

Formulier  
NT-010



Figuur 2 Energiehaven IJmond (bron: <https://www.ijmuiden.nl/nieuwe-energiehaven/>)

De voorliggende notitie betreft een advies voor het terrein ter plaatse van het voormalige silbdepot die aangevuld wordt met zand waarbij specifiek wordt gekeken naar het verticale draagvermogen.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Documenten

Bij het opstellen van deze notitie is gebruik gemaakt van de onderstaande documenten:

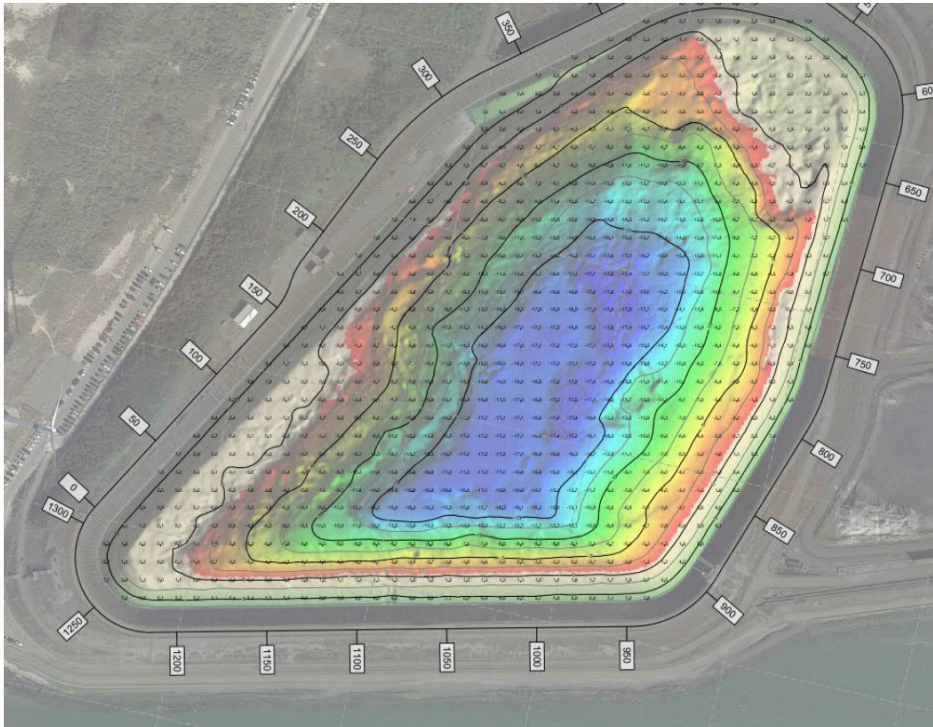
- [1] Email [redacted]@rws.nl (onderwerp: *FW: Grondwaterstanden Averijhaven*) d.d. 9-1-2024 met als bijlage een excel sheet met de waterstand in het depot en de gemeten stijghoogtes.
- [2] Email [redacted]@portofamsterdam.com (onderwerp: *RE: Energiehaven Velsen – Funderingsproeven staalslakkendam*) d.d. 3-1-2024 met een link naar het opleverdossier van het depot na het uitbaggeren.
- [3] Fugro; rapport *Geotechnisch (vervolg)onderzoek Averijhavendepot*, documentnr. 1218-0096-120 versie 3.1 d.d. 27-8-2019.
- [4] Van Oord, rapport; *Nazorgplan Averijhaven*, ref. 154256-PM-OAD-002, d.d. 11-10-2022.
- [5] Email [redacted]@portofamsterdam.com (onderwerp: *RE: Funderingsproeven Averijhaven*) d.d. 15-1-2024 met opgave bovenbelastingen en opzet verhardingsconstructie.
- [6] *Geotechnisch ontwerp van constructies* NEN 9997-1+C2:2017.

*CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.*

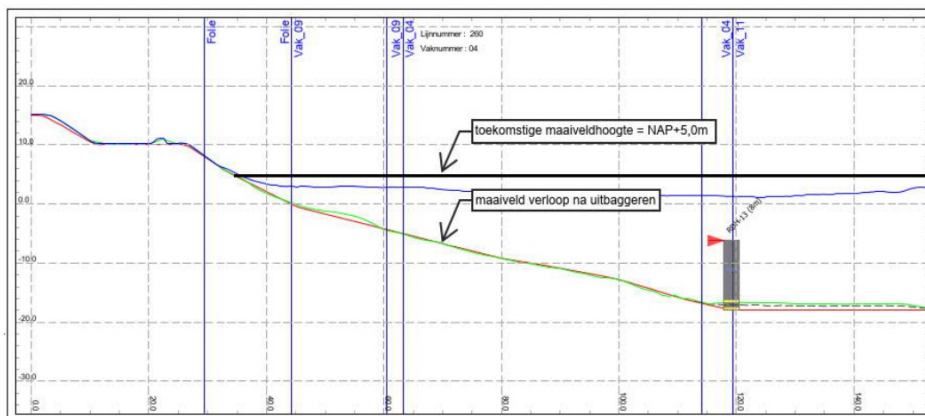
### 2.2 Ontwerpgegevens

Het voormalige slibdepot is in 2022 uitgebaggerd. Conform het opleverdossier [2] varieert het bodemniveau nu van NAP-0,5m aan de zijkanten tot NAP-17,5m in het midden van het voormalige depot (zie Figuur 3 en Figuur 4). Het voormalige depot wordt aangevuld met zand. Om de belastingen van de windmolenonderdelen (circa 60 ton/m<sup>2</sup> conform [5]) te kunnen overdragen op de ondergrond wordt het bedrijventerrein voorzien van een open verharding van puingranulaat (0,5m dik) met een funderingslaag van staalslakken (1,5m dik).





Figuur 3 Dieptekaart uitmeting Averijhaven [2]



Figuur 4 Representatieve doorsnede bodemverloop [2]

In deze notitie is de situatie beschouwd waarbij vanaf NAP-9m wordt aangevuld met zand. Beneden NAP-9m is de bodemopbouw aangenomen zoals die is aangetroffen bij de sonderingen die rondom het slibdepot zijn uitgevoerd.

## 2.3 Bodemopbouw en grondparameters

### 2.3.1 Bodemopbouw

Door Fugro is rondom en op het slibdepot een grondonderzoek uitgevoerd [3]. De relevante sonderingen voor dit project zijn gegeven in Bijlage 1.

Omdat het slibdepot nog aangevuld moet worden, is in deze notitie een aanname gedaan voor de bodemopbouw vanaf toekomstige maaiveldhoogte tot een diepte van NAP-9m. Op basis van de sonderingen DKMP4 t/m DKMP6 is de bodemopbouw beneden NAP-9m bepaald. Deze bodemopbouw is gegeven in Tabel 1.

Grondlaag	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]
Puinggranulaat <sup>1)</sup>	+5,0
Staalslakken <sup>1)</sup>	+4,5
Aangebracht zand, verdicht	+3,0
Aangebracht zand, los <sup>2)</sup>	+2,5
Zand, vast	-9,0
Zand, matig tot vast	-11,5
Zand, zeer vast	-13,5
Klei, zandig, vast	-17,0
Zand, vast	-20,5

Opmerkingen bij de tabel<sup>1)</sup> = voorstel opdrachtgever [5].

<sup>2)</sup> = de uitvoeringswijze van het aanbrengen van het zand bepaald de eigenschappen van het aangebrachte zand. Zand onder water is namelijk niet te verdichten tijdens het aanbrengen, dat zou alleen achteraf kunnen met bijvoorbeeld dynamische compactie. De mate van verdichting van het zand / de aanvulling is bepalend voor de sterkte eigenschappen en daarmee bepalend voor de draagkracht.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat conform [4] lokaal nog baggerspecie aanwezig is. Met name in die vakken waar vanwege de stabiliteit van de ringdijk niet verder gebaggerd kon worden, is het bodemprofiel anders dan aangehouden in deze notitie.

Verder wordt opgemerkt dat bij de omliggende sonderingen vanaf NAP+1,0m tot NAP-9,0m overwegend vast tot zeer vast gepakt zand is aangetroffen die bij de sonderingen DKMP4 en DKMP5 doorsnede wordt door een kleilaag op circa NAP-7,5m.

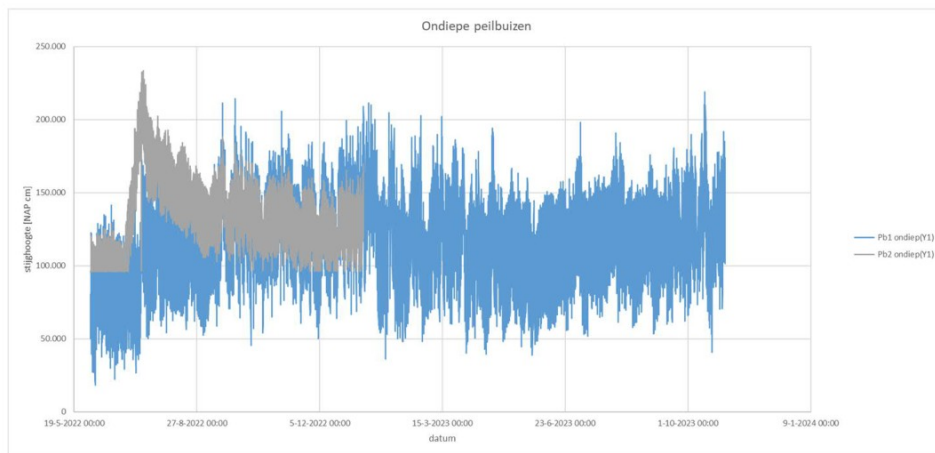
**2.3.2 Grondwaterstand en stijghoogtes**

In de directe omgeving van de projectlocatie bevinden zich peilbuizen van RWS [1] (zie Figuur 5) die gemonitord worden echter onvoldoende meetdata hebben om een statische analyse op uit te voeren (bepaling GHG, GG en GLG). Het betreffen zowel ondiepe als diepe peilbuizen (zie Figuur 6 en Figuur 7). Uit de waarnemingen blijkt dat alleen de stijghoogte van de diepe peilbuizen 3 en 4 niet beïnvloedt wordt door getijden, dit in tegenstelling tot de ondiepe peilbuizen en de diepe peilbuizen 1 en 2 (zie Figuur 8).

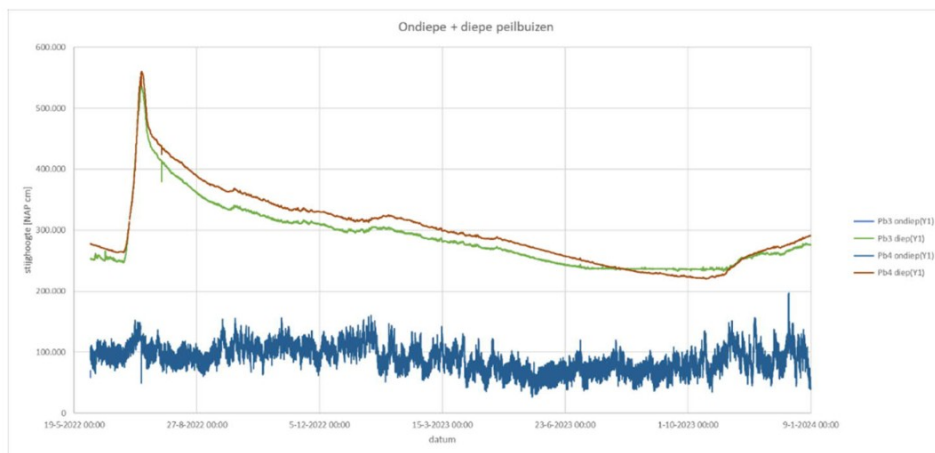


Figuur 5 Locaties peilbuizen (ondiep/diep) [4]

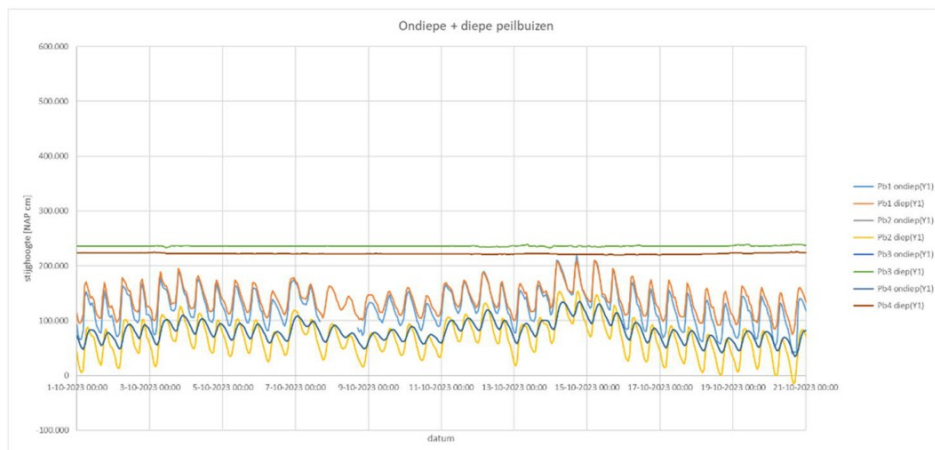




Figuur 6 Meetdata ondiepe peilbuis 1 en 2

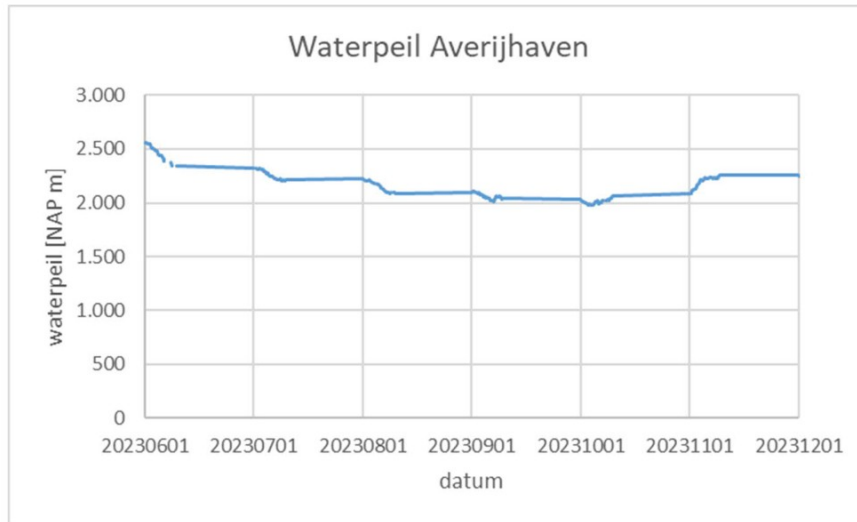


Figuur 7 Meetdata peilbuis 3 en 4 (ondiep/diep)



Figuur 8 Meetdata ondiepe en diepe peilbuizen

Het open waterpeil in het voormalige slibdepot fluctueerde in 2023 conform [1] tussen NAP+2,5m en NAP+2,0m (zie Figuur 9).



