeeld en met visualisaties inzichtelijk gemaakt:

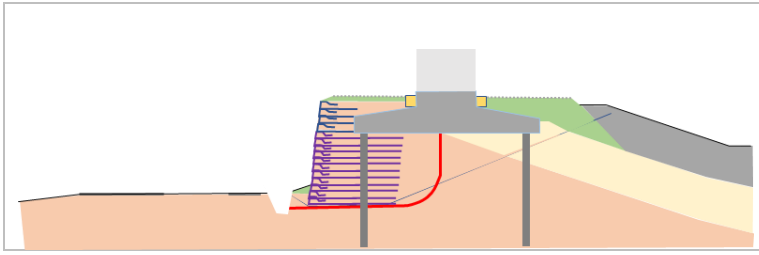
	- Aanbrengen bigbags/zandzakken op de kruin (deze worden met de kraan naar boven gebracht)
	- Afgraven talud van het dijklichaam (1:2,5) - Uitkomende grond gescheiden opslaan in gronddepots - Aanleggen toegangsweg vanaf het fietspad naar het werkplateau (naast de terp op het talud)
	- Aanbrengen mantelbuis; deze gaat onder en achter de gewapende grond via een bochtstraal naar het fundament *- Aantal PE buizen en bochtstraal wordt gespecificeerd door turbineleverancier;* *- HZ01, HZ06 en HZ10: 1x mantelbuis* *- HZ02 t/m 05, HZ07 en HZ08: 2x mantelbuis (in en uitgaande set)* *- HZ09: 3x mantelbuis (in en uitgaande set, verbinding met HZ10)*
	- Opbouwen met grondlichaam met omgeslagen geogrids tot niveau onderkant fundatie; - Gelijktijdig opbouw van de bouwweg tegen het binnentalud; - Aanvulling en afwerking van zeewering rondom terp (aanvullen zand, kleibekleding en grasbetontegels)

	- Voorboren en schroevend aanbreng van de funderingspalen; - Aanbrengen werkvloer, bekisting en wapening
	- Storten funderingsblok; - Uitharden beton;
	- Afwerken grondterp: *- Grindkist en drainage rondom betonnen opstort;* *- Aanvullen met klei;* *- Afwerken met grasbetontegels.* - Afwerking rondom terp: *- Verwijderen bigbags op kruin* *- Verwijderen bouwweg;* *- Aanvullen kleibekleding* *- Aanbrengen 3D structuurmat en inzaaien met gras.* *- Aanbrengen grasbetontegels. In zone rondom grondterp*

3.2.3 Plaatsen windturbines

	- Aanbrengen fundaties voor de kraanopstelplaatsen
	- Mobiliseren kraan - Opbouw kraan - Hijsen van elementen - Demobiliseren kraan

3.2.4 Aanbrengen en aansluiten bekabeling

	- Graven sleuf aan teen van wering (zo ver mogelijk van terp vandaan) - Leggen kabels in sleuf - Doortrekken in mantelbuizen naar turbine - Afmonteren kabels

3.2.5 In bedrijf stellen windturbine

1. Inbedrijf stellen
2. Proefdraaien

3.3 Ontwerpmethodiek

3.3.1 Ontwerpbenadering

Het geotechnisch funderingsontwerp volgt ontwerpbenadering 3 (OB3) conform Eurocode 7 [1]. In deze ontwerpbenadering worden rekenwaarden van de materiaalsterkte en belastingen bepaald aan de hand van partiële factoren. De partiële materiaalfactoren zijn overgenomen uit bijlage A van Eurocode 7 [1]. De belastingfactoren zijn ontleend aan de IEC 61400 ed.3, klasse IEC 2A [2].

3.3.2 Grenstoestanden

Volgens de Eurocode 7 wordt voor het geotechnisch ontwerp onderscheid gemaakt tussen de uiterste grenstoestand (UGT) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). De wijze waarop deze grenstoestanden in het funderingsontwerp voor een windturbine worden getoetst wijkt in meerdere aspecten af van een regulier, statisch ontwerp (waar windbelasting niet dominant is).

Uiterste grenstoestand
In de UGT dient de rekenwaarde van de paalbelasting niet groter te zijn dan de rekenwaarde van de grondweerstand (of sterkte). De volgende verificaties zijn in dit rapport uitgevoerd:

- Het trekdraagvermogen van de ondergrond voor de UGT bij extreme belasting;
- Het drukdraagvermogen van de ondergrond voor de UGT bij extreme belasting;
- Het horizontale draagvermogen voor de UGT bij extreme belasting.

Bruikbaarheidsgrenstoestand
In de BGT zijn alle partiële factoren gelijkgesteld aan 1,0, zodat de rekenwaarde van de parameter (belasting of sterkte) gelijk is aan de karakteristieke waarde van die parameter. Voor de BGT zijn de volgende toetsen uitgevoerd:

- Verificatie van de optredende verticale paalvervormingen;
- Verificatie van de inclinatie (scheefstand) van het fundament
- Verificatie van de rotatiestijfheid van de fundering (in constructief ontwerp op basis van paalveer).

3.4 Belastingen windturbine

De gehanteerde gecombineerde belastingen voor de windturbines zijn weergegeven in de specificaties van de turbines (paragraaf 2.2) en gecombineerd tot een belastingen envelope (Bijlage 8). De totale verticale belasting wordt berekend door het eigengewicht van de fundering en de windturbine en de opwaartse grondwaterdruk bij elkaar op te tellen. De horizontale belasting Fx ontstaat door de winddruk. Doordat deze kracht aangrijpt ter hoogte van de as, resulteert dit in het rotatiemoment My.

3.5 Projectspecifieke eisen

De volgende projectspecifieke eisen zijn van toepassing op het fundatie-ontwerp en uitvoering. De eisen zijn gebruikt om een funderingsadvies op te stellen en om maatregelen te bepalen.

Tabel 3-1: projectspecifieke geotechnische eisen

Nr	Omschrijving eis	Bron	Verificatie
1	Aangetoond dient te worden dat –de wijze van- het plaatsen, exploiteren en ontmantelen van het windpark het minimale veiligheidsniveau van de zeewering niet vermindert.	RWS Memo watervergunning HZ [18]	Rapport beoordeling waterveiligheid [16]
2	De zeewering is zodanig ontworpen en gedimensioneerd dat deze de komende 50 jaar bestand is tegen een extreme mix van weer-, wind- en getijdecondities die een verschijningskans van 1:10.000 heeft en waarbij 10 liter per strekkende meter per seconde aan water over de dijkkruin op het grasbeklede binnentalud spoelt. Dit is het veiligheidsniveau waaraan te allen tijde voldaan moet blijven.	RWS Memo watervergunning HZ [18]	Rapport beoordeling waterveiligheid [16]
3	In het kader van toekomstig klimaatbestendig maken van de zeewering moet in het ontwerp van de fundering er rekening mee worden gehouden dat de zeewering in de toekomst 0,5m wordt opgehoogd.	RWS Memo aandachtspunten HZ [19]	Rapport beoordeling waterveiligheid [17]
4	Er moet een monitoringsplan worden opgesteld op basis waarvan de veiligheid van de waterkering in relatie tot de effecten van de windturbine kan worden aangetoond.	RWS Memo aandachtspunten HZ [19]	Monitoringsplan [17]
5	In het stormseizoen (1 oktober — 1 april) zijn heiwerkzaamheden en ontgravingen niet toegestaan.	RWS Memo aandachtspunten HZ [19]	Werkplan
6	Indien buiten het stormseizoen extreem onstuimig weer wordt verwacht, moeten eventuele ontgravingen te zijn opgevuld met klei dan wel een andere afdoende bescherming tegen erosie en instabiliteit.	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Werkplan
7	Voor funderingspalen in de Harde Zeewering mag er van uit gegaan worden dat deze na einde levensduur van het windpark op 1,0 m onder maaiveld achter mogen blijven. Wel dienen de palen zodanig te zijn geconstrueerd dat deze, als daar aanleiding voor is, daarna alsnog geheel verwijderbaar zijn.	RWS Memo watervergunning HZ [18]	Sectie 7.2.2 Paalkeuze
8	De vergunning wordt verleend voor een periode van maximaal 20 jaar, waarvan 15 jaar exploitatie en 1 jaar verwijdering, gerekend vanaf het moment dat de operationele periode aanvangt (2023).	Verificatiematrix [14]	Sectie 8.6 Zettingen ten gevolge van aanleg gewapende grondconstructie
9	De fundering mag het beheer en onderhoud niet belemmeren. Eventuele zettingen, verzakkingen en of andere gebreken als gevolg van de vergunde werken, dienen door en voor tekening van vetgunninghouder, in overleg met de waterbeheerder, onmiddellijk te worden hersteld.	RWS Memo watervergunning HZ [18]	Rapport beoordeling waterveiligheid [16]
10	Het binnentalud en de aansluitconstructies rondom de fundering moeten erosiebestendig zijn.	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Sectie 7.10 Afwerking fundering
11	Het ontwerp moet voorzien in drainage, onder andere om afstromend regenwater af te voeren.	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Sectie 7.10 Afwerking fundering
12	Gaping of spleetvorming naast en onder de (fundatie van) de windmolen en het dijklichaam moet worden voorkomen.	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Sectie 7.2.1 funderingsdiepte

13	Aan het eind van de vergunning moet de fundatie verwijderbaar zijn	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Sectie 7.2.2 Paalkeuze
14	Het dient te worden aangetoond dat installatie effecten niet leiden tot negatieve invloed. Ofwel: • Weringveiligheid moet tijdens de bouw gewaarborgd blijven. • Trillingen mogen niet leiden tot zettingen van de blokkendam. • Als trillingen leiden tot zakking van het buitentalud, van het binnentalud en/of van de kruin dient dit voor oplevering te worden hersteld. • Trillingen mogen niet leiden tot verweking van grondlagen (statisch en cyclisch).	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Rapport beoordeling waterveiligheid [16]
15	Voorkeur gaat uit naar beproefde, eerder vertoonde, funderingstypen.	RWS Memo watervergunning HZ [19]	Sectie 7.2.2 Paalkeuze
16	De zone 'WTP' mag op de HZ met 4 meter worden overschreden	Verificatiematrix [14]	Tekening (BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001)
17	Aanbrengen en verwerken van erosiebestendige klei aan de buitenzijde van de buitencontour	Verificatiematrix [14]	Sectie 7.10 Afwerking fundering
18	Voor het ontwerp van de gewapende grondconstructie en de interactie tussen fundering en grondwerk is uitgegaan van betrouwbaarheidsklasse 3 (RC3).	RWS Memo aandachtspunten HZ [19] en EC7 [1]	Algemeen uitganspunt
19	**Rotatiestijfheid en horizontale stijfheid (BGT)** HZ-01 t/m HZ-09 ■ Rotatiestijfheid-eis (dynamisch) $C_{\varphi,dyn} \geqslant 90$ GNm/rad ■ Translatiestijfheid (horizontaal) $C_{hor} \geqslant 90$ MN/m HZ10 ■ Rotatiestijfheid-eis (dynamisch) $C_{\varphi,dyn} \geqslant 160$ GNm/rad ■ Translatiestijfheid (horizontaal) $C_{hor} \geqslant 500$ MN/m	Specificatie turbineleveranciers (paragraaf 2.2) gecombineerd tot belastingen envelope (Bijlage 8)	Sectie 7.3.2 en 7.3.3
20	**Scheefstand gebruiksgrenstoestand (BGT)** Voor de toetsing van het fundament wordt de volgende eisen aangenomen (op basis van gangbare eisen voor andere turbinetypes): • Maximaal 3 mm/m ten gevolge van de karakteristieke belastingen (BGT) onder extreme condities; • Maximaal 1 mm/m ten gevolge van de karakteristieke belastingen (BGT) onder gebruikscondities.	Gangbare windturbine eisen	Sectie 7.8 Verticale paalverplaatsingen
21	De fundering dient qua sterkte en stabiliteit te worden ontworpen conform de Eurocode	Bouwbesluit	Sectie 3.3 Ontwerpmethodiek
22	We plaatsen het fundament op een terp van gewapende grond met lagen omgeslagen geogrids. Hiermee creëren we per turbine een cirkelvormige verticale constructie van circa 5 meter hoog en een diameter van maximaal 22 meter (diameter fundering is 17 meter). Hierop plaatsen we de afzonderlijke fundamenten. De terpconstructies bevinden zich voor een deel in de zeewering en voor een deel op de zeewering (zie figuur).	Business plan: Bijlage 2.4 Risicobeheersplan [13]	Wij wijken af van deze eis (pagina 16) m.b.t op de constructiehoogte, gewapende grond terp vorm, funderingsdiameter (HZ-10) en

	We beperken de mate van afgraving tot ca. 1.350 m^3 per turbine, ten opzichte van 2.750 m^3 bij een fundering zonder terp. We beperken de hoeveelheid NWO's in de zeewering tot 10% van het totale volume van de fundatie (54 m^3, ten opzichte van 480m^3 bij een constructie zonder terp). Omdat tijdelijke damwanden niet nodig zijn, voorkomen we zakkingen. Doordat we hiermee de impact van het Windpark op het areaal beperken, voorkomen we ontevredenheid bij beheerder (**BF1**).		ontgravingsvolumes. Deze afwijkingen zijn ontstaan ten gevolge van detaillering en berekeningen gepresenteerd in dit VO. In de volgende fase is locatiespecifiek grondonderzoek beschikbaar. Daardoor zullen grondparameters nauwkeuriger worden bepaald wat mogelijk resulteert in steilere taluds en een lager ontgravingsvolume. Uitgangspunt blijft dat onze gekozen vorm van constructie significante reductie in afgraafvolume ten gevolg heeft in vergelijking met fundering zonder terp. Deze zelfde uitgangspunten zijn ook van toepassing op de hoeveelheid NWO's. Toelichting op deze eis is te vinden in ref. [22].
23	De aanwezigheid van PFAS in de bodem kan leiden tot het niet of slechts tegen extra kosten kunnen voldoen aan verplichtingen op grond van de Overeenkomst. Dit geldt als een Wijziging Afnemer en leidt tot ontevredenheid omdat Afnemer extra inspanning moet plegen op contractmanagement en er een risico ontstaat op vertraging van VD. We bouwen de turbines op de HZ op een terpconstructie. Daardoor beperken we de hoeveelheid afgegraven grond en hergebruiken we deze volledig. Er is daardoor geen sprake van afvoer van grond. Zo voorkomen we dat er op grond van het Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie van 29 november 2019 extra kosten of vertraging ontstaat.	Business plan: Bijlage 2.4 Risicobeheersplan p. 4 [13]	Sectie 7.10 Afwerking fundering en 8.1 Inleiding

Figuur 3-2: projectspecifieke constructieve eisen

Nr	Omschrijving eis	Bron	Verificatie
1	[SYS-0001] Het Windpark dient ten minste een kwaliteitsniveau te hebben van schaalbalkklasse B conform [CROW-publicatie 323: Kwaliteitscatalogus openbare ruimte 2013].	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
2	[ME_0221] Exploitant dient de Locatie zo spoedig mogelijk na voltooiing van het Windpark in lijn te brengen met de eisen uit de Akte van opstalrechten en de Vergunningen. Alle keten, tijdelijke voorzieningen, bouwstoffen, vrijkomende materialen en dergelijke dienen te zijn afgevoerd.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
3	[ME_0222] De Locatie moet na ontmanteling voldoen aan de eisen uit de Akte van opstalrechten en de Vergunningen. Hierbij mag geen gebruik gemaakt worden van destructieve methodes zoals explosies of omvertrekken. Alle keten, tijdelijke voorzieningen, bouwstoffen, vrijkomende materialen en dergelijke dienen te zijn afgevoerd.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
4	[ME_0225] Exploitant dient aansluitingen en ontsluitingen zo in te passen dat geen belangrijke of onnodige beperkingen of hinder ontstaan voor verkeersgeleidingsinstallaties op de Harde en Zachte Zeewering.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
5	[ME_0226] Exploitant dient onbedoeld gebruik van voor het Windpark aangelegde of aangepaste terreinen en infrastructuur, zoals recreatief parkeren of sluipverkeer te voorkomen. Hinder en verkeersmaatregelen vanwege werkzaamheden moeten tijdelijk van aard en tot het noodzakelijke beperkt zijn.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
6	[ME_0400] De Exploitant dient middels vooroverleg en afstemming inzake zijn ontwerp voor het Windpark te komen tot een volledig afgestemd ontwerp, alvorens hij de vergunning aanvraagt, met inachtname van de procedure doorlooptijd van vergunningverlening van 6 maanden conform artikel 3:4 Awb gerekend vanaf het moment van indienen van de op een afgestemd ontwerp gebaseerde vergunningsaanvraag.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
7	[ME_0402] De Exploitant dient tekeningen op te leveren van de as build situatie van zowel de windtubines, funderingen, kabeltraces en overige opstallen	Verificatiematrix [14]	n.v.t., relevant in vervolgfase
8	[ME_0500] De Exploitant dient op zorgvuldige en veilige wijze de kwaliteit van de leefomgeving en objecten derden te waarborgen.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
9	[ME_0502] De Exploitant dient voorafgaand aan aanvragen voor publiekrechtelijke toestemmingen, zoals planbesluiten en vergunningen, voor het Windpark tijdig goed overleg te hebben met de betrokken belanghebbenden, waaronder in elk geval Deltalinqs, Vogelbescherming, Faunabescherming en Natuur- en Milieufederatie Zuid-Holland.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
10	[ME_0613] De Exploitant dient, daar waar de bereikbaarheid, leefbaarheid, bedrijfsvoering of veiligheid van direct aangrenzende belanghebbenden wordt beïnvloed, dit uiterlijk 6 weken voorafgaand aan de uitvoering van de Werkzaamheden te melden aan de Afnemer en de Werkzaamheden af te stemmen met de betreffende belanghebbenden.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
11	[ME_0615] De Exploitant dient met Havenbedrijf Rotterdam in overleg te treden en de uitgangspunten en aanpak van het project toe te lichten. De Exploitant dient tevens het voorontwerp en definitief ontwerp van het Windpark toe te lichten. De vergunningaanvragen dienen daarbij in overeenstemming zijn met het definitief ontwerp.	Verificatiematrix [14]	*Overleg wordt nog ingepland*

12	[ME_0617] Exploitant dient kabels en leidingen op Terrein HBR zoveel als redelijkerwijs mogelijk in te passen in de daarvoor bestemde leidingenstroken, of daarmee op aanwijzing van Havenbedrijf Rotterdam te bundelen.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
13	[ME_0618] Exploitant dient voor boringen, ontgravingen, bovengrondse passages en tracés onder water(bodems) op het terrein van het Havenbedrijf Rotterdam voorafgaand schriftelijke instemming van Havenbedrijf Rotterdam te verkrijgen.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
14	[ME_0619] Exploitant dient open ontgravingen tot NAP op het terrein van het Havenbedrijf Rotterdam blijvend mogelijk te houden in verband met de mogelijke aanleg van ondergrondse infrastructuur en inspecties of herstel daarvan.	Verificatiematrix [14]	n.v.t. op constructie
15	[M1.2.4.1] De bezwijkbelasting van de fundering van de turbines, typen V117 en V162, op de Harde Zeewering dient ten minste 25% hoger te liggen dan de bezwijkbelasting van de mast inclusief de verbinding.	Verificatiematrix [14]	Notitie “BF5659-RHD-Memo veiligheid WTG in HZ op terp”
16	[M1.2.4.2] Exploitant dient bij de aanvraag van de omgevingsvergunning met een 3D-eindige elementenberekening aan te tonen dat de bezwijkbelasting van de fundering van de turbines, typen V117 en V162, op de Harde Zeewering ten minste 25% hoger ligt dan de bezwijkbelasting van de mast inclusief de verbinding.	Verificatiematrix [14]	n.v.t., relevant in vervolgfase
17	[M1.2.12.4] Exploitant dient bij het realiseren van de fundering van de turbines op de Harde Zeewering geen tijdelijke damwanden te plaatsen.	Verificatiematrix [14]	Er zullen geen tijdelijke damwanden worden geplaatst voor Windpark Maasvlakte 2. In deze rapportage wordt dit daarom niet verder behandeld.

4 Raakvlakken

4.1 Interne raakvlakken

Andere te realiseren objecten binnen het ontwerp van het windpark die mogelijk worden beïnvloed door de fundering van de windturbines zijn:

- De gewapende grondconstructie voor de terp tegen het binnentalud. De palen onder de fundering gaan door de lagen geogrids. In het ontwerp van de gewapende grondconstructies wordt rekening gehouden met een afname van de verankeringslengte van de geogrids, zie hoofdstuk 8.
- De windparkbekabeling. De aansluiting van de bekabeling op het fundament gaat door de gewapende grondconstructie. Bij de aanleg van de gewapende grond dient hiermee rekening te worden gehouden.

4.2 Externe raakvlakken

Bestaande objecten in de omgeving die worden beïnvloed door de windturbinefundaties zijn:

- De harde zeewering: het effect van de bouw, het gebruik en de ontmanteling van de fundering op de weringveiligheid is afzonderlijk beschouwd in een beoordelingsrapport [16].

5 Risico's

Voor de fundering van de windturbines op de HZ zijn de volgende risico's geïdentificeerd, o.a. op basis van de voorgaande hoofdstukken 3 en 4. Per risico is de aangeven wat de bron is in welke deel van dit document geverifieerd wordt.

Nr	Omschrijving risico	Locatie verificatie
1	Vermindering van het minimale veiligheidsniveau door –de wijze van- het plaatsen, exploiteren en ontmantelen van het windpark.	Stabiliteit: sectie 8.2, 8.4, 8.5 en 9.2
2	De aanwezigheid van de fundering belemmert de toekomstige uitbreiding van de zeewering.	Sectie 7.5 Aanlegniveaus
3	De aanwezigheid van de fundering belemmert het beheer en onderhoud van de wering.	Sectie 8.6 Zettingen ten gevolge van aanleg gewapende grond constructie
4	Schade aan de zeewering als gevolg van ontgravingen buiten het stormseizoen.	Sectie 3.2 Toekomstige situatie (faseringsschets)
5	Funderingen hinderen de toekomstige uitbreidbaarheid doordat ze niet verwijderbaar zijn.	Sectie 7.2.2. Paalkeuze
6	De fundering van windturbine voldoet niet qua sterkte en stabiliteit omdat het draagvermogen wordt overschreden	Sectie 7.7 en 7.8
7	De scheefstand van de windturbine is te groot door paalkopzakking	Sectie 7.9
8	De horizontale stijfheid van de fundering is lager dan vereist vanuit het ontwerp van de windturbine	Sectie 7.10
9	De gewapende grondconstructie is onvoldoende sterk en stabiel omdat onvoldoende rekening is gehouden met verlies aan treksterkte door de paalfundatie	Sectie 8.2
10	De stabiliteit van de zeewering is onvoldoende tijdens de ontgraving voor aanleg van de gewapende grondconstructie	Sectie 8.3
11	De gewapende grondconstructie leidt tot afname van de kruinhoogte door zetting	Sectie 8.4
12	Afname stabiliteit van de zeewering tijdens de bouwfase dor aanleg van een tijdelijke bouwweg tegen het talud.	Hoofdstuk 9

6 Geotechnische bodemgesteldheid

6.1 Grondonderzoek

In het kader van de aanbesteding van dit project is in 2019 door MOS Grondmechanica in opdracht van Rijkswaterstaat een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd [10]. Op de Harde Zeewering zijn 4 representatieve sonderingen uitgevoerd tot een diepte van max. NAP -44,5 m.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het grondonderzoek. De locatie van deze punten en de resultaten van het grondonderzoek zijn weergegeven in Bijlage 1.

Tabel 6-1: Grondonderzoek CPT locaties [10]

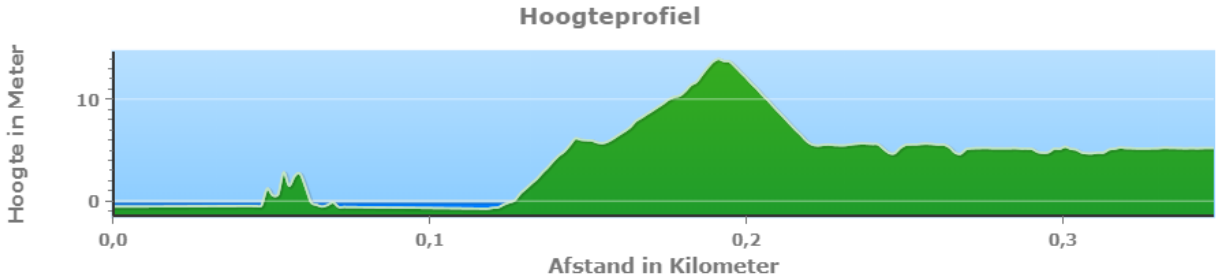
Nummer sondering	RD X coördinaat [m]	RD Y coördinaat [m]	Maaiveldhoogte [m NAP]	Bereikte diepte [m NAP]
7	58363,390	444527,550	+5,35	-44,48
8	59014,070	444977,310	+5,33	-44,27
9	59734,860	445202,590	+5,19	-37,28
10	60489,520	445152,670	+5,38	-36,14

6.2 Terreinhoogte

In de berekeningen wordt uitgegaan van een initiële terreinhoogte van NAP +5,5 m ter plekke van de binnenteen van de zeewering. De kruinhoogte bedraagt circa NAP + 13,8 m. Het binnentalud heeft een helling van 1:3.

Aan de binnenzijde zijn diverse ondiepe greppels aanwezig naast de weg en de spoorlijn.

Een typische doorsnede van de zeewering is weergegeven in onderstaande figuur.

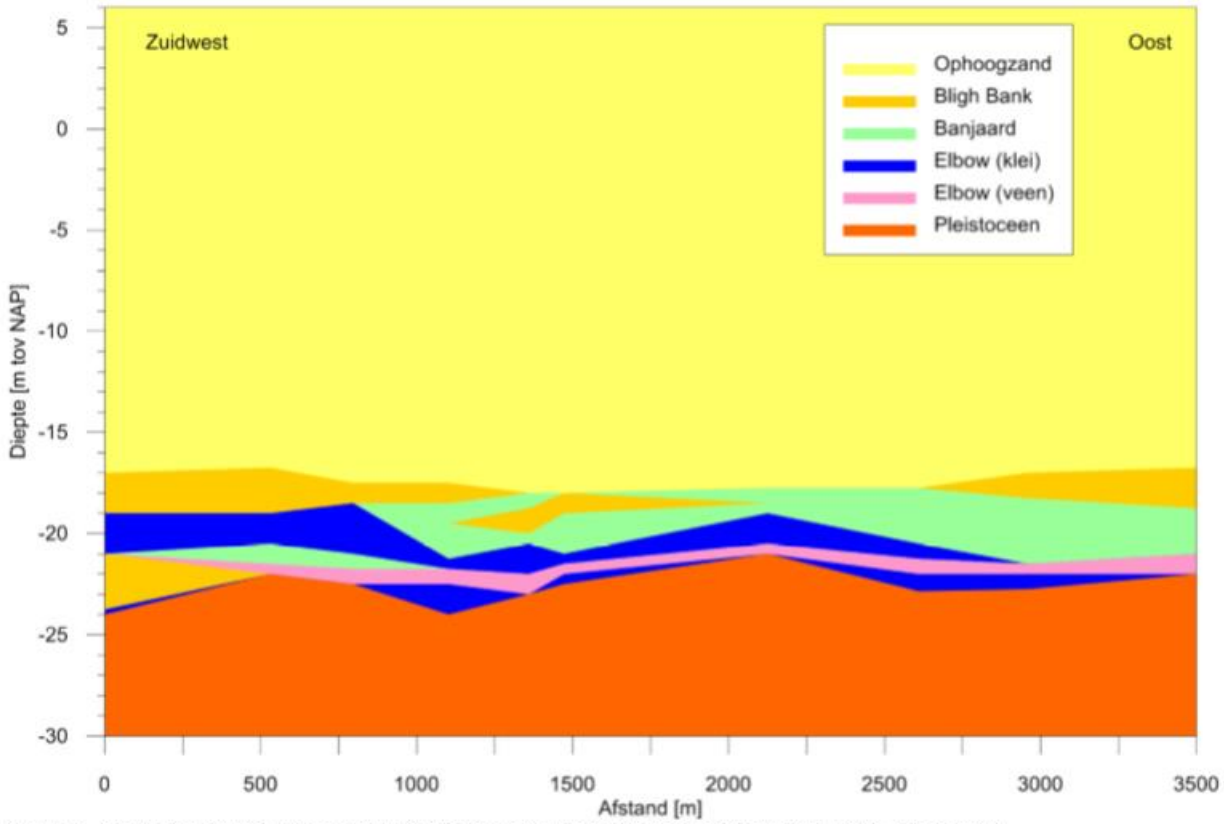


Figuur 6-1: Hoogteprofiel ter plekke van de HZ. Bron: AHN

6.3 Bodemopbouw

Uit beschikbaar gesteld onderzoek [8][10] is bekend dat de zeewering en de ondergrond hoofdzakelijk uit zand bestaan. Direct onder het maaiveld bevindt zich tot een diepte van ca. NAP -17 à -18 m een pakket bestaande uit opgespoten zand. Dit zand is matig fijn tot zeer grof. Het zand heeft een overwegend matig tot vaste pakking (conusweerstand tot circa 50 MPa).

Onder het opgebrachte zand is de natuurlijk gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig. Ter plekke van de HZ bestaat deze opbouw tussen ca. NAP -18 m en NAP -22 à -24 m uit zandhoudende klei, kleihoudende zandlagen en veen (geologische Elbow Formatie). Vanaf ca. NAP -22 à -24 m is zeer vast Pleistoceen zand geregistreerd met conusweerstanden tot 70 MPa. In dit zand komen plaatselijk en op wisselende niveaus teruggangen in conusweerstand voor die vermoedelijk worden veroorzaakt door een losse pakking en/of een grove gradatie. In onderstaande figuur is een geologische doorsnede ter plaatse van de HZ weergegeven.



Figuur 5. Geologisch (zuidwest-oost) profiel ter hoogte van harde zeewering (bron: puima-q-lb-onb01).

Figuur 6-2: geologisch profiel (Inpijn-Blokpoel,2013, ref.[9])

De globale laagopbouw ter plaatse van de windturbines in de Harde Zeewering is zoals aangegeven in *Tabel 6-2*.

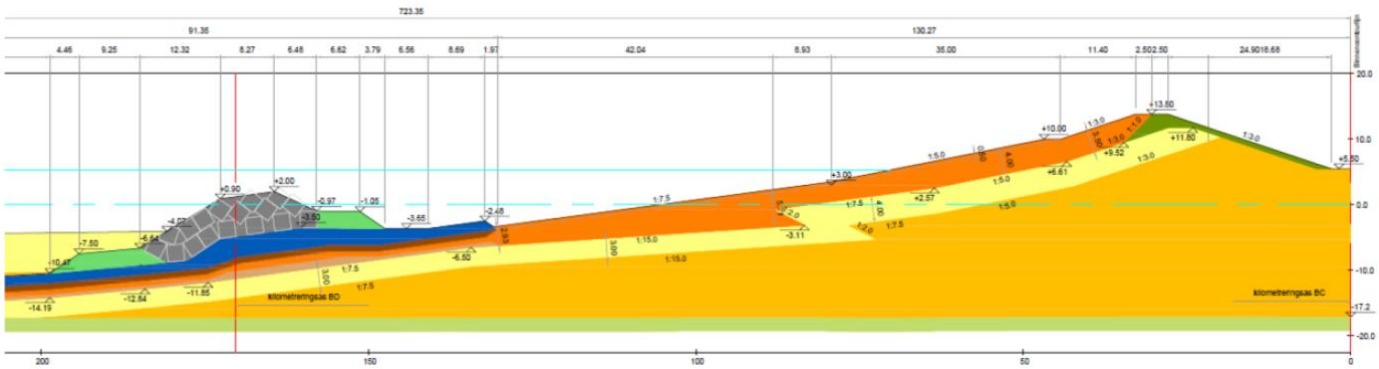
Tabel 6-2: Bodemopbouw locatie Harde Zeewering

Diepte (m NAP) Van	tot	Grondbeschrijving
Maaiveld*	-17,0 à -18,0	Opgespoten zand, matig tot vast gepakt, matig fijn tot zeer grof
-17,0 à -18,0	-22,0 à -24,0	Zandhoudend klei, kleihoudende zandlagen en veen
-22,0 à -25,0	Verkende einddiepte	Pleistoceen zand

* maaiveldhoogte varieert t.g.v. talud zeewering.

6.4 Laagopbouw zeewering

Een principedoorsnede van de Harde Zeewering is gegeven in Figuur 6-3. De Harde Zeewering bestaat (vanaf het water beschouwd) uit een blokkendam (hoogte ca. NAP +2,0 m), bedoeld om de grootste stormgolven vanaf de Noordzee te breken, vervolgens een tussenwater, gevolgd door een dijk met aan de zeezijde een steenbekleding en aan landzijde een kleibekleding. De steenbekleding op het buitentalud (tot een hoogte van ca. NAP +13,8 m) is ontworpen als een dynamisch stenig duin: tijdens een zware storm zal en mag de bekleding vervormen, waarbij stenen (grootte varieert) over het buitentalud worden herverdeeld. Deze dikke afdeklaag is gemaakt van lichte breuksteen (20 – 135 mm). Het volledige buitentalud (vanaf de blokkendam tot de kruin) is bedekt met deze steenbekleding. Vanaf de kruin tot de binnenteen is de waterkering bedekt met een laag erosiebestendige klei, waardoor de waterkering volgens de eisen bestand is tegen een (gemiddeld) overslagdebiet van 10l/s/m. De dikte varieert van ca. 2 m op de kruin tot 0,7 m op het binnentalud. De volledige zeewering is ontworpen om een extreme storm met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar te weerstaan, zodanig dat de kering niet bezwijkt en het overslagdebiet beperkt blijft tot 10 l/s/m.



Figuur 6-3: Principe doorsnede Harde Zeewering. In grijs de Blokkendam, in oranje het dynamisch stabiele stenig duin en in groen de binnendijkse dijkbekleding (gras en klei).

6.5 Grondparameters

6.5.1 Materiaaleigenschappen zeewering

Aan de hand van het beschikbare grondonderzoek en tabel 2.b van Eurocode 7 is de grondopbouw afgeleid met bijbehorende karakteristieke waarden van de grondeigenschappen, zie Tabel 6-3. Voor het volumieke gewicht en de sterkteparameters (c'en ϕ') zijn de lage waarden van de karakteristieke waarden afgeleid gehanteerd.

Tabel 6-3: Karakteristieke waarden grondmateriaal Harde Zeewering

Materiaal	$\gamma_{dry/sat}$ [kN/m^3]	φ' [^{o}]	c' [kPa]
Kleibekleding	15,0 / 15,0	17,5	5,0
Dijk materiaal (zand, matig vast)	18,0 / 20,0	32,5	-
Breuksteen	21,0 / 21,0	40,0	-

6.5.2 Materiaaleigenschappen ondergrond

In de berekening van het paaldraagvermogen in het programma D-Foundations van Deltares (versie 17.1) is gebruik gemaakt van automatische interpretatie van de geotechnische bodemprofielen. De interpretatie is gebaseerd op de CUR-methodiek zoals beschreven in CUR-publicatie 162 (Construeren met grond). Voor de bepaling van het druk- en trekdraagvermogen van de paalfundering is deze benadering geanalyseerd en voldoende betrouwbaar geacht.

6.6 (Grond)watercondities

6.6.1 Freatische grondwaterstand

Er zijn momenteel op de projectlocatie geen peilbuizen aanwezig op basis waarvan de grondwaterstand kan worden ingeschat. De grondwaterstand zal worden beïnvloed door de hoogte van de zeespiegel en neerslag. De gemiddeld lage grondwaterstand (GLG) is aangehouden op NAP -0,63 m. De maatgevend hoog waterstand (MHW) ligt op NAP +5,3 m.

6.7 Autonome bodemdaling en voorspelling

6.7.1 Historische bodemdaling

Ter plekke van de Maasvlakte 2 zijn er verscheidene oorzaken, die autonome bodemdaling tot gevolg hebben. De bodemdaling bij Maasvlakte 2 is nader onderzocht door Oranje-Nassau Energie (ONE) en Deltares, zoals gerapporteerd in [12].

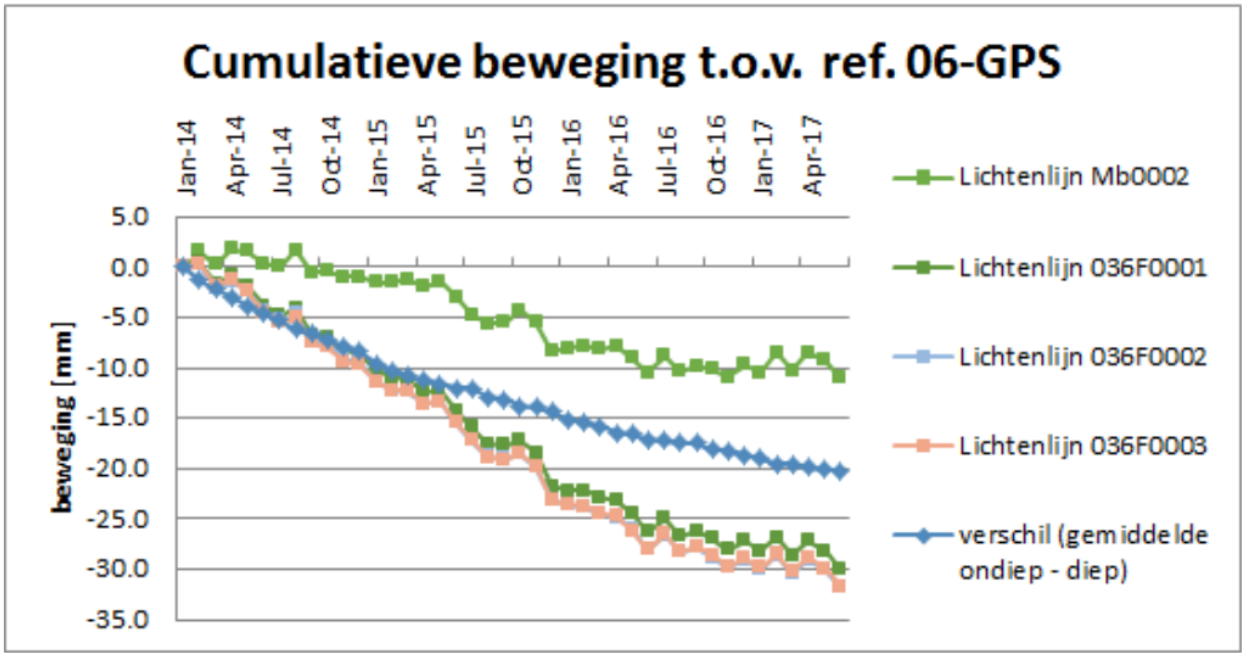
De opspuiting van de Maasvlakte 2 is begin maart 2012 afgerond na een aanlegperiode van ruim 3 jaar Als gevolg van de aanleg treedt nog steeds zetting (kruip) op. Het noordelijk deel van de vlakte bevindt

zich bovendien boven de dalingskom van het Q-16 Maas gasveld dat sinds april 2014 door ONE wordt geëxploiteerd. Zetting en gasdaling zijn daar dus gesuperponeerd.

Om beide componenten te kunnen scheiden zijn door ONE en Deltares bodemdalingsmetingen met GPS stations verricht. Hierbij zijn drie oppervlakkige meetbakens op de dijk geplaatst (036F0001 t/m 0003) en een diep meetpunt op ongeveer -70 m NAP (Mb0002). Het diepe meetpunt ligt onder de samendrukbare kleilagen van Holocene en Pleistocene ouderdom. De zakking van het diepe meetpunt wordt niet beïnvloed door zetting van de ophoging en is dus alleen het gevolg van de gaswinning.

Figuur 6-4 laat zien dat de meetbakens aan het maaiveld een onderling vergelijkbare daling laten zien van ongeveer 30 mm, met een snelheid van gemiddeld 9 mm/jaar. De snelheid van daling neemt licht af met de tijd. Het diepe meetbaken daalt langzamer, in totaal ongeveer 10 mm, met een snelheid van 3 mm/jaar. Doordat de productie in juni 2016 is verminderd is de zakking sindsdien constant gebleven.

Het verschil tussen het gemiddelde van de drie oppervlakte bakens en de daling van het diepe peilmerk kan gezien worden als de zetting van de ondergrond tot -70 m NAP onder het gewicht van de ophoging voor de Maasvlakte 2. Deze zetting bedraagt dus ongeveer 20 mm. De totaal opgetreden zetting is veel groter geweest zijn, omdat de aanleg van de Maasvlakte 2 gestart is in 2008 en deze metingen pas in 2014 begonnen zijn.
De gemiddelde zakkingssnelheid bedroeg ongeveer 7 mm zetting/jaar. De verwachting is dat deze zakkingssnelheid afneemt in de tijd, zoals ook zichtbaar is in de figuur.



Figuur 6-4: Overzicht diepe en ondiepe autonome bodemdaling Tweede Maasvlakte

6.7.2 Voorspelling autonome bodemdaling

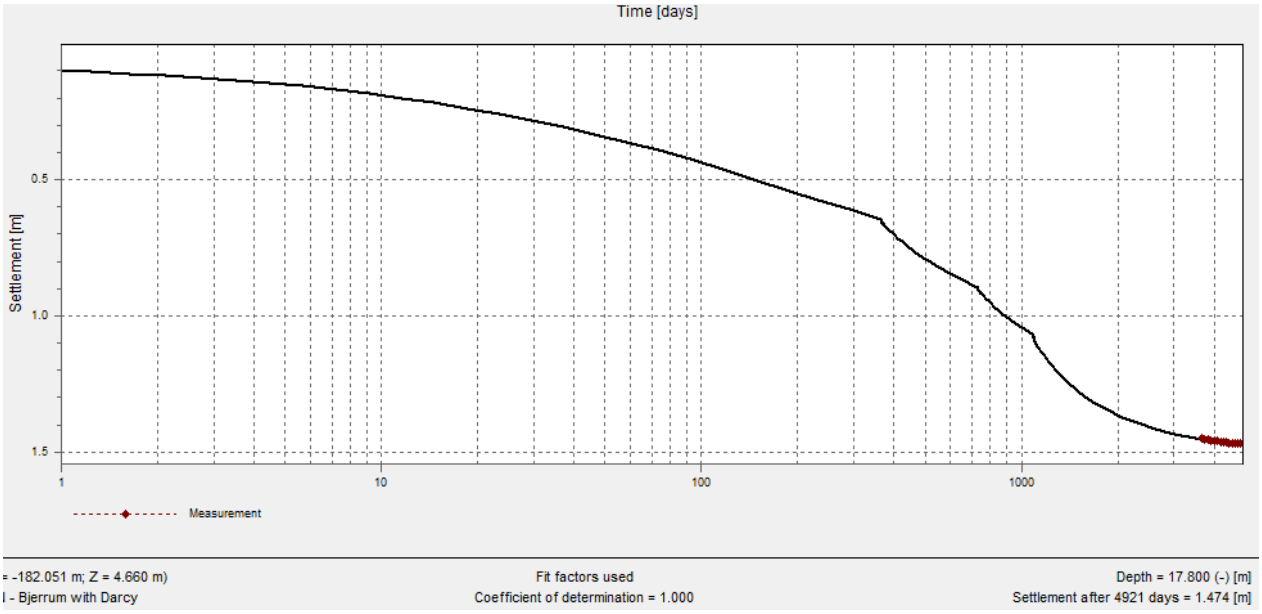
Gedurende de levensduur van het windpark zal de bodem verder dalen. Dit is relevant voor de negatieve kleefbelasting op de palen, zie paragraaf 7.2.1, en voor het beoordelen van effecten door aanleg van de fundaties.
Om een inschatting te maken van de ‘ondiepe’ bodemdaling gedurende de levensduur van het windpark zijn de gemeten zettingen (Figuur 6-4) ‘gefit’ aan de berekende zettingen voor de ophoging van de

Maasvlakte 2. Hiervoor is gebruik gemaakt van het programma D-Settlement van Deltares. De dikte van de samendrukbare grondlagen (Elbow Formation) is vastgesteld op 5 m op basis van sondering 8 nabij de meetpunten, om de fit zo accuraat mogelijk te krijgen. De grondparameters zijn in onderstaande tabel aangegeven en zijn gebaseerd op de ontwerpparameters (PUMA bodemonderzoek, ref. [12]).

Tabel 6-4: Zettingsparameters ondergrond Maasvlakte 2

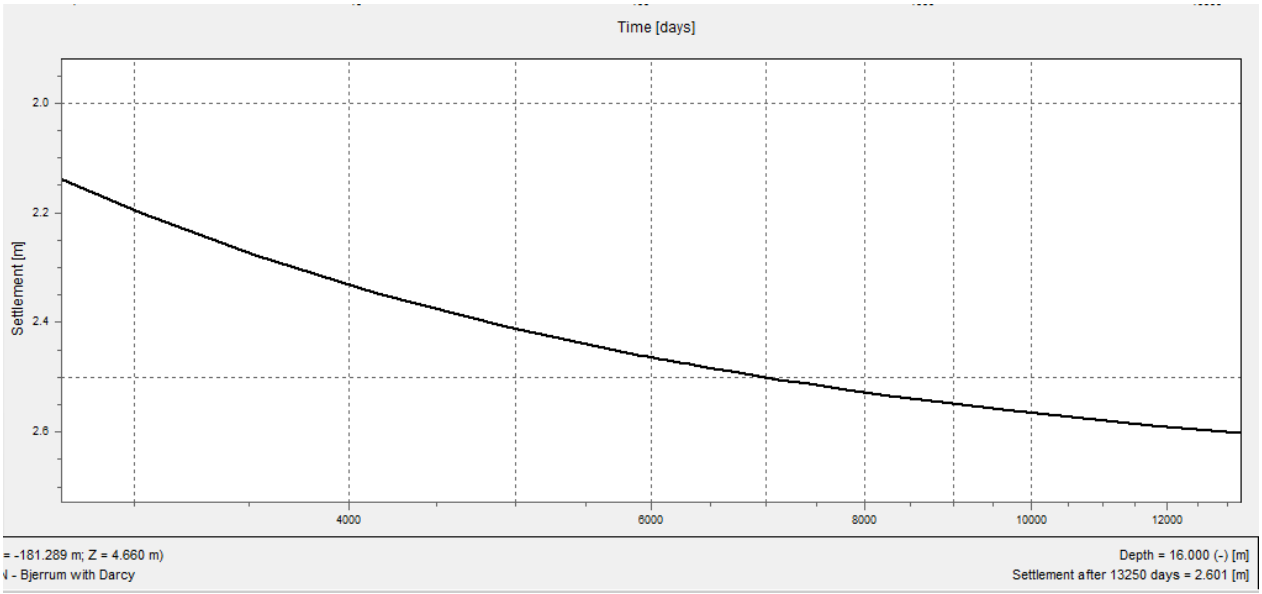
Laag	Cα [-]	CR [-]	RR [-]	OCR [-]	c_v [m^2/s]	k_v [m/s]
Elbow Formation (klei)	0,0100	0,222	0,065	1,9	$2,0*10^{-7}$	$1,1*10^{-10}$
Vast zand	0,00010	0,005	0,001	1,2	-	-

De fit van de metingen aan de zettingsberekening is weergegeven in onderstaande figuur. De volledige berekening is toegevoegd in Bijlage 5.1.



Figuur 6-5: Gefitte zettingsgrafiek Maasvlakte 2 met metingen tot en met 2017

De ‘gefitte’ zettingsparameters zijn gebruikt om de toekomstige bodemdaling in te schatten. Hiervoor is uitgegaan van de grootste dikte samendrukbare lagen van circa 11 m, zoals aangetroffen in sondering 2 van MOS, zie Bijlage 5.1). Voorafgaand aan de zettingsberekening is met behulp van ‘maintain profile’ uitgerekend welke overhoogte benodigd was, en geïmplementeerd in te uiteindelijke zettingsberekening. Over een periode van max. 20 jaar wordt er een autonome ‘ondiepe’ bodemdaling van ca. 20 cm verwacht (inclusief +30% zettingsonzekerheid) zoals weergegeven in Figuur 6-6. In paragraaf 8.5 wordt berekend wat het effect van de constructies op deze situatie is.



Figuur 6-6: Zettingsberekening ter plekke van sondering 2 (MOS, Bijlage 5). Verwachtte eindzetting t.g.v. autonome bodemdaling na ca. 20 jaar. Huidige situatie ligt op ca. 6000 dagen, ca. 20 cm zetting wordt vanaf dan verwacht over 20 jaar.

7 Funderingsontwerp

7.1 Algemeen

De combinatie van hoge turbinebelastingen, strenge rotatie- en stijfheidseisen en variërende condities van het stortmateriaal, stellen eisen aan de uitvoering, het type en de afmetingen van de betonnen plaat en ondersteunende paalfundering. Daarnaast dient de interactie met de gewapende grond te worden beschouwd.

Op basis van voorlopige ontwerpberekeningen is gekozen voor een betonnen plaat met een diameter van 17,0 m (kleine turbine bij HZ-01 t/m HZ-09) en 20,0 m (grote turbine bij HZ-10), beide gefundeerd op Fundexpalen (of vergelijkbaar) met groutinjectie.

De afmetingen van de palen zijn in dit hoofdstuk bepaald aan de hand van draagkrachtberekeningen.

7.2 Afweging funderingswijze en paaltype

7.2.1 Afweging funderingsdiepte

Met betrekking tot de funderingswijze van de twee turbinetypes (kleine turbine bij HZ-01 t/m HZ-09 en grote turbine bij HZ-10) zijn twee benaderingen overwogen:

1. Ondiepe paalfundering: het paalpuntniveau bevindt zich in het ophoogzand, boven de samendrukbare lagen aanwezig in de ondergrond (paragraaf 6.3).
2. Diepe paalfundering: het paalpuntniveau bevindt zich in het Pleistocene zand, onder de samendrukbare lagen aanwezig in de ondergrond (paragraaf 6.3).

Bij benadering ‘2’ leidt de autonome bodemdaling (paragraaf 6.7) tot een aanzienlijke negatieve kleefbelasting op de palen. Om voldoende draagvermogen te ontwikkelen zouden de palen diep in het Pleistocene zand moeten worden gefundeerd. Vanwege de grote benodigde paallengte (>30 à 35 m) zou een in het werk gestorte paal niet meer mogelijk zijn en zou een permanente stalen buispaal toegepast moeten worden. Al deze aspecten brengen extra uitvoeringsrisico’s en hoge kosten met zich mee.

Het aanwezige ophoogzand is over het algemeen matig tot vastgepakt, waar een hoog trek- en drukdraagvermogen aan kan worden ontleend. Doordat de fundering en de zeewering nagenoeg dezelfde zakking ondergaan is er geen sprake van negatieve kleefbelasting. Ook wordt op lange termijn spleetvorming of kiervorming door verschilzakking voorkomen. Om deze redenen is voor een ondiepe paalfundering gekozen.

De grondwaterstand in de druk- en trekberekeningen is aangehouden op NAP +5,3 m.

7.2.2 Paalkeuze

Op basis van ervaring met het windpark Slufter en de Haliade of de SIF terminal wordt geadviseerd een geschroefde, grondverdringende, in de grond gevormde paal met groutinjectie (type Fundex groutinjectie of gelijkwaardig) toe te passen. Met een groutsmering kan de paal op diepte worden gebracht. Doordat dit paalsysteem al voor meerdere windparken op de Maasvlakte is toegepast, is sprake van een beproefd paalsysteem.

Het gekozen paalsysteem is trilllingsvrij. Hierdoor worden tijdens de aanleg geen nadelige effecten verwacht op de stabiliteit van de zeewering (geen afname stabiliteit door grondversnellingen of

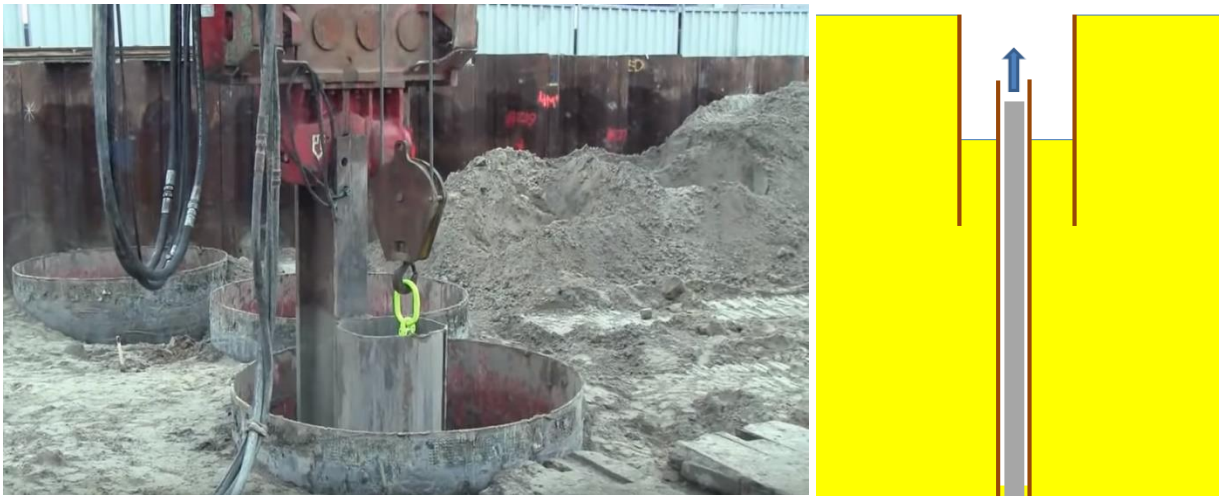
wateroverspanningen). Ook treedt er geen verdichting op van eventuele los gepakte zandlagen, waardoor zakking van de kruin kan optreden.

Verwijderen van de palen
Voor de HZ geldt de volgende eis:

> *Voor funderingspalen mag er van uit gegaan worden dat deze na einde levensduur van het windpark onder -1,0 m maaiveld achter mogen blijven. Wel dienen de palen zodanig te zijn geconstrueerd dat deze, als daar aanleiding voor is, daarna alsnog geheel verwijderbaar zijn.*

Aangezien gekozen is voor relatief korte palen (zie vorige paragraaf) zijn de palen verwijderbaar met conventionele technieken. Voor langere palen of palen met een hoge trekweerstand kan gebruik worden gemaakt van een holle stalen buispaal. De buispaal wordt om de heipaal geplaatst en met een trilblok ingebracht. Daarna wordt het zand tussen de buiswand en de paal weggespoten. De paal kan vervolgens worden getrokken. Vervolgens wordt de buispaal naar boven gehaald en vult men de holle ruimte met zand (of bentoniet in geval van kleigrond).

In Figuur 7-1 is en voorbeeld weergegeven van het trekken van een betonnen heipaal. De buitenste (grote diameter) buispaal heeft als doel om de paalkop op diepte vrij te graven. Vervolgens is een stalen buispaal met kleinere diameter om de betonpaal trillend ingebracht.



Figuur 7-1: voorbeeld verwijderen betonnen heipaal binnen een (dubbele) stalen buispaal (bron Youtube, Utrecht Catharijnesingel)

7.2.3 Interactie met gewapende grondconstructie en ondergrond

De palen worden geplaatst door de geogrids die aanwezig zijn in de gewapende grondconstructie. Om dit te bewerkstelligen dient er voorgeboord te worden door alle aanwezige geogrids. De voorboring wordt uitgevoerd met een kleinere diameter boor dan de paalpuntdiameter.

Vanwege hoge conusweerstanden (>30 MPa) in het ophoogzand kan installatie worden vereenvoudigd door het voorboren van de palen. In het funderingsontwerp is rekening gehouden met voorboren tot het niveau NAP – 5,0 m. Tot dit niveau is voorlopig gerekend met een gereduceerde conusweerstand (q_c) van 2 MPa. Deze waarde is zeer conservatief; op basis van paalklassefactoren voor grondverdringende en grondverwijderende palen zou een reductie van 50% van de conusweerstand toegepast kunnen worden, resulterend in een ruime hogere waarde.

7.3 Constructieve uitgangspunten

De volgende constructieve input is relevant voor dit VO:

7.3.1 Algemeen

- Gevolg- / betrouwbaarheidsklasse — CC3 / RC3
- Ontwerplevensduur — 20 jaar
- Milieuklasses fundatie
  - Boven- en zijkanten — XC4, XS3, XF4
  - Onderzijde — XC2
  - Palen — XC4, XS3

** Eventueel aangevuld met XD2/3 of XA-klasse n.a.v. een nog uit te voeren grondwaterzoek.*

- Max. diameter fundatie HZ-01 t/m HZ-09 — 17 m
- Max. diameter fundatie HZ-10 — 20 m
- Niveau bovenkant fundering — NAP +15,00 m voor HZ-01 t/m HZ-08
- Niveau bovenkant fundering — NAP +13,00 m voor HZ-09 en HZ-10
- Niveau's grondwaterstanden
  - Max. — NAP +5,30 m
  - Gem. — NAP +2,34 m
  - Min. — NAP -0,63 m
- Minimale dekking kleilaag op fundering — 0,70 m (niet van toepassing op de opstort)
- Op basis van de aangeleverde foundation loads (paragraaf 2.2) is voor de fundatie t.b.v. HZ-01 t/m HZ-09 en HZ-10 een maatgevende enveloppe opgesteld, bijlage 8. Voor fundatie t.b.v. HZ-01 t/m HZ-09 is trek maatgevend voor de paalfundering, daarom is een relatief lage verticale belasting aangenomen. Voor HZ-10 is druk maatgevend voor de paalfundering en is een relatief hoge verticale belasting aangenomen. Zodoende is getracht om in de vervolgfase keuzevrijheid van de toe te passen windturbine te behouden, binnen de gestelde randvoorwaarden van het project. De aangeleverde foundation loads zijn volgens IEC 61400-1 Edition 3 tot stand gekomen. Scheefstand is verwerkt in de belastingen, echter niet door iedere leverancier is gespecificeerd met welke scheefstand rekening is gehouden.
- Operational load prob 1e-04 in belastingspecificaties (paragraaf 2.2, indien beschikbaar) dient te worden gehanteerd voor de controle op scheurwijdte. Betreffende load komt overeen met de frequente belastingcombinatie in NEN-EN 1990. Scheurwijdte is in deze fase van het ontwerp niet beschouwd aangezien het niet maatgevend / bepalend is voor het VO. Scheurwijdte dient in het DO te worden gecontroleerd.
- De controle van de horizontale stijfheid is behandeld in paragraaf 7.9.
- Vermoeiing is in deze fase van het ontwerp niet beschouwd aangezien het niet maatgevend / bepalend is voor het VO. Vermoeiing dient in het DO te worden beschouwd.
- Torsiemomenten zijn in deze fase van het ontwerp niet beschouwd aangezien het niet maatgevend / bepalend is voor het VO. Torsiemomenten dienen in het DO te worden beschouwd.

- Het effect van de belasting uit de kraanopstelplaats op de palen van de fundatie is naar verwachting gering en niet maatgevend. In het DO dient het mogelijk effect van de belasting uit de kraanopstelplaats te worden beschouwd.
- De toe te passen ankerkooi heeft invloed op de afmetingen van de fundatie, opstort, eventuele onderstort en kan invloed hebben op de benodigde betonsterkteklasse van de fundatie. Het VO is gebaseerd op gegevens die zijn aangeleverd door diverse WT leveranciers. Derhalve zijn in deze fase het type ankerkooi en de aan ankerkooi gerelateerde variabelen (o.a. betonsterkteklasse) niet te specificeren en dienen in het DO te worden beschouwd.

7.3.2 Windturbines HZ-01 t/m HZ-09

- Rotatiestijfheid-eis (dynamisch) $C_{\varphi,dyn} \geq 90$ GNm/rad (bijlage 8.1)
- Translatiestijfheid (horizontaal) $C_{hor} \geq 90$ MN/m (bijlage 8.1)

Opmerking: De eisen met betrekking tot rotatie- en translatiestijfheid zijn gebaseerd op Vestas V117 HH 84 m. Op basis van voorgaande projecten is te stellen dat Vestas in de regel relatief lange eisen stelt aan de rotatie- en translatiestijfheid van de fundering.

7.3.3 Windturbine HZ-10

- Rotatiestijfheid-eis (dynamisch) $C_{\varphi,dyn} \geq 160$ GNm/rad (bijlage 8.1)
- Translatiestijfheid (horizontaal) $C_{hor} \geq 500$ MN/m (bijlage 8.1)

Opmerking: De eisen met betrekking tot rotatie- en translatiestijfheid van de fundering zijn gebaseerd op Enercon E160 en zijn relatief hoog ten opzichte van Vestas V162.

7.3.4 Paalfundering

Onderstaande uitgangspunten zijn van toepassing op HZ-01 t/m HZ-10.

- Paal type Fundex
- Paalafmeting 540/670 mm
- Draagvermogen ULS 3000 kN (druk) en 800 kN (trek)
- Verticale veerstijfheid 238 MN/m

7.4 Constructieve resultaten en input geotechniek

Op basis van (iteratieve) geotechnische en constructieve ontwerpberekeningen zijn de afmetingen van de funderingsplaten en het aantal palen bepaald voor beide typen windturbine. De afmetingen zijn hieronder aangegeven zoals aangeleverd door de constructeur.

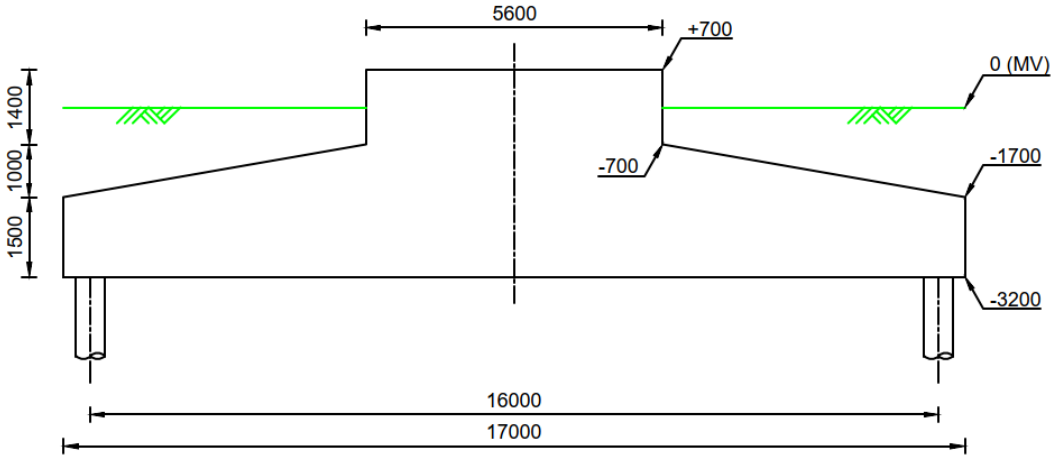
7.4.1 Eigenschappen en dimensies HZ-01 t/m HZ-09

Funderingsblok voor

- Volume 484 m^3 (bijlage 10.1)
- Diameter 17,0 m (bijlage 10.1)

- Hoogte rand 1,50 m (bijlage 10.1)
- Hoogte midden 2,50 m (excl. opstort) (bijlage 10.1)
- Hoogte opstort 1,40 m (bijlage 10.1)
- Hoogte onderstort t.p.v. ankerkooi 0 m (bijlage 10.1)
- Betonsterkteklasse ≥ C30/37

Opmerking: In het VO is C30/37 aangehouden voor het funderingsblok. Op basis van eisen gesteld door de WT leverancier kan de betonsterkteklasse in het DO bijgesteld worden.



Figuur 7-2: Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-01 t/m HZ-09

Funderingspalen

- Aantal palen 32 (bijlage 10.1)
- Betonsterkteklasse ≥ C35/45
- Paalpuntniveau NAP -16,0 m

Rotatieveerstijfheid

- Dynamische rotatieveerstijfheid 108 GNm/rad > 90 GNm/rad → akkoord (bijlage 10.1)

Op basis van voorontwerpberekeningen is bepaald dat de funderingsplaat dient te worden ondersteund door 32 palen. Uitgaande van de maximale paalbelasting wordt een schacht-/voetafmeting 540/670 mm geadviseerd. In zandlagen zal een groutomhulling worden gerealiseerd met dezelfde diameter als de boorpunt. De onderlinge hart-op-hart afstand van de palen bedraagt 1,57 m. De betonklasse bedraagt C35/45.

Overzicht paalbelastingen t.b.v. geotechnische berekeningen

Onderstaande verticale paalbelastingen dienen als input voor verdere geotechnische berekeningen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen cyclische, dynamische en statische componenten van de paalbelasting. De statische component is samengesteld uit het eigen gewicht / rustende belasting en scheefstand van de mast. Aangezien de scheefstand en gewicht van de mast / nacelle niet door iedere WT leverancier is gespecificeerd, zijn onderstaande aannames gedaan.

- Scheefstand 8 mm / m
- Volledige verticale belasting in SLS grijpt aan op hub hoogte (76 m)

Tabel 7-1: Verticale paalbelastingen HZ-01 t/m HZ-09

	Extreme (UGT, incl. PLF)		Extreme (BGT, excl. PLF)		Operational (BGT)	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
$F_{s;cyclisch}$ [kN]	-	-	-	-	375	-375
$F_{s;dynamisch}$ [kN]	1284	-1284	1061	-1061	-	-
$F_{s;statisch}$ [kN]	800	553	661	621	667	627
Resulterende paalbelasting	2084	-731	1722	-440	1042	252

$F_{s;cyclisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van windbelasting operational
$F_{s;dynamisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van windbelasting extreme
$F_{s;statisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van eigen gewicht en scheefstand
PLF ULS = 1,10 * 1,10 = 1,21
Tekenafspraak = positieve waarde is druk

<u>Opmerking:</u> De in bovenstaande tabel gegeven paalbelastingen kunnen marginaal afwijken van de belastingen gevonden in de VO spreadsheet. Dit komt omdat een aanname is gedaan van het statische aandeel (o.a. moment door scheefstand) van de paalbelasting.

Input t.b.v. bepalen horizontale stijfheid fundering

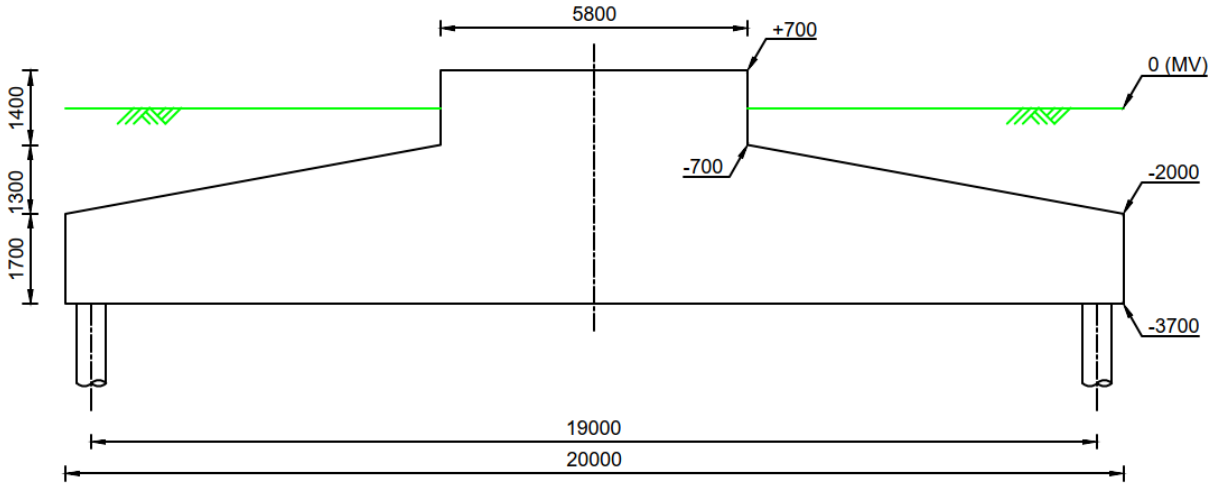
Horizontale belasting (operational, SLS)	= 650 kN
Diameter paal (schacht)	= 540 mm
AKOM paal	= 4,17 * 10^9 mm^4
Elasticiteitsmodulus (ongescheurd, korteduur)	= 34100 MPa
Elasticiteitsmodulus (gescheurd, langeduur)	= 10000 MPa
Buigstijfheid	= 4,17 * 10^{13} Nmm^2
	= 41739 kNm^2

7.4.2 Eigenschappen en dimensies HZ-10

Funderingsblok

■ Volume	758 m^3	(bijlage 10.2)
■ Diameter	20,0 m	(bijlage 10.2)
■ Hoogte rand	1,70 m	(bijlage 10.2)
■ Hoogte midden	3,00 m	(bijlage 10.2)
■ Hoogte opstort	1,40 m	(bijlage 10.2)
■ Hoogte onderstort t.p.v. ankerkooi	0 m	(bijlage 10.2)
■ Betonsterkteklasse	≥ C30/37	

<u>Opmerking:</u> In het VO is C30/37 aangehouden voor het funderingsblok. Op basis van eisen gesteld door de WT leverancier kan de betonsterkteklasse in het DO bijgesteld worden.



Figuur 7-3: Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-10

Funderingspalen

- Aantal palen 36 (bijlage 10.2)
- Betonsterkteklasse ≥ C35/45
- Paalpuntniveau NAP -16,0 m

Rotatieveerstijfheid

- Dynamische rotatieveerstijfheid 179 GNm/rad > 160 GNm/rad → akkoord (bijlage 10.2)

Op basis van voorontwerpberekeningen is bepaald dat de funderingsplaat dient te worden ondersteund door 36 palen. Uitgaande van de maximale paalbelasting wordt een schacht-/voetafmeting 540/670 mm geadviseerd. In zandlagen zal een groutomhulling worden gerealiseerd met dezelfde diameter als de boorpunt. De onderlinge hart-op-hart afstand van de palen bedraagt 1,66 m. De betonklasse bedraagt C35/45.

Overzicht paalbelastingen t.b.v. geotechnische berekeningen

Onderstaande verticale paalbelastingen dienen als input voor verdere geotechnische berekeningen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen cyclische, dynamische en statische componenten van de paalbelasting. De statische component is samengesteld uit het eigen gewicht / rustende belasting en scheefstand van de mast. Aangezien de scheefstand en gewicht van de mast / nacelle niet door iedere WT leverancier is gespecificeerd, zijn onderstaande aannames gedaan.

- Scheefstand 8 mm / m
- Volledige verticale belasting in SLS grijpt aan op hub hoogte (105 m)

Tabel 7-2: Verticale paalbelastingen HZ-10

	Extreme (UGT, incl. PLF)		Extreme (BGT, excl. PLF)		Operational (BGT)	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
$F_{s;cyclisch}$ [kN]	-	-	-	-	685	-685
$F_{s;dynamisch}$ [kN]	1347	-1347	1114	-1114	-	-
$F_{s;statisch}$ [kN]	1295	870	1070	982	1020	932

	Extreme (UGT, incl. PLF)		Extreme (BGT, excl. PLF)		Operational (BGT)	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Resulterende paalbelasting	2642	-477	2184	-132	1705	247

$F_{s;cyclisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van windbelasting operational
$F_{s;dynamisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van windbelasting extreme
$F_{s;statisch}$ = Paalbelasting ten gevolge van eigen gewicht en scheefstand
PLF ULS = 1,10 * 1,10 = 1,21
Tekenafspraak = positieve waarde is druk

Opmerking: De in bovenstaande tabel gegeven paalbelastingen kunnen marginaal afwijken van de belastingen gevonden in de VO-spreadsheet. Dit komt omdat een aanname is gedaan van het statische aandeel (o.a. moment door scheefstand) van de paalbelasting.

Input t.b.v. bepalen horizontale stijfheid fundering

Horizontale belasting (operational, SLS)	= 650 kN
Diameter paal (schacht)	= 540 mm
AKOM paal	= 4,17 * 10^9 mm^4
Elasticiteitsmodulus (ongescheurd, korteduur)	= 34100 MPa
Elasticiteitsmodulus (gescheurd, langeduur)	= 10000 MPa
Buigstijfheid	= 4,17 * 10^{13} Nmm^2
	= 41739 kNm^2

7.5 Aanlegniveaus

De volgende aanlegniveaus zijn van toepassing op de windturbinefundaties:

Tabel 7-3: Aanlegniveaus windturbines

Turbinecode	Bovenkant fundering [m N.A.P.]	Onderkant fundering/paalkopniveau [m N.A.P.]
HZ-01 t/m HZ-08	+15,0	+11.1
HZ-09	+13,0	+9.1
HZ-10	+13,0	+8.6

7.6 Verificatie trekdraagvermogen

Het trekdraagvermogen is bepaald met behulp van het computerprogramma D-Foundations 17.2, volgens de in NEN9997-1+C2:2017 gegeven methode.

In de berekening van de trekpalen voor beide type windturbinefundaties is uitgegaan van:

- ξ_3 = 1,26 (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor n=1);
- ξ_4 = 1,26 (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor n=1);
- $\gamma_{m;var;qc}$ = 1,50 (materiaalfactor voor wisselende belastingen);
- $\gamma_{m;st}$ = 1,35 (materiaalfactor voor trekpalen);
- $\gamma_{m;g}$ = 1,0 (voor grond boven/onder grondwater (materiaalfactor voor volumegewicht);

– $\gamma_{f;g}$ = 1,0 (belastingfactor voor eigen gewicht van de trekpaal);
– α_t = 0,009 voor zand, variabel voor klei (conform NEN9997-1+C2:2017)

In de berekeningen is rekening gehouden met het paalgroepeffect.

De berekeningsresultaten van de bepaling van de statische draagkracht onder trekbelasting zijn opgenomen in Bijlage 2. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 7-4: Trekdraagkracht van grond op trek voor Fundex ø540/670 mm met groutinjectie

Sondering	Minimaal maaiveldniveau [m NAP][1]	Paalkopniveau [m NAP][1]	Paalpuntniveau [m NAP]	$R_{t;17m;d}$ [kN]	$R_{t;20m;d}$ [kN]	$F_{t;17m;d}$ [kN]	$F_{t;20m;d}$ [kN]
7	+14,3	+9,0	-16,0	840	875	731	477
8	+14,3	+9,0	-16,0	839	871	731	477
9	+14,3	+9,0	-16,0	827	860	731	477
10	+14,3	+9,0	-16,0	817	848	731	477

Toelichting bij de tabel:
$R_{t;17m;d}$: rekenwaarde trekweerstand per paal, fundering van 17 m breed, 32 palen, h.o.h. 1,66 m
$R_{t;20m;d}$: rekenwaarde trekweerstand per paal, fundering van 20 m breed, 36 palen, h.o.h. 1,57 m
$F_{t:17m;d}$: rekenwaarde trekbelasting per paal, fundering van 17 m breed, 32 palen, h.o.h. 1,66 m
$F_{t:20m;d}$: rekenwaarde trekbelasting per paal, fundering van 20 m breed, 36 palen, h.o.h. 1,57 m
1) : N.a.v. de variatie in aanlegniveaus (Tabel 7-3) is het maatgevende paalkopniveau van NAP +9,0 m aangehouden.

Uit de berekening blijkt dat de trekdraagkracht bij elke sondering groter is dan de optredende trekbelasting ($R_{t;d;totaal} \geq F_{t;d}$). De fundering voldoet daarmee aan de gestelde eisen voor het trekdraagvermogen. Sondering 10 blijkt maatgevend te zijn.

