

**Project:** **Fundatieberekening lichtmast type CVL-PT 18.0 m te Leeuwarden**

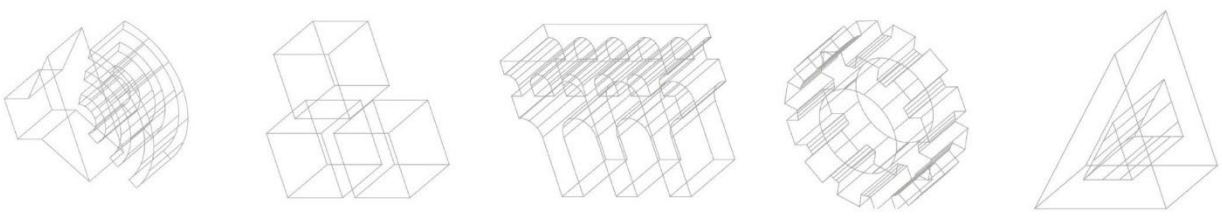
Rapport: R9171;rev. 0;d.d. 30-06-2026

Auteur: ing. M. de Nijs
m.de.nijs@bv-muc.com

Verificateur: ir. C. Kemp RC

Opdrachtgever: Vrolijk & Overgaauw B.V.
Postbus 709
5340 AS OSS
i.o.v. M. Kuijs

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450



Geluidsschermen | Funderings technieken | Civiele techniek | Werktuig bouwkunde | Meettechnieken

## B.V. Ingenieursbureau M.U.C.

**Bredaseweg 43**
**4844 CK Terheijden**
**Telefoon: 076 – 5933450**
**E-mail: muc@bv-muc.com**
**Internet: http://www.bv-muc.com**


# Verificatieblad

| | | |
|---|---|---|
| **Titel:** | **Fundatieberekening lichtmast type CVL-PT 18.0 m te Leeuwarden** | |
| **Rapport:** | R9171;rev. 0;d.d. 30-06-2026 | |
| **Auteur:** | ing. M. de Nijs | **Paraaf:** |
| **Verificateur:** | ir. C. Kemp RC | **Paraaf:** |
| | **Niveau:** 2 | **Commentaar:** ~~Ja~~/ nee |

**NIVEAU 1:** Controle op uitgangspunten, randvoorwaarden en resultaten.
**NIVEAU 2:** Als niveau 1 plus stap voor stap doorlopen van berekeningen.
**NIVEAU 3:** Volledig onafhankelijke herberekening of opnieuw opstellen (deel)onderwerp.
**NIVEAU 4:** Onafhankelijke externe beoordeling door vergelijking met eerdere ontwerpen.

Commentaar opdrachtgever:

***Bij commentaar gelieve dit formulier ondertekend te retourneren.***
***Indien wij dit formulier niet retour ontvangen, gaan wij ervan uit dat de opdracht naar tevredenheid is uitgevoerd.***

| Naam contactpersoon opdrachtgever: | Datum: | Paraaf opdrachtgever: |
|---|---|---|
| | | |

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

## Inhoudsopgave

1 Inleiding ..... 4

2 Gegevens, randvoorwaarden en uitgangspunten ..... 5

2.1 Ontvangen gegevens ..... 5
2.2 Aangehouden normen en richtlijnen ..... 5
2.3 Gevolgklasse ..... 5
2.4 Levensduur ..... 5
2.5 Belastingen ..... 6
2.6 Materiaalgegevens ..... 6
2.7 Grondopbouw ..... 6
2.8 Rekenprogrammatuur ..... 6

3 Berekeningen grondstuk lichtmast ..... 7

4 Conclusies ..... 8

Bijlagen: Bijlage 01 t/m 02.

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

# 1 Inleiding

B.V. Ingenieursbureau M.U.C. ontving van Vrolijk & Overgaauw B.V. de opdracht om de funderingsberekening van een lichtmast type CVL-PT 18.0m op het terrein van vliegbasis te Leeuwarden uit te voeren.

De voor de fundering relevante gegevens zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

| Item | Type |
|---|---|
| | **CVL-PT 18.0m** |
| D [mm]: | 273 |
| $N_{ed}$ [kN]: | 3.12[1)] |
| $V_{Ed}$ [kN]: | 2.49[1)] |
| $M_{ed}$ [kNm]: | 29.66[1)] |

1): Uitgangspunt is lichtmast in windgebied II; Terreincategorie II (onbebouwd gebied).

De fundering van de lichtmasten bestaat uit een ronde funderingsbuis (het grondstuk) welke in de grond ingebed wordt. De lengte van het grondstuk wordt bepaald voor het relevante grondtype voor de locatie. Het onderste gedeelte van de lichtmast wordt in het grondstuk geplaatst. De ruimte tussen de lichtmast en het grondstuk dient te worden opgevuld met grind of split.

In hoofdstuk 2.0 worden de relevante gegevens, randvoorwaarden en uitgangspunten behandeld. Tevens worden in dit hoofdstuk alle voorkomende belastingen bepaald.

Hoofdstuk 3.0 behandelt de berekening van de fundering van de lichtmast.

Het rapport wordt afgesloten met een samenvatting en conclusies in hoofdstuk 4.0.

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

# 2 Gegevens, randvoorwaarden en uitgangspunten

## 2.1 Ontvangen gegevens

Hieronder worden de relevante ontvangen gegevens opgesomd (1 en 2 zijn bijgevoegd in respectievelijk bijlage 01).

[1] Geotechnisch onderzoek, Realisatie lichtmasten op de vliegbasis Leeuwarden, Wiertsema & Partners VN-91052-1; d.d. 27-5-2026
[2] BEREKENING LICHTMAST, VDL Mast Solutions, 6310050034, d.d. 23 -06 -2026

## 2.2 Aangehouden normen en richtlijnen

Hieronder zijn de relevante normen en voorschriften die van toepassing zijn op dit werk opgesomd.
De genoemde versies zijn inclusief alle van toepassing zijnde correctiebladen en nationale bijlagen.

- NEN-EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp
- NEN-EN 1991-1 Belastingen op constructies, deel 1-1: Volumieke gewichten, eigengewicht
- NEN-EN 1993-1 Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-1: Algemene regels
- NEN-EN 1993-5 Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 5: Palen en damwanden
- NEN-EN 1997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies, deel 1: Algemene regels

## 2.3 Gevolgklasse

De constructie wordt ingedeeld in gevolgklasse CC1 volgens NEN-EN 1990 art. A1.3. De bijbehorende belastingfactoren bedragen:

- permanente belastingen: $\gamma_{f;G}$ = 0.9/1.1
- veranderlijke belastingen: $\gamma_{f;Q}$ = 1.35

NB: de van toepassing zijnde belastingfactoren zijn verwerkt in de opgave van de belastingen, zie par. 2.5.

## 2.4 Levensduur

De rekentechnische levensduur van de constructie bedraagt 25 jaar.
Conform NEN-EN1993-5 tabel 4.1 wordt voor het grondstuk een corrosie van 0.3mm/zijde in rekening gebracht.

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

## 2.5 Belastingen

De afmetingen en belastingen van de lichtmast zijn in bijlage 01 bijgevoegd. Hieronder zijn de belastingen samengevat. Dit betreffen rekenwaarden.

| Item | Type |
|---|---|
| | **CVL-PT 18.0m** |
| D [mm]: | 273 |
| $N_{ed}$ [kN]: | 3.12[1)] |
| $V_{Ed}$ [kN]: | 2.49[1)] |
| $M_{ed}$ [kNm]: | 29.66[1)] |

*Tabel 2.1: Belastinggegevens lichtmast*

1): Uitgangspunt is lichtmast in windgebied II; Terreincategorie II (onbebouwd gebied).

## 2.6 Materiaalgegevens

- Constructiestaal min. S235 (fy = 235 N/mm²)

## 2.7 Grondopbouw

De maatgevende grondopbouw conform de aangeleverde informatie is hieronder weergegeven. De sterkte-parameters zijn afgeleid aan de hand van de sonderingen uit [1]. De sonderingen zijn bijgevoegd in bijlage 01.

| Laag | Van [m NAP] | Tot [m NAP] | Omschrijving | $\gamma_{droog}/\gamma_{nat}$ [kN/m³] | φ' [°] | C [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | MV | -4.00 | Klei, schoon, slap | 14/14 | 17.5 | 1 |

*Tabel 2.2: Grondopbouw projectlocatie*

De grondwaterstand is aangehouden op -1.35 m NAP, -1.55 m t.o.v. MV.

