Notitie

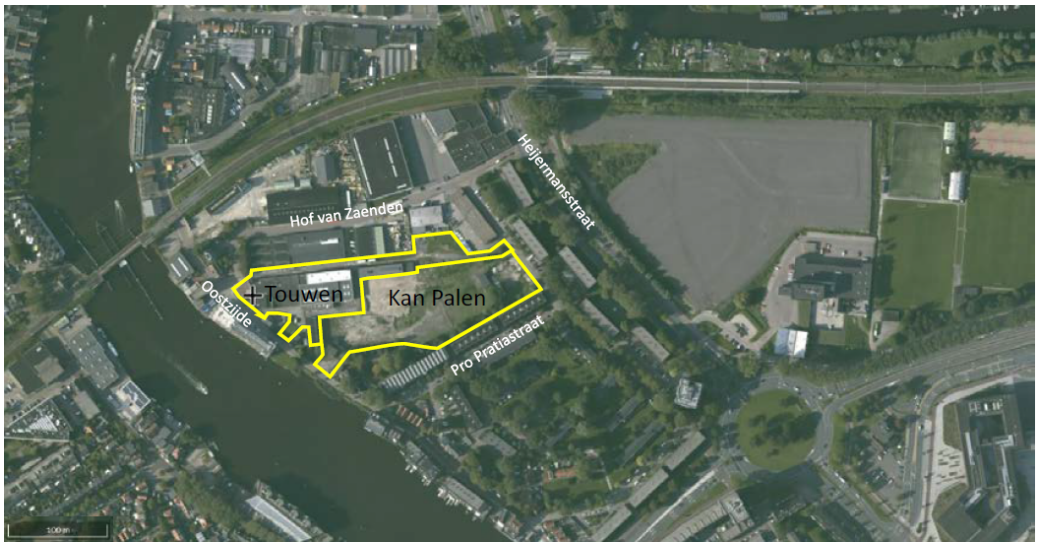
Contactpersoon	Rutger Bosmans
Tweede lezer	Barbara Berkhout en Bart Bruntink
Datum	28 februari 2023
Kenmerk	N004-1276274RBS-V02-lir-NL

Geotechnisch ophoogadvies (inclusief horizontale deformatie) ten behoeve van Kan Palen te Zaandam

1 Inleiding

De Gemeente Zaanstad is voornemens het gebied ter plaatse van Oostzijde 278 en 300 te Zaandam te herontwikkelen. Dit terrein aan de Oostzijde 278 is bekend als het voormalige Kan Palen terrein en Oostzijde 300 betreft de bedrijfslocatie van Touwen. Een overzicht van de locatie is gegeven in figuur 1.1.

Als onderdeel van de herontwikkeling zal een leeflaag aangebracht worden op het huidige maaiveld. Het doel van deze notitie is om te bepalen hoeveel zetting optreedt en hoeveel voorbelasting benodigd is. Tevens is het doel om de grootte van de horizontale grondvervorming in kaart te brengen. Dit verband met de nabij gelegen bebouwing.



Figuur 1.1 Overzicht van locatie van projectterrein

Leeswijzer
De referenties en uitgangspunten bij de berekeningen zijn als eerste beschreven. Daarna is de benodigde voorbelasting beschouwd. De horizontale grondvervorming is op het einde van deze notitie berekend.

2 Referenties

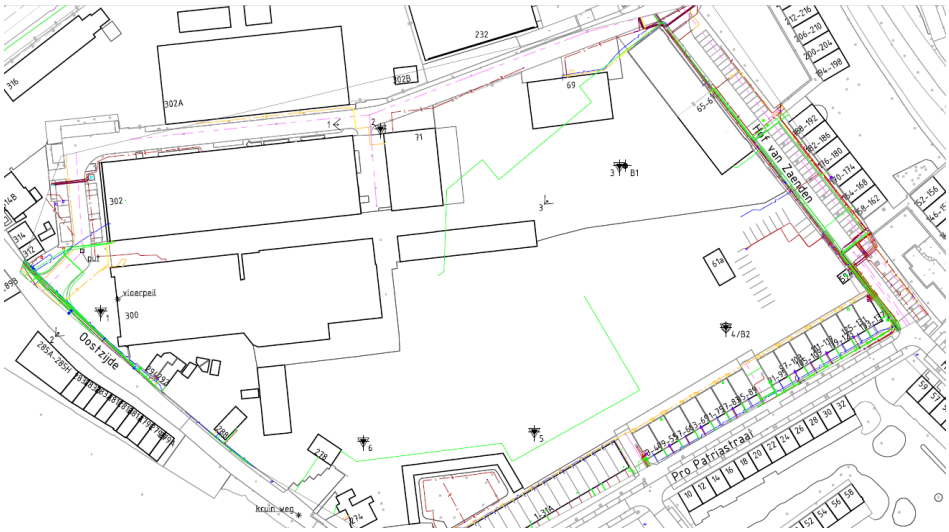
Bij het opstellen van dit geotechnisch advies is uitgegaan van navolgende documenten:

[1] *Herinrichting terrein Touwen en Kan Palen Hof van Zaenden,* Van Dijk Geo- en Milieutechniek b.v., kenmerk: 119636 versie 1, d.d. 2 juni 2022 (bijlage 1)
[2] *NEN9997-1:2016/C2:2017: 'Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels'*, d.d. november 2017
[3] *CUR 162 'Construeren met grond'* d.d. 30 maart 2022
[4] *Kan Palen Zaandam Bemalingsadvies*, TAUW, kenmerk: R002-1276274AAR-V02-csr-NL, d.d. 29 juli 2021
[5] Rapportage '*Actualiserend bodemonderzoek Kan Palen terrein Zaandam'* van TAUW met kenmerk R003-1235070MBQ-mfv-V02-NL d.d. 17 oktober 2016
[6] Rapportage '*Actualiserend bodemonderzoek en kostenraming Touwen-terrein Zaandam*' van TAUW met kenmerk R001-1261897BSA-V03-lhl-NL d.d. 30 november 2018
[7] Rapportage '*Nader onderzoek naar dioxines in de bodem, Kan Palen te Zaandam'* van TAUW met kenmerk R001-1287964TMA-V01-lhl-NL d.d. 24 oktober 2022

3 Uitgangspunten

3.1 Bodemopbouw

Voor het ophogen van het terrein is geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd door Van Dijk Geo- en Milieutechniek [1] en bestaat uit zes sonderingen en 2 boringen met het bepalen van volumegewichten. Een overzicht van het uitgevoerd grondonderzoek is weergegeven in figuur 3.1. Bijlage 1 bevat de rapportage met het geotechnische grondonderzoek.



Figuur 3.1 Overzicht grondonderzoek [1]

Uit het grondonderzoek blijkt dat het huidige maaiveld (binnen de projectlocatie) varieert van NAP -0,81 m tot NAP -0,29 m. In de ondergrond varieert de dikte van de lagen en de aanwezigheid van organische klei. Echter is de variatie in de bodemopbouw beperkt. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat er, vanwege verontreiniging in de grond, alleen aan de rand van de projectlocatie gesondeerd is. Dit leidt tot meer onzekerheid in de bodemopbouw waar conservatief mee is omgegaan. Gezien de variatie in het huidige maaiveldpeil zijn voor sonderingen 3, 4 en 6 de berekeningen uitgevoerd. De leeflaag welke aangebracht zal worden, wordt op één vast peil aangelegd waardoor de netto ophoging verschilt afhankelijk van het maaiveldniveau.

In onderstaande tabellen zijn de bodemopbouwen voor elk van de drie sonderingen opgenomen.

Tabel 3.1 Bodemopbouw ter plaatse van sondering 3.

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort
-0,81	Antropogeen zand
-1,7	Veen, slap
-4,2	Klei, organisch, slap
-5,3	Zand, schoon, los
-5,8	Klei, zwak zandig, slap
-6,2	Zand, schoon, los
-9,5	Klei, zwak zandig, slap
-10,3	Zand, sterk ziltig, kleiig
-12,0	Zand, schoon, los
-13,1	Klei, schoon, vast
-14,0	Zand, schoon, matig
-19,4	Zand, schoon, vast

Tabel 3.2 Bodemopbouw ter plaatse van sondering 4.

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort
-0,29	Antropogeen zand
-1,8	Veen, slap
-5,2	Zand, schoon, los
-8,3	Klei, schoon, matig
-9,5	Zand, schoon, los
-12,8	Klei, schoon, matig
-14,0	Zand, schoon, matig
-19,4	Zand, schoon, vast

Tabel 3.3 Bodemopbouw ter plaatse van sondering 6.

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort
-0,45	Antropogeen zand
-2,0	Veen, slap
-4,2	Klei, organisch, slap
-6,2	Zand, sterk kleiig
-7,8	Klei, schoon, vast
-8,4	Zand, sterk ziltig, kleiig
-10,3	Zand, schoon, los
-12,8	Klei, schoon, vast
-13,5	Zand, schoon, vast

De parameters behorende bij de aanwezige grondsoorten zijn bepaald aan de hand van het beschikbare grondonderzoek, tabel 2b uit de NEN9997-1 [2], CUR162 [3] en ervaringen van TAUW.

Tabel 3.4 Parameters

Grondsoort	γ_{unsat} [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m^3]	CR [-]	Cα [-]	RR [-]	c_v [*10^{-8} m^2/s]
Antropogeen zand	18,0	20,0	0,0038	0	0,0013	Gedraineerd
Veen, slap	10,5	10,5	0,4217	0,0211	0,1405	30
Klei, organisch, slap	13,0	13,0	0,3067	0,0153	0,0511	16
Klei, zwak zandig, slap	15,0	15,0	0,2300	0,0092	0,0383	8
Zand, sterk ziltig, kleiig	18,0	20,0	0,0115	0	0,0038	Gedraineerd
Klei, schoon, matig	17,0	17,0	0,1533	0,0061	0,0511	8
Klei, schoon, vast	19,0	19,0	0,0920	0,0037	0,0307	8
Zand, schoon, los	17,0	19,0	0,0115	0	0,0038	Gedraineerd
Zand, schoon, matig	18,0	20,0	0,0038	0	0,0013	Gedraineerd
Zand, schoon, vast	19,0	21,0	0,0023	0	0,0008	Gedraineerd

Uit boring 2 blijkt dat het veen een volumegewicht van 10,5 kN/m^3 heeft. Dit zit tussen veen, slap en veen, matig in. De zettingsparameters zijn daarom geïnterpoleerd tussen de twee grondsoorten op basis van het volumegewicht.

De volgende OCR waarden zijn aangehouden op basis van kennis en ervaring van TAUW.
Deze OCR waarden komen overeen met een equivalent age van 10000 dagen, dat wil zeggen dat de grond er al 30 jaar in de huidige staat ligt. Dit is een veel aangehouden waarde.

- Veen: 2,0
- Klei, humeus: 1,8
- Klei: 1,4
- Zand: 1,0

3.2 Grondwaterstand

Op basis van twee peilbuismetingen aangeleverd door de gemeente Zaanstad is een grondwaterstand van NAP -1,0 m aangehouden. In het bemalingsadvies [4] is onderbouwd dat een waterstand van NAP -1,4 m aangehouden moeten worden bij bemaling. De bemaling staat echter vaker uit dan aan waardoor er conservatief gerekend is met een grondwaterstand van NAP -1,0 m. Uit het bemalingsadvies [4] blijkt verder dat de weerstand tussen het eerste watervoerende pakket en het freatisch pakket klein is waardoor de stijghoogte gelijk is aan de waterstand.

3.3 Overige uitgangspunten

De leeflaag wordt aangebracht tot een hoogte van NAP +0,24 m, wat tevens het planpeil is voor de toekomstige inrichting. Twee varianten zijn onderzocht:

- Het aanbrengen van een leeflaag van 1 m dikte waarvoor het maaiveld eerst tot NAP -0,76 m afgegraven dient te worden en vervolgens opgehoogd wordt tot NAP +0,24 m
- Het aanbrengen van een leeflaag van 1,5 m dikte waarvoor het maaiveld eerst tot NAP -1,26 m afgegraven dient te worden en vervolgens opgehoogd wordt tot NAP +0,24 m

In alle sonderingen is er een antropogene zandlaag aanwezig tot minimaal NAP -1,26 m.
Ook uit bodemonderzoeken [5], [6] en [7] volgt dat overal deze zandlaag aanwezig is.
Deze zandlaag heeft hetzelfde volumegewicht als de leeflaag waardoor het afgraven van de zandlaag en vervangen met leeflaag geen extra belasting met zich meebrengt. Voor de berekening van de zettingen zit er daarom geen verschil tussen de twee varianten. De zettingen worden in dit geval veroorzaakt door de hoeveelheid zand welke aangebracht wordt op het huidige maaiveldniveau tot aan het planpeil van NAP +0,24 m. In deze notitie is de term netto ophoging aangehouden voor de hoeveelheid zand tussen het huidig maaiveldniveau en het planpeil.

De leeflaag bestaat uit zand met onverzadigd volumegewicht van 18 kN/m^3 en een verzadigd volumegewicht van 20 kN/m^3.

De autonome bodemdaling (in 30 jaar) is, met een representatieve zettingsberekening, vastgesteld op 2 cm.

De maximaal toelaatbare restzetting is in de voorliggende analyse gesteld op 0,10 m in 30 jaar. Aangezien de autonome bodemdaling gelijk is aan 2 cm mag de restzettingseis versoepeld worden naar 0,12 m in 30 jaar.

Om aan de restzettingseis te voldoen wordt een voorbelasting toegepast door middel van het tijdelijk aanbrengen van extra zand. Er is aangenomen dat dit zand een half jaar (180 dagen) blijft liggen. De voorbelasting wordt aangebracht onder een talud 1:2 wat een typische waarde is voor zand.

4 Zettingsberekeningen

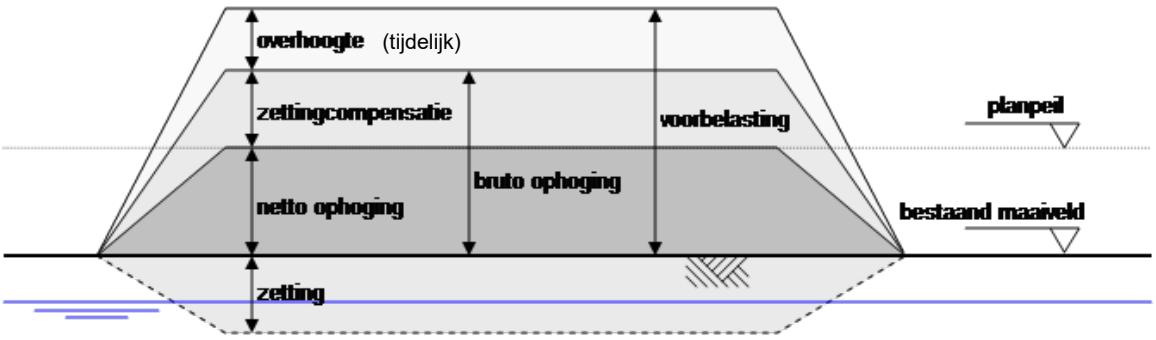
In dit hoofdstuk is voor elk van de drie gekozen sonderingen bepaald wat de zettingen bedragen en wat de benodigde voorbelasting is om te voldoen aan de restzettingseis van 0,12 m binnen 180 dagen.

4.1 Algemeen zettingsberekeningen

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement van Deltares. Gerekend is met het Bjerrum-Darcy-model. De bodemopbouw is geschematiseerd door middel van laagscheidingen met bijbehorende grondparameters. De ophoging is geschematiseerd door middel van het aanbrengen van een belasting, de netto-ophoging. In het model is gerekend met het onderwaterzakken van de ophoging en met het compenseren van de zettingen ('maintain profile').