7.7 Verificatie drukdraagvermogen

De berekening van het paaldraagvermogen onder statische belasting is uitgevoerd met behulp van computerprogramma D-Foundation 17.1, volgens methode EC7-NL (NEN-EN). In de berekening van de drukpalen is uitgegaan van:

– γ_b = 1,20 (weerstandsfactor voor puntweerstand);
– γ_s = 1,20 (weerstandsfactor voor schachtweerstand in de BGT);
– γ_{nk} = 1,00 (partiële materiaalfactor voor negatieve kleef);
– ξ_3 = 1,26 (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor n=1);
– ξ_4 = 1,26 (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor n=1);
– α_p = 0,63 (paalpuntfactor);
– α_s = 0,009 (paalschachtfactor, geschroefde stalen buispaal);
– β = 1,0 (paalvoet vormfactor)
– s = 1,0 (vormfactor voor doorsnede van de paalvoet)

In de berekening van het drukdraagvermogen is rekening gehouden met het groepseffect van de palen.

Het netto draagvermogen van de paal is getoetst aan de optredende constructieve belasting (statisch + dynamisch). De netto draagkracht van een paal is bepaald uit de rekenwaarde van de draagkracht minus de rekenwaarde van de negatieve kleef. Door afwezigheid van samendrukbare lagen rondom de paal hoeft er echter geen rekening te worden gehouden met negatieve kleef.

Netto drukdraagvermogen bij extreme belasting

De berekeningsresultaten van de bepaling van de statische draagkracht onder drukbelasting zijn opgenomen in Bijlage 3. De resultaten met betrekking tot het drukdraagvermogen zijn per locatie in de onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 7-5: Drukdraagkracht van grond voor Fundex ø540/670 mm. Sonderingen komen uit GO MOS (ref. [10]).

Turbine	Minimaal maaiveldniveau[1] [m NAP]	Paalkop-Niveau[2] [m NAP]	Paalpunt-niveau [m NAP]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]	$F_{c;17m;d}$ [kN]	$F_{c;20m;d}$ [kN]
7	+14,3	+9,0	-16,0	0	4394	2084	2642
8	+14,3	+9,0	-16,0	0	3534	2084	2642
9	+9,0	+9,0	-16,0	0	3253	2084	2642
10	+14,3	+9,0	-16,0	0	3111	2084	2642

Toelichting bij de tabel

$F_{nk;d}$: is de rekenwaarde van de negatieve kleefbelasting [kN]

$R_{c;net;d}$: rekenwaarde van het netto drukdraagvermogen [kN]

$F_{c;d}$: is de rekenwaarde van de paalbelasting [kN]

1) : inclusief ophoging t.g.v. aanleg gewapende grond constructie

2) : N.a.v. de variatie in aanlegniveaus (Tabel 7-3) is het maatgevende paalkopniveau van NAP +9,0 m aangehouden.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het draagvermogen groter is dan de optredende belasting. Sondering 10 blijkt maatgevend te zijn.

7.8 Verticale paalverplaatsingen

7.8.1 Paalverplaatsingen tijdens gebruikscondities (BGT)

Als eis is aangehouden dat de inclinatie van de fundering tijdens de gebruiksduur van de windturbine maximaal 1 mm/m mag bedragen. Deze BGT eis wordt getoetst aan de hand van berekende paalkopverplaatsingen voor een fundering met een diameter op paalkopniveau ($D_{fund;paalkop}$) van 17,0 m en 20,0 m.

Tijdens de gebruikssituatie treden de volgende paalbelastingen op:

HZ-01 t/m HZ-09

- $F_{s;k;permanent\ (statisch)}$ = 667 kN
- $F_{s;k;cyclisch}$ = 375 kN

HZ-10

- $F_{s;k;permanent\ (statisch)}$ = 1020 kN
- $F_{s;k;cyclisch}$ = 685 kN

Als gevolg van deze belastingen treden de volgende paalverplaatsingen op:

- Permanente statische drukbelasting:
  - S_b : paalpuntzakking.
  - S_{el} : elastische paalvervorming

- S_2 : zetting van de paalgroep

- Cyclische drukbelasting:
  - $S_{b;cycl}$: paalpuntzakking
  - $S_{el;cycl}$: elastische paalvervorming

De zetting van de palen (S_{tot}) is berekend met behulp van het programma D-Foundations, versie 17.1. Voor het beton van de Fundex is uitgegaan van een stijfheid van 34 GPa. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 7-6: Verificatie verticale verplaatsing paalfundering in gebruikscondities - BGT

Turbine	Paalpunt-niveau [m NAP]	Sondering	Vervorming door statische belasting				Vervorming door cyclische belasting			Totaal
			S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_2 [mm]	$S_{stat;tot}$ [mm]	$S_{b;cycl}$ [mm]	$S_{el;cycl}$ [mm]	$S_{cycl;tot}$ [mm]	S_{tot} [mm]
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	7	0,3	1,3	7,7	9,3	0,6	2,1	2,7	12,0
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	8	0,3	1,3	10,4	12,0	0,7	2,0	2,7	14,7
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	9	0,3	1,2	8,5	10,0	0,7	2,0	2,7	12,7
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	10	0,3	1,3	4,9	6,5	0,6	2,1	2,7	9,2
HZ-10	-16,0	7	0,6	2,1	11,8	14,4	1,1	1,6	2,7	17,1
HZ-10	-16,0	8	0,7	2,0	15,9	18,6	1,0	1,6	2,6	21,0
HZ-10	-16,0	9	0,7	2,0	13,0	15,8	1,0	1,6	2,6	18,4
HZ-10	-16,0	10	0,6	2,1	7,5	10,2	1,3	1,7	3,0	13,2

Doordat sprake is van een stijf bouwwerk zal de zakking onder permanente statische belastingen min of meer gelijk verlopen. Op basis van bovenstaande tabel wordt een verschilzakking van 7,2 mm (21,0-13,2) verwacht bij HZ-10 en 2,0 mm (14,7-12,7) bij HZ-01 t/m HZ-09.
Als gevolg van cyclische belastingen zal aan één zijde het fundament met circa 3,0 mm extra zakken. Aan de andere kant van het fundament treedt een ontspanning op, waardoor de elastische vervorming afneemt met circa 3,0 mm.
De totale verschilzakking is dan maximaal 13,2 mm (7,2+3,0+3,0) voor HZ-10 en 8,0 mm (2,0+3,0+3,0) voor HZ-01 t/m HZ-09. De scheefstand is 13,2/20,0 = 0,7 mm/m respectievelijk 8,0/15,0 = 0,5 mm/m. Dit voldoet aan de eis van 1 mm/m.

7.8.2 Paalverplaatsingen tijdens de extreme condities (BGT)

Voor de extreme belastingcondities is als eis gesteld dat de scheefstand van het fundament niet meer mag bedragen dan 3 mm/m. De toets- en berekeningsmethode is gelijk aan die in de vorige paragraaf.

Tijdens de extreme condities treden de volgende paalbelastingen op:

HZ-01 t/m HZ-09

- $F_{s;k;permanent\ (statisch)}$ = 661 kN
- $F_{s;k;dynamisch}$ = 1061 kN

HZ-10

- $F_{s;k;permanent\ (statisch)}$ = 1070 kN
- $F_{s;k;dynamisch}$ = 1114 kN

De berekende paalkopverplaatsingen zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 7-7: Verificatie verticale verplaatsing paalfundering in extreme condities - BGT

Turbine	Paalpunt-niveau [m NAP]	Sonde ring	Vervorming door statische belasting				Vervorming door dynamische belasting			Totaal
			S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_2 [mm]	$S_{stat;tot}$ [mm]	$S_{b;dyn}$ [mm]	$S_{el;dyn}$ [mm]	$S_{dyn;tot}$ [mm]	S_{tot} [mm]
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	7	0,3	1,3	7,7	9,3	1,1	2,5	3,6	12,9
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	8	0,3	1,3	10,4	12,0	1,4	2,3	3,7	14,1
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	9	0,3	1,2	8,5	10,0	1,4	2,4	3,8	13,8
HZ-01 t/m HZ-09	-16,0	10	0,3	1,3	4,9	6,5	1,0	1,8	2,8	9,3
HZ-10	-16,0	7	0,6	2,1	11,8	14,4	1,6	2,7	4,3	18,7
HZ-10	-16,0	8	0,7	2,0	15,9	18,6	2,6	2,5	5,1	23,7
HZ-10	-16,0	9	0,7	2,0	13,0	15,8	2,3	2,5	4,8	20,6
HZ-10	-16,0	10	0,6	2,1	7,5	10,2	1,3	2,9	4,2	14,4

Doordat sprake is van een stijf bouwwerk zal de zakking onder permanente statische belastingen min of meer gelijk verlopen.
Op basis van bovenstaande tabel wordt een verschilzakking van 9,3 mm (=23,7-14,4) verwacht bij HZ-10 en 4,8 mm (14,1-9,3) bij HZ-01 t/m HZ-09.
Als gevolg van dynamische belasting zal aan één zijde het fundament met 3,8 mm respectievelijk 5,1 mm extra zakken. Aan de andere kant van het fundament treedt een ontspanning op, waardoor wordt aangenomen dat de elastische vervorming afneemt met 3,8 mm respectievelijk 5,1 mm.
De totale verschilzakking bedraagt dan 19,5 mm (=9,3+5,1+5,1) voor HZ-10 en 8,5 mm (=4,8+3,8+3,8) voor HZ-01 t/m HZ-09. De scheefstand is 19,5/20,0 = 0,98 mm/m respectievelijk 12,4/15,0 = 0,83 mm/m. Dit voldoet aan de eis van 3 mm/m.

7.8.3 Paalstijfheid bij statische belastingen

Ten behoeve van de verificatie van de statische rotatiestijfheid is de verticale veerstijfheid van de palen bepaald. De veerstijfheid is bepaald op basis van de verticale verplaatsing van de paalkop als gevolg van statische belastingen tijdens operationele condities. De permanent statische belasting bedraagt max. 1070 kN voor HZ-10, welke maatgevend is.

De paalkopzakking is het gevolg van:

- S_{el}: de elastische verkorting van de paal;
- S_b: de paalpuntzakking
- S_2: de paalgroepzakking.

Vanwege de hoge stijfheid van het funderingsblok is de groepszakking uniform en niet bepalen voor de paalveer. Deze is daarom buiten beschouwing gelaten.

De maximale paalkopzakking bedraagt treedt op bij sondering 10 en bedraagt:

$S_{tot} = S_{el} + S_b = 2,3 + 0,6 = 2,9$ mm

De statische veerstijfheid is $F_{v;stat;rep} = (1070)/(2,9) = 369$ kN/mm, ofwel 369 MN/m

7.8.4 Paalstijfheid bij cyclische belastingen

De veerstijfheid is bepaald op basis van de verticale verplaatsing van de paalkop in de BGT als gevolg van cyclische belastingen tijdens operationele condities. De verplaatsing is het gevolg van:

- S_{el}: de elastische verkorting van de paal;
- S_b: de paalpuntzakking.

De verplaatsingen zijn bepaald voor de bruikbaarheidsgrenstoestand. In Nederland is geen norm beschikbaar voor het berekenen van cyclische veerstijfheid. Gebruikelijk is de empirisch bepaalde methode volgens het artikel 'Fundamenteel' in Cement 1995/9, pagina's 17-19 en het artikel 'Fundamenteel' in Cement 1995/5, pagina's 74-76. Volgens deze methode wordt de veerconstante voor variabele belastingen k_{cycl} bepaald als vast percentage van de veerconstante voor statische belastingen $k_{v;stat;rep}$, zoals bepaald bij een belasting die gelijk is aan 25% van de uiterste paaldraagkracht ($F_{s;0.25}$). De veerconstante is dus afhankelijk van de paaldraagkracht in plaats van de werkelijk optredende belastingen.

Er geldt:

$$k_{v;cycl;rep;} = 0.8 * k_{v;stat;rep}$$

Met

$$k_{v;stat;rep} = \frac{F_{s;0,25}}{S_{el} + S_b}$$

Waarin:

$F_{s;0.25}$ is de belasting die gelijk is aan 25% van de maximum draagkracht van de paal $R_{c;cal;max.}$

De rekenwaarde van de cyclische veerconstante wordt verkregen door de puntzakking te delen door de partiële materiaalfactor 1,3. Deze factor is conform Eurocode 7 voor de stijfheid van de ondergrond. De berekening is als volgt:

$$k_{v;cycl;d} = 0.8 * \frac{F_{s;0.25}}{S_{el} + (S_b \times 1.3)}$$

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de berekende veerstijfheden.

Tabel 7-8: Verificatie verticale verplaatsing paalfundering in extreme condities - BGT

Sondering	Paalpunt-niveau [m NAP]	$F_{s;0.25;rep}$ (=0.25*R_c) [kN]	S_{el} [mm]	S_b [mm]	$k_{paal;cycl;rep}$ [MN/m]	$k_{paal;cycl;d}$ [MN/m]
7	-16,0	1657	3,6	1,3	338	251
8	-16,0	1331	2,7	1,1	350	258
9	-16,0	1404	2,9	1,2	342	252
10	-16,0	1815	4,3	1,4	318	238

Op basis van de minimale cyclische veerstijfheid van 238 MN/m is de rotatiestijfheid berekend en getoetst. Deze waarde voldoet voor de constructieve en geotechnische uitgangspunten.

7.9 Horizontale stijfheid (bruikbaarheidsgrenstoestand)

De maximale horizontale belasting bedraagt volgens paragraaf 7.4 1200 kN voor HZ-10 en 650 kN voor HZ-01 t/m HZ-09. Er wordt doorgerekend met de waarde voor de HZ-10.

Berekeningswijze
Ter bepaling van de horizontale weerstand is de horizontale elasticiteitsmodulus voor de grondstijfheid bepaald voor de verschillende grondlagen. Hierbij is een combinatie van sondering 1 en 8 (ref. [9]) maatgevend. De horizontale modulus voor de grondstijfheid (E_M) is bepaald volgens de methode van Ménard voor lateraal belaste palen. De methode is gebaseerd op een correlatie met de conusweerstand (q_c). De methode staat omschreven in:

> *Ménard, L. et al; Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques, Sols-soils 22-23 VI, 1971*

Met behulp van het programma D-Sheet piling – single pile, versie 18.1 zijn voor de fundexpalen de rekenwaarden van de momenten en dwarskrachten ten gevolge van de horizontale belasting bepaald.

Rekening is gehouden met groepseffecten, waardoor de palen (als solitaire paal beschouwd) de optredende belasting minder effectief naar de ondergrond overbrengen. Het groepseffect wordt doorgaans bepaald met de methode Reese en Van Impe (2001). In dit voorlopig ontwerp is de efficiëntie van de paal in de gekozen funderingsconfiguratie is geschat op 80% van een solitaire paal.

Grondeigenschappen
De laagopbouw en grondeigenschappen zijn afgeleid aan de hand van het beschikbaar grondonderzoek. Een overzicht van de aangehouden waarden is aangegeven in de volgende tabel. In deze berekening is wordt een paal doorgerekend die aan de rand van de gewapende grondconstructie staat. Tot NAP – 5,0 m is aangenomen dat er is voorgeboord. Daarom is de qc daar aangehouden op 2,0 MPa.

Tabel 7-9: Grondprofiel en grondeigenschappen voor horizontale stijfheid, combinatie sonderingen 1 en 8 ([10])

Bovenkant laag [m NAP]	**Grondlaag**	**q_c** [MPa]	**$\gamma_{dry/sat}$** [kN/m^3]	**φ'** [^{o}]	**c'** [kPa]	**$E_{m;stat;k}$** **[kN/m^2]**
+9,0[1)]	Gewapende grond	2,0	17,0/19,0	32,5	0	1120
+5,0	Zand, matig	7,5	18,0/20,0	32,5	0	4200
+3,0	Zand, los	4,0	17,0/19,0	30,0	0	2240
+2,0	Zand, vast	15,0	21,0/19,0	35,0	0	8400
0,0	Zand, los	8,0	17,0/19,0	30,0	0	4480
-5,0	Zand, matig	15,0	18,0/20,0	32,5	0	8400
-20,0	Klei (Elbow formatie)	3	15,0	17,5	3	4800
-23,5	Zand, Pleistoceen	40,0	20,0/22,0	40,0	0	22400
-44,0	Maximaal verkende diepte					

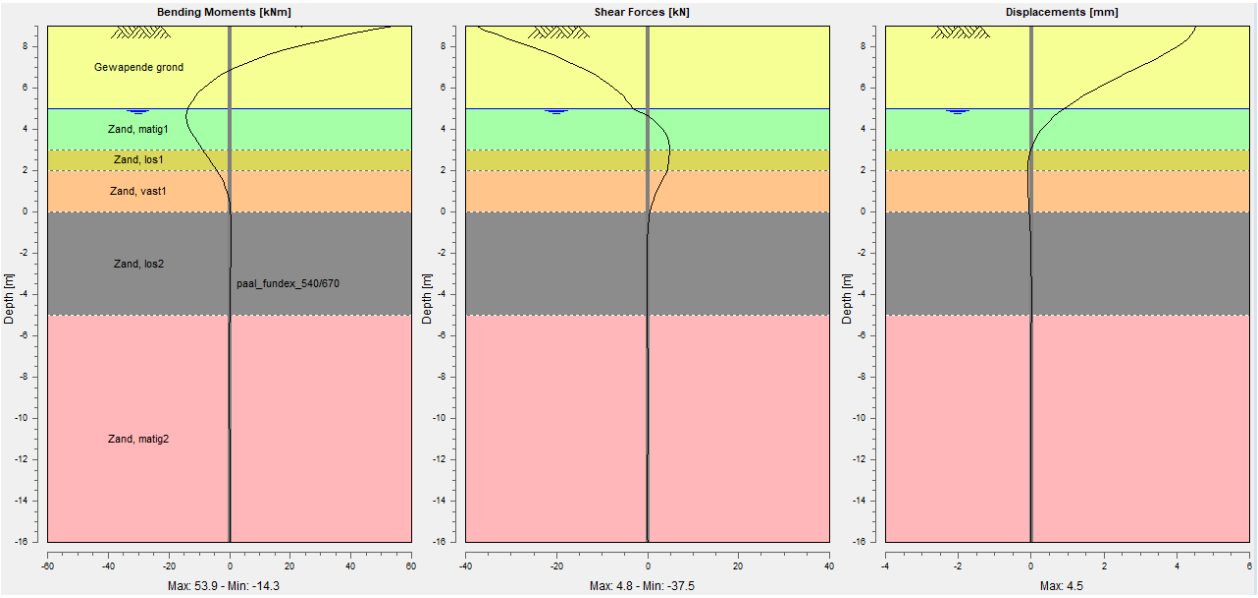
Toelichting bij de tabel:

1) : het gedeelte van de toplaag boven paalkopniveau levert geen bijdrage aan de horizontale weerstand. Het aandeel passieve grondweerstand tegen het funderingsblok wordt in deze berekening derhalve weggelaten.

Bij de berekening van de horizontale draagkracht zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Alle palen ondergaan ter hoogte van het funderingsblok eenzelfde verplaatsing;
- Alle palen worden op druk belast.
- Grondwaterstand is aangehouden op NAP +5,0 m (MHW).
- De stijfheid van de palen (EI) is opgegeven door de constructeur
- De paalkop is rotatievast met het funderingsblok verbonden.
- In de voorboring tot NAP -5,0 m is een halvering van de conusweerstand als input gehanteerd. Voor de gewapende grond is 2 MPa aangehouden.

De horizontale stijfheid K_h van de paalfundering wordt berekend als quotiënt van de optredende horizontale paalbelasting (H) en horizontale paalkopverplaatsing (K_h=H/δh). De horizontale verplaatsing van de paalkop is berekend met behulp van het programma D-Sheet Piling (Single Pile) en weergegeven in Figuur 7-4.



Figuur 7-4: Momenten, dwarskrachten en vervormingen (BGT) HZ-10

De complete input voor de D-Single Pile analyse is weergegeven in Bijlage 4.

De maximaal optredende horizontale verplaatsing van de bovenzijde van de fundering bedraagt circa 4,5 mm. Dit resulteert in een horizontale stijfheid van circa 1200/4,5 = 267 kN/mm.

Hiermee wordt voldaan aan de vereiste horizontale stijfheid van 90 kN/mm voor de HZ-01 t/m HZ-09.

De horizontale stijfheidseis voor de HZ-10 bedraagt 500 kN/mm. Deze hoge eis is afgeleid uit de belastingen envelope en geld dus niet voor al de optionele turbines. Eveneens wordt door de conservatieve berekeningsmethode niet voldaan aan de eis. In het DO wordt de horizontale stijheidsanalyse uitgebreid geanalyseerd en getoetst aan de hand van een eindige elementen methode.

7.10 Afwerking fundering

Vanwege de ligging van de fundering op een zeewering is de bovenkant dient de bovenkant hiervan specifiek te worden afgewerkt. Het binnentalud en de aansluitconstructies rondom de fundering moeten erosiebestendig zijn. Hiertoe dient erosiebestendige kleilaag (0,70 m dik) en grasbetontegels aan de buitenzijde van de contour te worden aangebracht. Rondom de mast is een grindbak (dimensies en afwatering worden in DO bepaald) benodigd om de opvang van regenafslag ter voorkoming van erosie van de kleibekleding. Voor de kleibekleding dient de klei te worden gebruikt die is vrijgekomen tijdens het afgraven van de zeewering.

8 Gewapende grondconstructie

8.1 Inleiding

Door Huesker is een voorlopig ontwerp opgesteld (en door RHDHV geverifieerd en juist bevonden) van de gewapende grondconstructie, zie Bijlage 6. De constructie bestaat uit omgeslagen geogrids. De tussenafstand en lengte van de grids is bepaald aan de hand van richtlijn CUR198. Het ontwerp is gebaseerd op de maximaal kerende hoogte en aanwezigheid van een paalfundering. Door de palen is de werking van de grondwapening minder efficiënt (afslag als gevolg van het doorbreken van de geogrids), hiermee is in het ontwerp rekening gehouden door de gewapende grondconstructie deels de vorm van de turbinefundering de laten volgen.

In dit hoofdstuk wordt de zetting en de stabiliteit van de gewapende grondconstructie geanalyseerd.

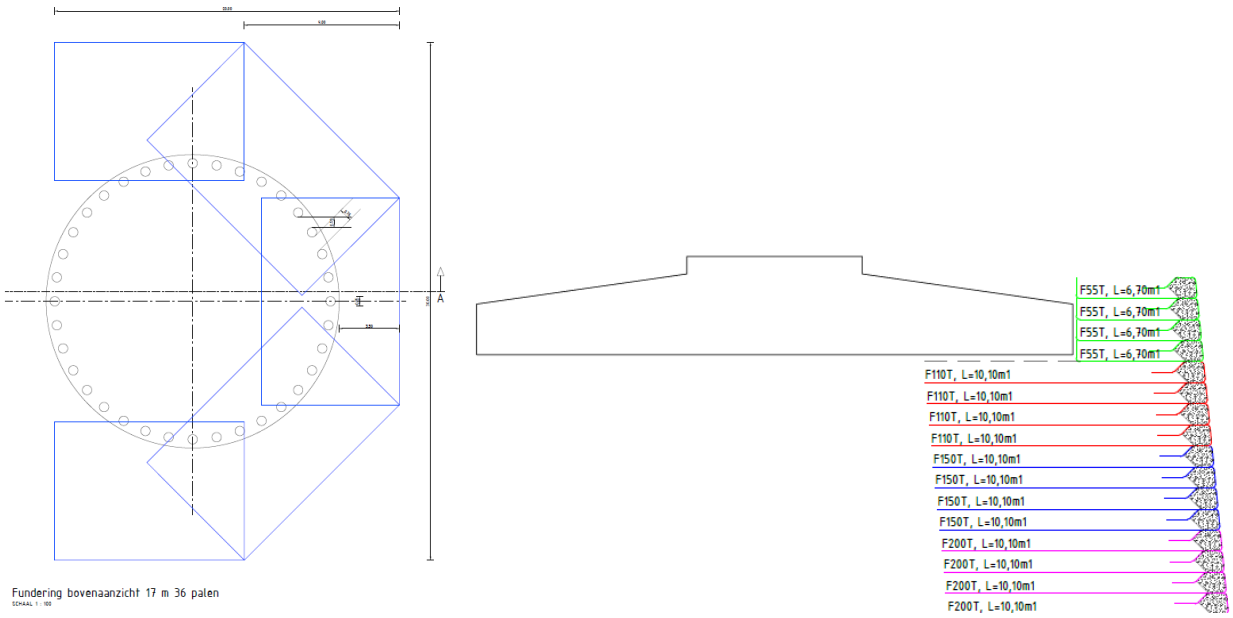
De zettingen en het zettingsverloop in de tijd zijn berekend ter plaatse van de fundering en de zeewering. De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement van Deltares.

Er dient te worden opgemerkt dat voor de constructie van deze permanente gewapende grondconstructie, vrijkomende grond (zand) van de afgraving hergebruikt dient te worden.

8.2 Voorlopig ontwerp grondwapening

Huesker heeft een ontwerp gemaakt voor de gewapende grondconstructie voor de HZ-01 t/m HZ-08 (36 palen) en voor de HZ-10 (40 palen). Het paalaantal bij beide funderingstypen is een conservatieve aanname. De stabiliteit is zowel inwendig als uitwendig getoetst.

<u>Bovenaanzicht en doorsnede</u>
Hieronder is het bovenaanzicht en de doorsnede gegeven van de gewapende grondconstructie voor de HZ-01 t/m HZ-08. In Bijlage 7.5 zijn deze aanzichten van de HZ-01 t/m HZ-08 en HZ-10 eveneens te vinden.



Figuur 8-1: Bovenaanzicht en doorsnede gewapende grondconstructie HZ-01 t/m HZ-09

Voor beide type funderingen geldt dat er een verankeringslengte van 8 m is berekend per laag. De totale lengte van de grids bedraagt 10,1 m per laag.

8.3 Uitzondering constructie HZ-09

Bij de inpassing van de gewapende grond constructies binnen de bestemmingsgrenzen kwam naar voren dat turbine HZ-09 met het ontwerp zoals beschreven in paragraaf 8.2 niet binnen de bestemmingsgrenzen past. Daarom wordt het ontwerp van de gewapende grondconstructie voor HZ-09 als volgt aangepast.

De geogrids die zich onder onderkant betonfundering bevinden behouden dezelfde lengte, echter wordt de voorkant verticaal geconstrueerd i.p.v. onder een hoek van 80º. Dit deel van de gewapende grondconstructie schuift in z'n geheel meer richting de dijk.

Vanwege deze opschuiving treedt er ter plekke van de geogrids boven o.k. betonfundering ruimtegebrek op. Geogrids zijn hierdoor volgens de CUR daar niet meer toe te passen. Als mogelijke oplossing wordt hiertoe in de plaats een L-wand geconstrueerd. De detaillering daarvan wordt in de volgende fase verder uitgewerkt.

8.4 Macrostabiliteit tijdens uitvoering

Stabiliteit talud bij ontgraving waterkering

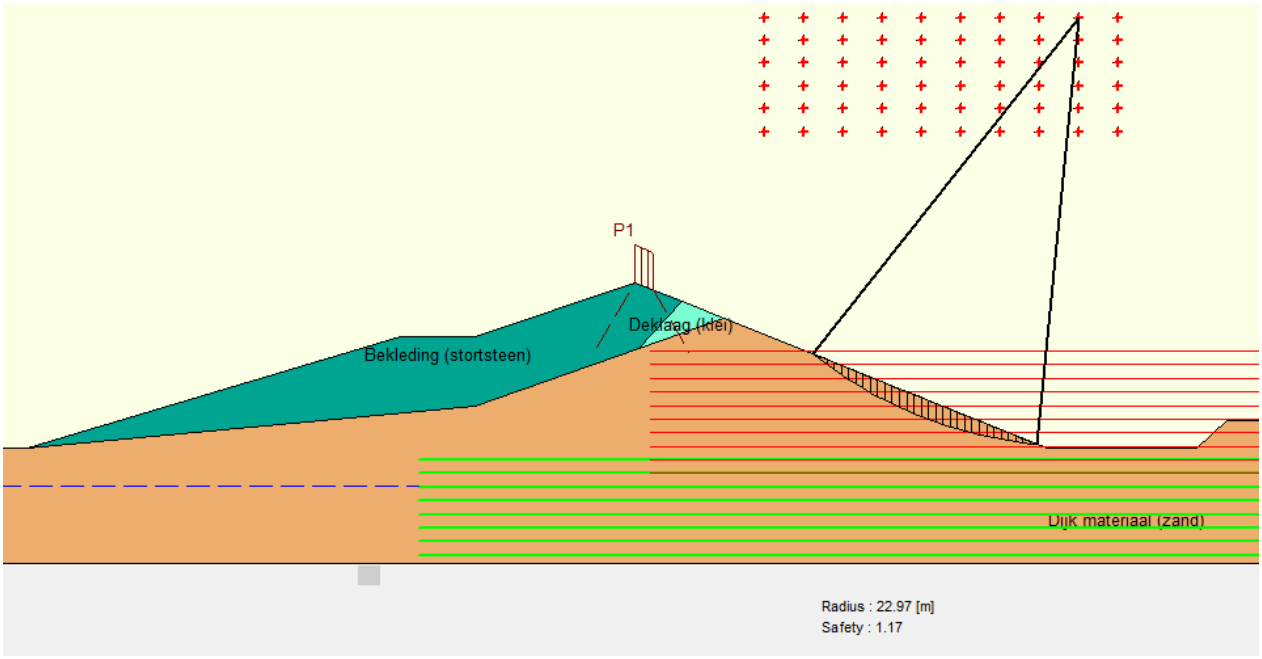
In deze paragraaf wordt de macrostabiliteit van de gewapende grondconstructie en zeewering beschouwd tijdens verschillende bouw- en gebruiksfases. In deze berekening wordt RC2 gehanteerd. In deze situatie is op de kruin van de dijk over een lengte van 1 meter de aanwezigheid van big bags zand gemodelleerd ter simulatie van wering tegen mogelijk overslaand hoog water. Hiertoe is een rekenwaarde van 15,0 kN/m aan belasting gehanteerd. De volledige berekening is te vinden in Bijlage

De rekenwaarden zoals vermeld in Tabel 8-1 zijn in deze D-Geo Stability berekeningen toegepast.

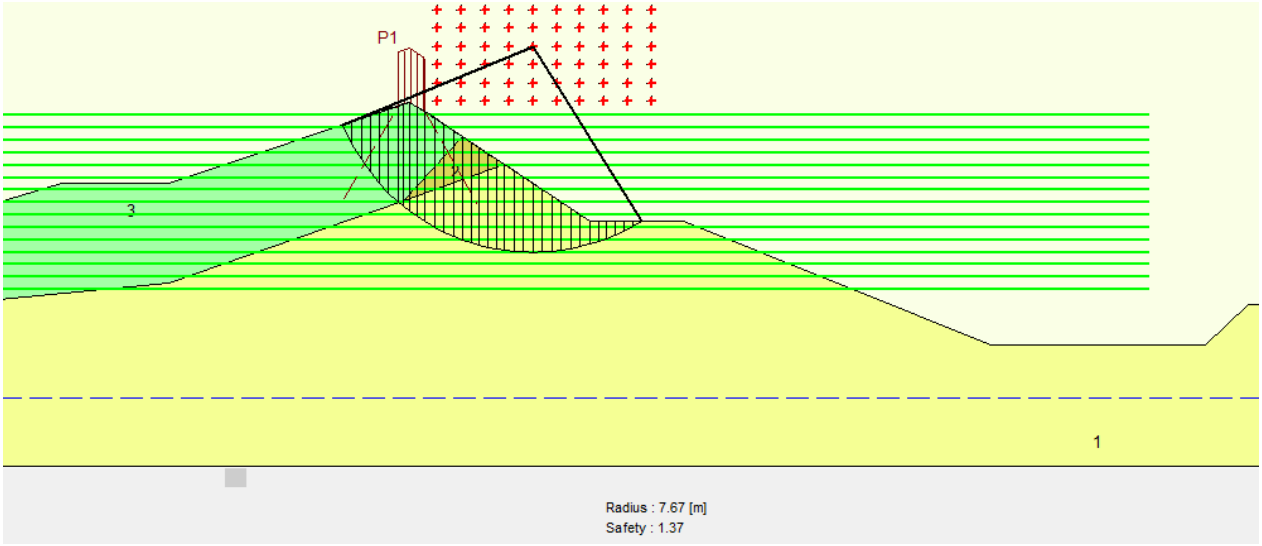
Tabel 8-1: Rekenwaarden grondparameters tijdens uitvoering (RC2)

Materiaal	$\gamma_{dry/sat}$ [kN/m^3]	φ'_d [º]	c'_d [kPa]	Ψ_d [º]
Deklaag (klei)	15,0 / 15,0	14,2	3,45	0
Dijk materiaal (zand)	18,0 / 20,0	27,0	-	0
Bekleding (stortsteen)	21,0 / 21,0	33,9	-	0
Ophoogzand	18,0 / 20,0	27,0	-	0

Bij een ontgravingstalud van 1:2.5 behoudt de Harde Zeewering nog voldoende stabiliteit, namelijk SF = 1,17 (Figuur 8-2). Deze helling is aangehouden in het ontwerp.



Figuur 8-2: Taludstabiliteit na ontgraving HZ-01 t/m HZ-08



Figuur 8-3: Trapsgewijze taludstabiliteit na ontgraving HZ-09

8.5 Stabiliteit tijdens gebruiksfase

Stabiliteit gewapende grond tijdens inbrengen van de palen

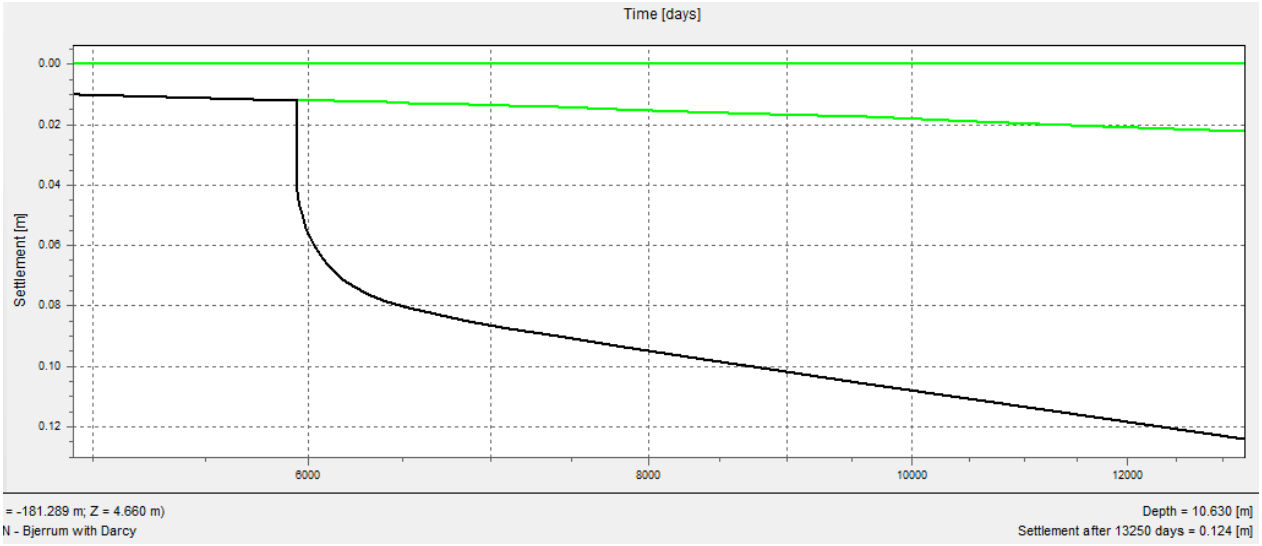
Deze situatie met kraanbelasting tijdens plaatsen palen is door Huesker doorgerekend en voldoet. Voor beide funderingen (17 m, 20 m) is deze situatie doorgerekend. In Bijlage 7.1 en bijlage 7.2 zijn de berekeningen weergegeven.

Stabiliteit gewapende grond eindsituatie

Deze situatie met onderhoudsbelasting is door Huesker doorgerekend en voldoet. Voor beide funderingen (17 m, 20 m) is deze situatie doorgerekend. In Bijlage 7.3 en bijlage 7.4 zijn de berekeningen weergegeven.

8.6 Zettingen ten gevolge van aanleg gewapende grondconstructie

In deze paragraaf worden de verwachtte zettingen ten gevolge van de aanleg van de gewapende grond terp gepresenteerd(Figuur 8-4). De netto zetting bedraagt ca. 10 cm, waarvan 4 cm instantane zetting bedraagt. Dit is een conservatieve berekening omdat 3D effecten niet zijn meegenomen. De zetting rondom de gewapende grond terp is in de orde van enkele centimeters. De volledige berekening is weergegeven in Bijlage 5.2.



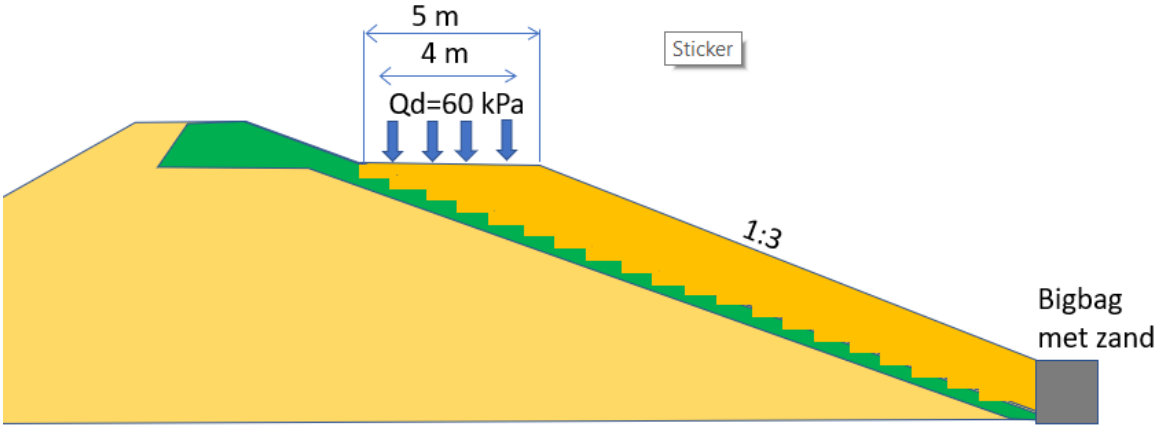
Figuur 8-4: Totale zetting na 20 jaar ter plekke van HZ, inclusief belasting t.g.v. gewapende grond terp

9 Bouwweg

9.1 Inleiding

Om bouwmateriaal aan te voeren t.b.v. de constructie van de windturbine wordt tegen de Harde Zeewering aan een bouwweg aangelegd. De bouwweg begint ter hoogte van de teen harde zeewering en eindigt ter hoogte van de bovenkant gewapende grond terp op NAP + 11,5 m. De gewapende grond terp wordt in fases verhoogd en de hoogte van de bouwweg zal deze fasering volgen. In deze paragraaf worden de dimensies en stabiliteit van de bouwweg behandeld.

Om de stabiliteit van de bouwweg te waarborgen en de benodigde ruimte te beperken is ervoor gekozen om het talud in de teen te stabiliseren met big bags. Dit resulteert in de volgende situatie:



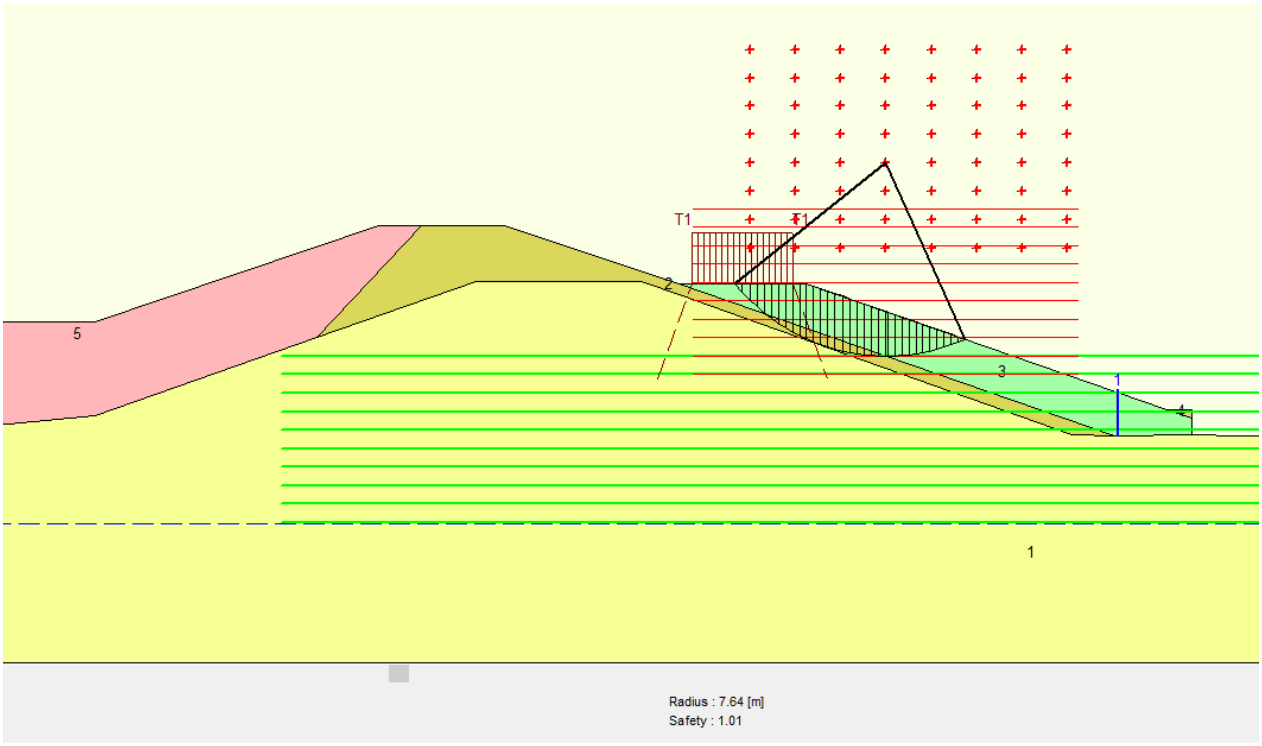
Figuur 9-1: Doorsnede maatgevende situatie bouwweg

9.2 Stabiliteit tijdens gebruiksfase

De grondparameters (RC2) zoals vermeld in Tabel 9-1 zijn in deze D-Geo Stability berekening toegepast. De situatie zoals weergegeven in Figuur 9-2 is doorgerekend met een SF = 1,01 als resultaat, weergegeven in Figuur 9-2. De volledige berekening is weergegeven in Bijlage 6.

Tabel 9-1:Rekenwaarden grondparameters tijdens uitvoering (RC2)

Materiaal	$\gamma_{dry/sat}$ [kN/m^3]	φ'_d [^{o}]	c'_d [kPa]	Ψ_d [^{o}]
Deklaag (klei)	15,0 / 15,0	14,2	3,45	0
Dijk materiaal (zand)	18,0 / 20,0	27,0	-	0
Bekleding (stortsteen)	21,0 / 21,0	33,8	-	0
Matig vast zand	18,0 / 20,0	27,0	-	0



Figuur 9-2: Stabiliteit maatgevende situatie bouwweg

Bijlage 1

Resultaten geotechnisch grondonderzoek MOS

MOS GRONDMECHANICA

Betreft	:	Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte (opdrachtnummer 4300038842) te ROTTERDAM
Opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud T.a.v. Dhr. [redacted] Postbus 8185 3503 RD UTRECHT NL
Behandeld door	:	Ing. [redacted] (088-5130213)
Kenmerk	:	R1902926-01
Datum	:	4 november 2019

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres:	Albert Plesmanweg 47 3088 GB Rotterdam		Telefoonnummer: +31(0)88-5130200	
Hoofdkantoor Rotterdam	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond	
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo	
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam	
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname	Tel. +597-488188

1. ONDERZOEKSOPDRACHT

Ten behoeve van bovengenoemd project hebben wij in uw opdracht een grondonderzoek uitgevoerd. De opdracht omvatte de volgende werkzaamheden:

- Bureauwerkzaamheden waaronder klic-melding en interpretatie
- 11 locaties uitzetten en waterpassen t.o.v. RD en NAP
- 11 sonderingen tot een diepte van NAP – 45 m (circa maaiveld – 50 m) inclusief meting van de plaatselijke wrijving

2. UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Landmeten

Voor de uitvoering van dit onderzoek heeft de opdrachtgever ons een tekening ter beschikking gesteld.

Aan de hand van de verstrekte tekening heeft Mos Grondmechanica een klic-melding gedaan. De onderzoekslocaties zijn met behulp van GPS-RTK apparatuur in het veld uitgezet en gewaterpast. De onderzoekslocaties zijn op tekening weergegeven en in dit rapport opgenomen.

Sonderen

In de periode van 28-10-2019 t/m 01-11-2019 zijn de sonderingen met de nummers 1 t/m 11 uitgevoerd. In de tabel hieronder staan de behaalde einddiepten tov NAP en de bijzonderheden per sondering vermeld.

Sondering	X-coord	Y-coord	Maaiveld tov NAP	Einddiepte tov NAP	Opmerking
1	61201,120	444883,410	5,43	-11,29	Einddiepte niet behaald ivm aantreffen obstructie
2	57914,470	444071,680	4,66	-45,28	Einddiepte behaald
3	57854,890	439658,580	2,90	-47,01	Einddiepte behaald
4	57395,160	443304,780	1,63	-40,52	Einddiepte niet behaald ivm behalen max. indrukweerstand
5	57516,120	440584,690	3,16	-46,81	Einddiepte behaald
6	57072,970	442326,080	2,71	-37,61	Einddiepte niet behaald ivm behalen max. indrukweerstand
7	58363,390	444527,550	5,35	-44,48	Einddiepte behaald
8	59014,070	444977,310	5,33	-44,27	Einddiepte behaald
9	59734,860	445202,590	5,19	-37,28	Einddiepte niet behaald ivm behalen max. indrukweerstand
10	60489,520	445152,670	5,38	-36,14	Einddiepte niet behaald ivm behalen max. indrukweerstand
11	57176,590	441462,910	2,52	-47,40	Einddiepte behaald

De sonderingen zijn met een sondeerunit met een drukcapaciteit van 200 kN uitgevoerd.

Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd.

Het wrijvingsgetal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de in Nederland meest voorkomende, normaal geconsolideerde, grondsoorten kunnen indicatief de volgende wrijvingsgetallen worden aangehouden:

Zand: 0,5 % - 1,5 % Klei / Leem: 2% - 4% Veen: 8% - 10 %

De sonderingen zijn conform toepassingsklasse 2, type TE1 van de NEN-EN-ISO-22476-1 uitgevoerd.

Opgesteld door:

Ing. [redacted] (088-5130213)

Rotterdam, [redacted] vember 2019

Mos Grondmechanica B.V.

Gecontroleerd door:

[redacted]

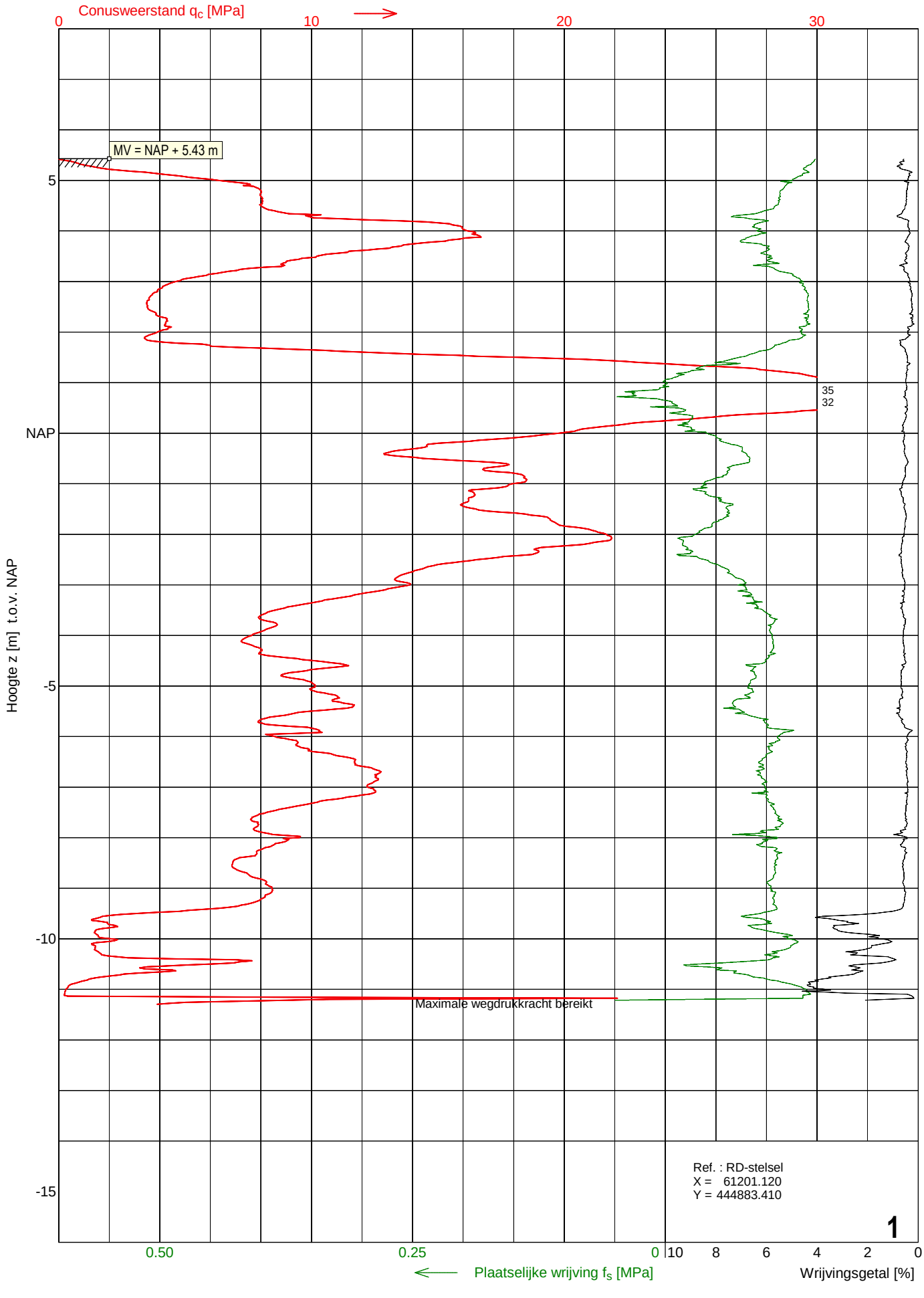
MOS GRONDMECHANICA

Inhoud:

- **Sonderingen**
- **Coördinatenlijst**
- **Situatietekening**

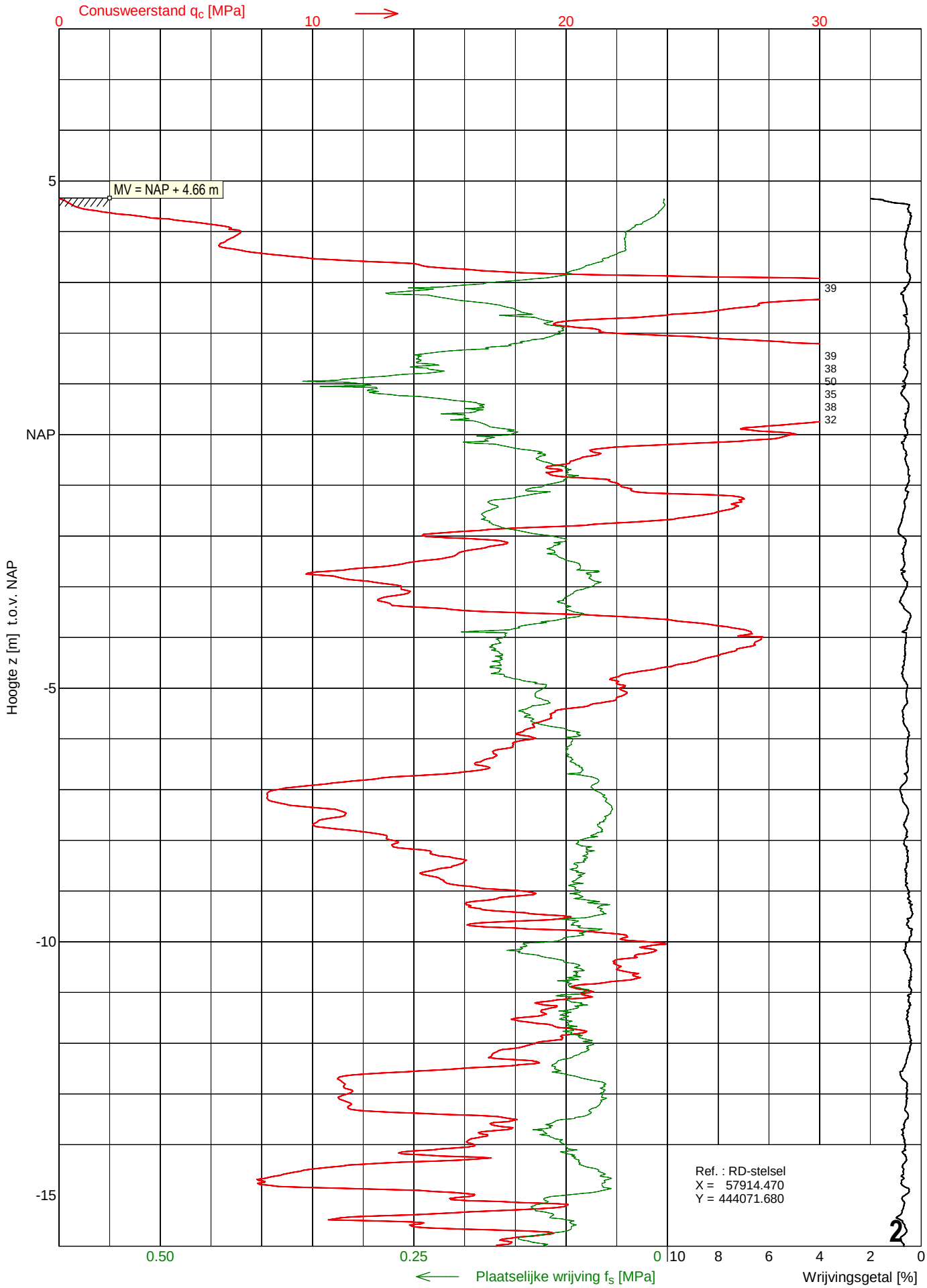
Sondering 1

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 1



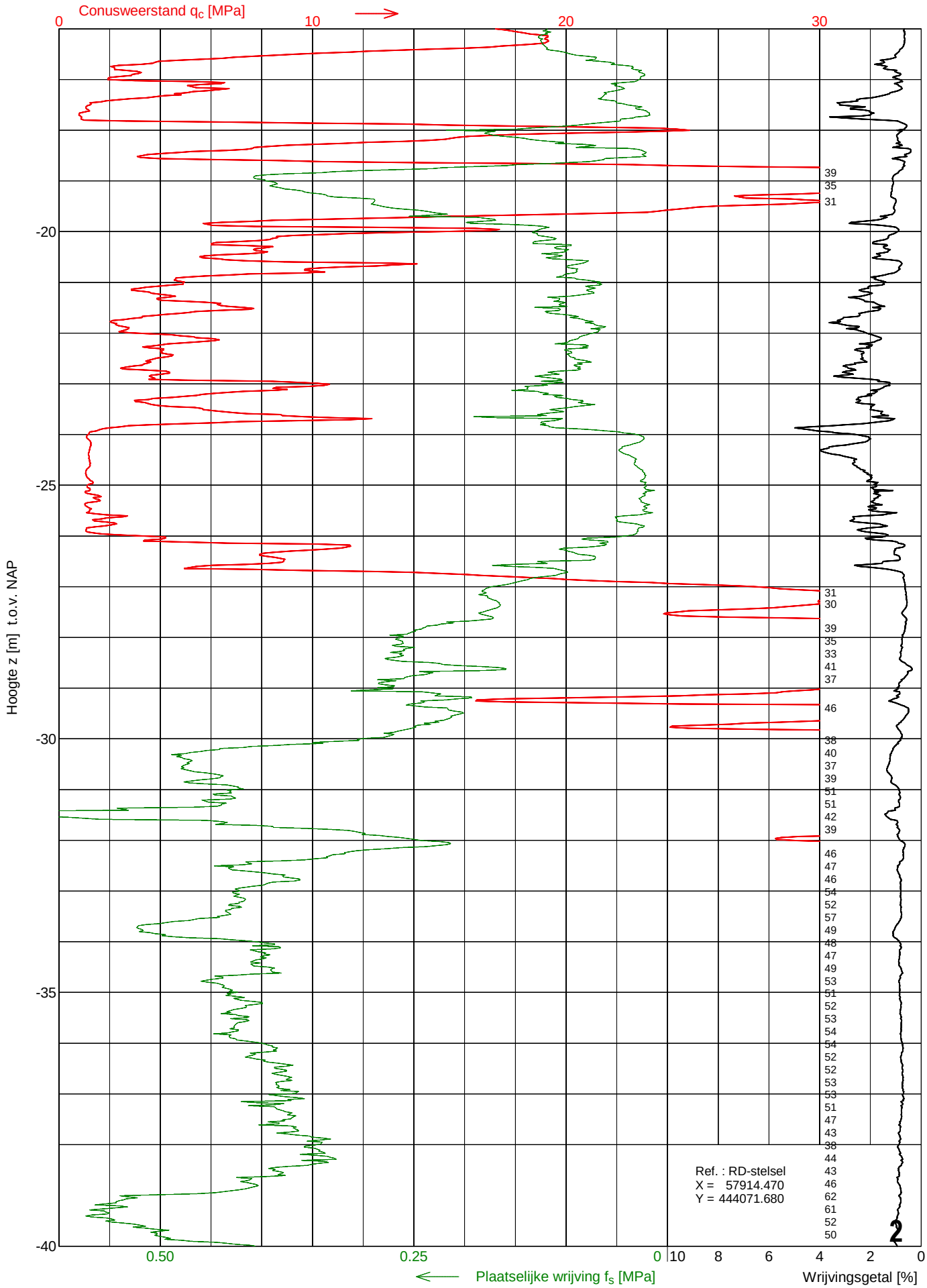
Sondering 2

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



Sondering 2

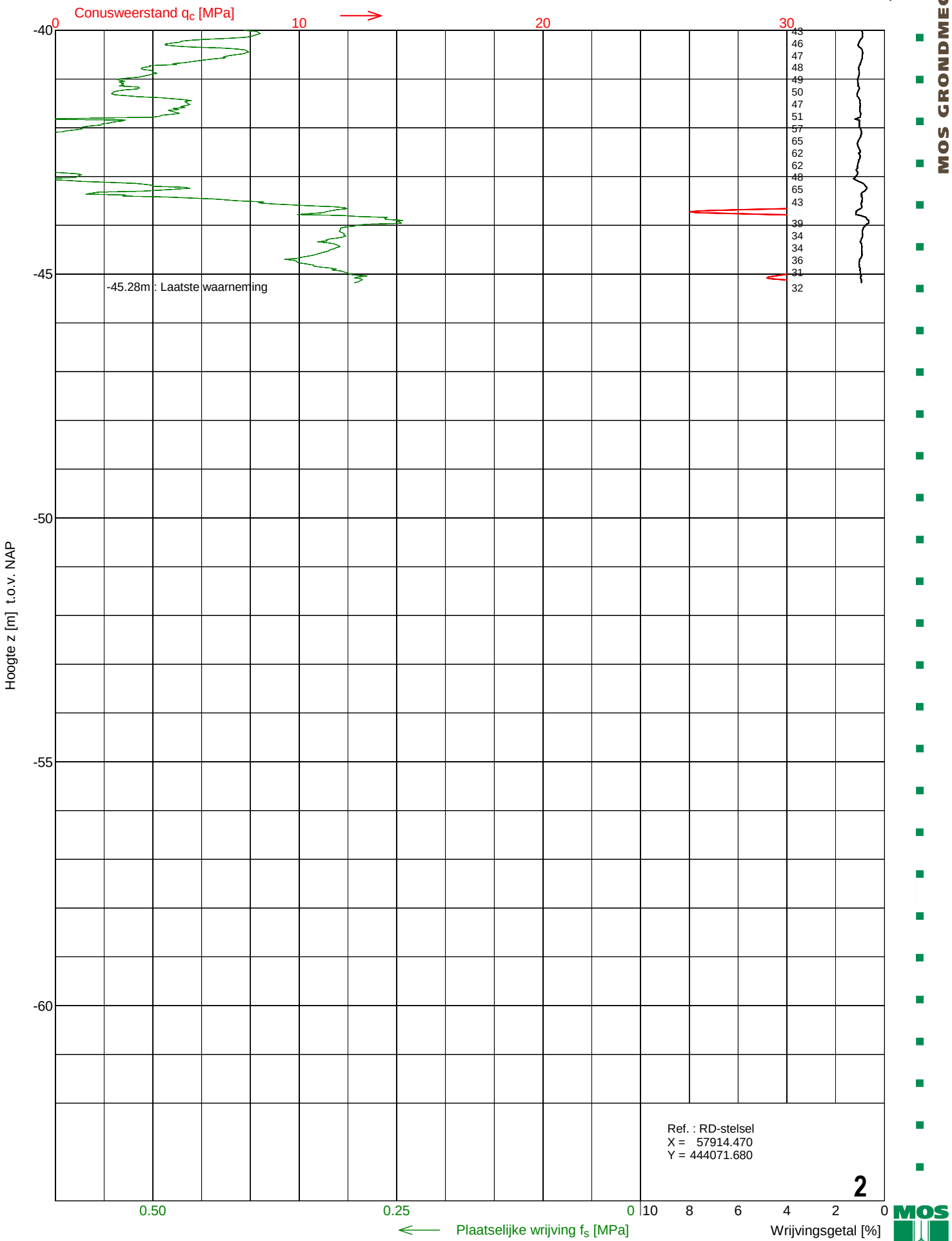
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



MOS GRONDMECHANICA

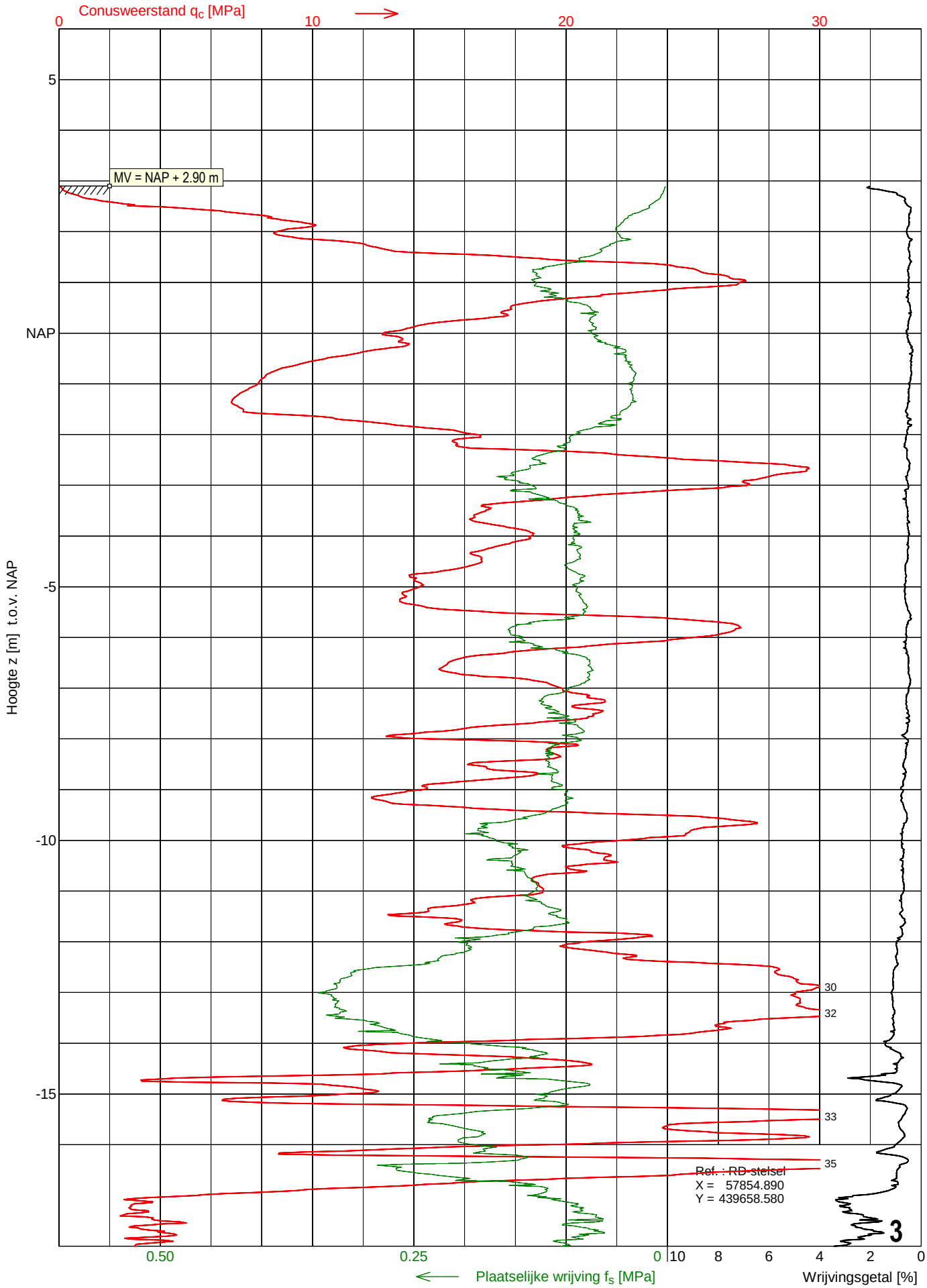
Sondering 2

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



Sondering 3

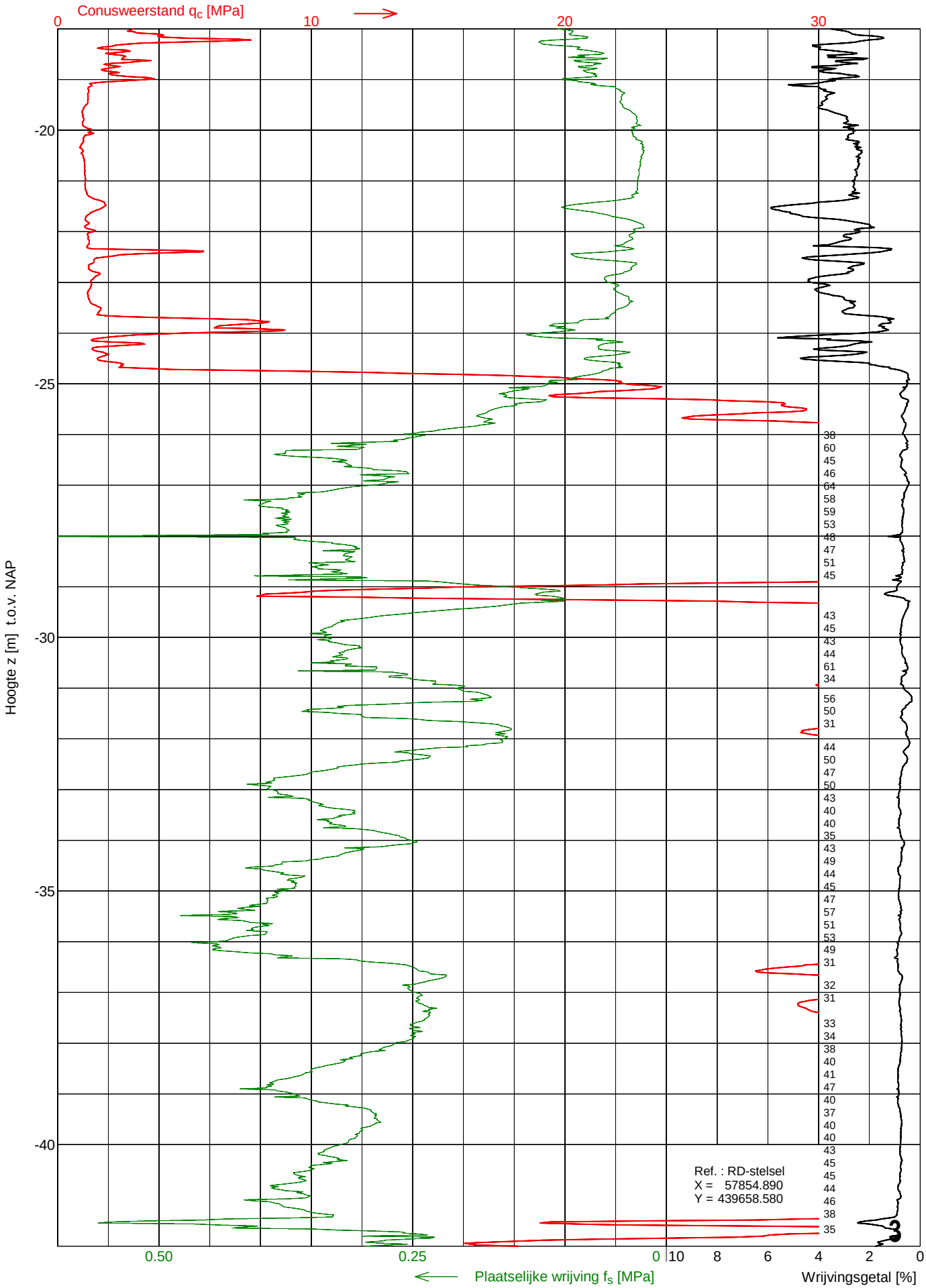
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



MOS GRONDMECHANICA

Sondering 3

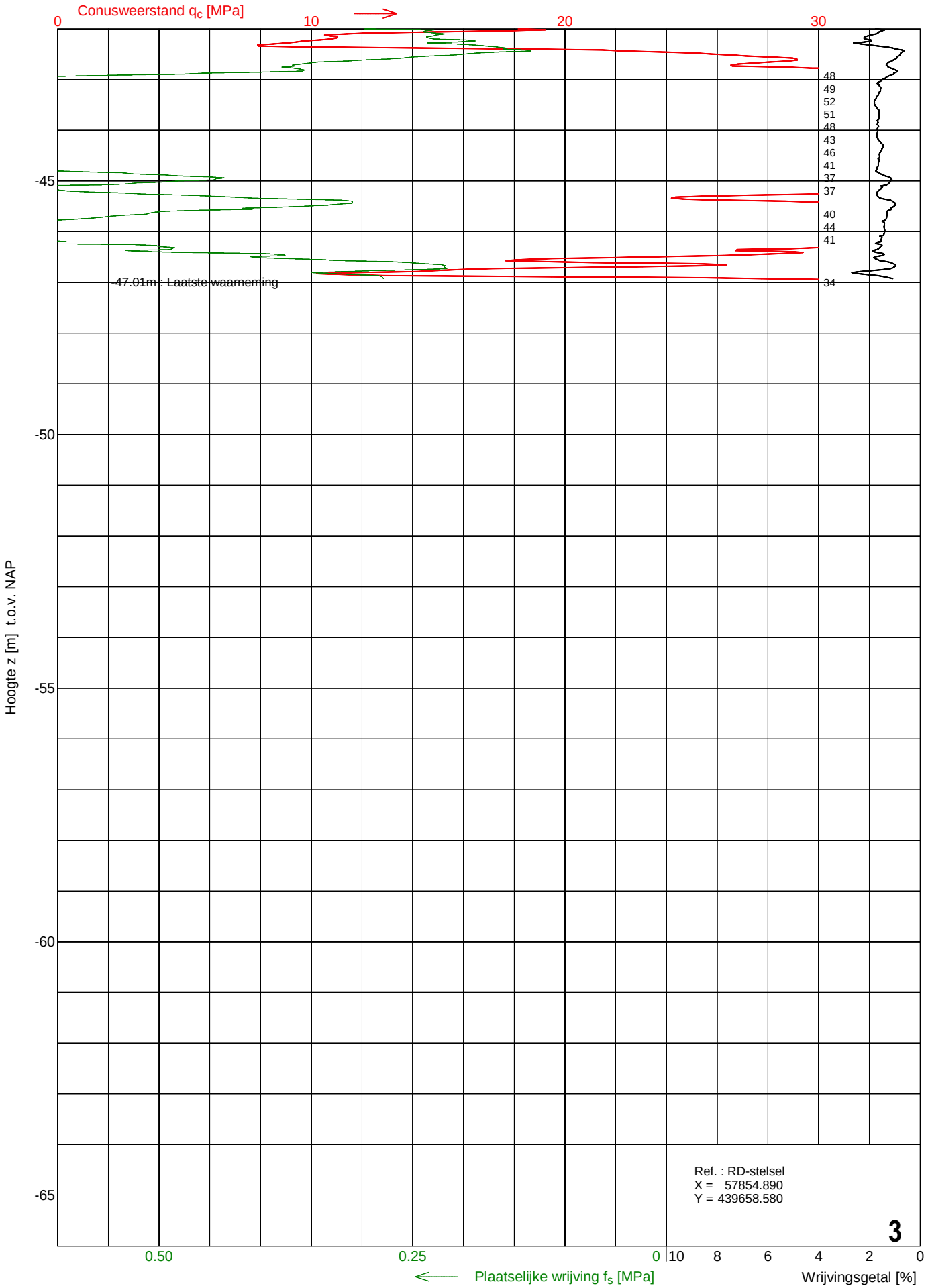
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



