

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

Geohydrologische beschouwing betreffende:

Nieuwbouw Robijnhof te Leiden

ons kenmerk S17.571-H1/TE
datum 8 april 2019

Opdrachtgever

M.J. de Nijs Projectontwikkeling B.V.
T.a.v. de heer J. van der Bijl
Postbus 1
1749 ZG Warmenhuizen

Naam	Functie	Paraaf
ing. M.M. (Thijs) Eijking	Adviseur hydrologie (Auteur)	TE
J.C. (Julian) van Stralen MSc	Adviseur hydrologie (Controle)	JVS

Telefoon
E-mail
E-mail

072-2100259
t.eijking@tjadenadvies.nl
j.vanstralen@tjadenadvies.nl

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

INHOUDSOPGAVE

bladzijde

1	INLEIDING	3
1.1	Doel van het onderzoek	3
1.2	Relevante documenten	3
1.3	Beknopte omschrijving van het bouwplan	3
2	BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE	4
2.1	Bodemopbouw	4
2.2	Oppervlaktewater	5
2.3	Stijghoogte van het grondwater	5
2.4	Ligging drainage	7
3	INVLOED VAN DE KELDER OP DE GRONDWATERSTAND	8
3.1	Potentieel risico barrièrewerking	8
3.2	Berekeningen	8
4	CONCLUSIE	10

BIJLAGEN

1	Resultaten geotechnisch grondonderzoek (inclusief situatietekening)
---	---

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

1 INLEIDING

1.1 Doel van het onderzoek

Ten behoeve van de bouw van een kelder onder de nieuwbouw van Robijnhof te Leiden heeft ons bureau opdracht gekregen voor een geohydrologische beschouwing (barrièrewerking).

Het doel van de geohydrologische beschouwing is om inzicht te verkrijgen in de invloed van de kelder op de grondwaterstand in de omgeving. Kelders die onder de grondwaterstand worden aangelegd, kunnen namelijk de grondwaterstroming hinderen en daarmee de grondwaterstand beïnvloeden. Dit kan potentieel leiden tot grondwateroverlast/-onderlast in de omgeving. De resultaten van het onderzoek worden in het voorliggende rapport gepresenteerd.

1.2 Relevante documenten

Door de opdrachtgever zijn de volgende relevante documenten ter beschikking gesteld:

1. Tekening met contour nieuwbouw:, LEVS Architecten, tek. nr. 1720-S0002, d.d. 28-09-2017;
2. E-mail met afmetingen en ontgravingsniveaus, M.J. de Nijs Projectontwikkeling B.V., d.d. 08-12-2017.

In het vervolg van deze rapportage wordt met teksthaken naar de bovengenoemde documenten verwezen.