In dit advies worden de volgende termen gehanteerd: (zie navolgend figuur)

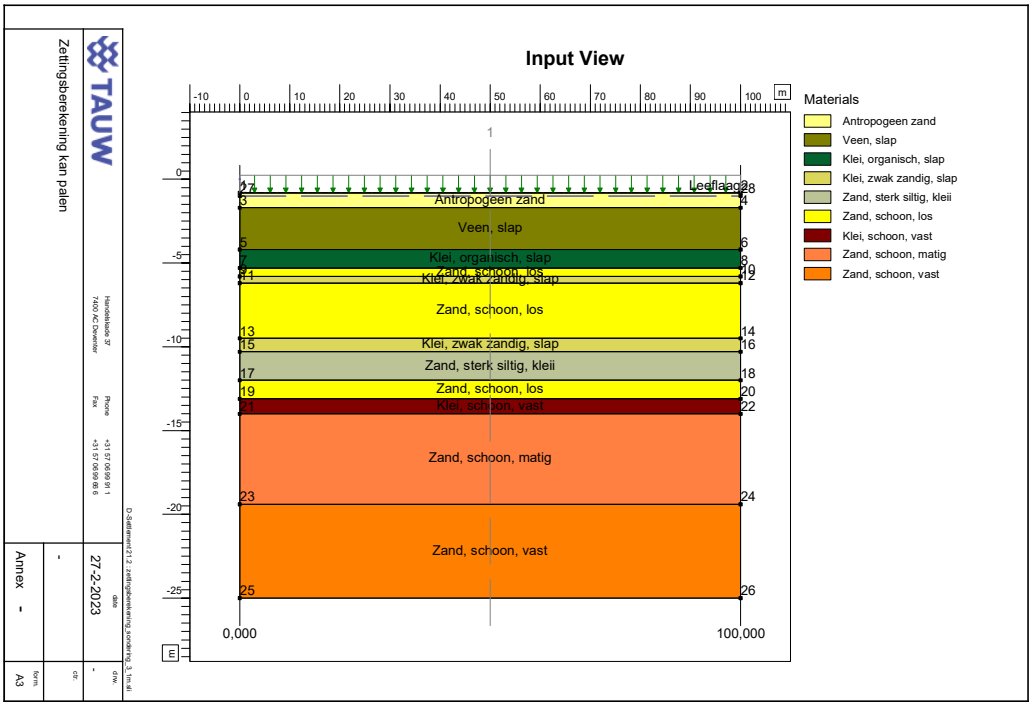
- Netto-ophoging: ophoging van bestaand maaiveld tot planpeil (initieel)
- Zettingscompensatie: extra hoogte die in de berekeningen wordt aangebracht om de zettingen te compenseren
- Bruto-ophoging: ophoging die na het optreden van de eindzetting op planpeil ligt (= netto-ophoging + zettingscompensatie)
- Overhoogte: tijdelijk extra hoogte bovenop de bruto-ophoging (ten behoeve van het versnellen van de zettingen)
- Eindzetting: zetting op het theoretische einde van het zettingsproces (10.000 dagen)



Figuur 4.1 Schematisatie voorbelasting

4.2 Zettingen sondering 3

Het maaiveldniveau ter plaatse van sondering 3 is NAP -0,81 m. Dit betekent dat, om tot een hoogte van NAP +0,24 m te komen, een netto ophoging van 1,05 m zand benodigd is. Hiervoor is een zettingsberekening uitgevoerd welke gepresenteerd is in figuur 4.2.



Figuur 4.2 Zettingsberekening aanbrengen leeflaag sondering 3.

Uit deze berekening volgt dat de zetting als gevolg van het aanbrengen van de leeflaag gelijk is aan 0,81 m. Dit betekent dat de leeflaag aangebracht dient te worden op een niveau van NAP +1,05 m om ervoor te zorgen dat na zetting het maaiveldniveau uitkomt op NAP +0,24 m.

Tabel 4.1 toont de resultaten van de zettingsberekening. Bijlage 2 bevat de tijd-zettingsdiagrammen.

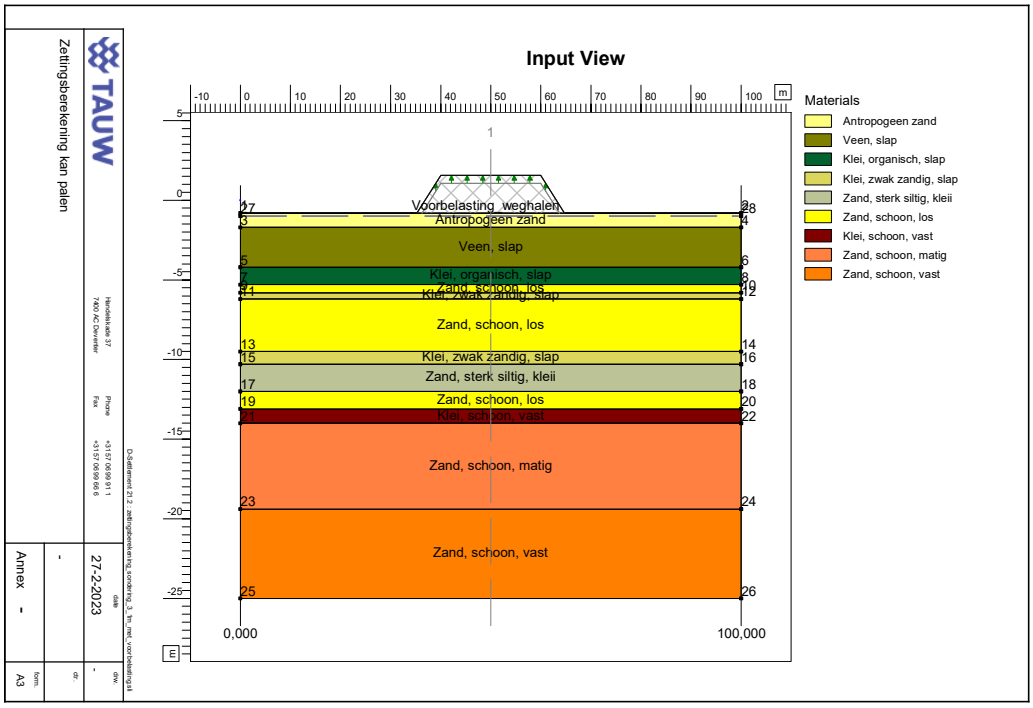
Tabel 4.1 Resultaten zettingsberekening sondering 3

Huidig maaiveld [m NAP]	Planpeil [m NAP]	Netto ophoging [m]	Zetting [m]	Bruto ophoging [m]	Aanlegpeil [m NAP]
-0,81	+0,24	1,05	0,81	1,86	1,05

Opgetreden zetting na 6 maanden [m]	Restzetting na 6 maanden [m]	Opgetreden zetting na 12 maanden [m]	Restzetting na 12 maanden [m]	Tijd tot 12 cm restzetting [dagen]
0,60	0,21	0,67	0,14	500

Zowel binnen 6 als 12 maanden voorbelasten wordt niet voldaan aan de restzettingseis van 0,12 m in 30 jaar. Er zijn zettingsversnellende maatregelen nodig zoals een tijdelijke overhoogte van zand.

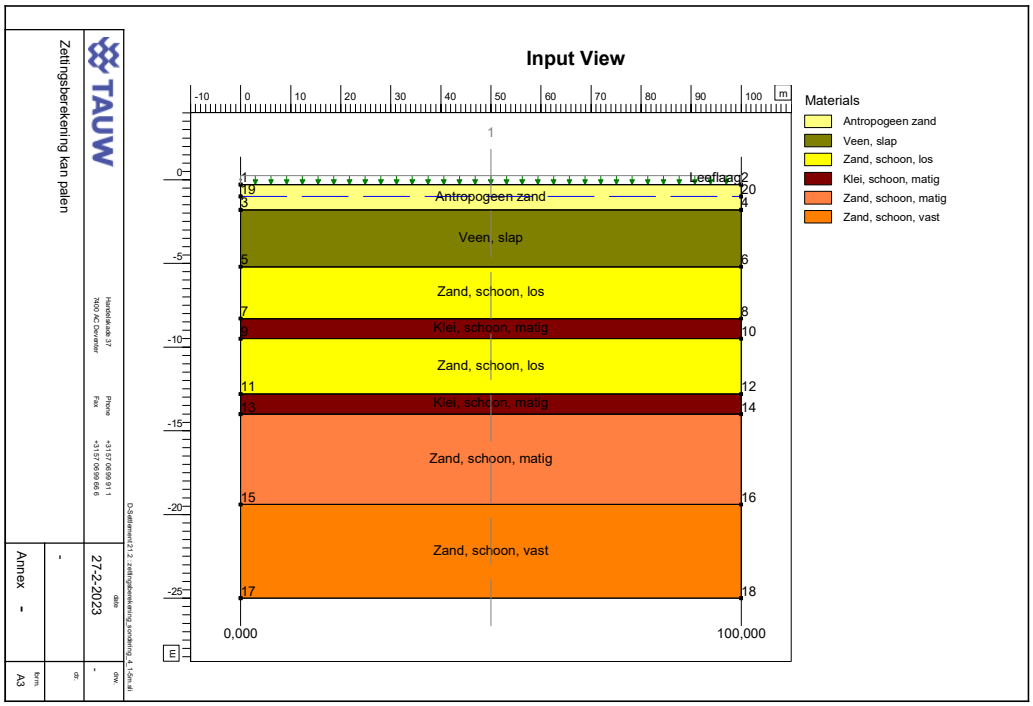
In figuur 4.3 is de zettingsberekening met overhoogte gepresenteerd. Uit de berekening volgt dat met een overhoogte van 0,50 m de restzetting na 180 dagen 0,11 m bedraagt (en voldaan wordt aan de restzettingseis). Het aanlegpeil, inclusief overhoogte, bedraagt hiermee NAP +1,55 m.



Figuur 4.3 Berekening voorbelasting sondering 3.

4.3 Zettingen sondering 4

Het maaiveldniveau ter plaatse van sondering 4 is NAP -0,29 m. Dit betekent dat, om tot een hoogte van NAP +0,24 m te komen, een netto ophoging van 0,53 m zand benodigd is. Hiervoor is een zettingsberekening uitgevoerd welke is gepresenteerd is in figuur 4.4.



Figuur 4.4 Zettingsberekening aanbrengen leeflaag sondering 4.

Uit deze berekening volgt dat de zetting als gevolg van het aanbrengen van de leeflaag gelijk is aan 0,32 m. Dit betekent dat de leeflaag aangebracht dient te worden op een niveau van NAP +0,56 m om ervoor te zorgen dat na zetting het maaiveldniveau uitkomt op NAP +0,24 m.

Tabel 4.2 toont de resultaten van de zettingsberekening. Bijlage 2 bevat de tijd-zettingsdiagrammen.

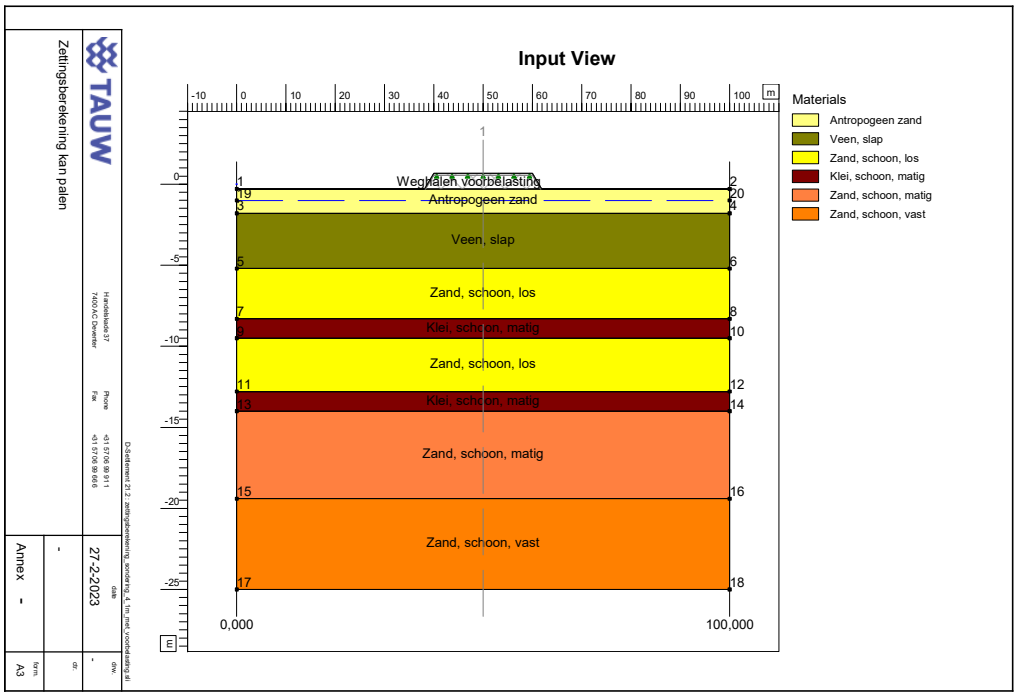
Tabel 4.2 Resultaten zettingsberekening sondering 4

Huidig maaiveld [m NAP]	Planpeil [m NAP]	Netto ophoging [m]	Zetting [m]	Bruto ophoging [m]	Aanlegpeil [m NAP]
-0,29	+0,24	0,53	0,32	0,85	0,56

Opgetreden zetting na 6 maanden [m]	Restzetting na 6 maanden [m]	Opgetreden zetting na 12 maanden [m]	Restzetting na 12 maanden [m]	Tijd tot 12 cm restzetting [dagen]
0,19	0,13	0,21	0,11	250

Binnen 6 maanden voorbelasten wordt niet voldaan aan de restzettingseis van 0,12 m in 30 jaar. Na 12 maanden is de restzetting nog 11 cm waarmee wel voldaan wordt aan de restzettingseis. Om ook binnen 6 maanden aan deze eis te voldoen zijn zettingsversnellende maatregelen nodig zoals een tijdelijke overhoogte van zand.

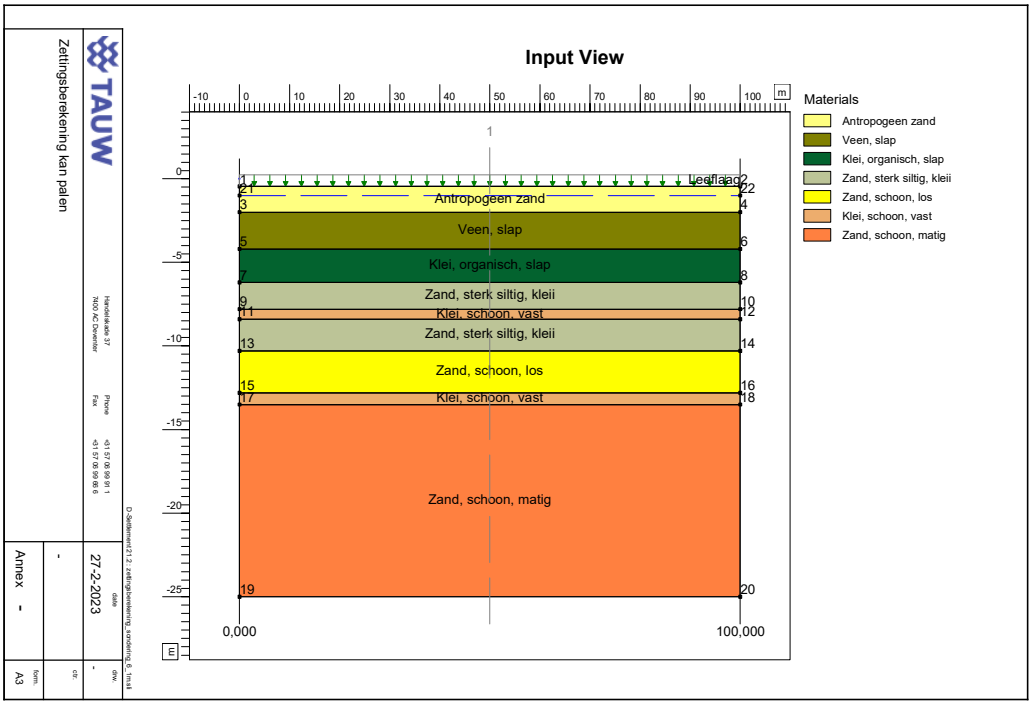
In figuur 4.5 is de zettingsberekening met overhoogte gepresenteerd. Uit de berekening volgt dat met een overhoogte van 0,10 m de restzetting na 180 dagen 0,11 m bedraagt (en voldaan wordt aan de restzettingseis). Het aanlegpeil, inclusief overhoogte, bedraagt hiermee NAP +0,66 m.