## 2.8 Rekenprogrammatuur

In deze rapportage is gebruik gemaakt van de onderstaande programmatuur:

- Microsoft Excel

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

# 3 Berekeningen grondstuk lichtmast

De relevante gegevens voor het berekenen van het grondstuk voor de lichtmasten zijn in onderstaande tabel opgesomd.

| Item | Type |
|---|---|
| | **CVL-PT 18.0m** |
| $N_{ed}$ [kN] | 3.12 |
| $V_{Ed}$ [kN] | 2.49 |
| $M_{ed}$ [kNm] | 29.66 |
| | |
| D [mm] | 273 |
| $t_{min}$ [mm] | 4.0 |
| $t_{red}$ [mm] | 3.4 |
| L [mm] | 2500 |
| $B_{vin}$ [mm] | - |
| Kwaliteit | S235 |
| $f_{y;d}$ [N/mm$^2$] | 235 |

*Tabel 3.1: Relevante gegevens voor de berekening*

Met de rekenwaarden voor de belasting is de lengte van het grondstuk bepaald. De berekening is gepresenteerd in bijlage 02. De gehanteerde lengte conform bovenstaande tabel voldoet met u.c. voor geotechnische stabiliteit van 0.91 en een staal technische u.c. van 0.68.

Met de gecorrodeerde wanddikte is de buisafmeting van het grondstuk gecontroleerd. Deze voldoet.
De ruimte tussen de lichtmast en het grondstuk dient te worden opgevuld met grind of split.

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450

# 4 Conclusies

B.V. Ingenieursbureau M.U.C. ontving van Vrolijk & Overgaauw B.V. de opdracht om de funderingsberekening van een lichtmast type CVL-PT 18.0 m op het terrein van vliegbasis te Leeuwarden uit te voeren.

De lichtmast van het type conform onderstaande tabel en wordt gefundeerd in klei, voldoet aan de gestelde eisen met een maximale unity check van 0.91.
De gegevens voor het toe te passen grondstuk zijn hieronder weergegeven. De ruimte tussen de lichtmast en het grondstuk dient te worden opgevuld met grind of split.

| Item | Type |
|---|---|
| | **CVL-PT 18.0m** |
| $N_{ed}$ [kN] | 3.12 |
| $V_{Ed}$ [kN] | 2.49 |
| $M_{ed}$ [kNm] | 29.66 |
| | |
| D [mm] | 273 |
| $t_{min}$ [mm] | 4.0 |
| $t_{red}$ [mm] | 3.4 |
| L [mm] | 2500 |
| $B_{vin}$ [mm] | - |
| Kwaliteit | S235 |
| $f_{y;d}$ [N/mm$^2$] | 235 |

*Tabel 4.1: Relevante gegevens voor de berekening*

# Bijlage 01

*Relevante ontvangen gegevens*

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

# Geotechnisch onderzoek

## Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden

VN-91052-1 | 27 mei 2026




Grondonderzoek

Geotechnisch Laboratorium

Geomonitoring

GeoICT

Advies

Wilt u meer informatie over één van onze diensten, kijk dan op **wiertsema.nl**

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

| | |
|---|---|
| Onderwerp: | Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden |
| Projectnummer: | VN-91052-1 |
| Opdrachtgever: | Rijksvastgoedbedrijf |
| Contactpersoon: | de heer ing. J.C. Kaptein |
| Nr. opdrachtgever: | 44999 |

| Versie | Datum | Omschrijving wijzigingen |
|---|---|---|
| 1 | 27 mei 2026 | |
| | | |

| | |
|---|---|
| Opgesteld door: | G.K. Bos |
| Handtekening: |  |
| Documentnummer: | R108843 |
| Status: | Definitief |
| Vrijgegeven door: | R. Reker |

Inhoudsopgave blad

**1 Inleiding ..... 4**
1.1 Aanleiding en doel ..... 4
1.2 Kwaliteitswaarborging ..... 4
1.3 Leeswijzer ..... 4

**2 Uitgevoerde werkzaamheden ..... 5**
2.1 Uitgevoerde werkzaamheden ..... 5
2.2 Bijzonderheden ..... 5

**3 Toelichting werkzaamheden ..... 6**
3.1 Sonderen ..... 6
3.2 Boren ..... 6
3.3 Inmeten ..... 6

**Bijlagen:**

1 Situatietekening inclusief coördinatenlijst (X-Y in RD, Z in N.A.P.)
2 Sondeergrafieken
3 Veldboorstaten

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

# 1 Inleiding

In opdracht van Rijksvastgoedbedrijf te Den Haag heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd.

## 1.1 Aanleiding en doel

Het onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het realiseren van lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden en heeft als doel de grondopbouw en draagkracht inzichtelijk te maken.

## 1.2 Kwaliteitswaarborging

Onze werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitsmanagementsysteem NEN-EN-ISO-9001. Onze aandacht voor duurzaamheid hebben we vastgelegd in ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001 en ons $CO_2$-managementsysteem conform de $CO_2$-Prestatieladder niveau 3. Veilig werken hebben wij geborgd in ons VGM-beheersysteem conform VCA** en de Safety Culture Ladder Trede 3.

Tussen Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. en de opdrachtgever is geen sprake van een relatie die de onafhankelijkheid en de integriteit zou kunnen beïnvloeden en/of haar werkzaamheden zou kunnen belemmeren. Wij willen u erop attenderen dat er geen juridische verbintenis bestaat tussen de opdrachtgever en Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V.

Indien de opdrachtgever een klacht heeft over de resultaten van de werkzaamheden dient deze zich in eerste instantie te wenden tot Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. Zo nodig kan de opdrachtgever zich in tweede instantie wenden tot de certificatie-instelling.

## 1.3 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk, staat in het tweede hoofdstuk een overzicht van de uitgevoerde werkzaamheden. Tot slot wordt in hoofdstuk 3 per onderdeel een toelichting gegeven op de uitgevoerde werkzaamheden. De onderzoeksresultaten zijn opgenomen in de eerder genoemde bijlagen.

# 2 Uitgevoerde werkzaamheden

In dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven van de uitgevoerde werkzaamheden. De onderzoeklocaties zijn visueel weergegeven op een situatietekening in bijlage 1.

## 2.1 Uitgevoerde werkzaamheden

Conform opgave zijn de volgende veldwerkzaamheden uitgevoerd:

- 4 Sonderingen (DKM);
- 4 Handboringen (HBS).

De sondeerwerkzaamheden zijn uitgevoerd middels een Tracktruck.

De resultaten van de uitgevoerde werkzaamheden zijn terug te vinden in de bijlagen, zie inhoudsopgave.

## 2.2 Bijzonderheden

De volgende bijzonderheden zijn vastgesteld:

- Sondering DKM003 is in verband met ruimtegebrek op locatie en ondergrondse infrastructuur ca. 10 meter verplaatst naar het zuidwesten.
- Handboring HB003 is in verband met bosschages circa 7 meter naar het westen verplaatst.
- Alles sonderingen en handboringen zijn vooraf vrijgegeven op de mogelijke ligging van niet gesprongen oorlogsresten, dit d.m.v. de inzet van een magnetometerconus en onder begeleiding van een gecertificeerd bedrijf.

# 3 Toelichting werkzaamheden

In dit hoofdstuk is per onderdeel een toelichting gegeven op de uitgevoerde werkzaamheden.

## 3.1 Sonderen

De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012, inclusief correctieblad C1:2013. Het gebruikte conustype, de toepassingsklasse en de eventueel uitgevoerde voorboring staan weergegeven op de sondeergrafiek. Meer informatie over de gebruikte sondeertechniek vindt u op onze website: Toelichting sondeerwerkzaamheden.