Figuur 9 Waterpeil in Averijhaven [1]

Op basis van de beschikbare gegevens is een toekomstige freatische grondwaterstand aangenomen van NAP+2,5m.

### 2.3.3 Grondparameters

De gehanteerde representatieve waarde van de grondparameters zijn gebaseerd op tabel 2.b. uit [6] en de rapportage van Fugro [3]. De parameters zijn opgenomen in Tabel 2. Voor staalslakken is uitgegaan van de residuele sterkte overeenkomstig Fugro rapport *Geotechnisch (vervolg)onderzoek Averijhavendepot* (documentnr. 1218-0096-120 d.d. 27-8-2019) [3]. In hoeverre ook voor het bedrijventerrein uitgegaan moet worden van de residuele sterkte van staalslakken kan CRUX niet beoordelen. Door te rekenen met de residuele sterkte van de staalslakken wordt een ondergrenswaarde voor de draagkracht berekend (conservatieve aanname). Op grond van de invloedsdiepte van de fictieve funderingen kunnen in de basis de grondlagen beneden NAP-9m buiten beschouwing worden gelaten in de draagkrachtberekeningen.

Tabel 2 Bodemopbouw en representatieve grondparameters

Grondlaag	B.k. laag [NAP m]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
Puinggranulaat	+5,0	19	21	40	0
Staalslakken (residuele sterkte)	+4,5	23	26	40,1	7,7
Aangebracht zand, verdicht	+3,0	18	20	32,5	0
Aangebracht zand, los	+2,5	17	18	29	0
Zand, vast	-9,0	19	21	35	0
Zand, matig tot vast	-11,5	18	20	32,5	0
Zand, zeer vast	-13,5	19	21	35	0

De uitvoeringswijze van het aanbrengen van het zand bepaald de eigenschappen van het aangebrachte zand. Zand onder water is namelijk niet te verdichten tijdens het aanbrengen, dat zou alleen achteraf kunnen met bijvoorbeeld dynamische compactie. De mate van verdichting van het zand / de aanvulling is bepalend voor de sterkte eigenschappen en daarmee bepalend



voor de draagkracht. In verband hiermee zijn 2 scenario's uitgewerkt waarbij de draagkracht is bepaald. Voor respectievelijk een niet verdichtte en verdichtte zandaanvulling in de zone tussen 0,5m onder de staalslakken tot een diepte van NAP-9,0m.

Verder dient te worden opgemerkt dat conform [4] lokaal nog baggerspecie aanwezig is. Met name in die vakken waar vanwege de stabiliteit van de ringdijk niet verder gebaggerd kon worden, is het bodemprofiel anders dan aangehouden in Tabel 2. Afhankelijk van de diepte waarop deze sliblaag aanwezig is en/of het hier om ongerijpte of gerijpte zandige slib gaat, is de draagkracht van het terrein hier minder dan berekend in hoofdstuk 3. Indien gewenst kan dit aspect in een later stadium nader worden uitgewerkt.

## 3 Draagvermogen verhardingsconstructie

### 3.1 Inleiding

Voor de fundering van het terrein zijn in dit hoofdstuk de resultaten van de indicatieve berekeningen ten aanzien van de maximale draagkracht van de ondergrond gegeven. In principe is de situatie beschouwd als zijnde een fundering op staal.

Voor het toekomstige bedrijventerrein zijn geen zettingsberekeningen uitgevoerd. Indien gewenst kan dit aspect in een later stadium nader worden uitgewerkt. Voor bepalen van de draagkracht is alleen het deel van de ondergrond binnen de invloedsdiepte van de fictieve fundering beschouwd. De aanvulling vanaf bodemniveau depot (ca. NAP-17,5m) tot NAP-9,0m is echter wel van invloed op de totale stabiliteit van het terrein. Uitgangspunt is dat dit minimaal met zand wordt aangevuld.

### 3.2 Uitgangspunten

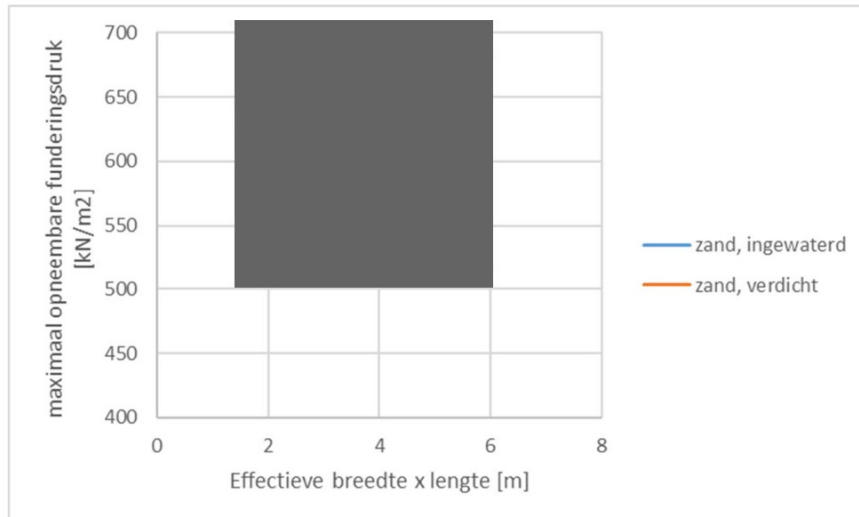
Onderstaand volgen de uitgangspunten ten behoeve van de draagkrachtberekening van de 'fundering op staal'. Onderscheid wordt gemaakt tussen twee typen funderingen op staal met ieder zijn eigen uitgangspunten qua geometrie en berekening:

- 'Vierkante' fundering met een gelijkmatig verdeelde belasting die centrisch aangrijpt op dat vlak.
- 'Strook' fundering van 1m breed (ook gelijkmatig en centrisch belast).
- Geen horizontale belasting.
- Grondwater in de gebruiksfase: NAP+2,5m.
- Horizontaal maaiveld (dus geen talud binnen het invloedsgebied van de fundering).

Voor de representatieve waarden van de grondparameters wordt verwezen naar Tabel 2.

### 3.3 Berekening verticaal draagvermogen voorstel opdrachtgever

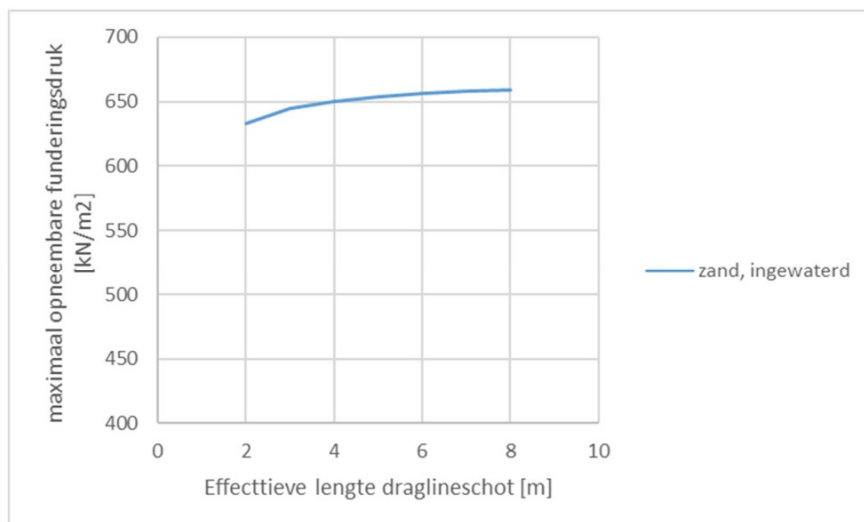
In Figuur 10 is het draagvermogen inzichtelijk gemaakt voor een 'vierkante' fundering bij een bodemprofiel met los zand in de aanvulling tot 0,5m onder de staalslakken funderingslaag (aangeduid als *zand*, *ingewaterd*) en als het aanvulzand verdicht is. Een voorbeeldberekening van een 'vierkante' fundering is gegeven in Bijlage 2.



Figuur 10 Draagvermogen 'vierkante' fundering bij ingewaterd zand en verdicht zand

Een rekenwaarde van de belasting van  $60 \text{ ton/m}^2$  kan worden opgenomen met een 'vierkante' fundering als het aanvulzand verdicht is. In het geval het aanvulzand vanaf bodem tot 0,5m onder de staalslakken funderingslaag bestaat uit los gepakt dan dient een dikkere funderingslaag te worden toegepast. Dit aspect is nader uitgewerkt in paragraaf 3.4.

In Figuur 11 is het draagvermogen inzichtelijk gemaakt voor een 'strook' fundering bij een bodemprofiel met los zand in de aanvulling tot 0,5m onder de staalslakken funderingslaag (aangeduid als *zand, ingewaterd*). Omdat de invloedsdiepte bij een strookbreedte van 1m niet dieper reikt dan circa NAP+2,7m, heeft een verdicht zandpakket beneden NAP+2,5m geen invloed op het draagvermogen. Een voorbeeldberekening van een 'strook' fundering is gegeven in Bijlage 3.



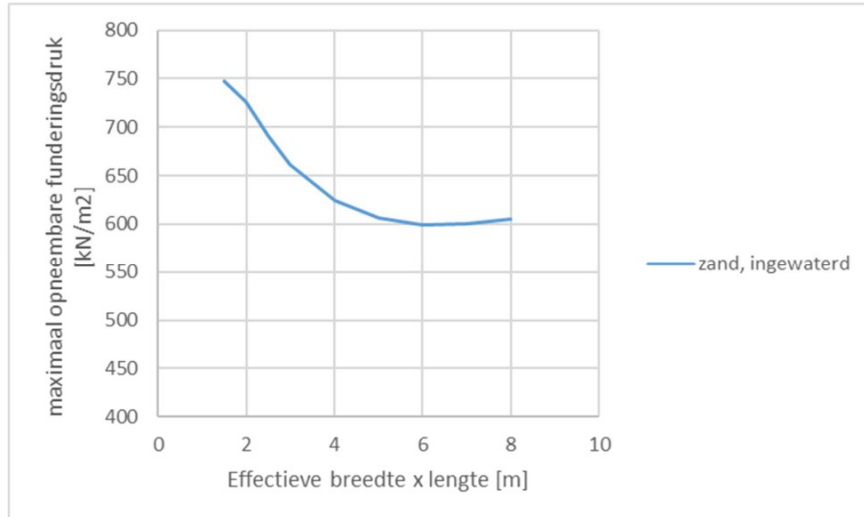
Figuur 11 Draagvermogen 'strook' fundering (1m breed) bij ingewaterd zand

Een rekenwaarde van de belasting van  $60 \text{ ton/m}^2$  kan worden opgenomen door een 'strook' fundering van 1m breed zelfs als het aanvulzand los gepakt is.



### 3.4 Berekening verticaal draagvermogen alternatieve constructie

In de alternatieve verhardingsconstructie is uitgegaan van een staalslakken laag van 2m dik (in plaats van 1,5m) met daaronder een laag verdicht zand van 0,5m dik in de diepte gevolgd door los gepakt zand. In Figuur 12 is het draagvermogen inzichtelijk gemaakt voor een 'vierkante' fundering bij een dergelijk bodemprofiel. Een voorbeeldberekening van een 'vierkante' fundering is gegeven in Bijlage 4.



Figuur 12 Draagvermogen 'vierkante' fundering bij ingewaterd zand

Een rekenwaarde van de belasting van 60 ton/m<sup>2</sup> kan dan worden opgenomen met een 'vierkante' fundering zelfs als het aanvulzand los gepakt is.

Opgemerkt wordt dat als de grondwaterstand geen NAP+2,5m is maar NAP+3,0m de maximaal opneembare funderingsdruk dan afneemt van 600 kN/m<sup>2</sup> naar 575 kN/m<sup>2</sup>.

## 4 Conclusie

Het voornemen is om het uitgebaggerde slibdepot om te bouwen tot een bedrijventerrein voor windparkbouwers op de Noordzee. Hiervoor dient het depot te worden aangevuld met zand. De uitvoeringswijze van het aanbrengen van het zand bepaalt de eigenschappen van het aangebrachte zand. In de notitie zijn daarom twee scenario's beschouwd, te weten ingewaterd zand (los gepakt) en verdicht zand.

Uit de indicatieve berekeningen blijkt dat als sprake is van los gepakt aanvulzand tot een diepte van NAP-9m de volgende constructieopbouw voor de verharding moet worden toegepast (van boven naar onder):

- 0,5m puingranulaat;
- 2,0m staalslakken;
- 0,5m verdicht zand.

Bij een freatische grondwaterstand van NAP+2,5m heeft een dergelijke constructie opbouw een verticaal draagvermogen (rekenwaarde) van 600 kN/m<sup>2</sup>. Als de grondwaterstand NAP+3,0m is, neemt het draagvermogen af tot 575 kN/m<sup>2</sup>. Met behulp van een drainagesysteem kan de grondwaterstand op NAP+2,5m worden beheerst.

Verder dient te worden opgemerkt dat conform [4] lokaal nog baggerspecie aanwezig is. Met name in die vakken waar vanwege de stabiliteit van de ringdijk niet verder gebaggerd kon worden, is het bodemprofiel anders dan aangehouden in Tabel 2. Afhankelijk van de diepte waarop deze sliblaag aanwezig is en/of het hier om ongerijpte of gerijpte zandige slib gaat, is de draagkracht van het terrein hier minder dan 600 kN/m<sup>2</sup>. Indien gewenst kan dit aspect in een later stadium nader worden uitgewerkt.