Figuur 4.5 Berekening voorbelasting sondering 4.

4.4 Zettingen sondering 6

Het maaiveldniveau ter plaatse van sondering 6 is NAP -0,45 m. Dit betekent dat, om tot een hoogte van NAP +0,24 m te komen, een netto ophoging van 0,69 m zand benodigd is. Hiervoor is een zettingsberekening uitgevoerd welke is gepresenteerd is in figuur 4.6.



Figuur 4.6 Zettingsberekening aanbrengen leeflaag sondering 6.

Uit deze berekening volgt dat de zetting als gevolg van het aanbrengen van de leeflaag gelijk is aan 0,39 m. Dit betekent dat de leeflaag aangebracht dient te worden op een niveau van NAP +0,63 m om ervoor te zorgen dat na zetting het maaiveldniveau uitkomt op NAP +0,24 m.

Tabel 4.3 toont de resultaten van de zettingsberekening. Bijlage 2 bevat de tijd-zettingsdiagrammen.

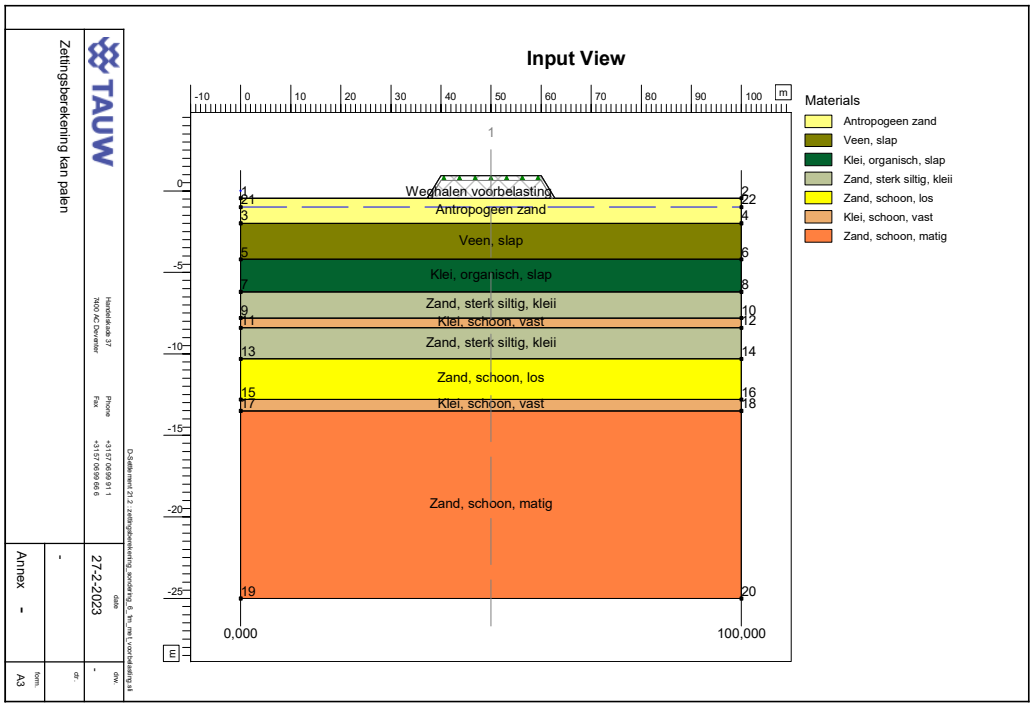
Tabel 4.3 Resultaten zettingsberekening sondering 6

Huidig maaiveld [m NAP]	Planpeil [m NAP]	Netto ophoging [m]	Zetting [m]	Bruto ophoging [m]	Aanlegpeil [m NAP]
-0,45	+0,24	0,69	0,39	1,08	0,63

Opgetreden zetting na 6 maanden [m]	Restzetting na 6 maanden [m]	Opgetreden zetting na 12 maanden [m]	Restzetting na 12 maanden [m]	Tijd tot 12 cm restzetting [dagen]
0,22	0,17	0,26	0,13	380

Zowel binnen 6 als 12 maanden voorbelasten wordt niet voldaan aan de restzettingseis van 0,12 m in 30 jaar. Er zijn zettingsversnellende maatregelen nodig zoals een tijdelijke overhoogte van zand.

In figuur 4.7 is de zettingsberekening met overhoogte gepresenteerd. Uit de berekening volgt dat met een overhoogte van 0,30 m de restzetting na 180 dagen 0,11 m bedraagt (en voldaan wordt aan de restzettingseis). Het aanlegpeil, inclusief overhoogte, bedraagt hiermee NAP +0,93 m.



Figuur 4.7 Berekening voorbelasting sondering 6.

4.5 Monitoring

De nauwkeurigheid van de zettingsberekeningen en daarmee de grootte van de zettingen worden voornamelijk bepaald door de samendrukkingsparameters en de activiteiten in het verleden (OCR). Door deze onzekerheden in de modellering van de ondergrond kunnen de optredende zettingen afwijken van de berekende zettingen. De nauwkeurigheid van zettingsberekeningen bedraagt ±30%. Daarom adviseert TAUW om de zettingen gedurende de voorbelastperiode te monitoren middels zakbaken.

Ondanks de nauwkeurigheid van de zettingsberekeningen kunnen er in de praktijk afwijkingen van de verwachte zettingen optreden. Dit is onder andere mogelijk door de heterogeniteit in de opbouw van de ondergrond of in de lagen zelf die door de mazen van het net van het grondonderzoek niet bekend zijn. Deze afwijkingen kunnen voortijdig worden gesignaleerd en gecorrigeerd door de nodige maatregelen te nemen door het opstellen van een monitoringsplan.

Om zettingen tijdens uitvoering te beheersen dienen zakbaken volgens een nader op te stellen monitoringsplan te geplaatst te worden, waarbij zowel het origineel maaiveldniveau, bovenkant baak en de zandhoogtes ingemeten worden. De meetgegevens kunnen vergeleken worden met de berekende zettingen en de geplande zandhoogte van de ophoging. Indien de berekende en gemeten waarden niet met elkaar overeenstemmen, kan de zettingsberekening herijkt worden middels een zakbaakfit. Hiermee kan het ophoogplan bijgesteld worden om zodoende toch het gewenste maaiveldniveau te bereiken.

Voor dit plan is uitgegaan van 10 zakbaken met een hart-op-hart-afstand van circa 50 m. De exacte locatie van de zakbaken dient afgestemd te worden op het ontwerp en de rijroutes. De zakbaken moeten geplaatst worden op het huidige maaiveld voordat er opgehoogd gaat worden. De aanbevolen meetfrequentie is wekelijks gedurende de 1^{e} maand, vervolgens iedere 2 weken en na 6 maanden bedraagt de meetfrequentie iedere maand tot het einde van de voorbelastperiode.

5 Horizontale grondvervorming

Voor alle drie sonderingen is de horizontale grondvervorming onder invloed van de ophoging en de voorbelasting bepaald met D-Settlement volgens de Leeuw methode. Deze vervorming is bepaald op een afstand van 0, 1, 2, 3, 4, 5 en 10 m vanaf van de teen van de netto ophoging.

Om horizontale grondvervorming te kunnen modelleren dient voor iedere grondlaag bepaald te worden of deze zich stijf, elastisch of als fundering gedraagt. Voor sondering 3, 4 en 6 geldt allemaal dat er direct onder maaiveld zich eerst een antropogene zandlaag bevindt, dan veen en organische klei en daarna een nieuw zandpakket. Het zandpakket onder de veen en kleilagen is gemodelleerd als fundering omdat niet te verwachten is dat hier horizontale grondvervorming op zal treden. De veen en kleilagen zijn gemodelleerd als elastisch omdat dit de slapste lagen zijn. De antropogene zandlaag is gemodelleerd als stijf.

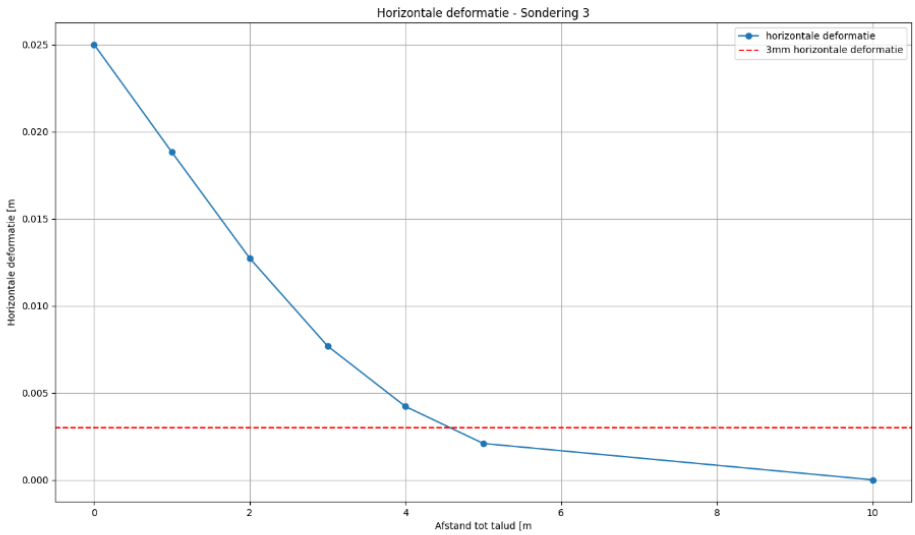
Voor de veen en kleilagen zijn de standaard elastiticiteitsmoduli in D-Settlement aangehouden. Deze zijn als volgt:

- De slappe veenlaag heeft een elasticiteitsmodulus van 631 kN/m^2
- De slappe organische kleilaag heeft een elasticiteitsmodulus van 1.000 kN/m^2

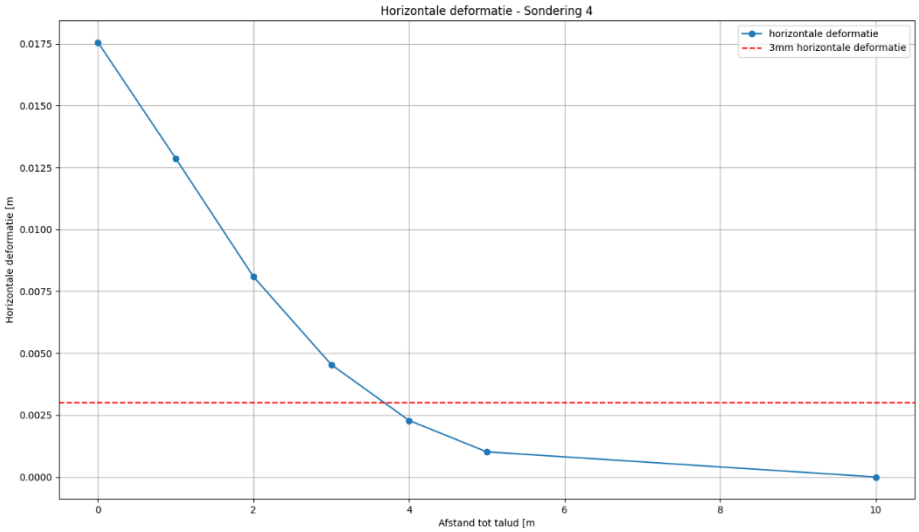
5.1 Resultaten

In onderstaande figuren is voor iedere sondering de horizontale grondvervorming gepresenteerd. Er is geen eis gedefinieerd voor hoeveel horizontale grondvervorming op mag treden, een vervorming van 3 mm is daarom visueel aangegeven aangezien te verwachten is dat dit een realistische schatting voor de eis is. De maximaal toelaatbare horizontale vervorming ter plaatse van de bebouwing is afhankelijk van de funderingswijze en de staat van de bebouwing. Voor elke bebouwing dient afzonderlijk bepaald te worden welke horizontale vervorming toelaatbaar is. Met de maximale vervormingseis van 3 mm vormt een goede indicatie voor de benodigde afstand tussen de teen van de ophoging en de bebouwing.

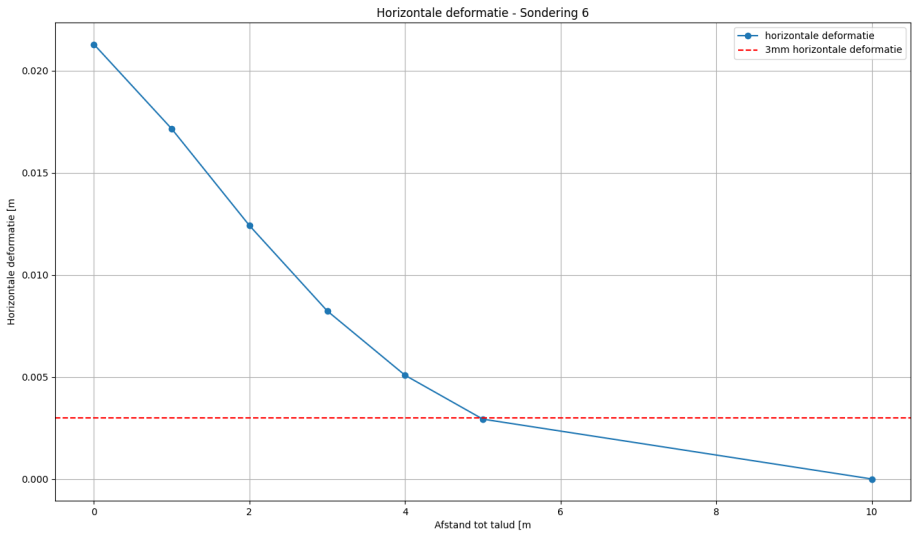
Hierbij dient opgemerkt te worden dat de voorbelasting middels het toepassen van tijdelijke overhoogte geen invloed heeft op de optredende horizontale deformatie. Alleen de totale zetting is hiervoor van belang, niet de snelheid van de zetting. Het is wel belangrijk dat de tijdelijke overhoogte op tijd weggehaald wordt nadat het gewenst effect bereikt is, als er namelijk meer zettingen optreden dan de bedoeling is zal dit ook leiden tot meer horizontale deformatie.



Figuur 5.1 Horizontale deformatie sondering 3.



Figuur 5.2 Horizontale deformatie sondering 4.



Figuur 5.3 Horizontale deformatie sondering 6.

Uit bovenstaande figuren blijkt dat op een afstand van 3,8 tot 5,0 m van de ophoging de horizontale grondvervorming is afgenomen tot 3 mm. Ter verificatie is dit met de hand nagerekend volgens de methode van Bourges en Mieussens, hieruit komen vergelijkbare getallen.
Voor sondering 6 komt er bijvoorbeeld op een afstand tot het talud van 0 m een horizontale vervorming van 0,0206 m.

6 Conclusie

De Gemeente Zaanstad is voornemens het gebied ter plaatse van Oostzijde 278 en 300 te Zaandam te herontwikkelen. Als onderdeel van de herontwikkeling zal een leeflaag aangebracht worden op het huidige maaiveld. Het doel van deze notitie is om te bepalen hoeveel zetting optreedt en hoeveel voorbelasting benodigd is. Tevens is het doel om de grootte van de horizontale grondvervorming in kaart te brengen. Dit verband met de nabij gelegen bebouwing.

Uit het grondonderzoek blijkt dat het huidige maaiveld (binnen de projectlocatie) varieert van NAP -0,81 m tot NAP -0,29 m. Gezien de variatie in het huidige maaiveldpeil zijn voor sonderingen 3, 4 en 6 de berekeningen uitgevoerd. De leeflaag wordt aangebracht tot een hoogte van NAP +0,24 m, wat tevens het planpeil is voor de toekomstige inrichting.

In tabel 6.1 zijn de resultaten van de hierboven gepresenteerde berekeningen samengevat.

Tabel 6.1 Samenvatting resultaten.