MOS GRONDMECHANICA

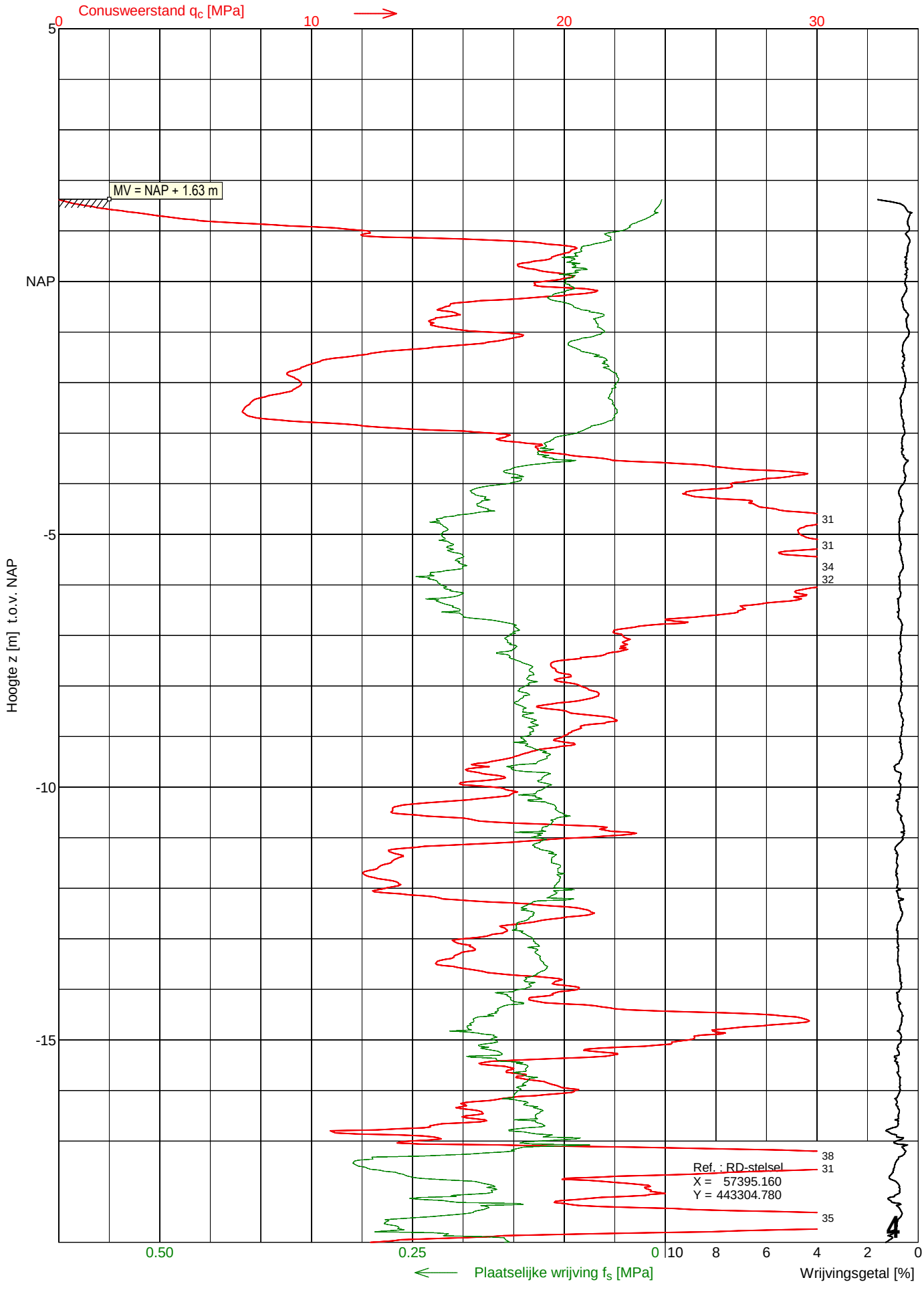
Sondering 3

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



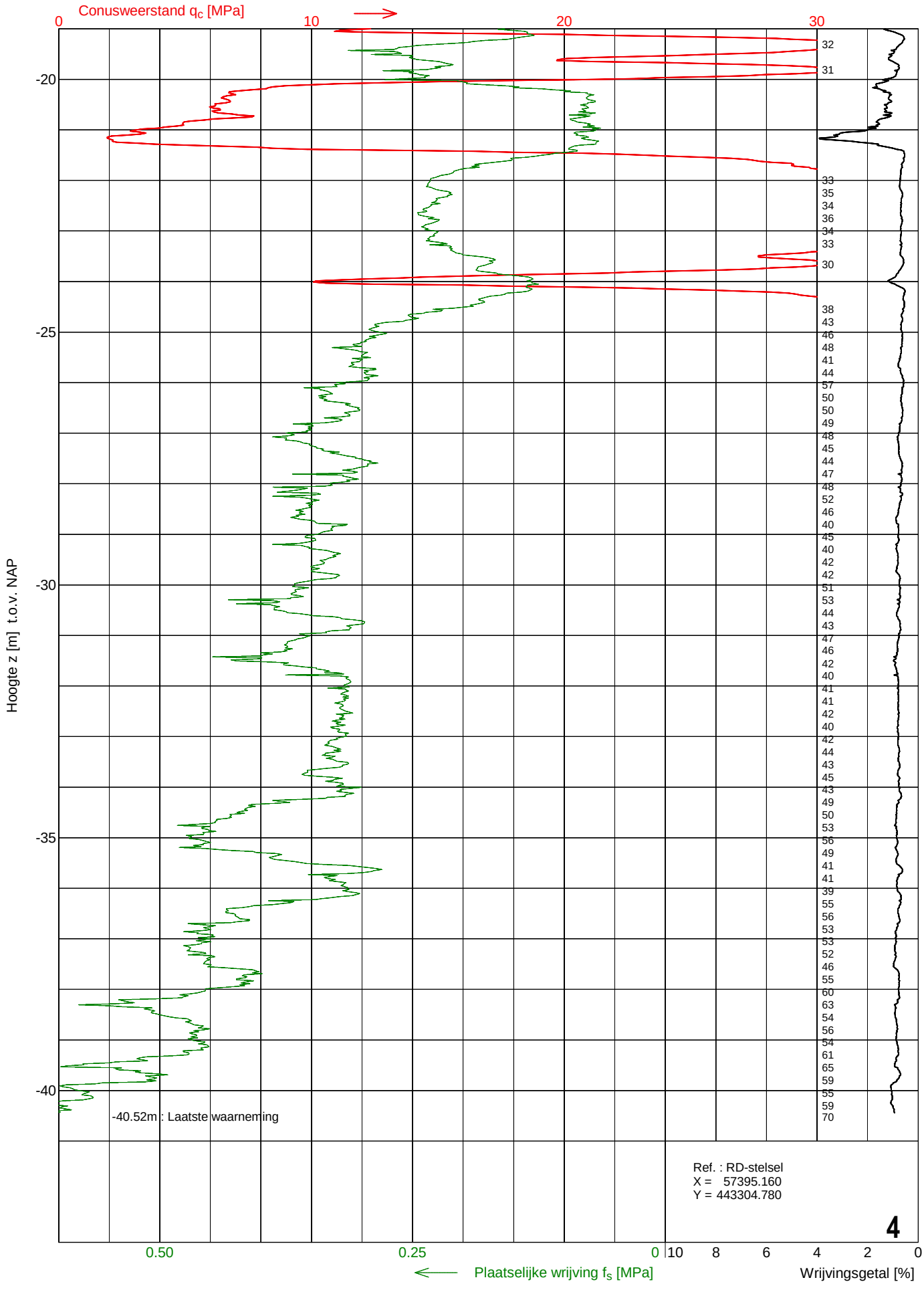
Sondering 4

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 2



Sondering 4

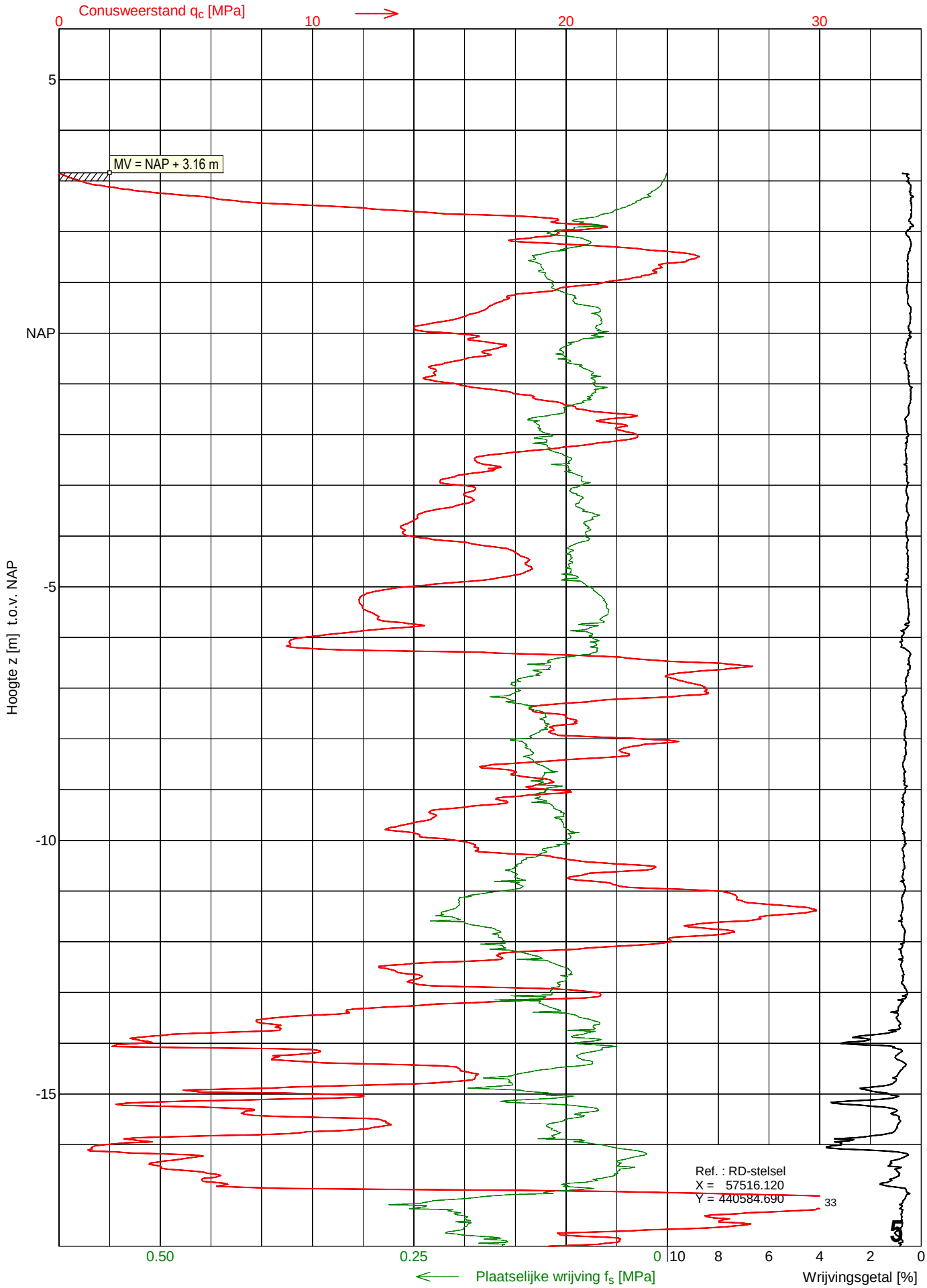
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 2



MOS GRONDMECHANICA

Sondering 5

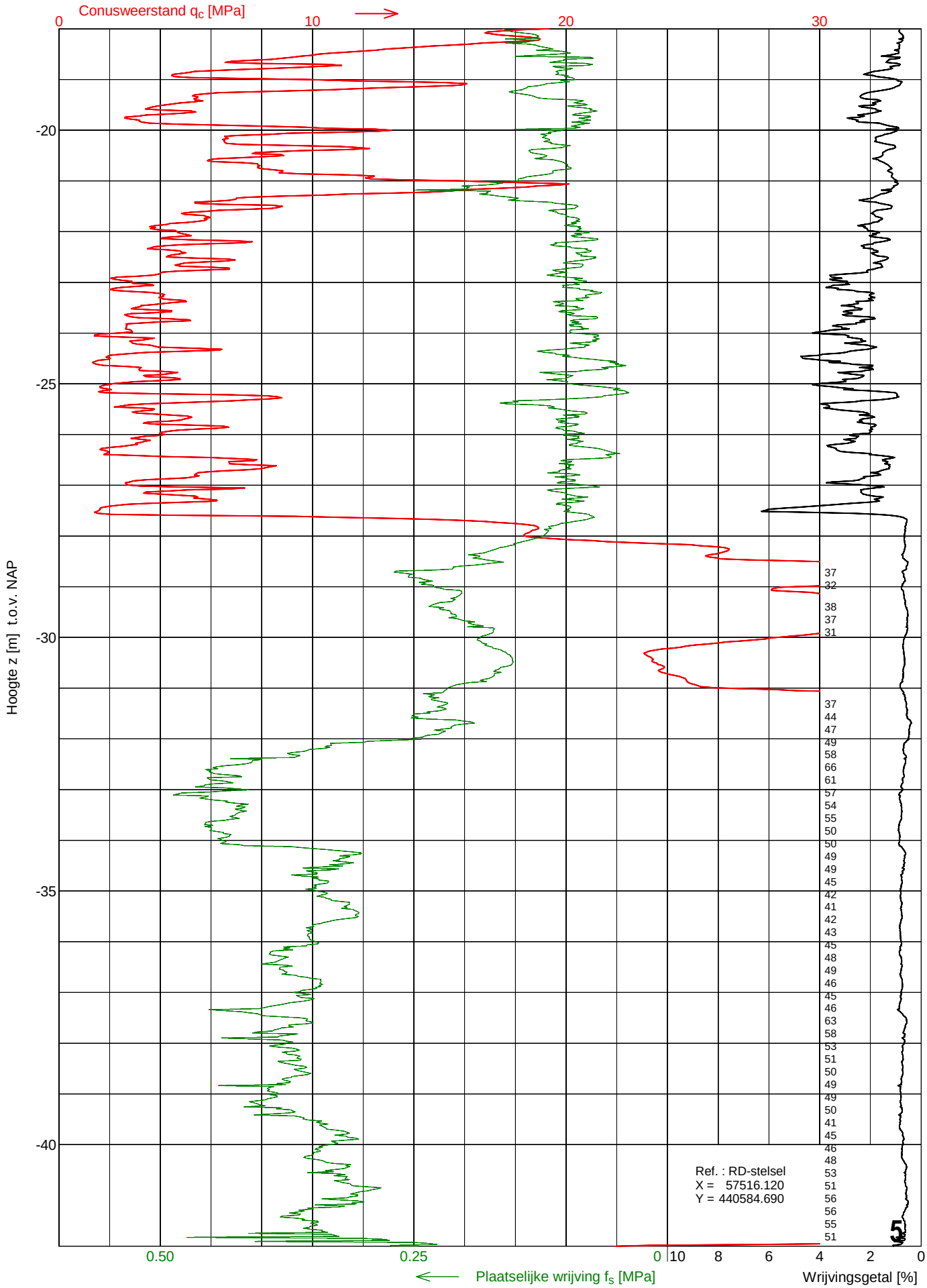
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 01-11-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



MOS GRONDMECHANICA

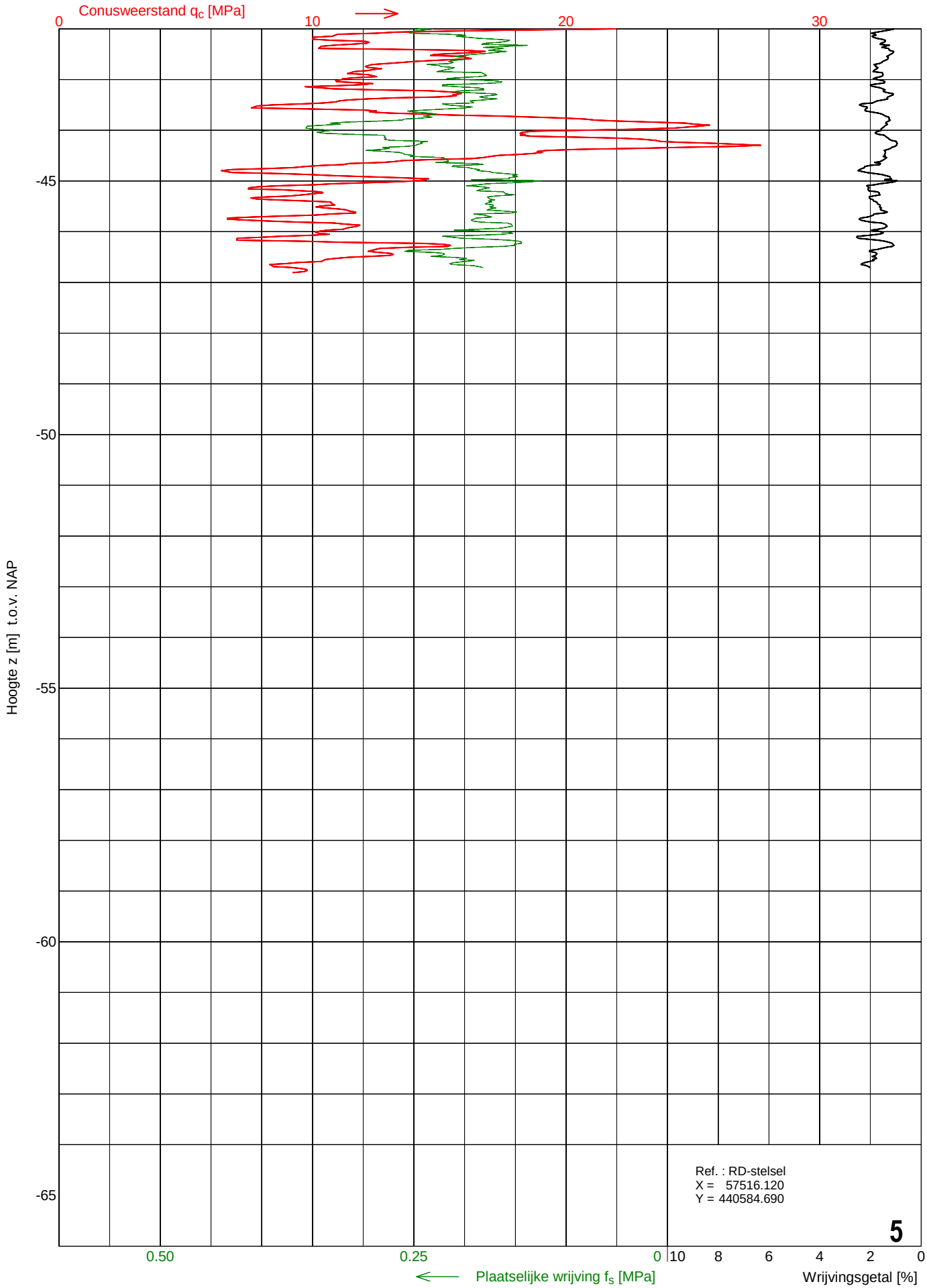
Sondering 5

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 01-11-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



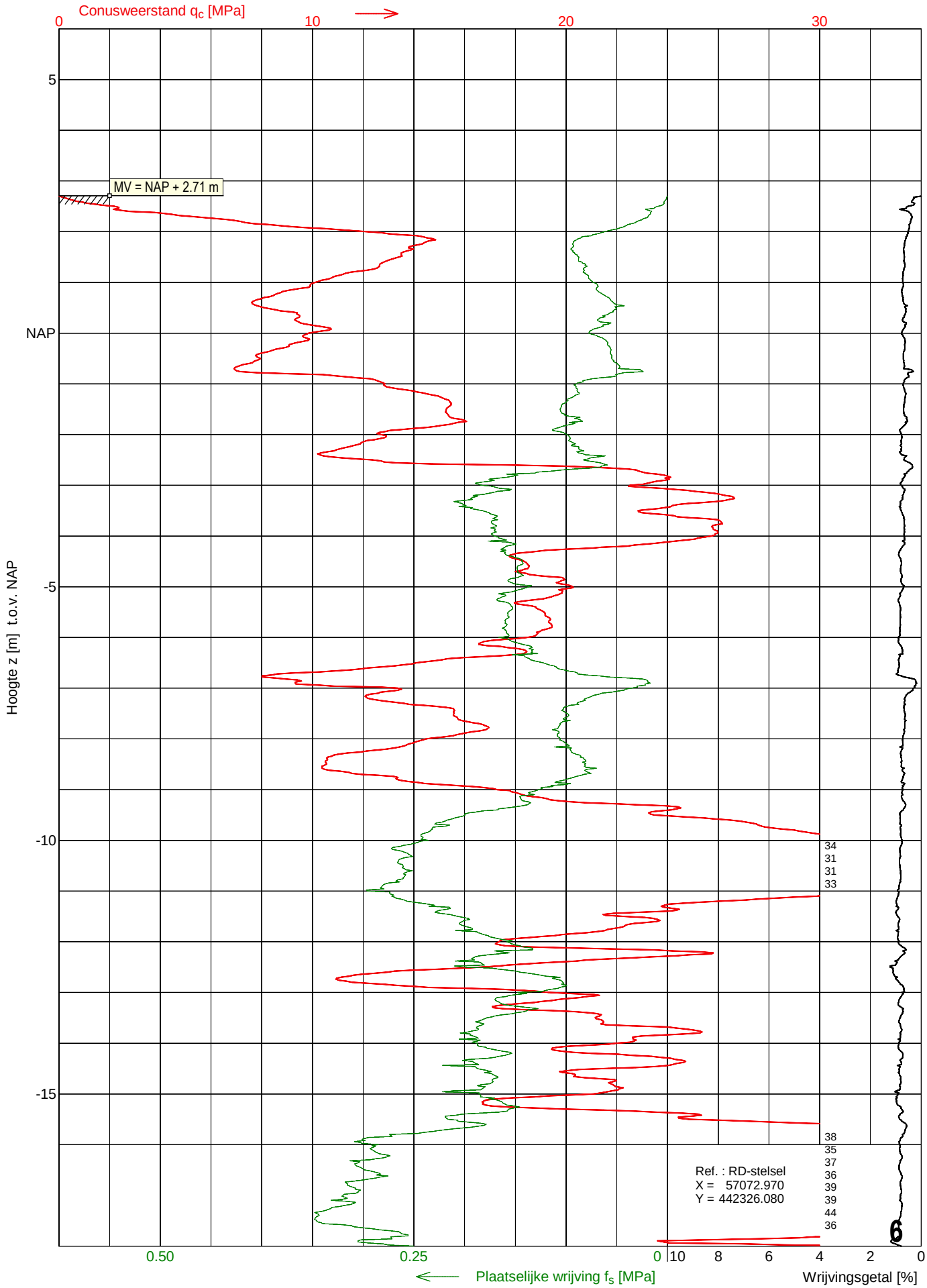
Sondering 5

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 01-11-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



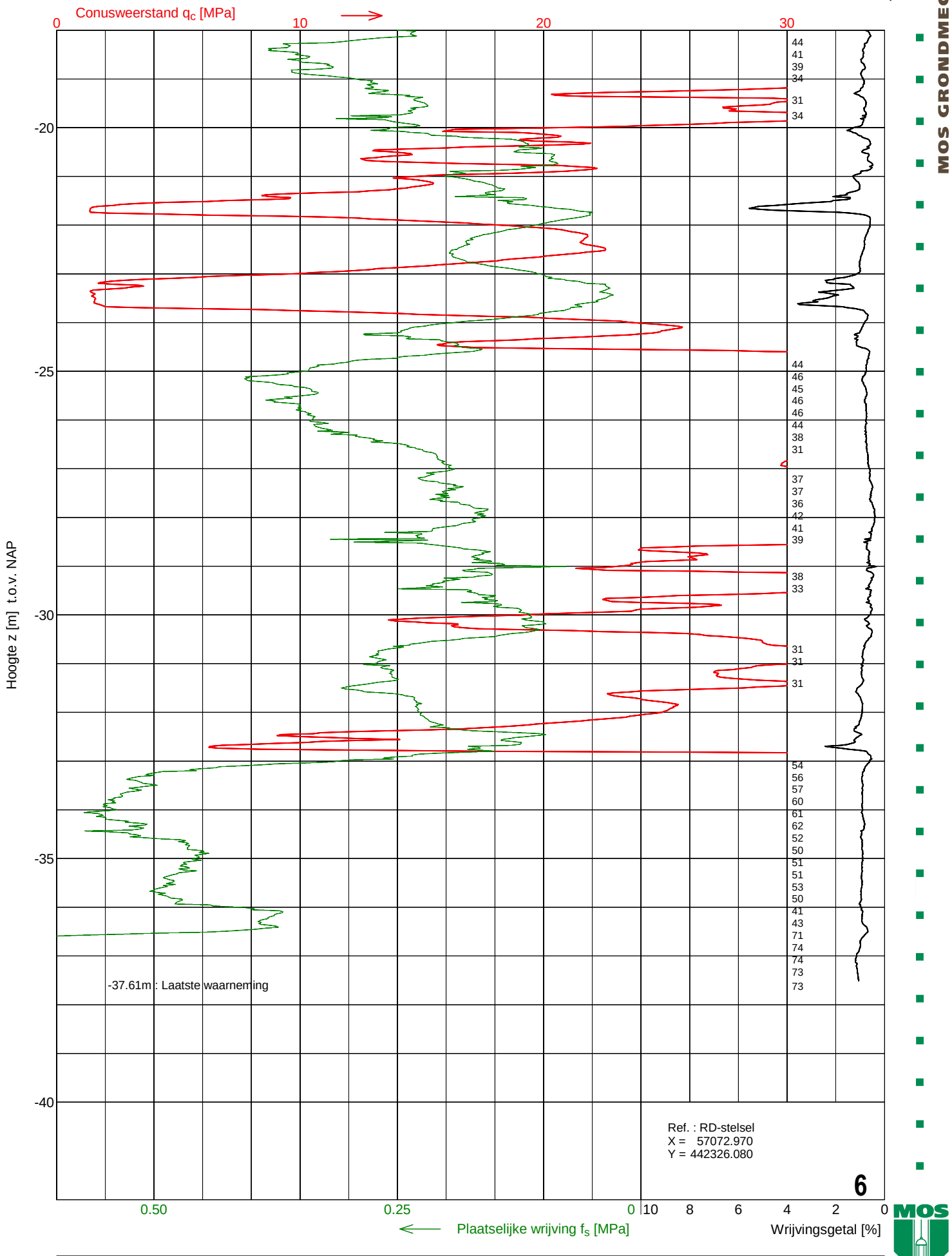
Sondering 6

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 29-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 2



Sondering 6

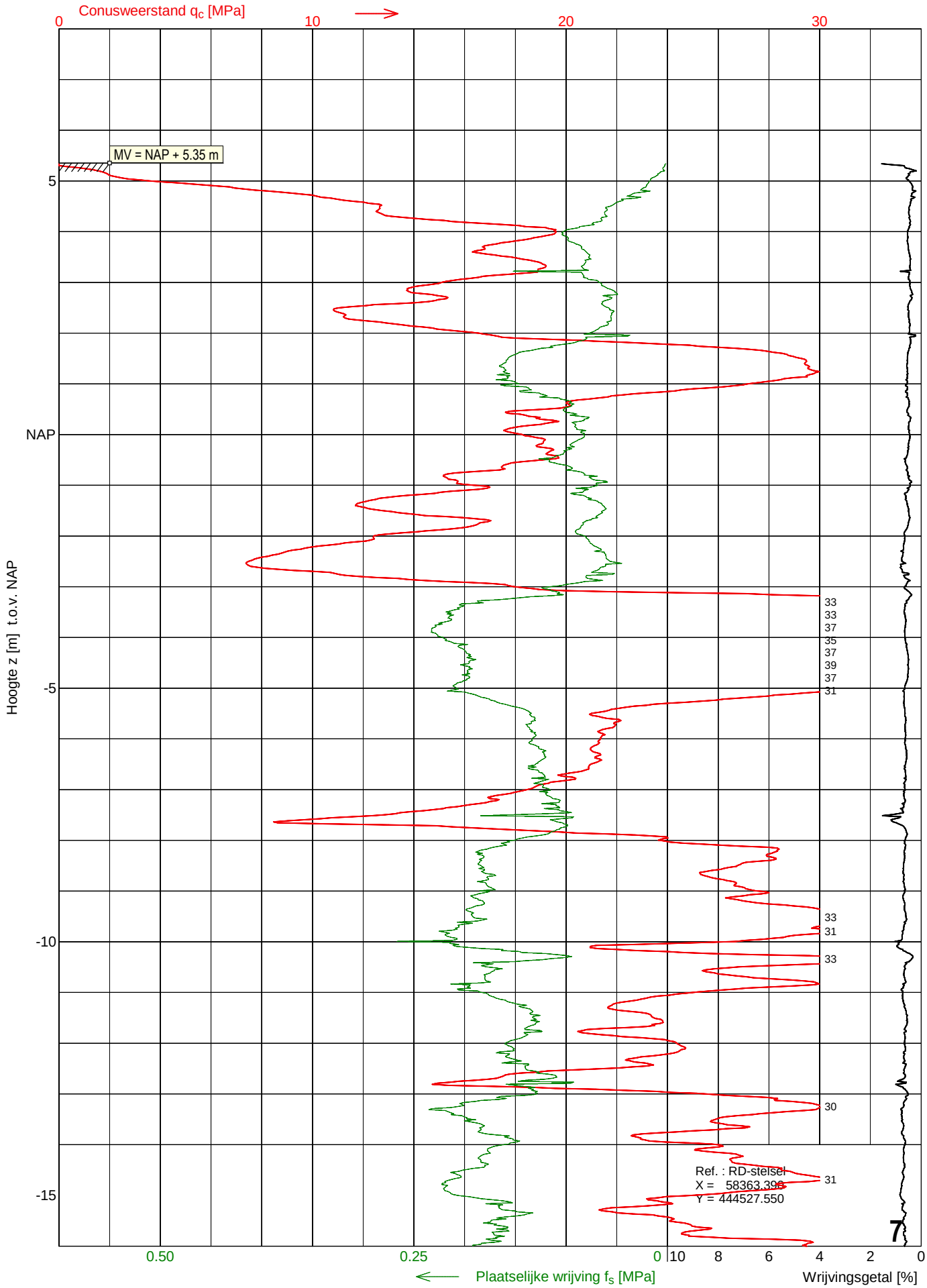
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 29-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 2



MOS GRONDMECHANICA

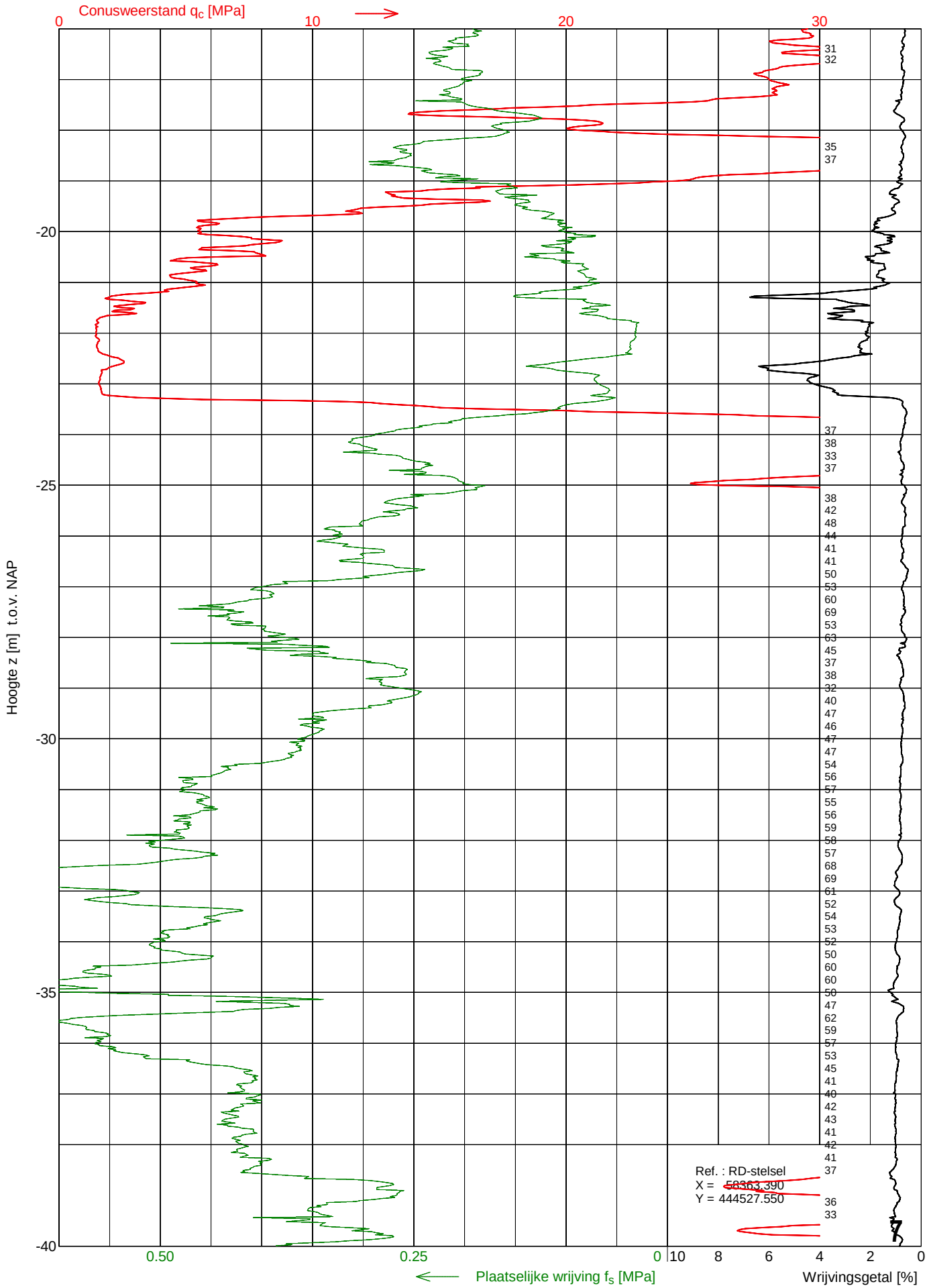
Sondering 7

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



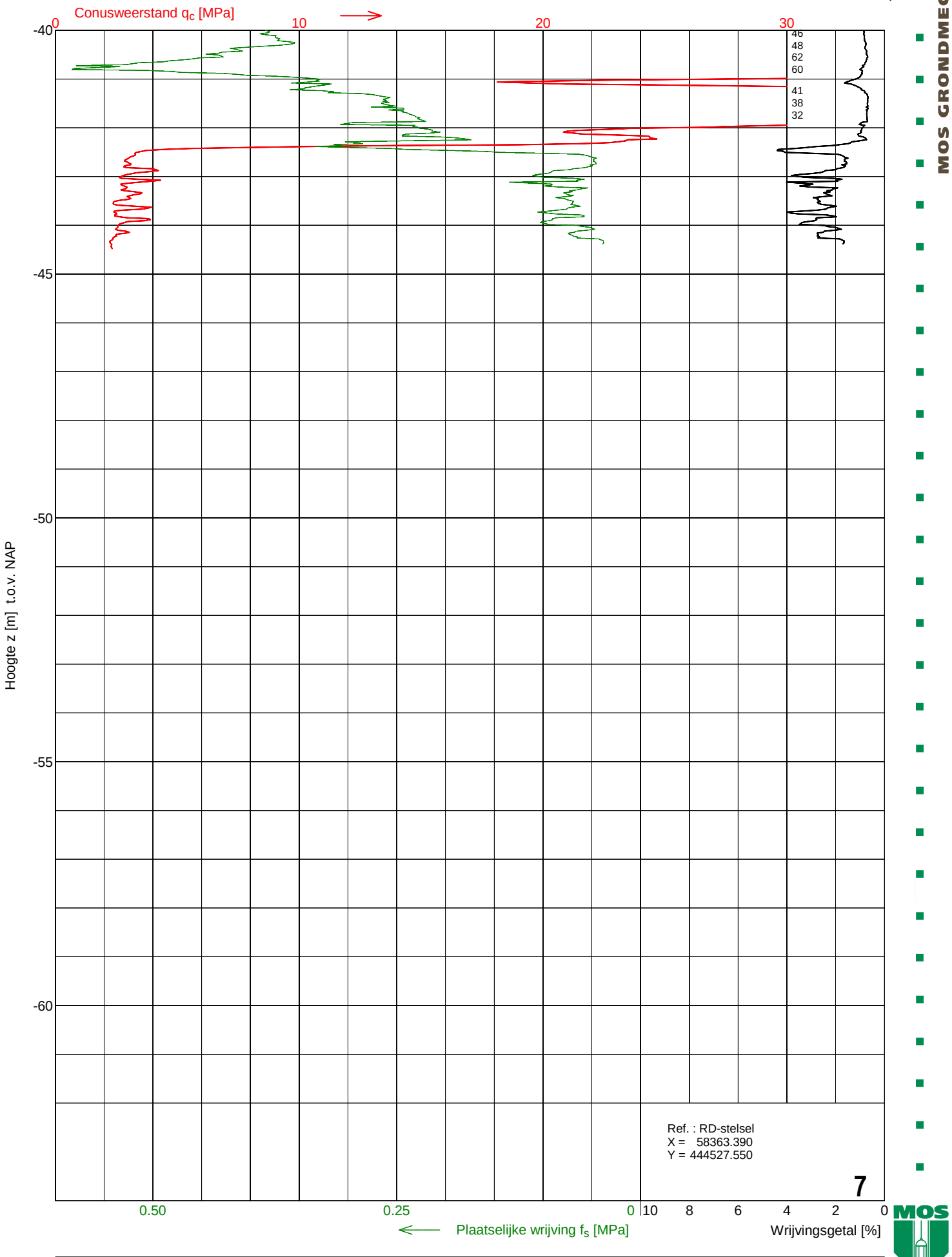
Sondering 7

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



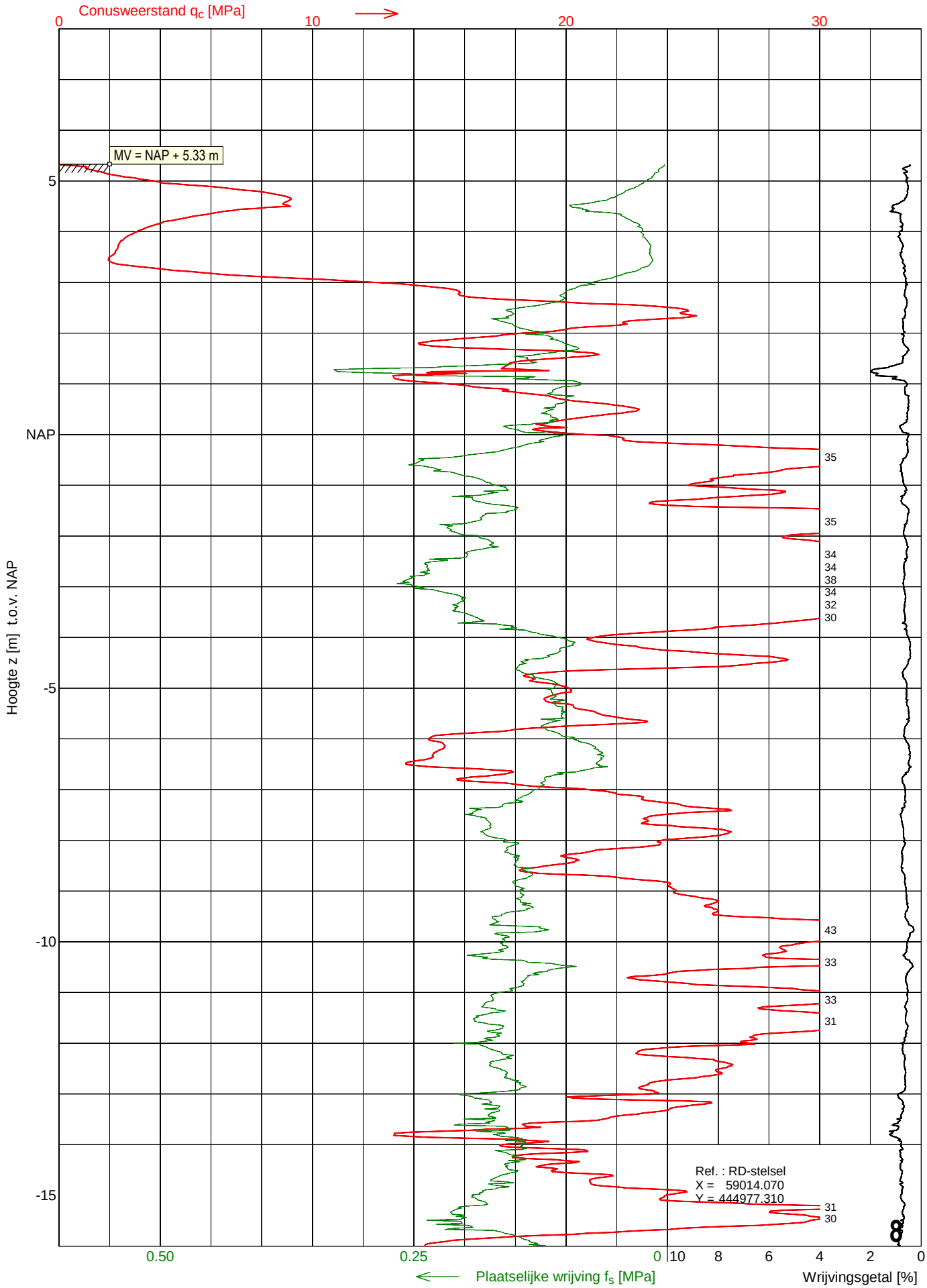
Sondering 7

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



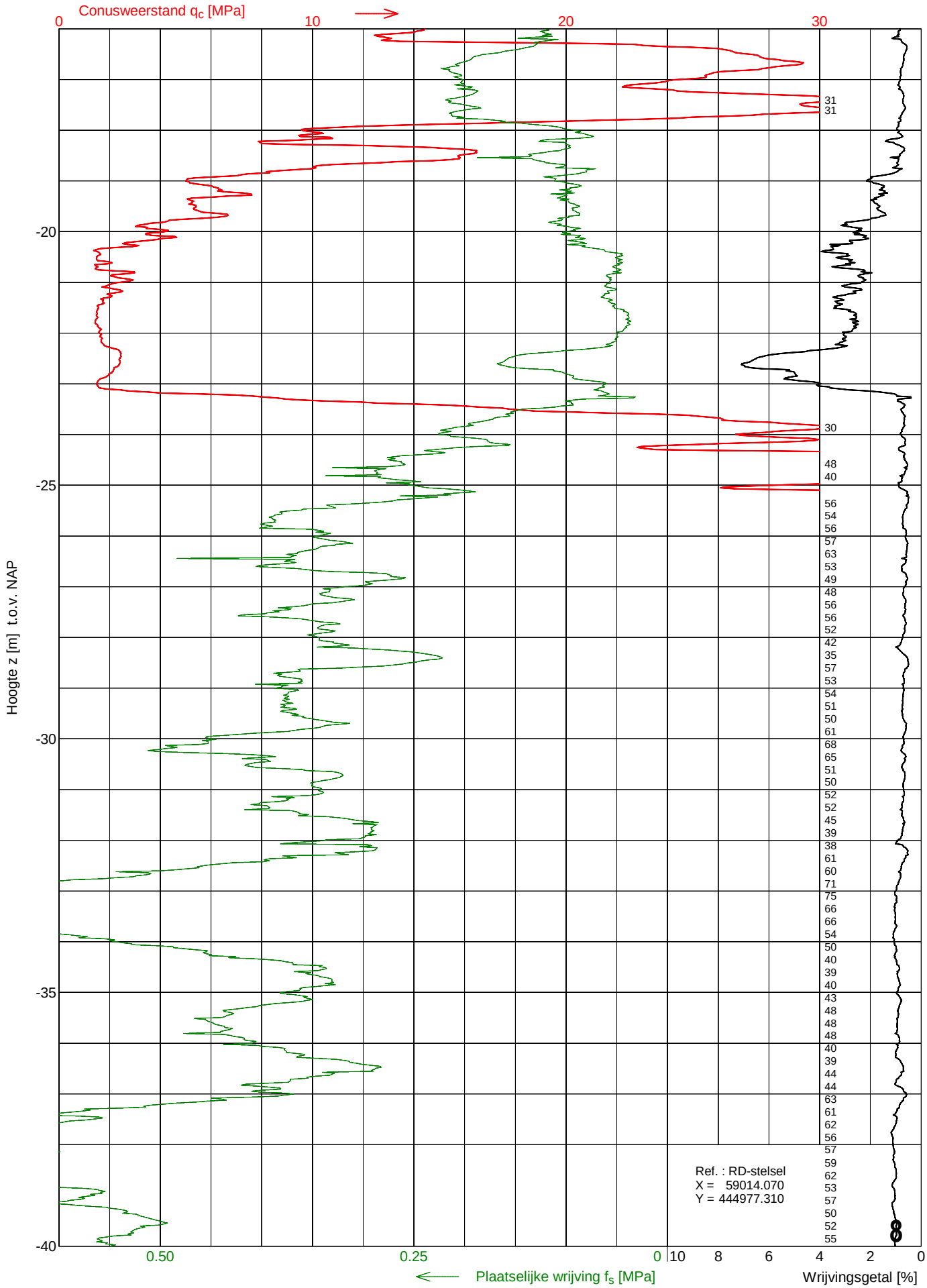
Sondering 8

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



Sondering 8

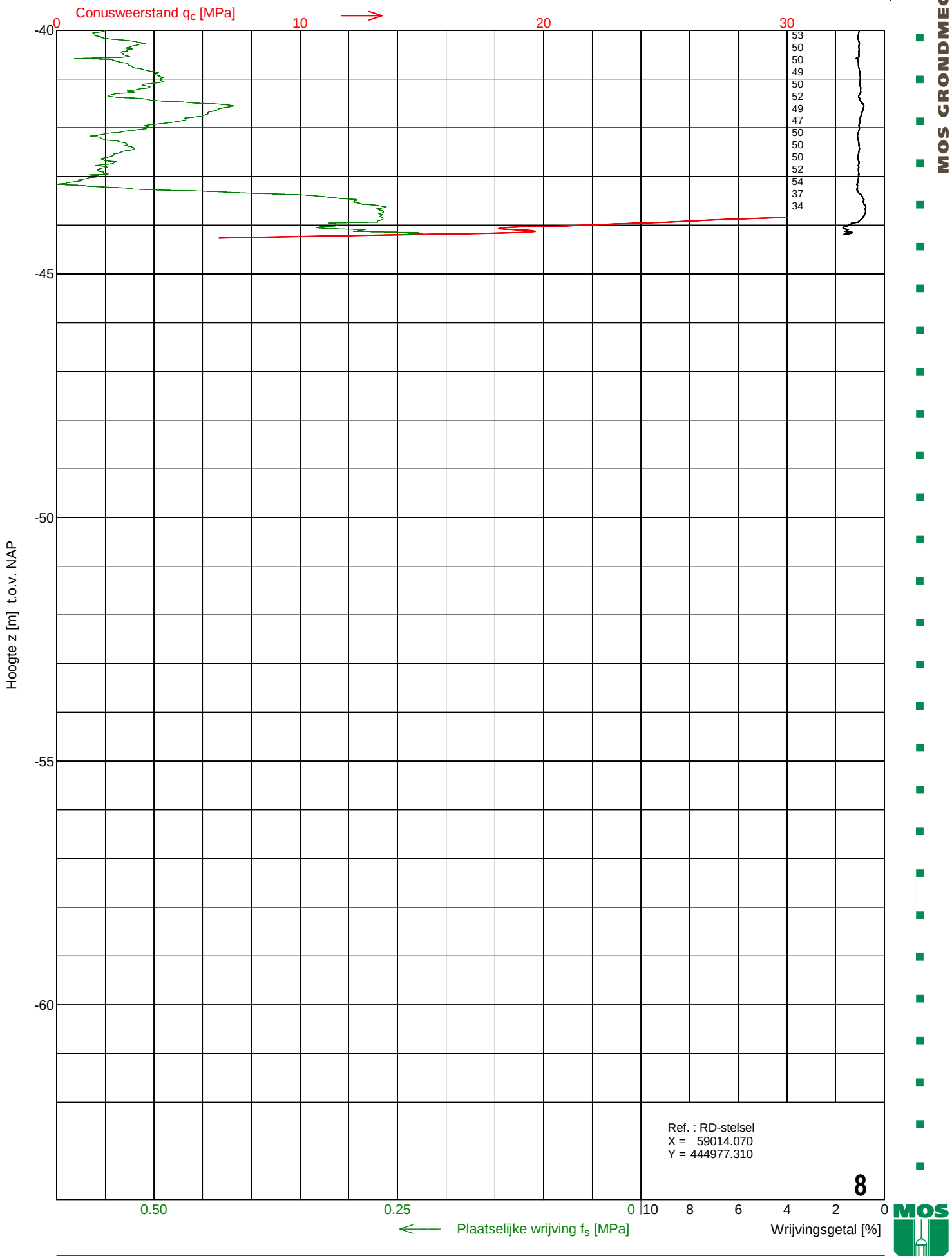
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



MOS GRONDMECHANICA

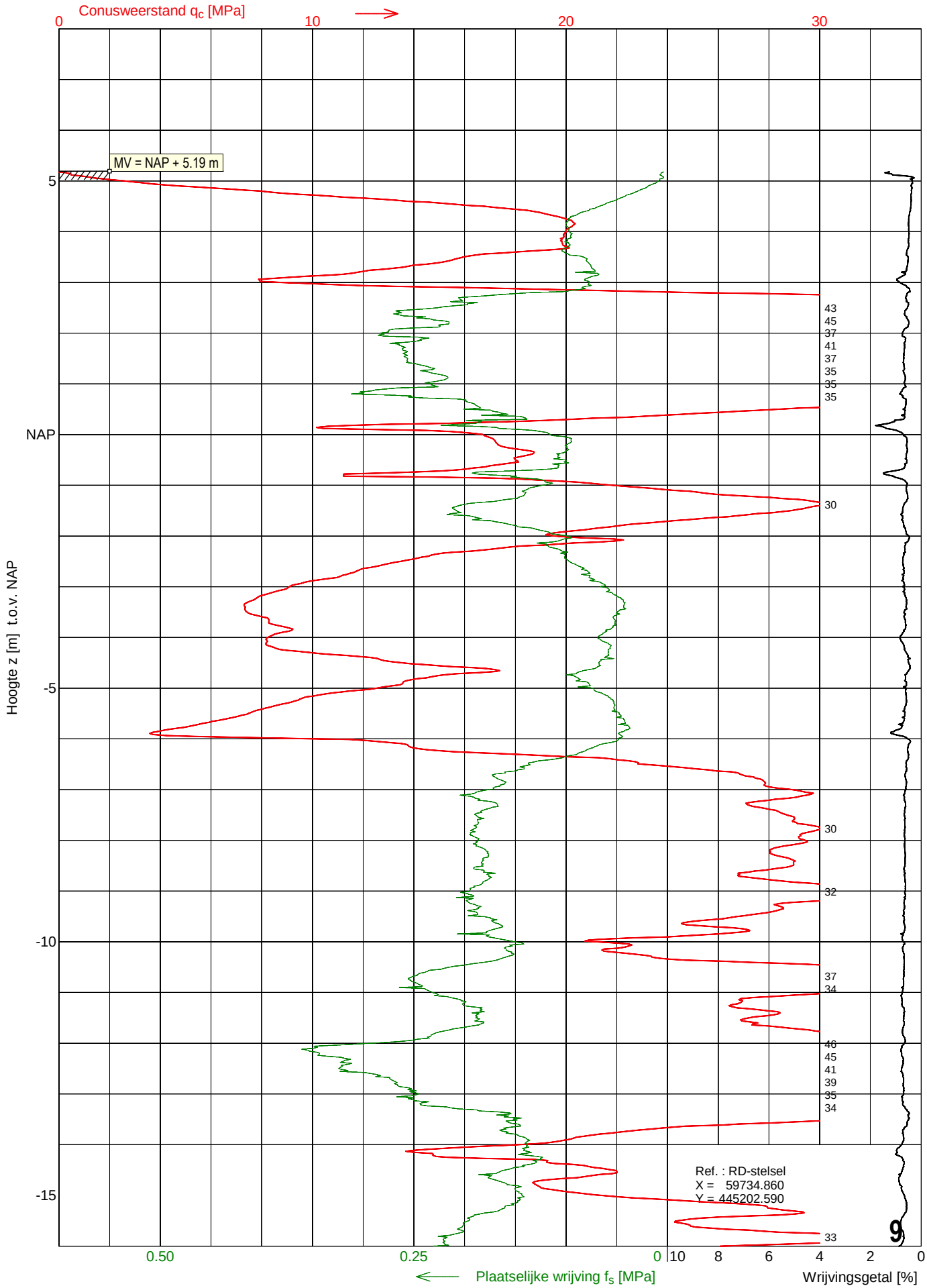
Sondering 8

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



Sondering 9

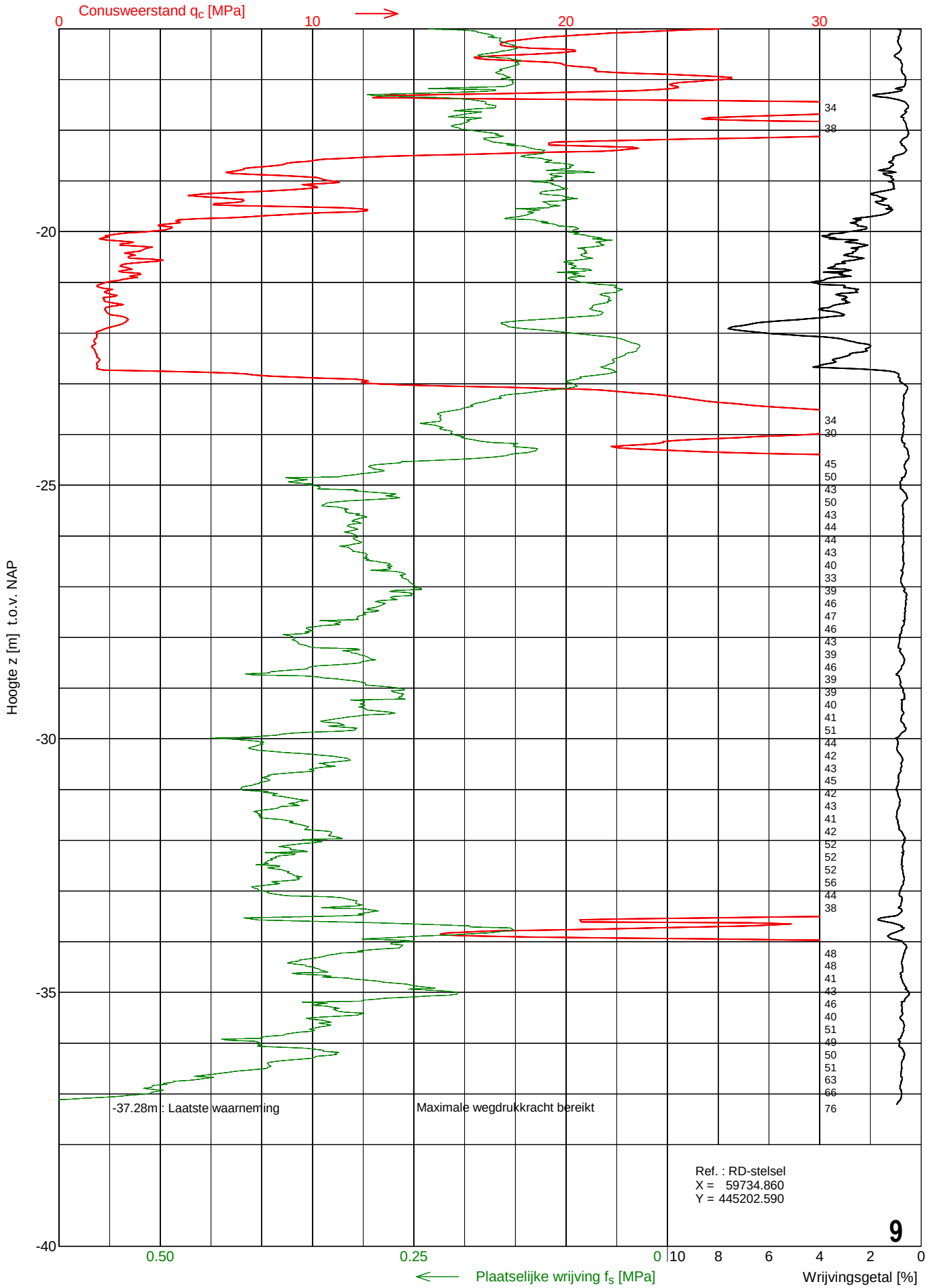
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 2



MOS GRONDMECHANICA

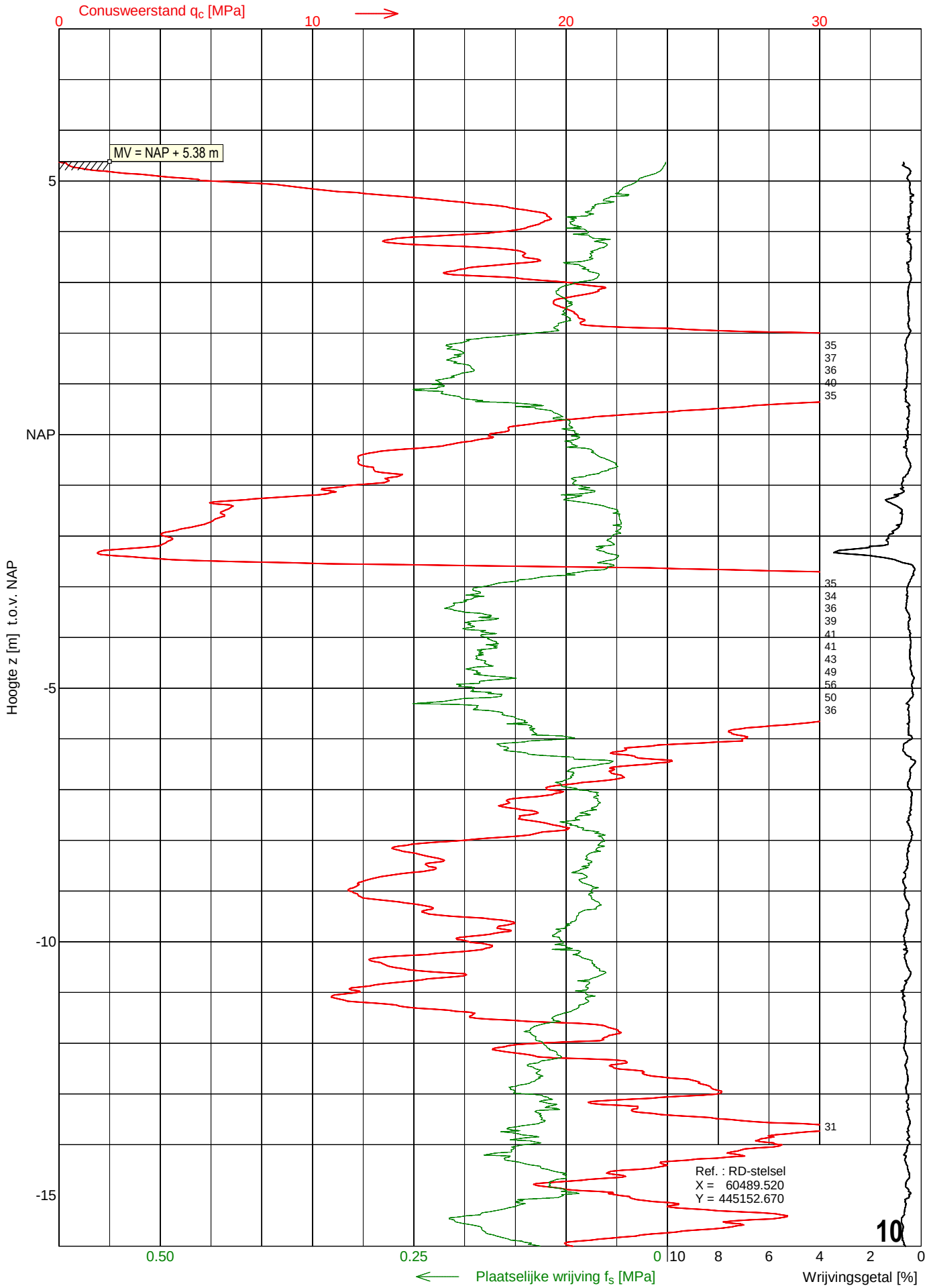
Sondering 9

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 2



Sondering 10

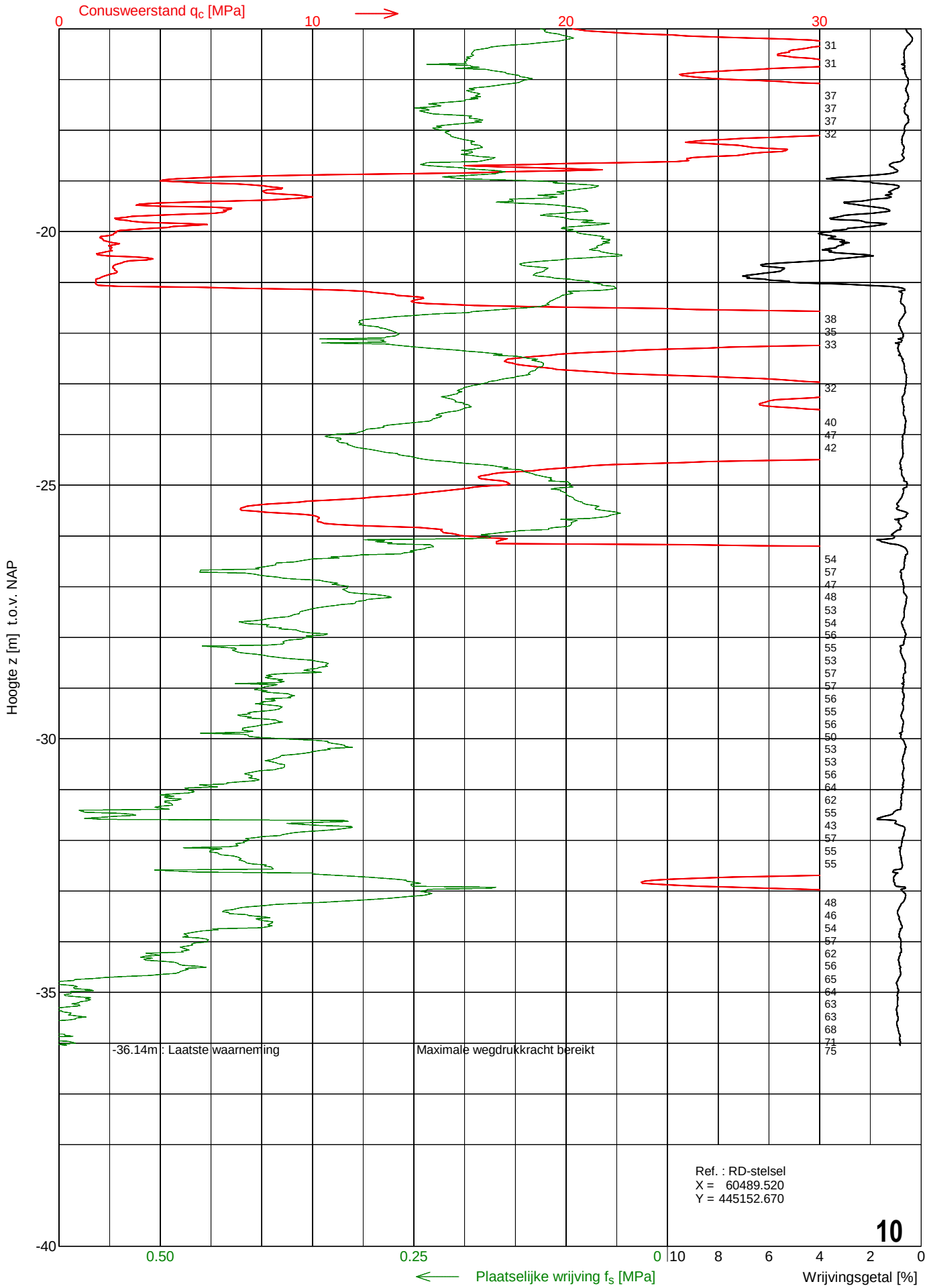
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 2



MOS GRONDMECHANICA

Sondering 10

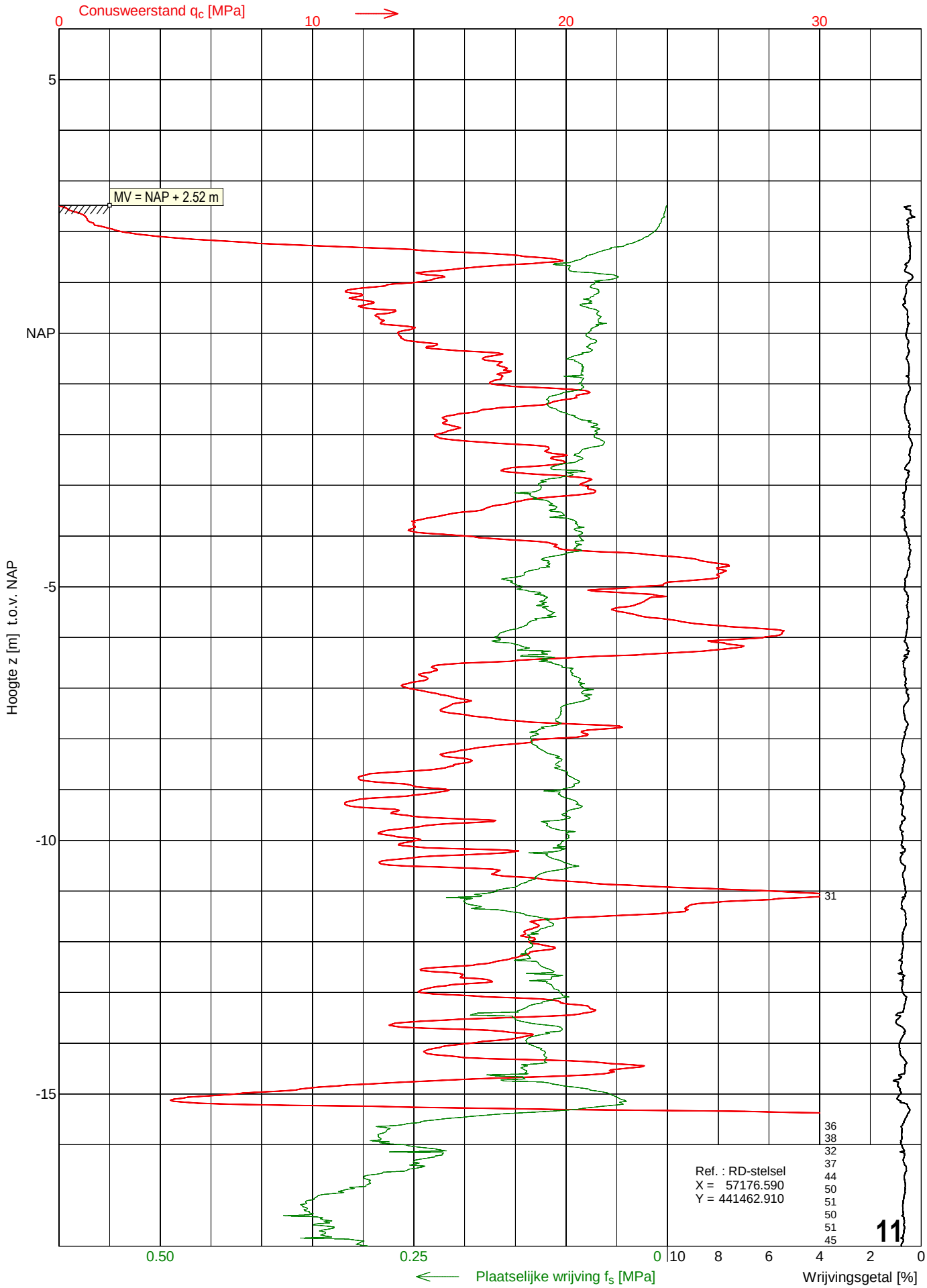
Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1516	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 28-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 2



MOS GRONDMECHANICA B.V. Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Tel: 088-5130200 - www.mosgeo.com

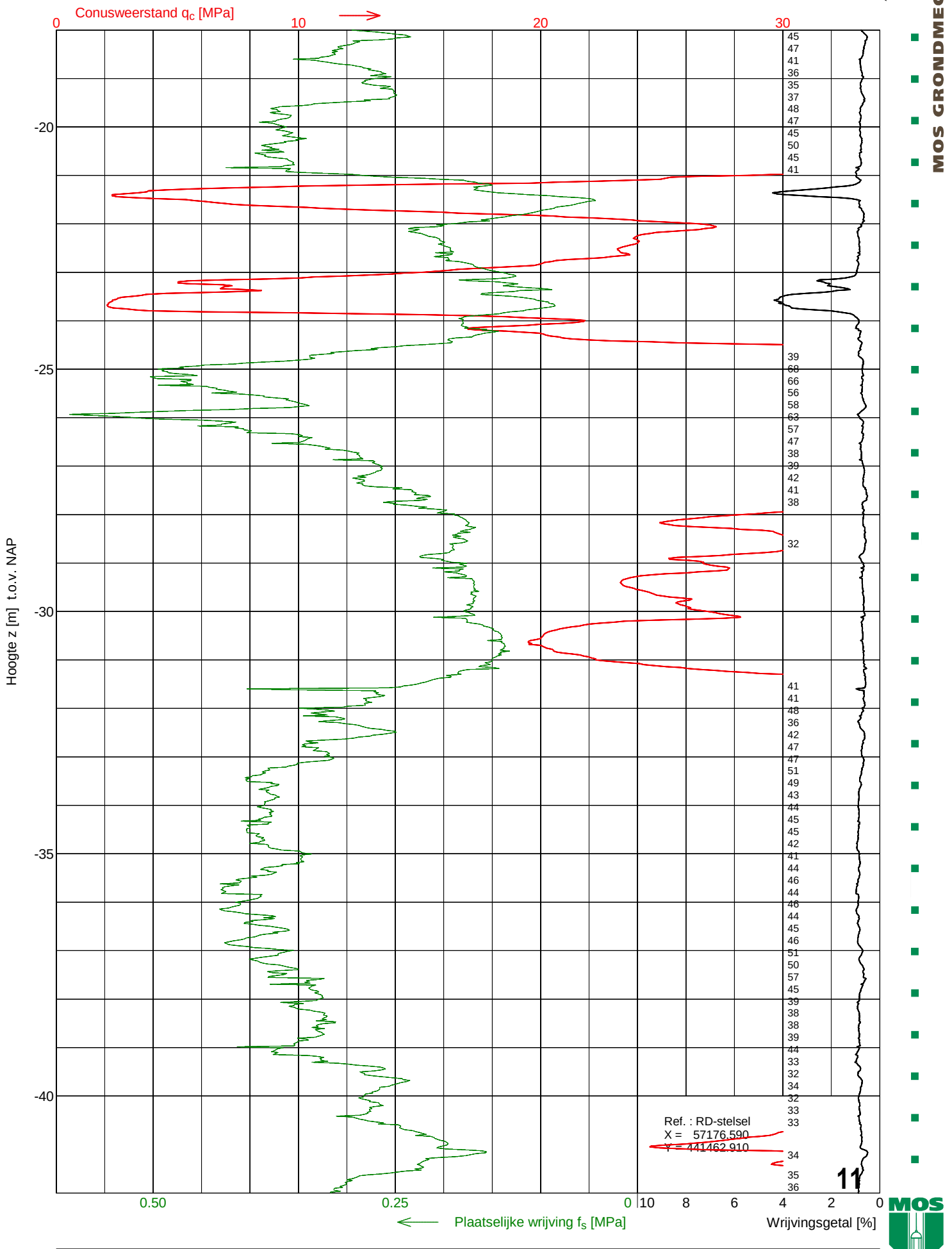
Sondering 11

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 1 van 3



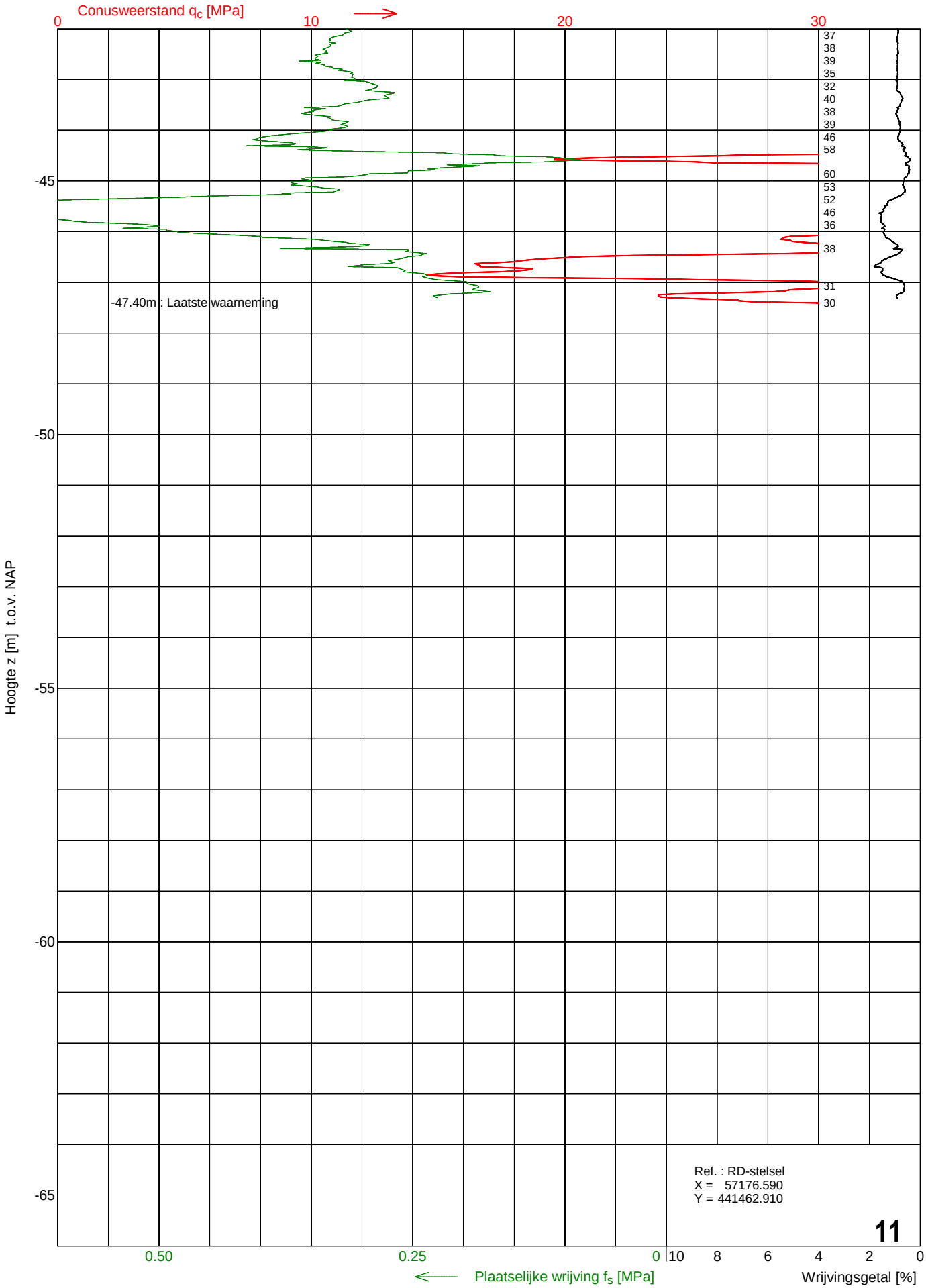
Sondering 11

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 2 van 3



Sondering 11

Opdracht	: 1902926	Conus nummer	: S15-CFII.1628	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Rotterdam	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Windpark 2e Maasvlakte			Blad	: 3 van 3