Circa 5 ha van het naastgelegen terrein van Tata Steel wordt eveneens omgebouwd tot bedrijventerrein. Pas nadat ook op dat terrein een grondonderzoek is uitgevoerd, kan voor dat specifieke terrein een advies worden uitgebracht.



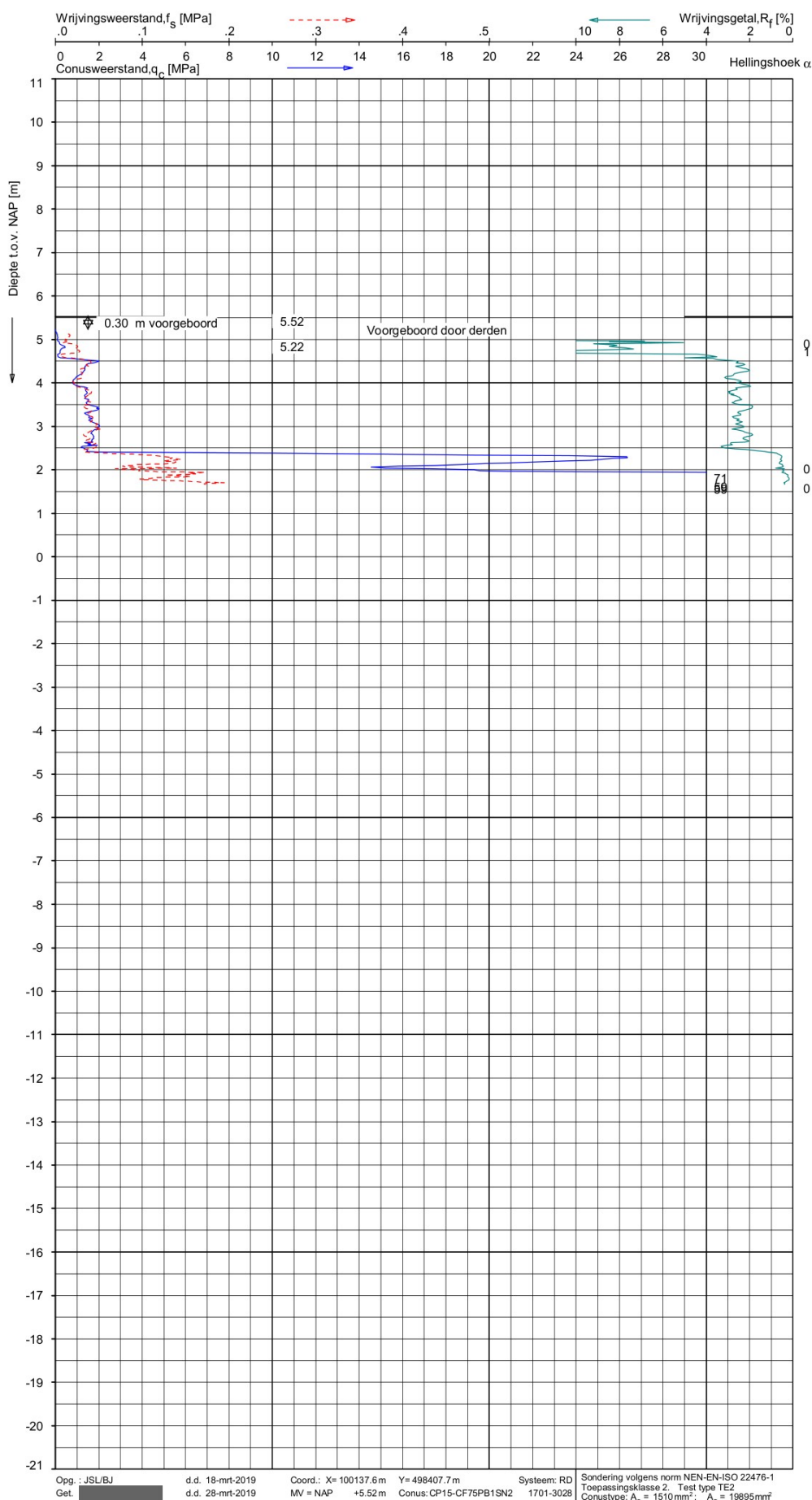
## Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Relevante sonderingen
Bijlage 2	Voorbeeldberekening 'vierkante' fundering
Bijlage 3	Voorbeeldberekening 'strook' fundering
Bijlage 4	Voorbeeldberekening 'vierkante' fundering

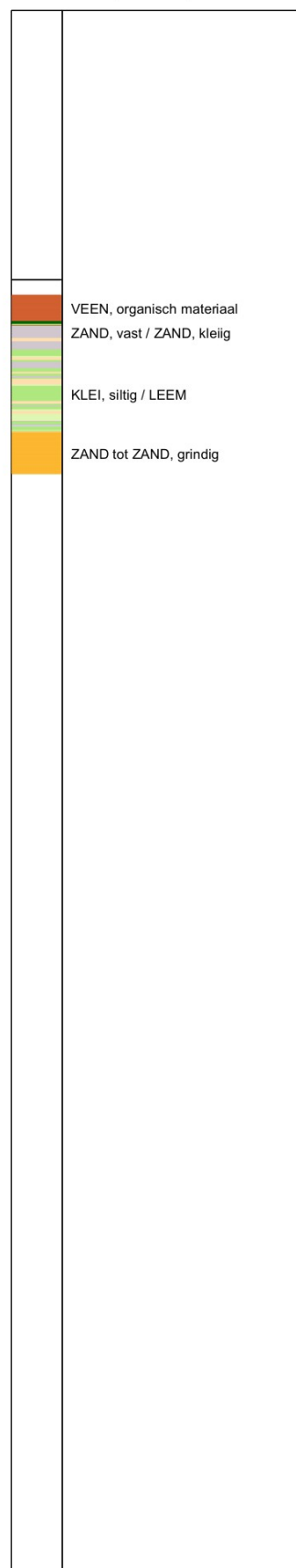
## **Bijlage 1 Relevante sonderingen**







**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil 1990, NL corr.)

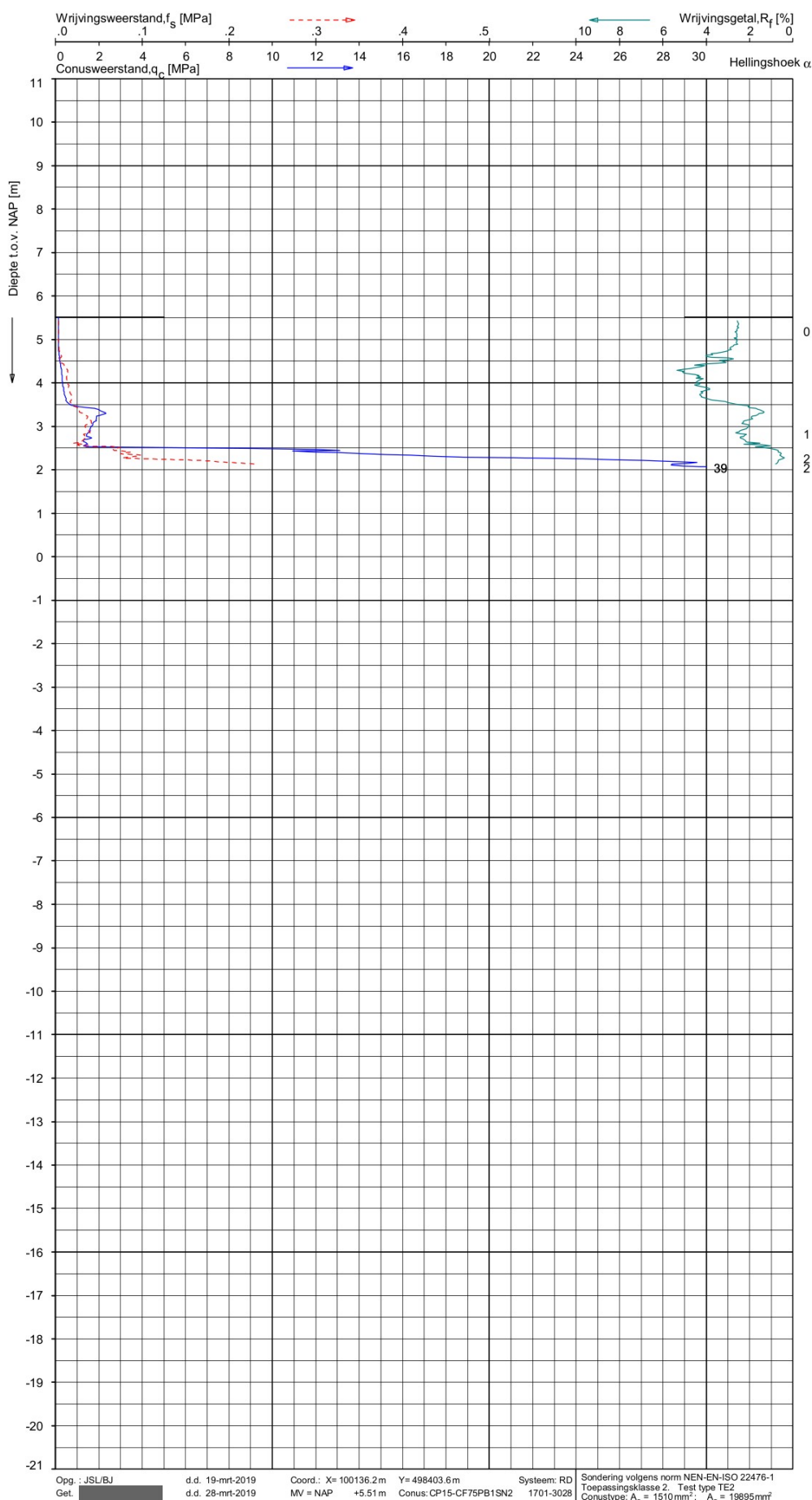


Opg.: JSU/BJ d.d. 18-mrt-2019 Coord.: X= 100137.6 m Y= 498407.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: d.d. 28-mrt-2019 MV = NAP +5.52 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-3028 Toepassingsklasse 2. Test type TE2  
 Conustype: A<sub>1</sub> = 1510 mm<sup>2</sup>; A<sub>2</sub> = 19895 mm<sup>2</sup>

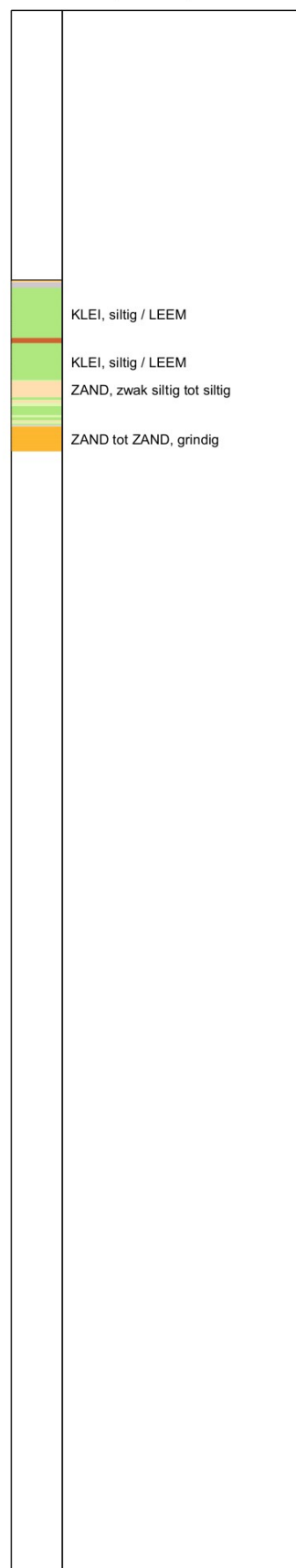
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH (VERVOLG)ONDERZOEK AVERIJHAVENDEPOT