1.3 Beknopte omschrijving van het bouwplan

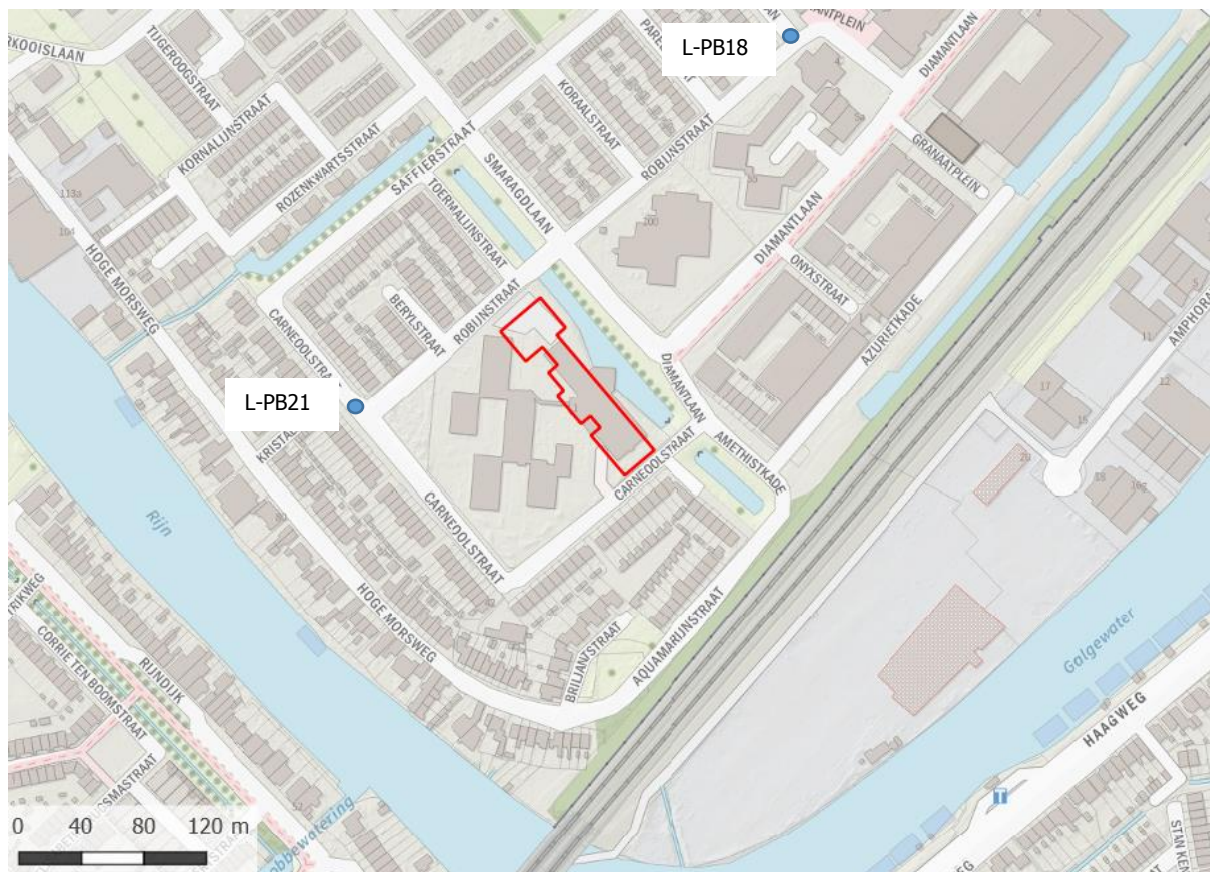
Het project is gelegen aan de Robijnstraat/Carneoolstraat te Leiden. De globale RD - coördinaten bedragen X = 91.720 m en Y = 463.330 m. In Tabel 1 is de ligging van de projectlocatie aangegeven.

Onderdeel van het nieuwbouwproject is de realisatie van een parkeergarage. De afmetingen van de parkeergarage bedragen ca. 122 m x 34 à 12 m. De doorsnede van de parkeergarage heeft de kenmerken zoals gepresenteerd in Tabel 1.

Tabel 1: Kenmerken doorsnede parkeergarage

Onderdeel	Niveau / Afmeting
Huidig maaiveld	NAP +0,5 m
Hoogte toekomstig maaiveld (bovenzijde grondpakket op verdiept liggende garagebak)	NAP +1,60 m
Dikte grondpakket op garagebak	0,40 m
Dikte dakvloer garagebak	0,30 m
Vrije verdiepingshoogte (onderzijde dak – bovenzijde garagevloer, komt overeen met bruto hoogte in LEVS-doorsnede van 3,10 m)	2,40 m
Vloerdikte garagebak (incl. werkvloer)	0,35 m
Onderzijde betonvloer garagebak	NAP -1,85 m
Onderzijde poeren onder betonvloer	NAP -2,75 m

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE



Figuur 1: Locatieoverzicht. Contour parkeergarage aangegeven met rood. Peilbuizen uit meetnet gemeente Leiden met blauw. Bron achtergrond: PDOK.

2 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE

2.1 Bodemopbouw

Op de projectlocatie is door ons bureau een 1^e fase van het geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Voor de resultaten van het grondonderzoek wordt verwezen naar bijlage 1. De overige sonderingen worden na de sloop van het bestaande gebouw uitgevoerd. Op basis van het grondonderzoek fluctueert het maaiveld tussen NAP +0,3 en NAP +0,5 m.