MOS GRONDMECHANICA

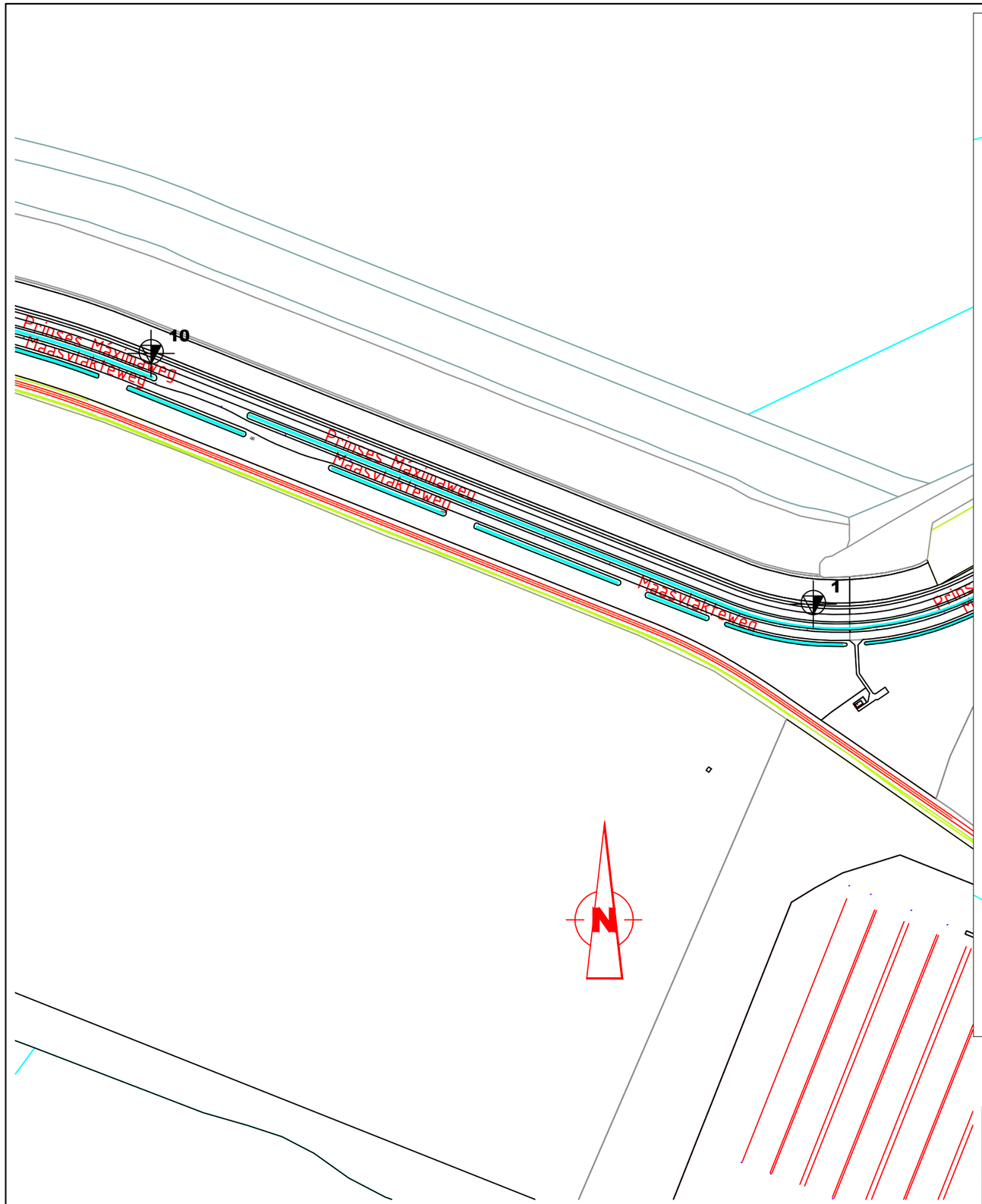
Opdr.nr. 1902926
Plaats Rotterdam
Datum 23-10-2019
Projekt Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte

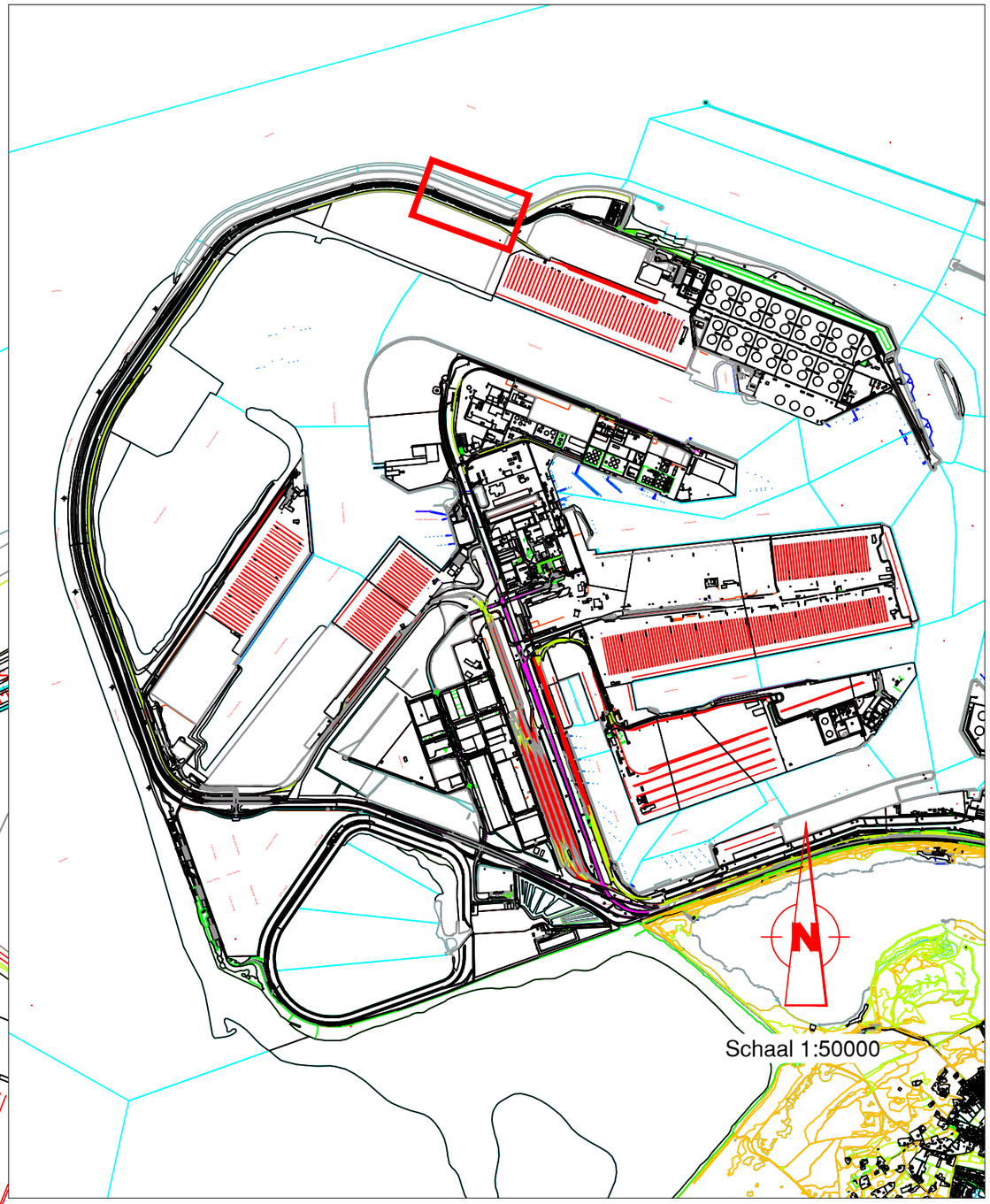
Meting uitgevoerd in RD stelsel

Sondeer nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Sondeer nummer	X [m] Uitgezet	Y [m] Uitgezet	Z [m] TOV NAP	Verplaatsing sondering
1	61200,40	444885,00	1	61201,12	444883,41	5,43	1,74
2	57898,90	444102,00	2	57914,47	444071,68	4,66	**34,08**
3	57804,80	439659,00	3	57854,89	439658,58	2,90	**50,09**
4	57358,70	443305,00	4	57395,16	443304,78	1,63	**36,46**
5	57474,00	440586,00	5	57516,12	440584,69	3,16	**42,14**
6	57040,80	442328,00	6	57072,97	442326,08	2,71	**32,23**
7	58362,70	444528,00	7	58363,39	444527,55	5,35	0,82
8	59014,40	444979,00	8	59014,07	444977,31	5,33	1,73
9	59735,30	445203,00	9	59734,86	445202,59	5,19	0,60
10	60489,30	445154,00	10	60489,52	445152,67	5,38	1,35
11	57165,00	441443,00	11	57176,59	441462,91	2,52	**23,04**

Naam vast punt	-
Hoogte vast punt	-
Opgegeven door	Rijkswaterstaat
Gewaterpast door	[redacted]
Datum waterpassing	23-10-2019
Omschrijving vast punt	Meting uitgevoerd met Leica RTK GPS systeem

MOS GRONDMECHANICA





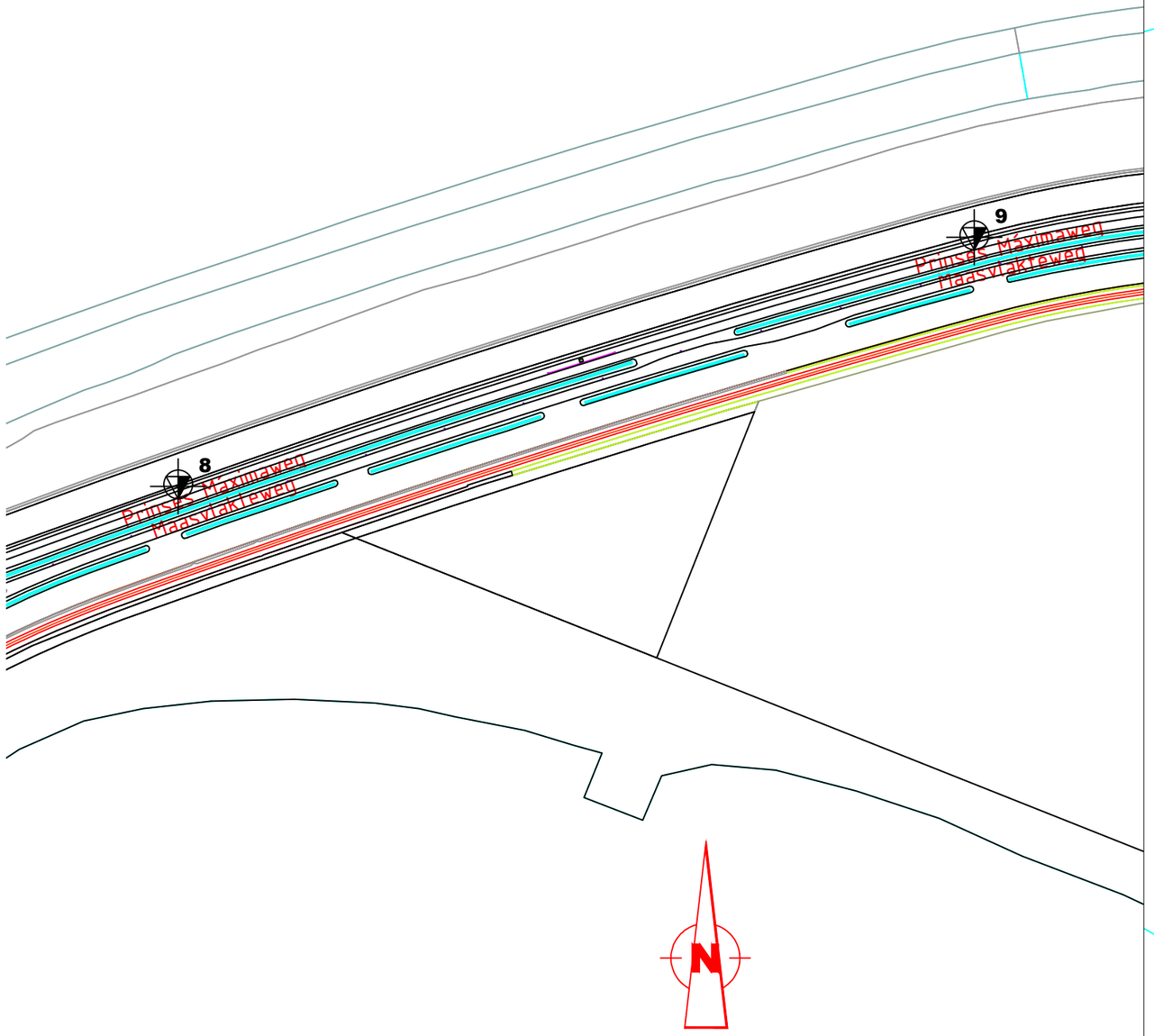
0 4 8 12 16 1 : 200
0 10 20 30 40 1 : 500

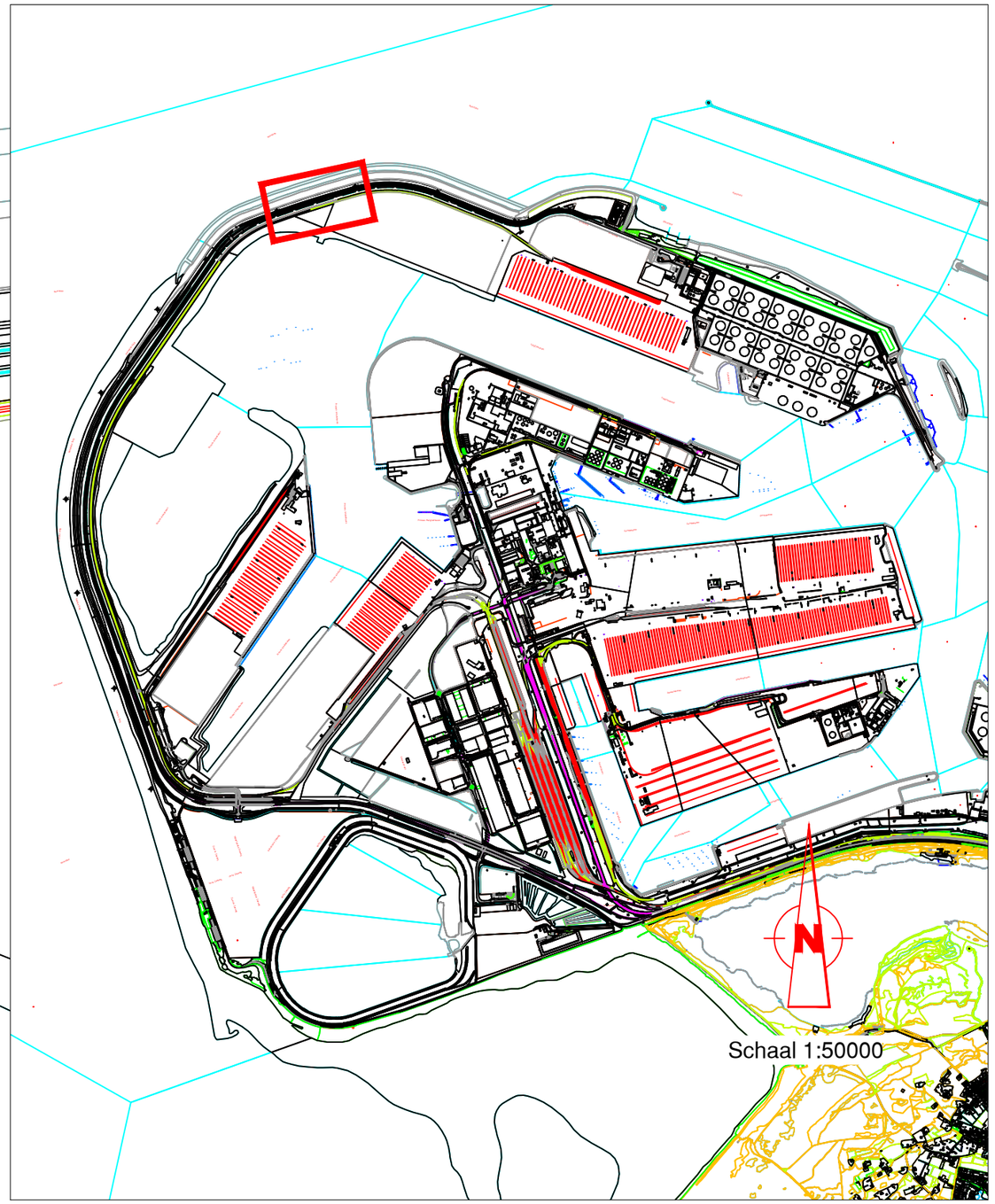
onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK		
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		
schaal 1 : 5000	maten in meters	get. c.s.	
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

project : Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam

Blad 01

MOS GRONDMECHANICA
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200





0 4 8 12 16 1 : 200

0 10 20 30 40 1 : 500

Sondering

Sondering met pl.wrijving

Boring

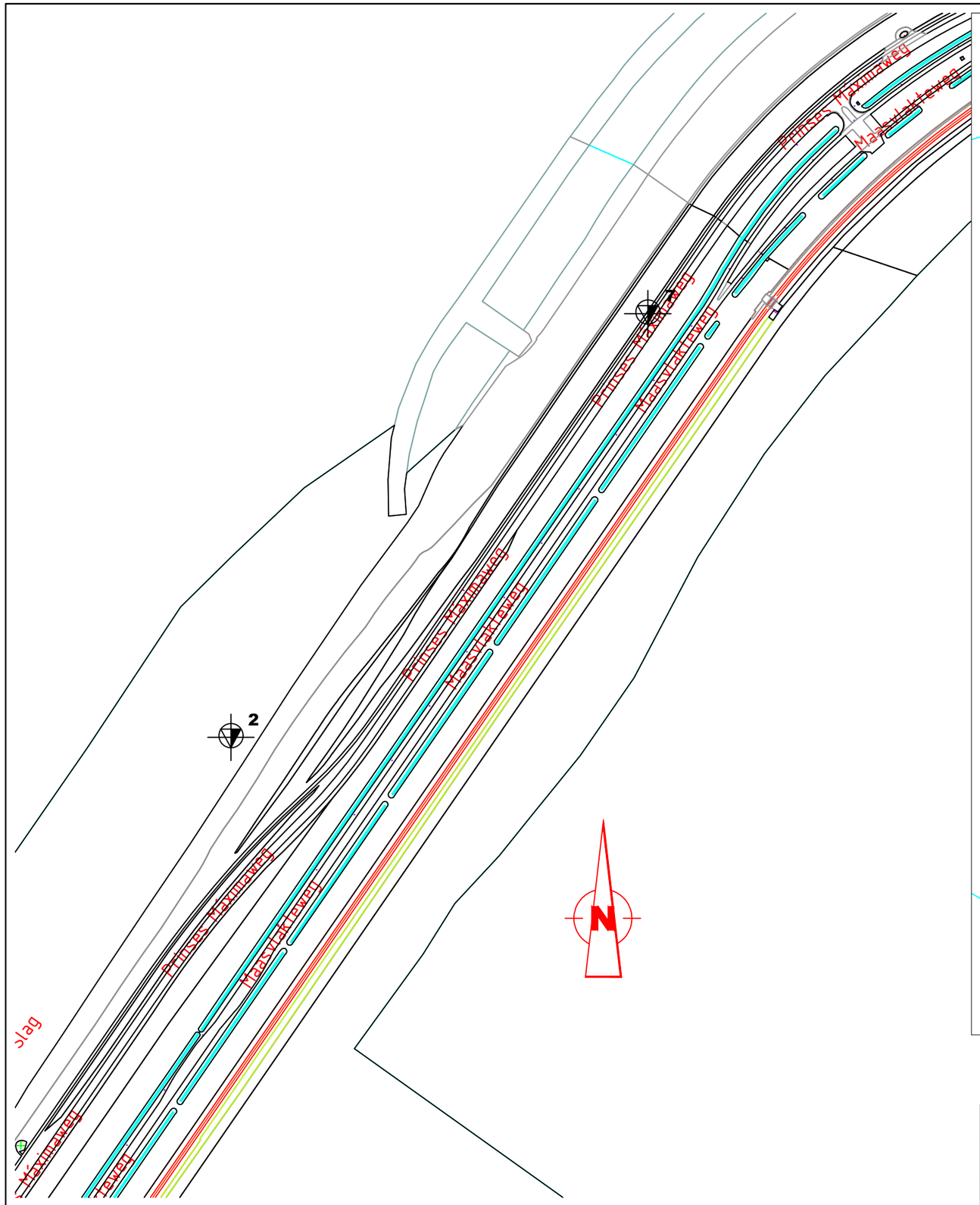
Peilbuis

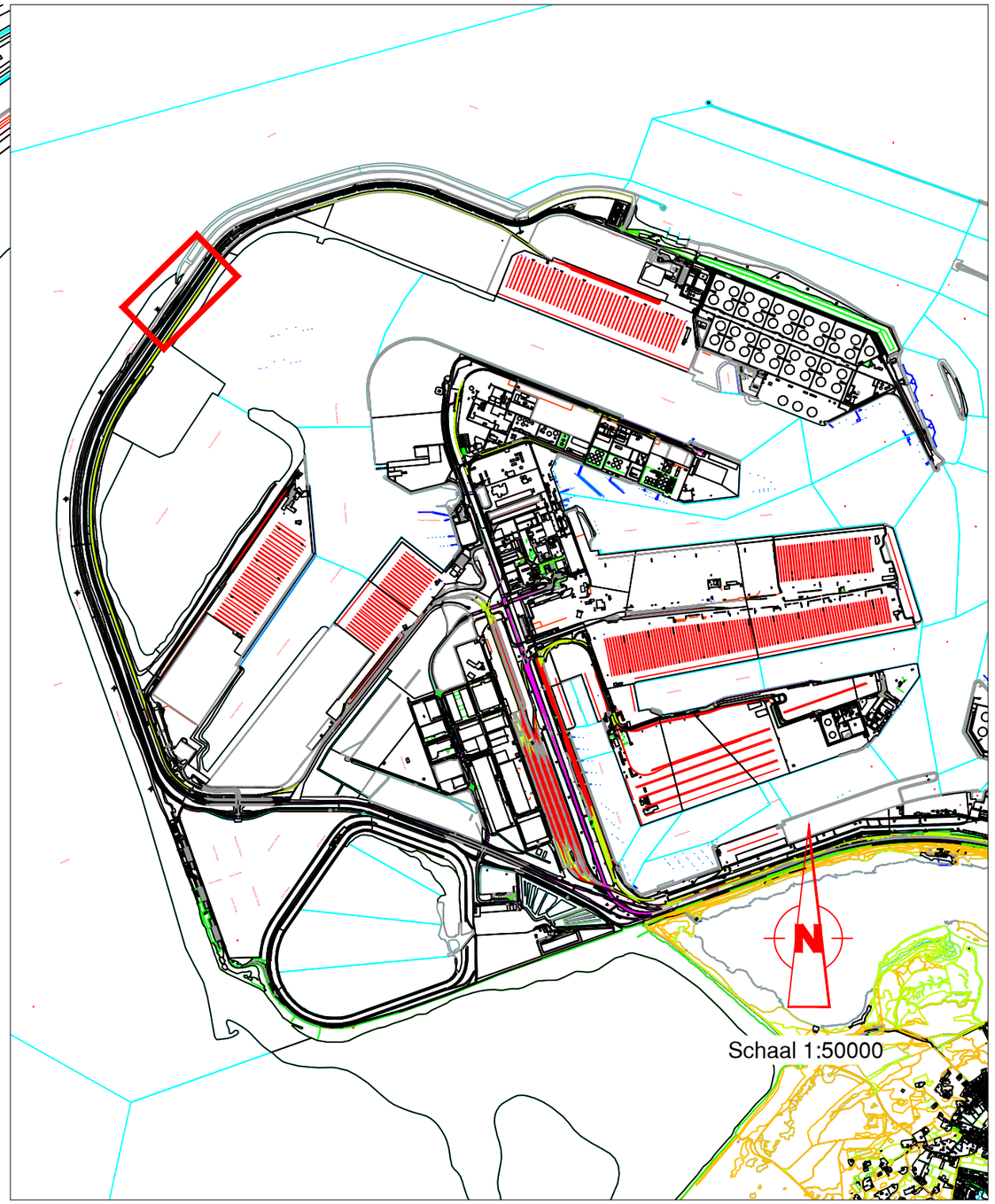
onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK		
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		
schaal 1 : 5000	maten in meters	get. c.s.	
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

project : Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam

Blad 02

MOS GRONDMECHANICA
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200



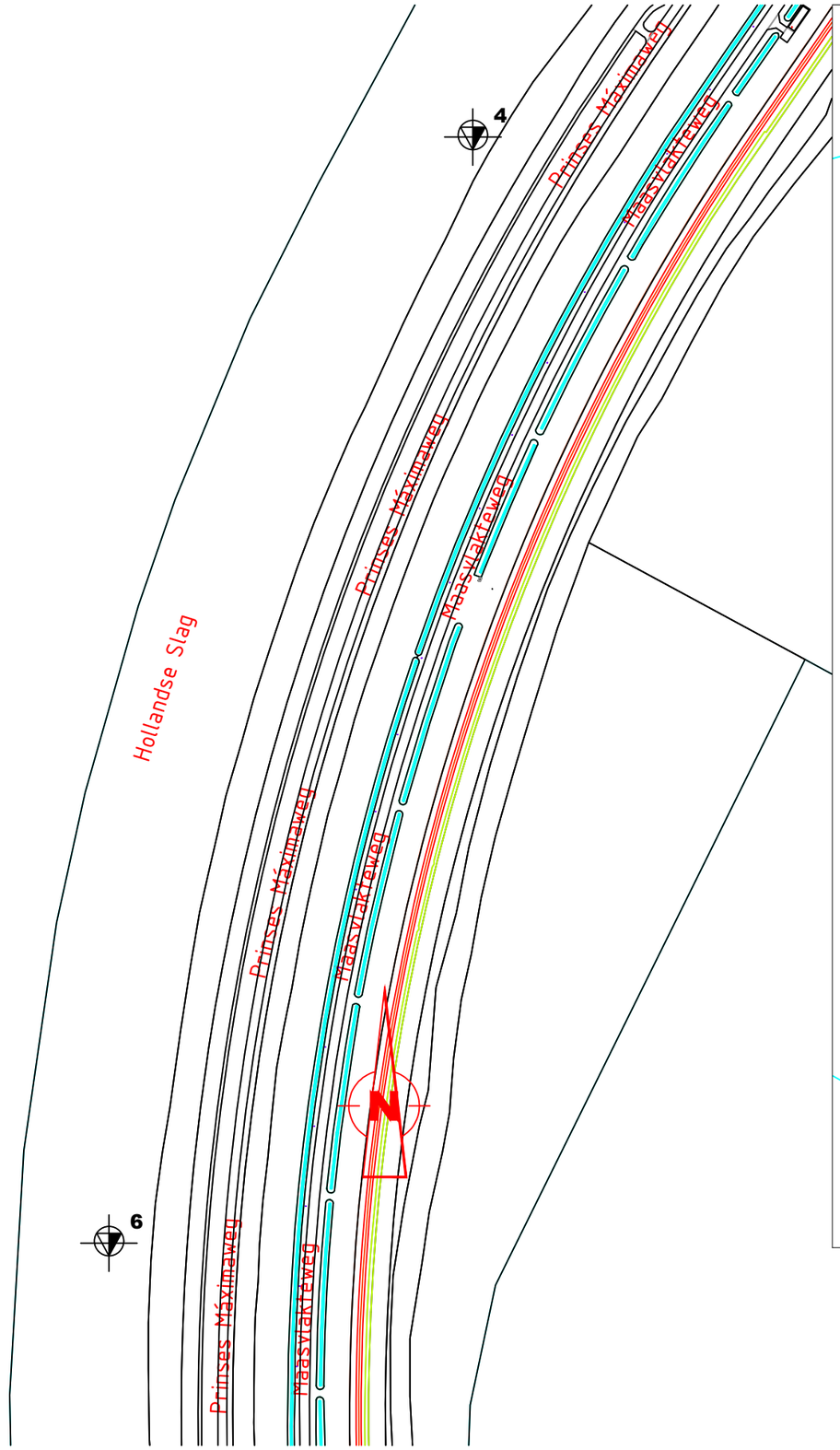


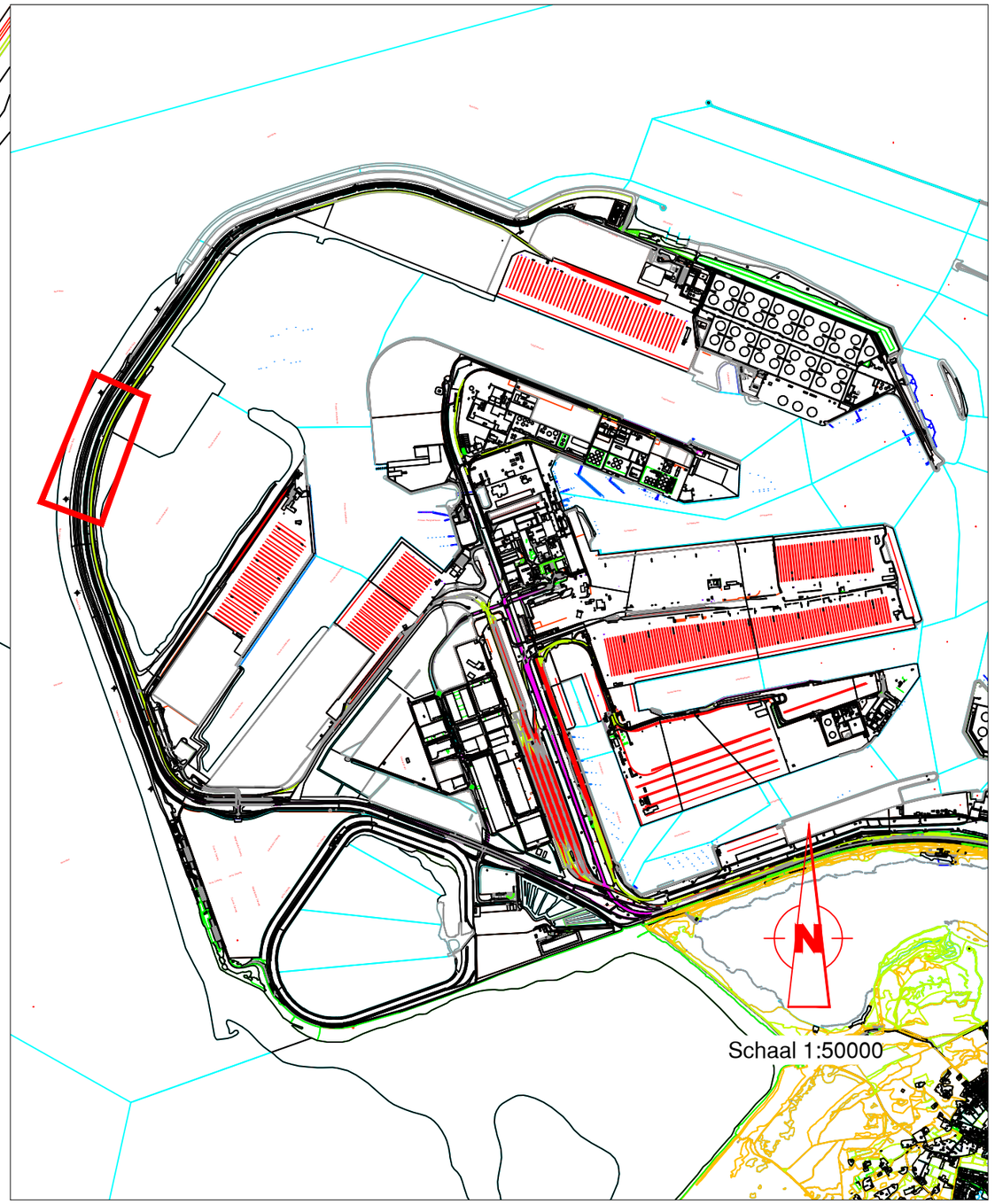
0 4 8 12 16 1 : 200
0 10 20 30 40 1 : 500

onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK	project :	Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		Blad 03
schaal 1 : 5000	maten in meters / get. c.s.		
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

MOS GRONDMECHANICA

Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200





0 4 8 12 16 1 : 200
0 10 20 30 40 1 : 500

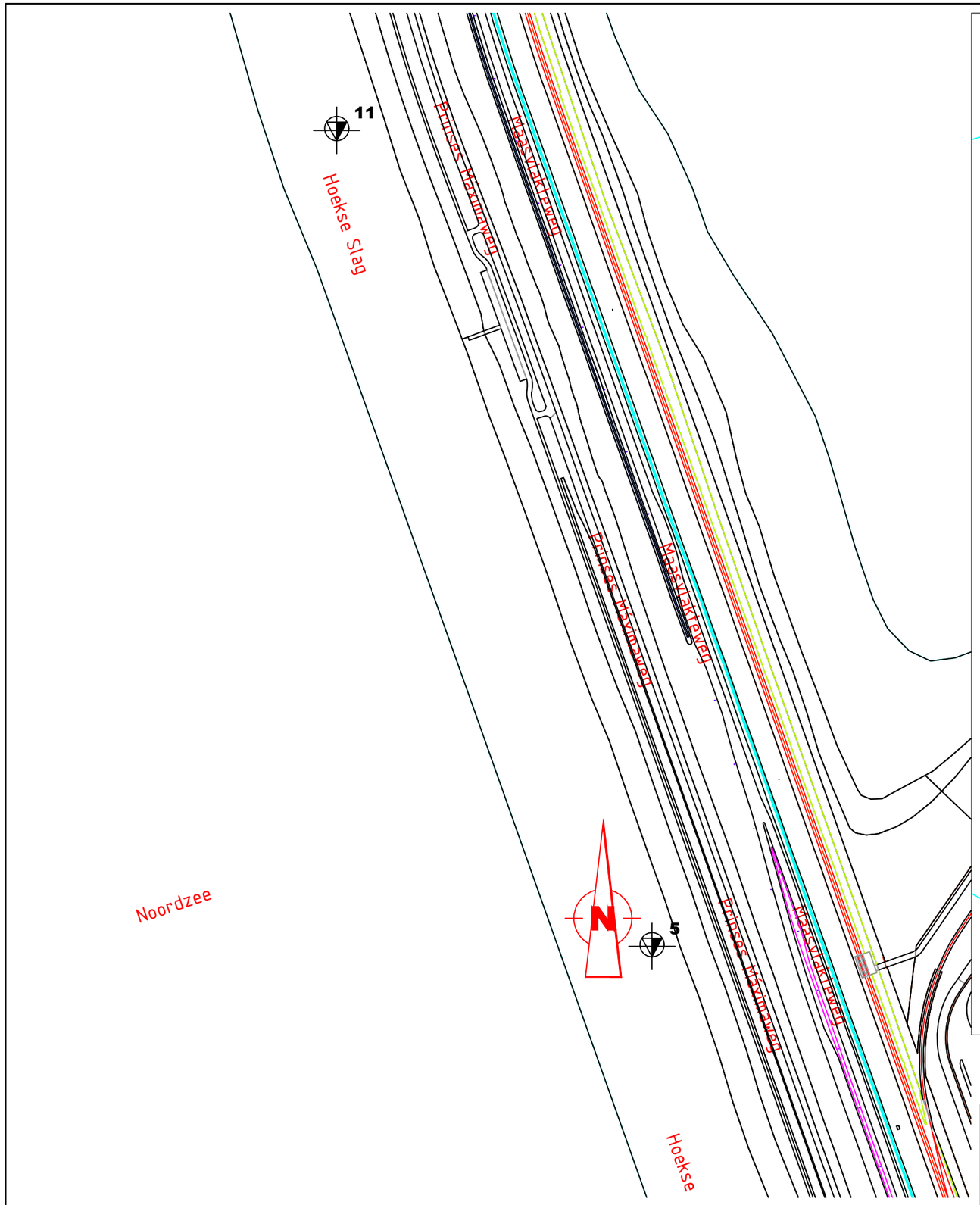
Sondering
Sondering met pl.wrijving
Boring
Peilbuis

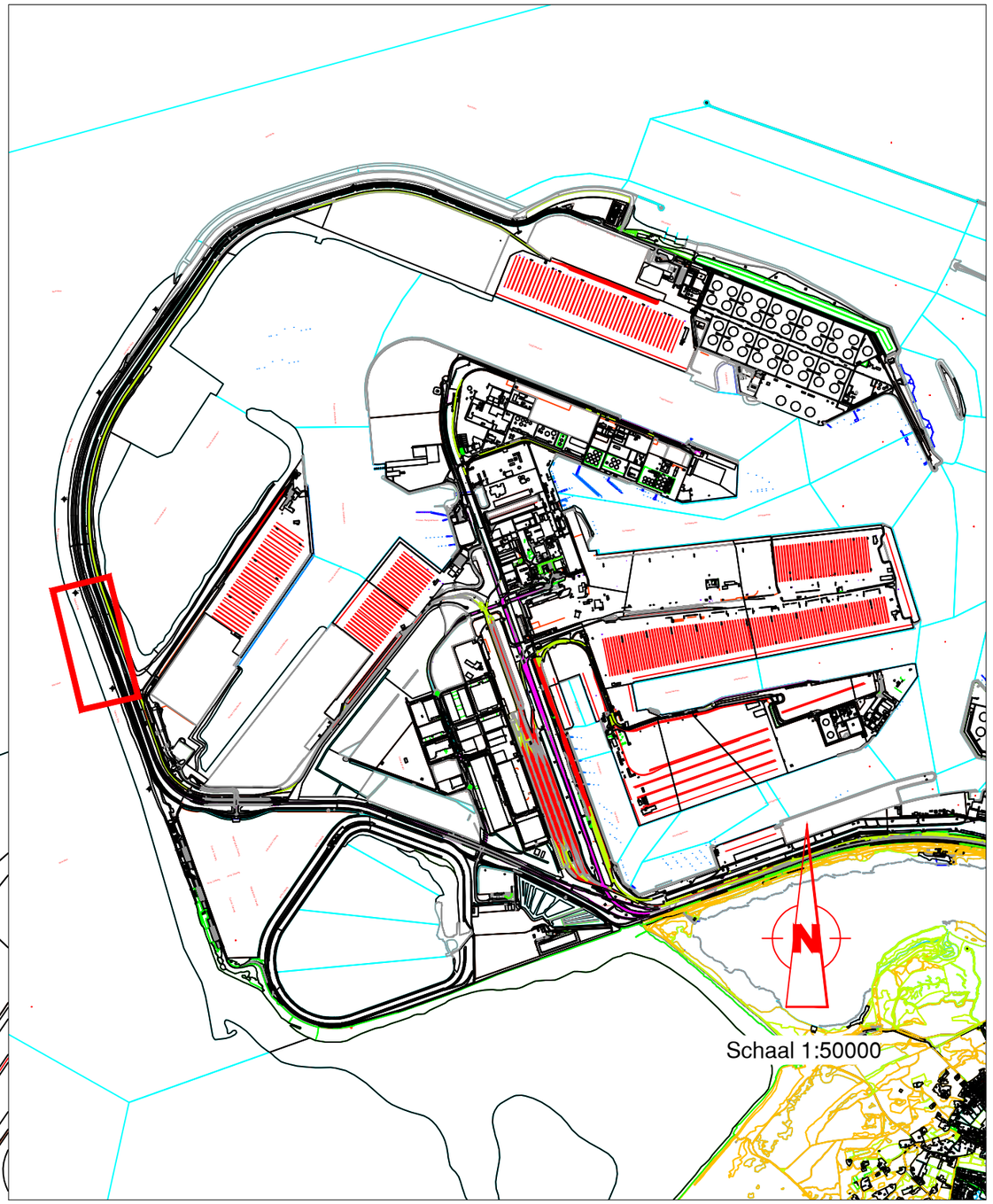
onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK		
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		
schaal 1 : 5000	maten in meters	get. c.s.	
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

project : Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam

Blad 04

MOS GRONDMECHANICA
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200





Sondering

Sondering met pl.wrijving

Boring

Peilbuis

0 4 8 12 16 1 : 200

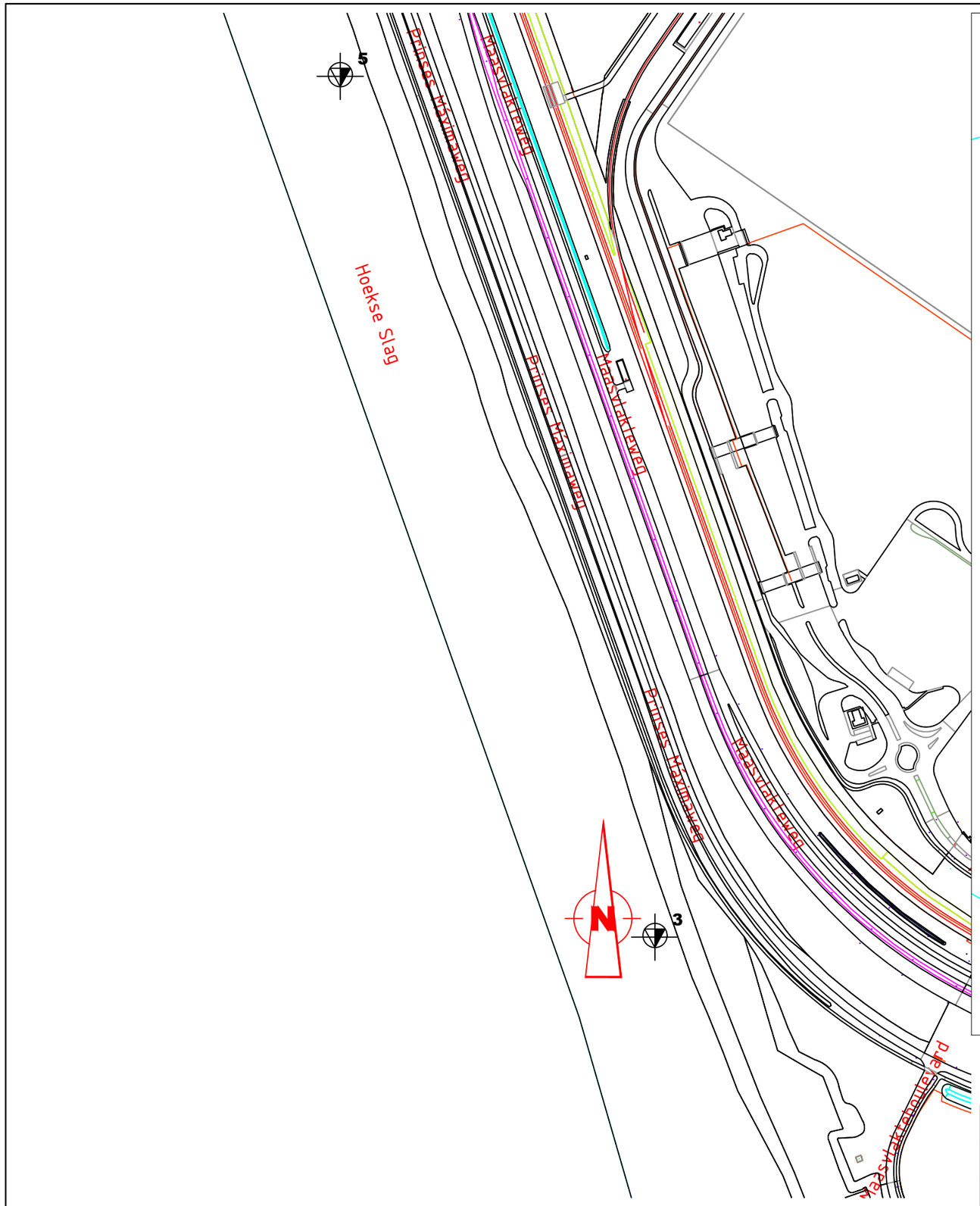
0 10 20 30 40 1 : 500

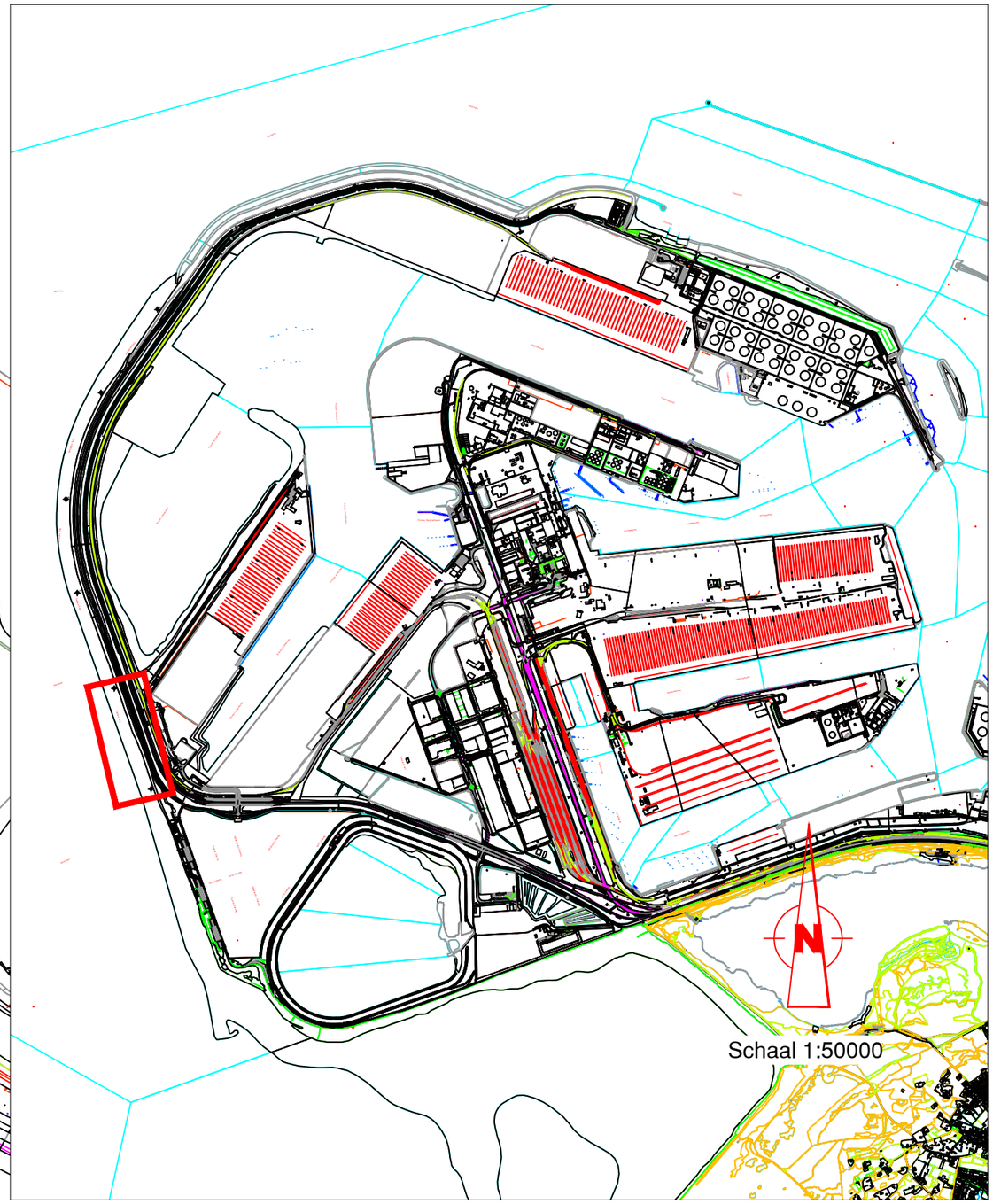
onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK		
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		
schaal 1 : 5000	maten in meters	get. c.s.	
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

project : Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam

Blad 05

MOS GRONDMECHANICA
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200





0 4 8 12 16 1 : 200
0 10 20 30 40 1 : 500

Sondering
Sondering met pl.wrijving
Boring
Peilbuis

onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK	project :	Sonderingen Windpark 2e Maasvlakte, Rotterdam
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		Blad 06
schaal 1 : 5000	maten in meters / get. c.s.		
datum : 04-11-19	opdr.nr. : 1902969		
wijz.	Formaat : A3		

MOS GRONDMECHANICA
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica b.v. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.

MANAGEMENTSYSTEEM CERTIFICATIE DNV·GL ISO 9001 = VCA**

MOS GRONDMECHANICA

VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, elektrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen
Geotechnisch boren en (on)geroerde monstername
Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen
X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen
Plaatdruk-, CBR- en CPM proeven
In situ doorlatenheidsproeven

LABORATORIUM

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)
Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)
Triaxiaalproeven
DS en DSS-proeven
Doorlatenheidsproeven
Dichtheidsbepaling (Proctor en CBR)
Cementbentoniet onderzoek

GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)
(Grond)waterspanningsmeting
Zettingsmonitoring
Trillingsmonitoring (SBR)
Akoestisch doormeten van palen (CUR 109)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennend-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodem onderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering
Fundering op staal
Grondkerende constructies
Bouwputontwerp
Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)
Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)
Taludstabiliteit
Tankbouwadvies
Trillingsprognose
Schade expertise
Review en 2nd Opinion

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten?	Bezoek onze website www.mosgeo.com
Vragen?	Mail ons op info@mosgeo.com
Offerte aanvragen?	Mail ons op offerte@mosgeo.com

Mos Grondmechanica opereert structureel vanuit 5 vestigingen in Nederland en in Suriname. Via het zusterbedrijf Mosgeo b.v. worden wereldwijd projecten uitgevoerd, daar waar onze specifieke kennis en ervaring wordt gevraagd.

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres : Albert Plesmanweg 47, 3088 GB, Rotterdam Centraal telefoonnummer : +31(0)88-5130200

Hoofdkantoor	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond	
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo	
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam	
Mosgeo B.V.	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname	Tel. +597-488188

MOS

Bijlage 2.1 - Berekening trekdraagvermogen – HZ-01 t/m HZ-09

Bijlage 2.2 – Berekening trekdraagvermogen – HZ-10

D-Foundations uitvoerfiles

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/10/2020
Time of report:	3:52:20 PM
Date of calculation:	4/9/2020
Time of calculation:	3:14:18 PM
Filename:	C:\..\WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_17m_2MPa_C35_45_20200408
Project identification:	WPMV2 Preliminary Design HZ Foundation D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_17m_2MPa_C35_45_20200408

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 General CPT Data 3
2.3.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.4 Soil Data 3
2.4.1 Soil Profile 7 4
2.5 Pile Types 5
2.5.1 Pile type : LostTip 540/670 5
2.6 Foundation Plan 5
2.6.1 View of Foundation Plan 6
2.7 Excavation Data 6
2.8 Overruled Parameters 7
2.9 Model Options 7
2.10 Model Options 7
3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity 8
3.1 Errors and Warnings 8
3.2 Remarks 8
3.3 Calculation Parameters 8
3.3.1 Pile Factors 8
3.3.2 Pile type : LostTip 540/670 8
3.4 Results for all CPT's 8
3.4.1 Results for pile type : LostTip 540/670 8
3.4.1.1 Pile group 1 8
3.4.1.2 Pile group 2 10
3.4.1.3 Pile group 3 11

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Tension Piles (EC7-NL)

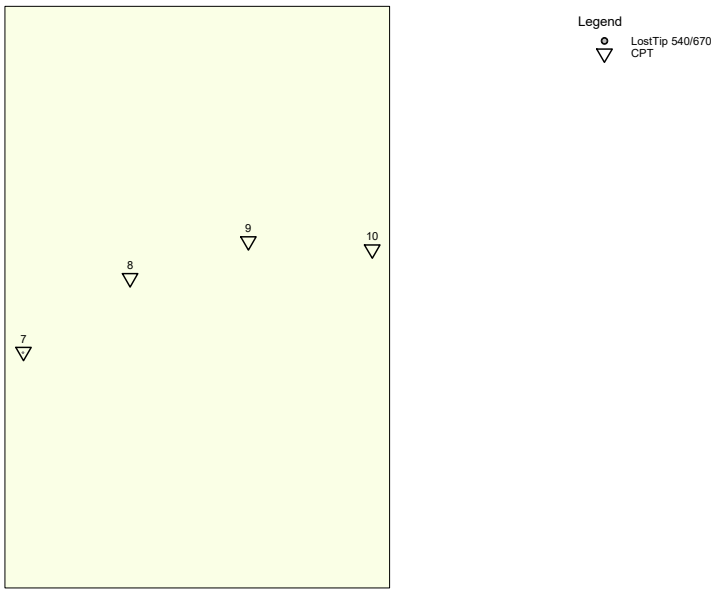
2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
Design engineer superstructure :
Principal :
Title 1 : WPMV2
Title 2 : Preliminary Design HZ Foundation
Title 3 : D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_17m_2MPa_C35_4
Number of project :
Location of project :

2.3 General CPT Data

Number of CPT's : 1
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.3.1 View of CPT's in Foundation Plan



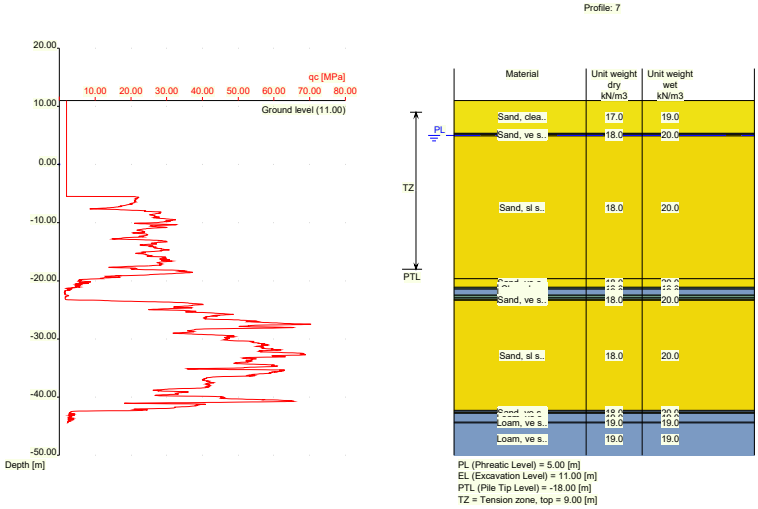
Number/name CPT	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: 7	58363.39	444527.55

2.4 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

2.4.1 Soil Profile 7

Belonging to CPT	7
Surface level in [m. reference level] :	11.00
Phreatic level in [m. reference level] :	5.00
Top of tension zone [m. reference level]:	9.00
Pile tip level in [m. reference level] :	-18.00
Number of layers in profile :	20



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11.000	Sand	17.00	19.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
2	5.350	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
3	5.140	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
4	4.940	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
5	-19.657	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
6	-21.115	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
7	-21.234	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standard
8	-21.434	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
9	-22.472	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standard
10	-22.592	Clay	14.00	14.00	0.40	0.80		12/15	Standard
11	-22.911	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standard
12	-23.150	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
13	-23.250	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
14	-23.350	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
15	-42.306	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
16	-42.425	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
17	-42.661	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
18	-42.780	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
19	-44.319	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
20	-44.437	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11.000	Sand	30.00	0.00	0.00	1.000	True

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
2	5.350	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
3	5.140	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
4	4.940	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
5	-19.657	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
6	-21.115	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
7	-21.234	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
8	-21.434	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
9	-22.472	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
10	-22.592	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
11	-22.911	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
12	-23.150	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
13	-23.250	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
14	-23.350	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
15	-42.306	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
16	-42.425	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
17	-42.661	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
18	-42.780	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
19	-44.319	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
20	-44.437	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True

2.5 Pile Types

Note : if alpha;t is not user defined, the next rules apply :
- alpha;t according to table 7.g and table 7.h of NEN 9997-1:2016
- for clay: alpha;t depends on the CPT-value and relative depth
- for peat: alpha;t = 0
- for sand/gravel: alpha;t also depends on the median

Number of pile types : 1

2.5.1 Pile type : LostTip 540/670

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel : Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay : According to standard
Materialtype for pile : Concrete
Pile shape : Round pile with lost tip

Pile dimensions :
- Diameter at tip [m] : 0.670
- Diameter shaft [m] : 0.540
- Effective heigth enlarged base [m] : 0.000

Note : this pile type is regarded as a low vibration pile. Reduction for pile installation after excavation according to NEN 9997-1:2016.

2.6 Foundation Plan

Number of piles : 5
Number of collaborating piles* : 5
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.6.1 View of Foundation Plan

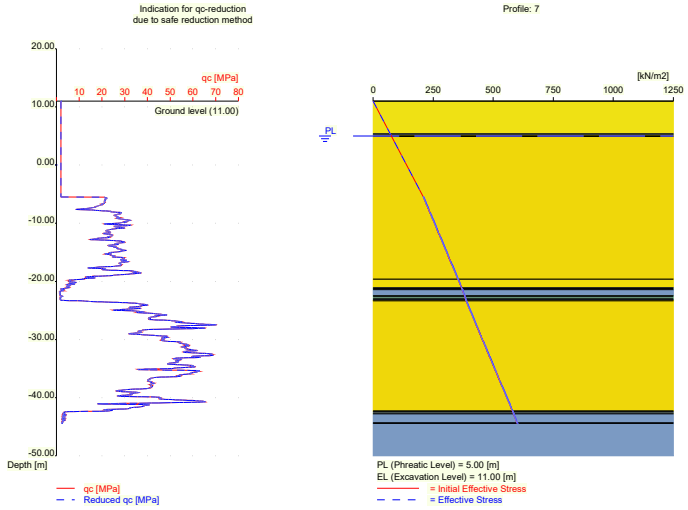


Pile nr./code	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1	58358.00	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
2: 3	58359.57	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
3: 4	58361.14	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
4: 5	58362.71	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
5: 6	58364.28	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative
Note 2: See OVERRULED PARAMETERS for gamma;var

2.7 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 11.00
Reduction model : Safe (NEN)



2.8 Overruled Parameters

User defined gamma;var [-]	1.50
User defined Factor xi3 [-] :	1.26
User defined Factor xi4 [-] :	1.26
User defined gamma;st [-]	1.35

2.9 Model Options

Suppress compaction
If compaction is used, according to NEN 9997-1:2016 CPT's should be made after installation to verify this assumption
Use the influence of excavations (standard).
Suppress excess pore pressure

2.10 Model Options

Selected pile types :
-LostTip 540/670

Selected profiles :
-7
Trajectory
-begin [m] : -6.00
-end [m] : -22.00
-interval [m] : 0.25

3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;st (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;var (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
At pile type LostTip 540/670 :
Due to the use of a low vibrating pile type, the reduction of CPT-value due to the excavation is done using NEN 9997-1:2016.

When reviewing the following results, warnings listed above should be considered.

3.2 Remarks

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to NEN 9997-1:2016.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

xi3 (user defined) :	1.26
xi4 (user defined) :	1.26
User defined gamma;var [-]	1.500
User defined gamma;st [-]	1.350
Factor gamma;gamma according to NEN 9997-1:2016 table A.2 [-]	
Above excavation level	1.0
Below excavation level	1.1

3.3.2 Pile type : LostTip 540/670

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel :	Screw pile, cast in place, lost tip
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Round pile with lost tip
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0.670
Diameter shaft [m] :	0.540
Effective heigth enlarged base [m] :	0.000

Note : this pile type is regarded as a low vibration pile. Reduction for pile installation after excavation according to NEN 9997-1:2016.

3.4 Results for all CPT's

3.4.1 Results for pile type : LostTip 540/670

3.4.1.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
1
6

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-6.00	249.23	249.23	249.23	Ksi4
-6.25	270.74	270.74	270.74	Ksi4
-6.50	292.07	292.07	292.07	Ksi4
-6.75	313.25	313.25	313.25	Ksi4
-7.00	334.26	334.26	334.26	Ksi4
-7.25	355.12	355.12	355.12	Ksi4
-7.50	373.83	373.83	373.83	Ksi4
-7.75	389.19	389.19	389.19	Ksi4
-8.00	409.67	409.67	409.67	Ksi4
-8.25	430.01	430.01	430.01	Ksi4
-8.50	450.21	450.21	450.21	Ksi4
-8.75	470.29	470.29	470.29	Ksi4
-9.00	490.23	490.23	490.23	Ksi4
-9.25	510.05	510.05	510.05	Ksi4
-9.50	529.76	529.76	529.76	Ksi4
-9.75	549.34	549.34	549.34	Ksi4
-10.00	568.82	568.82	568.82	Ksi4
-10.25	588.19	588.19	588.19	Ksi4
-10.50	607.45	607.45	607.45	Ksi4
-10.75	626.62	626.62	626.62	Ksi4
-11.00	645.69	645.69	645.69	Ksi4
-11.25	664.67	664.67	664.67	Ksi4
-11.50	683.56	683.56	683.56	Ksi4
-11.75	702.37	702.37	702.37	Ksi4
-12.00	721.10	721.10	721.10	Ksi4
-12.25	739.75	739.75	739.75	Ksi4
-12.50	758.34	758.34	758.34	Ksi4
-12.75	776.85	776.85	776.85	Ksi4
-13.00	794.73	794.73	794.73	Ksi4
-13.25	813.12	813.12	813.12	Ksi4
-13.50	831.46	831.46	831.46	Ksi4
-13.75	849.73	849.73	849.73	Ksi4
-14.00	867.96	867.96	867.96	Ksi4
-14.25	886.13	886.13	886.13	Ksi4
-14.50	904.26	904.26	904.26	Ksi4
-14.75	922.34	922.34	922.34	Ksi4
-15.00	940.38	940.38	940.38	Ksi4
-15.25	958.39	958.39	958.39	Ksi4
-15.50	976.35	976.35	976.35	Ksi4
-15.75	994.28	994.28	994.28	Ksi4
-16.00	1012.17	1012.17	1012.17	Ksi4
-16.25	1030.03	1030.03	1030.03	Ksi4
-16.50	1047.87	1047.87	1047.87	Ksi4
-16.75	1065.67	1065.67	1065.67	Ksi4
-17.00	1083.44	1083.44	1083.44	Ksi4
-17.25	1101.19	1101.19	1101.19	Ksi4
-17.50	1118.91	1118.91	1118.91	Ksi4
-17.75	1135.53	1135.53	1135.53	Ksi4
-18.00	1153.21	1153.21	1153.21	Ksi4
-18.25	1170.88	1170.88	1170.88	Ksi4
-18.50	1188.52	1188.52	1188.52	Ksi4
-18.75	1206.14	1206.14	1206.14	Ksi4
-19.00	1223.75	1223.75	1223.75	Ksi4
-19.25	1240.09	1240.09	1240.09	Ksi4
-19.50	1254.30	1254.30	1254.30	Ksi4
-19.75	1266.71	1266.71	1266.71	Ksi4
-20.00	1273.86	1273.86	1273.86	Ksi4
-20.25	1282.92	1282.92	1282.92	Ksi4
-20.50	1291.53	1291.53	1291.53	Ksi4
-20.75	1298.35	1298.35	1298.35	Ksi4
-21.00	1304.70	1304.70	1304.70	Ksi4
-21.25	1312.76	1312.76	1312.76	Ksi4
-21.50	1319.31	1319.31	1319.31	Ksi4
-21.75	1324.53	1324.53	1324.53	Ksi4

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-22.00	1328.30	1328.30	1328.30	Ksi4

3.4.1.2 Pile group 2

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
3
5

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-6.00	229.81	229.81	229.81	Ksi4
-6.25	249.70	249.70	249.70	Ksi4
-6.50	269.24	269.24	269.24	Ksi4
-6.75	288.46	288.46	288.46	Ksi4
-7.00	307.36	307.36	307.36	Ksi4
-7.25	325.95	325.95	325.95	Ksi4
-7.50	342.49	342.49	342.49	Ksi4
-7.75	355.99	355.99	355.99	Ksi4
-8.00	373.82	373.82	373.82	Ksi4
-8.25	391.38	391.38	391.38	Ksi4
-8.50	408.66	408.66	408.66	Ksi4
-8.75	425.68	425.68	425.68	Ksi4
-9.00	442.44	442.44	442.44	Ksi4
-9.25	458.96	458.96	458.96	Ksi4
-9.50	475.24	475.24	475.24	Ksi4
-9.75	491.29	491.29	491.29	Ksi4
-10.00	507.11	507.11	507.11	Ksi4
-10.25	522.72	522.72	522.72	Ksi4
-10.50	538.13	538.13	538.13	Ksi4
-10.75	553.34	553.34	553.34	Ksi4
-11.00	568.35	568.35	568.35	Ksi4
-11.25	583.18	583.18	583.18	Ksi4
-11.50	597.84	597.84	597.84	Ksi4
-11.75	612.33	612.33	612.33	Ksi4
-12.00	626.67	626.67	626.67	Ksi4
-12.25	640.85	640.85	640.85	Ksi4
-12.50	654.88	654.88	654.88	Ksi4
-12.75	668.78	668.78	668.78	Ksi4
-13.00	682.14	682.14	682.14	Ksi4
-13.25	695.80	695.80	695.80	Ksi4
-13.50	709.34	709.34	709.34	Ksi4
-13.75	722.76	722.76	722.76	Ksi4
-14.00	736.09	736.09	736.09	Ksi4
-14.25	749.31	749.31	749.31	Ksi4
-14.50	762.44	762.44	762.44	Ksi4
-14.75	775.48	775.48	775.48	Ksi4
-15.00	788.43	788.43	788.43	Ksi4
-15.25	801.31	801.31	801.31	Ksi4
-15.50	814.11	814.11	814.11	Ksi4
-15.75	826.84	826.84	826.84	Ksi4
-16.00	839.50	839.50	839.50	Ksi4
-16.25	852.10	852.10	852.10	Ksi4
-16.50	864.64	864.64	864.64	Ksi4
-16.75	877.12	877.12	877.12	Ksi4
-17.00	889.54	889.54	889.54	Ksi4
-17.25	901.91	901.91	901.91	Ksi4
-17.50	914.24	914.24	914.24	Ksi4
-17.75	925.78	925.78	925.78	Ksi4
-18.00	938.02	938.02	938.02	Ksi4
-18.25	950.22	950.22	950.22	Ksi4
-18.50	962.38	962.38	962.38	Ksi4
-18.75	974.50	974.50	974.50	Ksi4
-19.00	986.58	986.58	986.58	Ksi4
-19.25	997.80	997.80	997.80	Ksi4

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-19.50	1007.58	1007.58	1007.58	Ksi4
-19.75	1016.15	1016.15	1016.15	Ksi4
-20.00	1021.21	1021.21	1021.21	Ksi4
-20.25	1027.58	1027.58	1027.58	Ksi4
-20.50	1033.67	1033.67	1033.67	Ksi4
-20.75	1038.56	1038.56	1038.56	Ksi4
-21.00	1043.15	1043.15	1043.15	Ksi4
-21.25	1050.49	1050.49	1050.49	Ksi4
-21.50	1057.04	1057.04	1057.04	Ksi4
-21.75	1062.25	1062.25	1062.25	Ksi4
-22.00	1066.03	1066.03	1066.03	Ksi4

3.4.1.3 Pile group 3

Number of piles belonging to this pile group : 1
Names of piles belonging to this pile group
4

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-6.00	229.81	229.81	229.81	Ksi4
-6.25	249.70	249.70	249.70	Ksi4
-6.50	269.24	269.24	269.24	Ksi4
-6.75	288.46	288.46	288.46	Ksi4
-7.00	307.36	307.36	307.36	Ksi4
-7.25	325.95	325.95	325.95	Ksi4
-7.50	342.49	342.49	342.49	Ksi4
-7.75	355.99	355.99	355.99	Ksi4
-8.00	373.82	373.82	373.82	Ksi4
-8.25	391.38	391.38	391.38	Ksi4
-8.50	408.66	408.66	408.66	Ksi4
-8.75	425.68	425.68	425.68	Ksi4
-9.00	442.44	442.44	442.44	Ksi4
-9.25	458.96	458.96	458.96	Ksi4
-9.50	475.24	475.24	475.24	Ksi4
-9.75	491.29	491.29	491.29	Ksi4
-10.00	507.11	507.11	507.11	Ksi4
-10.25	522.72	522.72	522.72	Ksi4
-10.50	538.13	538.13	538.13	Ksi4
-10.75	553.34	553.34	553.34	Ksi4
-11.00	568.35	568.35	568.35	Ksi4
-11.25	583.18	583.18	583.18	Ksi4
-11.50	597.84	597.84	597.84	Ksi4
-11.75	612.33	612.33	612.33	Ksi4
-12.00	626.67	626.67	626.67	Ksi4
-12.25	640.85	640.85	640.85	Ksi4
-12.50	654.88	654.88	654.88	Ksi4
-12.75	668.78	668.78	668.78	Ksi4
-13.00	682.14	682.14	682.14	Ksi4
-13.25	695.80	695.80	695.80	Ksi4
-13.50	709.34	709.34	709.34	Ksi4
-13.75	722.76	722.76	722.76	Ksi4
-14.00	736.09	736.09	736.09	Ksi4
-14.25	749.31	749.31	749.31	Ksi4
-14.50	762.44	762.44	762.44	Ksi4
-14.75	775.48	775.48	775.48	Ksi4
-15.00	788.43	788.43	788.43	Ksi4
-15.25	801.31	801.31	801.31	Ksi4
-15.50	814.11	814.11	814.11	Ksi4
-15.75	826.84	826.84	826.84	Ksi4
-16.00	839.50	839.50	839.50	Ksi4
-16.25	852.10	852.10	852.10	Ksi4
-16.50	864.64	864.64	864.64	Ksi4
-16.75	877.12	877.12	877.12	Ksi4
-17.00	889.54	889.54	889.54	Ksi4

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-17.25	901.91	901.91	901.91	Ksi4
-17.50	914.24	914.24	914.24	Ksi4
-17.75	925.78	925.78	925.78	Ksi4
-18.00	938.02	938.02	938.02	Ksi4
-18.25	950.22	950.22	950.22	Ksi4
-18.50	962.38	962.38	962.38	Ksi4
-18.75	974.50	974.50	974.50	Ksi4
-19.00	986.58	986.58	986.58	Ksi4
-19.25	997.80	997.80	997.80	Ksi4
-19.50	1007.58	1007.58	1007.58	Ksi4
-19.75	1016.15	1016.15	1016.15	Ksi4
-20.00	1021.21	1021.21	1021.21	Ksi4
-20.25	1027.58	1027.58	1027.58	Ksi4
-20.50	1033.67	1033.67	1033.67	Ksi4
-20.75	1038.56	1038.56	1038.56	Ksi4
-21.00	1043.15	1043.15	1043.15	Ksi4
-21.25	1050.49	1050.49	1050.49	Ksi4
-21.50	1057.04	1057.04	1057.04	Ksi4
-21.75	1062.25	1062.25	1062.25	Ksi4
-22.00	1066.03	1066.03	1066.03	Ksi4

End of Report

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/10/2020
Time of report:	3:50:15 PM
Date of calculation:	4/9/2020
Time of calculation:	3:17:22 PM
Filename:	C:\..\WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_20m_2MPa_C35_45_20200408
Project identification:	WPMV2 Preliminary Design HZ Foundation D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_20m_2MPa_C35_45_20200408

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 General CPT Data 3
2.3.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.4 Soil Data 4
2.4.1 Soil Profile 10 4
2.5 Pile Types 5
2.6 Foundation Plan 5
2.6.1 View of Foundation Plan 6
2.7 Excavation Data 6
2.8 Overruled Parameters 7
2.9 Model Options 7
2.10 Model Options 7
3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity 8
3.1 Errors and Warnings 8
3.2 Remarks 8
3.3 Calculation Parameters 8
3.3.1 Pile Factors 8
3.3.2 Pile type : LostTip 540/670 8

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Tension Piles (EC7-NL)

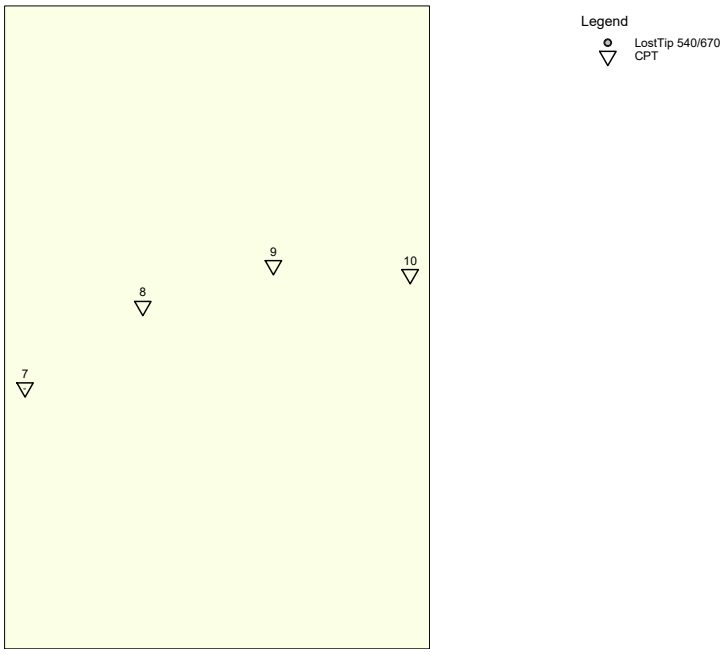
2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	WPMV2
Title 2 :	Preliminary Design HZ Foundation
Title 3 :	D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Tension_above_elbow_20m_2MPa_C35_45_20
Number of project :	
Location of project :	

2.3 General CPT Data

Number of CPT's :	1
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.3.1 View of CPT's in Foundation Plan



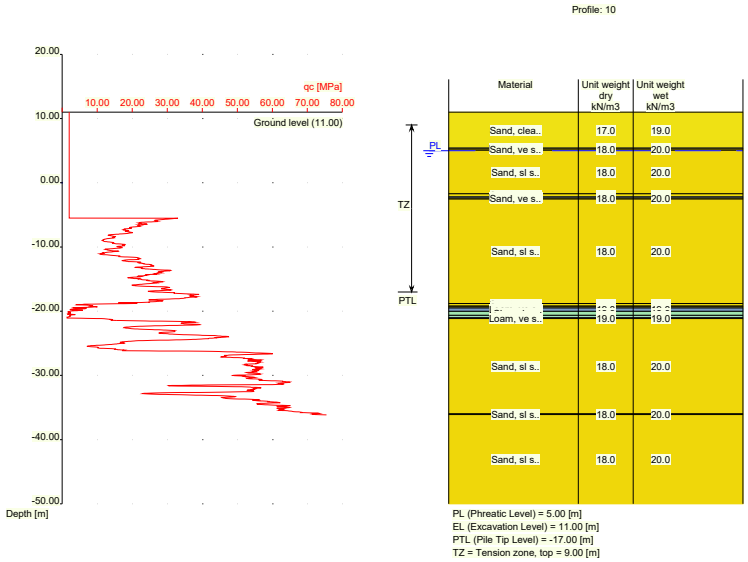
Number/name CPT	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: 10	60489.52	445152.67

2.4 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

2.4.1 Soil Profile 10

Belonging to CPT	10
Surface level in [m. reference level] :	11.00
Phreatic level in [m. reference level] :	5.00
Top of tension zone [m. reference level]:	9.00
Pile tip level in [m. reference level] :	-17.00
Number of layers in profile :	18



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11.000	Sand	17.00	19.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
2	5.380	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
3	5.270	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
4	5.070	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
5	-1.707	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
6	-2.207	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
7	-2.407	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
8	-2.527	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
9	-18.798	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
10	-19.198	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
11	-19.298	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
12	-19.517	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
13	-20.017	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
14	-20.636	Clay	14.00	14.00	0.40	0.80		12/15	Standard
15	-21.036	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standard
16	-21.136	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
17	-35.983	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard
18	-36.102	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11.000	Sand	30.00	0.00	0.00	1.000	True
2	5.380	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
3	5.270	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
4	5.070	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
5	-1.707	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
6	-2.207	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
7	-2.407	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
8	-2.527	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
9	-18.798	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
10	-19.198	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
11	-19.298	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
12	-19.517	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
13	-20.017	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
14	-20.636	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
15	-21.036	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
16	-21.136	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
17	-35.983	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
18	-36.102	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True

2.5 Pile Types

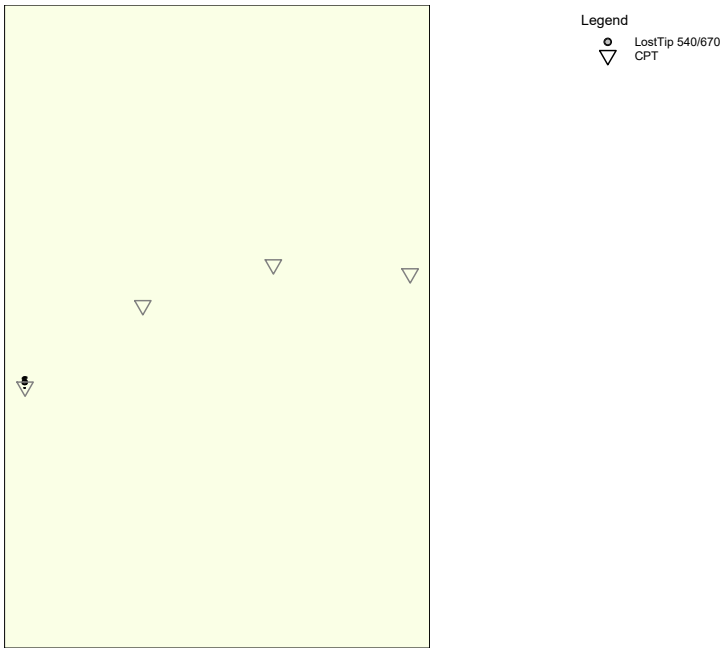
Note : if alpha;t is not user defined, the next rules apply :
- alpha;t according to table 7.g and table 7.h of NEN 9997-1:2016
- for clay: alpha;t depends on the CPT-value and relative depth
- for peat: alpha;t = 0
- for sand/gravel: alpha;t also depends on the median

Number of pile types : 1

2.6 Foundation Plan

Number of piles : 5
Number of collaborating piles* : 5
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.6.1 View of Foundation Plan

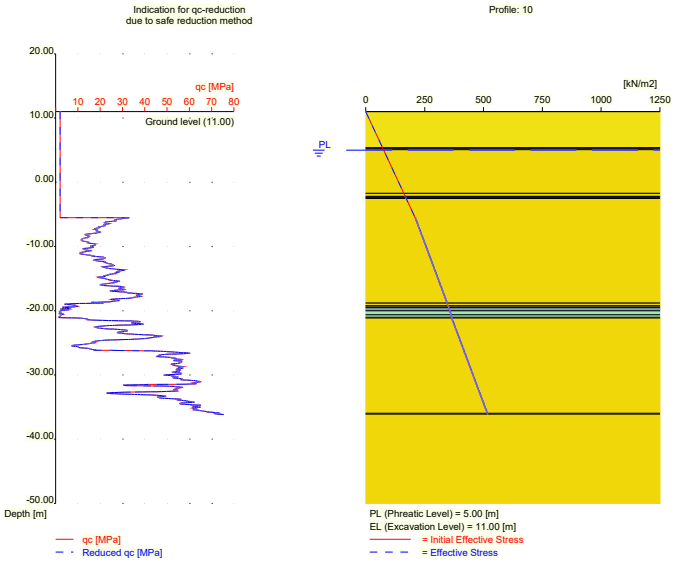


Pile nr./code	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1	58358.00	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
2: 3	58359.66	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
3: 4	58361.32	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
4: 5	58362.98	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.
5: 6	58364.64	444522.00	0.00	0.00	9.00	False	n.a.