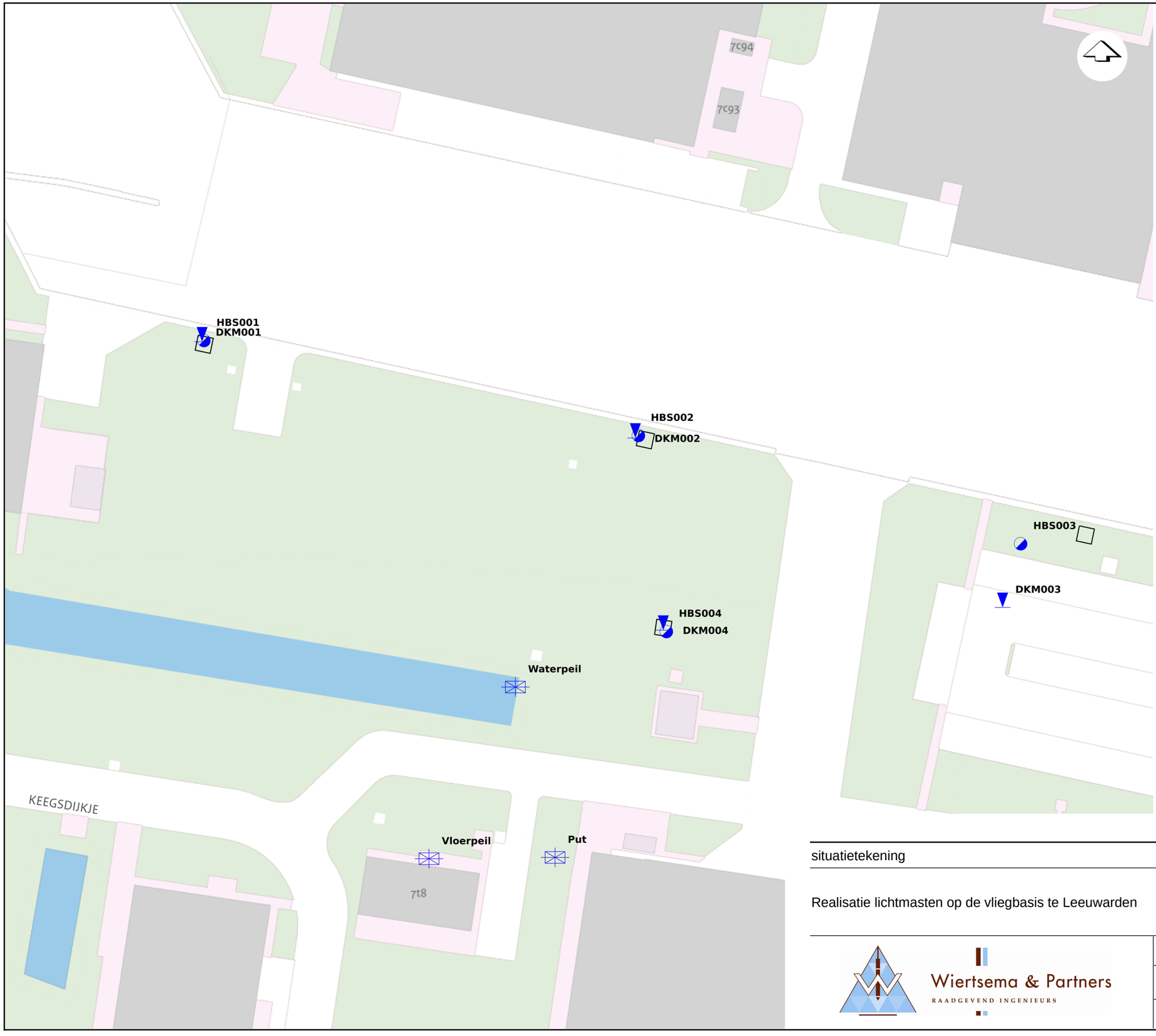
## 3.2 Boren

De boringen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22475-1:2021 + C11:2020. Het opgeboorde materiaal is beschreven conform de NEN-EN-ISO 14688-1:2019 + NEN 8990:2020 als klasse B3, welke bedoeld is voor boringen t.b.v. verkennend onderzoek. De beschrijving heeft plaats gevonden o.b.v. de grondmonster kwaliteitsklasse QM5. Meer informatie over de gebruikte boortechniek en beschrijfwijze vindt u op onze website: Toelichting boorwerkzaamheden.

## 3.3 Inmeten

Met behulp van een 06-GPS meetsysteem zijn van elk onderzoekspunt de Rijksdriehoekscoördinaten (nauwkeurigheid 0,5 m) en de hoogte ten opzichte van N.A.P bepaald (nauwkeurigheid 0,05 m). De coördinaten en de hoogte staan vermeld op de boorstaten en sondeergrafieken. Alle gegevens van de inmetingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

# Bijlage 1




| | Type | Uitvoering |
|---|---|---|
| | DKM (Kleefmeting) | Uitgevoerd door W&P |
| | HBS (Handboring 14688) | Uitgevoerd door W&P |
| | Hoogtemeting | Uitgevoerd door W&P |

| Naam | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| | RD-coördinaten (m) | | NAP |
| DKM001 | 180221.6 | 581333.4 | 0.03 |
| DKM002 | 180278.1 | 581320.8 | 0.11 |
| DKM003 | 180325.9 | 581298.8 | 0.27 |
| DKM004 | 180281.7 | 581295.8 | 0.16 |
| HBS001 | 180221.8 | 581333.6 | 0.03 |
| HBS002 | 180278.4 | 581321.2 | 0.11 |
| HBS003 | 180328.3 | 581307.1 | 0.28 |
| HBS004 | 180282.1 | 581295.7 | 0.20 |
| Put | 180267.6 | 581266.2 | 0.49 |
| Vloerpeil | 180251.2 | 581266.0 | 0.42 |
| Waterpeil | 180262.4 | 581288.4 | -1.45 |

situatietekening

Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

| | | |
|---|---|---|
| | Datum: 22.05.26 | Gew: |
| | Getekend: GBOS | Gew: |
| | Schaal: 1:500 | Gew: |
| | Formaat: A3 | Gew: |
| Blad: 1 van 1 | Opdracht: VN-91052-1 | |