Vanaf maaiveld wordt een 0,8 à 1,5 m dikke topzandlaag aangetroffen. Daaronder volgt een afwisseling van kleiige en zandige lagen. Vanaf NAP -12 à -15 m begint het 1^e watervoerend pakket. Op basis van de beschikbare gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd zoals weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn tevens de gehanteerde geohydrologische parameters gepresenteerd. De Z-lagen betreffen matig tot goed doorlatende (watervoerende) bodemlagen zoals zand en grind. De C-lagen betreffen slecht doorlatende (waterremmende) bodemlagen zoals klei, leem en veen.

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

Tabel 2: Geïnterpreteerd bodemprofiel

Diepte vanaf [NAP m]	Bodembeschrijving	Geohydrologie	Geohydrologische parameter
+0,5 à +0,3	Maaiveldhoogte	Infiltratie oppervlak	c = 150 dagen
	ZAND, matig fijn	Watervoerend (Z1)	kD = 1 à 2 m ² /dag
-0,5 à -1,0	KLEI, zandig	Waterremmend (C1)	c = 200 à 300 dagen
-4,0 à -6,8	ZAND, kleiig	Watervoerend (Z2)	kD = 2 à 5 m ² /dag
-10,0 à -11,5	KLEI, zandig	Waterremmend (C1)	c = 200 à 500 dagen
-10,5 m	ZAND, 1 ^e watervoerend pakket	Watervoerend (Z2)	Niet beschouwd

2.2 Oppervlaktewater

Langs de noordoostzijde van de projectlocatie is een watergang gelegen, zie ook Tabel 3. Deze watergang staat in verbinding met het boezemwater van Rijnland. Het boezempeil van Rijnland bedraagt ca. NAP -0,6 m. De kenmerken van de watergang zijn in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3. Kenmerken watergang

Onderdeel	Niveau / kenmerken
Huidig maaiveld	NAP +0,5 m
Waterpeil	NAP -0,6 m
Gemiddelde breedte op waterlijn	6,55 m
Bodembreedte	3,98 m
Waterdiepte	0,75 m
Talud links / rechts	1 : 3,0 m

2.3 Stijghoogte van het grondwater

De stijghoogte van het grondwater op een bepaalde diepte in de bodem is gelijk aan het waterpeil (ten opzichte van een referentie-vlak, bij voorkeur NAP) dat zich instelt in een peilbuis waarvan het filter op de betreffende diepte is afgesteld. Indien het filter zich onder de (vrije, "freatische") grondwaterspiegel bevindt in een goed doorlatend zandprofiel, is de stijghoogte gelijk te stellen aan de (freatische) grondwaterstand.

Als gevolg van weersinvloeden vertoont de grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater in de loop van het jaar fluctuaties. Het oppervlaktewater heeft ook invloed op de grondwaterstand.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn peilbuizen geplaatst met filters in de freatische top laag (Z1-laag) en zandige tussenlaag (Z2-laag). De peilbuislocaties zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. De kenmerken van de peilbuizen en de gemeten grondwaterstanden/stijghoogten zijn gepresenteerd in Tabel 4.