Sondering	Zetting na aanbrengen netto ophoging [m]	Benodigde overhoogte [m]	Restzetting na 180 dagen met overhoogte [m]	Aanlegpeil overhoogte [m NAP]
3	0,81	0,50	0,11	1,55
4	0,32	0,10	0,11	0,66
6	0,39	0,30	0,11	0,93

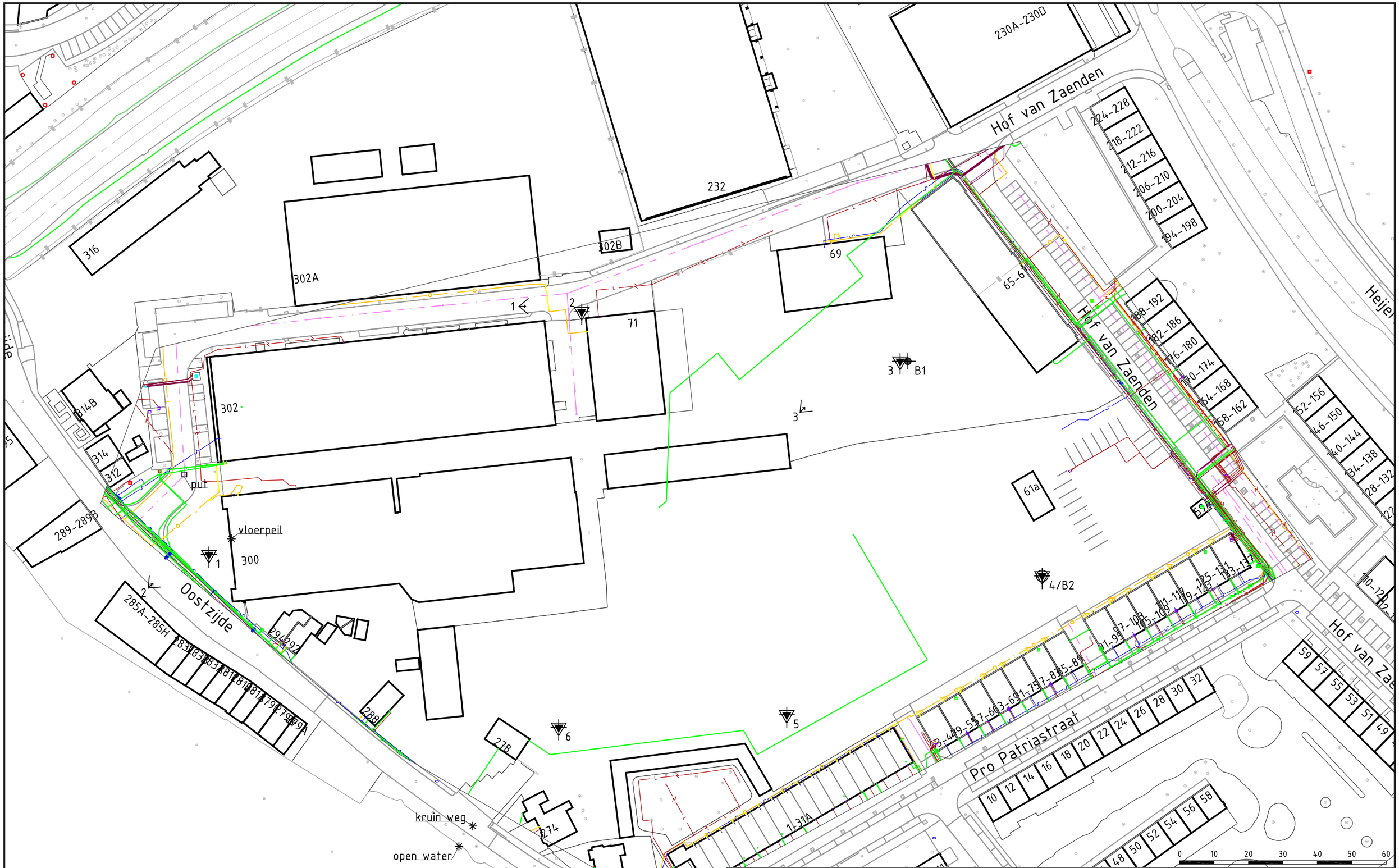
TAUW adviseert om de zettingen gedurende de voorbelastperiode te monitoren middels zakbaken. Hiervoor dient een monitoringsplan opgesteld te worden, TAUW kan hierbij helpen.

Uit de berekeningen volgt verder dat op een afstand van 3,8 tot 5,0 m van de teen van de ophoging de horizontale grondvervorming is afgenomen tot 3 mm. De maximaal toelaatbare horizontale vervorming ter plaatse van de bebouwing is afhankelijk van de funderingswijze en de staat van de bebouwing. Voor elke bebouwing dient afzonderlijk bepaald te worden welke horizontale vervorming toelaatbaar is. Met de maximale vervormingseis van 3 mm vormt een goede indicatie voor de benodigde afstand tussen de teen van de ophoging en de bebouwing.

Er dient opgemerkt te worden dat vanwege de dikte van het slappe lagenpakket de bodemopbouw gevoelig is voor zijdelingse wegpersing of ‘squeezing’. In een later stadium van het project dient gecontroleerd te worden of het pakket slappe lagen na aanbrengen van de leeflaag inclusief zettingscompensatie en voorbelasting niet weggeperst wordt.

Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

Bijlage 1 Grondonderzoek



Legenda KLIC

- V — datatransport
- water
- L — gas lage druk
- H — gas hoge druk
- P — riool/persleiding
- L — laagspanning
- WN — stadsverwarming

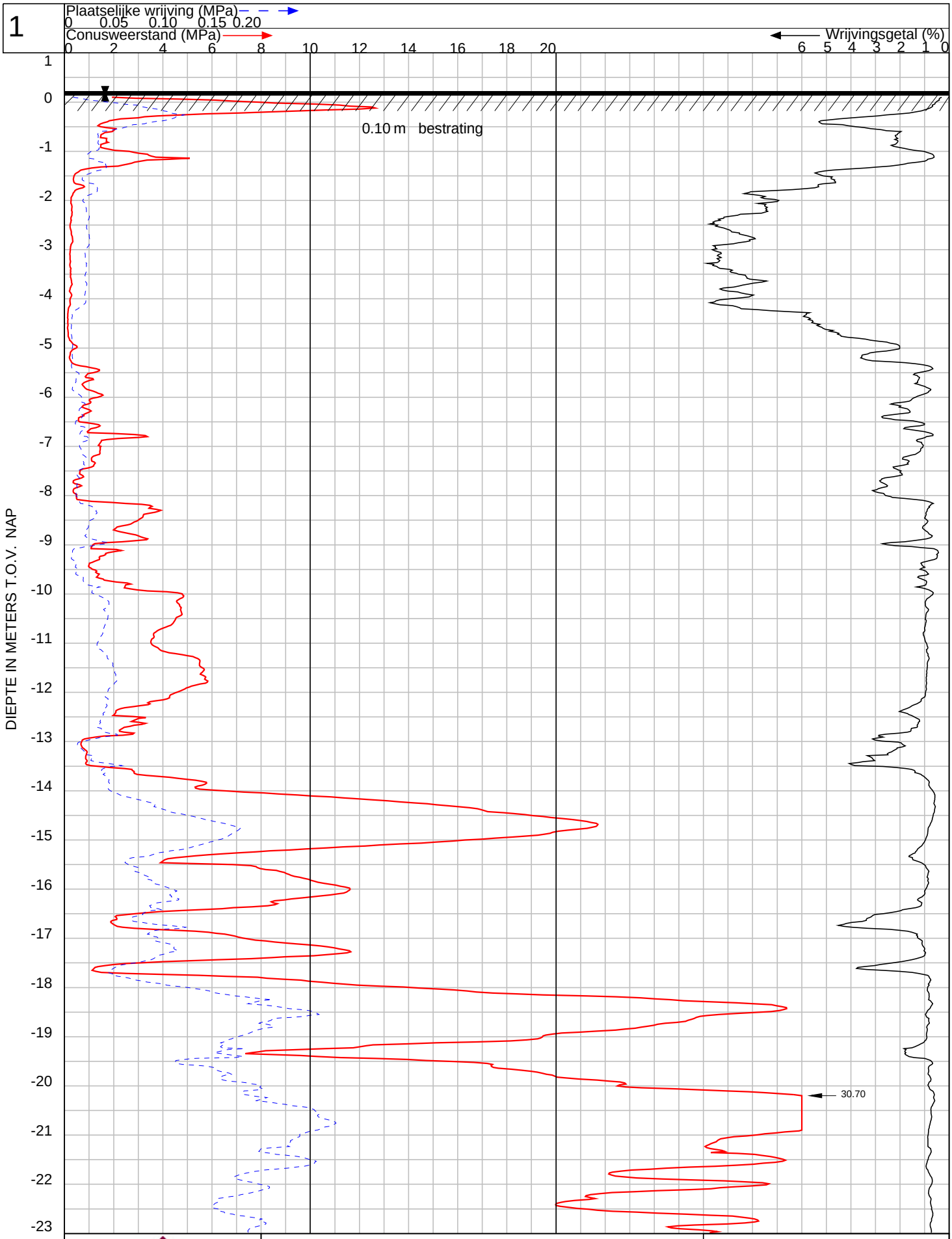
N

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

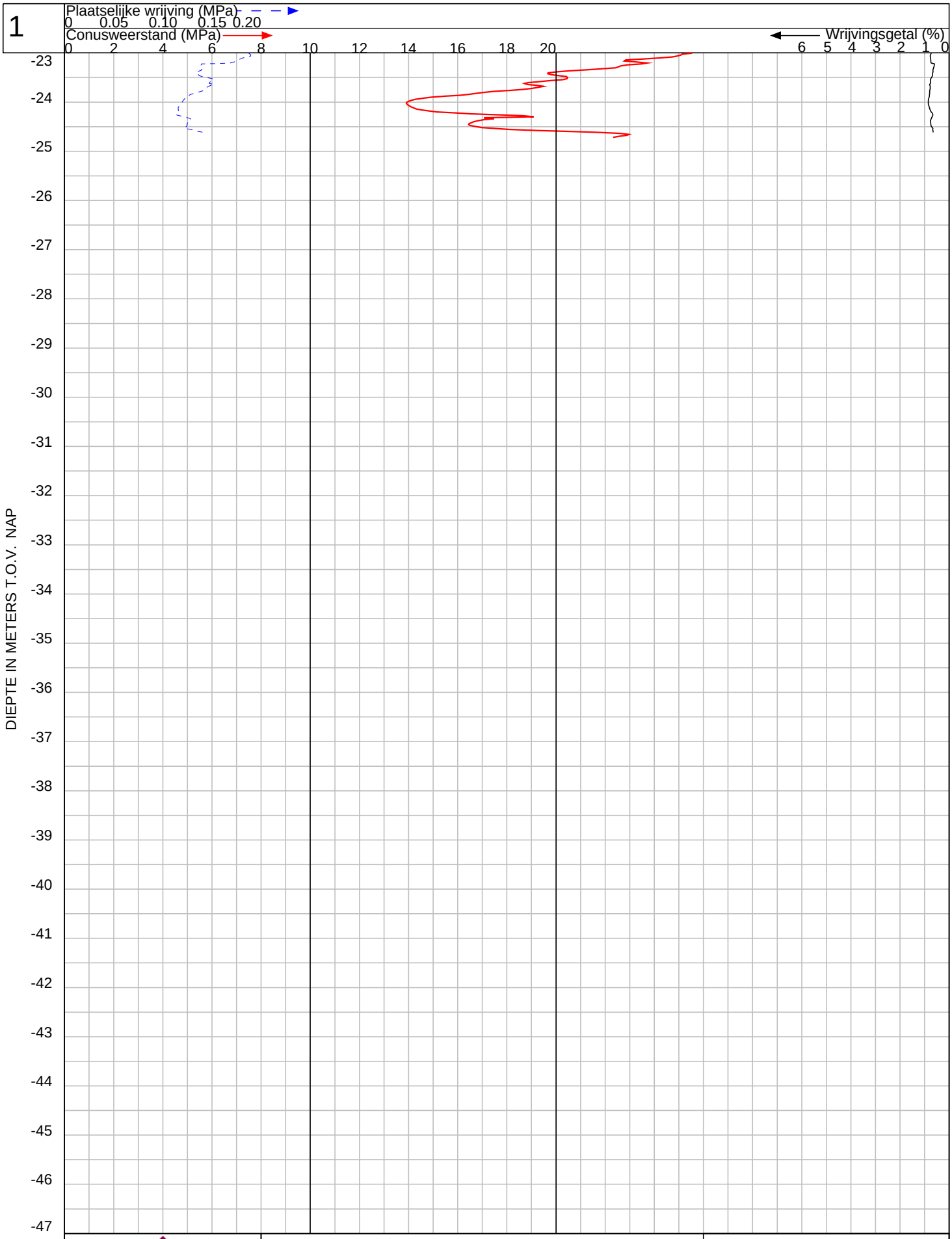
Adviesbureau voor geotechniek en milieu
Strijkviertel 30,
3454 PM DE MEERN
Tel. : 030 - 666 17 46
E-mail: info@vandijktech.nl

Project: herinrichting terrein Touwen en Kan Palen,
Hof van Zaenden te Zaandam

Opdrachtnr.: 119636	Gewijzigd: 02-06-2022 AD
Schaal: 1:1000 (A3)	Gewijzigd:
Datum: 21-02-2022	Gewijzigd:
Getek.: R.Kool	Controle:



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : 0.22 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 1



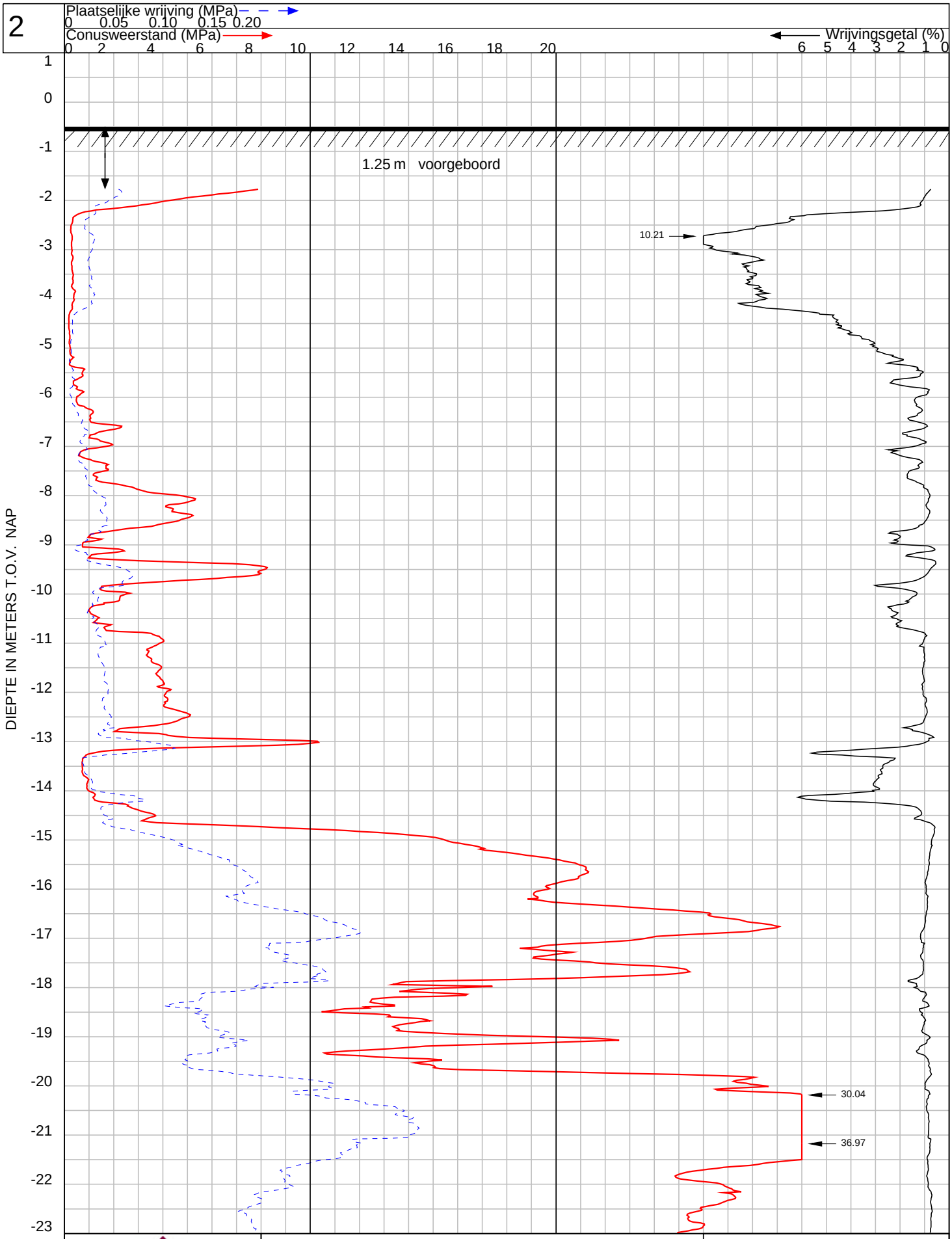
VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Zaandam**