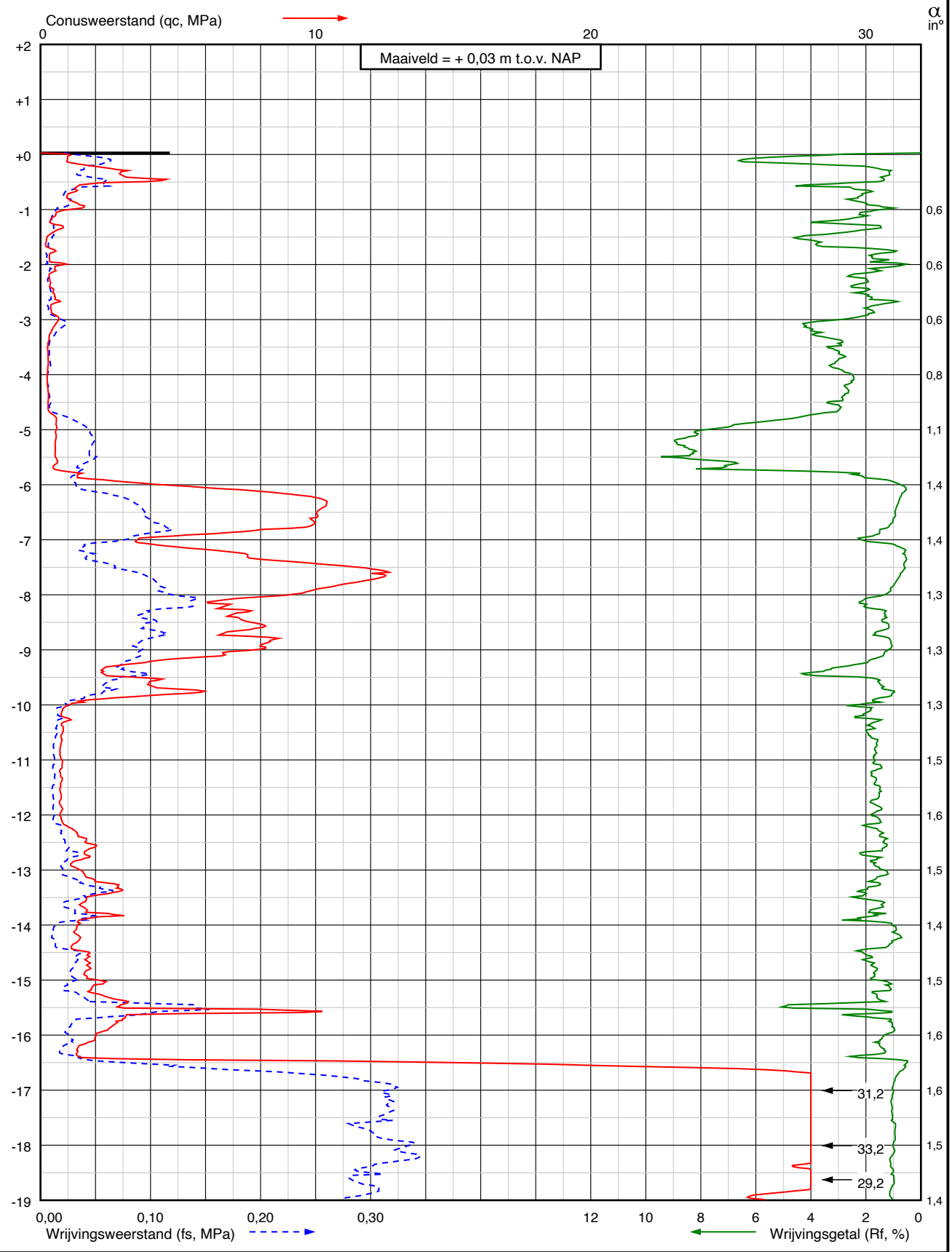
0 10 20 30m

AKKOORD UITV

# Bijlage 2

Sondering volgens norm: NEN-EN-ISO 22476-1:2012 Klasse: 3 Conustype: I-CFXY-15 Conusserienr: 180217 α: Afwijking van de verticaal Oppervlaktequotient a: 1,00

**Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.**




Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM001**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

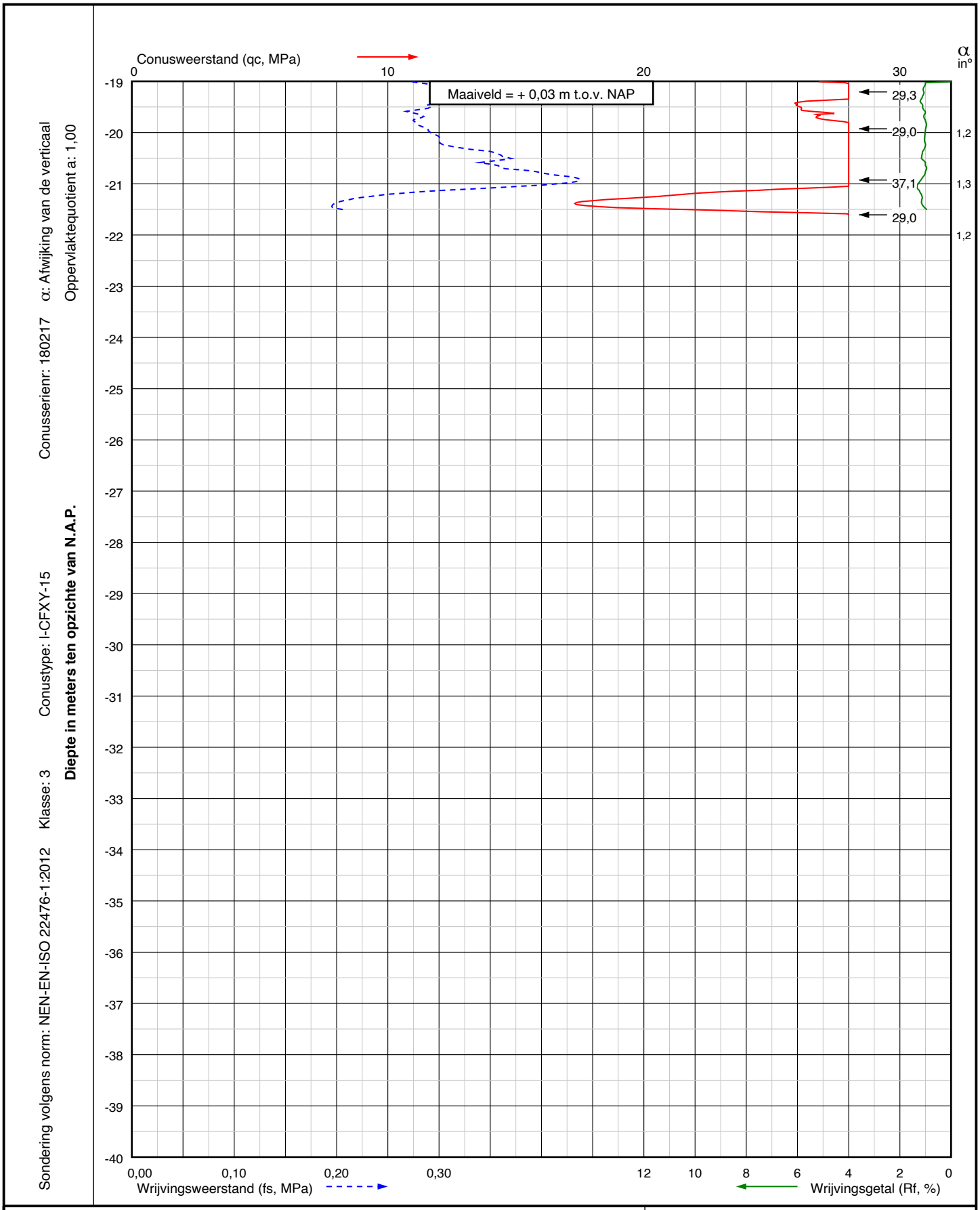
RD coördinaten
X = 180221,6
Y = 581333,4

Opdr.nr.: VN-91052-1

Blad: 1 van 2

Datum: 22-05-2026

AKKOORD UITV




Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM001**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten
X = 180221,6
Y = 581333,4