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative
Note 2: See OVERRULED PARAMETERS for gamma;var

2.7 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 11.00
Reduction model : Safe (NEN)



2.8 Overruled Parameters

User defined gamma;var [-]	1.50
User defined Factor xi3 [-] :	1.26
User defined Factor xi4 [-] :	1.26
User defined gamma;st [-]	1.35

2.9 Model Options

Suppress compaction
If compaction is used, according to NEN 9997-1:2016 CPT's should be made after installation to verify this assumption
Use the influence of excavations (standard).
Suppress excess pore pressure

2.10 Model Options

Selected pile types :
-LostTip 540/670

Selected profiles :
-10
Trajectory
-begin [m] : -6.00
-end [m] : -22.00
-interval [m] : 0.25

3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;st (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;var (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
At pile type LostTip 540/670 :
Due to the use of a low vibrating pile type, the reduction of CPT-value due to the excavation is done using NEN 9997-1:2016.

When reviewing the following results, warnings listed above should be considered.

3.2 Remarks

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to NEN 9997-1:2016.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

xi3 (user defined) :	1.26
xi4 (user defined) :	1.26
User defined gamma;var [-]	1.500
User defined gamma;st [-]	1.350
Factor gamma;gamma according to NEN 9997-1:2016 table A.2 [-]	
Above excavation level	1.0
Below excavation level	1.1

3.3.2 Pile type : LostTip 540/670

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel :	Screw pile, cast in place, lost tip
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Round pile with lost tip
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0.670
Diameter shaft [m] :	0.540
Effective heigth enlarged base [m] :	0.000

Note : this pile type is regarded as a low vibration pile. Reduction for pile installation after excavation according to NEN 9997-1:2016.

End of Report

Bijlage 3

Berekening drukdraagvermogen – HZ-01 t/m HZ-10

D-Foundations uitvoerfiles

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/10/2020
Time of report:	3:59:34 PM
Date of calculation:	4/10/2020
Time of calculation:	3:58:48 PM
Filename:	C:\..\WPMV2_Prelim_HZ_Pressure_above_elbow_17m_20m_2MPa_C35_45_20200410
Project identification:	WPMV2 Preliminary Design HZ Foundation D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Pressure_above_elbow_17m_20m_2MPa_C35_45_20200410

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 4
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile 7 4
2.6.2 Soil Profile 8 5
2.7 Pile Types 7
2.7.1 Pile type : LostTip 540/670 7
2.8 Foundation Plan 7
2.8.1 View of Foundation Plan 8
2.9 Excavation Data 8
2.10 Totalized Loads (design values) 9
2.11 Requirements 9
2.12 Overruled Parameters 9
2.13 Model Options 9
2.14 Model Options 10
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification 11
3.1 Errors and Warnings 11
3.2 Remarks 11
3.3 Calculation Parameters 11
3.3.1 Pile Factors 11
3.3.2 Pile type : LostTip 540/670 11
3.4 Verification of Limit State STR 12
3.5 Verification of Limit State GEO 12
3.6 Verification of Serviceability limit state 12
3.7 Additional Information 13
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 13
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 13

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	WPMV2
Title 2 :	Preliminary Design HZ Foundation
Title 3 :	D-Foundations WPMV2_Prelim_HZ_Pressure_above_elbow_17m_20m_2MPa_C35
Number of project :	
Location of project :	

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

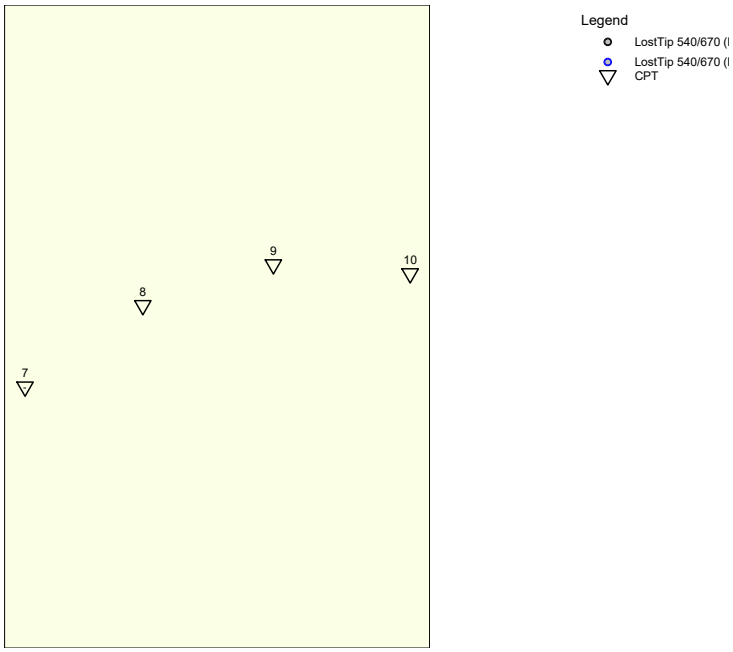
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	4
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



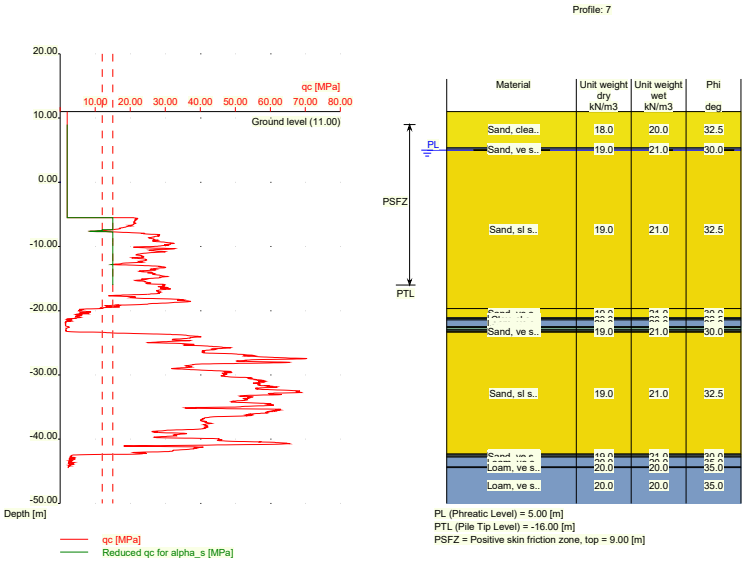
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: 7	-16.00	9.00	11.00	58363.39	444527.55
2: 8	-16.00	9.00	11.00	59014.07	444977.31
3: 9	-16.00	9.00	11.00	59734.86	445202.59
4: 10	-16.00	9.00	11.00	60489.52	445152.67

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 4

2.6.1 Soil Profile 7

Belonging to CPT	7
Surface level in [m. reference level] :	11.00
Phreatic level in [m. reference level] :	5.00
Pile tip level in [m. reference level] :	-16.00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	9.00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	11.00
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.11
Number of layers in profile :	20

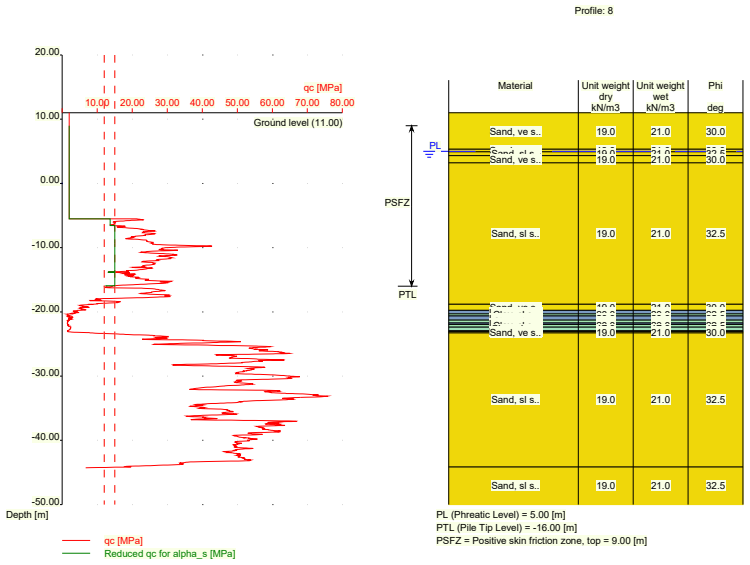


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11.000	18.00	20.00	32.50	Sand	0.200
2	5.350	20.00	20.00	35.00	Loam	--
3	5.140	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
4	4.940	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
5	-19.657	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
6	-21.115	20.00	20.00	35.00	Loam	--
7	-21.234	20.00	20.00	22.50	Clay	--
8	-21.434	20.00	20.00	35.00	Loam	--
9	-22.472	20.00	20.00	22.50	Clay	--
10	-22.592	17.00	17.00	17.50	Clay	--
11	-22.911	20.00	20.00	22.50	Clay	--
12	-23.150	20.00	20.00	35.00	Loam	--
13	-23.250	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
14	-23.350	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
15	-42.306	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
16	-42.425	20.00	20.00	35.00	Loam	--
17	-42.661	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
18	-42.780	20.00	20.00	35.00	Loam	--
19	-44.319	20.00	20.00	35.00	Loam	--
20	-44.437	20.00	20.00	35.00	Loam	--

2.6.2 Soil Profile 8

Belonging to CPT	8
Surface level in [m. reference level] :	11.00
Phreatic level in [m. reference level] :	5.00
Pile tip level in [m. reference level] :	-16.00

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	9.00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	11.00
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.11
Number of layers in profile :	18



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11.000	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
2	5.330	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
3	4.920	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
4	4.320	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
5	3.220	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
6	-18.799	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
7	-19.775	20.00	20.00	35.00	Loam	--
8	-20.313	20.00	20.00	22.50	Clay	--
9	-20.632	20.00	20.00	35.00	Loam	--
10	-21.289	20.00	20.00	22.50	Clay	--
11	-21.727	20.00	20.00	35.00	Loam	--
12	-21.946	20.00	20.00	22.50	Clay	--
13	-22.384	17.00	17.00	17.50	Clay	--
14	-22.941	20.00	20.00	22.50	Clay	--
15	-23.041	20.00	20.00	35.00	Loam	--
16	-23.160	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
17	-23.260	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
18	-44.150	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : LostTip 540/670

Pile type :	User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.
Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (delta) will be taken as 0.75 * phi.

Pile type for determination of execution factor alpha_s in sand/gravel:
Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for determination of exectution factor alpha_s in clay/loam/peat:
alpha_s clay/loam/peat according to table 7.f, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Note : alpha_s depends on the soiltype and relative depth.

Pile type for determination of pile class factor alpha_p :
Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for use in load/settlement curve :	1
Materialtype for pile :	User defined material type
	Evidence for chosen Youngs modulus should be prov
Youngs modulus pile in [kN/m2] :	3.40000000000E+07
Slip layer :	None
Pile shape :	Round pile with lost tip
beta (user defined : Pile tip, shape factor) :	1.00
s (user defined : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1.00

Pile dimensions :

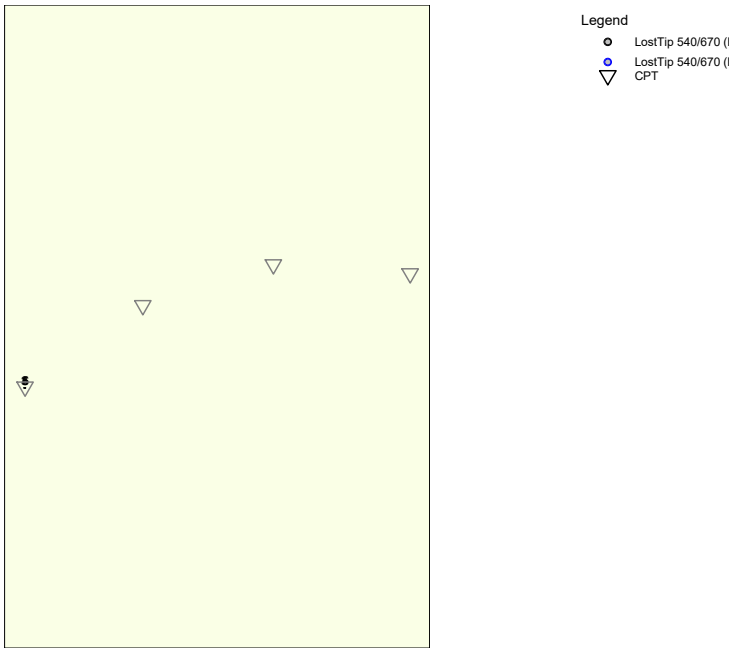
Diameter at tip [m] :	0.670
Diameter shaft [m] :	0.540
Effective heigth enlarged base [m] :	0.000

2.8 Foundation Plan

Number of piles :	5
Number of collaborating piles* :	5

* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

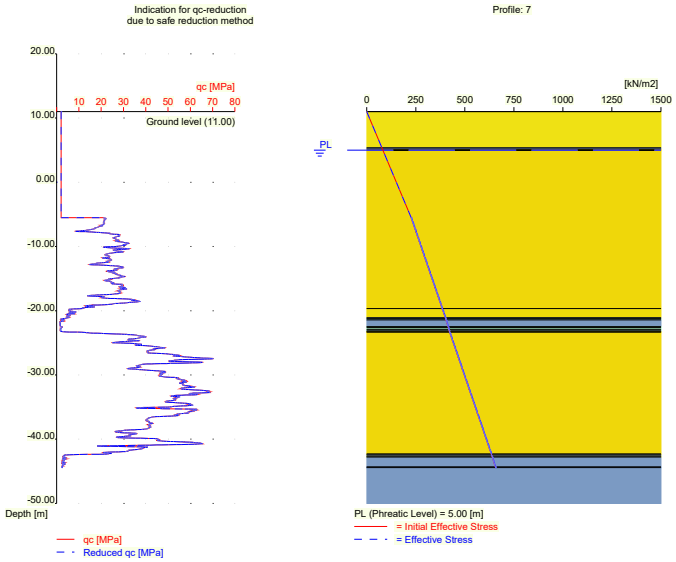
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	58358.00	444522.00	1815.00	1815.00	0.00	9.00
2: 3	58359.57	444522.00	1815.00	1815.00	0.00	9.00
3: 4	58363.14	444522.00	1815.00	1815.00	0.00	9.00
4: 5	58364.71	444522.00	1815.00	1815.00	0.00	9.00
5: 6	58366.28	444522.00	1815.00	1815.00	0.00	9.00

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 11.00
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles	
For limit state STR/GEO in [kN] :	9075.00
For Serviceability limit state in [kN] :	9075.00

2.11 Requirements

Limit state GEO	
Maximum allowed settlement in [m] :	0.150
Serviceability Limit State	
Maximum allowed settlement in [m] :	0.150

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1.26
User defined Factor xi4 [-] :	1.26
User defined gamma;b [-] :	1.20
User defined gamma;s [-] :	1.20

2.13 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
-LostTip 540/670

Selected profiles :
-7
-8
-9
-10

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;b (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;s (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Pile Type LostTip 540/670: Warning : The factor Beta (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Pile Type LostTip 540/670: Warning : The factor s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
The CPT's do not meet the requirements set by NEN 9997-1:2016
art. 3.2.3 because :
- the maximum allowed center to center distance for CPT's is exceeded.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 20 m.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are not met. The variation (15.24%) is too large (> 12%).
In fact, the CPT's should not be combined in one calculation as they differ too much to be able to obtain valid values for ksi 3 and ksi 4.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (Limit State STR/GEO, user defined) :	1.20
gamma;s (Limit State STR/GEO, user defined) :	1.20
xi3 (user defined) :	1.26
xi4 (user defined) :	1.26

Xi 4 has been used.

3.3.2 Pile type : LostTip 540/670

Pile type : User defined (low vibrating)
Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.
Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (delta) will be taken as 0.75 * phi.

Pile type for determination of execution factor alpha_s in sand/gravel:
Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for determination of exectution factor alpha_s in clay/loam/peat:
alpha_s clay/loam/peat according to table 7.f, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Note : alpha_s depends on the soiltype and relative depth.

Pile type for determination of pile class factor alpha_p :
Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for use in load/settlement curve :	1
Materialtype for pile :	User defined material type
	Evidence for chosen Youngs modulus should be prov
Youngs modulus pile in [kN/m2] :	3.40000000000E+07
Slip layer :	None
Pile shape :	Round pile with lost tip
beta (user defined : Pile tip, shape factor) :	1.00
s (user defined : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1.00
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0.670
Diameter shaft [m] :	0.540
Effective heigth enlarged base [m] :	0.000

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
7	0.0090	--	0.6300
8	0.0090	--	0.6300
9	0.0090	--	0.6300
10	0.0090	--	0.6300

3.4 Verification of Limit State STR

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: Ed <= Cd.
Rigid superstructure, verify total load on all piles with total bearing capacity

Fc;d = 9075.000 [kN]
Rc;d = 17573.891 [kN]

The requirements of limit state STR are met, limit state STR is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State STR. Its influence is incorporated in the tests for Limit State GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.
For this project, negative skin friction does not occur at all.

3.5 Verification of Limit State GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.

Sd = 0.028 [m]
Sreq = 0.150 [m]

The settlement requirements of limit state GEO are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN 9997-1:2016 art. 6.6.2 part c)!

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0.027 [m]
Sreq = 0.150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN 9997-1:2016 art. 6.6.2 part c)!

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state STR, GEO :sigma = 7.92 [N/mm2]
At Serviceability Limit Statesigma = 7.92 [N/mm2]

The maximum settlement was found at :
Limit state GEO
CPT name 8
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0.000 [m]
sb = 0.003 [m]
sel;d = 0.004 [m]
s2 = 0.028 [m]

Serviceability Limit State
CPT name 8
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0.000 [m]
sb = 0.002 [m]
sel;d = 0.004 [m]
s2 = 0.028 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 < egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
7	1877.225	2502.474	4379.699
8	1864.811	1649.967	3514.778
9	1834.766	1818.331	3653.097
10	1805.532	3035.929	4841.461

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
7	2252.670	3002.969	5255.639
8	2237.773	1979.961	4217.734
9	2201.719	2181.997	4383.716
10	2166.639	3643.114	5809.753

End of Report

Bijlage 4

Analyse horizontale veerstijfheid fundering

D-Single pile uitvoerfiles

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/17/2020
Time of report:	2:13:47 PM
Report with version:	18.2.1.20477
Date of calculation:	4/17/2020
Time of calculation:	2:00:26 PM
Calculated with version:	18.2.1.20477
File name:	C:\..\WPMV2_hor_stijfheid_sondering_1_en_8_20200417

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview of Maxima 3
3 Input Data 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Pile Properties 4
3.2.1 General properties 4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 4
3.2.3 Maximum allowable moments 4

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
4.5	53.90	-37.49	0.0	0.1

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model	Single pile; Pile loaded by forces
Unit weight of water	9.81 kN/m³

3.2 Pile Properties

Length	25.00 m
Level top side	9.00 m
Number of sections	1

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
paal_fundex_54...	-16.00	9.00	Concrete	0.56

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
paal_fundex_54...	4.1739E+04	1.00	4.1739E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
paal_fundex_54...	0.00	1.00	1.10	1.00	0.00

End of Report

Bijlage 5

Zettingsanalyse

D-Settlement uitvoerfiles

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/10/2020
Time of report:	4:34:37 PM
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	4/10/2020
Time of calculation:	4:33:52 PM
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	C:\..\WPMV2_HZ_zetting_locatie_8_9(dun)_fit_20200408

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Fit Factors 4
2.7 Non-Uniform Loads 4
2.8 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = -182.05 m; Z = 4.66 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-1000.0...	1000.000			
2 - Y -	-17.800	-17.800			
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	-23.000	-23.000			
0 - X -	-1000.0...	1000.000			
0 - Y -	-50.000	-50.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	0.000	0.000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	13250.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
2	Elbow	1	1
1	Dense Sand	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
2	No	17.00	17.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
2	Vert. cons.	2.00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
2	-	1.90	-
1	-	1.20	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
2	0.0620000	0.2220000	0.0100000	-	-	-
1	0.0010000	0.0050000	0.0001000	-	-	-

2.6 Fit Factors

The fit factors of x-coordinate -182.05 were used

List of materials where Fit Factors apply
Dense Sand
Elbow

Compression parameter	Fit Factor
Reloading / Compression ratio (RR)/(CR)	0.999
Compression ratio (CR)	0.923
Ratio Compression (Ca)/(CR)	0.997
Preconsolidation stress (POP or OCR)	1.025
Vertical permeability (kv)	0.992

2.7 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	17.00	19.00
2	365	17.00	19.00
3	730	17.00	19.00
4	1095	17.00	19.00
5	1096	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-310.00	-290.00	415.00	435.00		
1 - Y -	-17.80	-10.16	-10.16	-17.80		
2 - X -	-290.00	-270.00	395.00	415.00		
2 - Y -	-10.16	-4.00	-4.00	-10.16		
3 - X -	-270.00	-250.00	375.00	395.00		
3 - Y -	-4.00	2.00	2.00	-4.00		
4 - X -	-250.00	-244.00	367.00	375.00		
4 - Y -	2.00	3.70	3.70	2.00		
5 - X -	-244.00	-220.00	-216.00	-204.60	-198.60	-172.20
5 - Y -	3.70	11.70	11.70	15.50	15.50	6.70
5 - X -	355.00	367.00				

Load number	Co-ordinates [m]					
5 - Y -	6.70	3.70				

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	-182.0...				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -182.05 m; Z = 4.66 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-17.800	324.292	0.000	324.291	1.513
-17.900	324.965	0.004	324.289	1.453
-18.000	325.639	0.009	324.286	1.402
-18.100	326.314	0.013	324.283	1.357
-18.200	326.990	0.017	324.280	1.314
-18.300	327.667	0.021	324.276	1.273
-18.400	328.346	0.024	324.272	1.235
-18.500	329.026	0.028	324.268	1.197
-18.600	329.707	0.031	324.263	1.161
-18.700	330.390	0.035	324.258	1.127
-18.800	331.074	0.038	324.253	1.093
-19.600	336.597	0.055	324.196	0.848
-20.400	342.212	0.061	324.116	0.635
-21.200	347.921	0.055	324.013	0.443
-22.200	355.185	0.031	323.855	0.224
-23.000	361.092	0.000	323.704	0.061
-23.000	361.092	0.000	323.704	0.061
-23.500	366.582	0.000	323.599	0.059
-24.500	377.538	0.000	323.365	0.055
-25.500	388.465	0.000	323.102	0.051
-26.500	399.362	0.000	322.809	0.048
-27.500	410.232	0.000	322.489	0.045
-28.500	421.076	0.000	322.143	0.042
-29.500	431.895	0.000	321.772	0.039
-30.500	442.690	0.000	321.377	0.036
-31.500	453.463	0.000	320.960	0.033
-32.500	464.216	0.000	320.523	0.031
-33.500	474.948	0.000	320.065	0.029
-34.500	485.662	0.000	319.589	0.026
-35.500	496.359	0.000	319.096	0.024
-36.500	507.039	0.000	318.586	0.022
-37.500	517.703	0.000	318.060	0.020
-38.600	529.418	0.000	317.466	0.018
-40.600	550.677	0.000	316.345	0.014
-42.600	571.888	0.000	315.176	0.011
-44.600	593.059	0.000	313.967	0.008
-46.600	614.195	0.000	312.723	0.005
-48.600	635.301	0.000	311.449	0.002
-50.000	650.059	0.000	310.541	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-182.05	4.66	-17.80	1.513

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0.000	0.000	1.513
	5945	1.484	98.096	0.029
	10000	1.504	99.429	0.009

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/17/2020
Time of report:	1:47:01 PM
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	4/17/2020
Time of calculation:	1:12:58 PM
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	C:\..\WPMV2_HZ_zetting_locatie_2(dik)_zandophoging_20200417

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -200.00 m; Z = 4.66 m) 5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -181.29 m; Z = 4.66 m) 6
3.3 Results for Vertical 3 (X = -150.00 m; Z = 4.66 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8
5 Warnings and errors 9

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-1000.0...	-310.000	-220.000	-216.000	-204.600
3 - Y -	-16.000	-16.000	12.600	12.600	16.400
3 - X -	-198.600	-172.200	355.000	435.000	1000.000
3 - Y -	16.400	7.600	7.600	-16.000	-16.000
2 - X -	-1000.0...	-310.000	435.000	1000.000	
2 - Y -	-16.000	-16.000	-16.000	-16.000	
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	-27.000	-27.000			
0 - X -	-1000.0...	1000.000			
0 - Y -	-50.000	-50.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	0.000	0.000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	13250.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
3	Vast zand	1	1
2	Elbow	1	1
1	Vast zand	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	Yes	19.00	21.00

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
2	No	17.00	17.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	2.00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
3	-	1.20	-
2	-	1.90	-
1	-	1.20	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
3	0.0010000	0.0050000	0.0001000	-	-	-
2	0.0620000	0.2220000	0.0100000	-	-	-
1	0.0010000	0.0050000	0.0001000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1096	17.00	19.00
2	5945	20.00	20.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-244.11	-220.00	-216.00	-204.60	-198.60	-172.20
1 - Y -	4.94	12.60	12.60	16.40	16.40	7.60
1 - X -	355.00	366.85				
1 - Y -	7.60	4.10				
2 - X -	-204.60	-203.10	-174.27	-171.85		
2 - Y -	16.40	16.90	17.00	7.60		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 3	-200.0...	-181.2...	-150.0...		

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -200.00 m; Z = 4.66 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
16.400	10.243	16.400	10.242	0.057
16.300	12.140	16.300	10.240	0.056
16.200	14.034	16.200	10.234	0.056
16.100	15.928	16.100	10.228	0.056
16.000	17.819	16.000	10.219	0.055
15.900	19.708	15.900	10.208	0.055
15.800	21.594	15.800	10.194	0.055
15.700	23.478	15.700	10.178	0.055
15.600	25.362	15.600	10.162	0.055
15.500	27.246	15.500	10.146	0.055
15.400	29.131	15.400	10.131	0.055
14.600	44.325	14.600	10.125	0.054
13.700	61.594	13.700	10.294	0.054
12.700	80.907	12.700	10.607	0.053
11.700	100.316	11.700	11.016	0.053
10.700	119.814	10.700	11.514	0.052
9.700	139.390	9.700	12.090	0.052
8.700	159.035	8.700	12.735	0.052
7.700	178.739	7.700	13.439	0.052
6.700	198.491	6.700	14.191	0.051
5.700	218.284	5.700	14.984	0.051
4.700	238.108	4.700	15.808	0.051
3.700	257.957	3.700	16.657	0.051
2.700	277.824	2.700	17.524	0.051
1.700	297.701	1.700	18.401	0.050
0.700	317.580	0.700	19.280	0.050
0.200	327.518	0.200	19.718	0.050
0.000	331.102	0.000	19.502	0.050
-0.300	334.721	0.000	19.764	0.050
-2.000	355.201	0.000	21.221	0.050
-4.000	379.204	0.000	22.844	0.049
-6.000	403.065	0.000	24.325	0.049
-8.000	426.749	0.000	25.629	0.048
-10.000	450.236	0.000	26.736	0.048
-12.000	473.518	0.000	27.638	0.047
-14.000	496.600	0.000	28.340	0.047
-16.000	519.493	0.000	28.853	0.047
-16.000	519.521	-0.003	28.853	0.047
-17.900	532.663	0.089	29.238	0.039
-19.900	546.731	0.147	29.490	0.031
-21.500	558.184	0.163	29.593	0.025
-24.200	577.961	0.126	29.599	0.014
-27.000	599.155	0.000	29.425	0.004
-27.000	599.155	0.000	29.425	0.004
-30.900	642.220	0.000	28.849	0.003
-35.900	697.189	0.000	27.868	0.002
-38.500	725.709	0.000	27.294	0.002
-42.400	768.449	0.000	26.393	0.001
-47.400	823.221	0.000	25.215	0.000
-50.000	851.707	0.000	24.607	0.000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -181.29 m; Z = 4.66 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
10.630	133.235	10.630	133.234	0.124
10.530	141.023	10.530	139.123	0.123
10.430	146.213	10.430	142.413	0.122
10.330	148.455	10.330	142.755	0.121
10.230	149.591	10.230	141.991	0.121
10.130	150.344	10.130	140.844	0.120
10.030	150.952	10.030	139.552	0.119
9.930	151.468	9.930	138.168	0.119
9.830	151.934	9.830	136.734	0.118
9.730	152.414	9.730	135.314	0.118
9.630	152.975	9.630	133.975	0.117
9.000	159.769	9.000	128.805	0.115
8.000	175.569	8.000	125.606	0.112
7.000	192.224	7.000	123.261	0.109
6.000	209.176	6.000	121.212	0.107
5.000	226.218	5.000	119.254	0.105
4.000	243.154	4.000	117.190	0.104
3.000	259.842	3.000	114.879	0.102
2.000	276.227	2.000	112.263	0.101
1.000	292.322	1.000	109.359	0.100
0.000	307.419	0.000	105.455	0.099
-0.885	314.430	0.000	102.561	0.098
-1.885	322.276	0.000	99.217	0.097
-2.685	328.538	0.000	96.527	0.096
-4.600	343.643	0.000	90.205	0.095
-5.600	351.660	0.000	87.032	0.094
-6.600	359.793	0.000	83.975	0.093
-7.600	368.054	0.000	81.046	0.093
-8.600	376.449	0.000	78.251	0.092
-10.600	393.641	0.000	73.063	0.091
-12.600	411.348	0.000	68.390	0.090
-14.600	429.527	0.000	64.189	0.089
-16.000	442.506	0.000	61.503	0.089
-16.000	442.557	-0.005	61.503	0.089
-17.900	451.584	0.140	58.292	0.071
-19.900	462.054	0.226	55.231	0.054
-21.500	471.115	0.247	52.993	0.042
-23.400	482.628	0.217	50.552	0.028
-25.400	495.598	0.123	48.211	0.015
-27.000	506.583	0.000	46.489	0.005
-27.000	506.583	0.000	46.489	0.005
-30.900	546.331	0.000	42.597	0.004
-35.900	598.121	0.000	38.437	0.003
-38.500	625.348	0.000	36.570	0.002
-42.400	666.497	0.000	34.078	0.001
-47.400	719.699	0.000	31.330	0.000
-50.000	747.529	0.000	30.066	0.000

3.3 Results for Vertical 3 (X = -150.00 m; Z = 4.66 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
7.600	0.010	7.600	0.009	0.037
7.500	1.910	7.500	0.010	0.037
7.400	3.811	7.400	0.011	0.037
7.300	5.712	7.300	0.012	0.037
7.200	7.613	7.200	0.013	0.037
7.100	9.514	7.100	0.014	0.037
7.000	11.415	7.000	0.015	0.037
6.900	13.316	6.900	0.016	0.037
6.800	15.217	6.800	0.017	0.037
6.700	17.118	6.700	0.018	0.037
6.600	19.020	6.600	0.020	0.037
6.000	30.430	6.000	0.030	0.037
5.400	41.845	5.400	0.045	0.037
4.400	60.884	4.400	0.084	0.037
3.400	79.945	3.400	0.145	0.037
2.400	99.037	2.400	0.237	0.036
1.400	118.165	1.400	0.365	0.036
0.400	137.335	0.400	0.535	0.036
0.000	144.732	0.000	0.332	0.036
-1.000	156.158	0.000	0.568	0.036
-2.000	167.634	0.000	0.854	0.036
-3.000	179.159	0.000	1.189	0.036
-4.000	190.732	0.000	1.572	0.036
-4.200	193.052	0.000	1.654	0.036
-6.000	214.011	0.000	2.471	0.036
-7.000	225.707	0.000	2.977	0.035
-8.000	237.435	0.000	3.515	0.035
-9.000	249.188	0.000	4.078	0.035
-10.000	260.960	0.000	4.660	0.035
-11.000	272.745	0.000	5.255	0.035
-12.000	284.538	0.000	5.858	0.035
-14.000	308.126	0.000	7.066	0.035
-16.000	331.689	0.000	8.249	0.034
-16.000	331.710	-0.002	8.249	0.034
-17.900	346.037	0.043	9.361	0.029
-19.900	361.222	0.073	10.461	0.024
-21.500	373.454	0.083	11.280	0.019
-23.400	388.084	0.075	12.178	0.014
-25.400	403.627	0.044	13.033	0.008
-27.000	416.180	0.000	13.650	0.003
-27.000	416.180	0.000	13.650	0.003
-30.900	460.998	0.000	14.827	0.003
-35.900	518.010	0.000	15.889	0.002
-38.500	547.487	0.000	16.272	0.002
-42.400	591.526	0.000	16.670	0.001
-47.400	647.733	0.000	16.927	0.000
-50.000	676.873	0.000	16.973	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-200.00	4.66	16.40	0.057
2	-181.29	4.66	10.63	0.124
3	-150.00	4.66	7.60	0.037

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0.000	0.000	0.057
	5945	0.012	21.688	0.044
	13250	0.057	100.000	0.000
2	0	0.000	0.000	0.124
	5945	0.012	9.599	0.112
	13250	0.124	100.000	0.000
3	0	0.000	0.000	0.037
	5945	0.012	31.523	0.025
	13250	0.037	100.000	0.000

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

1 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (1) lies below surface

2 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (8) lies below surface

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company:	Royal HaskoningDHV
Date of report:	4/10/2020
Time of report:	4:38:00 PM
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	4/8/2020
Time of calculation:	2:48:39 PM
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	C:\..\WPMV2_HZ_zetting_locatie_8_9(dun)_fit_load_turbine_20m_20200408

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Fit Factors 4
2.7 Circular Loads 4
2.8 Non-Uniform Loads 4
2.9 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = -182.05 m; Z = 10.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-1000.0...	1000.000			
2 - Y -	-17.800	-17.800			
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	-23.000	-23.000			
0 - X -	-1000.0...	1000.000			
0 - Y -	-50.000	-50.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-1000.0...	1000.000			
1 - Y -	0.000	0.000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	13250.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
2	Elbow	1	1
1	Dense Sand	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
2	No	17.00	17.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
2	Vert. cons.	2.00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
2	-	1.90	-
1	-	1.20	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
2	0.0620000	0.2220000	0.0100000	-	-	-
1	0.0010000	0.0050000	0.0001000	-	-	-

2.6 Fit Factors

The fit factors of x-coordinate -182.05 were used

List of materials where Fit Factors apply
Dense Sand
Elbow

Compression parameter	Fit Factor
Reloading / Compression ratio (RR)/(CR)	0.999
Compression ratio (CR)	0.923
Ratio Compression (Ca)/(CR)	0.997
Preconsolidation stress (POP or OCR)	1.025
Vertical permeability (kv)	0.992

2.7 Circular Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m²]	Radius [m]	Center X [m]	Center Y [m]	Center Z [m]	Shape factor [-]
1	6000	300.00	10.00	-185.00	-17.80	10.00	0.00

2.8 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	17.00	19.00
2	365	17.00	19.00
3	730	17.00	19.00
4	1095	17.00	19.00
5	1096	17.00	19.00
6	5945	18.00	20.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-310.00	-290.00	415.00	435.00		
1 - Y -	-17.80	-10.16	-10.16	-17.80		
2 - X -	-290.00	-270.00	395.00	415.00		

Load number	Co-ordinates [m]					
2 - Y -	-10.16	-4.00	-4.00	-10.16		
3 - X -	-270.00	-250.00	375.00	395.00		
3 - Y -	-4.00	2.00	2.00	-4.00		
4 - X -	-250.00	-244.00	367.00	375.00		
4 - Y -	2.00	3.70	3.70	2.00		
5 - X -	-244.00	-220.00	-216.00	-204.60	-198.60	-172.20
5 - Y -	3.70	11.70	11.70	15.50	15.50	6.70
5 - X -	355.00	367.00				
5 - Y -	6.70	3.70				
6 - X -	-204.60	-203.10	-173.64	-170.22		
6 - Y -	15.50	15.50	15.53	6.70		

2.9 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	-182.0...				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -182.05 m; Z = 10.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-17.800	427.166	0.000	427.165	1.665
-17.900	427.591	0.021	427.078	1.602
-18.000	428.144	0.041	427.110	1.550
-18.100	428.826	0.060	427.261	1.502
-18.200	429.636	0.079	427.531	1.457
-18.300	430.571	0.096	427.918	1.414
-18.400	431.631	0.112	428.420	1.374
-18.500	432.813	0.128	429.034	1.334
-18.600	434.114	0.142	429.758	1.296
-18.700	435.531	0.156	430.589	1.259
-18.800	437.061	0.169	431.524	1.223
-19.600	452.822	0.240	442.235	0.960
-20.400	473.075	0.258	456.912	0.727
-21.200	495.155	0.226	472.925	0.512
-22.200	521.938	0.124	491.516	0.263
-23.000	540.970	0.000	503.582	0.074
-23.000	540.970	0.000	503.582	0.074
-23.500	552.523	0.000	509.540	0.072
-24.500	571.881	0.000	517.708	0.067
-25.500	586.651	0.000	521.288	0.062
-26.500	597.640	0.000	521.087	0.058
-27.500	605.738	0.000	517.995	0.054
-28.500	611.759	0.000	512.826	0.050
-29.500	616.375	0.000	506.252	0.047
-30.500	620.118	0.000	498.805	0.043
-31.500	623.383	0.000	490.880	0.040
-32.500	626.462	0.000	482.769	0.037
-33.500	629.561	0.000	474.678	0.034
-34.500	632.818	0.000	466.745	0.031
-35.500	636.327	0.000	459.064	0.029
-36.500	640.144	0.000	451.691	0.026
-37.500	644.300	0.000	444.657	0.024
-38.600	649.278	0.000	437.326	0.021
-40.600	659.412	0.000	425.080	0.017
-42.600	670.865	0.000	414.153	0.013
-44.600	683.502	0.000	404.410	0.009
-46.600	697.174	0.000	395.702	0.006
-48.600	711.741	0.000	387.889	0.002
-50.000	722.401	0.000	382.883	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-182.05	10.00	-17.80	1.665

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0.000	0.000	1.665
	5945	1.484	89.134	0.181
	10000	1.644	98.755	0.021

End of Report

Bijlage 6

Stabiliteitsanalyses

D-Geo Stability uitvoerfiles

```
Program     : D-Geo Stability
Version     : 18.1.1.3
Company     : Royal HaskoningDHV
Date        : 4/14/2020
Time        : 1:56:29 PM

Output file : C:\Users\907443\Box\BG8375 WP MV2 Team\BG8375 Technical Data WP MV2\04_Geotechniek\V
Input file  : C:\Users\907443\Box\BG8375 WP MV2 Team\BG8375 Technical Data WP MV2\04_Geotechniek\V
==========================    BEGINNING OF DATA     ==========================


               ECHO OF THE INPUT
               =================


 Problem identification :
                        :

 Calculation model      : Bishop
 Default shear strength : C phi

               LAYER BOUNDARIES
               ================

 Boundary no.| Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   5  - X -  |  -6.21    12.30    32.30    36.30    47.50    49.20
   5  - Y -  |   4.00     4.00    10.00    10.00    13.80    13.80
             |
   5  - X -  |  52.50    59.40    64.40    78.67    79.67    79.67
   5  - Y -  |  13.80    11.50    11.50     6.50     6.50     6.16
             |
   5  - X -  |  79.67    81.60   179.20
   5  - Y -  |   5.50     5.50     5.50
             |
   4  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    49.20    52.50
   4  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    13.80    13.80
             |
   4  - X -  |  59.40    64.40    78.67    79.67    79.67    79.67
   4  - Y -  |  11.50    11.50     6.50     6.50     6.16     5.50
             |
   4  - X -  |  81.60   179.20
   4  - Y -  |   5.50     5.50
             |
   3  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    49.20    52.50
   3  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    13.80    13.80
             |
   3  - X -  |  59.40    64.40    78.67    79.67    79.67    81.60
   3  - Y -  |  11.50    11.50     6.50     6.16     5.50     5.50
             |
   3  - X -  | 179.20
   3  - Y -  |   5.50
             |
   2  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    49.20    52.50
   2  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    13.80    13.80
             |
   2  - X -  |  59.40    76.60    79.67    81.60   179.20
   2  - Y -  |  11.50     5.50     5.50     5.50     5.50
             |
   1  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    51.34    57.86
   1  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    11.60    11.60
             |
   1  - X -  |  59.50    59.88    74.92    76.60    79.67    81.60
   1  - Y -  |  11.00    10.88     5.51     5.50     5.50     5.50
             |
   1  - X -  | 179.20
   1  - Y -  |   5.50
             |
   0  - X -  |  -6.21   179.20
   0  - Y -  |  -6.00    -6.00
```

PL-LINES
========

Pl-line no.	Co-ordinates [m]	
1 - X -	-6.21	179.20
1 - Y -	2.00	2.00

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
The groundwater level is determined by Pl-line number 1

FORBIDDEN LINES
===============

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	76.76	5.50	76.76	7.30

SOIL PROPERTIES
===============

Layer no.	Material name
5	matig vast zand
4	Deklaag (klei)
3	matig vast zand
2	Deklaag (klei)
1	Dijk materiaal (zand)

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
5	18.00	20.00	1	1
4	15.00	15.00	1	1
3	18.00	20.00	1	1
2	15.00	15.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
5	0.00	27.00	0.00	-	-	-
4	3.45	14.10	0.00	-	-	-
3	0.00	27.00	0.00	-	-	-
2	3.45	14.10	0.00	-	-	-
1	0.00	27.00	0.00	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

==========

X co-ordinate grid left : 62.18 [m]
X co-ordinate grid right : 74.75 [m]
Number of grid points in X - direction : 8

Y co-ordinate grid bottom : 12.92 [m]
Y co-ordinate grid top : 20.74 [m]
Number of grid points in Y - direction : 8

Y co-ordinate tangent smallest circle : 8.63 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : 2.06 [m]
Number of circles per grid point : 10

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 64
Total number of slip circles in the grid : 640

MEASURED YIELD STRESS

No measured yield stress input.

LINE LOADS

No line loads were input.

UNIFORM LOAD

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	60.00	59.90	63.90	20.00	Temporary

TREE ON SLOPE

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS

Layer number	Degree of consolidation
5	100
4	100
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES

No geotextiles were input.

NAILS

=====

No nails were input.

EARTHQUAKE
==========

No earth quake factors were input.

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

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
=======================================

Minimum safety factor per slip circle.
======================================

X-coord [m]	Y-coord [m]	Radius [m]	F	
62.18	12.92	10.85	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	10.12	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	9.39	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	8.66	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	7.94	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	7.21	-	Circle center point too low.
62.18	12.92	6.48	7.56	
62.18	12.92	5.75	8.23	
62.18	12.92	5.02	9.23	
62.18	12.92	4.29	10.22	
62.18	14.03	11.97	5.06	
62.18	14.03	11.24	5.09	
62.18	14.03	10.51	5.15	
62.18	14.03	9.78	5.23	
62.18	14.03	9.05	5.49	
62.18	14.03	8.32	5.73	
62.18	14.03	7.59	6.10	
62.18	14.03	6.87	6.60	
62.18	14.03	6.14	7.50	
62.18	14.03	5.41	8.45	
62.18	15.15	13.09	4.64	
62.18	15.15	12.36	4.64	
62.18	15.15	11.63	4.65	

62.18	15.15	10.90	4.67
62.18	15.15	10.17	4.78
62.18	15.15	9.44	4.91
62.18	15.15	8.71	5.20
62.18	15.15	7.98	5.57
62.18	15.15	7.25	6.13
62.18	15.15	6.52	7.13
62.18	16.27	14.21	4.35
62.18	16.27	13.48	4.34
62.18	16.27	12.75	4.34
62.18	16.27	12.02	4.30
62.18	16.27	11.29	4.36
62.18	16.27	10.56	4.42
62.18	16.27	9.83	4.59
62.18	16.27	9.10	4.89
62.18	16.27	8.37	5.34
62.18	16.27	7.64	6.23
62.18	17.39	15.32	4.14
62.18	17.39	14.59	4.12
62.18	17.39	13.86	4.10
62.18	17.39	13.14	4.07
62.18	17.39	12.41	4.07
62.18	17.39	11.68	4.09
62.18	17.39	10.95	4.18
62.18	17.39	10.22	4.44
62.18	17.39	9.49	4.86
62.18	17.39	8.76	5.53
62.18	18.51	16.44	4.00
62.18	18.51	15.71	3.96
62.18	18.51	14.98	3.93
62.18	18.51	14.25	3.86
62.18	18.51	13.52	3.85
62.18	18.51	12.80	3.88
62.18	18.51	12.07	3.93
62.18	18.51	11.34	4.10
62.18	18.51	10.61	4.38

62.18	18.51	9.88	4.92	
62.18	19.62	17.56	3.91	
62.18	19.62	16.83	3.85	
62.18	19.62	16.10	3.80	
62.18	19.62	15.37	3.73	
62.18	19.62	14.64	3.72	
62.18	19.62	13.91	3.74	
62.18	19.62	13.18	3.76	
62.18	19.62	12.45	3.88	
62.18	19.62	11.73	4.00	
62.18	19.62	11.00	4.52	
62.18	20.74	18.68	3.86	
62.18	20.74	17.95	3.79	
62.18	20.74	17.22	3.72	
62.18	20.74	16.49	3.63	
62.18	20.74	15.76	3.62	
62.18	20.74	15.03	3.63	
62.18	20.74	14.30	3.64	
62.18	20.74	13.57	3.74	
62.18	20.74	12.84	3.80	
62.18	20.74	12.11	4.22	
63.97	12.92	10.85	-	Circle center point too low.
63.97	12.92	10.12	-	Circle center point too low.
63.97	12.92	9.39	-	Circle center point too low.
63.97	12.92	8.66	4.25	
63.97	12.92	7.94	4.07	
63.97	12.92	7.21	3.77	
63.97	12.92	6.48	3.38	
63.97	12.92	5.75	2.96	
63.97	12.92	5.02	2.37	
63.97	12.92	4.29	1.70	
63.97	14.03	11.97	4.11	
63.97	14.03	11.24	4.09	
63.97	14.03	10.51	4.02	
63.97	14.03	9.78	3.92	
63.97	14.03	9.05	3.79	
63.97	14.03	8.32	3.63	

63.97	14.03	7.59	3.44
63.97	14.03	6.87	3.11
63.97	14.03	6.14	2.62
63.97	14.03	5.41	2.11
63.97	15.15	13.09	3.85
63.97	15.15	12.36	3.78
63.97	15.15	11.63	3.71
63.97	15.15	10.90	3.68
63.97	15.15	10.17	3.59
63.97	15.15	9.44	3.51
63.97	15.15	8.71	3.38
63.97	15.15	7.98	3.11
63.97	15.15	7.25	2.80
63.97	15.15	6.52	2.44
63.97	16.27	14.21	3.67
63.97	16.27	13.48	3.59
63.97	16.27	12.75	3.51
63.97	16.27	12.02	3.47
63.97	16.27	11.29	3.42
63.97	16.27	10.56	3.38
63.97	16.27	9.83	3.27
63.97	16.27	9.10	3.11
63.97	16.27	8.37	2.98
63.97	16.27	7.64	2.67
63.97	17.39	15.32	3.52
63.97	17.39	14.59	3.46
63.97	17.39	13.86	3.38
63.97	17.39	13.14	3.33
63.97	17.39	12.41	3.29
63.97	17.39	11.68	3.25
63.97	17.39	10.95	3.19
63.97	17.39	10.22	3.10
63.97	17.39	9.49	3.02
63.97	17.39	8.76	2.82
63.97	18.51	16.44	3.42
63.97	18.51	15.71	3.36

63.97	18.51	14.98	3.28	
63.97	18.51	14.25	3.22	
63.97	18.51	13.52	3.18	
63.97	18.51	12.80	3.10	
63.97	18.51	12.07	3.10	
63.97	18.51	11.34	3.05	
63.97	18.51	10.61	3.03	
63.97	18.51	9.88	2.92	
63.97	19.62	17.56	3.34	
63.97	19.62	16.83	3.28	
63.97	19.62	16.10	3.21	
63.97	19.62	15.37	3.15	
63.97	19.62	14.64	3.08	
63.97	19.62	13.91	3.02	
63.97	19.62	13.18	3.01	
63.97	19.62	12.45	2.99	
63.97	19.62	11.73	3.03	
63.97	19.62	11.00	2.93	
63.97	20.74	18.68	-	Circle intersects forbidden line.
63.97	20.74	17.95	3.22	
63.97	20.74	17.22	3.15	
63.97	20.74	16.49	3.10	
63.97	20.74	15.76	3.03	
63.97	20.74	15.03	2.97	
63.97	20.74	14.30	2.95	
63.97	20.74	13.57	2.93	
63.97	20.74	12.84	2.95	
63.97	20.74	12.11	2.95	
65.77	12.92	10.85	-	Circle center point too low.
65.77	12.92	10.12	3.45	
65.77	12.92	9.39	3.25	
65.77	12.92	8.66	2.99	
65.77	12.92	7.94	2.71	
65.77	12.92	7.21	2.35	
65.77	12.92	6.48	1.98	
65.77	12.92	5.75	1.65	
65.77	12.92	5.02	1.51	

65.77	12.92	4.29	1.33	
65.77	14.03	11.97	3.41	
65.77	14.03	11.24	3.30	
65.77	14.03	10.51	3.14	
65.77	14.03	9.78	2.96	
65.77	14.03	9.05	2.72	
65.77	14.03	8.32	2.48	
65.77	14.03	7.59	2.13	
65.77	14.03	6.87	1.78	
65.77	14.03	6.14	1.46	
65.77	14.03	5.41	1.29	
65.77	15.15	13.09	3.26	
65.77	15.15	12.36	3.17	
65.77	15.15	11.63	3.08	
65.77	15.15	10.90	2.91	
65.77	15.15	10.17	2.76	
65.77	15.15	9.44	2.51	
65.77	15.15	8.71	2.28	
65.77	15.15	7.98	1.94	
65.77	15.15	7.25	1.56	
65.77	15.15	6.52	1.31	
65.77	16.27	14.21	3.15	
65.77	16.27	13.48	3.06	
65.77	16.27	12.75	2.96	
65.77	16.27	12.02	2.85	
65.77	16.27	11.29	2.74	
65.77	16.27	10.56	2.53	
65.77	16.27	9.83	2.37	
65.77	16.27	9.10	2.07	
65.77	16.27	8.37	1.78	
65.77	16.27	7.64	1.37	
65.77	17.39	15.32	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	17.39	14.59	2.96	
65.77	17.39	13.86	2.87	
65.77	17.39	13.14	2.79	
65.77	17.39	12.41	2.70	

65.77	17.39	11.68	2.54	
65.77	17.39	10.95	2.41	
65.77	17.39	10.22	2.21	
65.77	17.39	9.49	1.92	
65.77	17.39	8.76	1.63	
65.77	18.51	16.44	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	18.51	15.71	2.90	
65.77	18.51	14.98	2.81	
65.77	18.51	14.25	2.75	
65.77	18.51	13.52	2.66	
65.77	18.51	12.80	2.56	
65.77	18.51	12.07	2.44	
65.77	18.51	11.34	2.29	
65.77	18.51	10.61	2.07	
65.77	18.51	9.88	1.83	
65.77	19.62	17.56	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	19.62	16.83	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	19.62	16.10	2.76	
65.77	19.62	15.37	2.70	
65.77	19.62	14.64	2.62	
65.77	19.62	13.91	2.55	
65.77	19.62	13.18	2.45	
65.77	19.62	12.45	2.34	
65.77	19.62	11.73	2.16	
65.77	19.62	11.00	1.96	
65.77	20.74	18.68	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	20.74	17.95	-	Circle intersects forbidden line.
65.77	20.74	17.22	2.73	
65.77	20.74	16.49	2.67	
65.77	20.74	15.76	2.62	
65.77	20.74	15.03	2.52	
65.77	20.74	14.30	2.45	
65.77	20.74	13.57	2.37	
65.77	20.74	12.84	2.23	
65.77	20.74	12.11	2.07	
67.56	12.92	10.85	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	12.92	10.12	2.69	

67.56	12.92	9.39	2.50	
67.56	12.92	8.66	2.20	
67.56	12.92	7.94	1.91	
67.56	12.92	7.21	1.77	
67.56	12.92	6.48	1.69	
67.56	12.92	5.75	1.61	
67.56	12.92	5.02	1.55	
67.56	12.92	4.29	1.66	
67.56	14.03	11.97	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	14.03	11.24	2.69	
67.56	14.03	10.51	2.49	
67.56	14.03	9.78	2.28	
67.56	14.03	9.05	2.01	
67.56	14.03	8.32	1.71	
67.56	14.03	7.59	1.55	
67.56	14.03	6.87	1.47	
67.56	14.03	6.14	1.34	
67.56	14.03	5.41	1.22	
67.56	15.15	13.09	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	15.15	12.36	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	15.15	11.63	2.51	
67.56	15.15	10.90	2.31	
67.56	15.15	10.17	2.10	
67.56	15.15	9.44	1.84	
67.56	15.15	8.71	1.57	
67.56	15.15	7.98	1.41	
67.56	15.15	7.25	1.29	
67.56	15.15	6.52	1.06	
67.56	16.27	14.21	2.75	
67.56	16.27	13.48	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	16.27	12.75	2.49	
67.56	16.27	12.02	2.32	
67.56	16.27	11.29	2.15	
67.56	16.27	10.56	1.93	
67.56	16.27	9.83	1.71	
67.56	16.27	9.10	1.39	

67.56	16.27	8.37	1.28	
67.56	16.27	7.64	1.01	
67.56	17.39	15.32	2.69	
67.56	17.39	14.59	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	17.39	13.86	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	17.39	13.14	2.35	
67.56	17.39	12.41	2.20	
67.56	17.39	11.68	2.04	
67.56	17.39	10.95	1.81	
67.56	17.39	10.22	1.56	
67.56	17.39	9.49	1.29	
67.56	17.39	8.76	1.07	
67.56	18.51	16.44	2.64	
67.56	18.51	15.71	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	18.51	14.98	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	18.51	14.25	2.35	
67.56	18.51	13.52	2.22	
67.56	18.51	12.80	2.08	
67.56	18.51	12.07	1.87	
67.56	18.51	11.34	1.67	
67.56	18.51	10.61	1.38	
67.56	18.51	9.88	1.14	
67.56	19.62	17.56	2.61	
67.56	19.62	16.83	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	19.62	16.10	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	19.62	15.37	2.33	
67.56	19.62	14.64	2.23	
67.56	19.62	13.91	2.10	
67.56	19.62	13.18	1.93	
67.56	19.62	12.45	1.77	
67.56	19.62	11.73	1.54	
67.56	19.62	11.00	1.19	
67.56	20.74	18.68	2.59	
67.56	20.74	17.95	2.49	
67.56	20.74	17.22	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	20.74	16.49	-	Circle intersects forbidden line.
67.56	20.74	15.76	2.26	

67.56	20.74	15.03	2.13	
67.56	20.74	14.30	2.02	
67.56	20.74	13.57	1.85	
67.56	20.74	12.84	1.67	
67.56	20.74	12.11	1.27	
69.36	12.92	10.85	2.38	
69.36	12.92	10.12	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	12.92	9.39	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	12.92	8.66	1.90	
69.36	12.92	7.94	1.87	
69.36	12.92	7.21	1.85	
69.36	12.92	6.48	1.91	
69.36	12.92	5.75	2.18	
69.36	12.92	5.02	1.65	
69.36	12.92	4.29	1.73	
69.36	14.03	11.97	2.40	
69.36	14.03	11.24	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	14.03	10.51	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	14.03	9.78	1.76	
69.36	14.03	9.05	1.69	
69.36	14.03	8.32	1.63	
69.36	14.03	7.59	1.58	
69.36	14.03	6.87	1.57	
69.36	14.03	6.14	1.58	
69.36	14.03	5.41	1.65	
69.36	15.15	13.09	2.41	
69.36	15.15	12.36	2.23	
69.36	15.15	11.63	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	15.15	10.90	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	15.15	10.17	1.60	
69.36	15.15	9.44	1.53	
69.36	15.15	8.71	1.45	
69.36	15.15	7.98	1.41	
69.36	15.15	7.25	1.37	
69.36	15.15	6.52	1.61	
69.36	16.27	14.21	2.39	

69.36	16.27	13.48	2.25	
69.36	16.27	12.75	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	16.27	12.02	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	16.27	11.29	1.71	
69.36	16.27	10.56	1.49	
69.36	16.27	9.83	1.39	
69.36	16.27	9.10	1.33	
69.36	16.27	8.37	1.21	
69.36	16.27	7.64	1.37	
69.36	17.39	15.32	2.39	
69.36	17.39	14.59	2.26	
69.36	17.39	13.86	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	17.39	13.14	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	17.39	12.41	1.77	
69.36	17.39	11.68	1.59	
69.36	17.39	10.95	1.37	
69.36	17.39	10.22	1.30	
69.36	17.39	9.49	1.16	
69.36	17.39	8.76	1.29	
69.36	18.51	16.44	2.37	
69.36	18.51	15.71	2.25	
69.36	18.51	14.98	2.13	
69.36	18.51	14.25	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	18.51	13.52	1.83	
69.36	18.51	12.80	1.67	
69.36	18.51	12.07	1.43	
69.36	18.51	11.34	1.29	
69.36	18.51	10.61	1.14	
69.36	18.51	9.88	1.23	
69.36	19.62	17.56	2.34	
69.36	19.62	16.83	2.25	
69.36	19.62	16.10	2.14	
69.36	19.62	15.37	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	19.62	14.64	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	19.62	13.91	1.73	
69.36	19.62	13.18	1.55	
69.36	19.62	12.45	1.30	

69.36	19.62	11.73	1.16	
69.36	19.62	11.00	1.20	
69.36	20.74	18.68	2.31	
69.36	20.74	17.95	2.26	
69.36	20.74	17.22	2.16	
69.36	20.74	16.49	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	20.74	15.76	-	Circle intersects forbidden line.
69.36	20.74	15.03	1.77	
69.36	20.74	14.30	1.62	
69.36	20.74	13.57	1.39	
69.36	20.74	12.84	1.19	
69.36	20.74	12.11	1.14	
71.15	12.92	10.85	2.09	
71.15	12.92	10.12	2.05	
71.15	12.92	9.39	2.04	
71.15	12.92	8.66	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	12.92	7.94	2.17	
71.15	12.92	7.21	2.10	
71.15	12.92	6.48	1.95	
71.15	12.92	5.75	1.65	
71.15	12.92	5.02	1.70	
71.15	12.92	4.29	1.51	
71.15	14.03	11.97	2.03	
71.15	14.03	11.24	1.90	
71.15	14.03	10.51	1.85	
71.15	14.03	9.78	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	14.03	9.05	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	14.03	8.32	1.84	
71.15	14.03	7.59	1.84	
71.15	14.03	6.87	1.61	
71.15	14.03	6.14	1.63	
71.15	14.03	5.41	1.48	
71.15	15.15	13.09	2.03	
71.15	15.15	12.36	1.91	
71.15	15.15	11.63	1.72	
71.15	15.15	10.90	-	Circle intersects forbidden line.

71.15	15.15	10.17	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	15.15	9.44	1.61	
71.15	15.15	8.71	1.63	
71.15	15.15	7.98	1.58	
71.15	15.15	7.25	1.59	
71.15	15.15	6.52	1.46	
71.15	16.27	14.21	2.06	
71.15	16.27	13.48	1.93	
71.15	16.27	12.75	1.76	
71.15	16.27	12.02	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	16.27	11.29	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	16.27	10.56	1.48	
71.15	16.27	9.83	1.44	
71.15	16.27	9.10	1.48	
71.15	16.27	8.37	1.56	
71.15	16.27	7.64	1.45	
71.15	17.39	15.32	2.08	
71.15	17.39	14.59	1.97	
71.15	17.39	13.86	1.81	
71.15	17.39	13.14	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	17.39	12.41	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	17.39	11.68	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	17.39	10.95	1.35	
71.15	17.39	10.22	1.35	
71.15	17.39	9.49	1.46	
71.15	17.39	8.76	1.44	
71.15	18.51	16.44	2.07	
71.15	18.51	15.71	1.98	
71.15	18.51	14.98	1.84	
71.15	18.51	14.25	1.69	
71.15	18.51	13.52	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	18.51	12.80	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	18.51	12.07	1.34	
71.15	18.51	11.34	1.23	
71.15	18.51	10.61	1.30	
71.15	18.51	9.88	1.43	
71.15	19.62	17.56	2.08	

71.15	19.62	16.83	1.99	
71.15	19.62	16.10	1.90	
71.15	19.62	15.37	1.75	
71.15	19.62	14.64	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	19.62	13.91	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	19.62	13.18	1.31	
71.15	19.62	12.45	1.21	
71.15	19.62	11.73	1.19	
71.15	19.62	11.00	1.33	
71.15	20.74	18.68	2.08	
71.15	20.74	17.95	2.00	
71.15	20.74	17.22	1.93	
71.15	20.74	16.49	1.79	
71.15	20.74	15.76	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	20.74	15.03	-	Circle intersects forbidden line.
71.15	20.74	14.30	1.31	
71.15	20.74	13.57	1.20	
71.15	20.74	12.84	1.17	
71.15	20.74	12.11	1.30	
72.95	12.92	10.85	2.15	
72.95	12.92	10.12	2.23	
72.95	12.92	9.39	2.42	
72.95	12.92	8.66	2.19	
72.95	12.92	7.94	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	12.92	7.21	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	12.92	6.48	1.68	
72.95	12.92	5.75	1.68	
72.95	12.92	5.02	1.52	
72.95	12.92	4.29	1.33	
72.95	14.03	11.97	1.92	
72.95	14.03	11.24	1.93	
72.95	14.03	10.51	2.02	
72.95	14.03	9.78	2.07	
72.95	14.03	9.05	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	14.03	8.32	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	14.03	7.59	1.62	

72.95	14.03	6.87	1.59	
72.95	14.03	6.14	1.49	
72.95	14.03	5.41	1.34	
72.95	15.15	13.09	1.80	
72.95	15.15	12.36	1.77	
72.95	15.15	11.63	1.79	
72.95	15.15	10.90	1.81	
72.95	15.15	10.17	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	15.15	9.44	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	15.15	8.71	1.58	
72.95	15.15	7.98	1.48	
72.95	15.15	7.25	1.47	
72.95	15.15	6.52	1.34	
72.95	16.27	14.21	1.77	
72.95	16.27	13.48	1.68	
72.95	16.27	12.75	1.66	
72.95	16.27	12.02	1.65	
72.95	16.27	11.29	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	16.27	10.56	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	16.27	9.83	1.55	
72.95	16.27	9.10	1.42	
72.95	16.27	8.37	1.45	
72.95	16.27	7.64	1.35	
72.95	17.39	15.32	1.82	
72.95	17.39	14.59	1.66	
72.95	17.39	13.86	1.58	
72.95	17.39	13.14	1.56	
72.95	17.39	12.41	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	17.39	11.68	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	17.39	10.95	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	17.39	10.22	1.37	
72.95	17.39	9.49	1.44	
72.95	17.39	8.76	1.35	
72.95	18.51	16.44	1.84	
72.95	18.51	15.71	1.71	
72.95	18.51	14.98	1.57	
72.95	18.51	14.25	1.50	

72.95	18.51	13.52	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	18.51	12.80	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	18.51	12.07	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	18.51	11.34	1.34	
72.95	18.51	10.61	1.43	
72.95	18.51	9.88	1.35	
72.95	19.62	17.56	1.90	
72.95	19.62	16.83	1.74	
72.95	19.62	16.10	1.63	
72.95	19.62	15.37	1.47	
72.95	19.62	14.64	1.43	
72.95	19.62	13.91	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	19.62	13.18	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	19.62	12.45	1.27	
72.95	19.62	11.73	1.43	
72.95	19.62	11.00	1.35	
72.95	20.74	18.68	1.92	
72.95	20.74	17.95	1.77	
72.95	20.74	17.22	1.66	
72.95	20.74	16.49	1.53	
72.95	20.74	15.76	1.41	
72.95	20.74	15.03	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	20.74	14.30	-	Circle intersects forbidden line.
72.95	20.74	13.57	1.20	
72.95	20.74	12.84	1.43	
72.95	20.74	12.11	1.35	
74.75	12.92	10.85	2.42	
74.75	12.92	10.12	2.16	
74.75	12.92	9.39	2.08	
74.75	12.92	8.66	2.05	
74.75	12.92	7.94	1.93	
74.75	12.92	7.21	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	12.92	6.48	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	12.92	5.75	1.52	
74.75	12.92	5.02	1.36	
74.75	12.92	4.29	-	
74.75	14.03	11.97	2.11	
74.75	14.03	11.24	2.18	
74.75	14.03	10.51	1.97	
74.75	14.03	9.78	1.93	
74.75	14.03	9.05	1.86	
74.75	14.03	8.32	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	14.03	7.59	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	14.03	6.87	1.49	
74.75	14.03	6.14	1.36	
74.75	14.03	5.41	-	
74.75	15.15	13.09	1.93	

74.75	15.15	12.36	1.92	
74.75	15.15	11.63	1.95	
74.75	15.15	10.90	1.84	
74.75	15.15	10.17	1.79	
74.75	15.15	9.44	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	15.15	8.71	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	15.15	7.98	1.48	
74.75	15.15	7.25	1.36	
74.75	15.15	6.52	-	
74.75	16.27	14.21	1.81	
74.75	16.27	13.48	1.75	
74.75	16.27	12.75	1.74	
74.75	16.27	12.02	1.81	
74.75	16.27	11.29	1.74	
74.75	16.27	10.56	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	16.27	9.83	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	16.27	9.10	1.46	
74.75	16.27	8.37	1.36	
74.75	16.27	7.64	-	
74.75	17.39	15.32	1.73	
74.75	17.39	14.59	1.65	
74.75	17.39	13.86	1.63	
74.75	17.39	13.14	1.64	
74.75	17.39	12.41	1.68	
74.75	17.39	11.68	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	17.39	10.95	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	17.39	10.22	1.45	
74.75	17.39	9.49	1.36	
74.75	17.39	8.76	-	
74.75	18.51	16.44	1.68	
74.75	18.51	15.71	1.60	
74.75	18.51	14.98	1.55	
74.75	18.51	14.25	1.52	
74.75	18.51	13.52	1.58	
74.75	18.51	12.80	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	18.51	12.07	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	18.51	11.34	1.44	
74.75	18.51	10.61	1.36	
74.75	18.51	9.88	-	
74.75	19.62	17.56	1.74	
74.75	19.62	16.83	1.56	
74.75	19.62	16.10	1.50	
74.75	19.62	15.37	1.48	
74.75	19.62	14.64	1.48	
74.75	19.62	13.91	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	19.62	13.18	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	19.62	12.45	1.43	
74.75	19.62	11.73	1.36	
74.75	19.62	11.00	-	
74.75	20.74	18.68	1.78	
74.75	20.74	17.95	1.60	
74.75	20.74	17.22	1.47	
74.75	20.74	16.49	1.43	
74.75	20.74	15.76	1.41	
74.75	20.74	15.03	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	20.74	14.30	-	Circle intersects forbidden line.
74.75	20.74	13.57	1.43	
74.75	20.74	12.84	1.36	
74.75	20.74	12.11	-	

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = 62.18 [m]
X maximum = 74.75 [m]
Y minimum = 12.92 [m]
Y maximum = 20.74 [m]
tangent minimum = 7.90 [m]
tangent maximum = 14.46 [m]

Minimum safety factor per slip circle.
==========

X-coord	Y-coord	Radius	F

[m]	[m]	[m]		
62.18	12.92	5.02	9.23	Evaluated earlier.
62.18	12.92	4.29	10.22	Evaluated earlier.
62.18	12.92	3.56	9.58	
62.18	12.92	2.83	6.04	
62.18	12.92	2.10	-	Driving moment too small.
62.18	12.92	1.37	-	
62.18	12.92	0.64	-	
62.18	12.92	-	-	
62.18	12.92	-	-	
62.18	12.92	-	-	
62.18	14.03	6.14	7.50	Evaluated earlier.
62.18	14.03	5.41	8.45	Evaluated earlier.
62.18	14.03	4.68	9.47	
62.18	14.03	3.95	8.76	
62.18	14.03	3.22	12.70	
62.18	14.03	2.49	-	
62.18	14.03	1.76	-	
62.18	14.03	1.03	-	
62.18	14.03	0.30	-	
62.18	14.03	-	-	
62.18	15.15	7.25	6.13	Evaluated earlier.
62.18	15.15	6.52	7.13	Evaluated earlier.
62.18	15.15	5.80	8.35	
62.18	15.15	5.07	9.86	
62.18	15.15	4.34	8.21	
62.18	15.15	3.61	-	
62.18	15.15	2.88	-	
62.18	15.15	2.15	-	
62.18	15.15	1.42	-	
62.18	15.15	0.69	-	
62.18	16.27	8.37	5.34	Evaluated earlier.
62.18	16.27	7.64	6.23	Evaluated earlier.
62.18	16.27	6.91	7.33	
62.18	16.27	6.18	10.24	
62.18	16.27	5.45	9.55	
62.18	16.27	4.73	-	
62.18	16.27	4.00	-	
62.18	16.27	3.27	-	
62.18	16.27	2.54	-	
62.18	16.27	1.81	-	
62.18	17.39	9.49	4.86	Evaluated earlier.
62.18	17.39	8.76	5.53	Evaluated earlier.
62.18	17.39	8.03	6.53	
62.18	17.39	7.30	9.42	
62.18	17.39	6.57	11.54	
62.18	17.39	5.84	-	
62.18	17.39	5.11	-	
62.18	17.39	4.39	-	
62.18	17.39	3.66	-	
62.18	17.39	2.93	-	
62.18	18.51	10.61	4.38	Evaluated earlier.
62.18	18.51	9.88	4.92	Evaluated earlier.
62.18	18.51	9.15	5.87	
62.18	18.51	8.42	8.51	
62.18	18.51	7.69	12.90	
62.18	18.51	6.96	-	
62.18	18.51	6.23	-	
62.18	18.51	5.50	-	
62.18	18.51	4.77	-	
62.18	18.51	4.04	-	
62.18	19.62	11.73	4.00	Evaluated earlier.
62.18	19.62	11.00	4.52	Evaluated earlier.
62.18	19.62	10.27	5.35	
62.18	19.62	9.54	7.67	
62.18	19.62	8.81	13.46	
62.18	19.62	8.08	-	
62.18	19.62	7.35	-	
62.18	19.62	6.62	-	
62.18	19.62	5.89	-	
62.18	19.62	5.16	-	
62.18	20.74	12.84	3.80	Evaluated earlier.