OPDRACHT NR: 119636

Maaiveld : 0.22 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601
Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen

SONDERING : 1



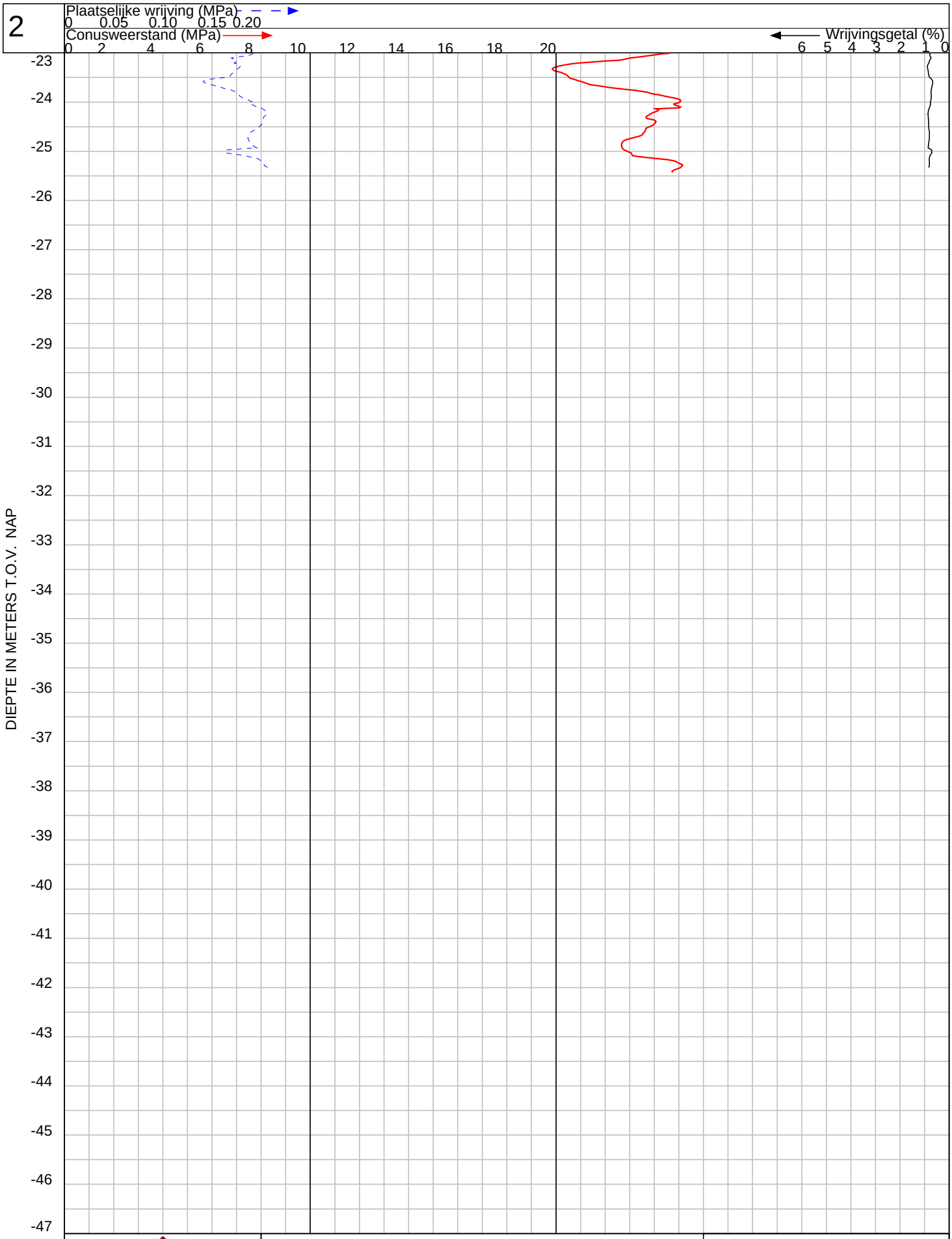
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Zaandam**

OPDRACHT NR: 119636

Maaiveld : -0.51 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601
Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen

SONDERING : 2



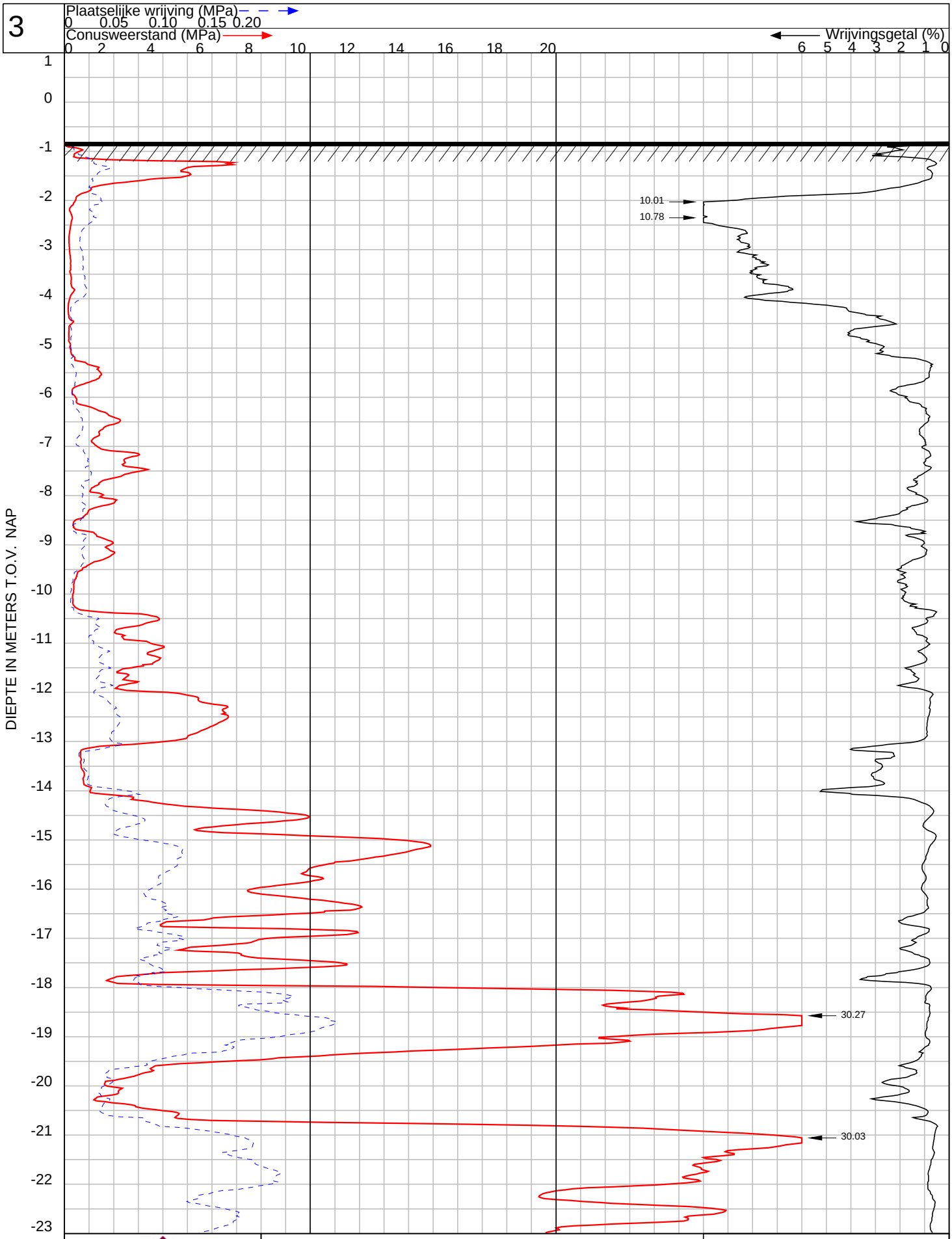
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Zaandam**

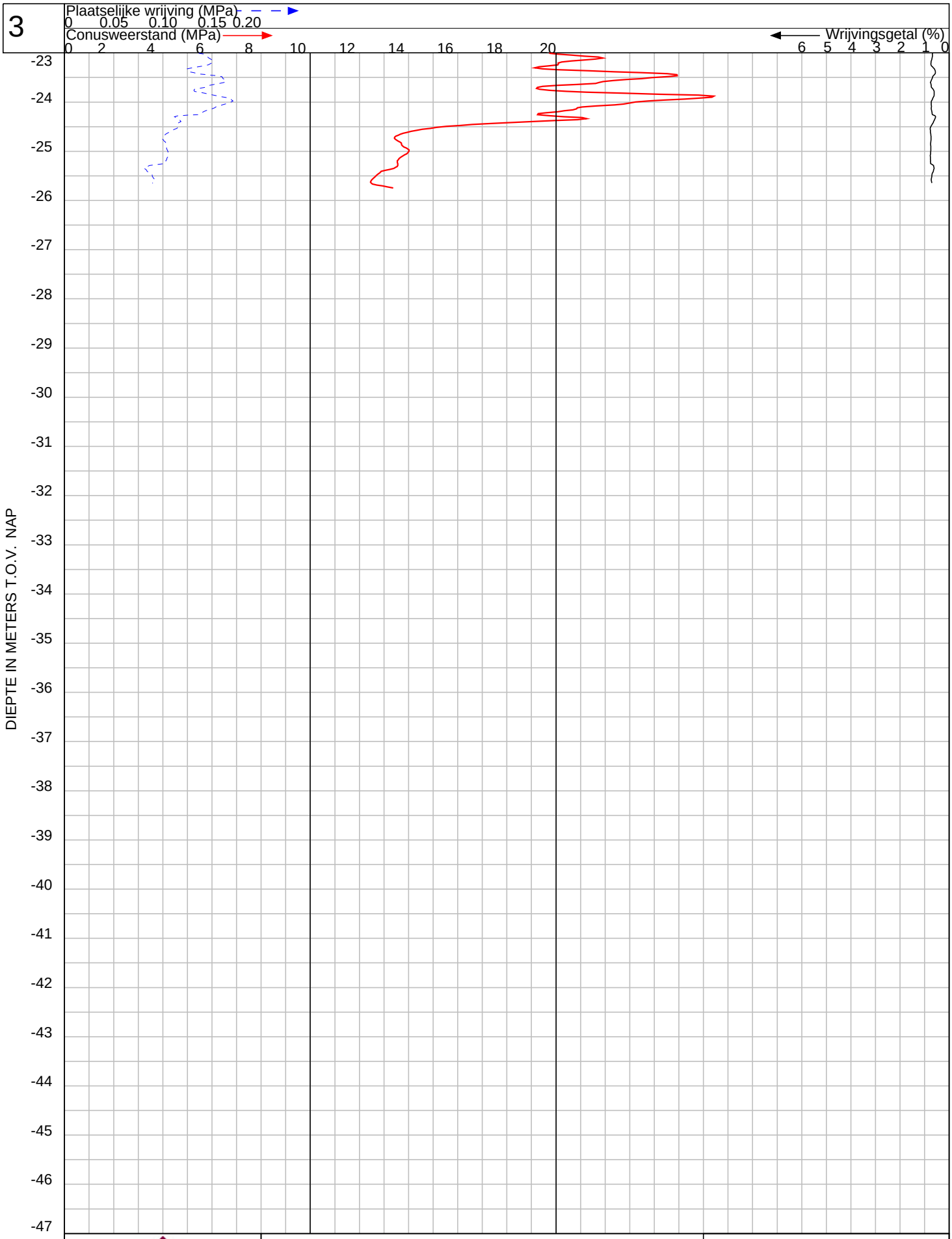
OPDRACHT NR: 119636

Maaiveld : -0.51 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601
Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen

SONDERING : 2



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.81 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 3



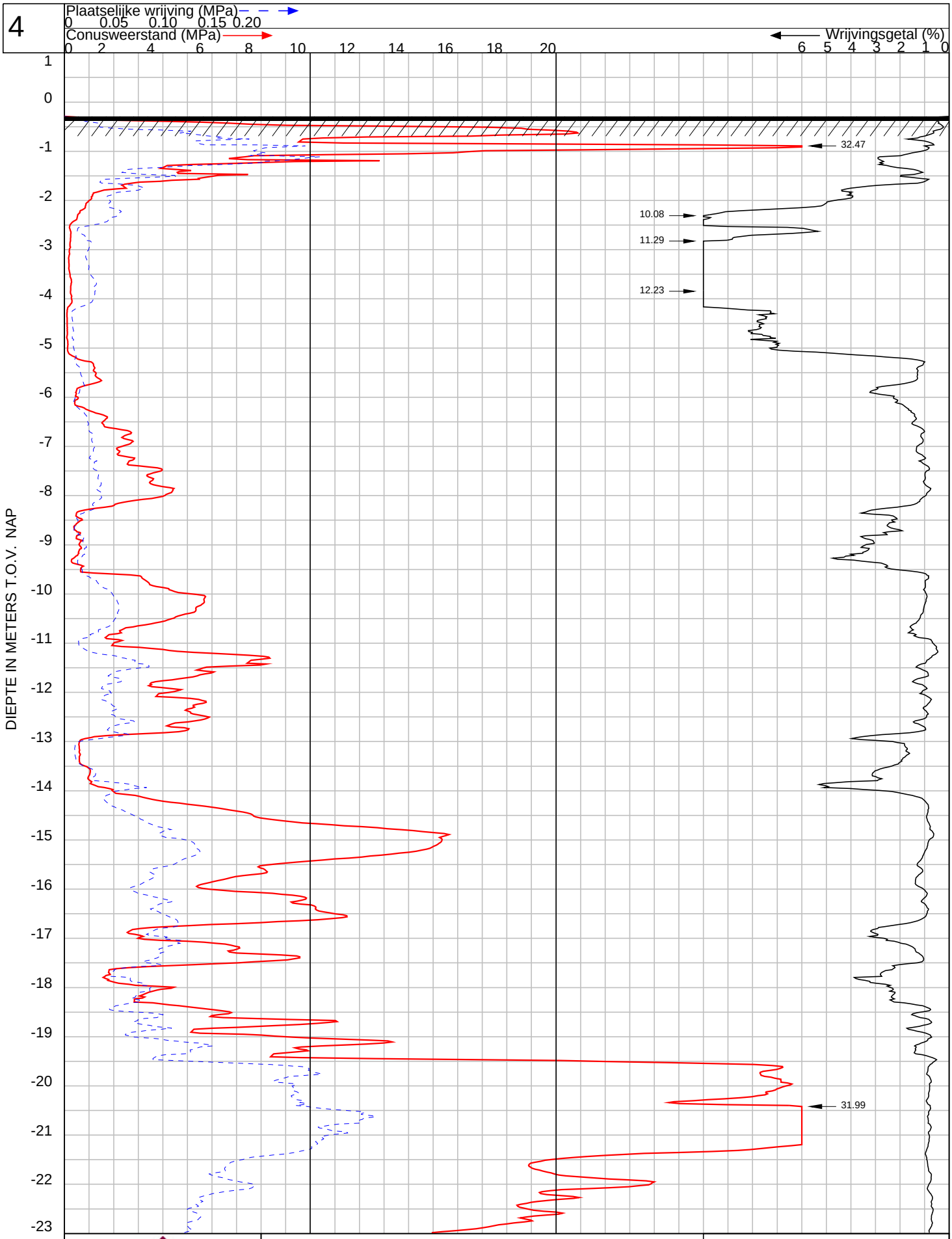
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Zaandam**