Opdr.nr.: VN-91052-1

Blad: 2 van 2

Datum: 22-05-2026

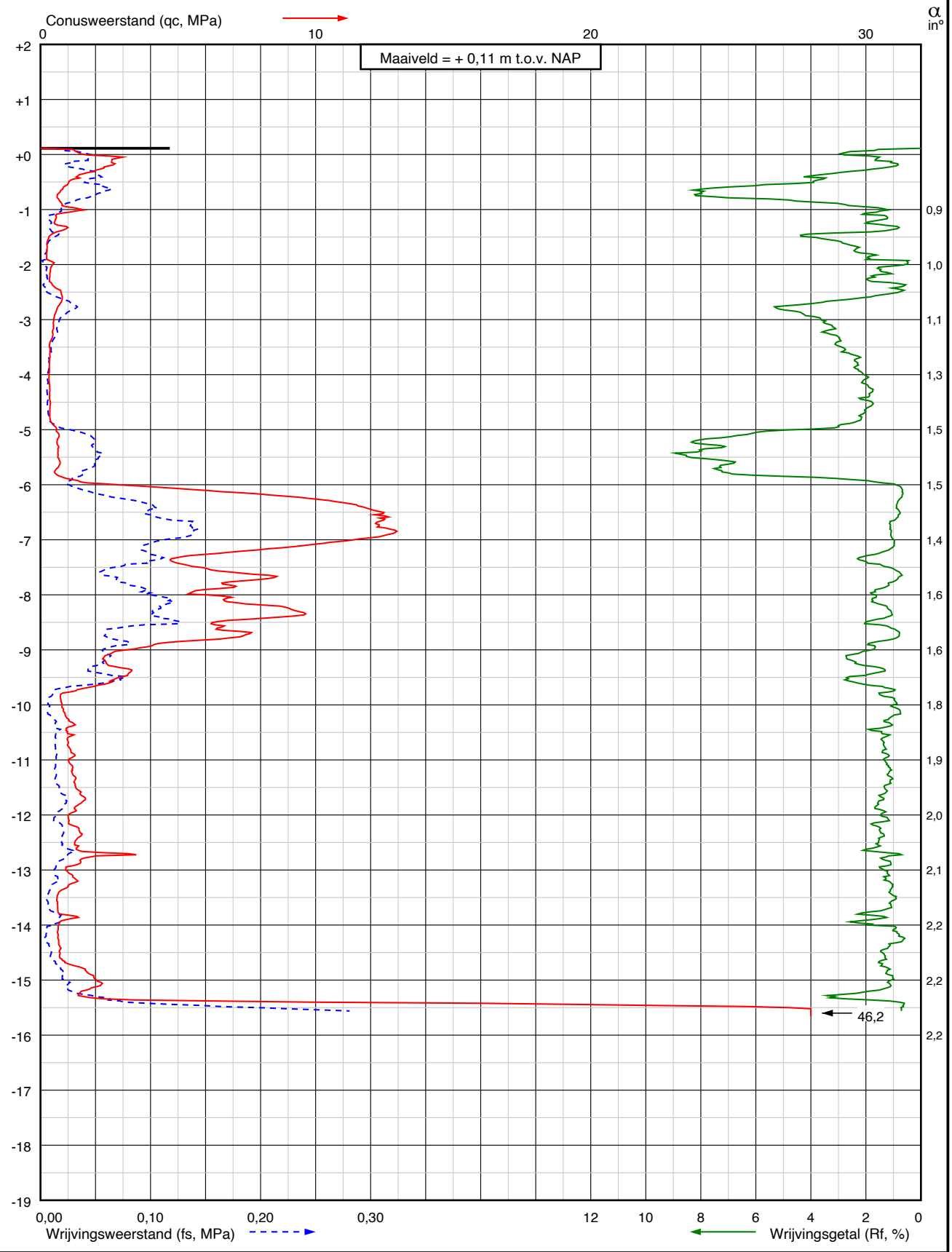
AKKOORD UITV

Conusserienr: 180217 α: Afwijking van de verticaal
Oppervlaktequotient a: 1,00

Conustype: I-CFXY-15 Klasse: 3

**Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.**

Sondering volgens norm: NEN-EN-ISO 22476-1:2012




Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM002**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten
X = 180278,1
Y = 581320,8

Opdr.nr.: VN-91052-1

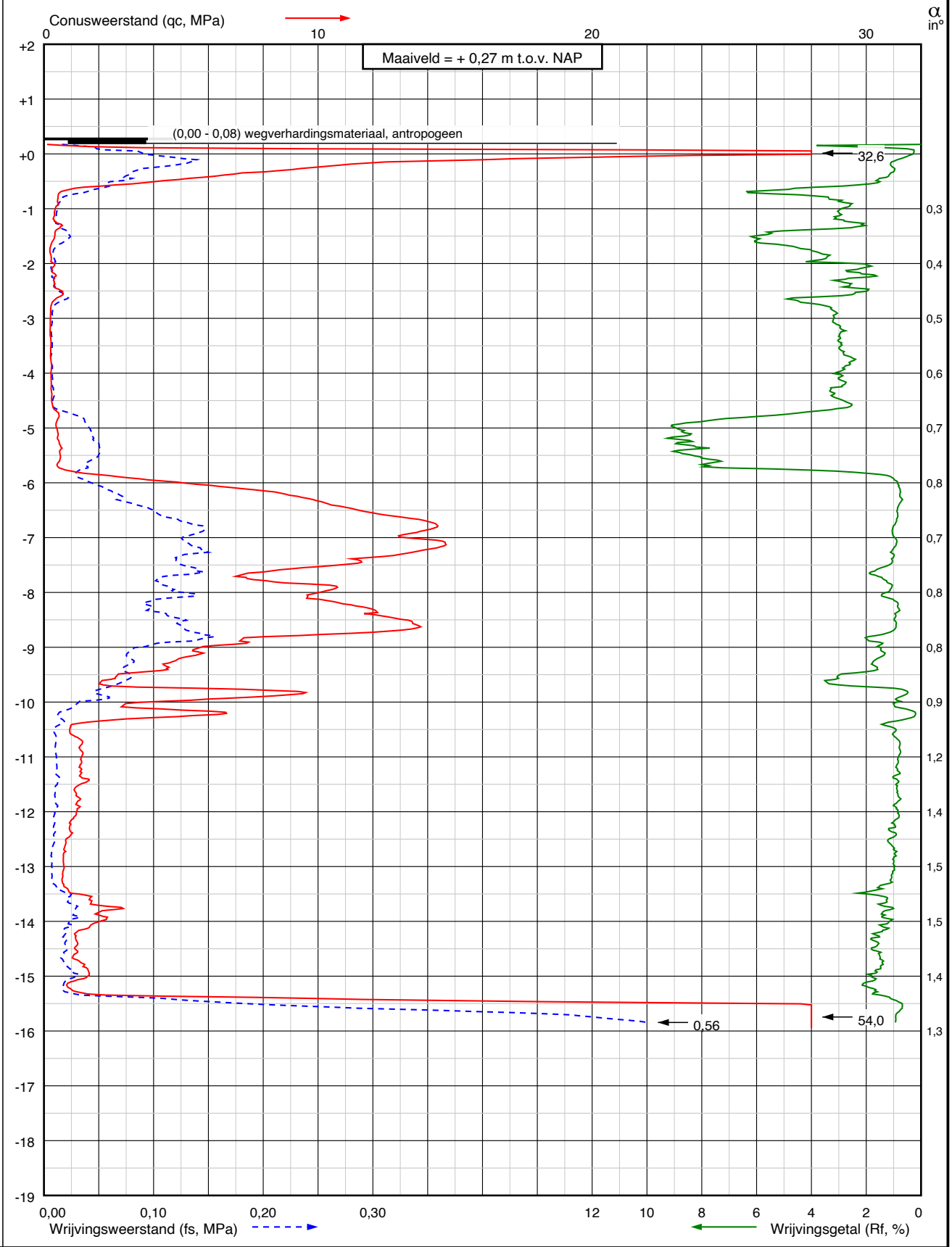
Blad: 1 van 1

Datum: 22-05-2026

AKKOORD UITV

Sondering volgens norm: NEN-EN-ISO 22476-1:2012 Klasse: 3 Conustype: I-CFXY-15 Conusserienr: 180217 α: Afwijking van de verticaal Oppervlaktequotient a: 1,00

Voorboring volgens norm: NEN-EN-ISO 14688-1 (B3) **Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.**




Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM003**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

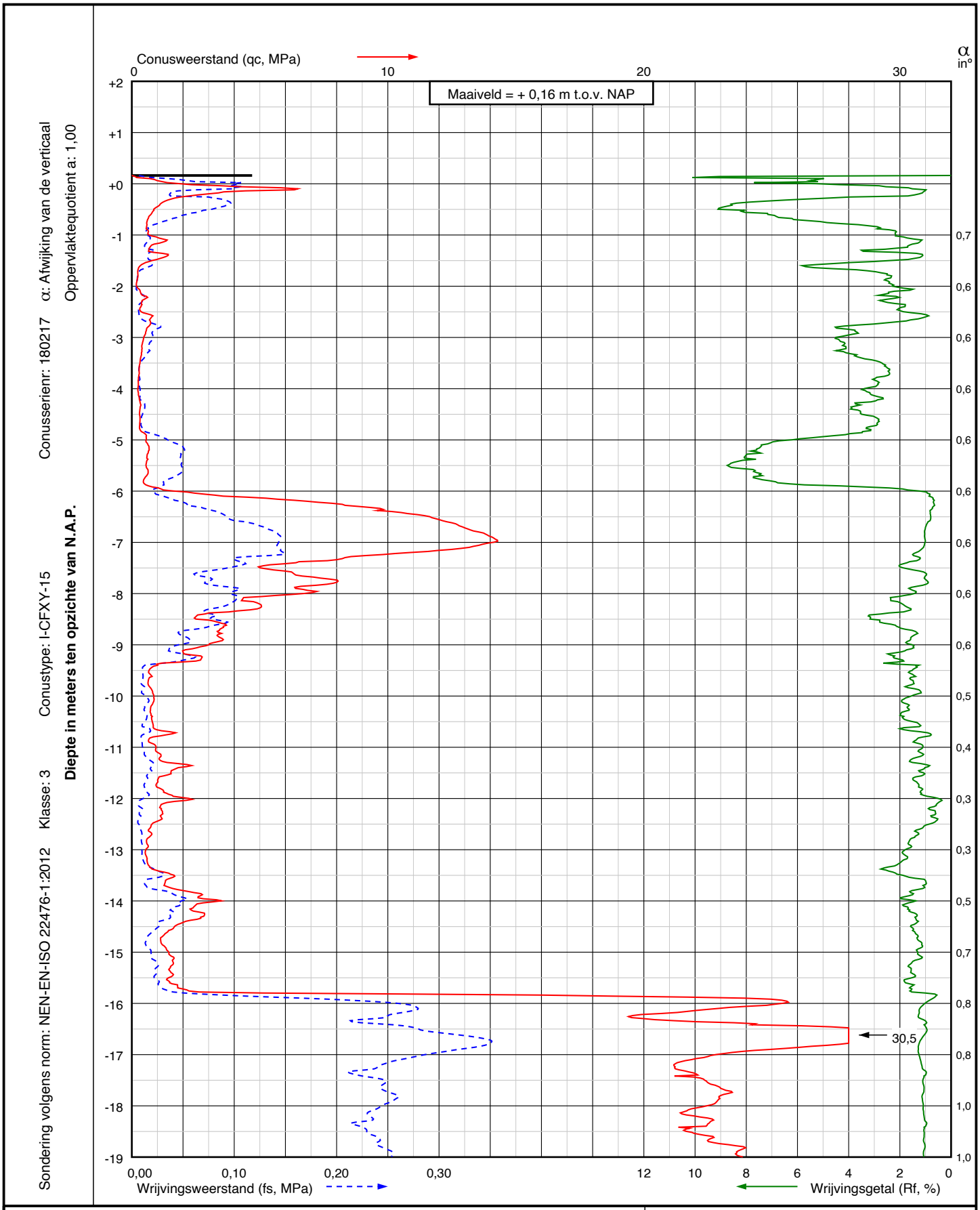
RD coördinaten
X = 180326,0
Y = 581298,8