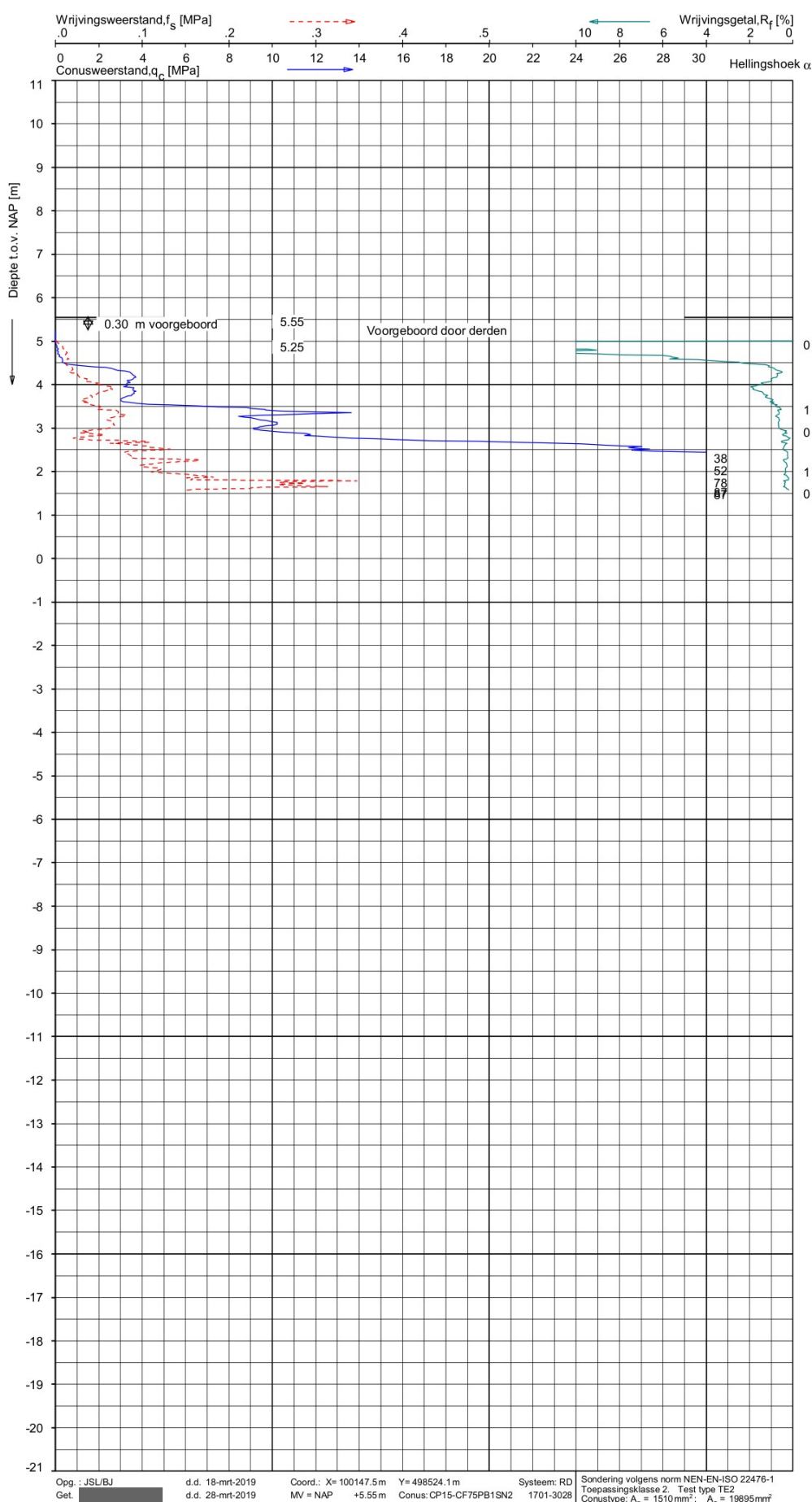
Opdr. 1218-0096-000  
 Sond. DKMP1



**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)

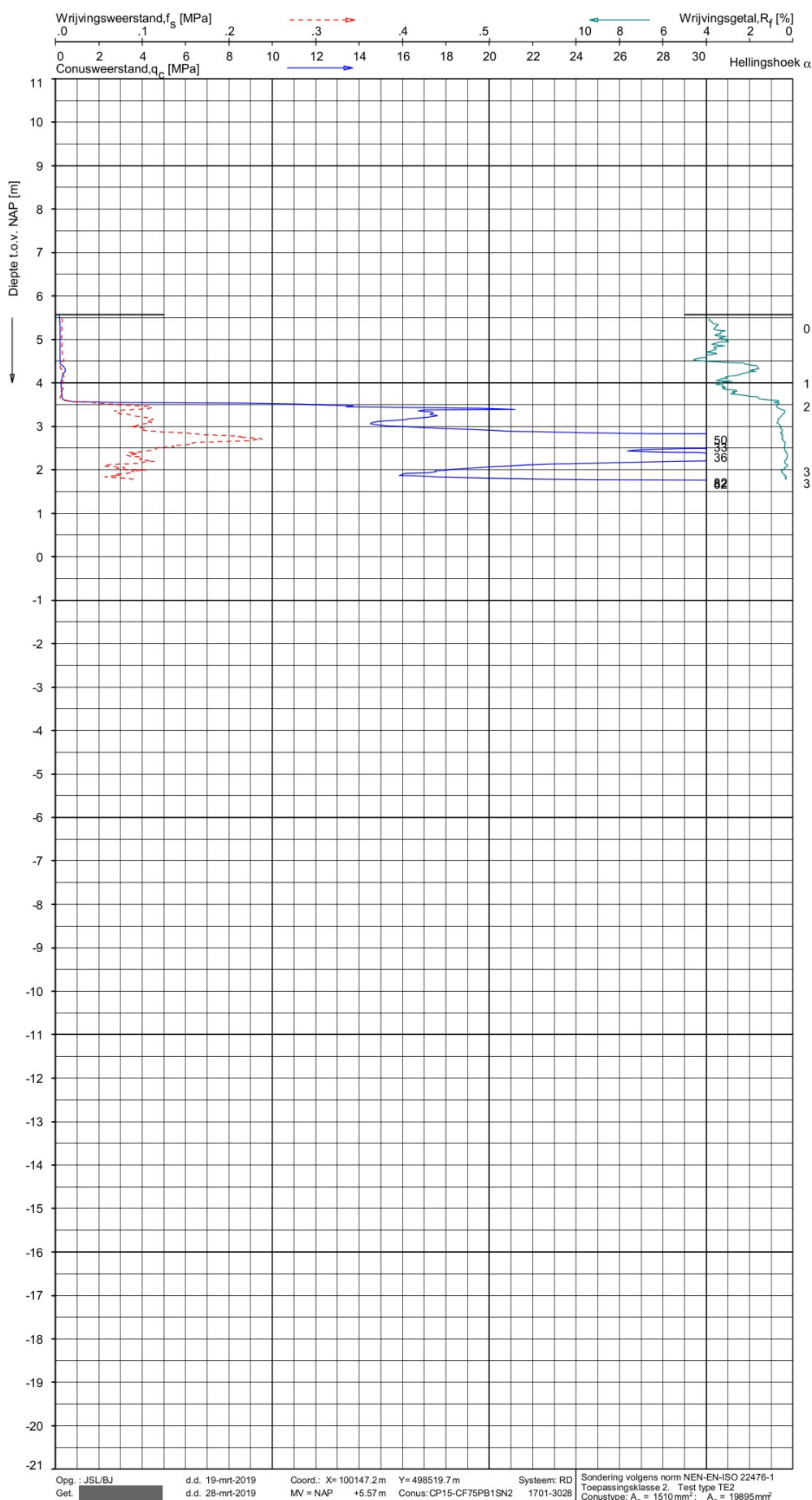






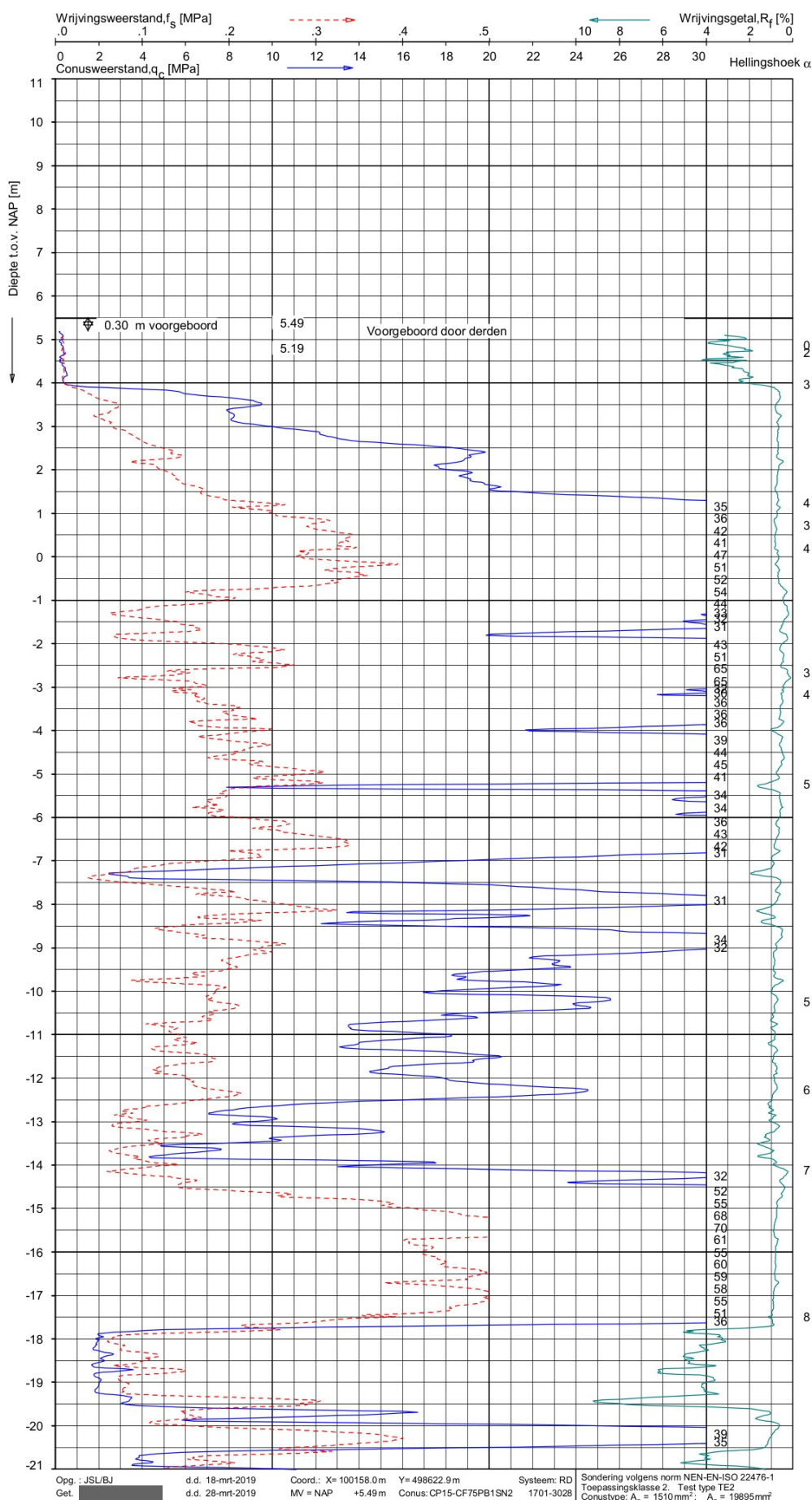
**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)





**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)





**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil 1990, NL corr.)

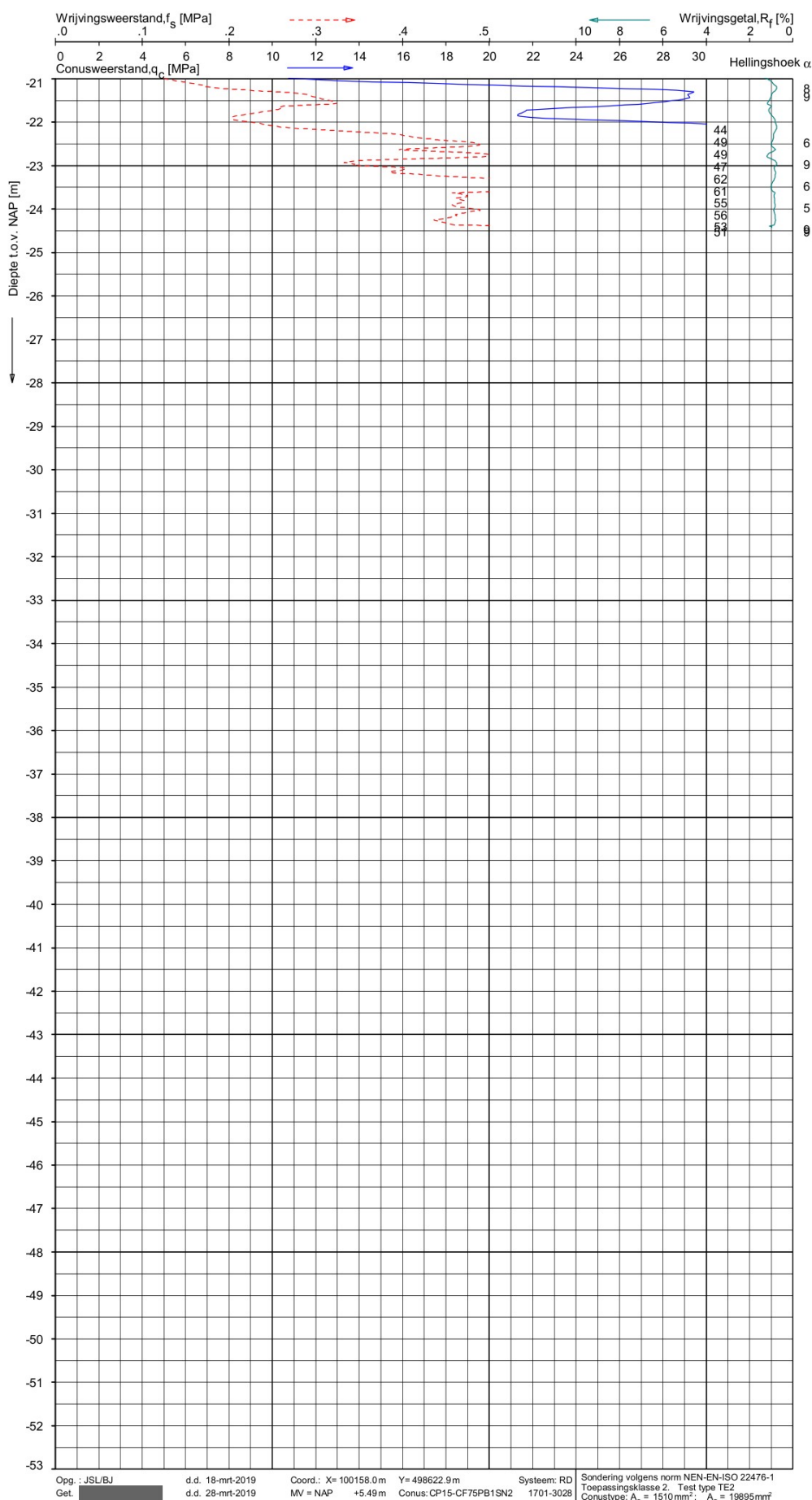


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH (VERVOLG) ONDERZOEK AVERIJHAVENDEPOT

Opdr. 1218-0096-000

Sond. DKMP3



**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)

ZAND, zwak siltig tot siltig





ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND tot ZAND, grindig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