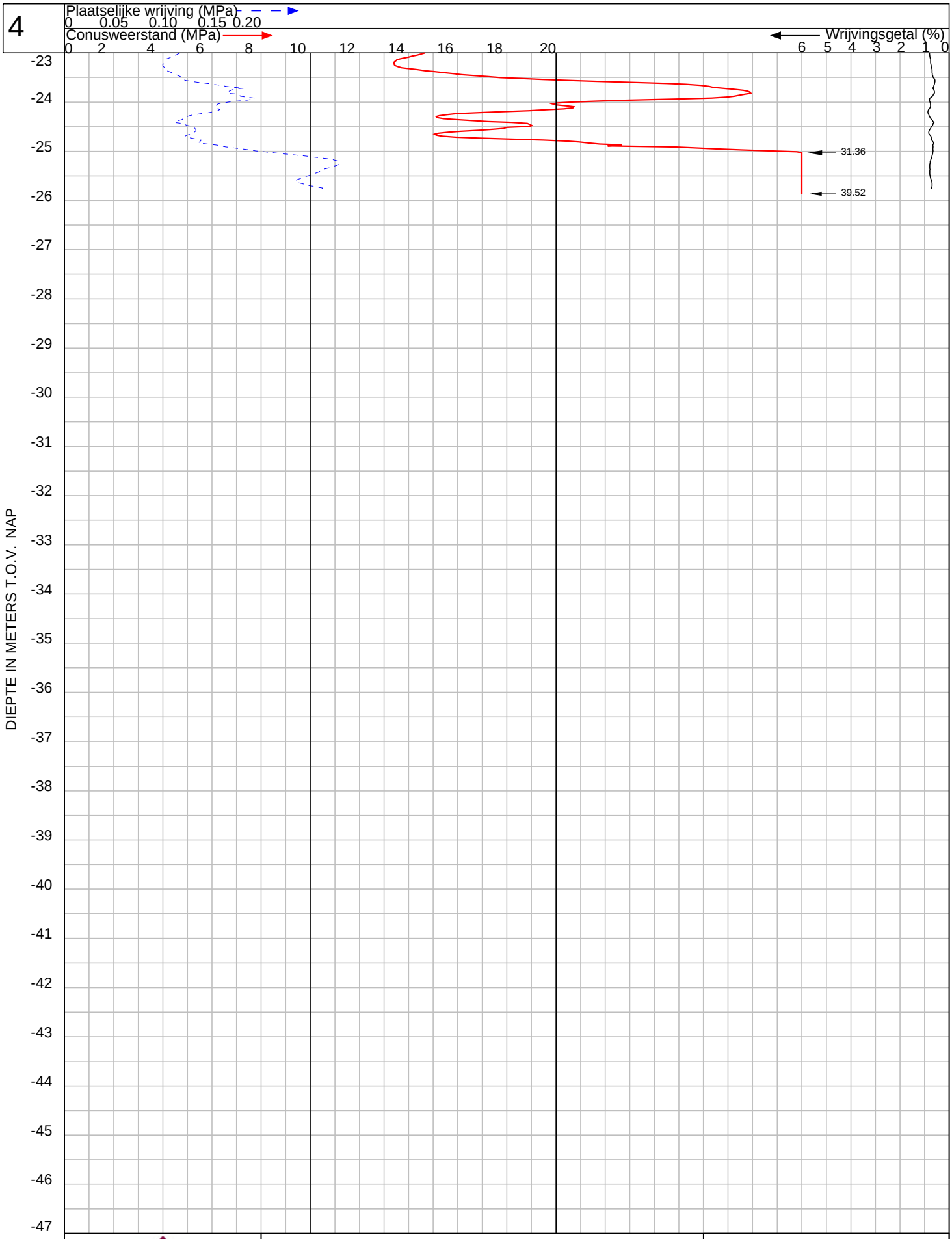
OPDRACHT NR: 119636

Maaiveld : -0.81 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 24-5-2022 conus : I-CFXY-15180601
Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen

SONDERING : 3



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.29 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 4



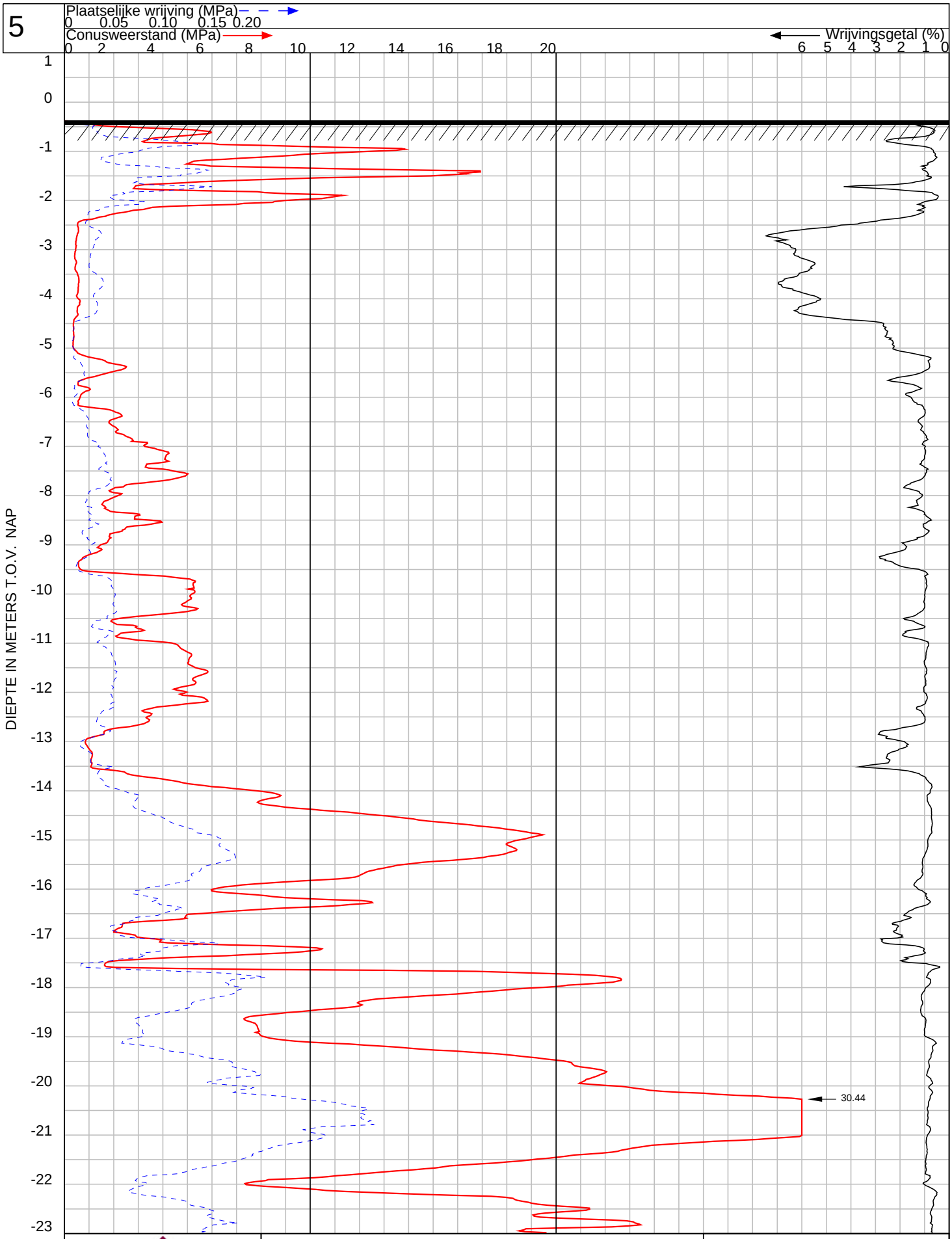
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Zaandam**

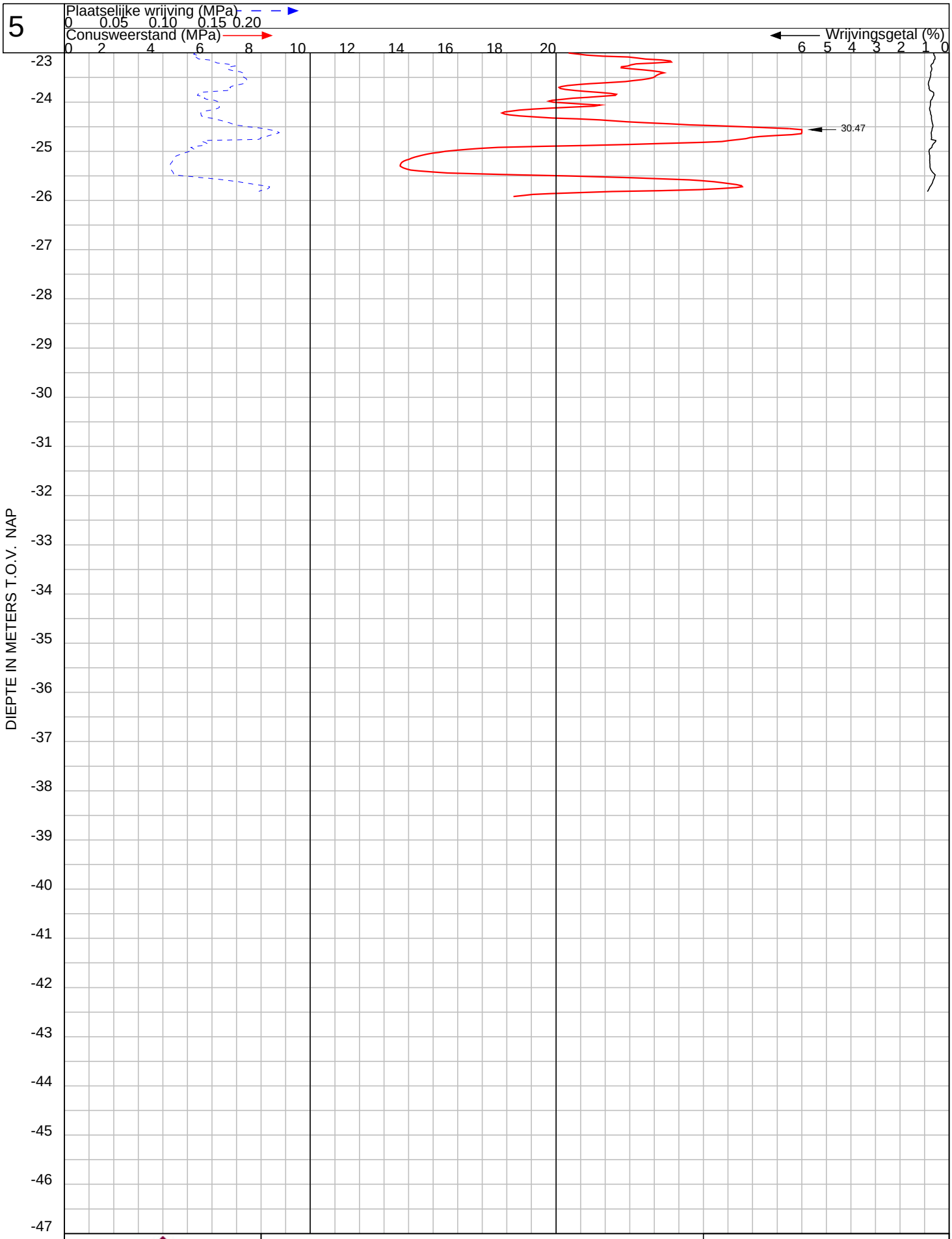
OPDRACHT NR: 119636

Maaiveld : -0.29 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523
Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen

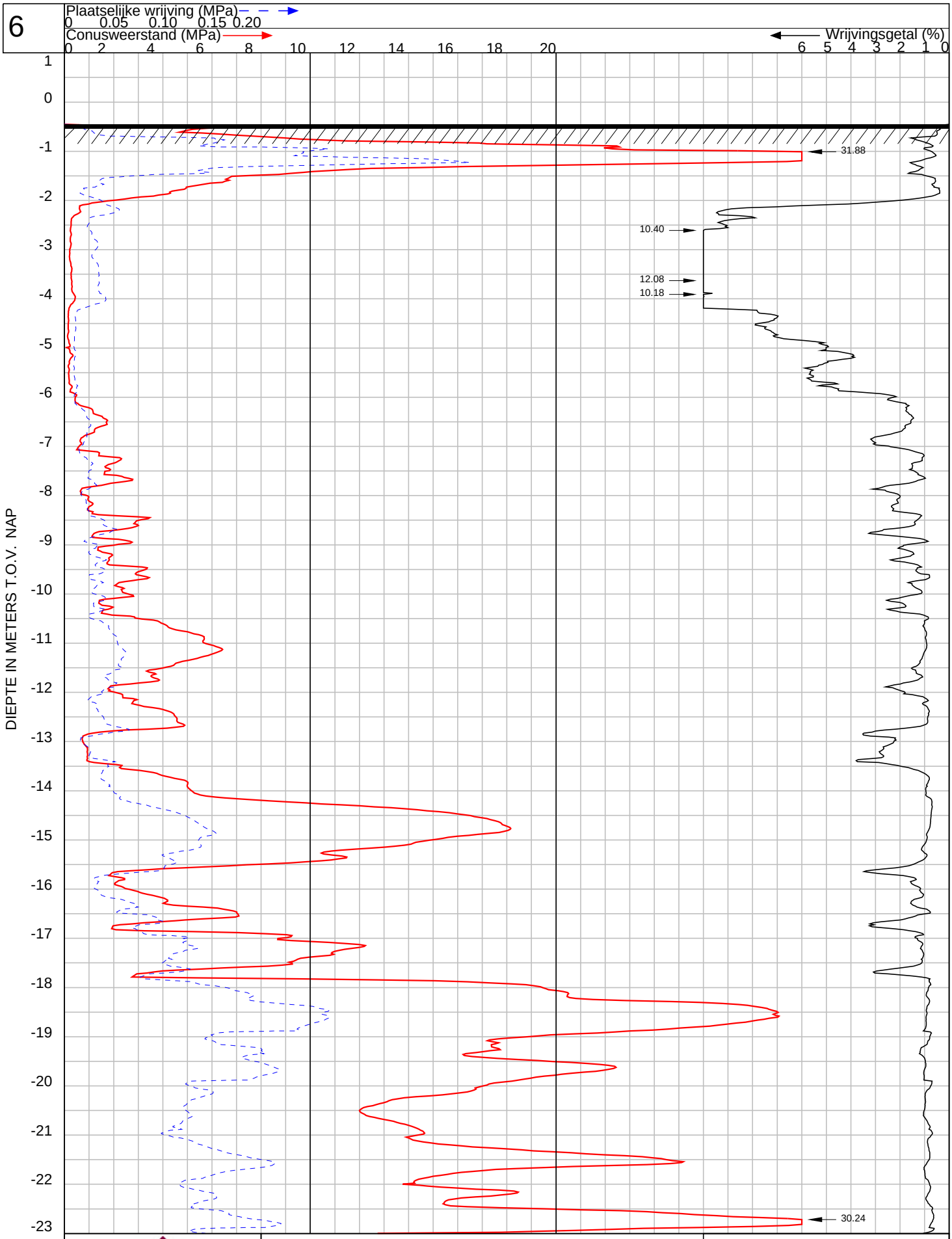
SONDERING : 4



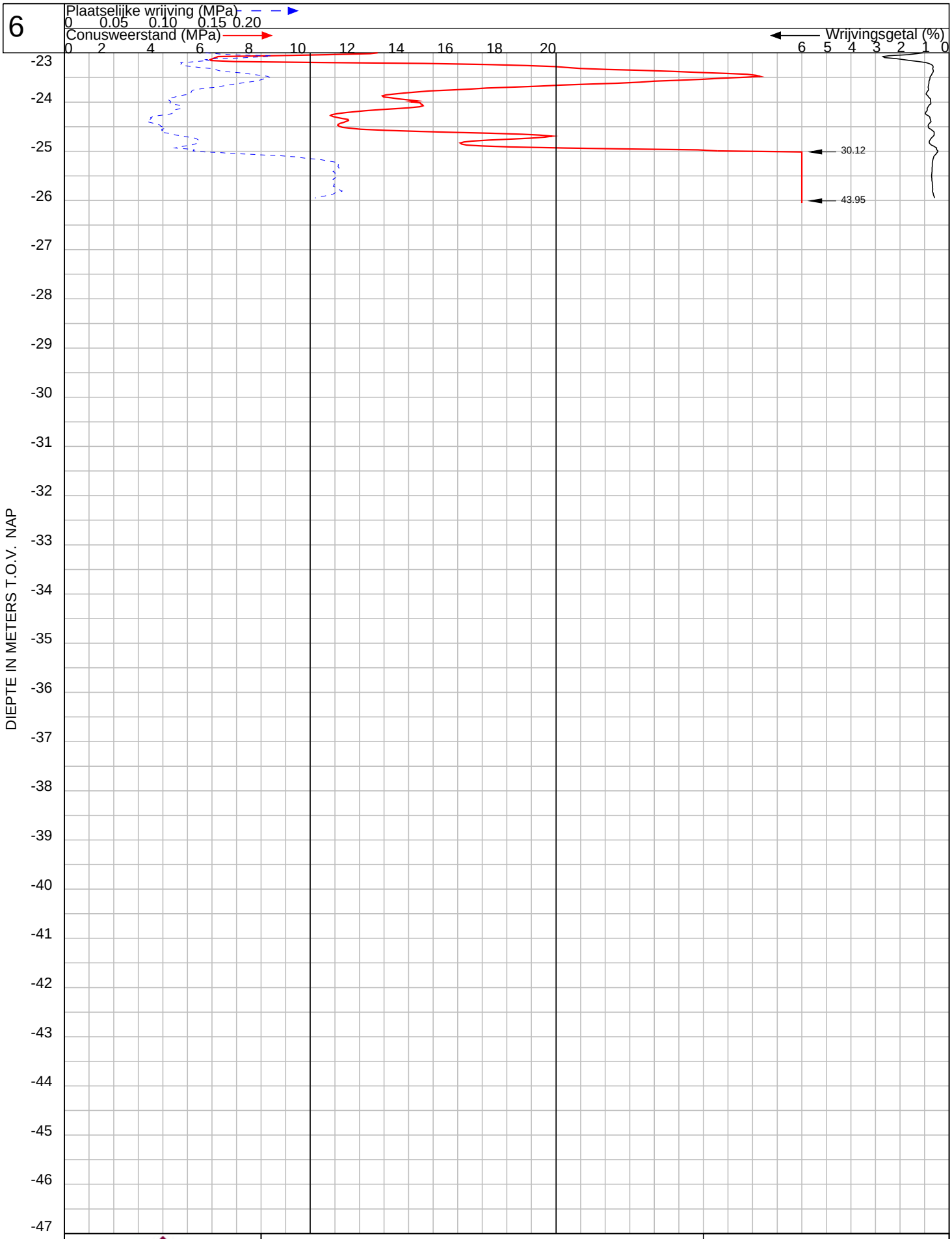
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.38 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 5



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.38 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 5



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.45 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 6



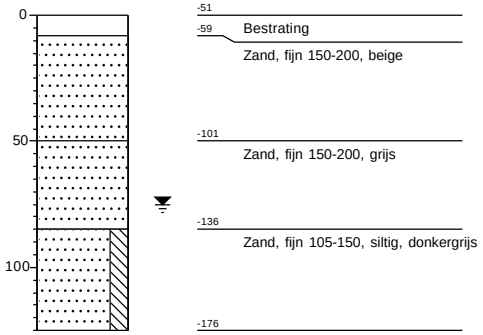
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.	Plaats : **Zaandam**	**OPDRACHT NR: 119636**
	Maaiveld : -0.45 m t.o.v. NAP Uitgevoerd : 16-5-2022 conus : I-CFXY-15200523 Omschrijving : herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen	SONDERING : 6

Boring: *S2 voorboring*

Datum: *24-5-2022*

Maaiveldhoogte: *-0.51 t.o.v. N.A.P.*

GWS: *-1.26 t.o.v. N.A.P.*



Grondwaterstand in het boor- / sondeergat is eenmalig bepaald en dient als indicatief te worden beschouwd.

Project: herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen, Hof van Zaenden ***Opdracht nr.: 119636***
Lokatienaam: ZAANDAM

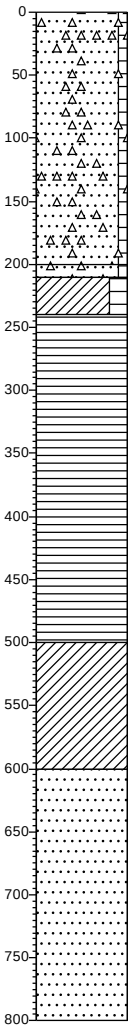
Boorbeschrijvingsklasse: NEN-EN-ISO 14688 klasse B3

Boring: B1

Datum: *18-5-2022*

Maaiveldhoogte: *-0.68 t.o.v. N.A.P.*

GWS: *-0.98 t.o.v. N.A.P.*



-68 Zand, middelgrof 200-300, zwak organisch, Subhoekig, Bolvormig, weinig puin, donkergrijs

-268 -278 Zand, middelgrof 200-300, zwak organisch, Subhoekig, Bolvormig, veel puin, donkerbruin

-308 Klei, stevig, sterk organisch, Matig, donkerbruin

Veen, slap, donkerbruin

-568 Klei, slap, Sterk, weinig planten, grijs

-668 Zand, fijn 150-200, Subrond, Bolvormig, weinig schelpen, grijs

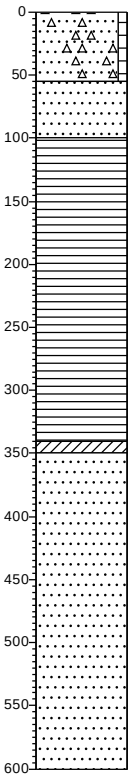
-868

Boring: B2

Datum: *18-5-2022*

Maaiveldhoogte: *-0.29 t.o.v. N.A.P.*

GWS: *-1.33 t.o.v. N.A.P.*



-29 Zand, middelgrof 200-300, zwak organisch, Subhoekig, Bolvormig, weinig puin, donkergrijs

-84 Zand, middelgrof 200-300, weinig schelpen, grijs

-129 Veen, slap, donkerbruin

-369 -379 Klei, slap, Sterk, grijs

Zand, fijn 150-200, Subrond, Bolvormig, grijs

-629

Grondwaterstand in het boor- / sondeergat is eenmalig bepaald en dient als indicatief te worden beschouwd.

Project: herinrichtin terrein Touwen en Kan Palen, Hof van Zaenden ***Opdracht nr.: 119636***

Lokatienaam: ZAANDAM

Boorbeschrijvingsklasse: NEN-EN-ISO 14688 klasse B2

Analyselijst

boring nr.	monster nr.	Diepte t.o.v. NAP van [m]	Diepte t.o.v. NAP tot [m]	Grondsoort/ Grondsamenstelling	Volumieke massa nat [kN/m3]	Volumieke massa droog [kN/m3]	Watergehalte massa [%]	Watergehalte volume [%]	Poriën-volume [%]	Verzadigings-graad [%]
B1	1	-2,94	-3,04	veen, slap, fijn vezelig, donkerbruin	10,05	1,31	666,67	87,39	95,05	91,94
	2	-3,74	-3,84	veen, slap, fijn vezelig, donkerbruin	10,46	1,27	726,09	91,97	95,22	96,58
	3	-4,19	-4,29	klei, slap, met zand lensjes, grijs	14,88	8,22	81,08	66,63	68,99	96,59
	4	-4,84	-4,94	klei, slap, met zand lensjes, grijs	17,04	11,61	46,69	54,23	56,17	96,53
	5	-5,54	-5,64	zand, fijn (105-150 mm), met klei lensjes, grijs	19,84	15,90	24,80	39,42	40,02	98,50
	6	-6,04	-6,14	zand, fijn (105-150 mm), met klei lensjes, grijs	19,14	14,81	29,22	43,28	44,11	98,11
B2	1	-3,44	-3,54	veen, slap, fijn vezelig, donkerbruin	10,48	1,48	610,00	90,04	94,43	95,36
	2	-4,04	-4,14	veen, slap, fijn vezelig, donkerbruin	10,93	1,64	565,10	92,87	93,80	99,01
	3	-5,24	-5,34	veen, slap, fijn vezelig, donkerbruin	10,18	1,35	656,20	88,34	94,92	93,06
	4	-6,14	-6,24	klei, slap, met weinig plantenresten en zand lensjes, grijs	16,43	10,71	53,42	57,22	59,58	96,04
	5	-7,34	-7,44	zand, fijn (150-210 mm), met weinig schelpen en klei lensjes, grijs	19,24	14,98	28,42	42,59	43,45	98,02
	6	-8,14	-8,24	zand, fijn (150-210 mm), met weinig schelpen en klei lensjes, grijs	19,24	15,00	28,31	42,46	43,40	97,83

Opdr. nr.: 119636
Project: herinrichting terrein Touwen en Kan Palen Hof van Zaenden
Plaats: Zaandam
Datum: 02 juni 2022

INMETING

OPDRACHTNR.: 119636		PLAATS:Zaandam	
meetpunt nr	hoogte maaiveld in m t.o.v. NAP	RD X-coördinaten in m	RD Y-coördinaten in m
1	0.22	116083.41	496490.14
2	-0.51	116191.70	496560.65
3	-0.81	116284.22	496546.27
4/B2	-0.29	116325.47	496483.94
5	-0.38	116251.28	496443.65
6	-0.45	116185.03	496440.00
B1	-0.68	116286.47	496546.27
kruin weg	0.32		
open water	-0.46		
put	-0.17		
vloerpeil	0.42		

De gemeten hoogten en coördinaten zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan deze rapportage

Meetmethode:	Coördinaten en hoogten gemeten met 06-GPS
Gemeten door:	van DIJK geo- en milieutechniek b.v.
Datum meting:	9 mei 2022
Datum verwerking:	2 juni 2022

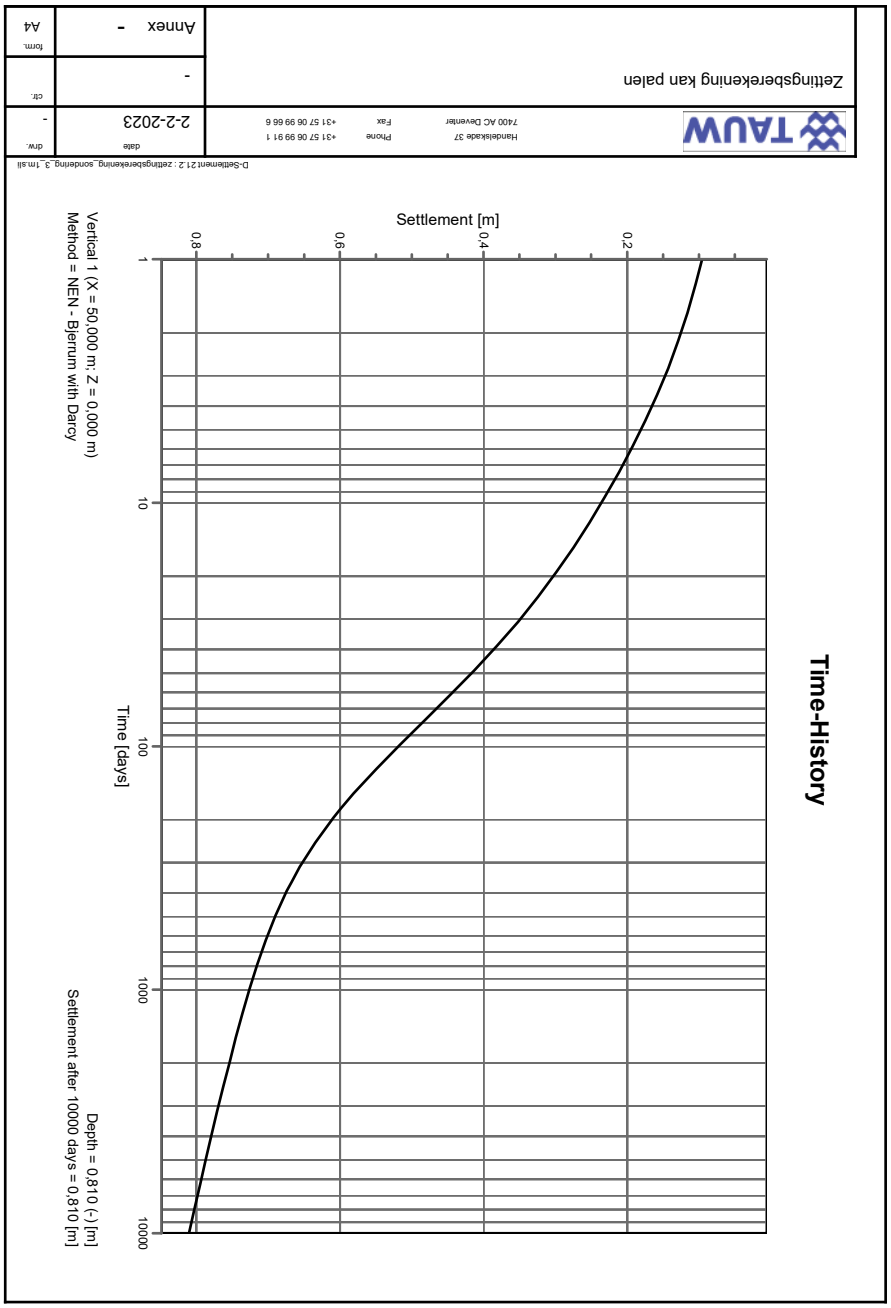
Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

Bijlage 2 Tijd-Zettingsdiagrammen

In deze bijlage zijn voor alle drie de sonderingen de tijd-zettingsdiagrammen voor de zettingsberekeningen met en zonder voorbelasting gepresenteerd.