Opdr.nr.: VN-91052-1

Blad: 1 van 1

Datum: 22-05-2026

AKKOORD UITV




Sondering volgens norm: NEN-EN-ISO 22476-1:2012 Klasse: 3 Conustype: I-CFXY-15 Conusserienr: 180217 α: Afwijking van de verticaal Oppervlaktequotient a: 1,00

**Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.**

Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM004**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

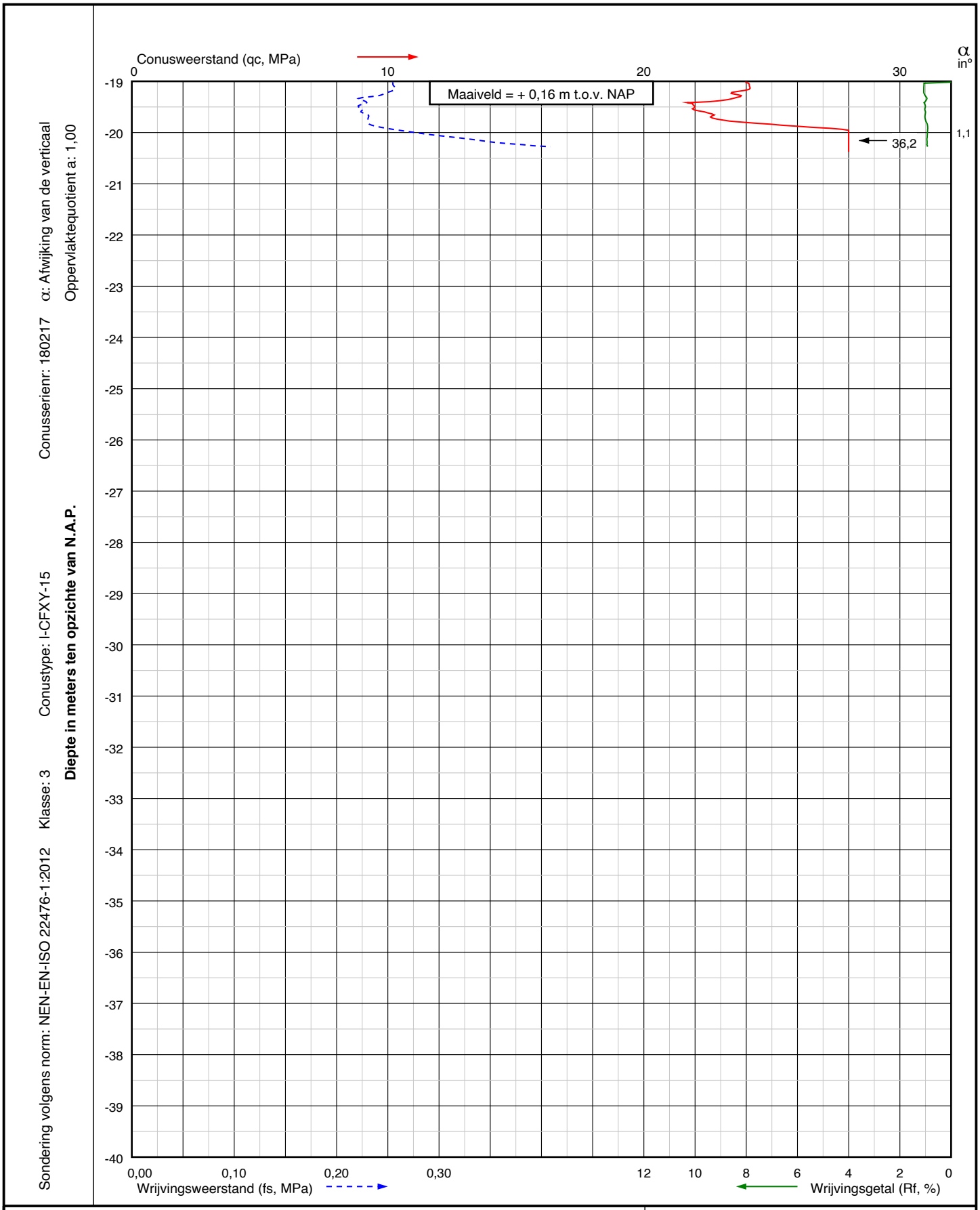
RD coördinaten
X = 180281,7
Y = 581295,8

Opdr.nr.: VN-91052-1

Blad: 1 van 2

Datum: 22-05-2026

AKKOORD UITV




Project: Realisatie lichtmasten op de vliegbasis
**te Leeuwarden**

Sondering:
**DKM004**

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten
X = 180281,7
Y = 581295,8

Opdr.nr.: VN-91052-1

Blad: 2 van 2

Datum: 22-05-2026

AKKOORD UITV

# Bijlage 3

## KEIEN / KEITJES / OVERIGE*

- KEIEN
- KEIEN, met grind
- KEIEN, met zand
- KEIEN, met silt
- KEIEN, met klei
- * Overige niet binnen NEN-EN-ISO-14688-1 onderscheiden hoofdgrondsoorten

## ZAND

- ZAND
- ZAND, met keien
- ZAND, zwak grindig
- ZAND, sterk grindig
- ZAND, siltig
- ZAND, kleiig

## KLEI

- KLEI
- KLEI, met keien
- KLEI, zwak grindig
- KLEI, sterk grindig
- KLEI, zwak zandig
- KLEI, sterk zandig

## GRIND

- GRIND
- GRIND met keien
- GRIND, zwak zandig
- GRIND, sterk zandig
- GRIND, siltig
- GRIND, kleiig

## SILT

- SILT
- SILT, met keien
- SILT, zwak grindig
- SILT, sterk grindig
- SILT, zwak zandig
- SILT, sterk zandig

## VEEN (HUMUS, DETRITUS)

- VEEN
- VEEN, zwak zandig
- VEEN, sterk zandig
- VEEN, siltig
- VEEN, kleiig

## MONSTERNAME

- Geroerd monster
- Ongeroerd monster

## PEILBUIZEN

- Blinde buis / stijgbuis
- Filter

## AANVULLINGEN

- Grind
- Zand
- Klei / Bentoniet
- Uitkomende grond
- Wegverhardingsmateriaal
- Grout

## GEOHYDROLOGISCHE GEGEVENS

- Actuele grondwaterstand direct na boren bepaald
- Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)
- Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

## ORGANISCH STOF GEHALTE

- Organische stof niet vastgesteld conform norm
- Niet organisch
- Zwak organisch
- Sterk organisch

## AFKORTINGEN

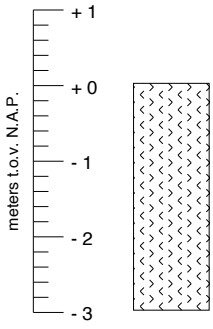
| | | |
|---|---|---|
| MB | = | Mechanische boring |
| HB of HBS | = | Handboring |
| PB | = | Peilbuis / Piezometer |
| GWS | = | Grondwaterstand |
| GHG | = | Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand |
| GLG | = | Gemiddeld Laagste Grondwaterstand |
| EC | = | Elektrische geleidbaarheid |