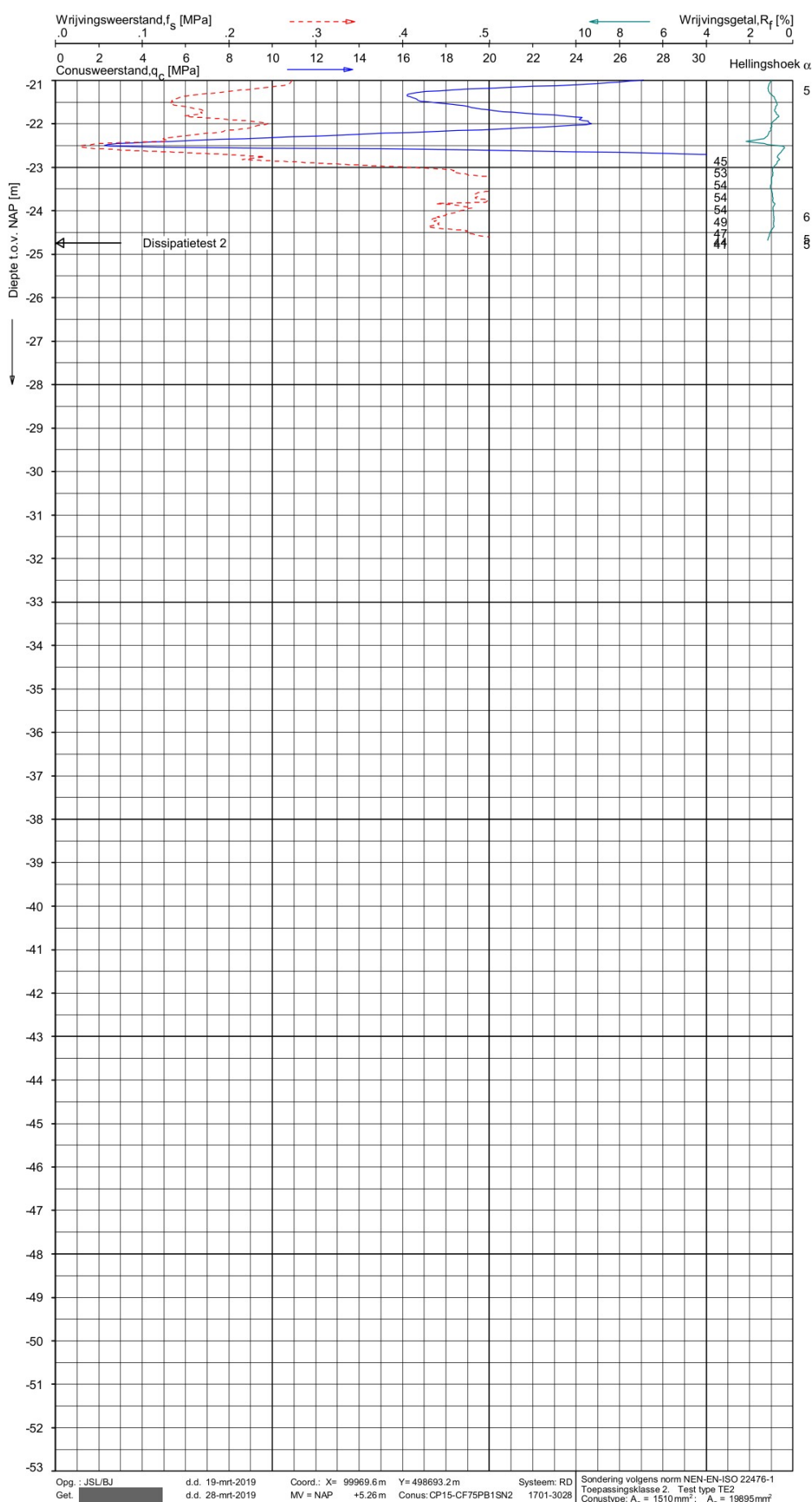
ZAND, zwak siltig tot siltig

KLEI, siltig / LEEM

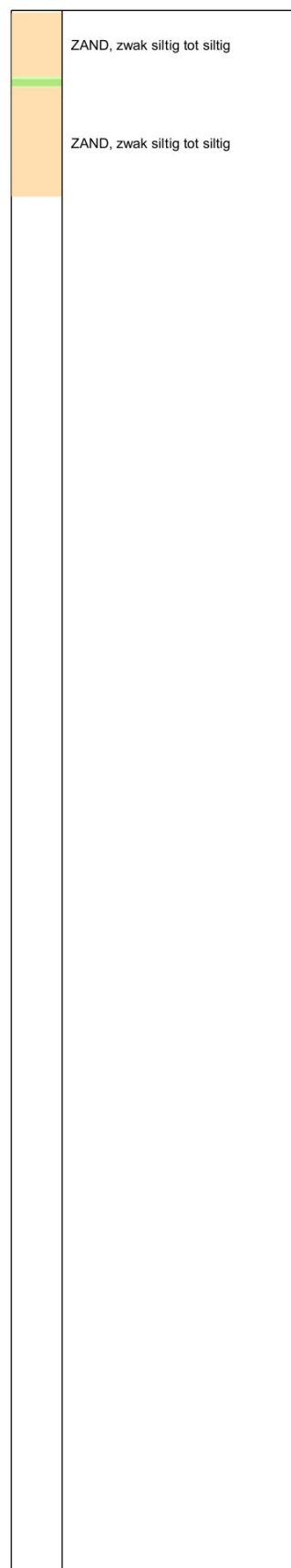
KLEI, zwak siltig tot siltig

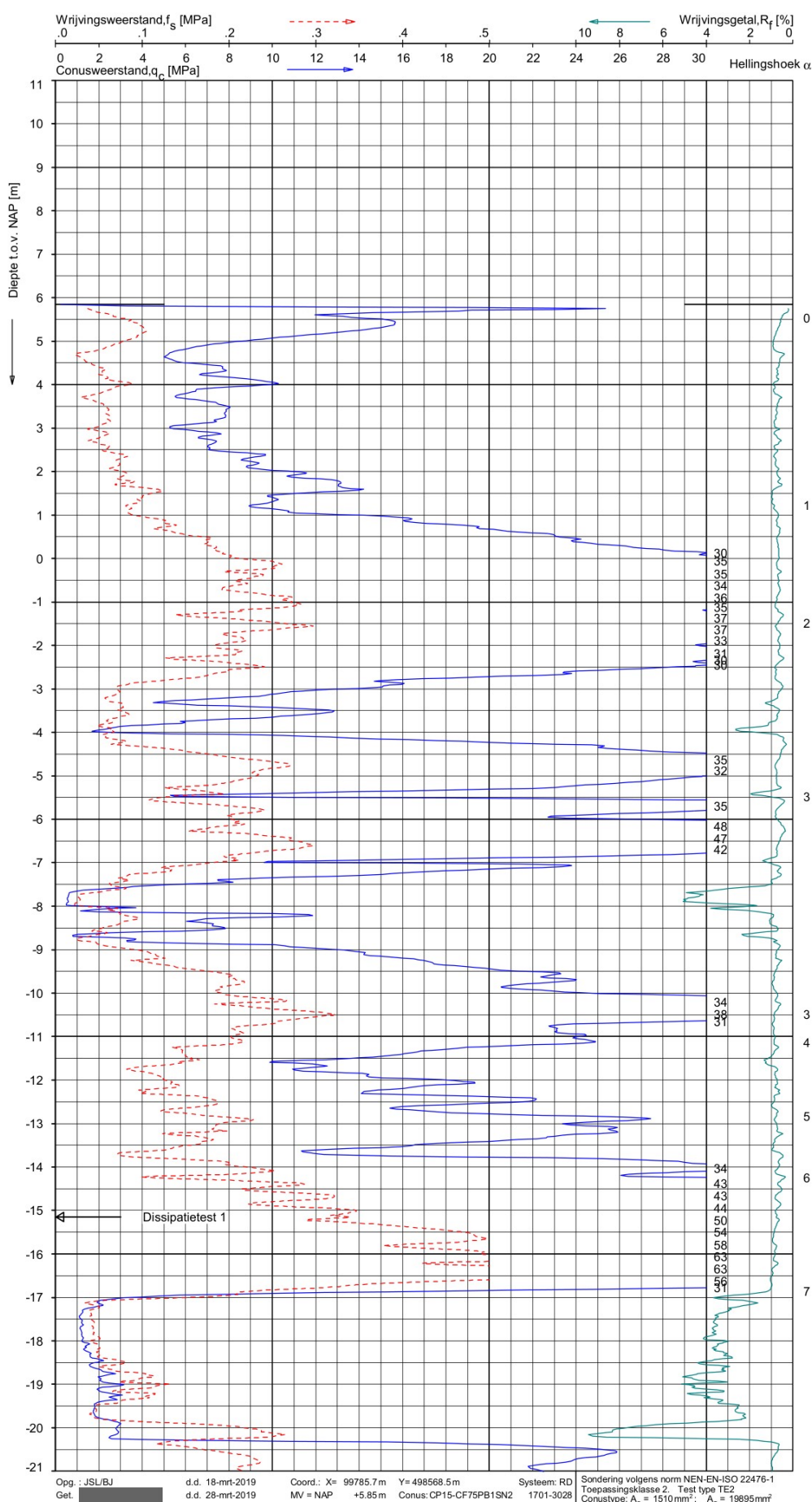
KLEI, siltig / LEEM

KLEI, zwak siltig tot siltig



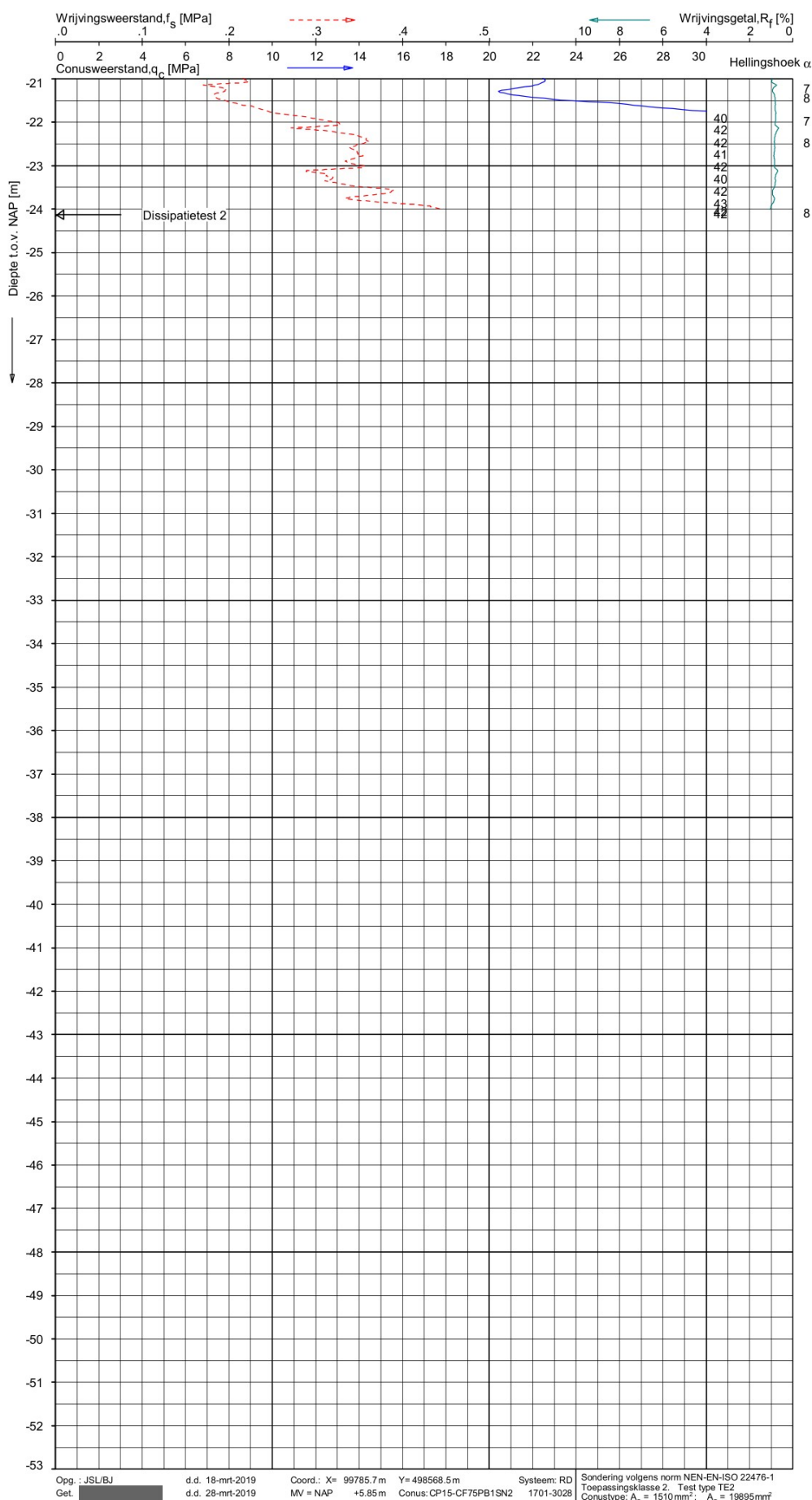
**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)





**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)





**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil 1990, NL corr.)

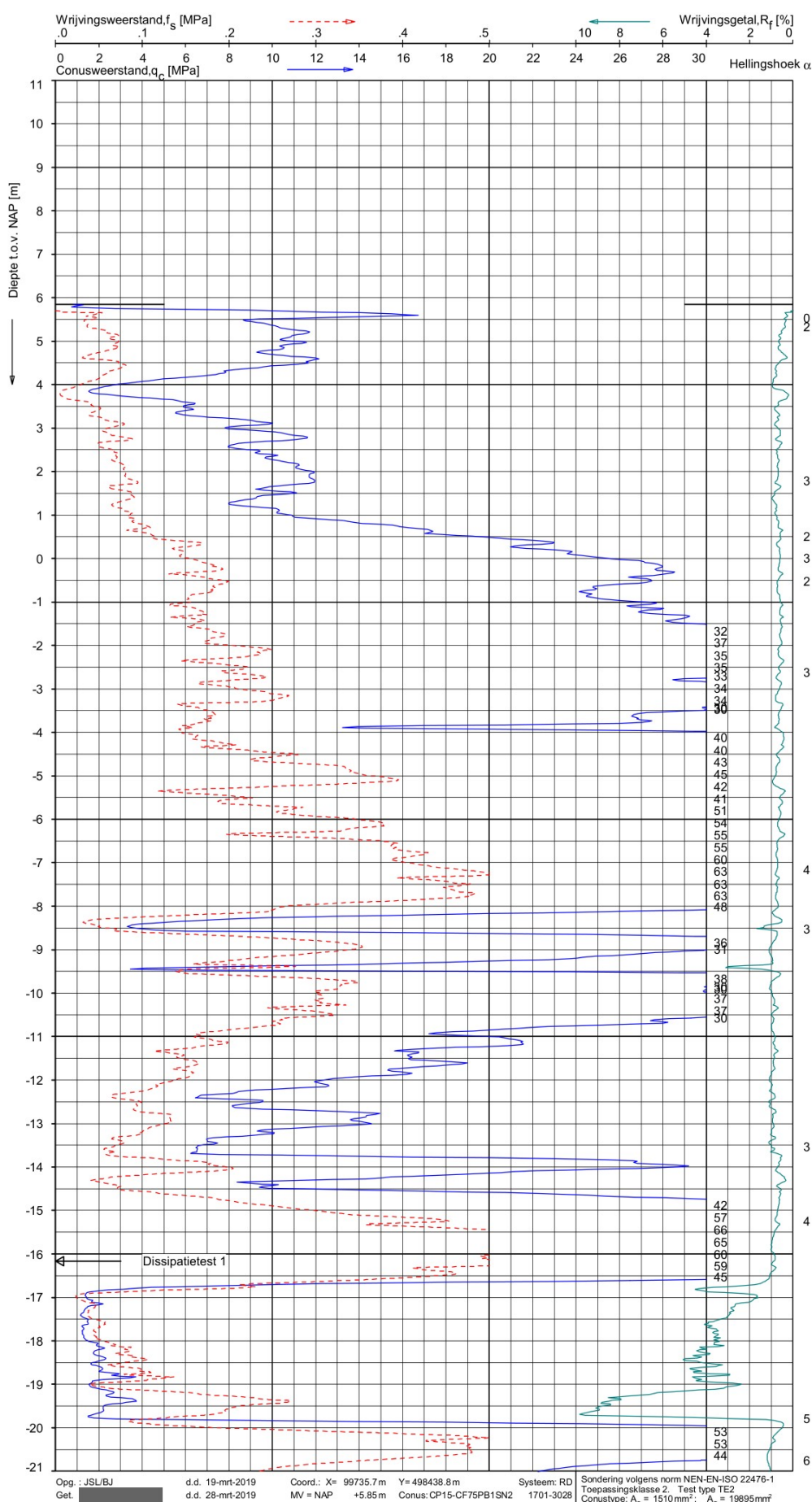
ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