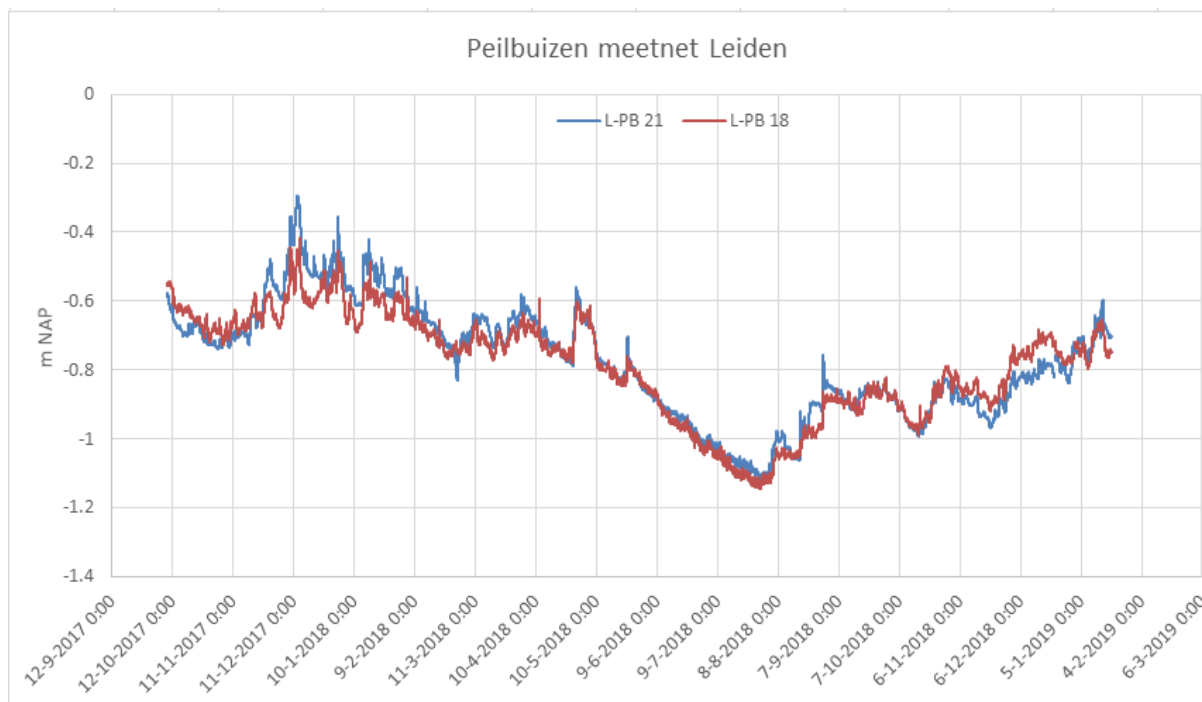
datum : 8 april 2019
 ons kenmerk : S17.571-H1/TE

Tabel 4: Gemeten grondwaterstanden/stijghoogten [NAP m]

Peilbuis	MV [NAP m]	Bk. PB [NAP m]	Filterafstelling [NAP m]	Grondwaterstand/stijghoogte [m NAP]		
				08-12-2017	25-1-2018	3-4-2019
Pb 1a	-1,4	+0,26	-1,67 tot -2,67 (Z1)	-0,48	-0,87	-0,78
Pb 1b	-1,55	+0,22	-6,67 tot -7,67 (Z2)	-0,70	-0,90	-0,85
Pb 2	-1,8	+0,26	-1,66 tot -2,66 (Z1)	-0,51	-0,75	-0,67

Voor informatie over de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket is gebruik gemaakt van gegevens in DINO-loket (TNO) en de Grondwaterkaart van Nederland.

Bij de gemeente zijn eveneens peilbuisgegevens opgevraagd. De peilbuislocaties zijn in Figuur 1 weergegeven, de meetreeksen in Figuur 2. Het gaat om freatische (ondiepe) peilbuizen. De exacte filterdiepte is niet bekend.



Figuur 2: Meetreeksen grondwaterstand gemeente Leiden.

Op basis van de beschikbare gegevens wordt verwacht dat de grondwaterstand fluctueert tussen NAP -0,3 m en NAP -0,9 m. In een groot gedeelte van het jaar is de grondwaterstand lager dan het oppervlaktewaterpeil. De watergang werkt in dat geval infiltrerend. Bij (hevige) neerslag of in een natte periode stijgt de grondwaterstand en krijgt de watergang een drainerende werking. De grondwaterstroming is hierdoor zuidoostelijk.

Tussen de peilbuizen PB1 en PB2 is een maximaal verschil van 0,12 m gemeten. Tussen de gemeente peilbuizen is het verhang eveneens gering. Uitgaande van een verschil van ca. 0,2 m tussen de peilbuizen op locatie is het grondwaterverhang gering en gelijk aan ca. 1:325

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

Op basis van gegevens op www.bodemloket.nl zijn geen grondwaterverontreinigingen bekend op de projectlocatie.