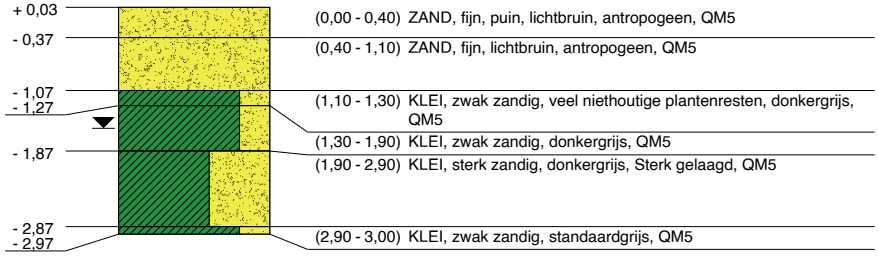
Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD UITV

# Veldboorbeschrijving (klasse 3)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P. | Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



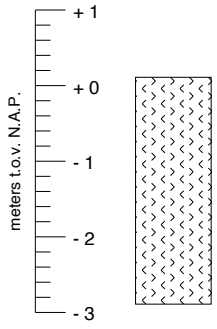

| | t.o.v. N.A.P. | t.o.v. maaiveld |
|---|---|---|
| GWS HBS001 d.d. (22-05-2026) : | - 1,57 m | - 1,60 m |
| G.H.G. HBS001 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |
| G.L.G. HBS001 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688) | RD coördinaten | Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden |
| | X = 180221,8 | |
| Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS | Y = 581333,6 | |
| | Uitgevoerd: 22-05-2026 | Opdrachtnr.: VN-91052-1 |
| | Blad 1 van 1 | Boornr (W&P): HBS001 |

AKKOORD UITV

# Veldboorbeschrijving (klasse 3)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P. | Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





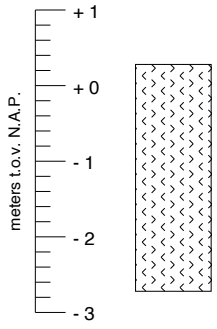


| | t.o.v. N.A.P. | t.o.v. maaiveld |
|---|---|---|
| GWS HBS002 d.d. (22-05-2026) : | - 1,54 m | - 1,65 m |
| G.H.G. HBS002 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |
| G.L.G. HBS002 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688) | RD coördinaten | Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden | |
| | X = 180278,4 | | |
| Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS | Y = 581321,2 | | |
| | Uitgevoerd: 22-05-2026 | Opdrachtnr.: VN-91052-1 | AKKOORD UITV |
| | Blad 1 van 1 | Boornr (W&P): HBS002 | |

# Veldboorbeschrijving (klasse 3)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P. | Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld







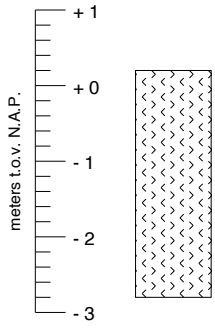
| | t.o.v. N.A.P. | t.o.v. maaiveld |
|---|---|---|
| GWS HBS003 d.d. (22-05-2026) : | - 1,37 m | - 1,65 m |
| G.H.G. HBS003 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |
| G.L.G. HBS003 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688) | RD coördinaten | Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden |
| | X = 180328,3 | |
| Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS | Y = 581307,1 | |
| | Uitgevoerd: 22-05-2026 | Opdrachtnr.: VN-91052-1 |
| | Blad 1 van 1 | Boornr (W&P): HBS003 |

AKKOORD UITV

# Veldboorbeschrijving (klasse 3)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P. | Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld







| | t.o.v. N.A.P. | t.o.v. maaiveld |
|---|---|---|
| GWS HBS004 d.d. (22-05-2026) : | - 1,35 m | - 1,55 m |
| G.H.G. HBS004 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |
| G.L.G. HBS004 d.d. (22-05-2026) : | niet waargenomen | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688) | RD coördinaten | Realisatie lichtmasten op de vliegbasis te Leeuwarden | |
| | X = 180282,1 | | |
| Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS | Y = 581295,7 | | |
| | Uitgevoerd: 22-05-2026 | Opdrachtnr.: VN-91052-1 | AKKOORD UITV |
| | Blad 1 van 1 | Boornr (W&P): HBS004 | |

**VDL Mast Solutions**
Gasstraat Oost 7; 5349AH OSS
Postbus 43; 5340AA Oss
tel. +31(0)412-674747
fax +31(0)412-467339

VDL Mast Solutions

# NEN-EN 40-3-1:2013 BEREKENING LICHTMAST



_EN 40-3.XLS VERSIE 3.73 dd 14-11-2019 *INVOER IN SCHUINSCHRIFT* DATUM: 23/06/26

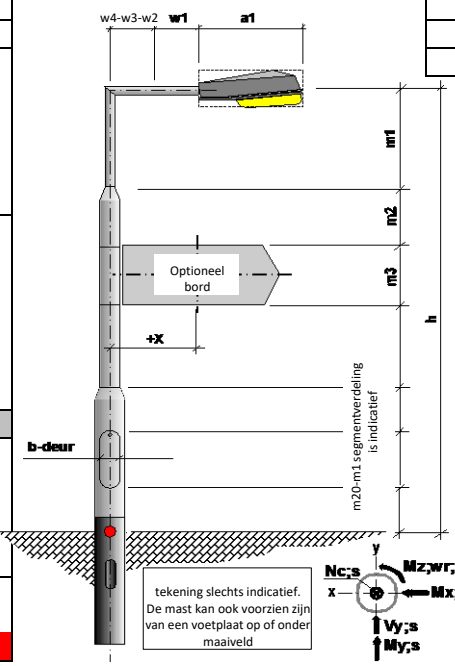
| Type: | Projekt: | Tekeningnummer: | Berekend: | Accoord: |
|---|---|---|---|---|
| **CVL-PT 18,0 m.** | **Leeuwarden** 2xThorn | **6310050034** | **Ene** | |

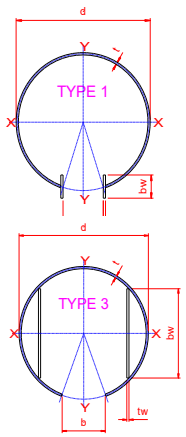
| Omschrijving | | Symb. | Eenh. | Invoer |
|---|---|---|---|---|
| Windsnelheidsgebied I ; II ; III | opm.1 | | | ***II*** |
| Terreincategorie I, II of III | opm.2 | | | ***II*** |
| Topografiefactor | | f | | ***1*** |
| Levensduur | | | jaar | ***25*** |
| Referentiewindsnelheid | opm.1 | $V_{ref}$ | m/s | 27,0 |
| Nominale masthoogte | | h | m | ***18,0*** |
| Uithoudertype (PAALTOP=geen uith.) | | | | ***PAALTOP*** |
| Uithouderlengte | | w | m | |
| Hoogte voet boven maaiveld | | $h_f$ | m | |
| Lengte armatuur | | $a_1$ | mm | |
| Afstand hart armatuur tot nom. masthoogte | | H | mm | |
| Afstand hart armatuur tot maaiveld = lph | | lph | m | ***18,0*** |
| Geprojekteerde opp. armatuur | | $A_l$ | m² | ***0,2*** |
| Vormcoefficient armatuur | | c | | ***1*** |
| Massa armatuur | | $\rho_A$ | kg | ***30*** |
| Materiaalfactor | | $\gamma_m$ | | ***1,05*** |
| Belastingsfactor permanente belasting | | $\gamma_{f;g}$ | | ***1,2*** |
| Belastingsfactor voor windbelasting | | $\gamma_{f;q}$ | | ***1,2*** |
| Materiaalsoort van mast st/al | | | | ***st*** |
| Elasticiteitsmodulus | | E | N/mm² | 210000 |
| Afschuivingsmodulus | | G | N/mm² | 80769 |
| Volumieke massa | | ρ | kg/m³ | 7850 |
| | | | | **Uitvoer** |
| Trillingsversnelling | | $a_e$ | m/s² | 0,384 |
| Grootste verplaatsing t.g.v. eigen gewicht | | $\delta_e$ | m | 0,803 |
| Eigenfrequentie | | $f_e$ | Hz | 0,691 |
| Factor dynamisch gedrag | | β | | 1,635 |
| Factor masthoogte | | δ | | 0,82 |
| Horizontale verplaatsing wind in % van h+w | | <= | 6,00% | 5,01% |
| Grootste eenheidstoets Ucmax | | U.C.max | <= 1.0 | 0,69 |
| Verticale doorzakking in % van w | | <= | 2,50% | **n.v.t.** |