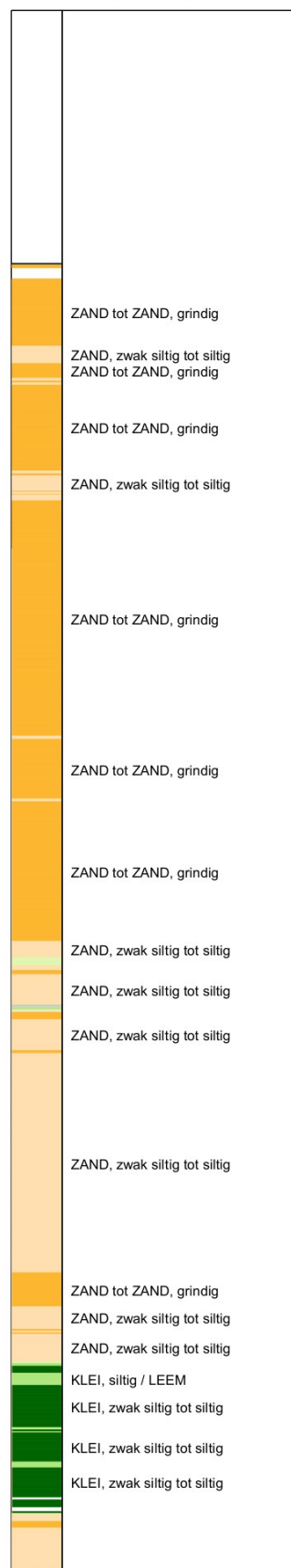
GEOTECHNISCH (VERVOLG)ONDERZOEK AVERIJHAVENDEPOT

Opdr. 1218-0096-000  
 Sond. DKMP5





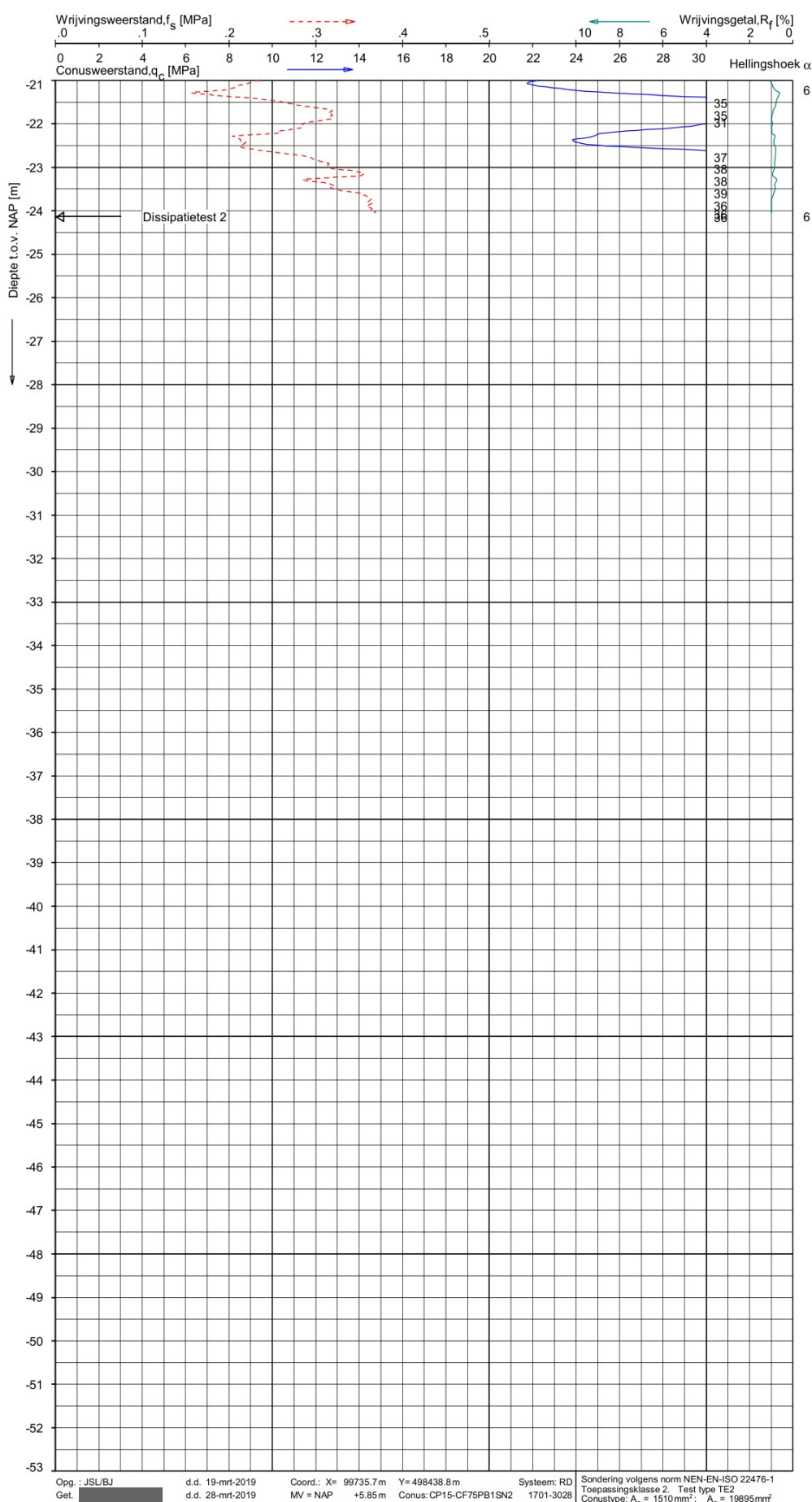
**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH (VERVOLG)ONDERZOEK AVERIJHAVENDEPOT

Opdr. 1218-0096-000  
Sond. DKMP6



**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil [redacted] 1990, NL corr.)

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH (VERVOLG)ONDERZOEK AVERIJHAVENDEPOT

Opdr. 1218-0096-000  
 Sond. DKMP6

## **Bijlage 2 Voorbeeldberekening 'vierkante' fundering**

P:\231xx\23371 PoA haalbaarheid kade Averijhaven\04 REK\Excel\op staal\QSH23371b2 Fundering op staal NEN9997-1\_zand los\_Tabel 2.xlsb]Rapportage

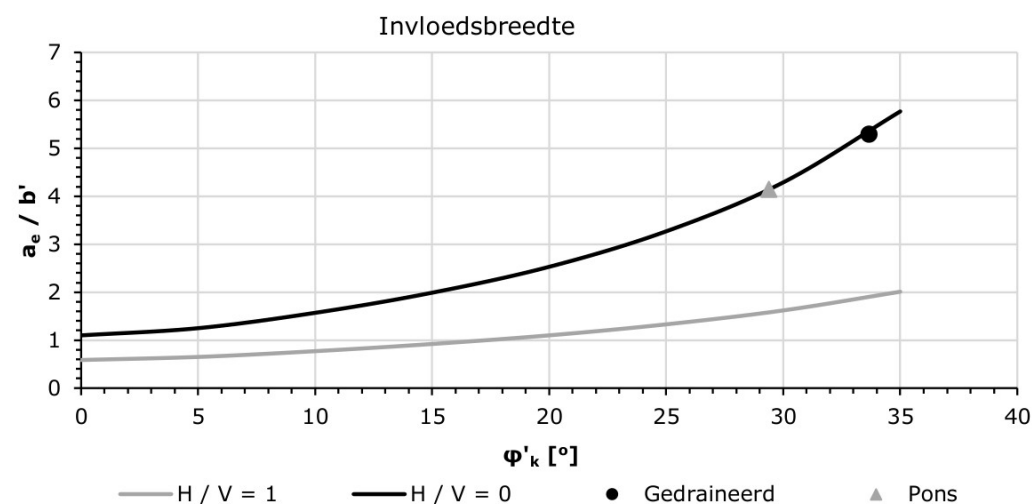


#### 4. Bezwijkvlak NEN9997-1 par. 6.5.2.2 (d)

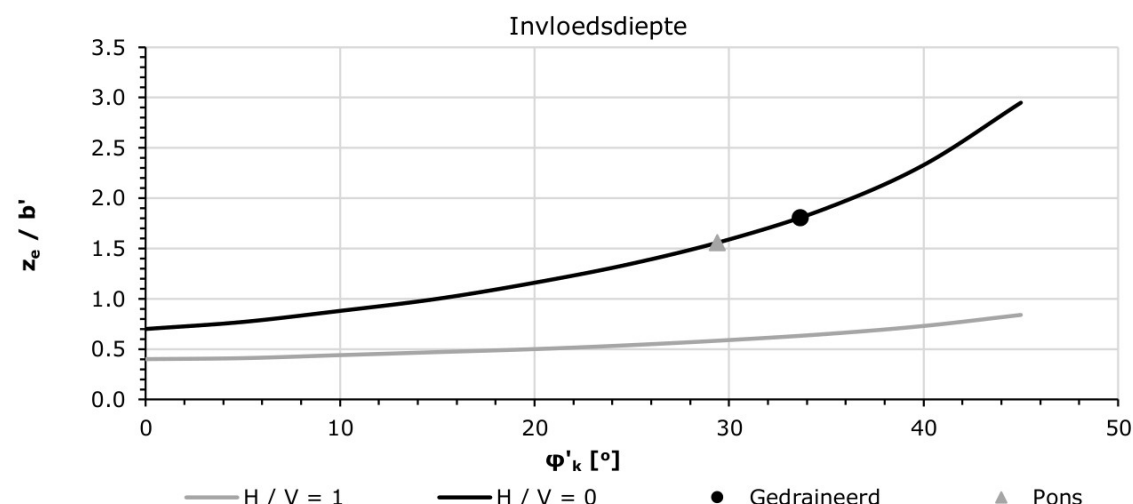
Bepaling bezwijkvlak =      Berekend

Gedraineerd

H / v =	0.0	
$\Phi^1_{k;gem}$ =	33.7	[°]
$b_{eff}$ =	5.00	[m]
$a_e / b_{eff}$ =	5.30	[-]
$z_e / b_{eff}$ =	1.81	[-]
$a_e$ =	26.48	[m]
$z_e$ =	9.03	[m]
Diepte =	-4.03	[NAP .. m]



Pons	
H / V =	0.0
$\Phi'_{k;gem}$ =	29.4 [°]
$b_{corr}$ =	5.56 [m]
$b_{corr} / b_{corr}$ =	4.14 [-]
$b_{corr} / b_{corr}$ =	1.56 [-]
$a_{e;corr}$ =	23.04 [m]
$z_{e;corr}$ =	8.66 [m]
Diepte =	-5.66 [NAP .. m]



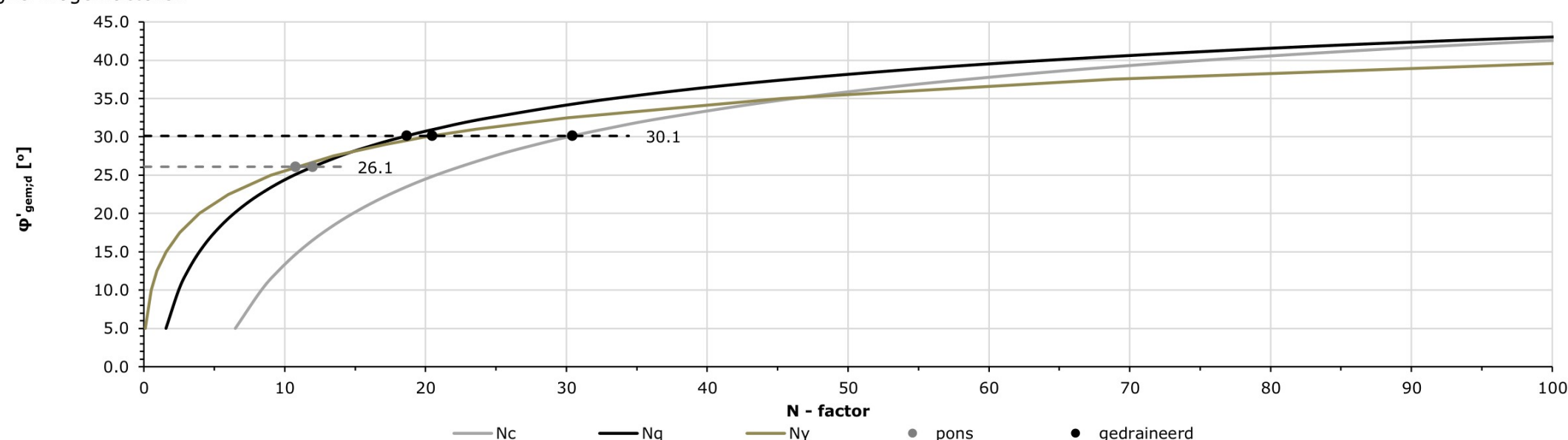
Opmerking:

Opmerking:  
Voor de bepaling van de invloedsbreedte  $a_e$  geeft NEN9997-1 geen waarde voor  $\phi'_k < 5^\circ$ .