2.4 Ligging drainage

Bij Gemeente Leiden is navraag gedaan over de ligging van drainage in de omgeving van de projectlocatie. De gemeente heeft aangegeven dat in de Robijnstraat en Carneelstraat geen drainage aanwezig is. Volgens het beheersysteem van de gemeente zal de riolering in beide straten voor 2024 worden vervangen inclusief de aanleg van drainage.

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

3 INVLOED VAN DE KELDER OP DE GRONDWATERSTAND

3.1 Potentieel risico barrièrewerking

Indien een ondergrondse constructie wordt gerealiseerd in een watervoerende laag kan opstuwning van het grondwater optreden. De constructie vormt dan een barrière tegen grondwaterstroming. Er bestaat een potentieel risico voor barrièrewerking als de onderstaande factoren **allemaal** van toepassing zijn:

- 1) De constructie sluit meer dan 75% van de watervoerende dikte van de zandlaag af;
- 2) De constructie heeft een significante omvang, loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater;
- 3) Er is sprake van een aanzienlijk grondwaterverhang;

In de onderstaande paragrafen wordt getoetst of deze factoren van toepassing zijn op de aanleg van de kelder.

Factor 1: Diepte kelder t.o.v. de watervoerende laag

Met de aanleg van de kelder wordt de gehele watervoerende toplaag (Z1-laag) afgesloten. Het volledig afsluiten van de zandlaag kan potentieel leiden tot barrièrewerking.

Factor 2: Breedte kelder t.o.v. de grondwaterstromingsrichting

De breedte van de kelder, loodrecht op de grondwaterstromingsrichting, bedraagt ca. 125 m. De kelder heeft een relatief grote omvang op de stromingsrichting. Ondanks het beperkte grondwaterverhang kan deze lengte potentieel leiden tot barrièrewerking.

Factor 3: Grondwaterverhang

In verband met de korte afstand tot een watergang varieert de grondwaterstroming. In een droge periode is de grondwaterstroming zuidwestelijk gericht en in een natte periode, bij neerslag, is de grondwaterstroming noordoostelijk (richting de watergang) gericht. Het hinderen van de grondwaterstroming kan in principe leiden tot opstuwning van het grondwater stroomopwaarts en een verlaging van de grondwaterstand stroomafwaarts. Bij een grondwaterverhang van 1 : 325 kan potentieel barrièrewerking optreden.

3.2 Berekeningen

Op basis van de bovenstaande paragraaf wordt vastgesteld dat de kelder potentieel kan leiden tot barrièrewerking. Daarom is de invloed van de kelder op de grondwaterstand in de omgeving nader beschouwd door middel van modelberekeningen.