62.18	20.74	12.11	4.22	Evaluated earlier.
62.18	20.74	11.38	4.92	
62.18	20.74	10.66	6.93	
62.18	20.74	9.93	13.58	
62.18	20.74	9.20	-	
62.18	20.74	8.47	-	
62.18	20.74	7.74	-	
62.18	20.74	7.01	-	
62.18	20.74	6.28	-	
63.97	12.92	5.02	2.37	Evaluated earlier.
63.97	12.92	4.29	1.70	Evaluated earlier.
63.97	12.92	3.56	1.48	
63.97	12.92	2.83	1.52	
63.97	12.92	2.10	1.51	
63.97	12.92	1.37	-	
63.97	12.92	0.64	-	
63.97	12.92	-	-	
63.97	12.92	-	-	
63.97	12.92	-	-	
63.97	14.03	6.14	2.62	Evaluated earlier.
63.97	14.03	5.41	2.11	Evaluated earlier.
63.97	14.03	4.68	1.49	
63.97	14.03	3.95	1.42	
63.97	14.03	3.22	1.75	
63.97	14.03	2.49	-	
63.97	14.03	1.76	-	
63.97	14.03	1.03	-	
63.97	14.03	0.30	-	
63.97	14.03	-	-	
63.97	15.15	7.25	2.80	Evaluated earlier.
63.97	15.15	6.52	2.44	Evaluated earlier.
63.97	15.15	5.80	1.80	
63.97	15.15	5.07	1.42	
63.97	15.15	4.34	1.94	
63.97	15.15	3.61	-	
63.97	15.15	2.88	-	
63.97	15.15	2.15	-	
63.97	15.15	1.42	-	
63.97	15.15	0.69	-	
63.97	16.27	8.37	2.98	Evaluated earlier.
63.97	16.27	7.64	2.67	Evaluated earlier.
63.97	16.27	6.91	2.16	
63.97	16.27	6.18	1.44	
63.97	16.27	5.45	2.07	
63.97	16.27	4.73	-	
63.97	16.27	4.00	-	
63.97	16.27	3.27	-	
63.97	16.27	2.54	-	
63.97	16.27	1.81	-	
63.97	17.39	9.49	3.02	Evaluated earlier.
63.97	17.39	8.76	2.82	Evaluated earlier.
63.97	17.39	8.03	2.46	
63.97	17.39	7.30	1.54	
63.97	17.39	6.57	2.24	
63.97	17.39	5.84	-	
63.97	17.39	5.11	-	
63.97	17.39	4.39	-	
63.97	17.39	3.66	-	
63.97	17.39	2.93	-	
63.97	18.51	10.61	3.03	Evaluated earlier.
63.97	18.51	9.88	2.92	Evaluated earlier.
63.97	18.51	9.15	2.66	
63.97	18.51	8.42	1.78	
63.97	18.51	7.69	2.39	
63.97	18.51	6.96	-	
63.97	18.51	6.23	-	
63.97	18.51	5.50	-	
63.97	18.51	4.77	-	
63.97	18.51	4.04	-	
63.97	19.62	11.73	3.03	Evaluated earlier.
63.97	19.62	11.00	2.93	Evaluated earlier.
63.97	19.62	10.27	2.81	

63.97	19.62	9.54	2.06	
63.97	19.62	8.81	2.53	
63.97	19.62	8.08	-	
63.97	19.62	7.35	-	
63.97	19.62	6.62	-	
63.97	19.62	5.89	-	
63.97	19.62	5.16	-	
63.97	20.74	12.84	2.95	Evaluated earlier.
63.97	20.74	12.11	2.95	Evaluated earlier.
63.97	20.74	11.38	2.92	
63.97	20.74	10.66	2.28	
63.97	20.74	9.93	2.66	
63.97	20.74	9.20	-	
63.97	20.74	8.47	-	
63.97	20.74	7.74	-	
63.97	20.74	7.01	-	
63.97	20.74	6.28	-	
65.77	12.92	5.02	1.51	Evaluated earlier.
65.77	12.92	4.29	1.33	Evaluated earlier.
65.77	12.92	3.56	1.15	
65.77	12.92	2.83	1.30	
65.77	12.92	2.10	1.53	
65.77	12.92	1.37	-	
65.77	12.92	0.64	-	
65.77	12.92	-	-	
65.77	12.92	-	-	
65.77	12.92	-	-	
65.77	14.03	6.14	1.46	Evaluated earlier.
65.77	14.03	5.41	1.29	Evaluated earlier.
65.77	14.03	4.68	1.05	
65.77	14.03	3.95	1.15	
65.77	14.03	3.22	1.41	
65.77	14.03	2.49	-	
65.77	14.03	1.76	-	
65.77	14.03	1.03	-	
65.77	14.03	0.30	-	
65.77	14.03	-	-	
65.77	15.15	7.25	1.56	Evaluated earlier.
65.77	15.15	6.52	1.31	Evaluated earlier.
65.77	15.15	5.80	1.03	
65.77	15.15	5.07	1.24	
65.77	15.15	4.34	1.18	
65.77	15.15	3.61	-	
65.77	15.15	2.88	-	
65.77	15.15	2.15	-	
65.77	15.15	1.42	-	
65.77	15.15	0.69	-	
65.77	16.27	8.37	1.78	Evaluated earlier.
65.77	16.27	7.64	1.37	Evaluated earlier.
65.77	16.27	6.91	1.03	
65.77	16.27	6.18	1.30	
65.77	16.27	5.45	1.28	
65.77	16.27	4.73	-	
65.77	16.27	4.00	-	
65.77	16.27	3.27	-	
65.77	16.27	2.54	-	
65.77	16.27	1.81	-	
65.77	17.39	9.49	1.92	Evaluated earlier.
65.77	17.39	8.76	1.63	Evaluated earlier.
65.77	17.39	8.03	1.05	
65.77	17.39	7.30	1.38	
65.77	17.39	6.57	1.49	
65.77	17.39	5.84	-	
65.77	17.39	5.11	-	
65.77	17.39	4.39	-	
65.77	17.39	3.66	-	
65.77	17.39	2.93	-	
65.77	18.51	10.61	2.07	Evaluated earlier.
65.77	18.51	9.88	1.83	Evaluated earlier.
65.77	18.51	9.15	1.07	
65.77	18.51	8.42	1.46	
65.77	18.51	7.69	1.60	

65.77	18.51	6.96	-	
65.77	18.51	6.23	-	
65.77	18.51	5.50	-	
65.77	18.51	4.77	-	
65.77	18.51	4.04	-	
65.77	19.62	11.73	2.16	Evaluated earlier.
65.77	19.62	11.00	1.96	Evaluated earlier.
65.77	19.62	10.27	1.33	
65.77	19.62	9.54	1.54	
65.77	19.62	8.81	1.76	
65.77	19.62	8.08	-	
65.77	19.62	7.35	-	
65.77	19.62	6.62	-	
65.77	19.62	5.89	-	
65.77	19.62	5.16	-	
65.77	20.74	12.84	2.23	Evaluated earlier.
65.77	20.74	12.11	2.07	Evaluated earlier.
65.77	20.74	11.38	1.61	
65.77	20.74	10.66	1.62	
65.77	20.74	9.93	1.87	
65.77	20.74	9.20	-	
65.77	20.74	8.47	-	
65.77	20.74	7.74	-	
65.77	20.74	7.01	-	
65.77	20.74	6.28	-	
67.56	12.92	5.02	1.55	Evaluated earlier.
67.56	12.92	4.29	1.66	Evaluated earlier.
67.56	12.92	3.56	1.78	
67.56	12.92	2.83	1.50	
67.56	12.92	2.10	-	
67.56	12.92	1.37	-	
67.56	12.92	0.64	-	
67.56	12.92	-	-	
67.56	12.92	-	-	
67.56	12.92	-	-	
67.56	14.03	6.14	1.34	Evaluated earlier.
67.56	14.03	5.41	1.22	Evaluated earlier.
67.56	14.03	4.68	1.48	
67.56	14.03	3.95	1.46	
67.56	14.03	3.22	-	
67.56	14.03	2.49	-	
67.56	14.03	1.76	-	
67.56	14.03	1.03	-	
67.56	14.03	0.30	-	
67.56	14.03	-	-	
67.56	15.15	7.25	1.29	Evaluated earlier.
67.56	15.15	6.52	1.06	Evaluated earlier.
67.56	15.15	5.80	1.30	
67.56	15.15	5.07	1.47	
67.56	15.15	4.34	-	
67.56	15.15	3.61	-	
67.56	15.15	2.88	-	
67.56	15.15	2.15	-	
67.56	15.15	1.42	-	
67.56	15.15	0.69	-	
67.56	16.27	8.37	1.28	Evaluated earlier.
67.56	16.27	7.64	1.01	Evaluated earlier.
67.56	16.27	6.91	1.21	
67.56	16.27	6.18	1.30	
67.56	16.27	5.45	-	
67.56	16.27	4.73	-	
67.56	16.27	4.00	-	
67.56	16.27	3.27	-	
67.56	16.27	2.54	-	
67.56	16.27	1.81	-	
67.56	17.39	9.49	1.29	Evaluated earlier.
67.56	17.39	8.76	1.07	Evaluated earlier.
67.56	17.39	8.03	1.20	
67.56	17.39	7.30	1.19	
67.56	17.39	6.57	-	
67.56	17.39	5.84	-	
67.56	17.39	5.11	-	

67.56	17.39	4.39	-	
67.56	17.39	3.66	-	
67.56	17.39	2.93	-	
67.56	18.51	10.61	1.38	Evaluated earlier.
67.56	18.51	9.88	1.14	Evaluated earlier.
67.56	18.51	9.15	1.23	
67.56	18.51	8.42	1.28	
67.56	18.51	7.69	1.30	
67.56	18.51	6.96	-	
67.56	18.51	6.23	-	
67.56	18.51	5.50	-	
67.56	18.51	4.77	-	
67.56	18.51	4.04	-	
67.56	19.62	11.73	1.54	Evaluated earlier.
67.56	19.62	11.00	1.19	Evaluated earlier.
67.56	19.62	10.27	1.26	
67.56	19.62	9.54	1.30	
67.56	19.62	8.81	1.45	
67.56	19.62	8.08	-	
67.56	19.62	7.35	-	
67.56	19.62	6.62	-	
67.56	19.62	5.89	-	
67.56	19.62	5.16	-	
67.56	20.74	12.84	1.67	Evaluated earlier.
67.56	20.74	12.11	1.27	Evaluated earlier.
67.56	20.74	11.38	1.30	
67.56	20.74	10.66	1.34	
67.56	20.74	9.93	1.60	
67.56	20.74	9.20	-	
67.56	20.74	8.47	-	
67.56	20.74	7.74	-	
67.56	20.74	7.01	-	
67.56	20.74	6.28	-	
69.36	12.92	5.02	1.65	Evaluated earlier.
69.36	12.92	4.29	1.73	Evaluated earlier.
69.36	12.92	3.56	1.51	
69.36	12.92	2.83	-	
69.36	12.92	2.10	-	
69.36	12.92	1.37	-	
69.36	12.92	0.64	-	
69.36	12.92	-	-	
69.36	12.92	-	-	
69.36	12.92	-	-	
69.36	14.03	6.14	1.58	Evaluated earlier.
69.36	14.03	5.41	1.65	Evaluated earlier.
69.36	14.03	4.68	1.47	
69.36	14.03	3.95	-	
69.36	14.03	3.22	-	
69.36	14.03	2.49	-	
69.36	14.03	1.76	-	
69.36	14.03	1.03	-	
69.36	14.03	0.30	-	
69.36	14.03	-	-	
69.36	15.15	7.25	1.37	Evaluated earlier.
69.36	15.15	6.52	1.61	Evaluated earlier.
69.36	15.15	5.80	1.45	
69.36	15.15	5.07	-	
69.36	15.15	4.34	-	
69.36	15.15	3.61	-	
69.36	15.15	2.88	-	
69.36	15.15	2.15	-	
69.36	15.15	1.42	-	
69.36	15.15	0.69	-	
69.36	16.27	8.37	1.21	Evaluated earlier.
69.36	16.27	7.64	1.37	Evaluated earlier.
69.36	16.27	6.91	1.44	
69.36	16.27	6.18	1.30	
69.36	16.27	5.45	-	
69.36	16.27	4.73	-	
69.36	16.27	4.00	-	
69.36	16.27	3.27	-	
69.36	16.27	2.54	-	

69.36	16.27	1.81	-	
69.36	17.39	9.49	1.16	Evaluated earlier.
69.36	17.39	8.76	1.29	Evaluated earlier.
69.36	17.39	8.03	1.45	
69.36	17.39	7.30	1.31	
69.36	17.39	6.57	-	
69.36	17.39	5.84	-	
69.36	17.39	5.11	-	
69.36	17.39	4.39	-	
69.36	17.39	3.66	-	
69.36	17.39	2.93	-	
69.36	18.51	10.61	1.14	Evaluated earlier.
69.36	18.51	9.88	1.23	Evaluated earlier.
69.36	18.51	9.15	1.28	
69.36	18.51	8.42	1.32	
69.36	18.51	7.69	-	
69.36	18.51	6.96	-	
69.36	18.51	6.23	-	
69.36	18.51	5.50	-	
69.36	18.51	4.77	-	
69.36	18.51	4.04	-	
69.36	19.62	11.73	1.16	Evaluated earlier.
69.36	19.62	11.00	1.20	Evaluated earlier.
69.36	19.62	10.27	1.26	
69.36	19.62	9.54	1.33	
69.36	19.62	8.81	-	
69.36	19.62	8.08	-	
69.36	19.62	7.35	-	
69.36	19.62	6.62	-	
69.36	19.62	5.89	-	
69.36	19.62	5.16	-	
69.36	20.74	12.84	1.19	Evaluated earlier.
69.36	20.74	12.11	1.14	Evaluated earlier.
69.36	20.74	11.38	1.19	
69.36	20.74	10.66	1.37	
69.36	20.74	9.93	-	
69.36	20.74	9.20	-	
69.36	20.74	8.47	-	
69.36	20.74	7.74	-	
69.36	20.74	7.01	-	
69.36	20.74	6.28	-	
71.15	12.92	5.02	1.70	Evaluated earlier.
71.15	12.92	4.29	1.51	Evaluated earlier.
71.15	12.92	3.56	-	
71.15	12.92	2.83	-	
71.15	12.92	2.10	-	
71.15	12.92	1.37	-	
71.15	12.92	0.64	-	
71.15	12.92	-	-	
71.15	12.92	-	-	
71.15	12.92	-	-	
71.15	14.03	6.14	1.63	Evaluated earlier.
71.15	14.03	5.41	1.48	Evaluated earlier.
71.15	14.03	4.68	1.31	
71.15	14.03	3.95	-	
71.15	14.03	3.22	-	
71.15	14.03	2.49	-	
71.15	14.03	1.76	-	
71.15	14.03	1.03	-	
71.15	14.03	0.30	-	
71.15	14.03	-	-	
71.15	15.15	7.25	1.59	Evaluated earlier.
71.15	15.15	6.52	1.46	Evaluated earlier.
71.15	15.15	5.80	1.32	
71.15	15.15	5.07	-	
71.15	15.15	4.34	-	
71.15	15.15	3.61	-	
71.15	15.15	2.88	-	
71.15	15.15	2.15	-	
71.15	15.15	1.42	-	
71.15	15.15	0.69	-	
71.15	16.27	8.37	1.56	Evaluated earlier.

71.15	16.27	7.64	1.45	Evaluated earlier.
71.15	16.27	6.91	1.33	
71.15	16.27	6.18	-	
71.15	16.27	5.45	-	
71.15	16.27	4.73	-	
71.15	16.27	4.00	-	
71.15	16.27	3.27	-	
71.15	16.27	2.54	-	
71.15	16.27	1.81	-	
71.15	17.39	9.49	1.46	Evaluated earlier.
71.15	17.39	8.76	1.44	Evaluated earlier.
71.15	17.39	8.03	1.33	
71.15	17.39	7.30	-	
71.15	17.39	6.57	-	
71.15	17.39	5.84	-	
71.15	17.39	5.11	-	
71.15	17.39	4.39	-	
71.15	17.39	3.66	-	
71.15	17.39	2.93	-	
71.15	18.51	10.61	1.30	Evaluated earlier.
71.15	18.51	9.88	1.43	Evaluated earlier.
71.15	18.51	9.15	1.34	
71.15	18.51	8.42	-	
71.15	18.51	7.69	-	
71.15	18.51	6.96	-	
71.15	18.51	6.23	-	
71.15	18.51	5.50	-	
71.15	18.51	4.77	-	
71.15	18.51	4.04	-	
71.15	19.62	11.73	1.19	Evaluated earlier.
71.15	19.62	11.00	1.33	Evaluated earlier.
71.15	19.62	10.27	1.34	
71.15	19.62	9.54	-	
71.15	19.62	8.81	-	
71.15	19.62	8.08	-	
71.15	19.62	7.35	-	
71.15	19.62	6.62	-	
71.15	19.62	5.89	-	
71.15	19.62	5.16	-	
71.15	20.74	12.84	1.17	Evaluated earlier.
71.15	20.74	12.11	1.30	Evaluated earlier.
71.15	20.74	11.38	1.34	
71.15	20.74	10.66	-	
71.15	20.74	9.93	-	
71.15	20.74	9.20	-	
71.15	20.74	8.47	-	
71.15	20.74	7.74	-	
71.15	20.74	7.01	-	
71.15	20.74	6.28	-	
72.95	12.92	5.02	1.52	Evaluated earlier.
72.95	12.92	4.29	1.33	Evaluated earlier.
72.95	12.92	3.56	-	
72.95	12.92	2.83	-	
72.95	12.92	2.10	-	
72.95	12.92	1.37	-	
72.95	12.92	0.64	-	
72.95	12.92	-	-	
72.95	12.92	-	-	
72.95	12.92	-	-	
72.95	14.03	6.14	1.49	Evaluated earlier.
72.95	14.03	5.41	1.34	Evaluated earlier.
72.95	14.03	4.68	-	
72.95	14.03	3.95	-	
72.95	14.03	3.22	-	
72.95	14.03	2.49	-	
72.95	14.03	1.76	-	
72.95	14.03	1.03	-	
72.95	14.03	0.30	-	
72.95	14.03	-	-	
72.95	15.15	7.25	1.47	Evaluated earlier.
72.95	15.15	6.52	1.34	Evaluated earlier.
72.95	15.15	5.80	-	

72.95	15.15	5.07	-	
72.95	15.15	4.34	-	
72.95	15.15	3.61	-	
72.95	15.15	2.88	-	
72.95	15.15	2.15	-	
72.95	15.15	1.42	-	
72.95	15.15	0.69	-	
72.95	16.27	8.37	1.45	Evaluated earlier.
72.95	16.27	7.64	1.35	Evaluated earlier.
72.95	16.27	6.91	-	
72.95	16.27	6.18	-	
72.95	16.27	5.45	-	
72.95	16.27	4.73	-	
72.95	16.27	4.00	-	
72.95	16.27	3.27	-	
72.95	16.27	2.54	-	
72.95	16.27	1.81	-	
72.95	17.39	9.49	1.44	Evaluated earlier.
72.95	17.39	8.76	1.35	Evaluated earlier.
72.95	17.39	8.03	-	
72.95	17.39	7.30	-	
72.95	17.39	6.57	-	
72.95	17.39	5.84	-	
72.95	17.39	5.11	-	
72.95	17.39	4.39	-	
72.95	17.39	3.66	-	
72.95	17.39	2.93	-	
72.95	18.51	10.61	1.43	Evaluated earlier.
72.95	18.51	9.88	1.35	Evaluated earlier.
72.95	18.51	9.15	-	
72.95	18.51	8.42	-	
72.95	18.51	7.69	-	
72.95	18.51	6.96	-	
72.95	18.51	6.23	-	
72.95	18.51	5.50	-	
72.95	18.51	4.77	-	
72.95	18.51	4.04	-	
72.95	19.62	11.73	1.43	Evaluated earlier.
72.95	19.62	11.00	1.35	Evaluated earlier.
72.95	19.62	10.27	-	
72.95	19.62	9.54	-	
72.95	19.62	8.81	-	
72.95	19.62	8.08	-	
72.95	19.62	7.35	-	
72.95	19.62	6.62	-	
72.95	19.62	5.89	-	
72.95	19.62	5.16	-	
72.95	20.74	12.84	1.43	Evaluated earlier.
72.95	20.74	12.11	1.35	Evaluated earlier.
72.95	20.74	11.38	-	
72.95	20.74	10.66	-	
72.95	20.74	9.93	-	
72.95	20.74	9.20	-	
72.95	20.74	8.47	-	
72.95	20.74	7.74	-	
72.95	20.74	7.01	-	
72.95	20.74	6.28	-	
74.75	12.92	5.02	1.36	Evaluated earlier.
74.75	12.92	4.29	-	
74.75	12.92	3.56	-	
74.75	12.92	2.83	-	
74.75	12.92	2.10	-	
74.75	12.92	1.37	-	
74.75	12.92	0.64	-	
74.75	12.92	-	-	
74.75	12.92	-	-	
74.75	12.92	-	-	
74.75	14.03	6.14	1.36	Evaluated earlier.
74.75	14.03	5.41	-	
74.75	14.03	4.68	-	
74.75	14.03	3.95	-	
74.75	14.03	3.22	-	

74.75	14.03	2.49	-	
74.75	14.03	1.76	-	
74.75	14.03	1.03	-	
74.75	14.03	0.30	-	
74.75	14.03	-	-	
74.75	15.15	7.25	1.36	Evaluated earlier.
74.75	15.15	6.52	-	
74.75	15.15	5.80	-	
74.75	15.15	5.07	-	
74.75	15.15	4.34	-	
74.75	15.15	3.61	-	
74.75	15.15	2.88	-	
74.75	15.15	2.15	-	
74.75	15.15	1.42	-	
74.75	15.15	0.69	-	
74.75	16.27	8.37	1.36	Evaluated earlier.
74.75	16.27	7.64	-	
74.75	16.27	6.91	-	
74.75	16.27	6.18	-	
74.75	16.27	5.45	-	
74.75	16.27	4.73	-	
74.75	16.27	4.00	-	
74.75	16.27	3.27	-	
74.75	16.27	2.54	-	
74.75	16.27	1.81	-	
74.75	17.39	9.49	1.36	Evaluated earlier.
74.75	17.39	8.76	-	
74.75	17.39	8.03	-	
74.75	17.39	7.30	-	
74.75	17.39	6.57	-	
74.75	17.39	5.84	-	
74.75	17.39	5.11	-	
74.75	17.39	4.39	-	
74.75	17.39	3.66	-	
74.75	17.39	2.93	-	
74.75	18.51	10.61	1.36	Evaluated earlier.
74.75	18.51	9.88	-	
74.75	18.51	9.15	-	
74.75	18.51	8.42	-	
74.75	18.51	7.69	-	
74.75	18.51	6.96	-	
74.75	18.51	6.23	-	
74.75	18.51	5.50	-	
74.75	18.51	4.77	-	
74.75	18.51	4.04	-	
74.75	19.62	11.73	1.36	Evaluated earlier.
74.75	19.62	11.00	-	
74.75	19.62	10.27	-	
74.75	19.62	9.54	-	
74.75	19.62	8.81	-	
74.75	19.62	8.08	-	
74.75	19.62	7.35	-	
74.75	19.62	6.62	-	
74.75	19.62	5.89	-	
74.75	19.62	5.16	-	
74.75	20.74	12.84	1.36	Evaluated earlier.
74.75	20.74	12.11	-	
74.75	20.74	11.38	-	
74.75	20.74	10.66	-	
74.75	20.74	9.93	-	
74.75	20.74	9.20	-	
74.75	20.74	8.47	-	
74.75	20.74	7.74	-	
74.75	20.74	7.01	-	
74.75	20.74	6.28	-	

Information on the critical circle : Fmin = 1.006
Calculation method used : Bishop - C phi

X co-ordinate center point : 67.56 [m]
Y co-ordinate center point : 16.27 [m]
Radius of critical circle : 7.64 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment	:	1056.64 [kNm/m]
Driving moment free water	:	0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads	:	667.24 [kNm/m]
Iterated resisting moment	:	1062.68 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment	:	1062.08 [kNm/m]

SLICE DATA

Slice	X-coor [m]	Y-bot [m]	Y-top [m]	Width [m]	Angle bottom	Angle top	Arc.len. [m]	Cohesion [kN/m2]
1	61.74	11.33	11.50	0.29	-49.70	0.00	0.45	0.00
2	62.03	11.00	11.50	0.29	-46.44	0.00	0.42	0.00
3	62.32	10.71	11.50	0.29	-43.36	0.00	0.40	0.00
4	62.61	10.45	11.50	0.29	-40.43	0.00	0.38	0.00
5	62.90	10.22	11.50	0.29	-37.64	0.00	0.36	3.45
6	63.18	10.01	11.50	0.29	-34.97	0.00	0.35	3.45
7	63.47	9.82	11.50	0.29	-32.39	0.00	0.34	3.45
8	63.76	9.64	11.50	0.29	-29.88	0.00	0.33	3.45
9	64.03	9.50	11.50	0.25	-27.58	0.00	0.28	3.45
10	64.28	9.37	11.50	0.25	-25.49	0.00	0.28	3.45
11	64.54	9.25	11.45	0.29	-23.28	-19.30	0.31	3.45
12	64.83	9.13	11.35	0.29	-20.95	-19.30	0.31	3.45
13	65.12	9.03	11.25	0.29	-18.66	-19.30	0.30	3.45
14	65.41	8.94	11.15	0.29	-16.39	-19.30	0.30	3.45
15	65.69	8.86	11.05	0.29	-14.16	-19.30	0.30	3.45
16	65.98	8.79	10.95	0.29	-11.95	-19.30	0.29	3.45
17	66.27	8.74	10.85	0.29	-9.75	-19.30	0.29	3.45
18	66.56	8.69	10.74	0.29	-7.57	-19.30	0.29	3.45
19	66.84	8.66	10.64	0.29	-5.40	-19.30	0.29	3.45
20	67.13	8.64	10.54	0.29	-3.24	-19.30	0.29	3.45
21	67.42	8.63	10.44	0.29	-1.08	-19.30	0.29	3.45
22	67.60	8.63	10.38	0.07	0.27	-19.30	0.07	3.45
23	67.77	8.63	10.32	0.28	1.58	-19.30	0.28	0.00
24	68.05	8.64	10.22	0.28	3.67	-19.30	0.28	0.00
25	68.33	8.67	10.12	0.28	5.76	-19.30	0.28	0.00
26	68.61	8.70	10.03	0.28	7.86	-19.30	0.28	0.00
27	68.89	8.74	9.93	0.28	9.97	-19.30	0.28	0.00
28	69.16	8.80	9.83	0.28	12.09	-19.30	0.28	0.00
29	69.44	8.86	9.73	0.28	14.23	-19.30	0.29	0.00
30	69.72	8.94	9.64	0.28	16.39	-19.30	0.29	0.00
31	70.00	9.03	9.54	0.28	18.58	-19.30	0.29	0.00
32	70.28	9.13	9.44	0.28	20.79	-19.30	0.30	0.00
33	70.55	9.24	9.35	0.28	23.04	-19.30	0.30	0.00

Slice	Phi degree	Psi degree	Sw surf [kN/m2]	Fw hor. [kN]	Fw ver. [kN]	Weight [kN]	S-tot. [kN/m2]	S-eff. [kN/m2]
1	27.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.90	61.27	61.27
2	27.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	2.59	63.95	63.95
3	27.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	4.11	66.63	66.63
4	27.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	5.47	69.23	69.23
5	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	6.55	71.53	71.53
6	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	7.55	73.52	73.52
7	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	8.45	75.43	75.43
8	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	9.28	77.25	77.25
9	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	8.72	78.86	78.86
10	14.10	0.00	0.00	0.00	-0.00	9.26	80.27	80.27
11	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.99	80.79	80.79
12	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	11.06	38.46	38.46
13	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	11.07	38.50	38.50
14	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	11.03	38.36	38.36
15	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.93	38.02	38.02
16	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.79	37.51	37.51
17	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.59	36.83	36.83
18	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.34	35.97	35.97
19	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	10.05	34.95	34.95

20	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	9.71	33.77	33.77
21	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	9.32	32.42	32.42
22	14.10	0.00	0.00	-0.00	-0.00	2.26	31.51	31.51
23	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	8.44	30.38	30.38
24	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	7.89	28.40	28.40
25	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	7.29	26.23	26.23
26	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	6.64	23.88	23.88
27	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	5.93	21.35	21.35
28	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	5.18	18.62	18.62
29	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	4.36	15.70	15.70
30	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	3.50	12.58	12.58
31	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	2.57	9.25	9.25
32	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	1.59	5.70	5.70
33	27.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.54	1.94	1.94

Slice	Sw-hydro [kN/m2]	Sw-extr [kN/m2]	Sw tot. [kN/m2]	S shear [kN/m2]	Su [kN/m2]	Sig-Vo' [kN/m2]	Sig-Load [kN/m2]	Sig-Norm
1	0.00	0.00	0.00	18.15	N.A.	N.A.	58.19	39.98
2	0.00	0.00	0.00	19.69	N.A.	N.A.	55.04	43.36
3	0.00	0.00	0.00	21.21	N.A.	N.A.	52.50	46.71
4	0.00	0.00	0.00	22.70	N.A.	N.A.	50.40	50.00
5	0.00	0.00	0.00	17.50	N.A.	N.A.	48.66	58.10
6	0.00	0.00	0.00	18.18	N.A.	N.A.	47.19	60.87
7	0.00	0.00	0.00	18.83	N.A.	N.A.	45.94	63.55
8	0.00	0.00	0.00	19.46	N.A.	N.A.	44.85	66.13
9	0.00	0.00	0.00	20.02	N.A.	N.A.	43.97	68.45
10	0.00	0.00	0.00	20.53	N.A.	N.A.	43.25	70.54
11	0.00	0.00	0.00	20.85	N.A.	N.A.	42.57	71.87
12	0.00	0.00	0.00	11.64	N.A.	N.A.	0.00	34.03
13	0.00	0.00	0.00	11.76	N.A.	N.A.	0.00	34.55
14	0.00	0.00	0.00	11.85	N.A.	N.A.	0.00	34.89
15	0.00	0.00	0.00	11.88	N.A.	N.A.	0.00	35.04
16	0.00	0.00	0.00	11.88	N.A.	N.A.	0.00	35.01
17	0.00	0.00	0.00	11.83	N.A.	N.A.	0.00	34.81
18	0.00	0.00	0.00	11.73	N.A.	N.A.	0.00	34.42
19	0.00	0.00	0.00	11.60	N.A.	N.A.	0.00	33.86
20	0.00	0.00	0.00	11.42	N.A.	N.A.	0.00	33.13
21	0.00	0.00	0.00	11.19	N.A.	N.A.	0.00	32.21
22	0.00	0.00	0.00	11.04	N.A.	N.A.	0.00	31.56
23	0.00	0.00	0.00	13.96	N.A.	N.A.	0.00	30.76
24	0.00	0.00	0.00	13.28	N.A.	N.A.	0.00	29.24
25	0.00	0.00	0.00	12.48	N.A.	N.A.	0.00	27.48
26	0.00	0.00	0.00	11.56	N.A.	N.A.	0.00	25.47
27	0.00	0.00	0.00	10.53	N.A.	N.A.	0.00	23.19
28	0.00	0.00	0.00	9.36	N.A.	N.A.	0.00	20.61
29	0.00	0.00	0.00	8.05	N.A.	N.A.	0.00	17.73
30	0.00	0.00	0.00	6.58	N.A.	N.A.	0.00	14.50
31	0.00	0.00	0.00	4.95	N.A.	N.A.	0.00	10.90
32	0.00	0.00	0.00	3.13	N.A.	N.A.	0.00	6.89
33	0.00	0.00	0.00	1.09	N.A.	N.A.	0.00	2.40

Slice	SPreLoad [kN/m2]	S-eff. [kN/m2]	Yield [kN/m2]	POP [kN/m2]	OCR [-]	S [-]	m [-]	Su [kN/m2]	GammaLEM [-]
1	N.A.	61.27	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
2	N.A.	63.95	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3	N.A.	66.63	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
4	N.A.	69.23	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
5	N.A.	71.53	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
6	N.A.	73.52	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
7	N.A.	75.43	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
8	N.A.	77.25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
9	N.A.	78.86	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10	N.A.	80.27	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
11	N.A.	80.79	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
12	N.A.	38.46	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
13	N.A.	38.50	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
14	N.A.	38.36	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
15	N.A.	38.02	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
16	N.A.	37.51	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
17	N.A.	36.83	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

18	N.A.	35.97	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
19	N.A.	34.95	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
20	N.A.	33.77	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
21	N.A.	32.42	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
22	N.A.	31.51	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
23	N.A.	30.38	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
24	N.A.	28.40	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
25	N.A.	26.23	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
26	N.A.	23.88	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
27	N.A.	21.35	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
28	N.A.	18.62	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
29	N.A.	15.70	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
30	N.A.	12.58	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
31	N.A.	9.25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
32	N.A.	5.70	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
33	N.A.	1.94	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

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

```
Program     : D-Geo Stability
Version     : 18.1.1.3
Company     : Royal HaskoningDHV
Date        : 4/14/2020
Time        : 1:34:22 PM

Output file : C:\Users\907443\Box\BG8375 WP MV2 Team\BG8375 Technical Data WP MV2\04_Geotechniek\V
Input file  : C:\Users\907443\Box\BG8375 WP MV2 Team\BG8375 Technical Data WP MV2\04_Geotechniek\V
==========================    BEGINNING OF DATA     ==========================


               ECHO OF THE INPUT
               =================


 Problem identification :
                        :

 Calculation model      : Bishop
 Default shear strength : C phi

               LAYER BOUNDARIES
               ================

 Boundary no.| Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   3  - X -  |  -6.21    12.30    32.30    36.30    44.88    47.41
   3  - Y -  |   4.00     4.00    10.00    10.00    12.91    11.89
             |
   3  - X -  |  49.63    67.00    75.00    76.60   179.20
   3  - Y -  |  11.00     4.00     4.00     5.50     5.50
             |
   2  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    47.41    49.63
   2  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    11.89    11.00
             |
   2  - X -  |  67.00    75.00    76.60   179.20
   2  - Y -  |   4.00     4.00     5.50     5.50
             |
   1  - X -  |  -6.21    12.30    36.30    45.05    49.63    67.00
   1  - Y -  |   4.00     4.00     6.30     9.38    11.00     4.00
             |
   1  - X -  |  75.00    76.60   179.20
   1  - Y -  |   4.00     5.50     5.50
             |
   0  - X -  |  -6.21   179.20
   0  - Y -  |  -6.00    -6.00


               PL-LINES
               ========

 Pl-line no. | Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   1  - X -  |  -6.21   179.20
   1  - Y -  |   2.00     2.00



 Unit weight of water used for calculation:     9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by Pl-line number 1


               FORBIDDEN LINES
               ===============

 No forbidden lines were input.
```

SOIL PROPERTIES

Layer no.	Material name
3	Bekleding (stortsteen)
2	Deklaag (klei)
1	Dijk materiaal (zand)

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
3	21.00	21.00	1	1
2	15.00	15.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
3	0.00	33.90	0.00	-	-	-
2	3.45	14.20	0.00	-	-	-
1	0.00	27.00	0.00	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

X co-ordinate grid left : 51.84 [m]
X co-ordinate grid right : 70.74 [m]
Number of grid points in X - direction : 10

Y co-ordinate grid bottom : 20.98 [m]
Y co-ordinate grid top : 31.97 [m]
Number of grid points in Y - direction : 10

Y co-ordinate tangent smallest circle : 3.39 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : -3.17 [m]
Number of circles per grid point : 10

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 100
Total number of slip circles in the grid : 1000

MEASURED YIELD STRESS

No measured yield stress input.

LINE LOADS

No line loads were input.

UNIFORM LOAD

==========

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	15.00	44.84	45.84	30.00	Permanent

TREE ON SLOPE
=============

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS
===

Layer number	Degree of consolidation
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES
===========

No geotextiles were input.

NAILS
=====

No nails were input.

EARTHQUAKE
==========

No earth quake factors were input.

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

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
=======================================

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = 51.84 [m]
X maximum = 70.74 [m]
Y minimum = 20.98 [m]
Y maximum = 31.97 [m]
tangent minimum = 2.66 [m]
tangent maximum = 9.23 [m]

Information on the critical circle : Fmin = 1.171
Calculation method used : Bishop - C phi
==========

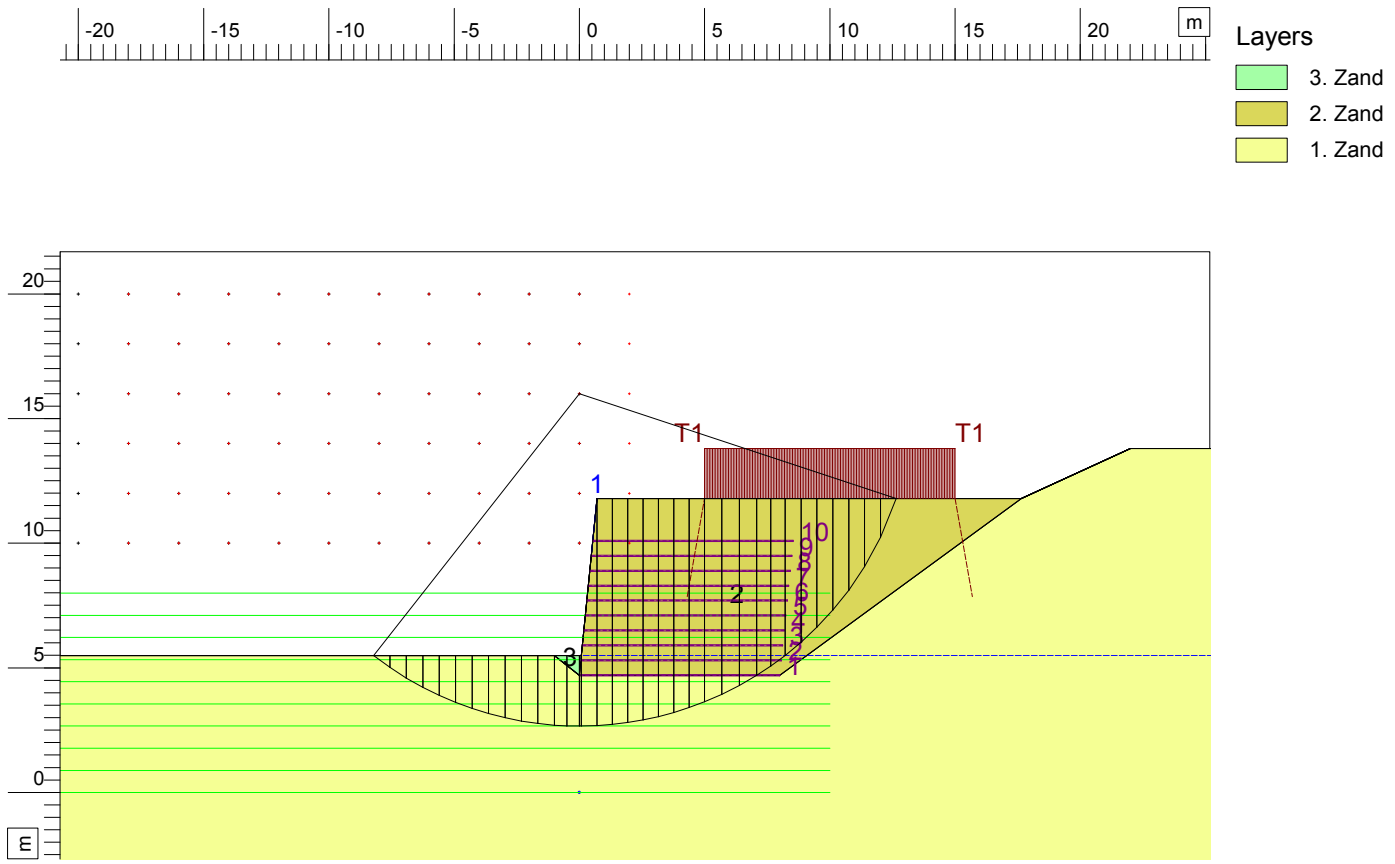
```
X co-ordinate center point      :        68.64 [m]
Y co-ordinate center point      :        27.09 [m]
Radius of critical circle       :        22.97 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment            :      1231.46 [kNm/m]
Driving moment free water       :         0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads   :         0.00 [kNm/m]
Iterated resisting moment       :      1441.74 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment   :      1409.87 [kNm/m]
```

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

Bijlage 7

Huesker Gewapende grondconstructie

Critical Circle Bishop



Xm : 0.00 [m]
Ym : 16.00 [m]

Radius : 13.33 [m]
Safety : 1.22

200204 Windpark Maasvlakte 2
DWP A- Kraanbelasting

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : 200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A kraanbelasting v2.sti

Annex -	-	4/7/2020	-
form.	ctr.	date	drw.
A3			

```
Program     : D-Geo Stability
Version     : 18.1.1.3
Company     :
Date        : 4/7/2020
Time        : 10:48:50 AM

Output file : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A kraanbelasting v2.
Input file  : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A kraanbelasting v2.
==========================    BEGINNING OF DATA     ==========================


               ECHO OF THE INPUT
               =================


 Problem identification : 200204 Windpark Maasvlakte 2
                        : DWP A- Kraanbelasting

 Calculation model      : Bishop
 Default shear strength : C phi

               LAYER BOUNDARIES
               ================

 Boundary no.| Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   3  - X -  | -50.00    -1.00     0.08     0.71    17.65    22.00
   3  - Y -  |   5.50     5.50     5.50    11.80    11.80    13.80
             |
   3  - X -  |  26.00    37.40    41.40    50.00
   3  - Y -  |  13.80    10.00    10.00     8.28
             |
   2  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     0.08     0.71    17.65
   2  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     5.50    11.80    11.80
             |
   2  - X -  |  22.00    26.00    37.40    41.40    50.00
   2  - Y -  |  13.80    13.80    10.00    10.00     8.28
             |
   1  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     8.00    17.65    22.00
   1  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     4.70    11.80    13.80
             |
   1  - X -  |  26.00    37.40    41.40    50.00
   1  - Y -  |  13.80    10.00    10.00     8.28
             |
   0  - X -  | -50.00    50.00
   0  - Y -  | -16.50   -16.50


               PL-LINES
               ========

 Pl-line no. | Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   1  - X -  | -50.00    50.00
   1  - Y -  |   5.50     5.50



 Unit weight of water used for calculation:     9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by Pl-line number 1


               FORBIDDEN LINES
               ===============

    Line     | X-start | Y-start |  X-end  |  Y-end  |
   number    |   [m]   |   [m]   |   [m]   |   [m]   |
```

1	0.71	11.80	0.48	9.50

SOIL PROPERTIES

Layer no.	Material name
3	Zand
2	Zand
1	Zand

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
3	18.00	20.00	1	1
2	18.00	20.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
3	0.00	27.01	27.01	-	-	-
2	0.00	27.01	27.01	-	-	-
1	0.00	27.01	27.01	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

X co-ordinate grid left : -20.00 [m]
X co-ordinate grid right : 0.00 [m]
Number of grid points in X - direction : 11

Y co-ordinate grid bottom : 10.00 [m]
Y co-ordinate grid top : 30.00 [m]
Number of grid points in Y - direction : 11

Y co-ordinate tangent smallest circle : 8.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : 0.00 [m]
Number of circles per grid point : 10

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 121
Total number of slip circles in the grid : 1210

MEASURED YIELD STRESS

No measured yield stress input.

LINE LOADS

No line loads were input.

UNIFORM LOAD

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	78.00	5.00	15.00	10.00	Temporary

TREE ON SLOPE

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS

Layer number	Degree of consolidation
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES

Geotextile number	E.T.S [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Y [m]	reduction zone [m]
1	53.73	0.00	8.00	4.70	1.00
2	53.73	0.06	8.06	5.30	1.00
3	40.30	0.12	8.12	5.90	1.00
4	40.30	0.18	8.18	6.50	1.00
5	40.30	0.24	8.24	7.10	1.00
6	40.30	0.30	8.30	7.70	1.00
7	40.30	0.36	8.36	8.30	1.00
8	40.30	0.42	8.42	8.90	1.00
9	29.55	0.48	8.48	9.50	1.00
10	88.65	0.54	8.54	10.10	1.00

E.T.S. = Effective tensile strength

NAILS

No nails were input.

EARTHQUAKE

No earth quake factors were input.

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

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
==========

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = -18.00 [m]
X maximum = 2.00 [m]
Y minimum = 10.00 [m]
Y maximum = 30.00 [m]

Information on the critical circle : Fmin = 1.224
Calculation method used : Bishop - C phi

X co-ordinate center point : 0.00 [m]
Y co-ordinate center point : 16.00 [m]
Radius of critical circle : 13.33 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment : -12074.09 [kNm/m]
Driving moment free water : 0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads : -5270.37 [kNm/m]
Iterated resisting moment : 14780.19 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment : 14259.70 [kNm/m]

Information of the geotextile results

	intersection point		embedding	mobilized embedd.		resisting
nr	X-coord [m]	Y-coord [m]	length min. [m]	tensile strength [%]	[kN/m]	moment [kNm/m]
1	7.08	4.70	0.92	92	49.58	560.23
2	7.96	5.30	0.10	10	5.62	60.16
3	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Total resisting moment from geotextiles						620.39

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

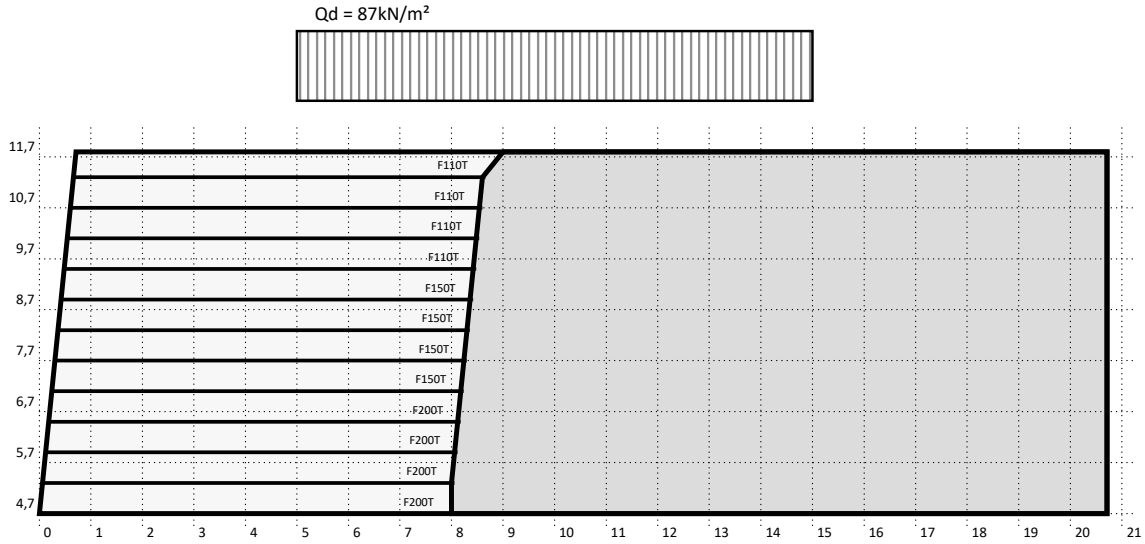
1. Samenvatting

Omschrijving:	200204 WP Maasvlakte 2 DWP A Eindsituatie v2				
Opsteller	[redacted]		Datum	6-04-20	
u.c. Lokale stabiliteit		Treksterkte	0,86		
		Aanhechting	0,45		
u.c. Globale interne stabiliteit			0,75		

u.c. draagkracht	0,24
u.c. horizontaal glijden	0,45

2. Invoer

2.1 Geometrie van de constructie



2.2 Gevolgklasse en partiële factoren

Gevolgklasse	CC3			
BELASTINGFACTOREN				
Permanente belasting, ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,00		
Permanente belasting, gunstig	$\gamma_{G;stb}$	1,00		
Veranderelijke belasting, ongunstig	$\gamma_{Q;stb}$	1,45		
Veranderelijke belasting, gunstig	$\gamma_{Q;stb}$	0,00		
MATERIAALFACTOREN	**INTERN**		**Extern**	
Hoek van inwendige wrijving	γ_{φ}	1,30	γ_{φ}	1,15
Effectieve cohesie	γ_{c}	1,60	γ_{c}	1,60
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	2,00	γ_{cu}	1,35
Volumiek gewicht	γ_{γ}	1,00	γ_{γ}	1,10
Treksterkte wapening	γ_{R}	1,15	γ_{R}	1,15
Aanhechting wapening	γ_{μ}	1,30	γ_{μ}	1,30

2.3 Grondgegevens

Grondwaterstand	5,50	m

	Materiaal	Niveau		φ	c'	γdr	γsat	cu;d
Gewapende grond	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Achteraanvulling	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Ondergrond	Zand	5,60	5,50	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
	Zand	5,50	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00

2.4 Eigenschappen grondwapening

Ontwerplevensduur	100
Installatie schade	Coarse grain
Milieu	4<pH<9

UV blootstelling	<2 maanden

Naam	$R_{g;ld;d}$	γ_R	$R_{g;ld;k}$	$R_{g;kd;k}$	RF_{CR}	RF_{ID}	RF_{ch}	RF_w	f_d	f_s	As
F110T	28,27	1,15	32,51	110,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00	0,90
F150T	38,55	1,15	44,33	150,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00	0,90
F200T	51,39	1,15	59,10	200,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00	0,90

2.5 Invoer grondwapening

Laag	Z	WapeningType	L	$R_{g;ld;d}$	As	Textra
1	4,70	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
2	5,30	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
3	5,90	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
4	6,50	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
5	7,10	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
6	7,70	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
7	8,30	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
8	8,90	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
9	9,50	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
10	10,10	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
11	10,70	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
12	11,30	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00

2.6 Geometrie gewapende grond

Punt	X	Y
1	0,00	4,70
2	0,96	14,30
3	4,46	14,30
4	4,46	11,90
5	24,46	11,90

2.7 Geometrie achteraanvulling

Punt	X	Y
1	0,00	12,70
2	0,60	12,70
3	0,60	12,90
4	2,60	12,90
5	2,60	13,10
6	4,60	13,10
7	4,60	13,30
8	6,60	13,30
9	6,60	13,70

2.8 Bovenbelasting

Naam	Q_{kar}	γ	Qd	X_1	X_2	X_3	X_4
Variabel 2	20,00	1,45	29,00	2,00	2,00	4,40	4,40

2.9 Landhoofd

Naam	F_{kar}	γ	Rd	X_1	X_2	Y
Strook Verticaal Permanent	75,00	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Verticaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Permanent	12,25	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65

3. Resultaten

3.1 Lokale stabiliteit - toets treksterkte

#	Y	WapeningType	$R_{g;ld;d}$	θ_{max}	$T_{i;d}$	u.c.
1	0,00	F200T	51,4	31,0	20,3	0,4
2	0,60	F200T	51,4	32,0	39,2	0,8
3	1,20	F200T	51,4	34,0	37,4	0,7
4	1,80	F200T	51,4	36,0	35,3	0,7
5	2,40	F150T	38,6	36,0	33,0	0,9
6	3,00	F150T	38,6	36,0	30,7	0,8
7	3,60	F150T	38,6	36,0	28,5	0,7
8	4,20	F150T	38,6	36,0	26,2	0,7
9	4,80	F110T	28,3	37,0	23,9	0,8
10	5,40	F110T	28,3	45,0	19,8	0,7
11	6,00	F110T	28,3	36,0	13,6	0,5
12	6,60	F110T	28,3	41,0	11,8	0,4

3.2 Lokale stabiliteit - Aanhechting

#	Y	WapeningType	$T_{i;d}$	As	L	La	σ_v	Ra	u.c.
1	0,00	F200T	20,27	0,90	8,0	8,0	160,0	443,0	0,05
2	0,60	F200T	39,19	0,90	8,0	7,7	154,5	410,9	0,10
3	1,20	F200T	37,37	0,90	8,0	7,4	145,8	372,0	0,10
4	1,80	F200T	35,26	0,90	8,0	7,1	134,0	327,3	0,11
5	2,40	F150T	32,99	0,90	8,0	6,7	121,6	283,6	0,12
6	3,00	F150T	30,72	0,90	8,0	6,4	109,0	242,4	0,13
7	3,60	F150T	28,45	0,90	8,0	6,1	95,1	201,2	0,14
8	4,20	F150T	26,19	0,90	8,0	5,8	80,3	161,1	0,16
9	4,80	F110T	23,91	0,90	8,0	5,5	65,2	123,6	0,19
10	5,40	F110T	19,81	0,90	8,0	5,2	49,5	88,6	0,22
11	6,00	F110T	13,61	0,90	8,0	4,9	33,4	56,0	0,24
12	6,60	F110T	11,81	0,90	8,0	4,5	16,5	26,0	0,45

3.3 Globale inwendige stabiliteit

#	Y	WapeningType	θ_{max}	$Z_{i;d}$	Σra	u.c.
1	0,00	F200T	32,0	306,2	419,1	0,7
2	0,60	F200T	34,0	271,1	368,3	0,7
3	1,20	F200T	36,0	236,3	318,7	0,7
4	1,80	F200T	38,0	201,3	267,3	0,8
5	2,40	F150T	39,0	167,4	228,7	0,7
6	3,00	F150T	39,0	135,8	190,2	0,7
7	3,60	F150T	40,0	106,6	151,6	0,7
8	4,20	F150T	41,0	79,7	113,1	0,7
9	4,80	F110T	43,0	55,3	84,8	0,7
10	5,40	F110T	45,0	33,7	56,5	0,6
11	6,00	F110T	40,0	18,2	28,3	0,6

4. Uitvoer per laag

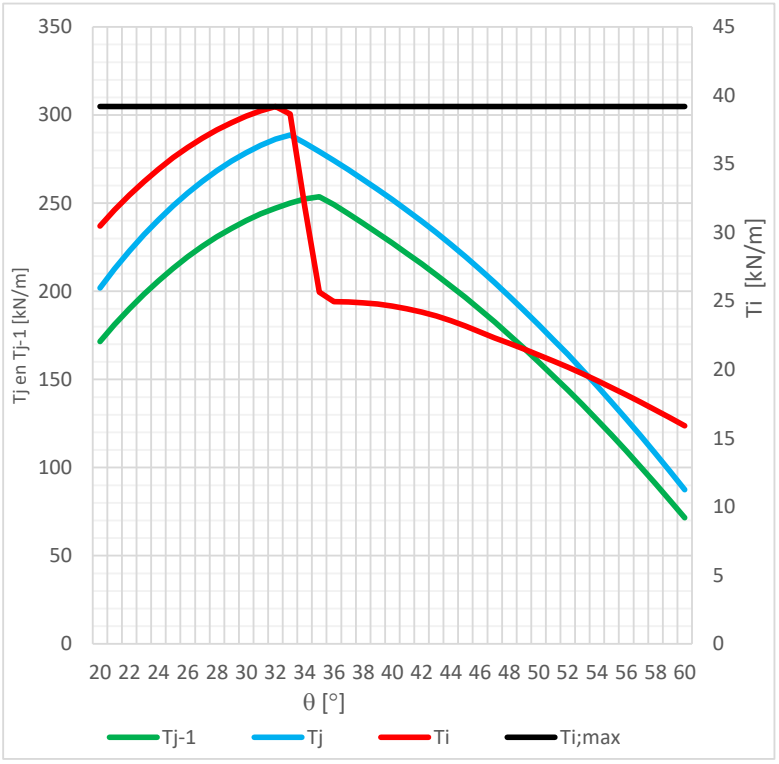
4.1 Laag 2

Y	0,60	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

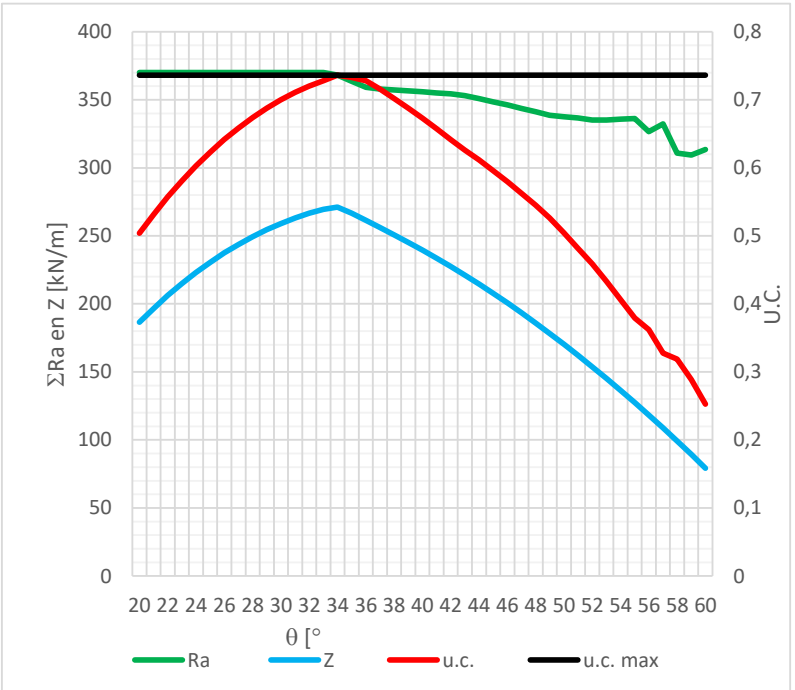
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	39,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	39,19	kN/m'

θ_{max}	32,0	°
σ_v	154,5	kN/m²
La	7,7	m
Ra	410,9	kN/m²
	U.C.	0,10
Rd	51,4	kN/m²
	U.C.	0,76



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	34,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	271,1	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	271,1	kN/m'
ΣRa	368,3	kN/m'
	U.C.	0,74



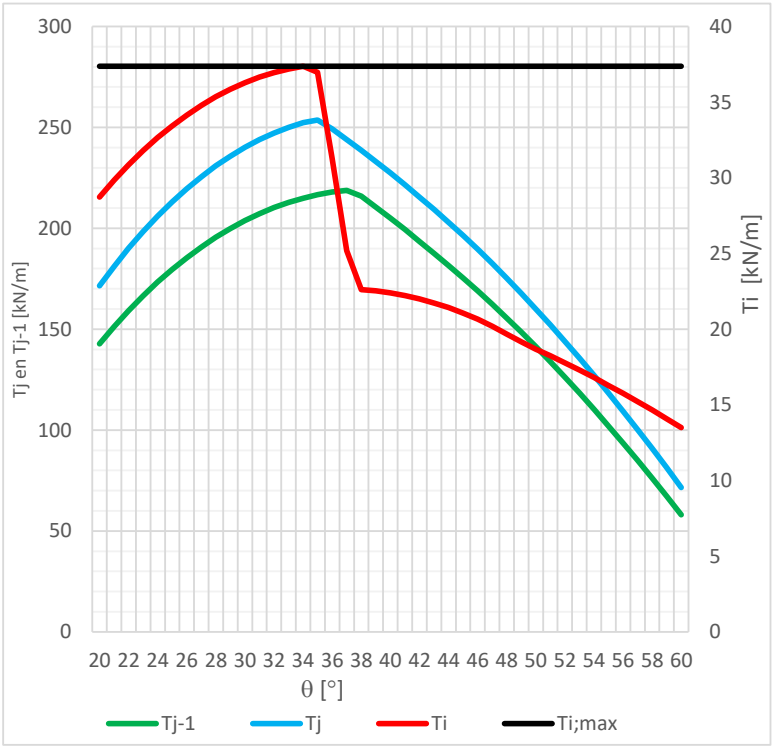
4.2 Laag 3

Y	1,20	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

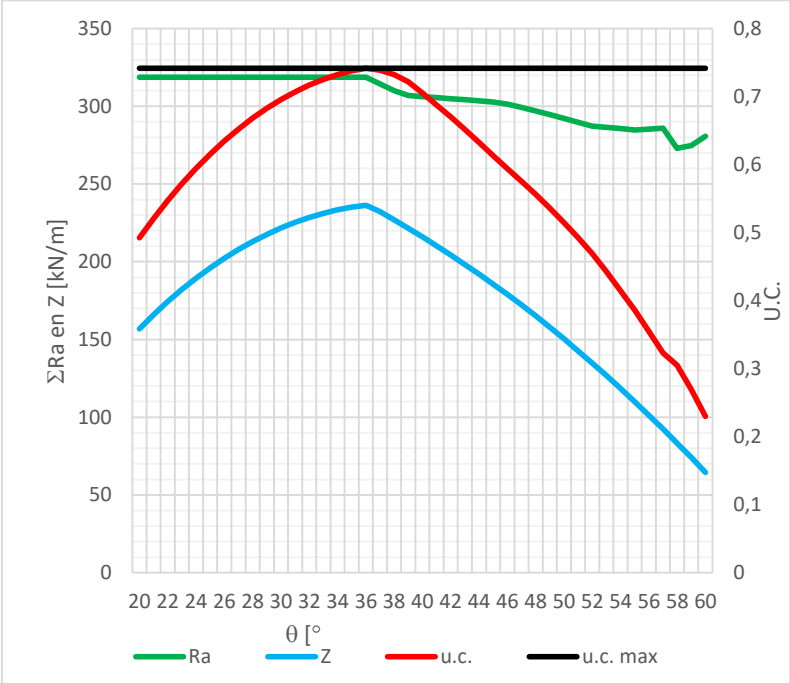
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	37,37	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	37,37	kN/m'

θ_{max}	34,0	°
σ_v	145,8	kN/m²
La	7,4	m
Ra	372,0	kN/m²
	U.C.	0,10
Rd	51,4	kN/m²
	U.C.	0,73



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	36,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	236,3	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	236,3	kN/m'
ΣRa	318,7	kN/m'
	U.C.	0,74



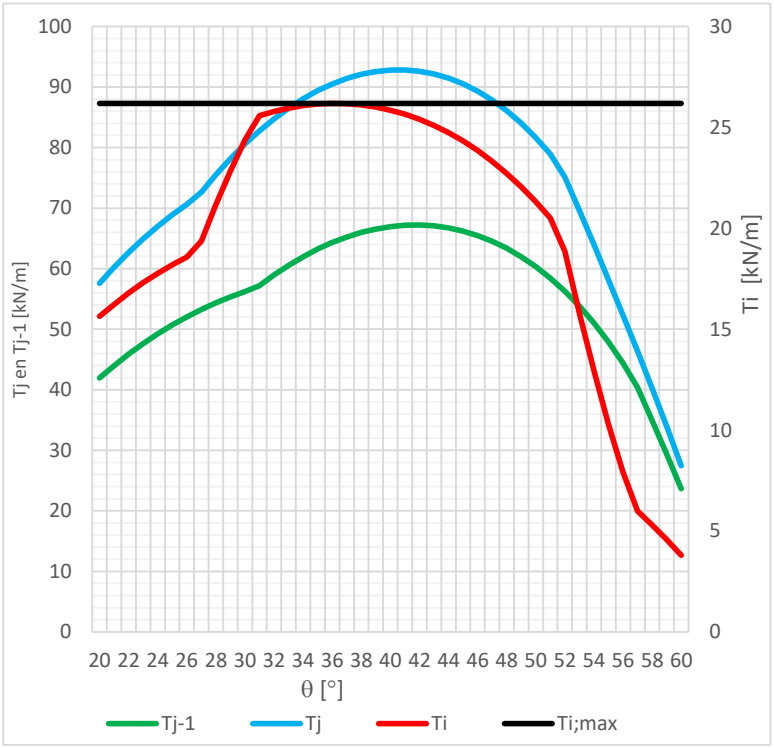
4.3 Laag 8

Y	4,20	m
L	8,00	m
Type	F150T	

LOKAAL 6,10

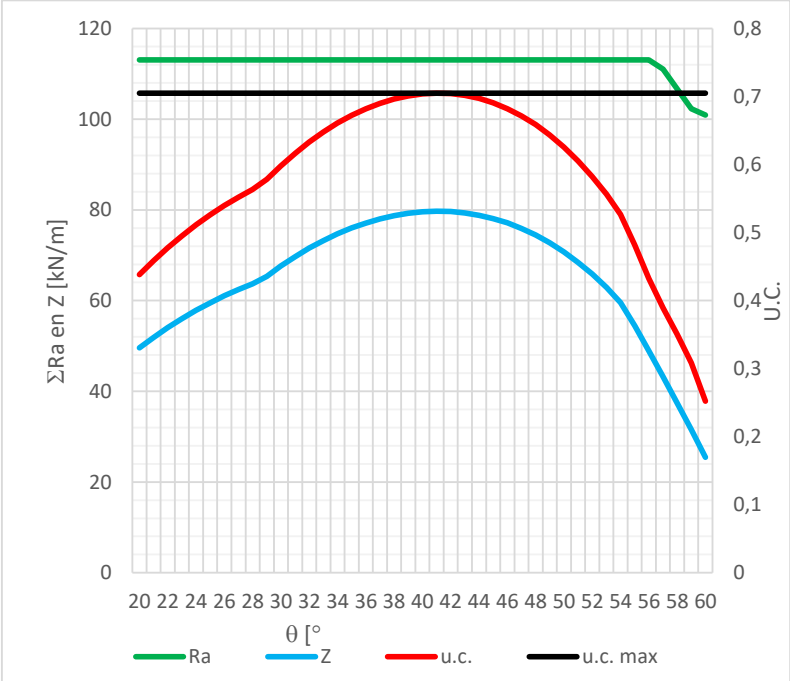
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	26,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	26,19	kN/m'

θ_{max}	36,0	°
σ_v	80,3	kN/m²
La	5,8	m
Ra	161,1	kN/m²
	U.C.	0,16
Rd	38,6	kN/m²
	U.C.	0,68



GLOBAAL 6.20

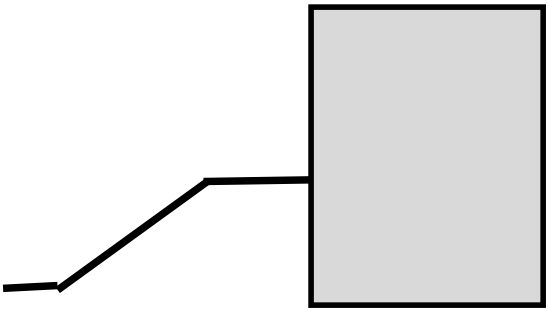
θ_{max}	41,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	79,7	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	79,7	kN/m'
ΣRa	113,1	kN/m'
	U.C.	0,70



5. Horizontaal glijden en draagkracht van de ondergrond

5.1 Geometrie maaiveld

Breedte berm	50,00	m
Breedte talud	5,00	m
Hoogte talud	2,00	m
β	0,00	°
d	0,90	m
A_e	15,29	m
Rekenen met talud	NEEN	15,29 < 50



5.2 Resultaat gronddruk achterzijde gewapende grond

V_d	1424,02	kN/m'
H_d	230,46	kN/m'
M_d	4367,98	kNm/m'

B_{ef}	6,13	m
L_{ef}	100	m
A_e	15,29	m

5.3 Controle horizontaal glijden

$R_{h;grond;d}$	588,21	kN/m'	u.c	0,31
$R_{h;wapening;d}$	407,22	kN/m'	u.c.	0,45

5.4 Controle draagkracht gedraineerde toestand

Bepaling parameters	c	Verschil > 6. Ponzen				
Toegepaste parameters		φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
		28,99	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd		1200,29	<	5012	uc	0,24
Rd = σmax;d x Bef		757,90	x	6,614	=	5012

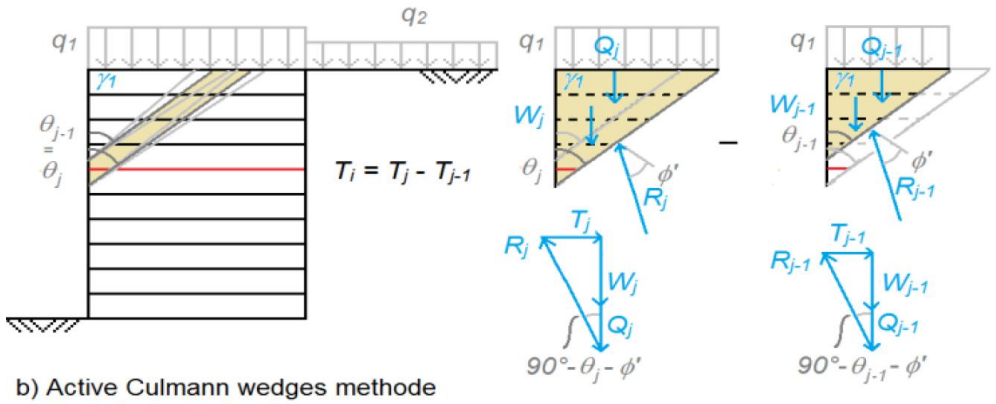
C'gem;d	0,00	σv;z;d	14,50	γgem;d	14,50
Nc	27,83	Nq	16,42	Nγ	17,08
sc	1,03	sq	1,03	sλ	0,98
ic	0,69	iq	0,71	iγ	0,61
λc	1,00	λq	1,00	λλ	1,00

5.5 Controle draagkracht ongedraineerde toestand

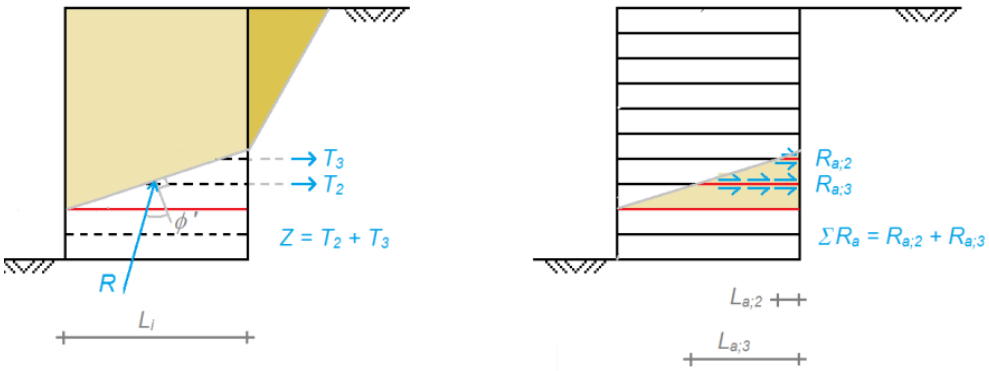
Bepaling parameters	c	Niet-cohesieve grondslag onder fundering. Ponzen en profiel doorzette				
Toegepaste parameters		φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
		32,50	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd		1200,29	#####	#####	uc	#####
Rd = σmax;d x Bef		#######	x	6,614	=	#####

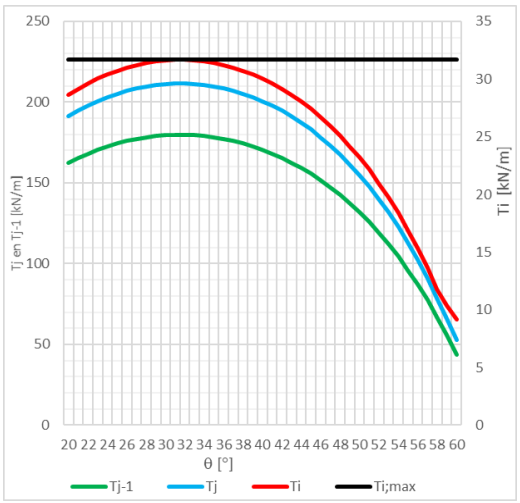
Cu;d	0,00	σv;z;d	14,50
sc	Sc	λq	1,00
ic	########		
λc	1,00		

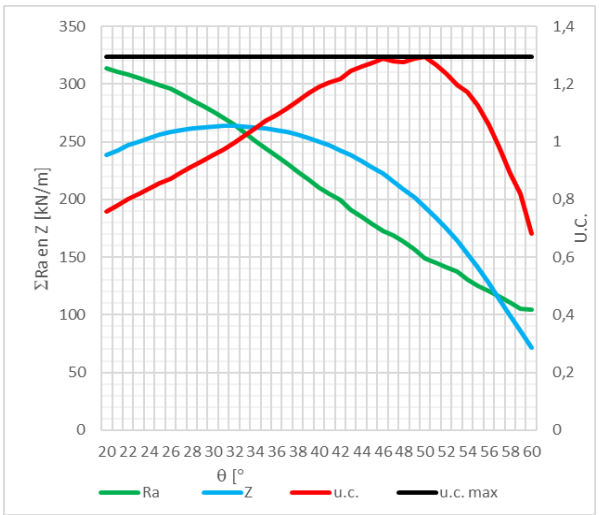
6. Verklaring grafieken



b) Active Culmann wedges methode (met single wedges)







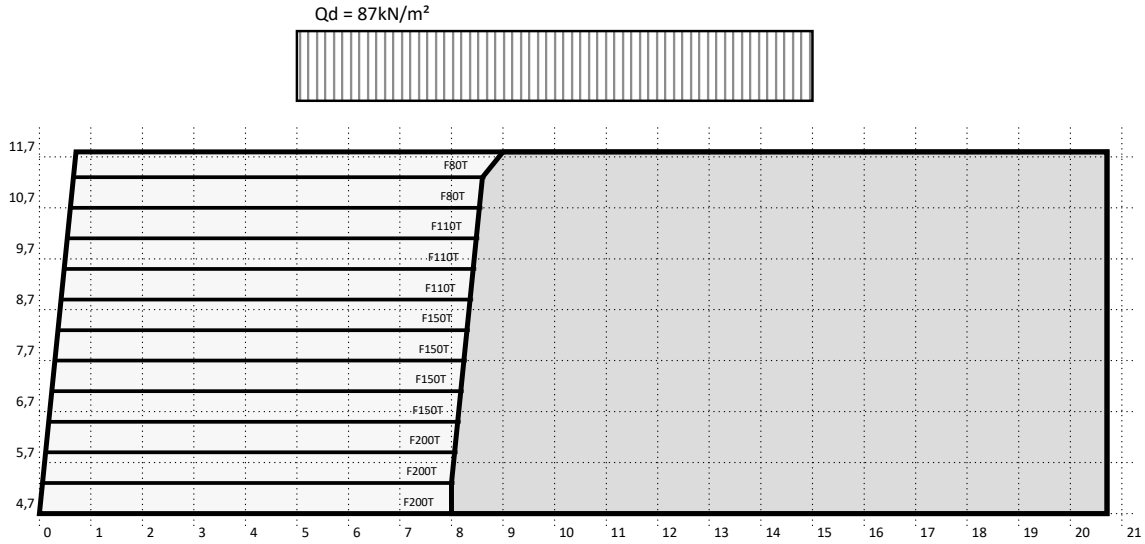
1. Samenvatting

Omschrijving:	200204 WP Maasvlakte 2 DWP A Kraanbelasting v2				
Opsteller	[redacted]		Datum	6-04-20	
u.c. Lokale stabiliteit		Treksterkte	0,83		
		Aanhechting	0,10		
u.c. Globale interne stabiliteit			0,50		

u.c. draagkracht	0,38
u.c. horizontaal glijden	0,84

2. Invoer

2.1 Geometrie van de constructie



2.2 Gevolgklasse en partiële factoren

Gevolgklasse	CC3			
BELASTINGFACTOREN				
Permanente belasting, ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,00		
Permanente belasting, gunstig	$\gamma_{G;stb}$	1,00		
Veranderelijke belasting, ongunstig	$\gamma_{Q;stb}$	1,45		
Veranderelijke belasting, gunstig	$\gamma_{Q;stb}$	0,00		
MATERIAALFACTOREN	**INTERN**		**Extern**	
Hoek van inwendige wrijving	γ_{φ}	1,30	γ_{φ}	1,15
Effectieve cohesie	γ_{c}	1,60	γ_{c}	1,60
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	2,00	γ_{cu}	1,35
Volumiek gewicht	γ_{γ}	1,00	γ_{γ}	1,10
Treksterkte wapening	γ_{R}	1,15	γ_{R}	1,15
Aanhechting wapening	γ_{μ}	1,30	γ_{μ}	1,30

2.3 Grondgegevens

Grondwaterstand	5,50	m

	Materiaal	Niveau		φ	c'	γdr	γsat	cu;d
Gewapende grond	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Achteraanvulling	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Ondergrond	Zand	5,60	5,50	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
	Zand	5,50	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00

2.4 Eigenschappen grondwapening

Ontwerplevensduur	100
Installatie schade	Coarse grain
Milieu	4<pH<9

UV blootstelling	<2 maanden

Naam	$R_{g;ld;d}$	γ_R	$R_{g;ld;k}$	$R_{g;kd;k}$	RF_{CR}	RF_{ID}	RF_{ch}	RF_w	f_d	f_s	As
F80T	22,61	1,15	26,01	80,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F110T	31,09	1,15	35,76	110,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F150T	42,40	1,15	48,76	150,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F200T	56,53	1,15	65,01	200,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90

2.5 Invoer grondwapening

Laag	Z	WapeningType	L	$R_{g;ld;d}$	As	Textra
1	4,70	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
2	5,30	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
3	5,90	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
4	6,50	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
5	7,10	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
6	7,70	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
7	8,30	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
8	8,90	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
9	9,50	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
10	10,10	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
11	10,70	F80T	8,00	22,61	0,90	0,00
12	11,30	F80T	8,00	22,61	0,90	0,00

2.6 Geometrie gewapende grond

Punt	X	Y
1	0,00	4,70
2	0,71	11,80
3	20,71	11,80

2.7 Geometrie achteraanvulling

Punt	X	Y
1	0,00	12,70
2	0,60	12,70
3	0,60	12,90
4	2,60	12,90
5	2,60	13,10
6	4,60	13,10
7	4,60	13,30
8	6,60	13,30
9	6,60	13,70

2.8 Bovenbelasting

Naam	Q_{kar}	γ	Qd	X_1	X_2	X_3	X_4
Variabel 1	60,00	1,45	87,00	5,00	5,00	15,00	15,00

2.9 Landhoofd

Naam	F_{kar}	γ	Rd	X_1	X_2	Y
Strook Verticaal Permanent	75,00	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Verticaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Permanent	12,25	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65