| Rep. Fundatiegegevens | | |
|---|---|---|
| **Diam.** | 273 | mm |
| **$N_{c;s}$** | 3118 | N |
| **$V_{y;s}$** | 2489 | N |
| **$M_{x;s}$** | 24719 | Nm |
| **$M_{y;s}$** | | Nm |
| **$M_{z;wr;s}$** | | Nm |

| Capaciteit c*A | | |
|---|---|---|
| **W.G. I** | N.T.B | $m^2$ |
| **W.G. II** | N.T.B | $m^2$ |
| **W.G. III** | N.T.B | $m^2$ |

| Deurversteviging Geen | |
|---|---|
| **$t_w$:** | - |
| **$b_w$:** | - |
| **$L_w$:** | - |




| Uith. | d-voet [mm] | t [mm] | $f_y$ N/mm² | $b_{deur}$ [mm] | k [mm/m] | deur positie | $A_{bord}$ [m²] | $m_{bord}$ [kg] | x [+/- mm] | $l_{invoer}$ [mm] | $q_z$ [N/m²] | c | $M_{x\ of\ z;s;d}$ [Nm] | $M_{y;s;d}$ [Nm] | $M_{wr;s;d}$ [Nm] | U.C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $w_1$ | | | | | | | | | *x* | | | | | | | |
| $w_2$ | | | | | | | | | *x* | | | | | | | |
| $w_3$ | | | | | | | | | *x* | | | | | | | |
| $w_4$ | | | | | | | | | *x* | | | | | | | |
| **Mast** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_1$ | ***101,6*** | ***3,6*** | ***235,0*** | | | | | | | ***2000*** | 1519 | 0,855 | 1056 | | | 0,14 |
| $m_2$ | ***101,6*** | ***3,6*** | ***235,0*** | | | | | | | ***2000*** | 1472 | 0,872 | 2742 | | | 0,35 |
| $m_3$ | ***133,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1666,7*** | 1423 | 0,576 | 4589 | | | 0,31 |
| $m_4$ | ***133,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1666,7*** | 1374 | 0,599 | 6801 | | | 0,46 |
| $m_5$ | ***133,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1666,7*** | 1318 | 0,626 | 9378 | | | 0,63 |
| $m_6$ | ***159,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1500*** | 1256 | 0,504 | 11998 | | | 0,56 |
| $m_7$ | ***159,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1500*** | 1186 | 0,502 | 14881 | | | 0,69 |
| $m_8$ | ***193,7*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***2000*** | 1086 | 0,514 | 19156 | | | 0,59 |
| $m_9$ | ***273,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1200*** | 1013 | 0,543 | 22005 | | | 0,38 |
| $m_{10}$ | ***273,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1200*** | 1013 | 0,543 | 25114 | | | 0,44 |
| $m_{11}$ | ***273,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | ***155*** | | ***X-as*** | | | | ***600*** | 1013 | 0,543 | 26766 | | | 0,63 |
| $m_{12}$ | ***273,0*** | ***4,0*** | ***235,0*** | | | | | | | ***1000*** | 1013 | 0,543 | 29663 | | | 0,52 |
| $m_{13}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{14}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{15}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{16}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{17}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{18}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{19}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m_{20}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |

opm.1: M.i.v. de verplichtingsdatum voor de NEN-EN 1991-1-4/NB zijn de referentiewindsnelheden voor de windgebieden aangepast aan deze norm conform annex A van de NEN-EN 40-3-1

opm.2: Indeling en waarden voor de terreincategorie zijn conform de NEN-EN 40-3-1:2013 zoals in het Nederlandse voorwoord vermeld.

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
www.bv-muc.com
076-593 3450



# Bijlage 02

*Berekening grondstuk*

## BEPALING DRAAGVERMOGEN CONTROLE GEOTECHNISCHE EN STAALTECHNISCHE STERKTE GRONDSTUK LICHTMASTEN

Project: 9171; Fundatieberekening lichtmast type CVL-PT 18.0 m
Onderdeel: Fundatieberekening lichtmast

**Gegevens grondstuk:**

| | |
|---|---|
| D [mm]: | 273 |
| t [mm]: | 3,4 |
| $B_{vin}$ [mm]: | 0 |
| L [mm]: | 2500 |
| kwaliteit: | S235 |
| $f_{y;d}$ [N/mm$^2$]: | 235 |

**Belastingen bovenzijde grondstuk:**

| | |
|---|---|
| $M_d$ [kNm]: | 29,66 |
| $F_{h;d}$ [kN]: | 2,49 |
| $F_{v;d}$ [kN]: | 3,12 |

**Grondprofiel:** KLEI

| | BGT | $\gamma_m$ [-] | UGT |
|---|---|---|---|
| $\phi$ [º]: | 17,5 | 1,05 | 16,7 |
| $\delta_{max}$ [º]: | 8,8 | | 8,4 |
| $\gamma$ [kN/m$^3$]: | 14 | 1,00 | 14 |
| $\gamma_{sat}$ [kN/m$^3$]: | 14 | 1,00 | 14 |
| c' [kN/m$^2$]: | 1 | 1,00 | 1 |

Partiële factoren behorend bij β=2.5 conform NEN 9997-1, Art. A.3.2

**Grondwater [m - MV]:** 1,55

**Invloed schelpwerking conform DIN4085**

| | |
|---|---|
| $L^{ER}_{pg}$ [mm] | 727 |
| $s_\phi$ [-]: | 2,66 |
| $L^{ER}_{pc}$ [mm] | 1113 |
| $s_c$ [-]: | 4,08 |

**Bepaling $\delta_{max}$ door de voorwaarde ΣV = 0:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $G_{grondstuk;d}$ [kN]: | 1,25 | | |
| $F_{v;d}$ [kN]: | 3,12 | | |
| $F_{h;d}$ [kN]: | 2,49 | | |
| $\delta_{max;\Sigma V = 0}$ [º]: | 60,33 | -> δ [º]: | 8,40 |

**Bepaling gronddrukfactoren conform NEN-EN 1997-1/NEN 9997-1:**

| | |
|---|---|
| $\phi$ [°]: | 16,7 |
| $\delta/\phi$ [-]: | 0,50 |
| $K_{\gamma;p}$ [-]: | 2,180 |
| $K_{c;p}$ [-]: | 3,293 |

**Controle geotechnische draagkracht:**

| nivo m [m- MV] | $\sigma'_{v;d}$ [kN/m2] | $q_{ea;h;\gamma;p;d}$ [kN/m] | $F_{ea;h;\gamma;p;d}$ [kN] | $e_p$ [m] | $q_{ea;h;c;p;d}$ [kN/m] | $F_{ea;h;c;p;d}$ [kN] | $e_c$ [m] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 26,66 | 1,03 | 3,666098 | 5,68 | 0,78 | 27,5 | 4,4 |
| -1,6 | 21,7 | 34,4 | 4,15 | 1,61 | 3,666098 | 0,44 | 1,61 | 6,7 | 0,7 |
| -1,7 | 22,2 | 35,2 | -31,39 | 2,09 | 3,666098 | -3,05 | 2,08 | -65,7 | -6,3 |
| -2,5 | 25,5 | 40,4 | | | 3,666098 | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\Sigma F_h$ [kN]: | 0,00 | | |
| ΣM [kNm]: | -32,76 | UC [-] | 0,91 |

**Controle staaltechnische draagkracht:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ΣV = 0: | x [m]: | 0,47 | | |
| $M_{Ed}$ [kNm]: | | 30,4 | | |
| $\sigma_{Ed}$ [N/mm$^2$]: | | 159,9 | | |
| $\tau_{Ed}$ [N/mm$^2$]: | | 1,7 | | |
| $\sigma_{eq;Ed}$ [N/mm$^2$]: | | 159,9 | UC [-] | 0,68 |