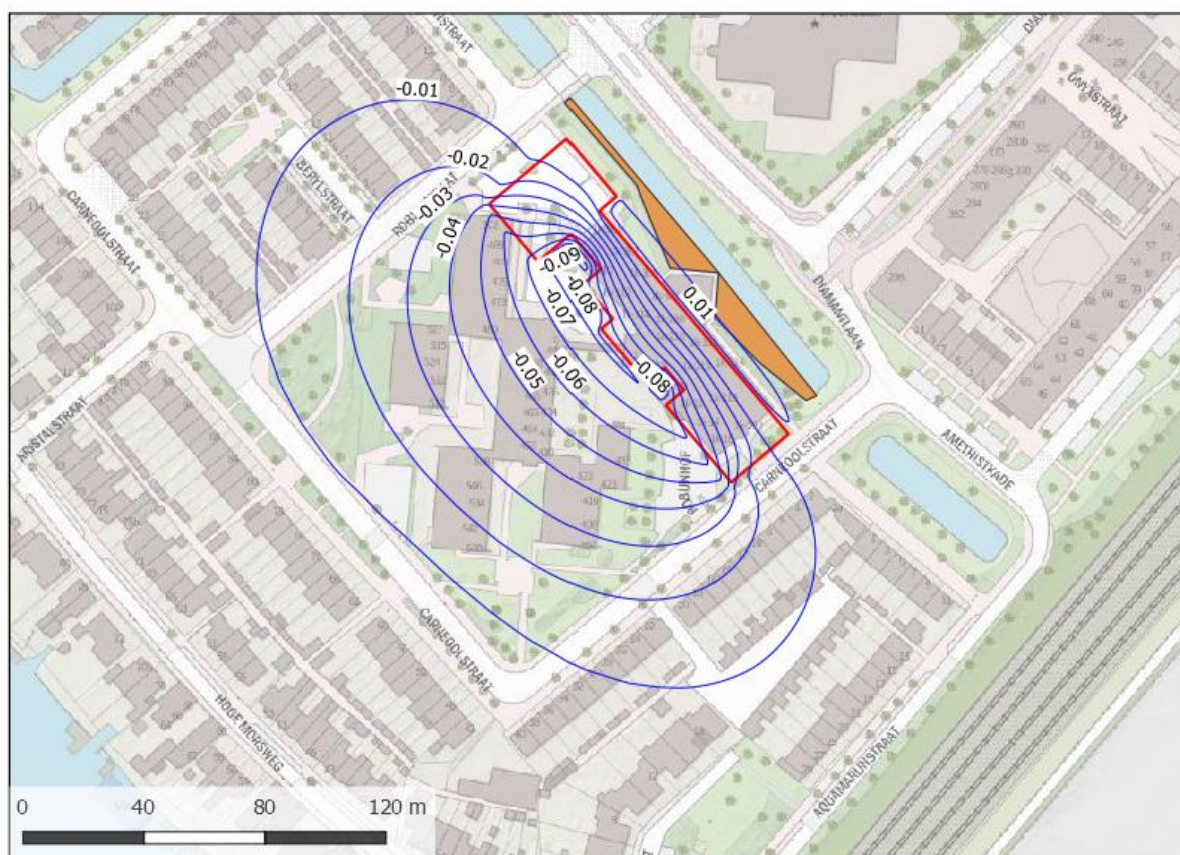
Met behulp van het softwarepakket MicroFEM is een grondwatermodel opgesteld, gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Grondwaterverhang 1 : 325;
- Afmeting van de kelder dwars op de grondwaterstromingsrichting van 125 m;
- Afmeting van de kelder parallel aan de grondwaterstromingsrichting van 35 m;
- Doorlaatvermogen van de Z1-laag van 2 m²/dag;
- De waterremmende C2-laag is volledig onderlatend (worst case).

datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

De resultaten van de modelberekening zijn gepresenteerd in Figuur 3. De berekende verlaging van de grondwaterstand bedraagt maximaal 9 cm, direct achter de kelder. Op grotere afstand wordt de grondwaterstand minder sterk beïnvloed. Ter plaatse van de belendende woningen zijn verhogingen van maximaal 2 cm berekend.

Als de grondwaterstand verandert en de watergang drainerend werkt, zullen de verlagingen en opstuwingen nagenoeg dezelfde waarden hebben, alleen dan andersom.



Figuur 3. Invloed kelder op grondwaterstroming. De gepresenteerde contouren betreffen de berekende verandering van de grondwaterstand in meters.

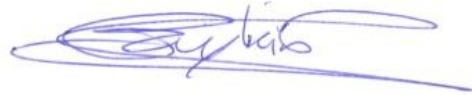
datum : 8 april 2019
ons kenmerk : S17.571-H1/TE