3. Resultaten

3.1 Lokale stabiliteit - toets treksterkte

#	Y	WapeningType	$R_{g;ld;d}$	θ_{max}	$T_{i;d}$	u.c.
1	0,00	F200T	56,5	37,0	21,8	0,4
2	0,60	F200T	56,5	39,0	41,6	0,7
3	1,20	F200T	56,5	41,0	38,8	0,7
4	1,80	F150T	42,4	44,0	35,3	0,8
5	2,40	F150T	42,4	47,0	30,9	0,7
6	3,00	F150T	42,4	51,0	25,7	0,6
7	3,60	F150T	42,4	55,0	18,6	0,4
8	4,20	F110T	31,1	36,0	11,0	0,4
9	4,80	F110T	31,1	36,0	8,7	0,3
10	5,40	F110T	31,1	36,0	6,4	0,2
11	6,00	F80T	22,6	36,0	4,2	0,2
12	6,60	F80T	22,6	36,0	2,0	0,1

3.2 Lokale stabiliteit - Aanhechting

#	Y	WapeningType	$T_{i;d}$	As	L	La	σ_v	Ra	u.c.
1	0,00	F200T	21,78	0,90	8,0	8,0	161,5	492,1	0,04
2	0,60	F200T	41,6	0,90	8,0	7,4	159,2	450,9	0,09
3	1,20	F200T	38,81	0,90	8,0	6,9	151,6	396,9	0,10
4	1,80	F150T	35,28	0,90	8,0	6,3	144,5	347,5	0,10
5	2,40	F150T	30,93	0,90	8,0	5,8	138,3	303,0	0,10
6	3,00	F150T	25,7	0,90	8,0	5,2	133,2	263,4	0,10
7	3,60	F150T	18,6	0,90	8,0	4,6	129,6	228,6	0,08
8	4,20	F110T	10,96	0,90	8,0	4,1	128,2	198,7	0,06
9	4,80	F110T	8,695	0,90	8,0	3,5	130,0	173,7	0,05
10	5,40	F110T	6,427	0,90	8,0	2,9	119,3	133,9	0,05
11	6,00	F80T	4,159	0,90	8,0	2,4	107,9	98,1	0,04
12	6,60	F80T	2,016	0,90	8,0	1,8	96,5	67,1	0,03

3.3 Globale inwendige stabiliteit

#	Y	WapeningType	θ_{max}	$Z_{i;d}$	Σra	u.c.
1	0,00	F200T	46,0	210,7	421,2	0,5
2	0,60	F200T	47,0	172,2	364,6	0,5
3	1,20	F200T	48,0	136,6	308,1	0,4
4	1,80	F150T	50,0	104,3	265,7	0,4
5	2,40	F150T	51,0	75,3	223,3	0,3
6	3,00	F150T	36,0	53,0	180,9	0,3
7	3,60	F150T	36,0	38,6	138,5	0,3
8	4,20	F110T	36,0	26,5	107,4	0,2
9	4,80	F110T	36,0	16,7	76,3	0,2
10	5,40	F110T	36,0	9,1	45,2	0,2
11	6,00	F80T	36,0	3,8	22,6	0,2

4. Uitvoer per laag

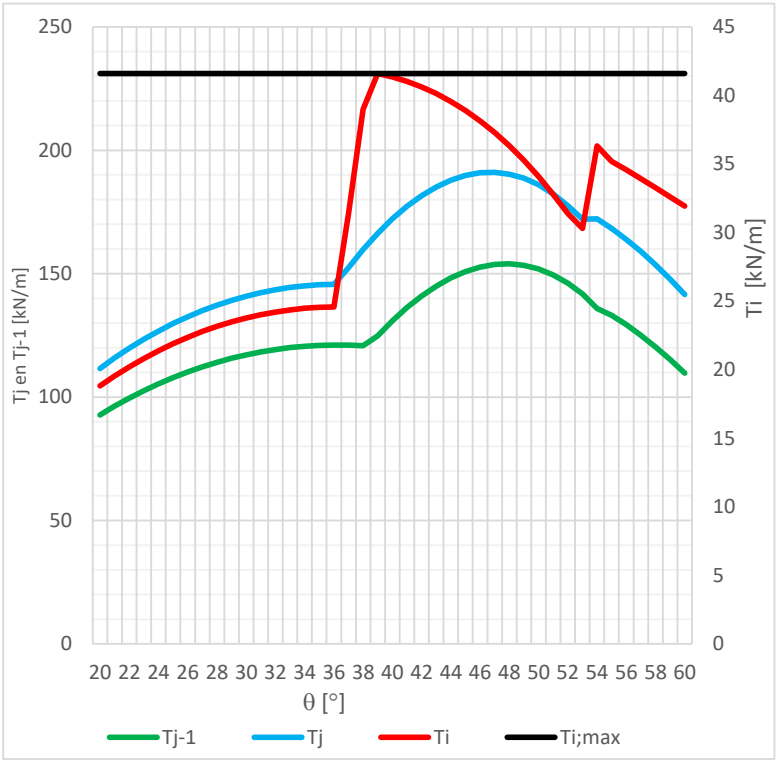
4.1 Laag 2

Y	0,60	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

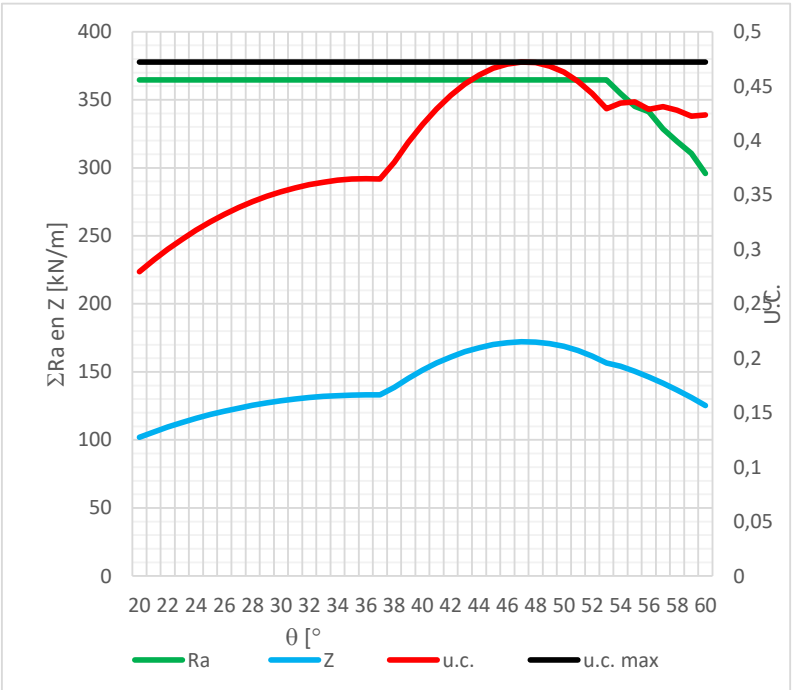
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	41,60	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	41,60	kN/m'

θ_{max}	39,0	°
σ_v	159,2	kN/m²
La	7,4	m
Ra	450,9	kN/m²
	U.C.	0,09
Rd	56,5	kN/m²
	U.C.	0,74



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	47,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	172,2	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	172,2	kN/m'
ΣRa	364,6	kN/m'
	U.C.	0,47



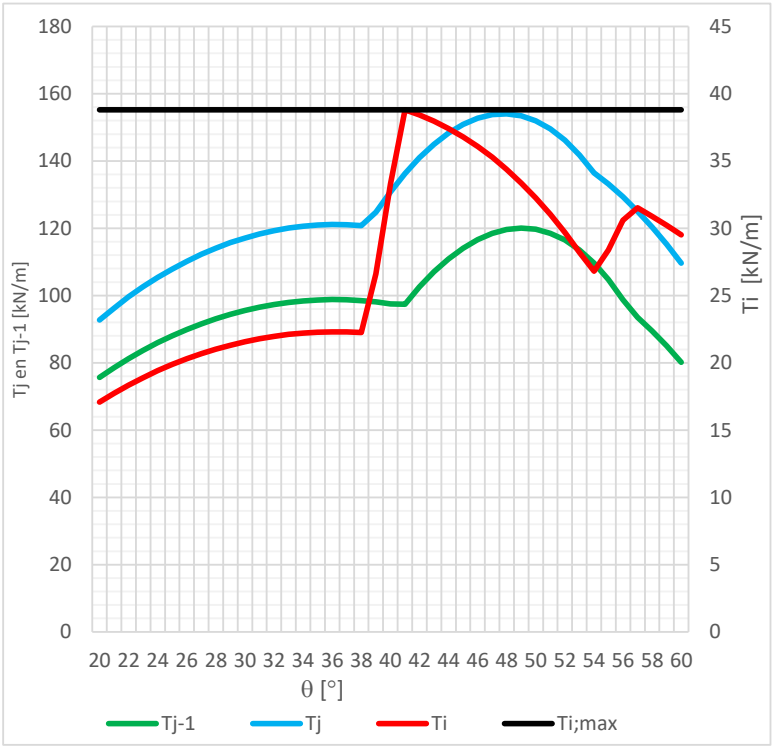
4.2 Laag 3

Y	1,20	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

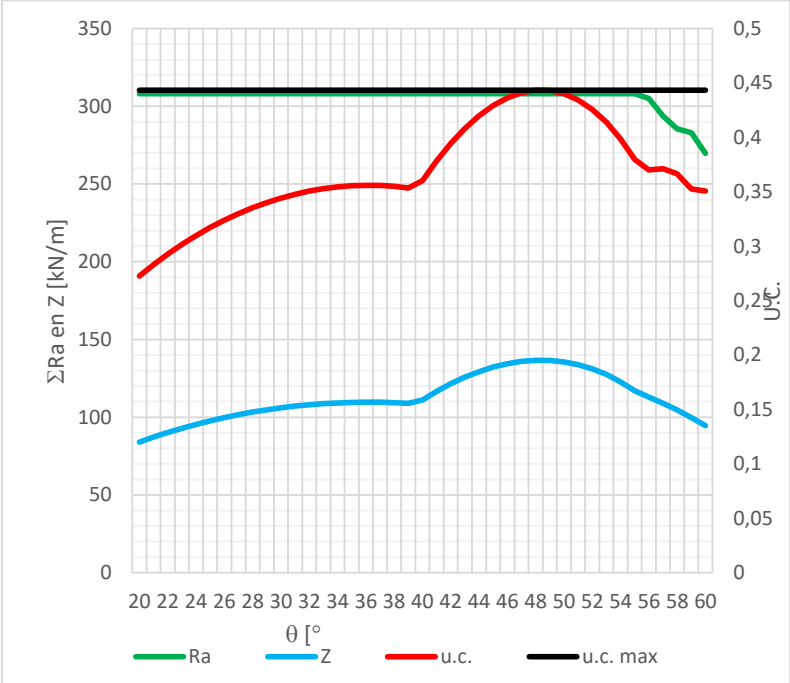
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	38,81	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	38,81	kN/m'

θ_{max}	41,0	°
σ_v	151,6	kN/m²
La	6,9	m
Ra	396,9	kN/m²
	U.C.	0,10
Rd	56,5	kN/m²
	U.C.	0,69



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	48,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	136,6	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	136,6	kN/m'
ΣRa	308,1	kN/m'
	U.C.	0,44



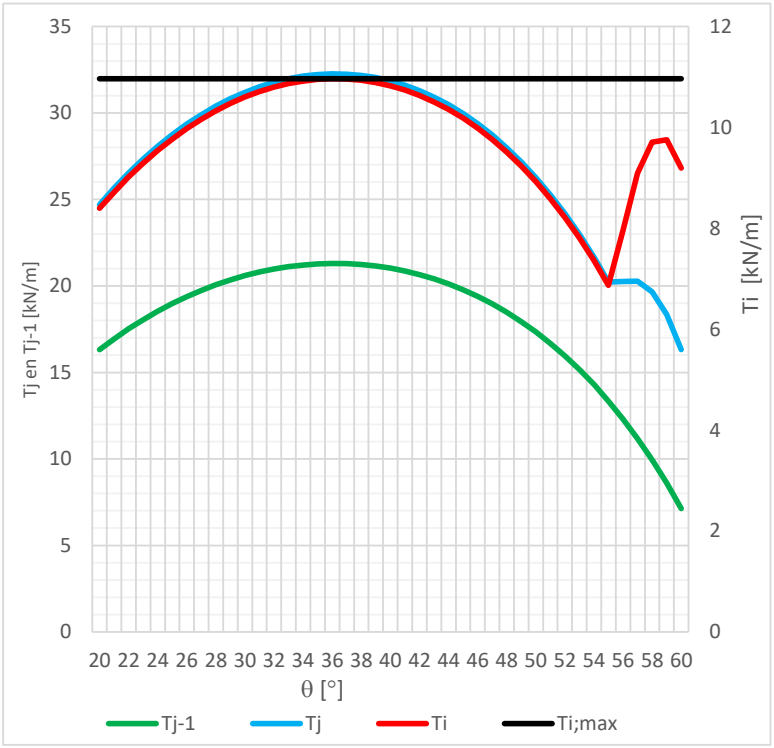
4.3 Laag 8

Y	4,20	m
L	8,00	m
Type	F110T	

LOKAAL 6,10

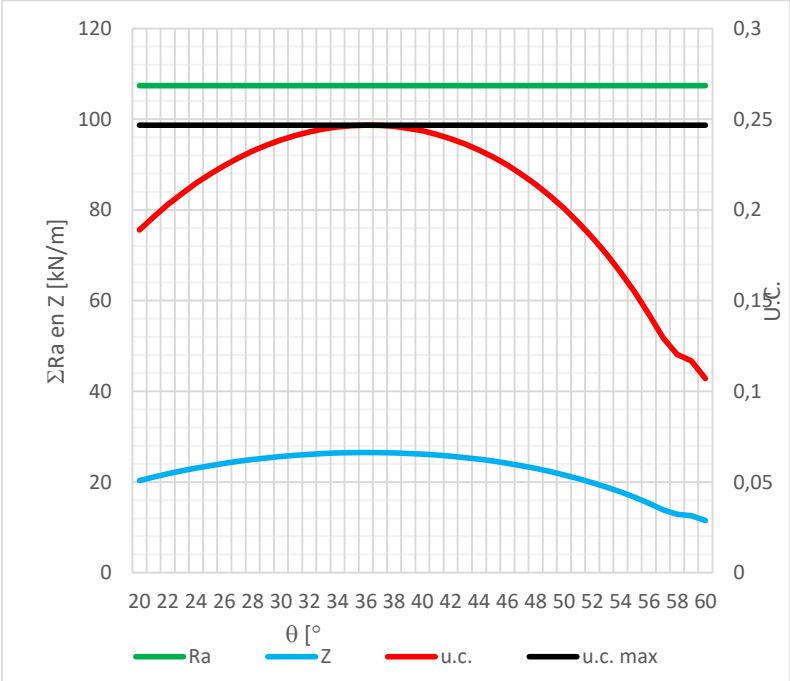
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	10,96	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	10,96	kN/m'

θ_{max}	36,0	°
σ_v	128,2	kN/m²
La	4,1	m
Ra	198,7	kN/m²
	U.C.	0,06
Rd	31,1	kN/m²
	U.C.	0,35



GLOBAAL 6.20

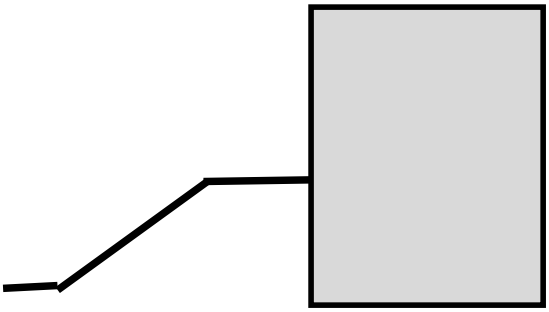
θ_{max}	36,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	26,5	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	26,5	kN/m'
ΣRa	107,4	kN/m'
	U.C.	0,25



5. Horizontaal glijden en draagkracht van de ondergrond

5.1 Geometrie maaiveld

Breedte berm	50,00	m
Breedte talud	5,00	m
Hoogte talud	2,00	m
β	0,00	°
d	0,90	m
A_e	15,61	m
Rekenen met talud	NEEN	15,61 < 50



5.2 Resultaat gronddruk achterzijde gewapende grond

V_d	1424,02	kN/m'
H_d	230,46	kN/m'
M_d	4367,98	kNm/m'

B_{ef}	6,13	m
L_{ef}	100	m
A_e	15,61	m

5.3 Controle horizontaal glijden

$R_{h;grond;d}$	695,81	kN/m'	u.c	0,58
$R_{h;wapening;d}$	481,71	kN/m'	u.c.	0,84

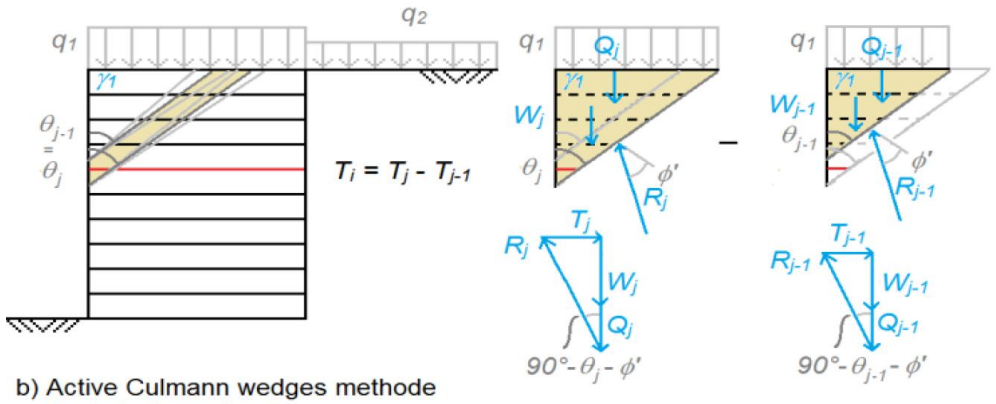
5.4 Controle draagkracht gedraineerde toestand

Bepaling parameters		c	Verschil > 6. Ponzen				
Toegepaste parameters			φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
			28,99	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd			1419,85	<	3767	uc	0,38
Rd = σmax;d x Bef			511,62	x	7,362	=	3767
C'gem;d	0,00	σv;z;d	14,50	γgem;d	14,50		
Nc	27,83	Nq	16,42	Nγ	17,08		
sc	1,04	sq	1,04	sλ	0,98		
ic	0,48	iq	0,51	iγ	0,36		
λc	1,00	λq	1,00	λλ	1,00		

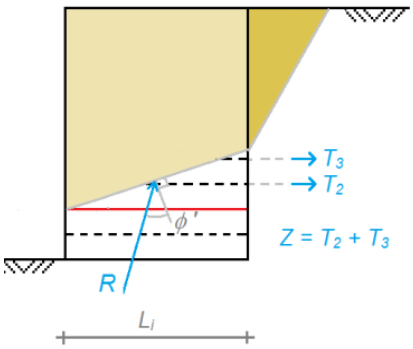
5.5 Controle draagkracht ongedraineerde toestand

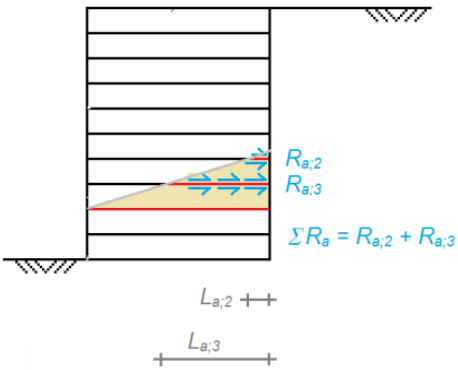
Bepaling parameters		c	Niet-cohesieve grondslag onder fundering. Ponzen en profiel doorzette				
Toegepaste parameters			φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
			32,50	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd			1419,85	#####	#####	uc	#####
Rd = σmax;d x Bef			#######	x	7,362	=	#####
Cu;d	0,00	σv;z;d	14,50				
sc	Sc	λq	1,00				
ic	########						
λc	1,00						

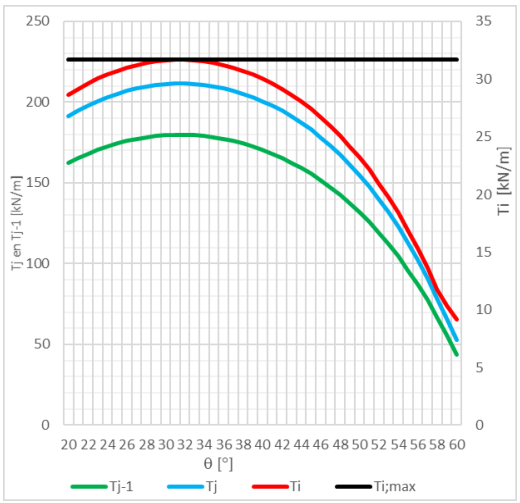
6. Verklaring grafieken

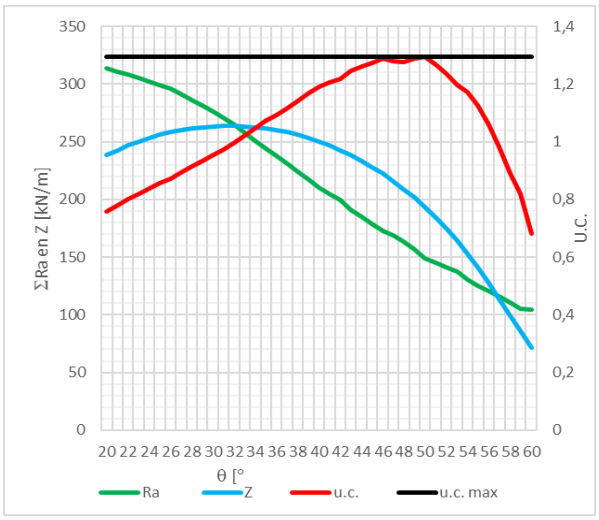


b) Active Culmann wedges methode (met single wedges)

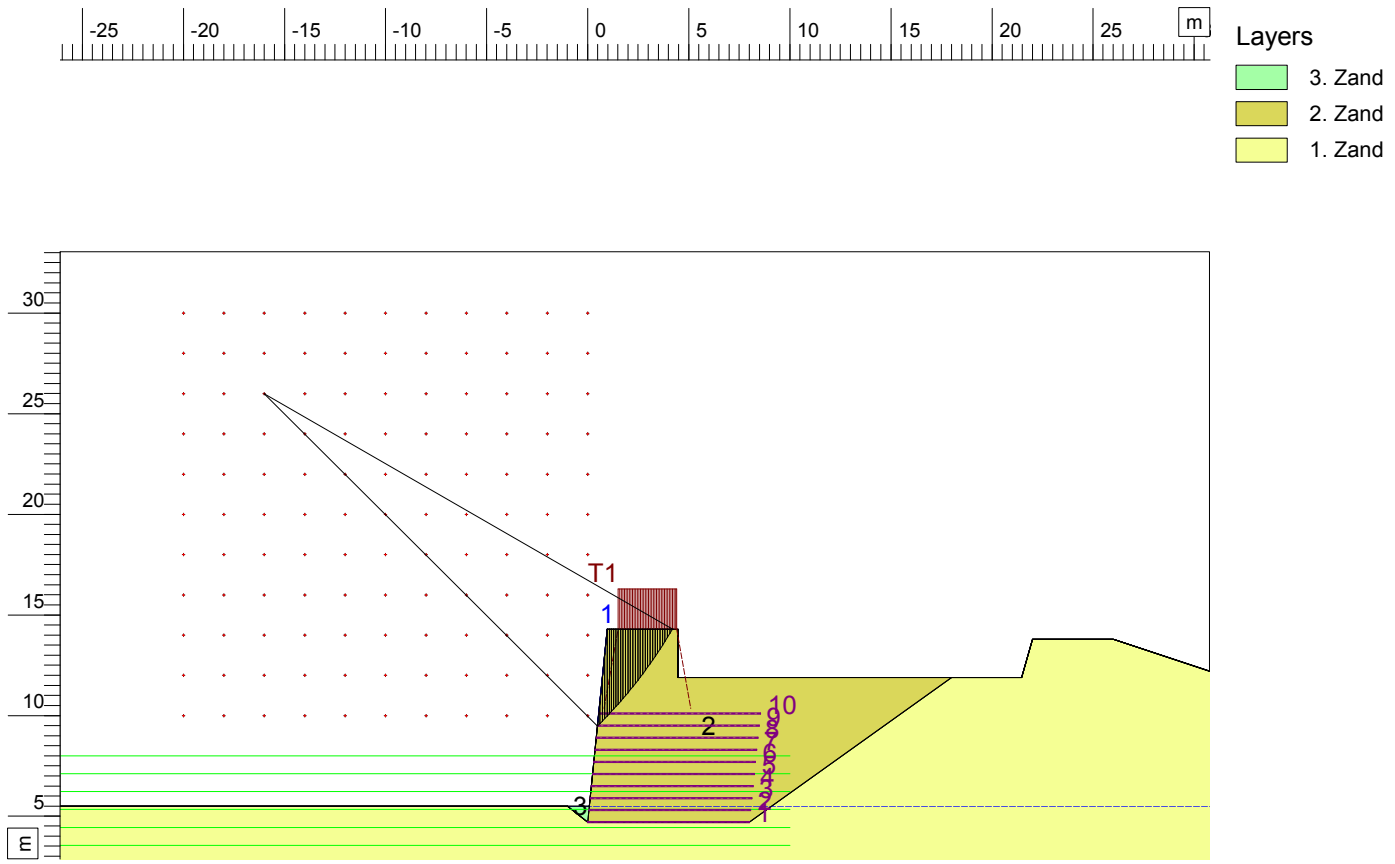








Critical Circle Bishop



Xm : -16.00 [m]
Ym : 26.00 [m]

Radius : 23.33 [m]
Safety : 1.17

200204 Windpark Maasvlakte 2
DWP A - Eindsituatie

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : 200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A eindsituatie v2.sti

Annex -	-	4/7/2020	-
form.	ctr.	date	drw.
A3			

```
Program     : D-Geo Stability
Version     : 18.1.1.3
Company     :
Date        : 4/7/2020
Time        : 10:45:16 AM

Output file : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A eindsituatie v2.st
Input file  : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP A eindsituatie v2.st
==========================    BEGINNING OF DATA     ==========================


               ECHO OF THE INPUT
               =================


 Problem identification : 200204 Windpark Maasvlakte 2
                        : DWP A - Eindsituatie

 Calculation model      : Bishop
 Default shear strength : C phi

               LAYER BOUNDARIES
               ================

 Boundary no.| Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   3  - X -  | -50.00    -1.00     0.08     0.96     4.46     4.46
   3  - Y -  |   5.50     5.50     5.50    14.30    14.30    11.90
             |
   3  - X -  |  18.00    21.46    22.00    26.00    37.40    41.40
   3  - Y -  |  11.90    11.90    13.80    13.80    10.00    10.00
             |
   3  - X -  |  50.00
   3  - Y -  |   8.28
             |
   2  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     0.08     0.96     4.46
   2  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     5.50    14.30    14.30
             |
   2  - X -  |   4.46    18.00    21.46    22.00    26.00    37.40
   2  - Y -  |  11.90    11.90    11.90    13.80    13.80    10.00
             |
   2  - X -  |  41.40    50.00
   2  - Y -  |  10.00     8.28
             |
   1  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     8.00    18.00    21.46
   1  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     4.70    11.90    11.90
             |
   1  - X -  |  22.00    26.00    37.40    41.40    50.00
   1  - Y -  |  13.80    13.80    10.00    10.00     8.28
             |
   0  - X -  | -50.00    50.00
   0  - Y -  | -16.50   -16.50


               PL-LINES
               ========

 Pl-line no. | Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   1  - X -  | -50.00    50.00
   1  - Y -  |   5.50     5.50



 Unit weight of water used for calculation:     9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by Pl-line number 1
```

FORBIDDEN LINES

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	0.96	14.30	0.48	9.50

SOIL PROPERTIES

Layer no.	Material name
3	Zand
2	Zand
1	Zand

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
3	18.00	20.00	1	1
2	18.00	20.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
3	0.00	26.11	26.11	-	-	-
2	0.00	26.11	26.11	-	-	-
1	0.00	26.11	26.11	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

X co-ordinate grid left : -20.00 [m]
X co-ordinate grid right : 0.00 [m]
Number of grid points in X - direction : 11

Y co-ordinate grid bottom : 10.00 [m]
Y co-ordinate grid top : 30.00 [m]
Number of grid points in Y - direction : 11

Y co-ordinate tangent smallest circle : 8.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : 0.00 [m]
Number of circles per grid point : 10

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 121
Total number of slip circles in the grid : 1210

MEASURED YIELD STRESS

No measured yield stress input.

LINE LOADS

No line loads were input.

UNIFORM LOAD

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	29.00	1.50	4.40	10.00	Temporary

TREE ON SLOPE

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS

Layer number	Degree of consolidation
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES

Geotextile number	E.T.S [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Y [m]	reduction zone [m]
1	51.39	0.00	8.00	4.70	1.00
2	51.39	0.06	8.06	5.30	1.00
3	51.39	0.12	8.12	5.90	1.00
4	51.39	0.18	8.18	6.50	1.00
5	38.55	0.24	8.24	7.10	1.00
6	38.55	0.30	8.30	7.70	1.00
7	38.55	0.36	8.36	8.30	1.00
8	38.55	0.42	8.42	8.90	1.00
9	28.27	0.48	8.48	9.50	1.00
10	249.29	0.54	8.54	10.10	1.00

E.T.S. = Effective tensile strength

NAILS

No nails were input.

EARTHQUAKE

No earth quake factors were input.

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

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
==========

Information on the critical circle : Fmin = 1.165
Calculation method used : Bishop - C phi
==========

X co-ordinate center point : -16.00 [m]
Y co-ordinate center point : 26.00 [m]
Radius of critical circle : 23.33 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment : -4239.38 [kNm/m]
Driving moment free water : 0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads : -1468.91 [kNm/m]
Iterated resisting moment : 4940.82 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment : 4789.40 [kNm/m]

Information of the geotextile results
==========

	intersection point		embedding	mobilized embedd.		resisting
	X-coord	Y-coord	length min.	tensile strength		moment
nr	[m]	[m]	[m]	[%]	[kN/m]	[kNm/m]
1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
9	0.50	9.50	0.02	2	0.52	8.54
10	1.08	10.10	0.54	54	133.95	2129.73
Total resisting moment from geotextiles						2138.28

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

1. Samenvatting

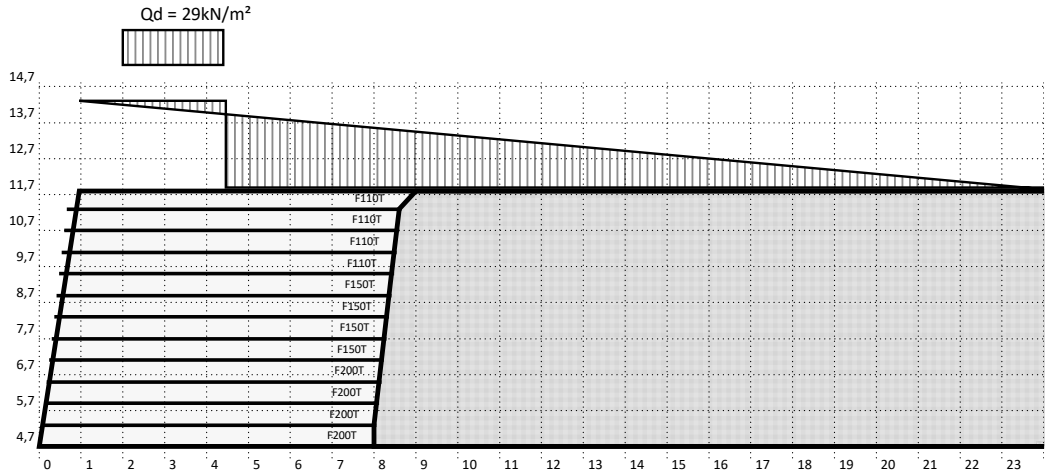
Omschrijving:	200204 WP Maasvlakte 2 DWP A Eindsituatie v2		
Opsteller	[redacted]	Datum	6-04-20

u.c. Lokale stabiliteit	Treksterkte	0,86
	Aanhechting	0,45
u.c. Globale interne stabiliteit		0,75

u.c. draagkracht	0,24
u.c. horizontaal glijden	0,45

2. Invoer

2.1 Geometrie van de constructie



2.2 Gevolgklasse en partiële factoren

Gevolgklasse	CC3	
BELASTINGFACTOREN		
Permanente belasting, ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,00
Permanente belasting, gunstig	$\gamma_{G;stb}$	1,00
Veranderelijke belasting, ongunstig	$\gamma_{Q;stb}$	1,45
Veranderelijke belasting, gunstig	$\gamma_{Q;stb}$	0,00

MATERIAALFACTOREN	**INTERN**		**Extern**	
Hoek van inwendige wrijving	γ_{φ}	1,30	γ_{φ}	1,15
Effectieve cohesie	γ_{c}	1,60	γ_{c}	1,60
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	2,00	γ_{cu}	1,35
Volumiek gewicht	γ_{γ}	1,00	γ_{γ}	1,10
Treksterkte wapening	γ_{R}	1,15	γ_{R}	1,15
Aanhechting wapening	γ_{μ}	1,30	γ_{μ}	1,30

2.3 Grondgegevens

Grondwaterstand	5,50	m

	Materiaal	Niveau		φ	c'	γdr	γsat	cu;d
Gewapende grond	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Achteraanvulling	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Ondergrond	Zand	5,60	5,50	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
	Zand	5,50	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00

2.4 Eigenschappen grondwapening

Ontwerplevensduur	100
Installatie schade	Coarse grain
Milieu	4<pH<9

UV blootstelling	<2 maanden

Naam	$R_{g;ld;d}$	γ_R	$R_{g;ld;k}$	$R_{g;kd;k}$	RF_{CR}	RF_{ID}	RF_{ch}	RF_w	f_d	f_s
F110T	28,27	1,15	32,51	#####	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00
F150T	38,55	1,15	44,33	#####	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00
F200T	51,39	1,15	59,10	#####	1,52	1,07	1,03	1,01	0,50	1,00

2.5 Invoer grondwapening

Laag	Z	WapeningType	L	$R_{g;Id;d}$	As	Textra
1	4,70	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
2	5,30	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
3	5,90	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
4	6,50	F200T	8,00	51,39	0,90	0,00
5	7,10	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
6	7,70	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
7	8,30	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
8	8,90	F150T	8,00	38,55	0,90	0,00
9	9,50	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
10	10,10	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
11	10,70	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00
12	11,30	F110T	8,00	28,27	0,90	0,00

2.6 Geometrie gewapende grond

Punt	X	Y
1	0,00	4,70
2	0,96	14,30
3	4,46	14,30
4	4,46	11,90
5	24,46	11,90

2.7 Geometrie achteraanvulling

Punt	X	Y
1	0,00	12,70
2	0,60	12,70
3	0,60	12,90
4	2,60	12,90
5	2,60	13,10
6	4,60	13,10
7	4,60	13,30
8	6,60	13,30
9	6,60	13,70

2.8 Bovenbelasting

Naam	Q_{kar}	γ	Qd	X_1	X_2	X_3	X_4
Variabel 2	20,00	1,45	29,00	2,00	2,00	4,40	4,40

2.9 Landhoofd

Naam	F_{kar}	γ	Rd	X_1	X_2	Y
Strook Verticaal Permanent	75,00	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Verticaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Permanent	12,25	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65

3. Resultaten

3.1 Lokale stabiliteit - toets treksterkte

#	Y	WapeningType	$R_{g;ld;d}$	θ_{max}	$T_{i;d}$	u.c.
1	0,00	F200T	51,4	31,0	20,3	0,4
2	0,60	F200T	51,4	32,0	39,2	0,8
3	1,20	F200T	51,4	34,0	37,4	0,7
4	1,80	F200T	51,4	36,0	35,3	0,7
5	2,40	F150T	38,6	36,0	33,0	0,9
6	3,00	F150T	38,6	36,0	30,7	0,8
7	3,60	F150T	38,6	36,0	28,5	0,7
8	4,20	F150T	38,6	36,0	26,2	0,7
9	4,80	F110T	28,3	37,0	23,9	0,8
10	5,40	F110T	28,3	45,0	19,8	0,7
11	6,00	F110T	28,3	36,0	13,6	0,5
12	6,60	F110T	28,3	41,0	11,8	0,4

3.2 Lokale stabiliteit - Aanhechting

#	Y	WapeningType	$T_{i;d}$	As	L	La	σ_v	Ra	u.c.
1	0,00	F200T	20,27	0,90	8,0	8,0	160,0	443,0	0,05
2	0,60	F200T	39,19	0,90	8,0	7,7	154,5	410,9	0,10
3	1,20	F200T	37,37	0,90	8,0	7,4	145,8	372,0	0,10
4	1,80	F200T	35,26	0,90	8,0	7,1	134,0	327,3	0,11
5	2,40	F150T	32,99	0,90	8,0	6,7	121,6	283,6	0,12
6	3,00	F150T	30,72	0,90	8,0	6,4	109,0	242,4	0,13
7	3,60	F150T	28,45	0,90	8,0	6,1	95,1	201,2	0,14
8	4,20	F150T	26,19	0,90	8,0	5,8	80,3	161,1	0,16
9	4,80	F110T	23,91	0,90	8,0	5,5	65,2	123,6	0,19
10	5,40	F110T	19,81	0,90	8,0	5,2	49,5	88,6	0,22
11	6,00	F110T	13,61	0,90	8,0	4,9	33,4	56,0	0,24
12	6,60	F110T	11,81	0,90	8,0	4,5	16,5	26,0	0,45

3.3 Globale inwendige stabiliteit

#	Y	WapeningType	θ_{max}	$Z_{i;d}$	Σra	u.c.
1	0,00	F200T	32,0	306,2	419,1	0,7
2	0,60	F200T	34,0	271,1	368,3	0,7
3	1,20	F200T	36,0	236,3	318,7	0,7
4	1,80	F200T	38,0	201,3	267,3	0,8
5	2,40	F150T	39,0	167,4	228,7	0,7
6	3,00	F150T	39,0	135,8	190,2	0,7
7	3,60	F150T	40,0	106,6	151,6	0,7
8	4,20	F150T	41,0	79,7	113,1	0,7
9	4,80	F110T	43,0	55,3	84,8	0,7
10	5,40	F110T	45,0	33,7	56,5	0,6
11	6,00	F110T	40,0	18,2	28,3	0,6

4. Uitvoer per laag

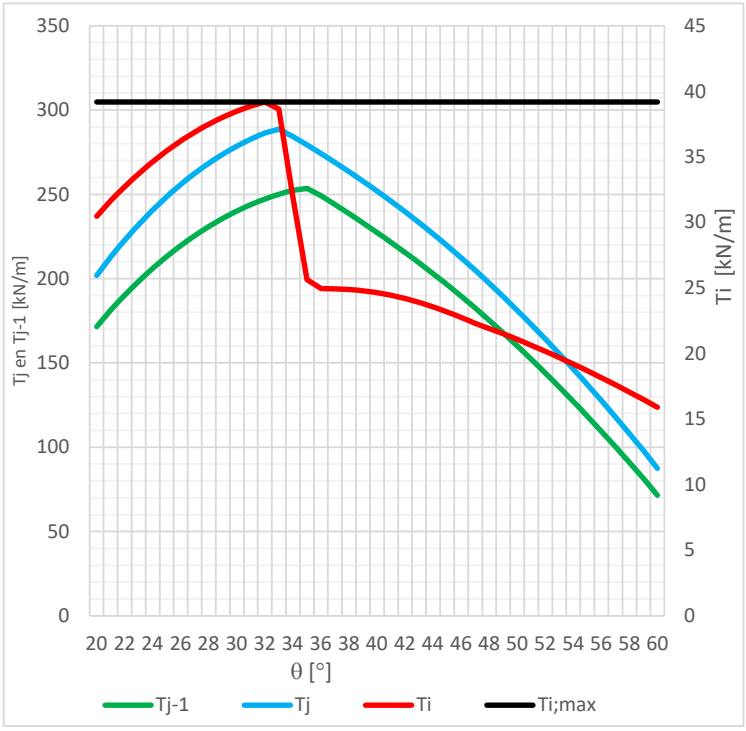
4.1 Laag 2

Y	0,60	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

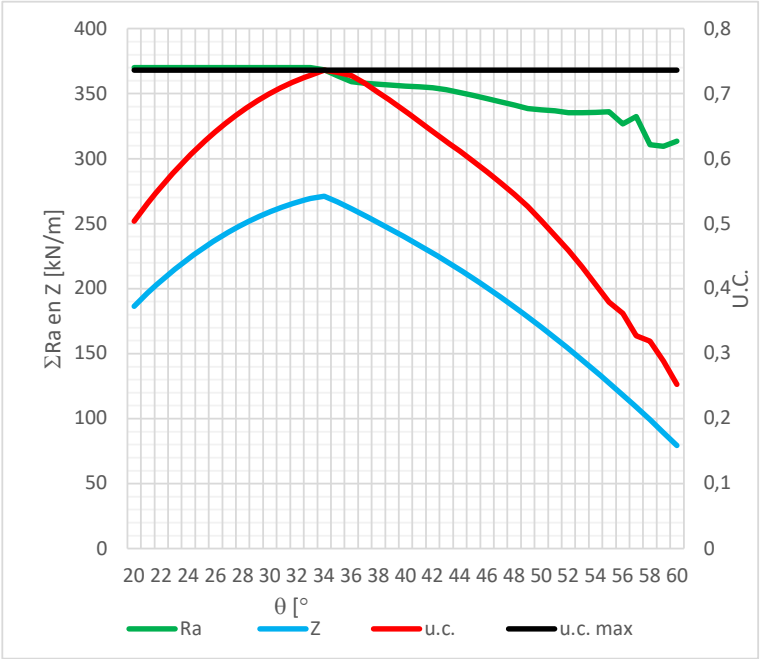
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	39,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	39,19	kN/m'

θ_{max}	32,0	°
σ_v	154,5	kN/m²
La	7,7	m
Ra	410,9	kN/m²
	U.C.	0,10
Rd	51,4	kN/m²
	U.C.	0,76



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	34,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	271,1	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	271,1	kN/m'
ΣRa	368,3	kN/m'
	U.C.	0,74



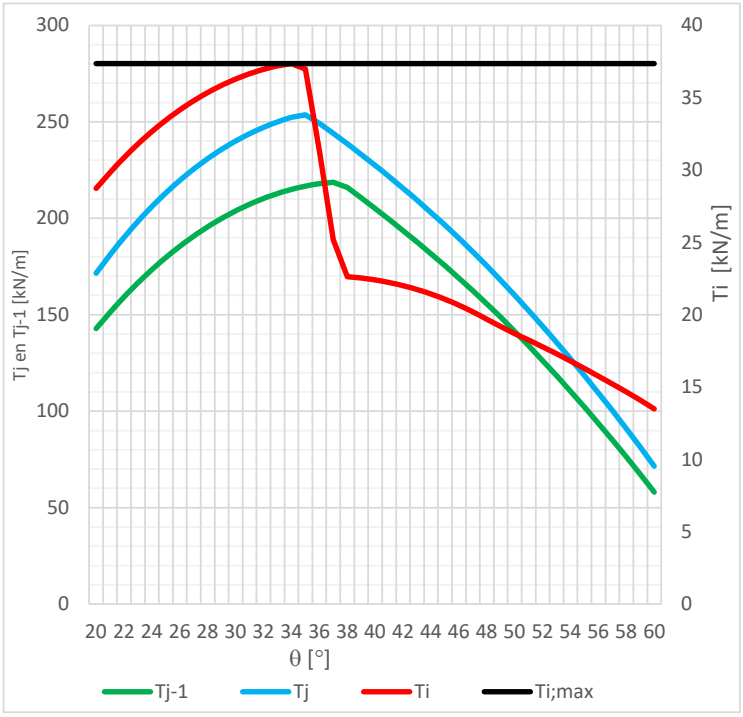
4.2 Laag 3

Y	1,20	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

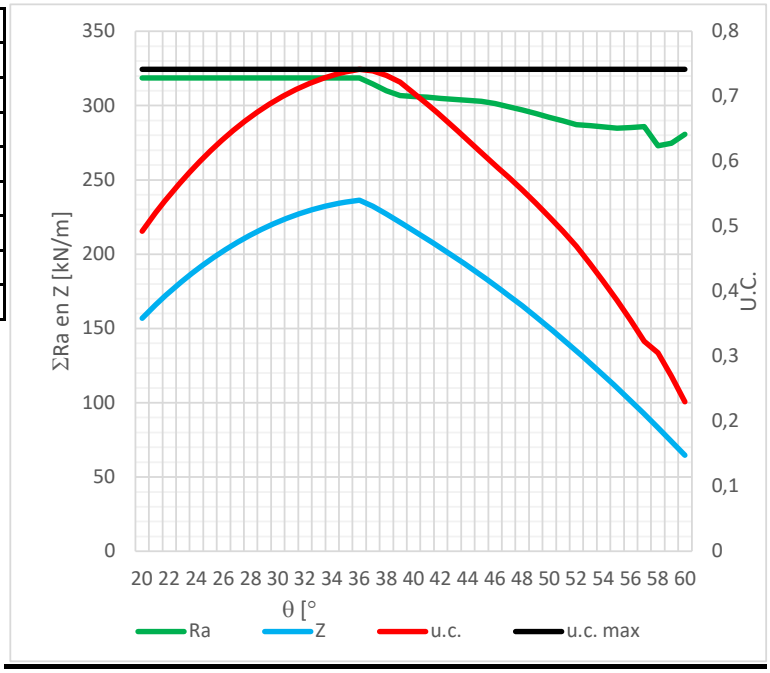
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	37,37	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	37,37	kN/m'

θ_{max}	34,0	°
σ_v	145,8	kN/m²
La	7,4	m
Ra	372,0	kN/m²
	U.C.	0,10
Rd	51,4	kN/m²
	U.C.	0,73



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	36,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	236,3	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	236,3	kN/m'
ΣRa	318,7	kN/m'
	U.C.	0,74



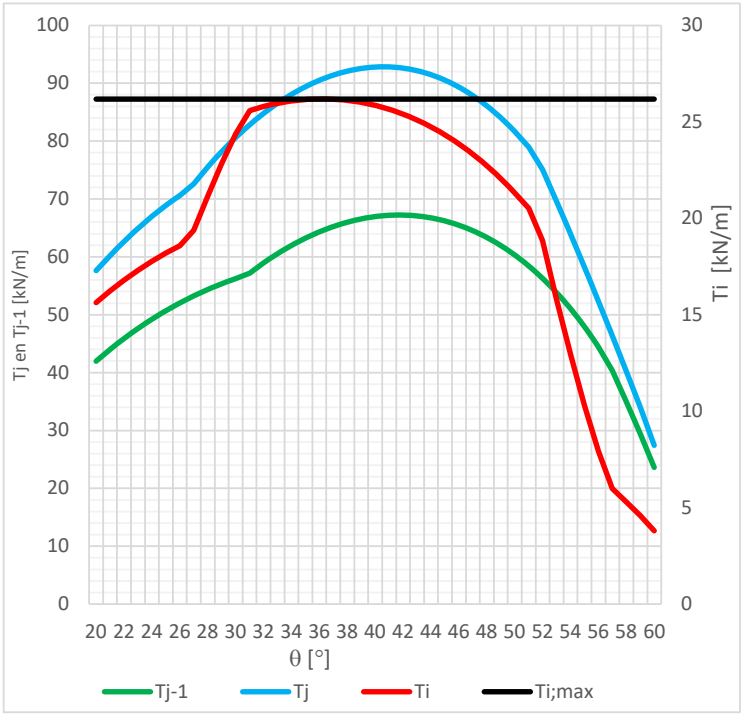
4.3 Laag 8

Y	4,20	m
L	8,00	m
Type	F150T	

LOKAAL 6,10

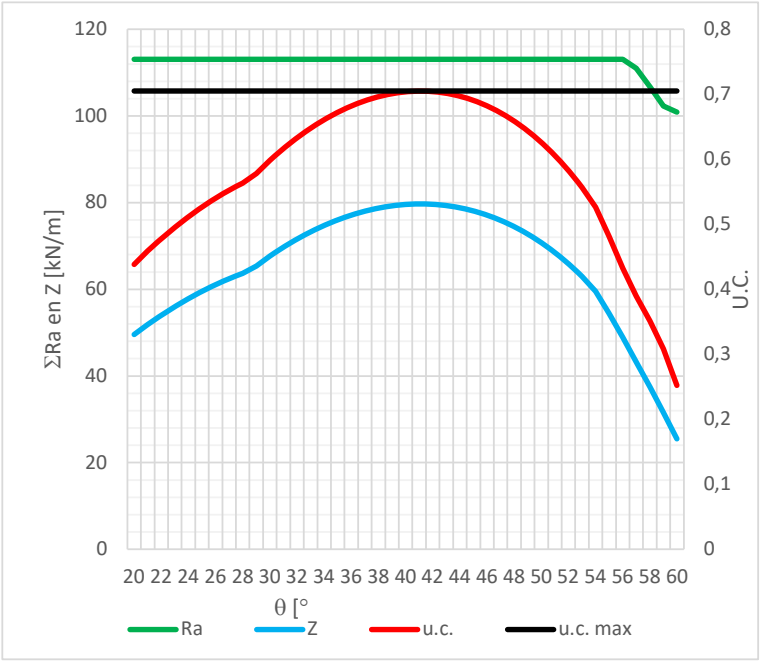
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	26,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	26,19	kN/m'

θ_{max}	36,0	°
σ_v	80,3	kN/m²
La	5,8	m
Ra	161,1	kN/m²
	U.C.	0,16
Rd	38,6	kN/m²
	U.C.	0,68



GLOBAAL 6.20

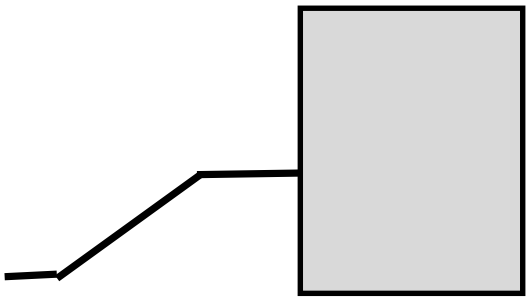
θ_{max}	41,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	79,7	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	79,7	kN/m'
ΣRa	113,1	kN/m'
	U.C.	0,70



5. Horizontaal glijden en draagkracht van de ondergrond

5.1 Geometrie maaiveld

Breedte berm	50,00	m
Breedte talud	5,00	m
Hoogte talud	2,00	m
β	0,00	°
d	0,90	m
A_e	15,29	m
Rekenen met talud	NEEN	15,29 < 50



5.2 Resultaat gronddruk achterzijde gewapende grond

V_d	1424,02	kN/m'
H_d	230,46	kN/m'
M_d	4367,98	kNm/m'

B_{ef}	6,13	m
L_{ef}	100	m
A_e	15,29	m

5.3 Controle horizontaal glijden

$R_{h;grond;d}$	588,21	kN/m'	u.c	0,31
$R_{h;wapening;d}$	407,22	kN/m'	u.c.	0,45

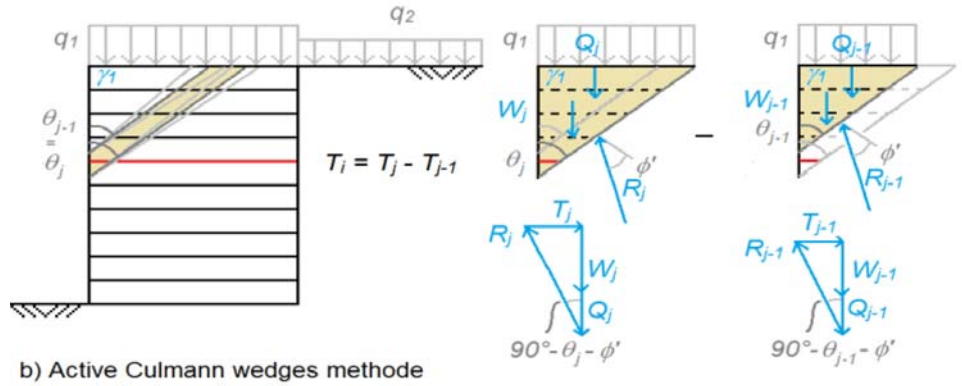
5.4 Controle draagkracht gedraineerde toestand

Bepaling parameters		c	Verschil > 6. Ponzen				
Toegepaste parameters			φ	c'	γ_{dr}	Cu;d	
			28,99	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd			1200,3	<	5012	uc	0,24
Rd = σmax;d x Bef			757,90	x	6,614	=	5012
C'gem;d	0,00	σv;z;d	14,50	γgem;d	14,50		
Nc	27,83	Nq	16,42	Nγ	17,08		
sc	1,03	sq	1,03	sλ	0,98		
ic	0,69	iq	0,71	iγ	0,61		
λc	1,00	λq	1,00	λλ	1,00		

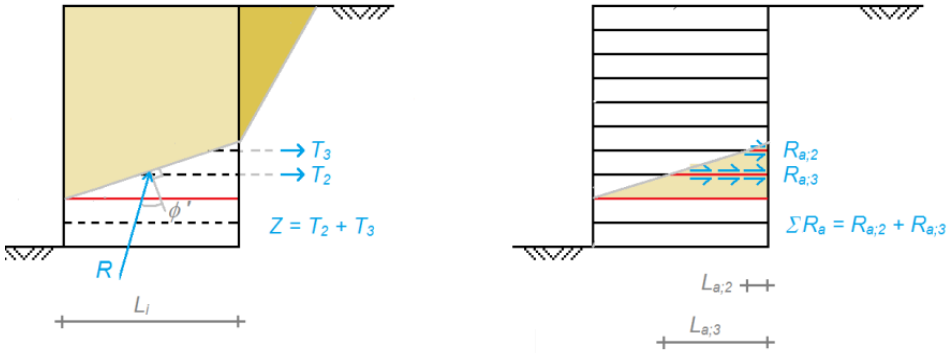
5.5 Controle draagkracht ongedraineerde toestand

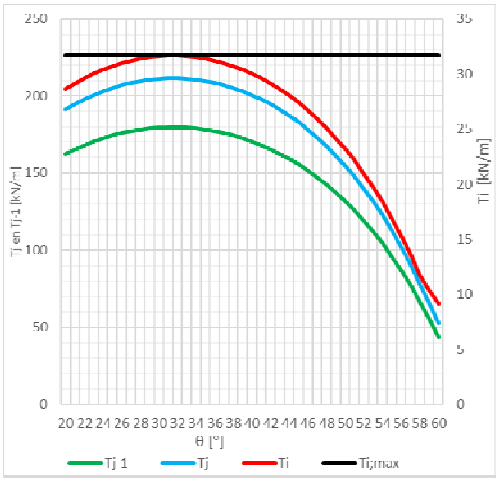
Bepaling parameters		c	Niet-cohesieve grondslag onder fundering. Ponzen en profiel doorzett				
Toegepaste parameters			φ	c'	γ_{dr}	Cu;d	
			32,50	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd			1200,3	#####	#####	uc	#####
Rd = σmax;d x Bef			#######	x	6,614	=	#####
Cu;d	0,00	σv;z;d	14,50				
sc	Sc	λq	1,00				
ic	#########						
λc	1,00						

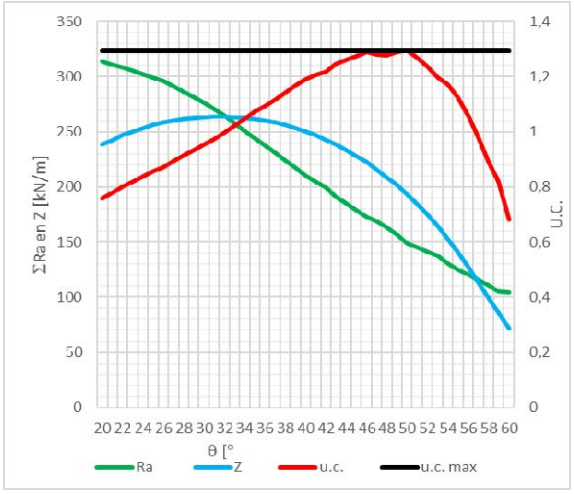
6. Verklaring grafieken

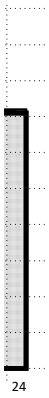


b) Active Culmann wedges methode (met single wedges)








24

As
0,90
0,90
0,90

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

VOETS
gewapende grondconstructies

Critical Circle Bishop

Xm : -14.00 [m]
Ym : 20.00 [m]

Radius : 18.22 [m]
Safety : 1.19

D-Geo Stability 18.1 : 200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP B eindsituatie v2.sti

200204 Windpark Maasvlakte 2
DWP A - Eindsituatie

Phone
Fax

Annex -	-	4/7/2020	-
form.	ctr.	date	drw.
A3			

```
Program     : D-Geo Stability
Version     : 18.1.1.3
Company     :
Date        : 4/7/2020
Time        : 11:06:38 AM

Output file : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP B eindsituatie v2.st
Input file  : H:\200204 Winpark maasvlakte 2\200204 Windpark Maasvlakte 2 DWP B eindsituatie v2.st
==========================    BEGINNING OF DATA     ==========================


               ECHO OF THE INPUT
               =================


 Problem identification : 200204 Windpark Maasvlakte 2
                        : DWP A - Eindsituatie

 Calculation model      : Bishop
 Default shear strength : C phi

               LAYER BOUNDARIES
               ================

 Boundary no.| Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   3  - X -  | -50.00    -1.00     0.08     0.96     4.46     4.46
   3  - Y -  |   5.50     5.50     5.50    14.30    14.30    11.90
             |
   3  - X -  |  18.00    24.46    24.46    26.00    37.40    41.40
   3  - Y -  |  11.90    11.90    13.80    13.80    10.00    10.00
             |
   3  - X -  |  50.00
   3  - Y -  |   8.28
             |
   2  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     0.08     0.96     4.46
   2  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     5.50    14.30    14.30
             |
   2  - X -  |   4.46    18.00    24.46    24.46    26.00    37.40
   2  - Y -  |  11.90    11.90    11.90    13.80    13.80    10.00
             |
   2  - X -  |  41.40    50.00
   2  - Y -  |  10.00     8.28
             |
   1  - X -  | -50.00    -1.00     0.00     8.00    18.00    24.46
   1  - Y -  |   5.50     5.50     4.70     4.70    11.90    11.90
             |
   1  - X -  |  24.46    26.00    37.40    41.40    50.00
   1  - Y -  |  13.80    13.80    10.00    10.00     8.28
             |
   0  - X -  | -50.00    50.00
   0  - Y -  | -16.50   -16.50


               PL-LINES
               ========

 Pl-line no. | Co-ordinates [m]
 ------------|-----------------------------------------------------
             |
   1  - X -  | -50.00    50.00
   1  - Y -  |   5.50     5.50



 Unit weight of water used for calculation:     9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by Pl-line number 1
```

FORBIDDEN LINES
===============

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	0.96	14.30	0.42	8.90

SOIL PROPERTIES
===============

Layer no.	Material name
3	Zand
2	Zand
1	Zand

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
3	18.00	20.00	1	1
2	18.00	20.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
3	0.00	26.11	26.11	-	-	-
2	0.00	26.11	26.11	-	-	-
1	0.00	26.11	26.11	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES
===================================

X co-ordinate grid left : -20.00 [m]
X co-ordinate grid right : 0.00 [m]
Number of grid points in X - direction : 11

Y co-ordinate grid bottom : 10.00 [m]
Y co-ordinate grid top : 30.00 [m]
Number of grid points in Y - direction : 11

Y co-ordinate tangent smallest circle : 8.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : 0.00 [m]
Number of circles per grid point : 10

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 121
Total number of slip circles in the grid : 1210

MEASURED YIELD STRESS
=====================

No measured yield stress input.

LINE LOADS

No line loads were input.

UNIFORM LOAD

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	29.00	1.50	4.40	10.00	Temporary

TREE ON SLOPE

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS

Layer number	Degree of consolidation
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES

Geotextile number	E.T.S [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Y [m]	reduction zone [m]
1	56.53	0.00	8.00	4.70	1.00
2	56.53	0.06	8.06	5.30	1.00
3	56.53	0.12	8.12	5.90	1.00
4	42.40	0.18	8.18	6.50	1.00
5	42.40	0.24	8.24	7.10	1.00
6	42.40	0.30	8.30	7.70	1.00
7	42.40	0.36	8.36	8.30	1.00
8	31.09	0.42	8.42	8.90	1.00
9	31.09	0.48	8.48	9.50	1.00
10	177.11	0.54	8.54	10.10	1.00

E.T.S. = Effective tensile strength

NAILS

No nails were input.

EARTHQUAKE

No earth quake factors were input.

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

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
==========

Information on the critical circle : Fmin = 1.185
Calculation method used : Bishop - C phi
==========

X co-ordinate center point : -14.00 [m]
Y co-ordinate center point : 20.00 [m]
Radius of critical circle : 18.22 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment : -2961.21 [kNm/m]
Driving moment free water : 0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads : -859.99 [kNm/m]
Iterated resisting moment : 3509.07 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment : 3361.15 [kNm/m]

Information of the geotextile results
==========

	intersection point		embedding	mobilized embedd.		resisting
	X-coord	Y-coord	length min.	tensile strength		moment
nr	[m]	[m]	[m]	[%]	[kN/m]	[kNm/m]
1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
8	0.45	8.90	0.03	3	0.97	10.79
9	0.89	9.50	0.41	41	12.84	134.80
10	1.30	10.10	0.76	76	134.31	1329.68
Total resisting moment from geotextiles						1475.27

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

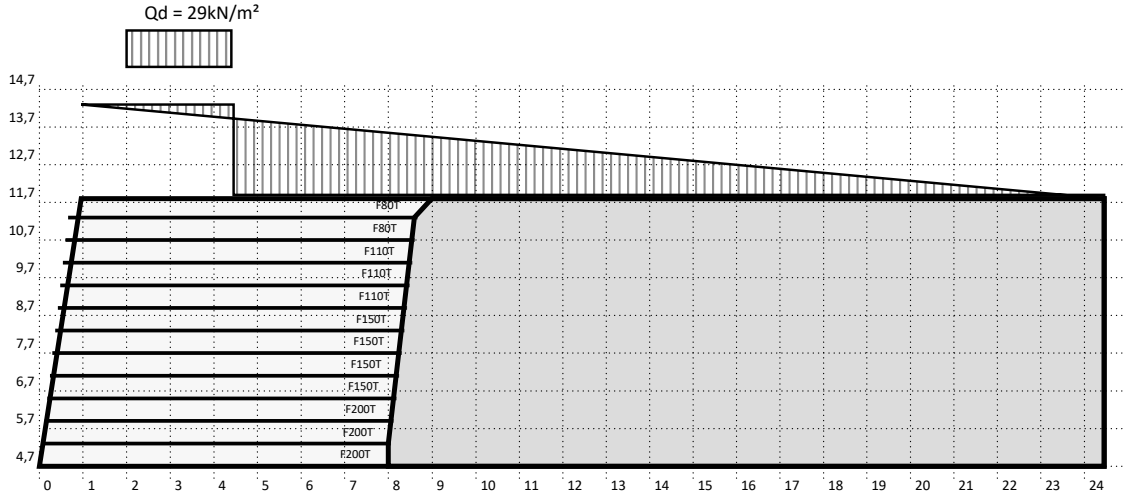
1. Samenvatting

Omschrijving:	200204 WP Maasvlakte 2 DWP B Eindsituatie v2				
Opsteller	[redacted]		Datum	6-04-20	
u.c. Lokale stabiliteit		Treksterkte	0,84		
		Aanhechting	0,41		
u.c. Globale interne stabiliteit			0,81		

u.c. draagkracht	0,19
u.c. horizontaal glijden	0,40

2. Invoer

2.1 Geometrie van de constructie



2.2 Gevolgklasse en partiële factoren

Gevolgklasse	CC3	
BELASTINGFACTOREN		
Permanente belasting, ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,00
Permanente belasting, gunstig	$\gamma_{G;stb}$	1,00
Veranderelijke belasting, ongunstig	$\gamma_{Q;stb}$	1,45
Veranderelijke belasting, gunstig	$\gamma_{Q;stb}$	0,00

MATERIAALFACTOREN	**INTERN**		**Extern**	
Hoek van inwendige wrijving	γ_{φ}	1,30	γ_{φ}	1,15
Effectieve cohesie	γ_{c}	1,60	γ_{c}	1,60
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	2,00	γ_{cu}	1,35
Volumiek gewicht	γ_{γ}	1,00	γ_{γ}	1,10
Treksterkte wapening	γ_{R}	1,15	γ_{R}	1,15
Aanhechting wapening	γ_{μ}	1,30	γ_{μ}	1,30

2.3 Grondgegevens

Grondwaterstand	5,50	m

	Materiaal	Niveau		φ	c'	γdr	γsat	cu;d
Gewapende grond	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Achteraanvulling	Zand	[-]	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
Ondergrond	Zand	5,60	5,50	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00
	Zand	5,50	[-]	32,50	0,00	17,00	19,00	0,00

2.4 Eigenschappen grondwapening

Ontwerplevensduur	100
Installatie schade	Coarse grain
Milieu	4<pH<9

UV blootstelling	<2 maanden

Naam	$R_{g;ld;d}$	γ_R	$R_{g;ld;k}$	$R_{g;kd;k}$	RF_{CR}	RF_{ID}	RF_{ch}	RF_w	f_d	f_s	As
F80T	22,61	1,15	26,01	80,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F110T	31,09	1,15	35,76	110,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F150T	42,40	1,15	48,76	150,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90
F200T	56,53	1,15	65,01	200,00	1,52	1,07	1,03	1,01	0,55	1,00	0,90

2.5 Invoer grondwapening

Laag	Z	WapeningType	L	$R_{g;ld;d}$	As	Textra
1	4,70	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
2	5,30	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
3	5,90	F200T	8,00	56,53	0,90	0,00
4	6,50	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
5	7,10	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
6	7,70	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
7	8,30	F150T	8,00	42,40	0,90	0,00
8	8,90	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
9	9,50	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
10	10,10	F110T	8,00	31,09	0,90	0,00
11	10,70	F80T	8,00	22,61	0,90	0,00
12	11,30	F80T	8,00	22,61	0,90	0,00

2.6 Geometrie gewapende grond

Punt	X	Y
1	0,00	4,70
2	0,96	14,30
3	4,46	14,30
4	4,46	11,90
5	24,46	11,90

2.7 Geometrie achteraanvulling

Punt	X	Y
1	0,00	12,70
2	0,60	12,70
3	0,60	12,90
4	2,60	12,90
5	2,60	13,10
6	4,60	13,10
7	4,60	13,30
8	6,60	13,30
9	6,60	13,70

2.8 Bovenbelasting

Naam	Q_{kar}	γ	Qd	X_1	X_2	X_3	X_4
Variabel 2	20,00	1,45	29,00	2,00	2,00	4,40	4,40

2.9 Landhoofd

Naam	F_{kar}	γ	Rd	X_1	X_2	Y
Strook Verticaal Permanent	75,00	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Verticaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Permanent	12,25	1,00	0,00	0,20	1,20	-5,65
Strook Horizontaal Variabel	0,00	1,45	0,00	0,20	1,20	-5,65

3. Resultaten

3.1 Lokale stabiliteit - toets treksterkte

#	Y	WapeningType	$R_{g;ld;d}$	θ_{max}	$T_{i;d}$	u.c.
1	0,00	F200T	56,5	31,0	20,3	0,4
2	0,60	F200T	56,5	32,0	39,2	0,7
3	1,20	F200T	56,5	34,0	37,4	0,7
4	1,80	F150T	42,4	36,0	35,3	0,8
5	2,40	F150T	42,4	36,0	33,0	0,8
6	3,00	F150T	42,4	36,0	30,7	0,7
7	3,60	F150T	42,4	36,0	28,5	0,7
8	4,20	F110T	31,1	36,0	26,2	0,8
9	4,80	F110T	31,1	37,0	23,9	0,8
10	5,40	F110T	31,1	45,0	19,8	0,6
11	6,00	F80T	22,6	36,0	13,6	0,6
12	6,60	F80T	22,6	41,0	11,8	0,5

3.2 Lokale stabiliteit - Aanhechting

#	Y	WapeningType	$T_{i;d}$	As	L	La	σ_v	Ra	u.c.
1	0,00	F200T	20,27	0,90	8,0	8,0	160,0	487,3	0,04
2	0,60	F200T	39,19	0,90	8,0	7,7	154,5	452,0	0,09
3	1,20	F200T	37,37	0,90	8,0	7,4	145,8	409,2	0,09
4	1,80	F150T	35,26	0,90	8,0	7,1	134,0	360,0	0,10
5	2,40	F150T	32,99	0,90	8,0	6,7	121,6	312,0	0,11
6	3,00	F150T	30,72	0,90	8,0	6,4	109,0	266,6	0,12
7	3,60	F150T	28,45	0,90	8,0	6,1	95,1	221,3	0,13
8	4,20	F110T	26,19	0,90	8,0	5,8	80,3	177,3	0,15
9	4,80	F110T	23,91	0,90	8,0	5,5	65,2	136,0	0,18
10	5,40	F110T	19,81	0,90	8,0	5,2	49,5	97,4	0,20
11	6,00	F80T	13,61	0,90	8,0	4,9	33,4	61,6	0,22
12	6,60	F80T	11,81	0,90	8,0	4,5	16,5	28,6	0,41

3.3 Globale inwendige stabiliteit

#	Y	WapeningType	θ_{max}	$Z_{i;d}$	Σra	u.c.
1	0,00	F200T	32,0	306,2	421,2	0,7
2	0,60	F200T	34,0	271,1	364,6	0,7
3	1,20	F200T	36,0	236,3	308,1	0,8
4	1,80	F150T	38,0	201,3	265,7	0,8
5	2,40	F150T	39,0	167,4	223,3	0,7
6	3,00	F150T	39,0	135,8	180,9	0,8
7	3,60	F150T	40,0	106,6	138,5	0,8
8	4,20	F110T	41,0	79,7	107,4	0,7
9	4,80	F110T	43,0	55,3	76,3	0,7
10	5,40	F110T	45,0	33,7	45,2	0,7
11	6,00	F80T	40,0	18,2	22,6	0,8

4. Uitvoer per laag

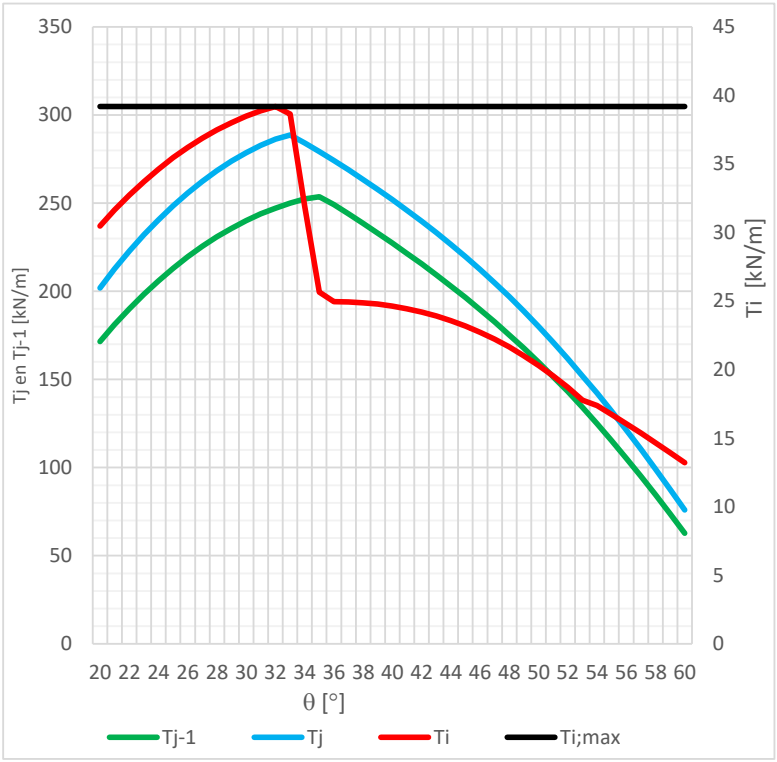
4.1 Laag 2

Y	0,60	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

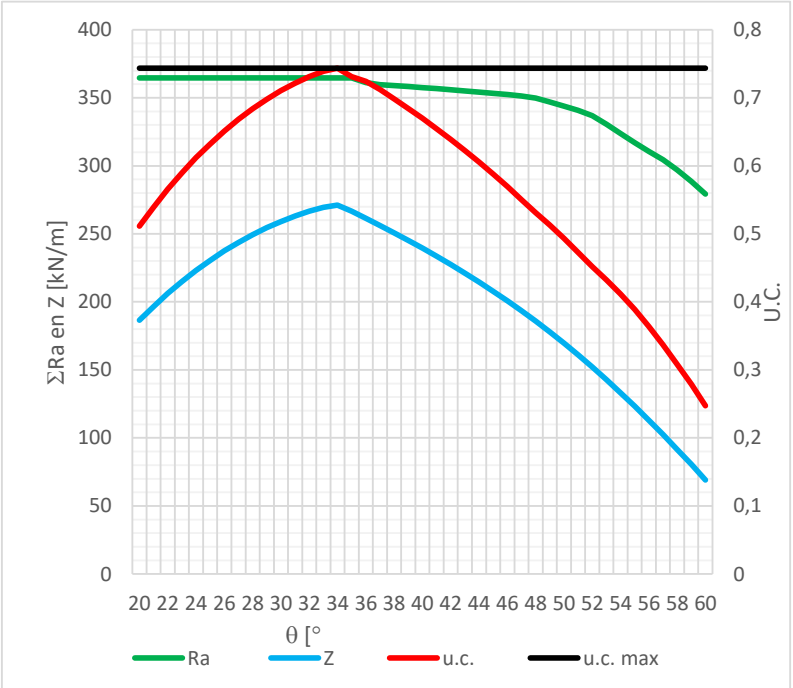
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	39,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	39,19	kN/m'

θ_{max}	32,0	°
σ_v	154,5	kN/m²
La	7,7	m
Ra	452,0	kN/m²
	U.C.	0,09
Rd	56,5	kN/m²
	U.C.	0,69



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	34,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	271,1	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	271,1	kN/m'
ΣRa	364,6	kN/m'
	U.C.	0,74