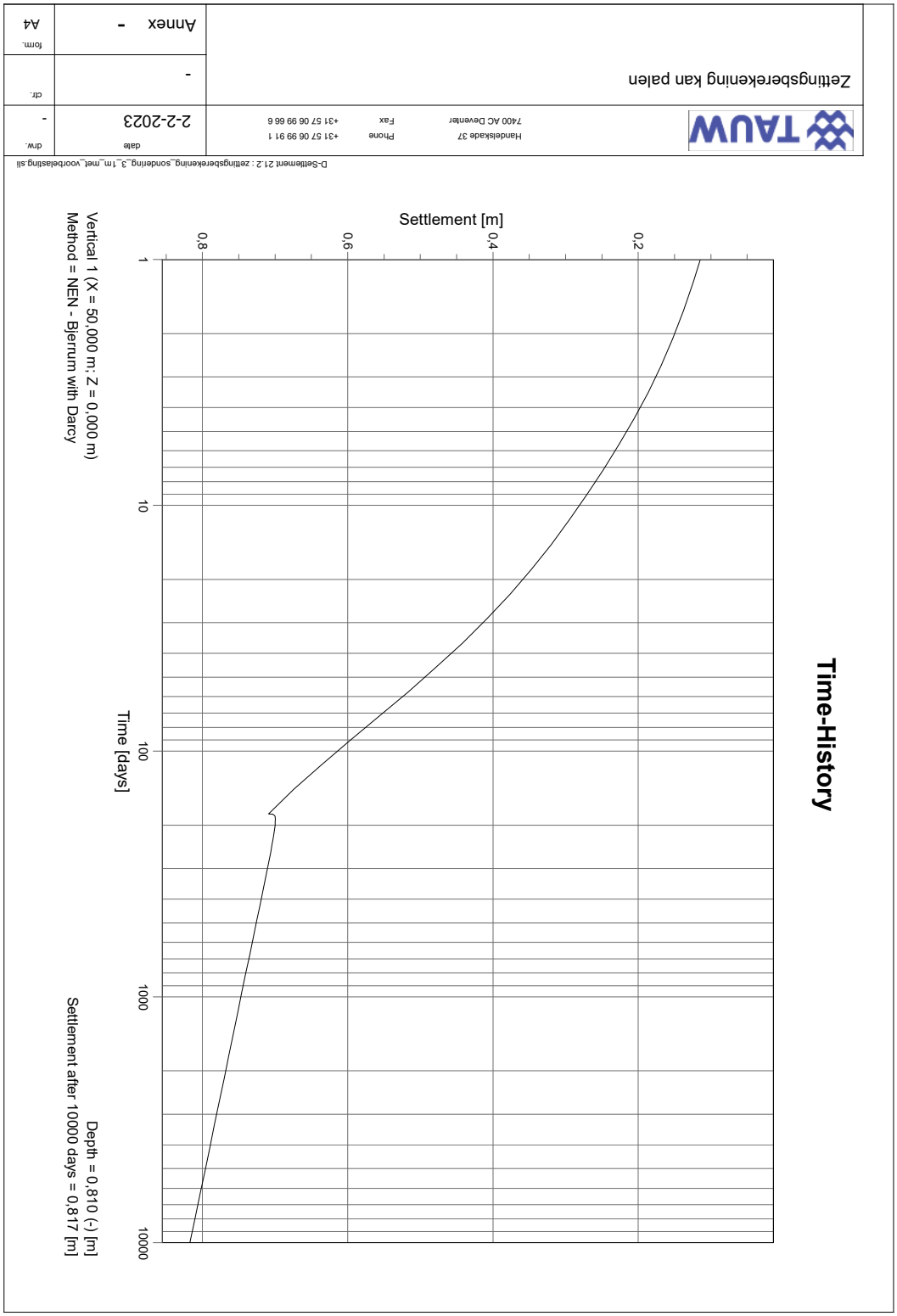
Sondering 3

Zonder voorbelasting



Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

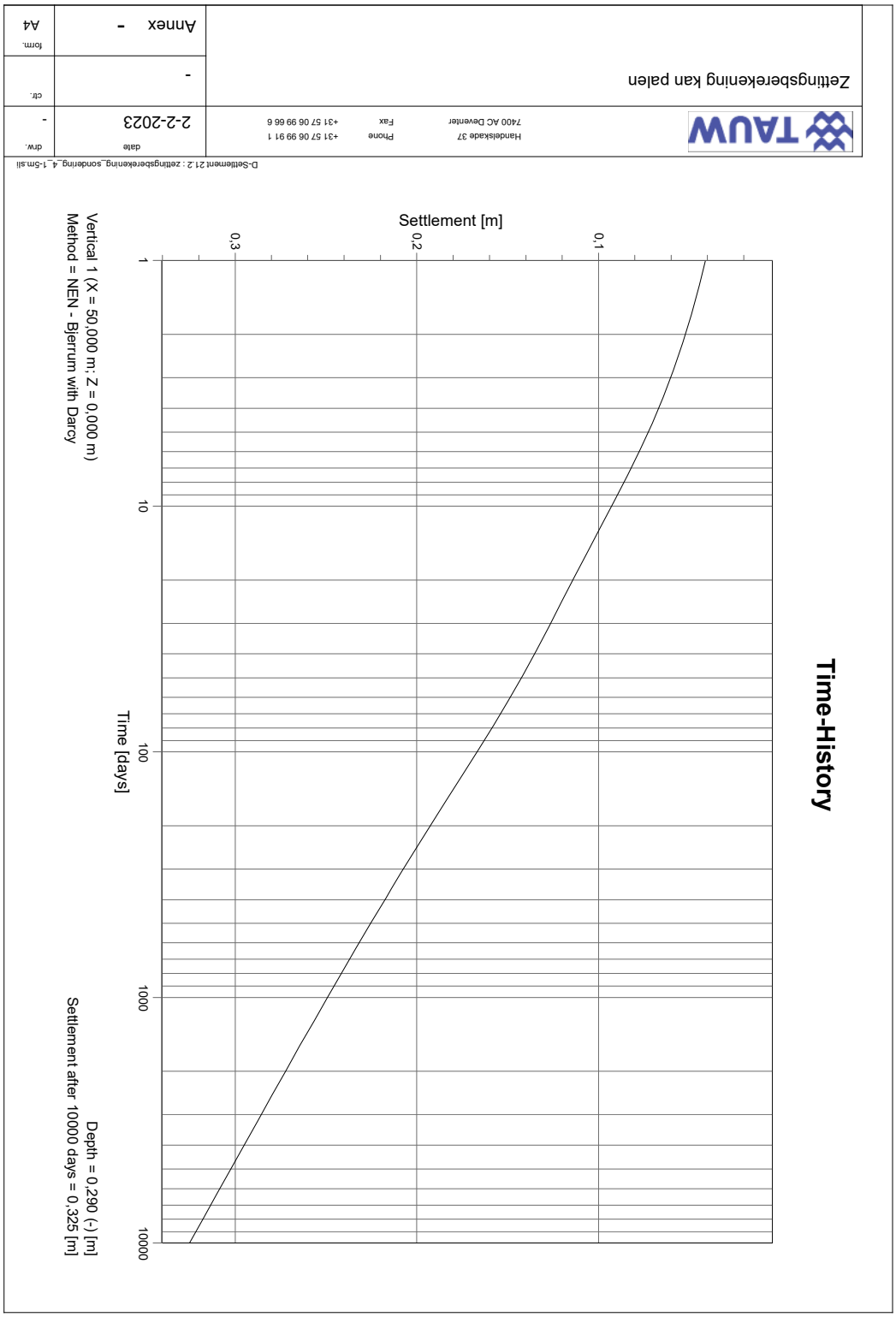
Met voorbelasting



Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

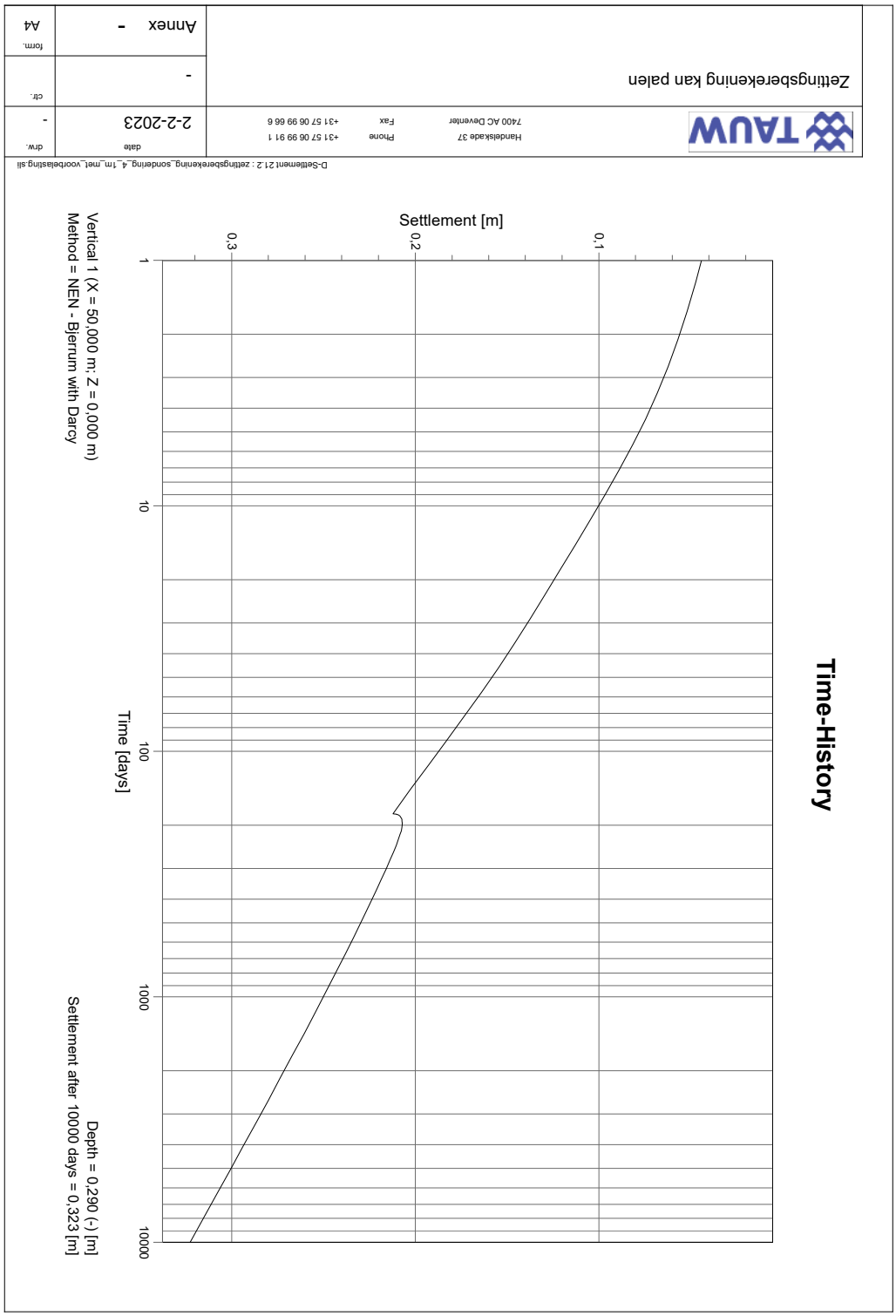
Sondering 4

Zonder voorbelasting



Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

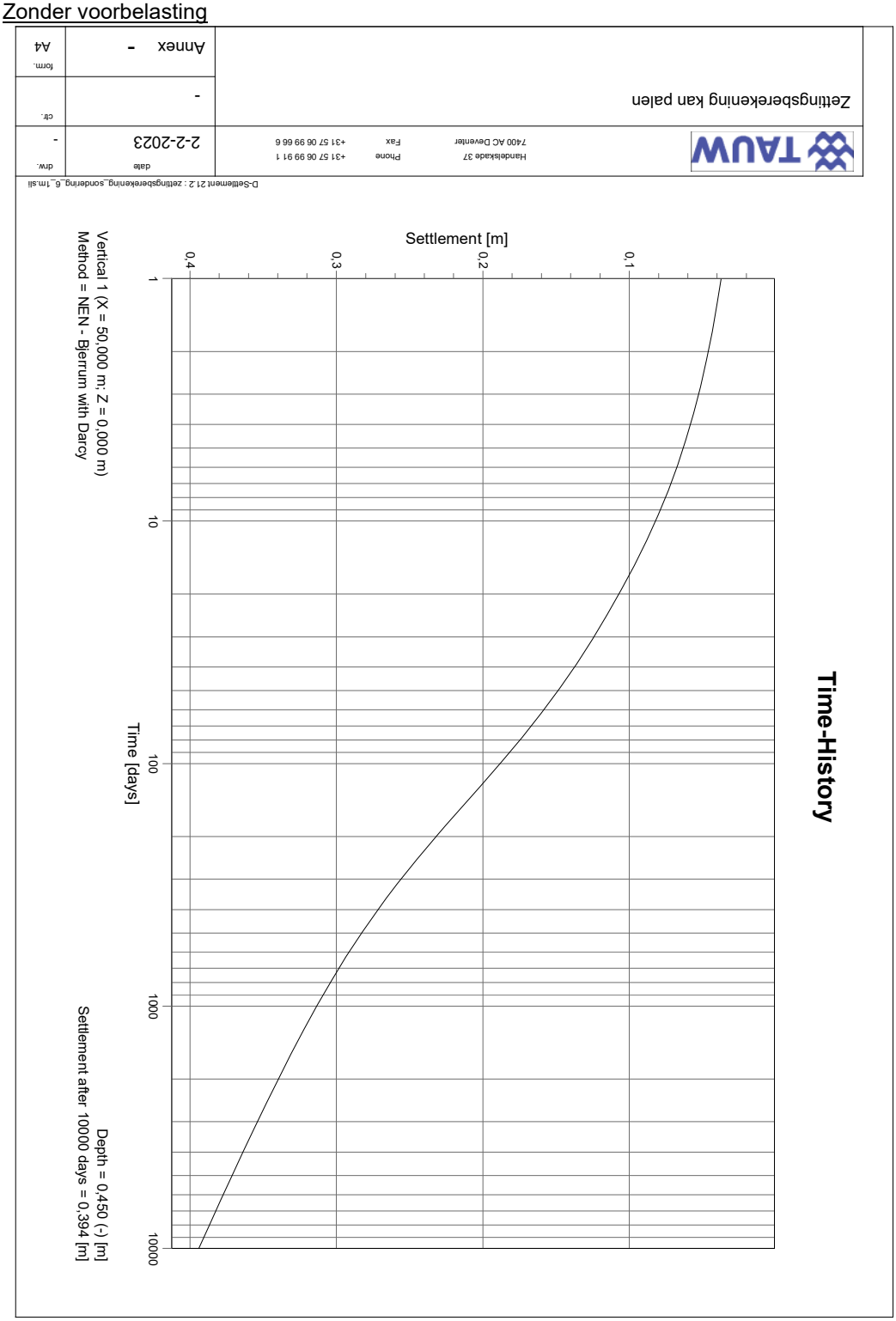
Met voorbelasting

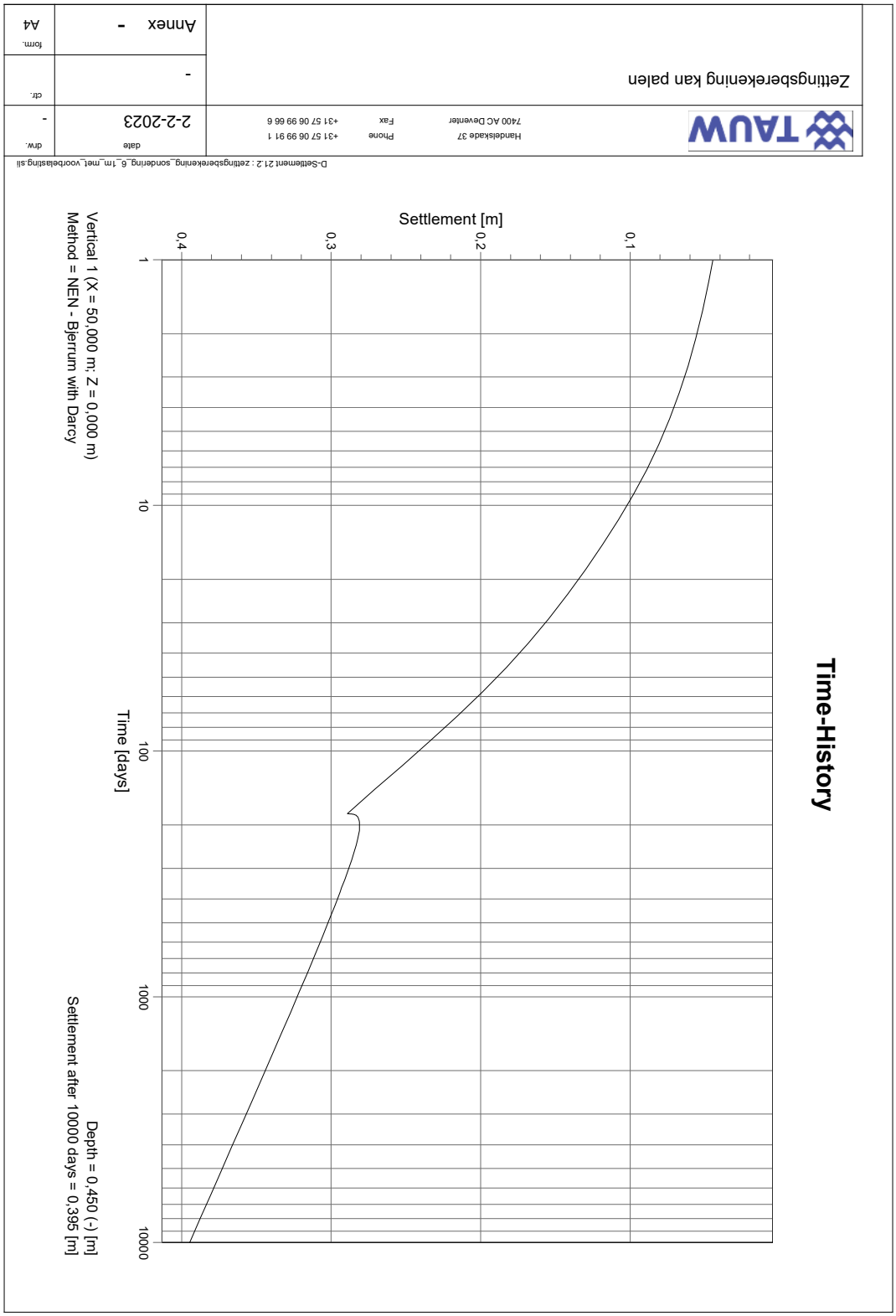


Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

Sondering 6

Zonder voorbelasting



Kenmerk N004-1276274RBS-V02-lir-NL

Met voorbelasting