Voor een ongedraineerde berekening ( $\varphi'_k = 0^\circ$ ) wordt hierom geëxtrapoleerd om een waarde van  $\alpha$  te kunnen bepalen.

## 5. Draagvermogen

## Draagvermogenfactoren



### 5.1 Gedraineerd

**Let op:  $b' > l'$  --> check invoer afmetingen fundering**

$Y'_{gem;eff;d}$	12.5	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\varphi'_{gem;d}$	30.1	[°]
$c'_{gem;d}$	1.4	[kN/m <sup>2</sup> ]

### Draagvermogenfactoren

$N_q =$	18.66	[-]
$N_\gamma =$	20.49	[-]
$N_c =$	30.43	[-]

### Vormfaktoren

	Vorfaktoren	
$s_q =$	1.50	[-]
$s_y =$	0.70	[-]
$s_c =$	1.53	[-]

### Reductiefactoren

	Reductiofactor	en
$i_q =$	1.00	[-]
$i_y =$	1.00	[-]
$i_c =$	1.00	[-]

Factor maaiveldhelling

Factor	Maatverandering	
$\lambda_q =$	1.00	[-]
$\lambda_y =$	1.00	[-]
$\lambda_c =$	1.00	[-]

Opmerking

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie III conform 6.5.2.2 (i) voor bepalen reductiefactoren

$\sigma'_{\max;d}$	513	[kN/m <sup>2</sup> ]	maximaal opneembare funderingsdruk
$R_d$	12835	[kN]	verticale draagkracht
$V_d$	12820	[kN]	belasting

Veiligheidsfactor = **1.00** [-]  
Conclusie: **VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN**

## 5.2 Ongedraineerd (pons)

**n.v.t. --> Ongedraineerde laag ligt buiten invloedsgebied**

ongedraineerde laag = --

bk ongedraineerde laag =  [NAP ... m] aangenomen funderingsniveau voor ongedraineerde berekening

$$f'_{\text{und:d:min}} = \boxed{\text{--}} [\text{kN/m}^2]$$

$S_c =$	--	[-]
$i_c =$	--	[-]
$\lambda_c =$	--	[-]
$\lambda_q =$	--	[-]

vormfactor voor de invloed van de cohesie  
 reductiefactor voor de helling van de belasting  
 correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed van de cohesie  
 correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed gronddekking

$\sigma_{\text{max};d} =$	--	[kN/m <sup>2</sup> ]	maximaal opneembare funderingsdruk
$R_d =$	--	[kN]	verticale draagkracht
$V_d =$	--	[kN]	belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]  
Conclusie: --

5.3 Pons Gedraineerd

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

maatgevende laag = zand, verdicht  
bk laag = +3.00 [NAP ... m]

Y'<sub>gem;eff;d</sub> = 7.5 [kN/m³]

Φ'<sub>gem;d</sub> = 26.1 [°]

C'<sub>gem;d</sub> = -- [kN/m²]

Draagvermogenfactoren

N<sub>q</sub> = 12.0 [-]

N<sub>y</sub> = 10.8 [-]

N<sub>c</sub> = -- [-]

Vormfactoren

S<sub>q</sub> = 1.4 [-]

S<sub>y</sub> = 0.7 [-]

S<sub>c</sub> = -- [-]

Reductiefactoren

i<sub>q</sub> = 1.0 [-]

i<sub>y</sub> = 1.0 [-]

i<sub>c</sub> = -- [-]

Factor maaiveldhelling

λ<sub>q</sub> = 1.0 [-]

λ<sub>y</sub> = 1.0 [-]

λ<sub>c</sub> = -- [-]

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie III conform art. 6.5.2.2 (j) voor bepalen reductiefactoren

σ'<sub>max;d</sub> = 916 [kN/m²]

R<sub>d</sub> = 28333 [kN]

V<sub>d</sub> = 14181 [kN]

maximaal opneembare funderingsdruk

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = 2.00 [-]

Conclusie: **VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN**

5.4 Squeezing

n.v.t. --> Geen squeezezende laag aanwezig

f'<sub>und;d</sub> = -- [kN/m²]

σ'<sub>sq;d</sub> = -- [kN/m²]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

V<sub>d</sub> = -- [kN]

verticale draagkracht

belasting

Opmerkingen

- formule σsq voor een vierkante of ronde fundering gehanteerd

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5 Afschuiven

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

Opmerkingen

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

5.5.1 Gedraineerd

φ'<sub>d</sub> = -- [°]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

H<sub>d</sub> = -- [kN]

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Opmerkingen

Voor de wrijvingscoëfficiënt δ is aangehouden: tan(0,67 φ')

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5.2 Ongedraineerd

f'<sub>und;d</sub> = -- [kN/m²]

A<sub>corr</sub> = -- [m²]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

H<sub>d</sub> = -- [kN]

gecorrigeerd funderingsoppervlak obv gunstig werkende verticale belasting

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

Opmerking: ...

5.6 Kantelen

Toetsing kantelstabiliteit niet noodzakelijk --> slappe constructie

Controle op kantelstabiliteit noodzakelijk voor stijve funderingsconstructies en als (e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub>) ≥ 1/6 B of (e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub>) ≥ 1/6 L

Speciale maatregelen zijn:  
- uitvoeren van een zorgvuldige controle van de rekenwaarden van de belastingen volgens NEN9997-1 §2.4.2  
- uitvoeren van detail ontwerpberekening van de rand van de fundering, rekening houdend met de uitvoeringstoleranties.

Berekening draagvermogen  
- In geval van een grote excentriciteit van de belasting wordt bij de bepaling van R<sub>d</sub> rekening gehouden met het ontstaan van een kier onder de onderkant van de fundering waardoor gerekend wordt met een effectieve gronddruk σ<sub>v,d</sub>= 0kN/m².

e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub> ≥ 1/6 B → --

e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub> ≥ 1/6 L → --

Conclusie kantelstabiliteit: --

R<sub>d</sub> = -- [kN]

V<sub>d</sub> = -- [kN]

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

6. Funderingsdrukken o.b.v gedraineerde berekening

V<sub>d</sub> = 12820 [kN]

B = 5.00 [m]

B<sub>eff</sub> = 5.00 [m]

B<sub>kier</sub> = 0.00 [m]

A<sub>eff</sub> = 25.0 [m²]

e<sub>b</sub> = 0.00 [m]

p<sub>min;d</sub> = 513 [kN/m²]

p<sub>max;d</sub> = 513 [kN/m²]

p<sub>fund;gem;d</sub> = 513 [kN/m²]

rekenwaarde belasting op funderingsniveau

breedte fundering

effectieve breedte

breedte kier

effectief funderingsoppervlak

verschuiving in breedte richting

rekenwaarde minimale funderingsdruk

rekenwaarde maximale funderingsdruk

rekenwaarde gemiddelde funderingsdruk

breedte [m]

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0

0 100 200 300 400 500 600 700

funderingsdruk [kN/m²]

513

beff = 5m

bkier = 0m

p<sub>gem;d</sub> = 513

QSH23371b2 Fundering op staal NEN9997-1\_zand los\_Tabel 2

afdrukdatum = 9-4-2024 16:39

pagina 3 van 4

## **Bijlage 3 Voorbeeldberekening 'strook' fundering**



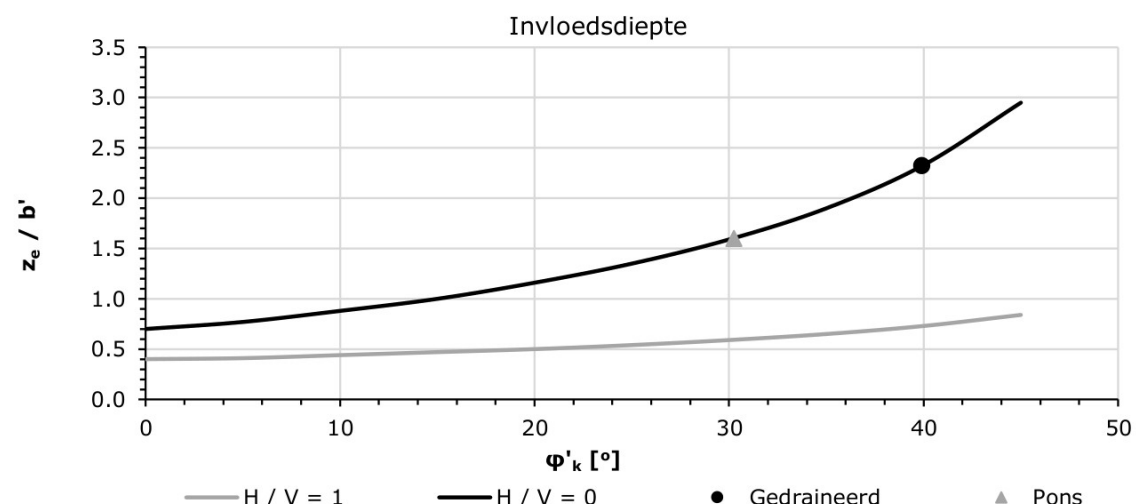




**NEN9997-1 par. 6.5.2.2 (d)**

Gedraineerd

<u>Pons</u>	
H / V =	0.0
$\Phi'_{k;gem}$ =	30.3 [°]
$b_{corr}$ =	1.56 [m]
$b_{corr} / b_{corr}$ =	4.35 [-]
$b_{corr} / b_{corr}$ =	1.60 [-]
$a_{e;corr}$ =	6.79 [m]
$z_{e;corr}$ =	2.50 [m]
Diepte =	+0.50 [NAP .. m]



**Opmerking:** Voor de bepaling van de invloedsbreedte  $a_e$  geeft NEN9997-1 geen waarde voor  $\varphi'_k \leq 5^\circ$ . Voor een ongedraineerde berekening ( $\varphi'_k = 0^\circ$ ) wordt hierom geëxtrapoleerd om een waarde van  $a_e$  te kunnen bepalen.

**NEN9997-1 par. 6.5.2.2**

Figure 10 is a line graph showing the relationship between the N-factor (x-axis, ranging from 0 to 100) and the required design wind speed  $\phi'_{\text{gemid}}$  in degrees (y-axis, ranging from 0.0 to 45.0). The graph compares the required wind speed for different wind directions (Nc, Na, Nv) and building types (pons, gedraineerd).

The legend indicates the following series:

- Nc (Normal to the coast, light grey line)
- Na (Normal to the shore, black line)
- Nv (Parallel to the coast, olive green line)
- pons (pontoon, grey dots)
- gedraineerd (drained, black dots)

Key data points and trends:

- The required wind speed increases with the N-factor for all series.
- For a given N-factor, the required wind speed is highest for the 'gedraineerd' (drained) building type and lowest for the 'pons' (pontoon) building type.
- The wind direction Nc (normal to the coast) generally requires the lowest wind speed, while Nv (parallel to the coast) requires the highest.
- The Na (normal to the shore) direction falls in between.
- Dashed horizontal lines indicate specific  $\phi'_{\text{gemid}}$  values of 26.9 and 36.0 degrees.

$$\begin{array}{lcl} Y'_{\text{gem;eff;d}} = & \begin{array}{|c|} \hline \text{...} \\ \hline 19.4 \\ \hline \end{array} & [\text{kN/m}^3] \\ \Phi'_{\text{gem;d}} = & 36.0 & [^\circ] \\ c'_{\text{gem;d}} = & \begin{array}{|c|} \hline 2.9 \\ \hline \end{array} & [\text{kN/m}^2] \end{array}$$

Factor maaiveldhelling

$\lambda_q =$	1.00	[-]
$\lambda_y =$	1.00	[-]
$\lambda_c =$	1.00	[-]

$\sigma'_{\max;d}$	654	[kN/m <sup>2</sup> ]	maximaal opneembare funderingsdruk
$R_d$	3269	[kN]	verticale draagkracht
$V_d$	3264	[kN]	belasting

Veiligheidsfactor = **1.00** [-]  
Conclusie: **VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN**

**n.v.t. --> Ongedraineerde laag ligt buiten invloedsgebied**

ongedraineerde laag = --

bk ongedraineerde laag = -- [NAP ... m] aangenomen funderingsniveau voor ongedraineerde berekening

$f'_{\text{und;d;min}}$	=	--	[kN/m <sup>2</sup> ]	
$s_c$	=	--	[-]	vormfactor voor de invloed van de cohesie
$i_c$	=	--	[-]	reductiefactor voor de helling van de belasting
$\lambda_c$	=	--	[-]	correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed van de cohesie
$\lambda_q$	=	--	[-]	correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed gronddekking
$\sigma'_{\text{max;d}}$	=	--	[kN/m <sup>2</sup> ]	maximaal opneembare funderingsdruk
$R_d$	=	--	[kN]	verticale draagkracht
$V_d$	=	--	[kN]	belasting

Veiligheidsfactor

Veiligheidsfactor = -- [-]  
Conclusie: --

5.3 Pons Gedraineerd

...  
maatgevende laag = zand, verdicht  
bk laag = +3.00 [NAP ... m]

Y'<sub>gem;eff;d</sub>

=

10.0

[kN/m<sup>3</sup>]

Φ'<sub>gem;d</sub>

=

26.9

[°]

C'<sub>gem;d</sub>

=

--

[kN/m<sup>2</sup>]

Draagvermogenfactoren

N<sub>q</sub>

=

13.1

[-]

N<sub>v</sub>

=

12.2

[-]

N<sub>c</sub>

=

--

[-]

Vormfactoren

s<sub>q</sub>

=

1.1

[-]

S<sub>v</sub>

=

0.9

[-]

S<sub>c</sub>

=

--

[-]

Reductiefactoren

i<sub>q</sub>

=

1.0

[-]

i<sub>v</sub>

=

1.0

[-]

i<sub>c</sub>

=

--

[-]

Factor maaiveldhelling

λ<sub>q</sub>

=

1.0

[-]

λ<sub>v</sub>

=

1.0

[-]

λ<sub>c</sub>

=

--

[-]

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie I conform art. 6.5.2.2 (j) voor bepalen reductiefactoren

σ'<sub>max;d</sub>

=

735

[kN/m<sup>2</sup>]

R<sub>d</sub>

=

6387

[kN]

V<sub>d</sub>

=

3647

[kN]

maximaal opneembare funderingsdruk

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = 1.75 [-]

Conclusie: **VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN**

5.4 Squeezing

n.v.t. --> Geen squeezezende laag aanwezig

f'<sub>und;d</sub>

=

--

[kN/m<sup>2</sup>]

σ'<sub>sq;d</sub>

=

--

[kN/m<sup>2</sup>]

R<sub>d</sub>

=

--

[kN]

V<sub>d</sub>

=

--

[kN]

verticale draagkracht

belasting

Opmerkingen

- formule σsq voor een vierkante of ronde fundering gehanteerd

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5 Afschuiven

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

Opmerkingen

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

5.5.1 Gedraineerd

φ'<sub>d</sub>

=

--

[°]

R<sub>d</sub>

=

--

[kN]

H<sub>d</sub>

=

--

[kN]

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Opmerkingen

Voor de wrijvingscoëfficiënt δ is aangehouden: tan(0,67 φ')

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5.2 Ongedraineerd

f'<sub>und;d</sub>

=

--

[kN/m<sup>2</sup>]

A<sub>corr</sub>

=

--

[m<sup>2</sup>]

R<sub>d</sub>

=

--

[kN]

H<sub>d</sub>

=

--

[kN]

gecorrigeerd funderingsoppervlak obv gunstig werkende verticale belasting

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

Opmerking:

...