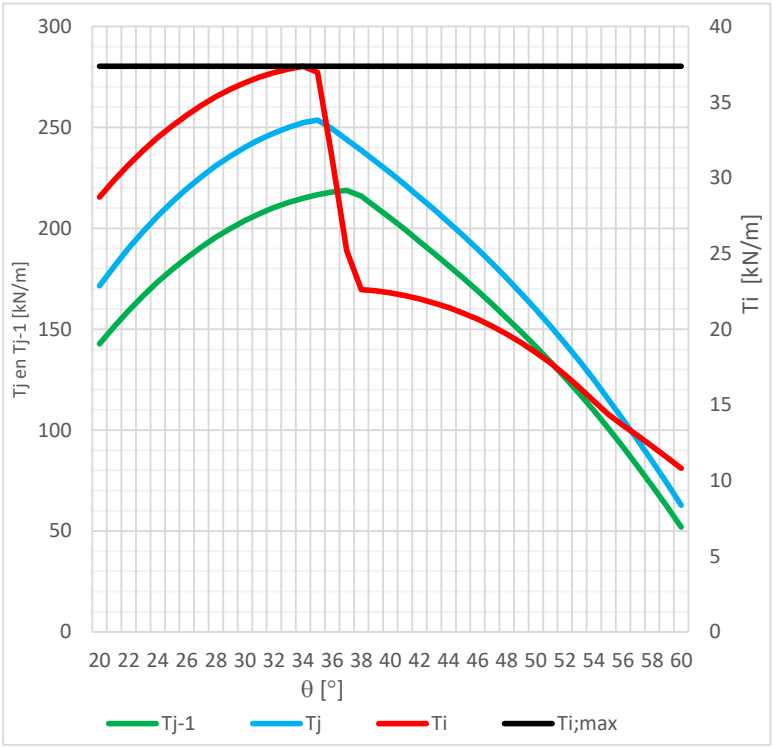
4.2 Laag 3

Y	1,20	m
L	8,00	m
Type	F200T	

LOKAAL 6,10

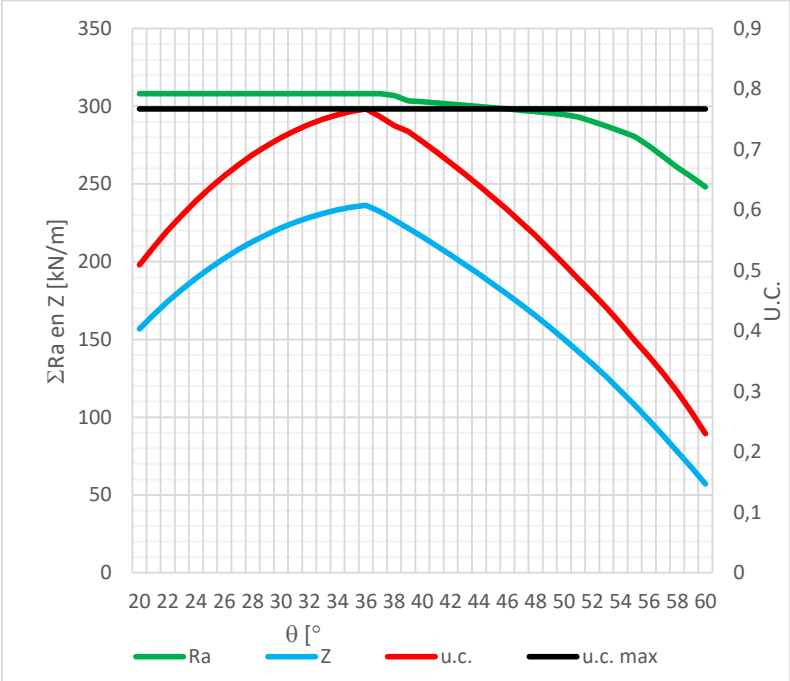
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	37,37	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	37,37	kN/m'

θ_{max}	34,0	°
σ_v	145,8	kN/m²
La	7,4	m
Ra	409,2	kN/m²
	U.C.	0,09
Rd	56,5	kN/m²
	U.C.	0,66



GLOBAAL 6.20

θ_{max}	36,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	236,3	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	236,3	kN/m'
ΣRa	308,1	kN/m'
	U.C.	0,77



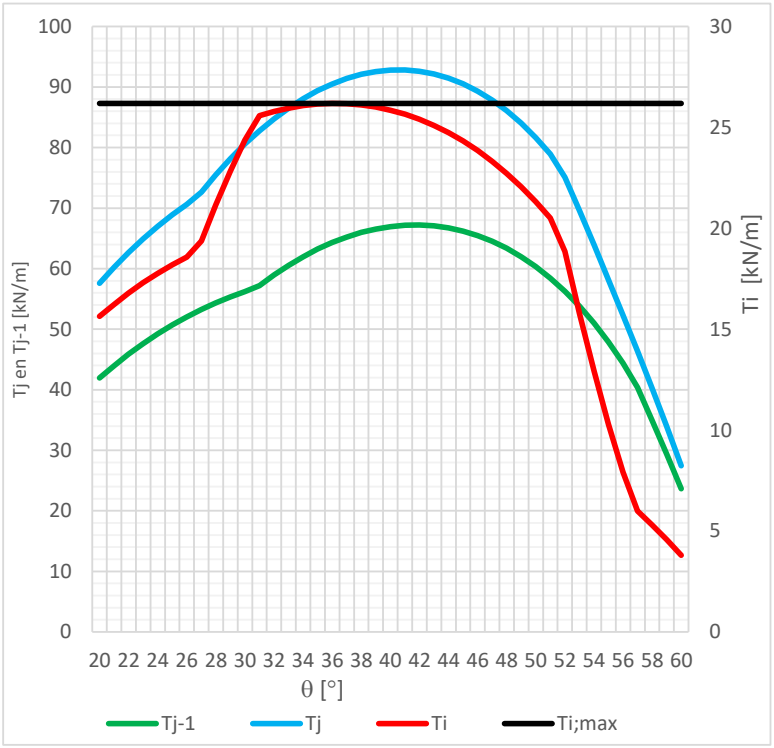
4.3 Laag 8

Y	4,20	m
L	8,00	m
Type	F110T	

LOKAAL 6,10

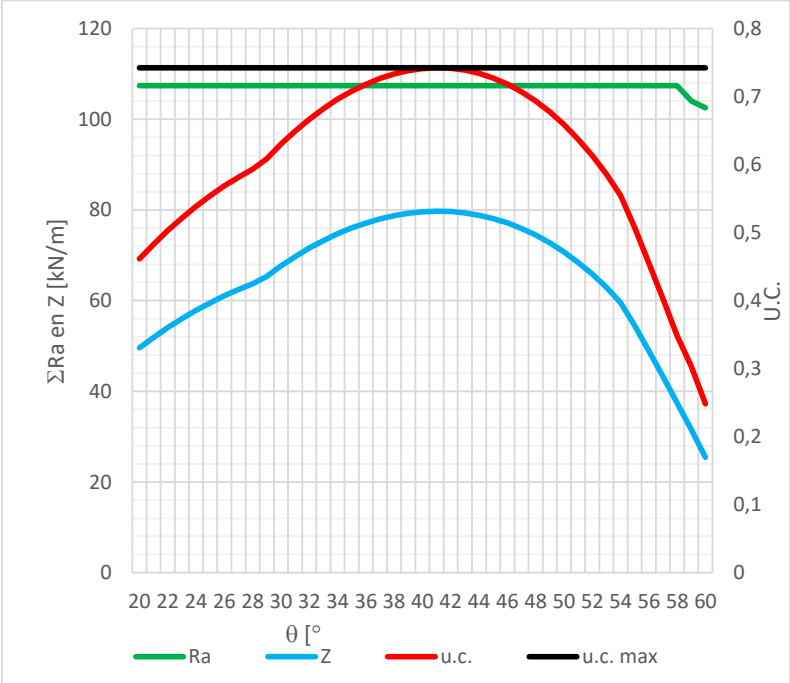
$T_{v;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,00	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	26,19	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0	kN/m'
$T_{;i;d}$	26,19	kN/m'

θ_{max}	36,0	°
σ_v	80,3	kN/m²
La	5,8	m
Ra	177,3	kN/m²
	U.C.	0,15
Rd	31,1	kN/m²
	U.C.	0,84



GLOBAAL 6.20

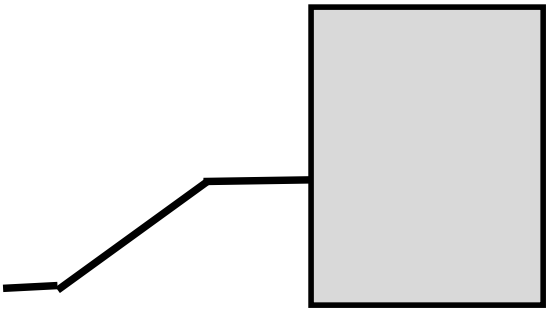
θ_{max}	41,0	°
$\theta_{2;max}$	20,0	°
$T_{v;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{h;i;d}$	0,0	kN/m'
$T_{\gamma;i;d}$	79,7	kN/m'
$T_{h;man;i;d}$	0,0	kN/m'
$Z_{i;d}$	79,7	kN/m'
ΣRa	107,4	kN/m'
	U.C.	0,74



5. Horizontaal glijden en draagkracht van de ondergrond

5.1 Geometrie maaiveld

Breedte berm	50,00	m
Breedte talud	5,00	m
Hoogte talud	2,00	m
β	0,00	°
d	0,90	m
A_e	17,97	m
Rekenen met talud	NEEN	17,97 < 50



5.2 Resultaat gronddruk achterzijde gewapende grond

V_d	1424,02	kN/m'
H_d	230,46	kN/m'
M_d	4367,98	kNm/m'

B_{ef}	6,13	m
L_{ef}	100	m
A_e	17,97	m

5.3 Controle horizontaal glijden

$R_{h;grond;d}$	655,25	kN/m'	u.c	0,28
$R_{h;wapening;d}$	453,63	kN/m'	u.c.	0,40

5.4 Controle draagkracht gedraineerde toestand

Bepaling parameters	c	Verschil > 6. Ponzen				
Toegepaste parameters		φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
		28,99	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd		1337,09	<	6898	uc	0,19
Rd = σmax;d x Bef		896,36	x	7,696	=	6898

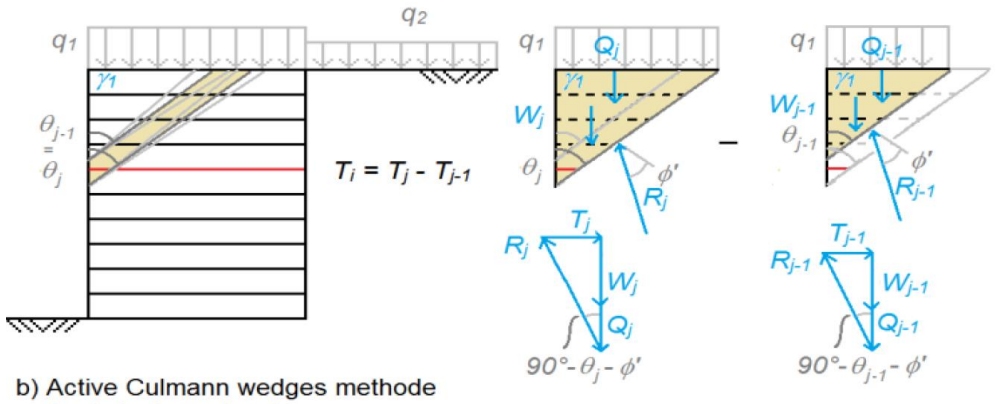
C'gem;d	0,00	σv;z;d	14,50	γgem;d	14,50
Nc	27,83	Nq	16,42	Nγ	17,08
sc	1,04	sq	1,04	sλ	0,98
ic	0,72	iq	0,74	iγ	0,64
λc	1,00	λq	1,00	λλ	1,00

5.5 Controle draagkracht ongedraineerde toestand

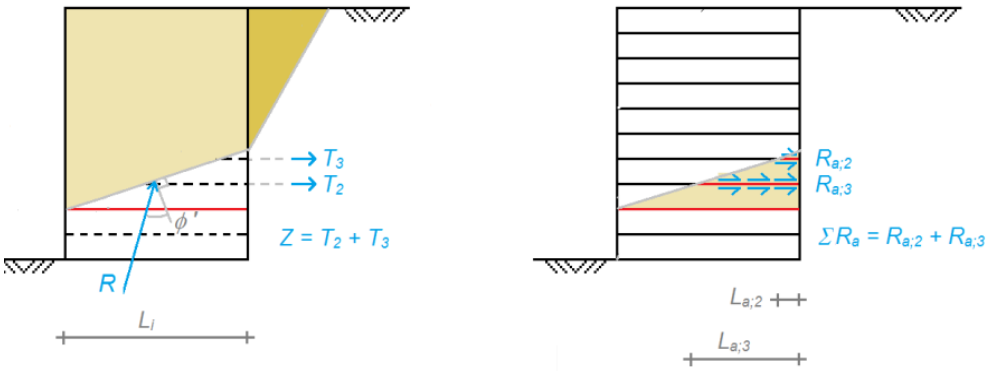
Bepaling parameters	c	Niet-cohesieve grondslag onder fundering. Ponzen en profiel doorzette				
Toegepaste parameters		φ	c'	γ_{dr}	cu;d	
		32,50	0,00	17,27	0,00	
Toets: Vd ≤ Rd		1337,09	#####	#####	uc	#####
Rd = σmax;d x Bef		#######	x	7,696	=	#####

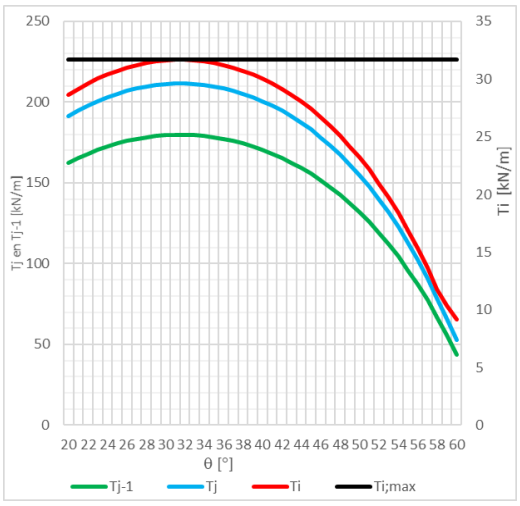
Cu;d	0,00	σv;z;d	14,50
sc	Sc	λq	1,00
ic	########		
λc	1,00		

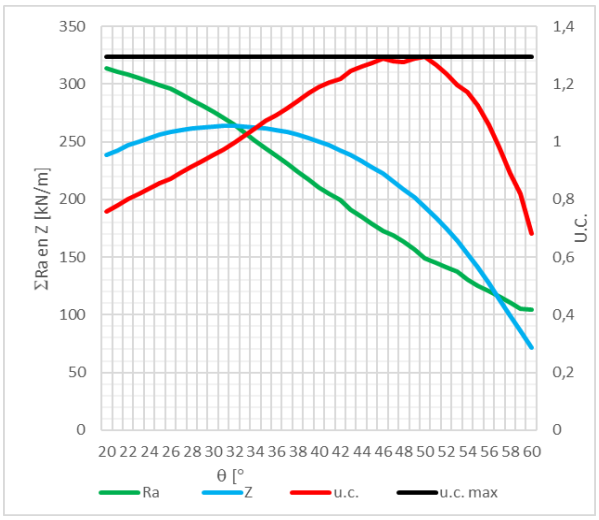
6. Verklaring grafieken

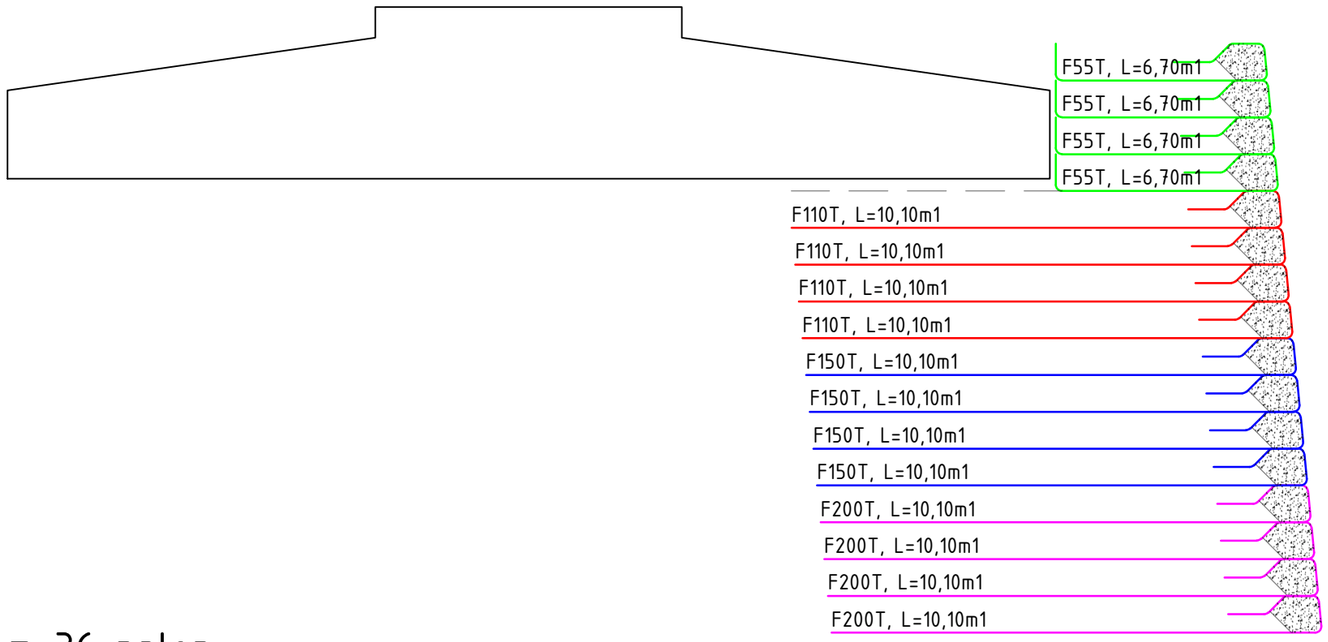


b) Active Culmann wedges methode (met single wedges)



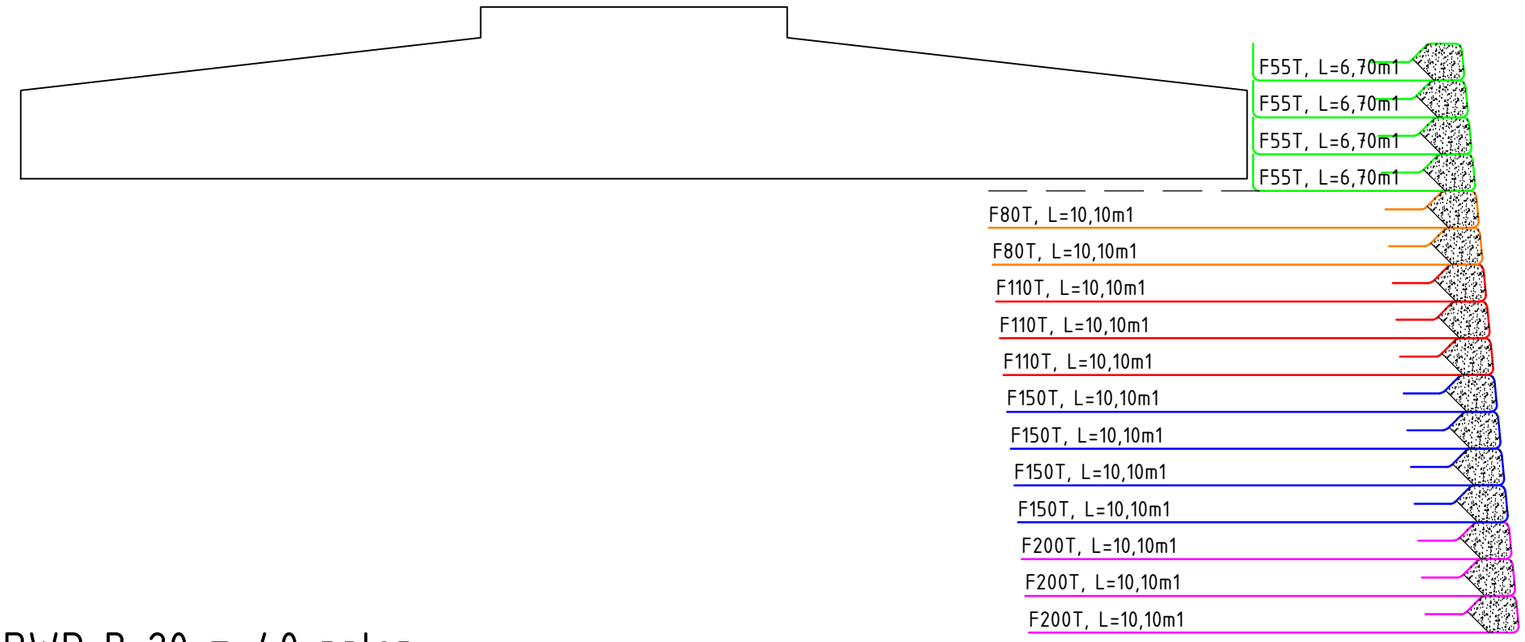






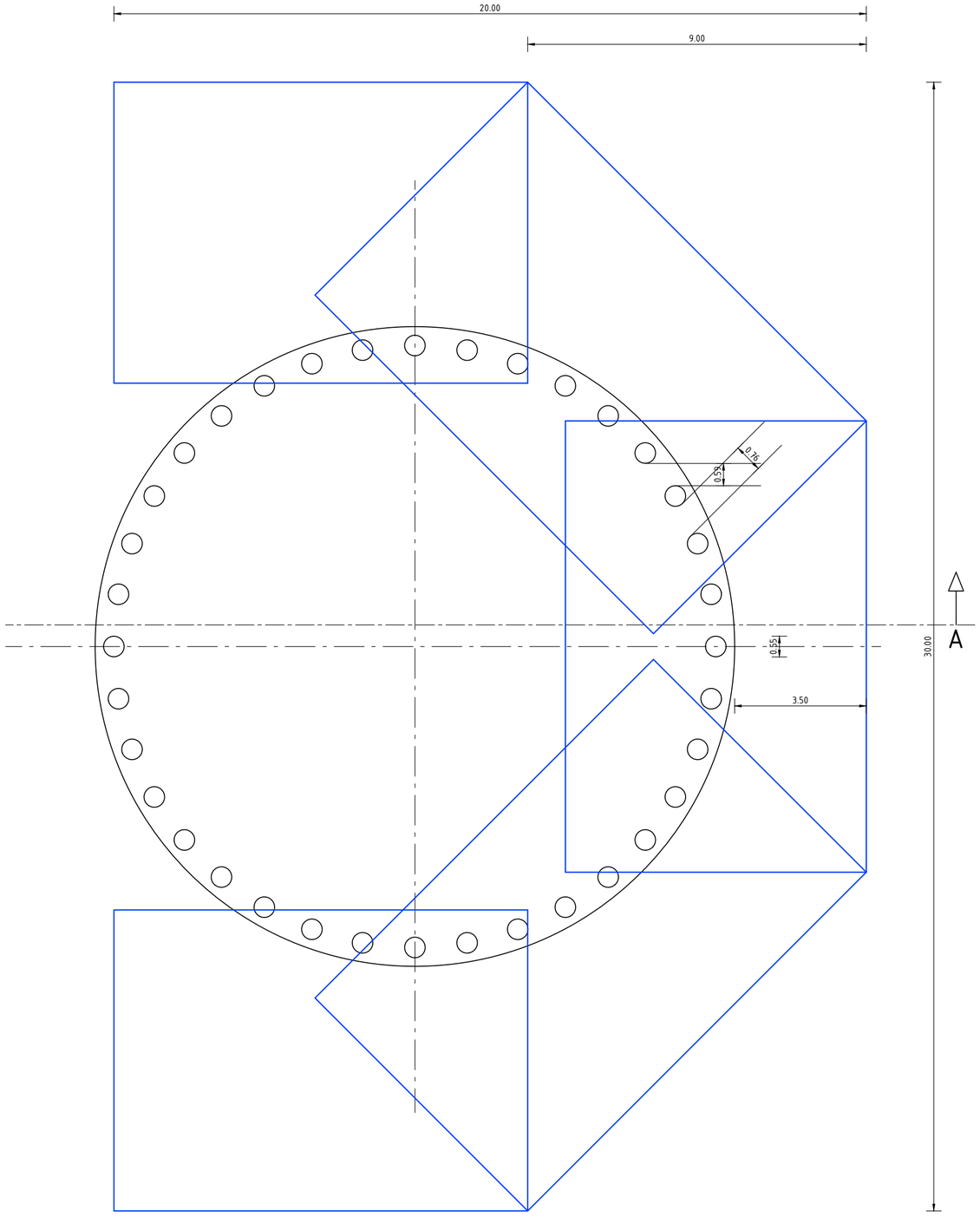
DWP A 17 m 36 palen

SCHAAL 1 : 100



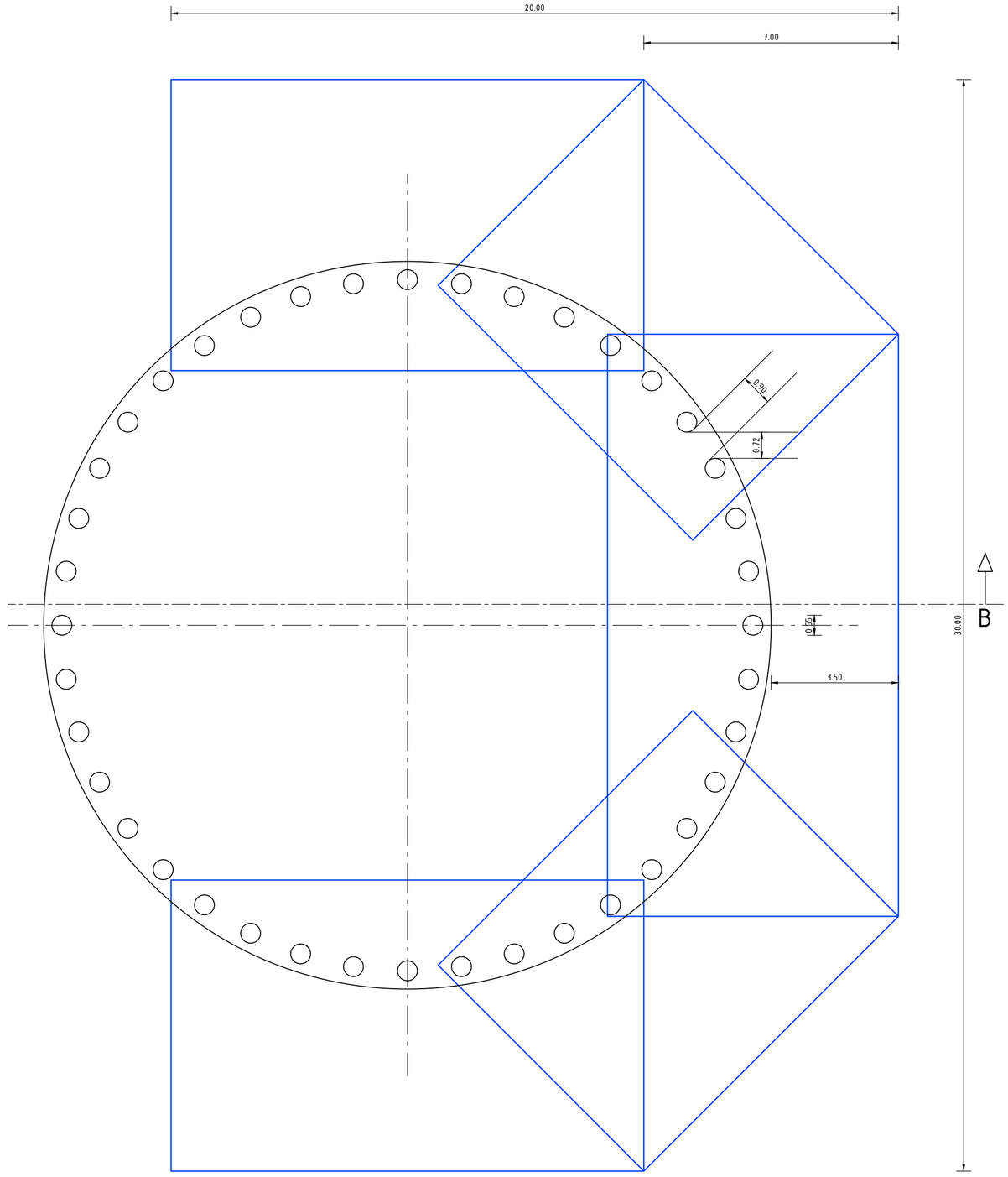
DWP B 20 m 40 palen

SCHAAL 1 : 100



Fundering bovenaanzicht 17 m 36 palen

SCHAAL 1 : 100



Fundering bovenaanzicht 20 m 40 palen

SCHAAL 1 : 100

Bijlage 8

Foundation load envelope

							Extreme loads (ULS)									Production loads (SLS)							
Manufacturer	**Type**	**Power**	**D_{rotor}**	**HH_{env}**	**HH_{spec}**	**PLF**	**$F_{z,spec}$**		**$F_{xy,spec}$**		**$M_{xy,spec}$**		**$M_{xy,mod}$**		**$M_{xy,check}$**	**$M_{xy,check}$ / $M_{xy,spec}$**	**$F_{z,spec}$**	**$F_{xy,spec}$**	**$M_{xy,spec}$**	**$M_{xy,mod}$**	**$M_{xy,check}$**	**$M_{xy,check}$ / $M_{xy,spec}$**	**$C_{rot,dyn,min}$**	**$C_{trans,dyn,min}$**	**Ref. spec.**
							excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF											
		[MW]	[m]	[m]	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]		[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]		[GNm/rad]	[MN/m]	
Vestas	V117	4,2	117	76,0	84,0	1,10	4084	4493	1888	2076	139200	153120	125943	138537	158553	1,14	4241	599	49356	44656	50329	1,02	65,0	36,4	0078-1751 VER 02 2018.10.12
Vestas	V117	4,2	117	76,0	91,5	1,10	4085	4493	1417	1559	113500	124850	94273	103701	129692	1,14	4249	608	54511	45277	55632	1,02	90,0	88,0	0076-2290 VER 02 2019.11.19
Siemens Gamesa	SWT-DD-120	4,3	120	76,0		1,10							95432	104975						36448					
Enercon	E115	4,2	115	67,0		1,10							124601	137062						32656					
Maxima							4085	4493	1888	2076	139200	153120	125943	138537			4249	608	54511	45277			90,0	88,0	
Envelope						1,10	4000	4400	1900	2090			130000	143000			4200	650		46000			90,0	90,0	

							Extreme loads (ULS)									Production loads (SLS)							
Manufacturer	**Type**	**Power**	**D_{rotor}**	**HH_{env}**	**HH_{spec}**	**PLF**	**$F_{z,spec}$**		**$F_{xy,spec}$**		**$M_{xy,spec}$**		**$M_{xy,mod}$**		**$M_{xy,check}$**	**$M_{xy,check}$ / $M_{xy,spec}$**	**$F_{z,spec}$**	**$F_{xy,spec}$**	**$M_{xy,spec}$**	**$M_{xy,mod}$**	**$M_{xy,check}$**	**$M_{xy,check}$ / $M_{xy,spec}$**	**$C_{rot,dyn,min}$**	**$C_{trans,dyn,min}$**	**Ref. spec.**
							excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF	excl. PLF	incl. PLF											
		[MW]	[m]	[m]	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]		[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]		[GNm/rad]	[MN/m]	
Vestas	V162	5,6	162	105,0	119,0	1,49	7804	11628	1366	2035	153600	228864	135529	201939	162554	1,06	7842	1143	127537	112533	136002	1,07	77,0	32,7	0082-7616 VER 02 2019.07.10
Siemens Gamesa	SG155	6,0	155	102,5	102,5	1,10	5692	6262	1372	1509	139106	153017	139106	153017	140642	1,01	5727	873	91850	91850	89449	0,97	150,0	-	D2321567 / 001 2019-11-21
Enercon	E160	5,0	160	105,0	120,0	1,10	8727	9600	1688	1857	207572	228329	181626	199788	202560	0,98	8727	838	94051	82295	100560	1,07	160,0	500,0	M03-C5-30-10861-R0 26-3-2020
Maxima							8727	11628	1688	2035	207572	228864	181626	201939			8727	1143	127537	112533			160,0	500,0	
Envelope						1,10	10800	11880	1900	2090			184000	202400			9000	1200		113000			160,0	500,0	

Opmerkingen
- Translatiestijfheid Enercon E160 erg hoog
- Vestas production loads: prob 1e-4
- Siemens Gamesa production loads: prob 1e-4 niet beschikbaar, quasi-permanent (prob 1e-2) toegepast
- Enercon production loads: prob 1e-4 niet beschikbaar, prob 1e-2 toegepast

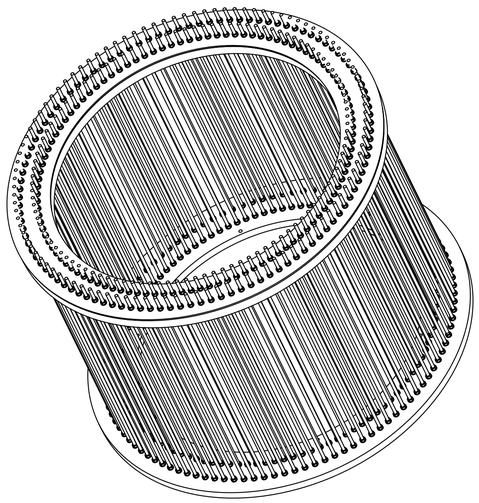
Verklaring

D_{rotor}	Rotordiameter	
HH_{env}	Hub height envelope	
HH_{spec}	Hub height specificatie leverancier	
PLF	Partial load factor	
$F_{z,spec}$	Verticale belasting specificatie leverancier	
$F_{xy,spec}$	Resulterende horizontale belasting specificatie leverancier	
$M_{xy,spec}$	Resulterend moment om horizontale as specificatie leverancier	
$M_{xy,mod}$	Resulterend moment om horizontale as gemodificeerd	$M_{xy,mod} = M_{xy,spec} * HH_{env} / HH_{spec}$
$M_{xy,check}$	Controle orde grootte resulterend moment o.b.v. horizontale belasting en hub height	$M_{xy,check} = F_{xy,spec} * HH_{spec}$
$C_{rot,dyn,min}$	Eis dynamische rotatieveerstijfheid fundering	
$C_{trans,dyn,min}$	Eis dynamische translatieveerstijfheid fundering	
	Waarde gebaseerd op verhouding Vestas V162 en Vestas V117 HH 84m	ULS verh. $M_{xy,mod}$ = 0,69
		SLS verh. $M_{xy,mod}$ = 0,40
	Waarde (excl. PLF) afgeleid van waarde incl. PLF	
	Aandachtspunt	

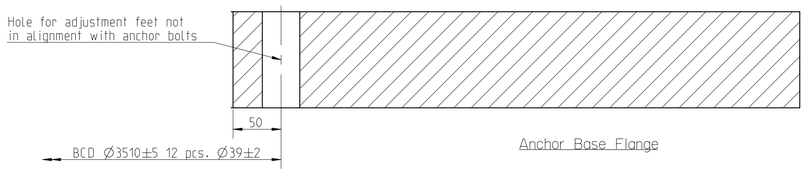
Bijlage 9

Anker kooien

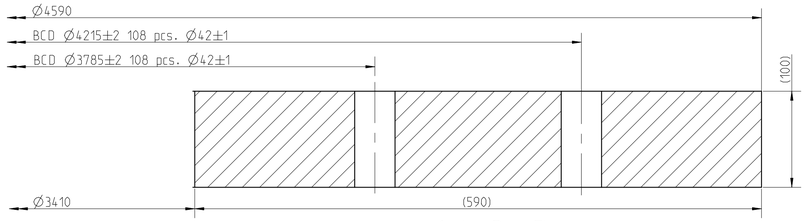
CONFIDENTIAL



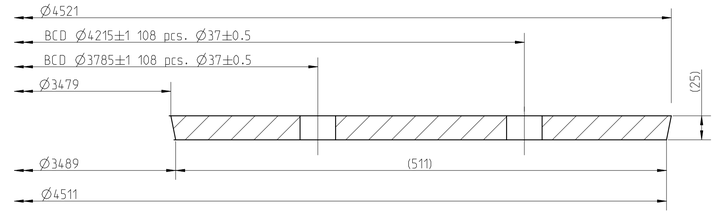
Isometric view



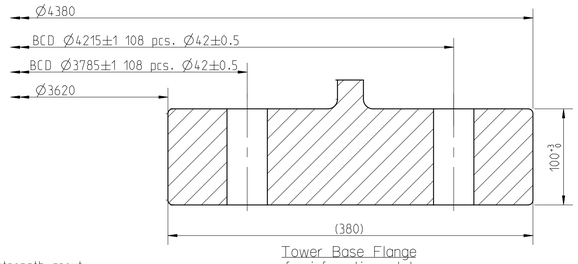
Anchor Base Flange



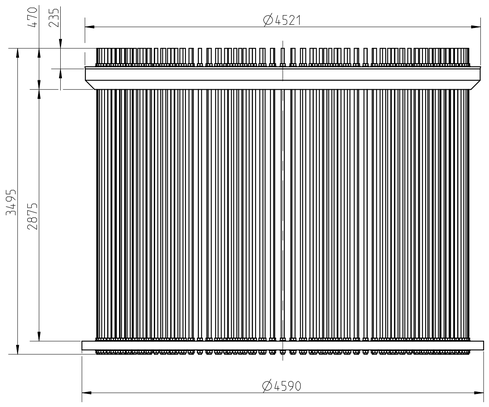
Anchor Base Flange



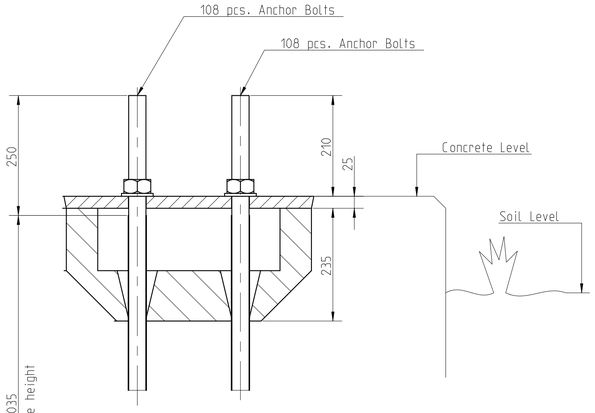
Template flange



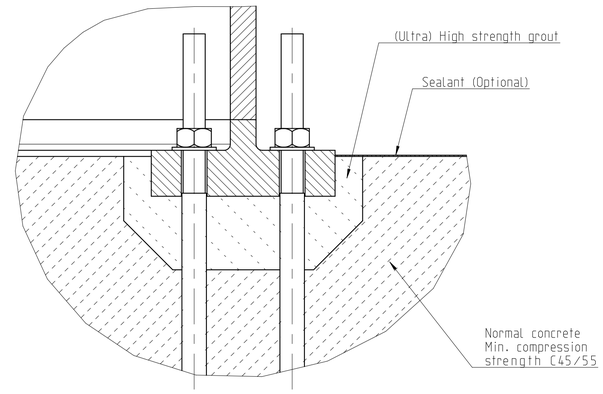
Tower Base Flange
for information only!



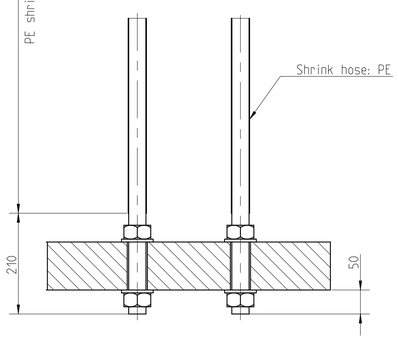
Profile view



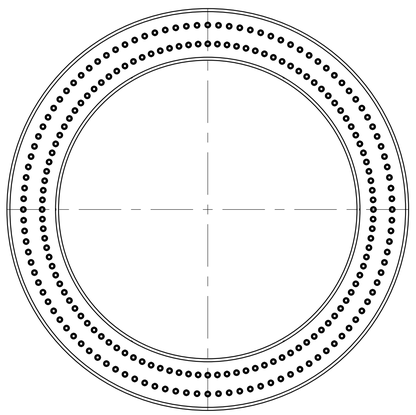
Prior to casting concrete



General view regarding concrete

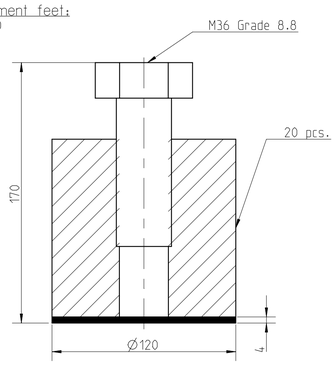


Prior to casting concrete

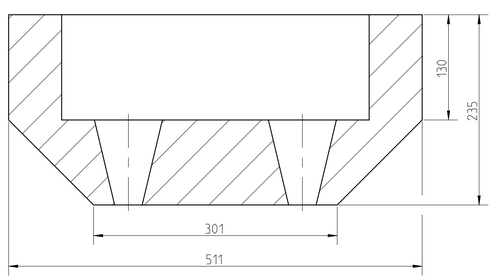


Plan view

Adjustment feet:
pcs. 20



Foam:



Note:
Anchors: M36 Grade 10.9 ISO 898-1/3.1 EN 10204
Nuts: Grade 10 TZN EN 14399-4
Washers: Grade 10 TZN EN 14399-6
Shrink hose: PE

Anchor Base Flange: S355J0 EN 10025-2/3.1 EN 10204
Other steel parts: S235JR EN 10025-2

Thermal cutting:
Anchor Base Flange EN/ISO 9013-331. Holes are to be drilled.

Surface treatment:
Upper thread: Tectyl 846 or equivalent.

Platform 4MW	Post-tension ratio %	Post-tension force [kN]	Min strength at post-tensioning. [MPa]	Grout grade [MPa]	Elongation (mm) Min.	Max.
T755B01 - V117 4.0/4.2MW MK3E HH91.5 IEC1B/IEC2A	50	409	56	C90/105	6.5	7.5

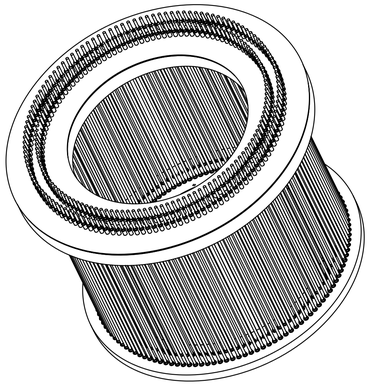
Item no.	Mass (kg)	Certificate	Format	Status	Revised by	Created date	Created by
0076-2090	–	–	A1	Approved	–	2018-06-28	
Material specification			Scale	Change no.	PDM ver.	Reviewed date	Reviewed by
–			1:35	458137	0.2	03.07.2018	NAHEH
–			Proj.	Item description			
			Pro/E	AC1.5 V117 4.0/4.2MW MK3E HH91.5 IEC1B/IEC2A			
Vestas. vestas.com			Metric Dimensions shown in mm unless otherwise specified	Replaces / Copy of –	Drawing no. 0076-2090	Ver. 0	Sheet 1 of 1

WARNING: PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION.
This document and the information set forth herein are confidential and proprietary to Vestas Wind Systems A/S. It contains trade secrets, and independent economic value, actual or potential, may be derived from the document/information not being generally known. In consideration of you receiving this document you agree (i) to keep the information secret (ii) only to use the information for the purpose specifically agreed with Vestas (iii) not to disclose directly or indirectly any part of the information to any third party and (iv) not to make copies or reproductions thereof by whatsoever means or undertake any qualitative or quantitative analysis, reverse engineering or replication.

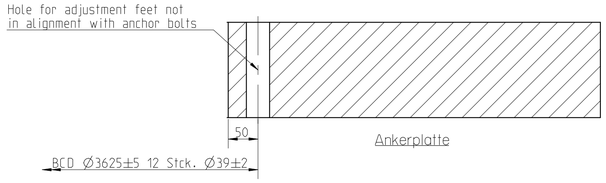
VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

T07 0076-2090 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-16 by EDSME

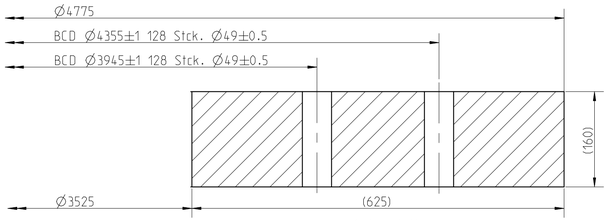
CONFIDENTIAL



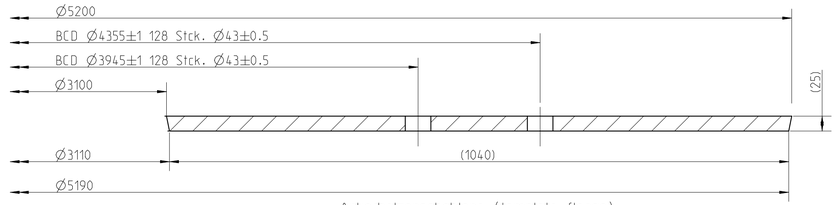
Isometrische Ansicht



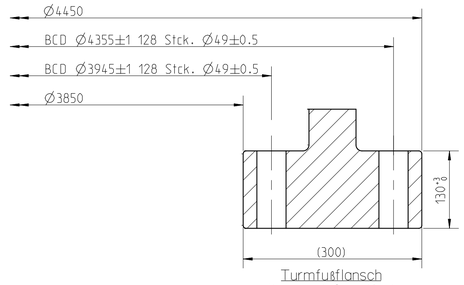
Ankerplatte



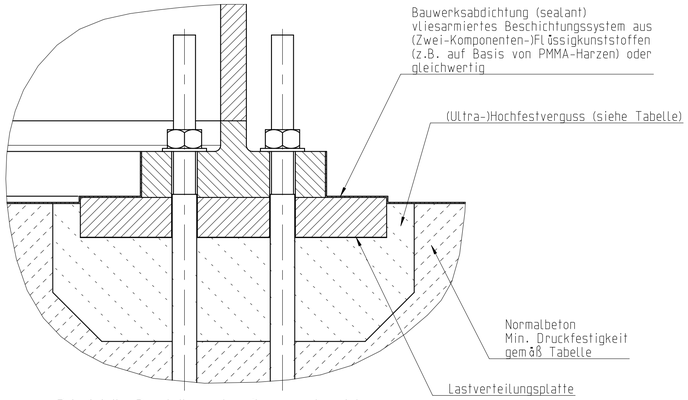
Ankerplatte



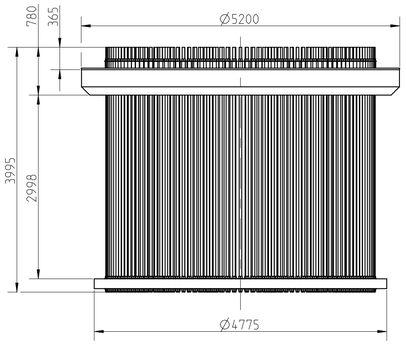
Ankerbolzenschablone (template flange)



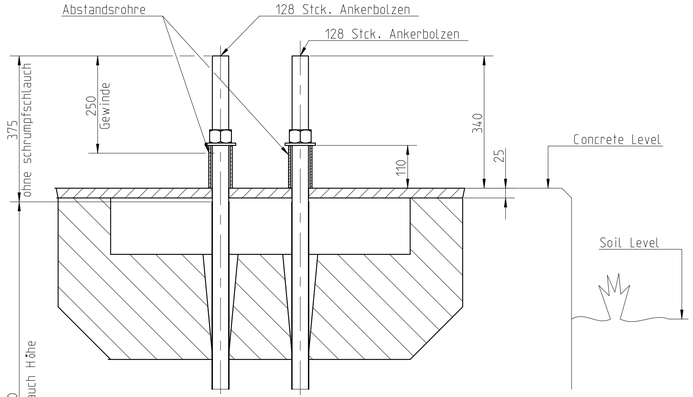
Turmfußflansch
Nur zur Information!



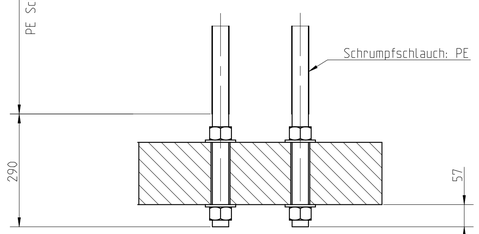
Prinzipielle Darstellung des Übergangsbereiches



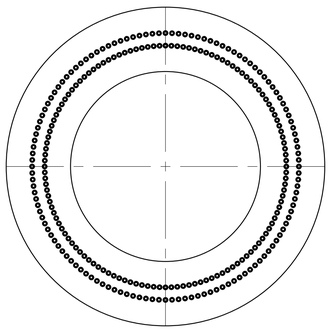
Seitliche Ansicht



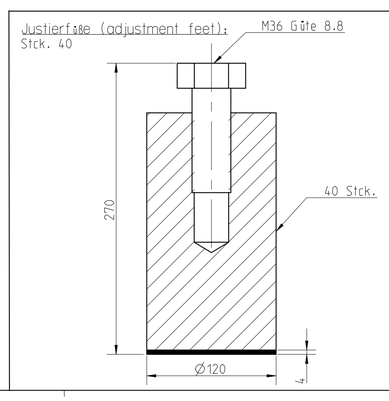
Ansicht vor dem Betonieren

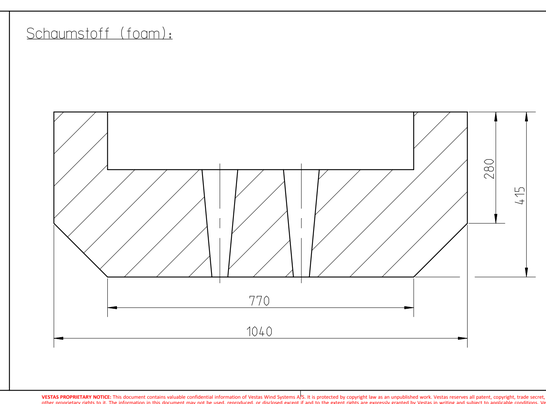


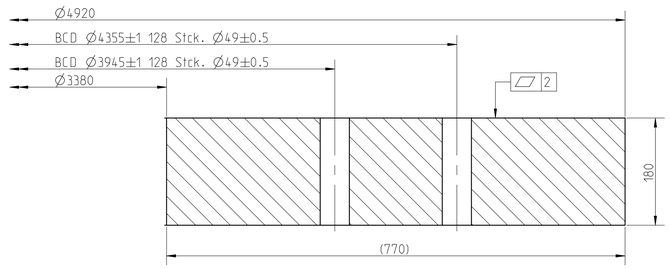
Ansicht vor dem Betonieren



Draufsicht







Lastverteilungsplatte (LVP)

Bemerkungen:
Ankerbolzen: M42 Festigkeitsklasse 10.9 DIN ISO 898-1 und DIN EN 14399-4 / 3.1 DIN EN 10204 / DASt-Richtlinie 021
Muttern: Güte 10 TZN DIN EN 14399-4
Scheiben: Güte 10 TZN DIN EN 14399-6
Schrumpfschlauch: PE

Lastverteilungsplatte: S355J2 DIN EN 10025-2 / 3.1 DIN EN 10204

Ankerplatte: S355J0 DIN EN 10025-2 / 3.1 DIN EN 10204
Übrige Stahlteile: S235JR DIN EN 10025-2

Thermisches Schneiden:
Ankerplatte: DIN EN/ISO 9013-1 inkl. Löcher, welche alternativ gebohrt werden können.

Oberflächenbehandlung:
Oberes Gewinde: Tectyl 846 oder gleichwertig.
Oberseite Lastverteilungsplatte: Strahlen und Metallisierung (reine Zinkbeschichtung, min. Schichtdicke 100 µm)

Hinweise:
1 - Die Betonfestigkeitsklasse der Fundamentplatte kann bei der Bemessung des Fundaments festgelegt werden, folgende Anforderungen müssen jedoch erfüllt werden:
  - Der E-Modul des Betons darf nicht kleiner sein als E_{cm} = 26.09 GPa
  - Der die Ankerplatte umgebende Beton muss die in der Tabelle angegebene Festigkeitsklasse aufweisen. Die Geometrie des die Ankerplatte umgebenden Betons muss vom Planer des Fundaments festgelegt werden.
2 - Die Fundamentgeometrie soll eine ungestörte Lastausbreitung zw. Turmfußflansch (oder LVP) und Ankerplatte mit einem Ausbreitungswinkel von 30° ermöglichen.
3 - Der Planer des Fundaments muss die unterhalb der LVP einzulegende Spaltzugbewehrung bestimmen.

Platform 5MW	Ausnutzung der Zugfestigkeit %	Ausnutzung der Vorspannkraft [kN]	Fck (Ultra-)Hochfestverguss zum Zeitpunkt des Vorspannens [MPa]	(Ultra-)Hochfestverguss [MPa]	Sockel beton [MPa]	Platte beton [MPa]	Längung (mm) Min.	Max.
V162 5.6MW HH119 DIBt	50	555	50	C80/95	C50/60	C50/60	7.5	8.7

Item no.	Mass (kg)	Certificate	Format	Status	Revised by	Created date	Created by
A006-5065	-	-	A1	DESIGN	-	2019-08-14	SHKSM
Material specification: - -			Scale 1:50	Change no. 485939	PDM ver. 0.0	Approved date 2019-08-15	Approved by AZATT
Vestas. vestas.com			Proj. Pro/E	Item description: AC1.5 V162 5.6MW HH119 DIBT -			
			Metric Dimensions shown in mm unless otherwise specified	Replaces / Copy of -	Drawing no. A006-5065	Ver. 0	Sheet 1 of 1

WARNING: PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION.
This document and the information set forth herein are confidential and proprietary to Vestas Wind Systems A/S. It contains trade secrets, and independent economic value, actual or potential, may be derived from the document/information not being generally known. In consideration of you receiving this document you agree (i) to keep the information secret (ii) only to use the information for the purpose specifically agreed with Vestas (iii) not to disclose directly or indirectly any part of the information to any third party and (iv) not to make copies or reproductions thereof by whatsoever means or undertake any qualitative or quantitative analysis, reverse engineering or replication.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

T07 A006-5065 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-02-16 by ANVWI

Bijlage 10

Constructieve rekensheets

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

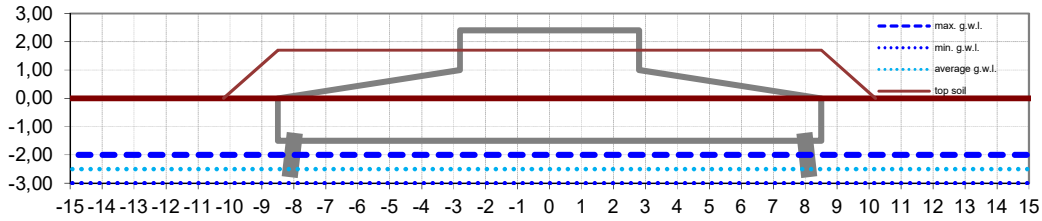
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-01 t/m HZ-09 envelope

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	17,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,60	m			
height pedestal	1,40	m	area	227,0	m^2
diameter bottom ring	5,60	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	449,3	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	34,5	m^3
height at edge	1,50	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	2,50	m	total volume	483,7	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,00	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,00	m	number of piles	32	pcs
min. g.w.l.	-3,00	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-2,50	m	$M_{inclination\ tower}$:	2554	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	650	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	4000	4200	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	130000	46000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	12094	12094	12094	12094
soil		DL	Fz [kN]	4417	4417	4417	4417
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				*Fz (kN)*	*My(kNm)*	*Fz (kN)*	*My(kNm)*	*Fz*	*My*	*Fz*	*My*
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)				
ULS max (min. g.w.l.)	24818			
		164321		
ULS min (max. g.w.l.)	18460			
		164321		
SLS (average g.w.l.)	20511		20711	
		135803		47985

Calculated Pile loads		*Fz(kN)*	*Fz(kN)*	*Fz(kN)*	*Fz(kN)*
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	2059			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-707			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1702	**1022**	**516**	**516**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-420	272	516	516

Allowable pile loads					
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

C.t.c. foundation piles - check

1,57 m **OK**

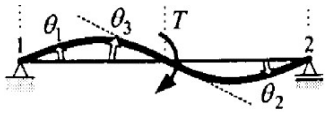
Rotational stiffness (preliminary design only)

$k_{v,pile,min}$ =	238	MN/m
$k_{v,pile,max}$ =	238	MN/m
Concrete strength class =	C30/37	
Load situation =	operational	(SLS)

Rotation from pile deformation

$Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile}$ =	16	m
$deflection_{pile1,min}$ =	4,29	mm
$deflection_{pile2,min}$ =	1,14	mm
$deflection_{pile1,max}$ =	4,29	mm
$deflection_{pile2,max}$ =	1,14	mm
max rotation $\theta_{pile,min}$ =	0,0001969	rad
min rotation $\theta_{pile,max}$ =	0,0001969	rad

Rotation from foundation block deformation



$$\theta_3 = \frac{1}{12}\frac{T\ell}{EI} \qquad \theta_3 = \frac{1}{12}\frac{T\ell}{EI}$$

T (moment)=	47985	kNm
$l_{average}$ = ½ * $Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile}$	8	m
$E_{concrete}$ =	21891045	kN/m^2
I = 1/12 * $Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile/3.8}$*$h_{centre}^3$=	5,9027778	m^4
rotation θ_{block} =	0,0002476	rad

Check Rotational stiffness

Min. required by supplier =	90	GNm/rad
Max. required by supplier =		GNm/rad (keep blan
$\theta_{pile,min}$ + θ_{block} =	0,0004445	rad
$\theta_{pile,max}$ + θ_{block} =	0,0004445	rad
Min. rotational resistance =	108,0	GNm/rad
Max. rotational resistance =	108,0	GNm/rad
Min. U.C. Rot. Stiffness =	**0,83**	**OK**
Max. U.C. Rot. Stiffness =		

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

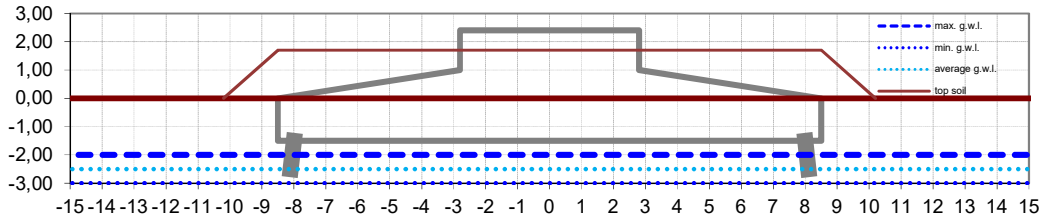
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-01 t/m HZ-09 envelope (static excl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	17,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,60	m			
height pedestal	1,40	m	area	227,0	m^2
diameter bottom ring	5,60	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	449,3	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	34,5	m^3
height at edge	1,50	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	2,50	m	total volume	483,7	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,00	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,00	m	number of piles	32	pcs
min. g.w.l.	-3,00	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-2,50	m	$M_{inclination\ tower}$:	2554	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	0	0	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	4000	4200	0	0
inclination (moment)		W	My [kNm]	2554	2554	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	12094	12094	12094	12094
soil		DL	Fz [kN]	4417	4417	4417	4417
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,00							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
ULS min		DL	Dead load	1,00							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)	20511			
	2554			
ULS min (max. g.w.l.)	20511			
	2554			
SLS (average g.w.l.)	20511	20711	16511	16511
	2554	2554	0	0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	661			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	621			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	661	**667**	**516**	**516**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	621	627	516	516

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

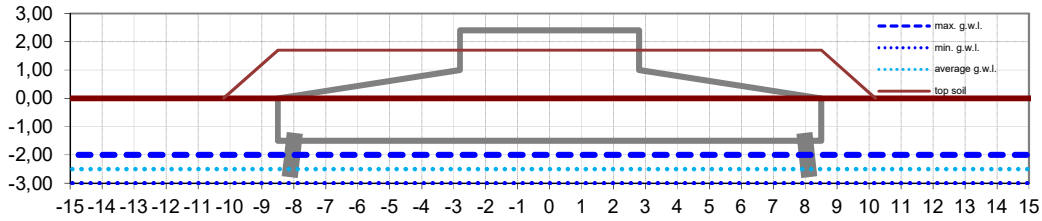
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-01 t/m HZ-09 envelope (static incl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	17,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,60	m			
height pedestal	1,40	m	area	227,0	m^2
diameter bottom ring	5,60	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	449,3	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	34,5	m^3
height at edge	1,50	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	2,50	m	total volume	483,7	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,00	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,00	m	number of piles	32	pcs
min. g.w.l.	-3,00	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-2,50	m	$M_{inclination\ tower}$:	2554	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	0	0	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	4000	4200	0	0
inclination (moment)		W	My [kNm]	2554	2554	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	12094	12094	12094	12094
soil		DL	Fz [kN]	4417	4417	4417	4417
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)	24818			
	3090			
ULS min (max. g.w.l.)	18460			
	3090			
SLS (average g.w.l.)	20511	20711	16511	16511
	2554	2554	0	0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	800			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	553			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	661	**667**	**516**	**516**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	621	627	516	516

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

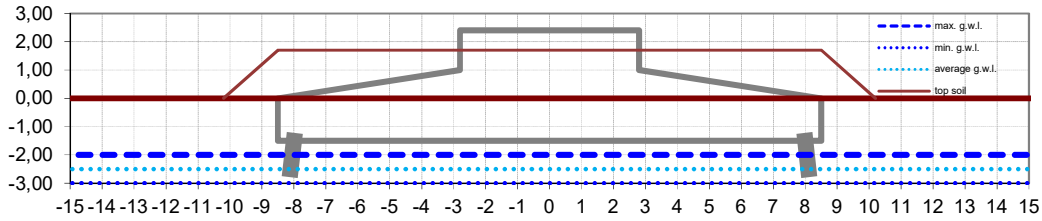
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-01 t/m HZ-09 envelope (dynamic and cyclic excl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	17,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,60	m			
height pedestal	1,40	m	area	227,0	m^2
diameter bottom ring	5,60	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	449,3	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	34,5	m^3
height at edge	1,50	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	2,50	m	total volume	483,7	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,00	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,00	m	number of piles	32	pcs
min. g.w.l.	-3,00	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-2,50	m	$M_{inclination\ tower}$:	0	kNm



Loads

				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	650	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	0	0	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	130000	46000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	0	0	12094	12094
soil		DL	Fz [kN]	0	0	4417	4417
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)

				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,00							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
ULS min		DL	Dead load	1,00							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)	0			
		135803		
ULS min (max. g.w.l.)	0			
		135803		
SLS (average g.w.l.)	0		0		16511		16511	
		135803		47985		0		0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1061			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	**-1061**			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1061	**375**	**516**	**516**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-1061	**-375**	516	516

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

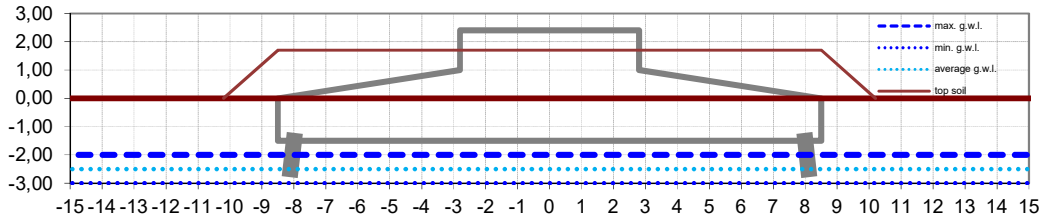
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-01 t/m HZ-09 envelope (dynamic and cyclic incl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	17,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,60	m			
height pedestal	1,40	m	area	227,0	m^2
diameter bottom ring	5,60	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	449,3	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	34,5	m^3
height at edge	1,50	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	2,50	m	total volume	483,7	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,00	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,00	m	number of piles	32	pcs
min. g.w.l.	-3,00	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-2,50	m	$M_{inclination\ tower}$:	0	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	650	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	0	0	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	130000	46000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	0	0	12094	12094
soil		DL	Fz [kN]	0	0	4417	4417
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)			
ULS max (min. g.w.l.)	0		
		164321	
ULS min (max. g.w.l.)	0		
		164321	
SLS (average g.w.l.)	0	0	16511 / 16511
		135803	47985 / 0 / 0

Calculated Pile loads		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1284			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	**-1284**			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1061	**375**	**516**	**516**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-1061	**-375**	516	516

Allowable pile loads					
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

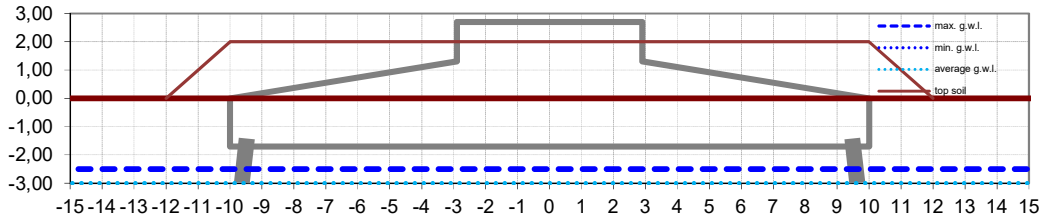
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-10 envelope

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	20,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,80	m			
height pedestal	1,40	m	area	314,2	m^2
diameter bottom ring	5,80	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	721,1	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	37,0	m^3
height at edge	1,70	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	3,00	m	total volume	758,1	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,30	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,50	m	number of piles	36	pcs
min. g.w.l.	-3,50	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-3,00	m	$M_{inclination\ tower}$:	7560	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	1200	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	10800	9000	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	184000	113000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	18953	18953	18953	18953
soil		DL	Fz [kN]	7187	7187	7187	7187
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				*Fz (kN)*	*My(kNm)*	*Fz (kN)*	*My(kNm)*	*Fz*	*My*	*Fz*	*My*
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)				
ULS max (min. g.w.l.)	44697			
		230403		
ULS min (max. g.w.l.)	33246			
		230403		
SLS (average g.w.l.)	36940		35140		26140		26140	
		190416		117052		0		0

Calculated Pile loads		*Fz(kN)*	*Fz(kN)*	*Fz(kN)*	*Fz(kN)*
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	2589			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-424			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	2140	**1661**	**726**	**726**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-87	292	726	726

Allowable pile loads					
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

C.t.c. foundation piles - check

1,66 m **OK**

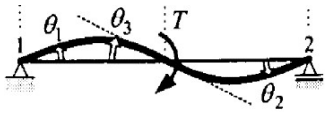
Rotational stiffness (preliminary design only)

$k_{v,pile,min}$ =	238	MN/m
$k_{v,pile,max}$ =	238	MN/m
Concrete strength class =	C30/37	
Load situation =	operational	(SLS)

Rotation from pile deformation

$Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile}$ =	19	m
$deflection_{pile1,min}$ =	6,98	mm
$deflection_{pile2,min}$ =	1,23	mm
$deflection_{pile1,max}$ =	6,98	mm
$deflection_{pile2,max}$ =	1,23	mm
max rotation $\theta_{pile,min}$ =	0,0003027	rad
min rotation $\theta_{pile,max}$ =	0,0003027	rad

Rotation from foundation block deformation



$$\theta_3 = \frac{1}{12}\frac{T\ell}{EI} \qquad \theta_3 = \frac{1}{12}\frac{T\ell}{EI}$$

T (moment)=	117052	kNm
$l_{average}$= ½ * $Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile}$	9,5	m
$E_{concrete}$ =	21891045	kN/m^2
I = 1/12 * $Ø_{pile\text{-}to\text{-}pile/3.8}$*$h_{centre}^3$=	12	m^4
rotation θ_{block} =	0,0003528	rad

Check Rotational stiffness

Min. required by supplier =	160	GNm/rad
Max. required by supplier =		GNm/rad (keep blan
$\theta_{pile,min}$ + θ_{block} =	0,0006555	rad
$\theta_{pile,max}$ + θ_{block} =	0,0006555	rad
Min. rotational resistance =	178,6	GNm/rad
Max. rotational resistance =	178,6	GNm/rad
Min. U.C. Rot. Stiffness =	**0,90**	**OK**
Max. U.C. Rot. Stiffness =		

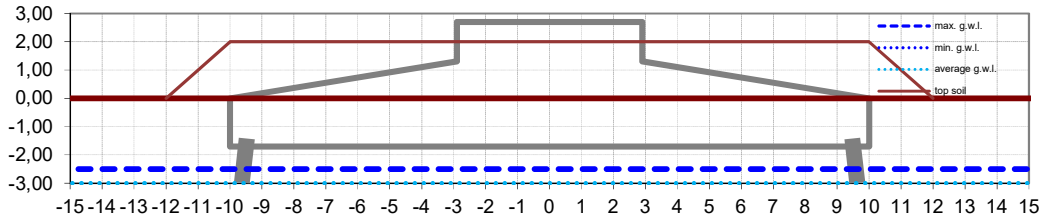
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-10 envelope (static excl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	20,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,80	m			
height pedestal	1,40	m	area	314,2	m^2
diameter bottom ring	5,80	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	721,1	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	37,0	m^3
height at edge	1,70	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	3,00	m	total volume	758,1	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,30	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,50	m	number of piles	36	pcs
min. g.w.l.	-3,50	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-3,00	m	$M_{inclination\ tower}$:	7560	kNm



Loads

				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	0	0	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	10800	9000	0	0
inclination (moment)		W	My [kNm]	7560	7560	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	18953	18953	18953	18953
soil		DL	Fz [kN]	7187	7187	7187	7187
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)

				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,00							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
ULS min		DL	Dead load	1,00							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)				36940							
					7560						
ULS min (max. g.w.l.)				36940							
					7560						
SLS (average g.w.l.)				36940		35140		26140		26140	
					7560		7560		0		0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1070			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	982			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1070	**1020**	**726**	**726**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	982	932	726	726

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

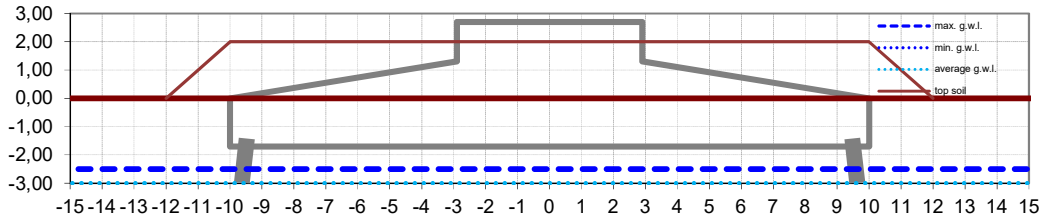
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-10 envelope (static incl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	20,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,80	m			
height pedestal	1,40	m	area	314,2	m^2
diameter bottom ring	5,80	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	721,1	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	37,0	m^3
height at edge	1,70	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	3,00	m	total volume	758,1	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,30	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,50	m	number of piles	36	pcs
min. g.w.l.	-3,50	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-3,00	m	$M_{inclination\ tower}$:	7560	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	0	0	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	10800	9000	0	0
inclination (moment)		W	My [kNm]	7560	7560	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	18953	18953	18953	18953
soil		DL	Fz [kN]	7187	7187	7187	7187
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)	44697			
	9148			
ULS min (max. g.w.l.)	33246			
	9148			
SLS (average g.w.l.)	36940	35140	26140	26140
	7560	7560	0	0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1295			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	870			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1070	**1020**	**726**	**726**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	982	932	726	726

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

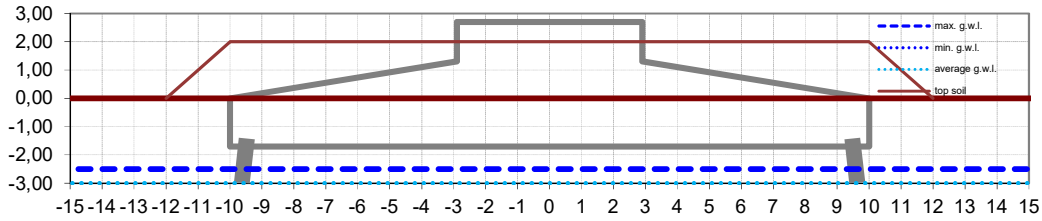
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-10 envelope (dynamic and cyclic excl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	20,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,80	m			
height pedestal	1,40	m	area	314,2	m^2
diameter bottom ring	5,80	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	721,1	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	37,0	m^3
height at edge	1,70	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	3,00	m	total volume	758,1	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,30	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,50	m	number of piles	36	pcs
min. g.w.l.	-3,50	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-3,00	m	$M_{inclination\ tower}$:	0	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	1200	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	0	0	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	184000	113000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	0	0	18953	18953
soil		DL	Fz [kN]	0	0	7187	7187
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,00							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
ULS min		DL	Dead load	1,00							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,00						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)	0			
	190416			
ULS min (max. g.w.l.)	0			
	190416			
SLS (average g.w.l.)	0	0	26140	26140
	190416	117052	0	0

Calculated Pile loads

		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1114			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	**-1114**			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1114	**685**	**726**	**726**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-1114	**-685**	726	726

Allowable pile loads

ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

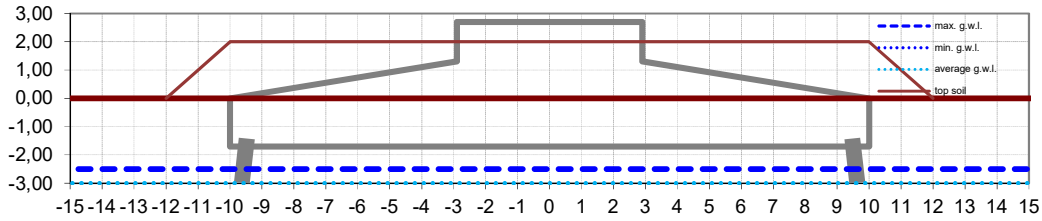
Project : WP MV2
Project number: BG8375
Part : HZ-10 envelope (dynamic and cyclic incl. PLF)

Wind turbine foundation: tapered circular plate

type windturbine : 0

Geometry

diameter (outer)	20,00	m	type of foundation	on piles	
diameter (top surface)	5,80	m			
height pedestal	1,40	m	area	314,2	m^2
diameter bottom ring	5,80	m	specific weight of concrete	25,0	kN/m^3
height bottom ring	0,00	m	volume of foundation	721,1	m^3
edge to centre pile	0,50	m	volume of pedestal	37,0	m^3
height at edge	1,70	m	volume of bottom ring	0,0	m^3
height in centre	3,00	m	total volume	758,1	m^3
top edge to ground level	0,00	m			
top centre to ground level	1,30	m	WT loadpoint above foundation	0,2	m
max. g.w.l.	-2,50	m	number of piles	36	pcs
min. g.w.l.	-3,50	m	soil cover [yes/no]:	yes	
average g.w.l.	-3,00	m	$M_{inclination\ tower}$:	0	kNm



Loads

Loads				Load situations: extreme	operational	fatigue max	fatigue min
Windturbine (from supplier)							
wind (horizontal)		W	Fx [kN]	1900	1200	0	0
self-weight (vertical)		DL	Fz [kN]	0	0	0	0
wind (moment)		W	My [kNm]	184000	113000	0	0
Foundation (calculated)							
concrete		DL	Fz [kN]	0	0	18953	18953
soil		DL	Fz [kN]	0	0	7187	7187
max g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
min g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0
average g.w.l. (uplift)	(0 kN/m2)	GW	Fz [kN]	0	0	0	0

Combinations (partial factors)				Fz (kN)	My(kNm)	Fz (kN)	My(kNm)	Fz	My	Fz	My
ULS max		DL	Dead load	1,21							
	min	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
ULS min		DL	Dead load	0,90							
	max	GW	Ground water	1,00							
		W	Wind		1,21						
SLS		DL	Dead load	1,00		1,00		1,00		1,00	
	ave	GW	Ground water	1,00		1,00		1,00		1,00	
		W	Wind		1,00		1,00		1,00		1,00

Overall loads (centre of gravity)

ULS max (min. g.w.l.)				0							
					230403						
ULS min (max. g.w.l.)				0							
					230403						
SLS (average g.w.l.)				0		0		26140		26140	
					190416		117052		0		0

Calculated Pile loads		Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)	Fz(kN)
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	1347			
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	**-1347**			
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	1114	**685**	**726**	**726**
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-1114	**-685**	726	726

Allowable pile loads					
ULS max (min. g.w.l.)	(compression)	3000	-	-	-
ULS min (max. g.w.l.)	(tension)	-800	-	-	-
SLS max (average g.w.l.)	(compression)	-	0	0	0
SLS min (average g.w.l.)	(tension)	-	0	0	0