5.6 Kantelen

Toetsing kantelstabiliteit niet noodzakelijk --> slappe constructie

Controle op kantelstabiliteit noodzakelijk voor stijve funderingsconstructies en als (e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub>) ≥ 1/6 B of (e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub>) ≥ 1/6 L

Speciale maatregelen zijn:

- uitvoeren van een zorgvuldige controle van de rekenwaarden van de belastingen volgens NEN9997-1 §2.4.2

- uitvoeren van detail ontwerpberekening van de rand van de fundering, rekening houdend met de uitvoeringstoleranties.

Berekening draagvermogen

- In geval van een grote excentriciteit van de belasting wordt bij de bepaling van R<sub>d</sub> rekening gehouden met het ontstaan van een kier onder de onderkant van de fundering waardoor gerekend wordt met een effectieve gronddruk σ<sub>v;d</sub>= 0kN/m<sup>2</sup>.

e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub>

≥

1/6 B →

--

e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub>

≥

1/6 L →

--

Conclusie kantelstabiliteit: --

R<sub>d</sub>

=

--

[kN]

V<sub>d</sub>

=

--

[kN]

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

6. Funderingsdrukken o.b.v gedraineerde berekening

V<sub>d</sub>

=

3264

[kN]

B

=

1.00

[m]

B<sub>eff</sub>

=

1.00

[m]

B<sub>kier</sub>

=

0.00

[m]

A<sub>eff</sub>

=

5.0

[m<sup>2</sup>]

e<sub>b</sub>

=

0.00

[m]

rekenwaarde belasting op funderingsniveau

breedte fundering

effectieve breedte

breedte kier

effectief funderingsoppervlak

verschuiving in breedte richting

p<sub>min;d</sub>

=

653

[kN/m<sup>2</sup>]

p<sub>max;d</sub>

=

653

[kN/m<sup>2</sup>]

p<sub>fund;gem;d</sub>

=

653

[kN/m<sup>2</sup>]

rekenwaarde minimale funderingsdruk

rekenwaarde maximale funderingsdruk

rekenwaarde gemiddelde funderingsdruk

0.0

1.0

2.0

0

100

200

300

400

500

600

700

800

breedte [m]

funderingsdruk [kN/m<sup>2</sup>]

653

653

653

653

653

653

653

653

653

653

beff = 1m

bkier = 0m

σ<sub>v;d</sub> = 653

QSH23371c2 Fundering op staal NEN9997-1\_zand los\_Tabel 2

afdrukdatum = 9-4-2024 16:41

pagina 3 van 4

## **Bijlage 4 Voorbeeldberekening 'vierkante' fundering**







4. Bezwijkvlak

NEN9997-1 par. 6.5.2.2 (d)

Bepaling bezwijkvlak = Berekend

Gedraineerd

H / V = 0.0

$\varphi'_{k;gem} = 34.4$  [°]

b<sub>eff</sub> = 5.00 [m]

a<sub>e</sub> / b<sub>eff</sub> = 5.55 [-]

z<sub>e</sub> / b<sub>eff</sub> = 1.86 [-]

a<sub>e</sub> = 27.77 [m]

z<sub>e</sub> = 9.30 [m]

Diepte = -4.30 [NAP .. m]

Pons

H / V = 0.0

$\varphi'_{k;gem} = 29.4$  [°]

b<sub>corr</sub> = 5.70 [m]

a<sub>e;corr</sub> / b<sub>corr</sub> = 4.14 [-]

z<sub>e;corr</sub> / b<sub>corr</sub> = 1.56 [-]

a<sub>e;corr</sub> = 23.61 [m]

z<sub>e;corr</sub> = 8.87 [m]

Diepte = -6.37 [NAP .. m]

voor niveau gecorrigeerde breedte

Invloedsbreedte

$\varphi'_k$ [°]	$a_e/b'$ (H/V=1)	$a_e/b'$ (H/V=0)	Gedraineerd	Pons
0	1.0	1.0		
10	1.1	1.1		
20	1.2	1.2		
30	1.4	1.4		
34.4			5.55	
40	1.6	1.6		

Invloedsdiepte

$\varphi'_k$ [°]	$z_e/b'$ (H/V=1)	$z_e/b'$ (H/V=0)	Gedraineerd	Pons
0	0.5	0.5		
10	0.5	0.5		
20	0.5	0.5		
30	0.6	0.6		
29.4				1.56
40	0.7	0.7		

Opmerking:

Voor de bepaling van de invloedsbreedte a<sub>e</sub> geeft NEN9997-1 geen waarde voor  $\varphi'_k < 5^\circ$ .  
Voor een ongedraineerde berekening ( $\varphi'_k = 0^\circ$ ) wordt hierom geëxtrapoleerd om een waarde van a<sub>e</sub> te kunnen bepalen.

5. Draagvermogen

NEN9997-1 par. 6.5.2.2

Draagvermogenfactoren

N-factor	$\varphi'_{gemid}$ (Nc)	$\varphi'_{gemid}$ (Nq)	$\varphi'_{gemid}$ (Ny)
0	0	0	0
10	15	25	26.1
20	25	30	30.8
30	30	33	33
40	33	35	35
50	35	37	37
60	37	38	38
70	38	39	39
80	39	40	40
90	40	41	41
100	41	42	42

5.1 Gedraineerd

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

$\gamma'_{gem;eff;d} = 12.9$  [kN/m<sup>3</sup>]

$\varphi'_{gem;d} = 30.8$  [°]

c' <sub>gem;d</sub> = 1.7 [kN/m<sup>2</sup>]

Draagvermogenfactoren

N<sub>q</sub> = 20.27 [-]

N<sub>y</sub> = 23.02 [-]

N<sub>c</sub> = 32.27 [-]

Vormfactoren

s<sub>q</sub> = 1.51 [-]

s<sub>y</sub> = 0.70 [-]

s<sub>c</sub> = 1.54 [-]

Reductiefactoren

i<sub>q</sub> = 1.00 [-]

i<sub>y</sub> = 1.00 [-]

i<sub>c</sub> = 1.00 [-]

Factor maaiveldhelling

λ<sub>q</sub> = 1.00 [-]

λ<sub>y</sub> = 1.00 [-]

λ<sub>c</sub> = 1.00 [-]

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie III conform 6.5.2.2 (j) voor bepalen reductiefactoren

$\sigma'_{max;d} = 606$  [kN/m<sup>2</sup>]

R<sub>d</sub> = 15142 [kN]

V<sub>d</sub> = 15140 [kN]

maximaal opneembare funderingsdruk

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = 1.00 [-]

Conclusie: **VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN**

5.2 Ongedraineerd (pons)

n.v.t. --> Ongedraineerde laag ligt buiten invloedsgebied

ongedraineerde laag = --

b<sub>k</sub> ongedraineerde laag = -- [NAP ... m]

aangenomen funderingsniveau voor ongedraineerde berekening

f' <sub>und;d;min</sub> = -- [kN/m<sup>2</sup>]

s<sub>c</sub> = -- [-]

i<sub>c</sub> = -- [-]

λ<sub>c</sub> = -- [-]

λ<sub>q</sub> = -- [-]

vormfactor voor de invloed van de cohesie

reductiefactor voor de helling van de belasting

correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed van de cohesie

correctiefactor voor de maaiveldhelling op de invloed gronddekking

$\sigma'_{max;d} = --$  [kN/m<sup>2</sup>]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

V<sub>d</sub> = -- [kN]

maximaal opneembare funderingsdruk

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

QSH23371d2 Fundering op staal NEN9997-1\_zand los\_Tabel 2

afdrukdatum = 9-4-2024 17:10

pagina 2 van 4

5.3 Pons Gedraineerd

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

maatgevende laag = zand, verdicht

bk laag = +2.50 [NAP ... m]

Y'<sub>gem;eff;d</sub> = 6.6 [kN/m³]

Φ'<sub>gem;d</sub> = 26.1 [°]

C'<sub>gem;d</sub> = -- [kN/m²]

Draagvermogenfactoren

N<sub>q</sub> = 12.0 [-]

N<sub>y</sub> = 10.7 [-]

N<sub>c</sub> = -- [-]

Vormfactoren

S<sub>q</sub> = 1.4 [-]

S<sub>y</sub> = 0.7 [-]

S<sub>c</sub> = -- [-]

Reductiefactoren

i<sub>q</sub> = 1.0 [-]

i<sub>y</sub> = 1.0 [-]

i<sub>c</sub> = -- [-]

Factor maaiveldhelling

λ<sub>q</sub> = 1.0 [-]

λ<sub>y</sub> = 1.0 [-]

λ<sub>c</sub> = -- [-]

Opmerking

Voor bepaling reductiefactoren situatie III conform art. 6.5.2.2 (j) voor bepalen reductiefactoren

σ'<sub>max;d</sub> = 1097 [kN/m²]

R<sub>d</sub> = 35681 [kN]

V<sub>d</sub> = 16945 [kN]

maximaal opneembare funderingsdruk

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = 2.11 [-]

Conclusie: VOLDOENDE DRAAGVERMOGEN

5.4 Squeezing

n.v.t. --> Geen squeezezende laag aanwezig

f'<sub>und;d</sub> = -- [kN/m²]

σ'<sub>sq;d</sub> = -- [kN/m²]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

V<sub>d</sub> = -- [kN]

verticale draagkracht

belasting

Opmerkingen

- formule σsq voor een vierkante of ronde fundering gehanteerd

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5 Afschuiven

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

Opmerkingen

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

5.5.1 Gedraineerd

φ'<sub>d</sub> = -- [°]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

H<sub>d</sub> = -- [kN]

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Opmerkingen

Voor de wrijvingscoëfficiënt δ is aangehouden: tan(0,67 φ')

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

5.5.2 Ongedraineerd

f'<sub>und;d</sub> = -- [kN/m²]

A<sub>corr</sub> = -- [m²]

R<sub>d</sub> = -- [kN]

H<sub>d</sub> = -- [kN]

gecorrigeerd funderingsoppervlak obv gunstig werkende verticale belasting

weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

Opmerking:

...

5.6 Kantelen

Toetsing kantelstabiliteit niet noodzakelijk --> slappe constructie

Controle op kantelstabiliteit noodzakelijk voor stijve funderingsconstructies en als (e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub>) ≥ 1/6 B of (e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub>) ≥ 1/6 L

Speciale maatregelen zijn:

- uitvoeren van een zorgvuldige controle van de rekenwaarden van de belastingen volgens NEN9997-1 §2.4.2

- uitvoeren van detail ontwerpberekening van de rand van de fundering, rekening houdend met de uitvoeringstoleranties.

Berekening draagvermogen

- In geval van een grote excentriciteit van de belasting wordt bij de bepaling van R<sub>d</sub> rekening gehouden met het ontstaan van een kier onder de onderkant van de fundering waardoor gerekend wordt met een effectieve gronddruk σ<sub>v,d</sub>= 0kN/m².

e<sub>B</sub> + x<sub>breedte</sub> ≥ 1/6 B →

e<sub>L</sub> + x<sub>lengte</sub> ≥ 1/6 L →

--

--

Conclusie kantelstabiliteit: --

R<sub>d</sub> = -- [kN]

V<sub>d</sub> = -- [kN]

verticale draagkracht

belasting

Veiligheidsfactor = -- [-]

Conclusie: --

6. Funderingsdrukken o.b.v gedraineerde berekening

V<sub>d</sub> = 15140 [kN]

B = 5.00 [m]

B<sub>eff</sub> = 5.00 [m]

B<sub>kier</sub> = 0.00 [m]

A<sub>eff</sub> = 25.0 [m²]

e<sub>b</sub> = 0.00 [m]

rekenwaarde belasting op funderingsniveau

breedte fundering

effectieve breedte

breedte kier

effectief funderingsoppervlak

verschuiving in breedte richting

p<sub>min;d</sub> = 606 [kN/m²]

p<sub>max;d</sub> = 606 [kN/m²]

p<sub>fund;gem;d</sub> = 606 [kN/m²]

rekenwaarde minimale funderingsdruk

rekenwaarde maximale funderingsdruk

rekenwaarde gemiddelde funderingsdruk

breedte [m]

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0

0

100

200

300

400

500

600

700

800

funderingsdruk [kN/m²]

606

606

606

606

606

606

606

606

606

606

beff = 5m

bkier = 0m

QSH23371d2 Fundering op staal NEN9997-1\_zand los\_Tabel 2

afdrukdatum = 9-4-2024 17:10

pagina 3 van 4