4 CONCLUSIE

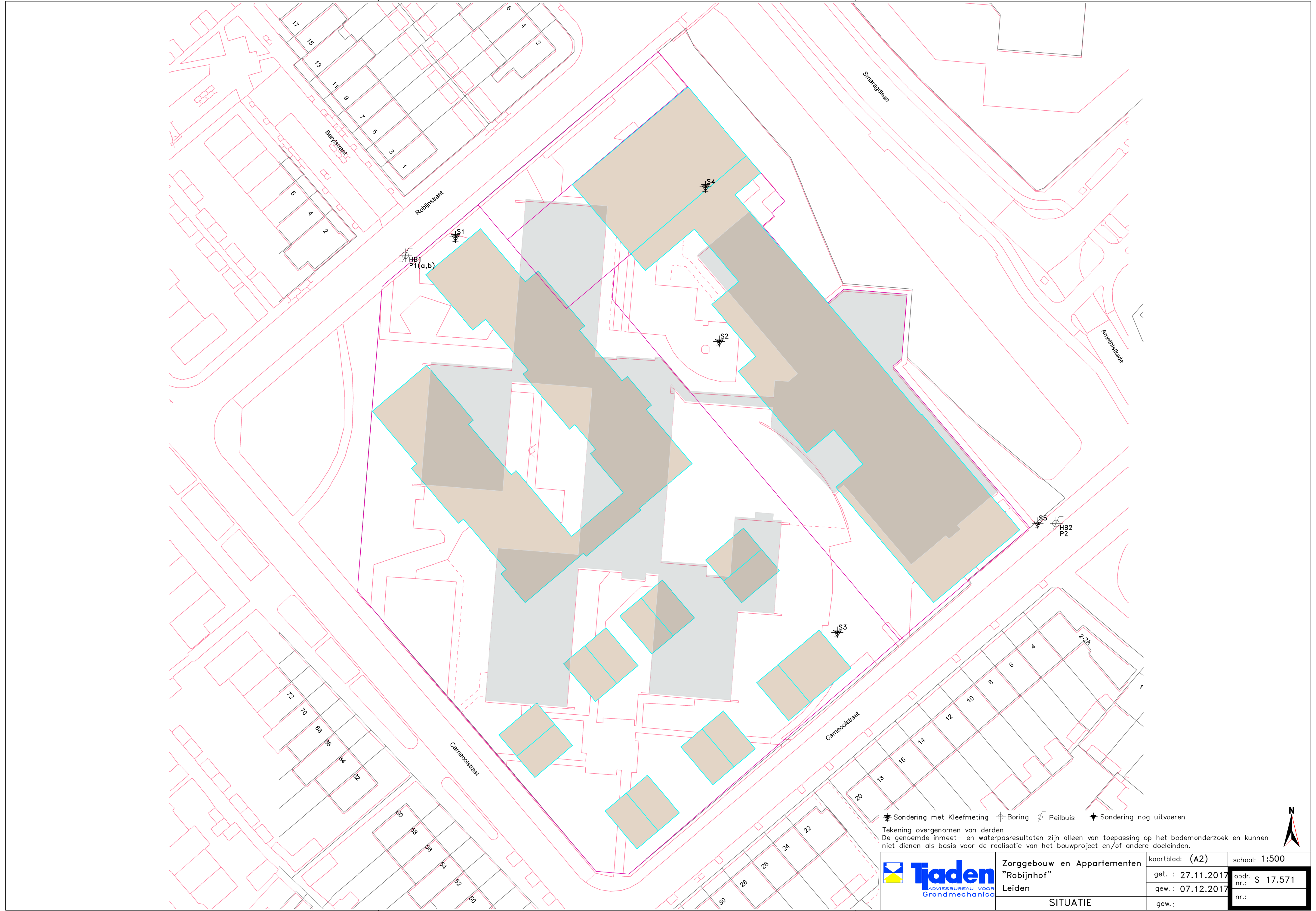
De toekomstige kelder doorsnijdt de bovenste watervoerende zandlaag volledig, waardoor de grondwaterstroming lokaal wordt gehinderd. Op basis van een modelberekening bedraagt de invloed van de kelder op de grondwaterstand minder dan 10 cm. Gezien de beperkte beïnvloeding van de grondwaterstand en het kleine gebied waarbinnen de grondwaterstand wordt beïnvloed, zal de kelder niet leiden tot grondwateroverlast/-onderlast in de omgeving.

In het vertrouwen u hiermede van dienst te zijn geweest, verblijven wij,

Tjaden Adviesbureau voor Grondmechanica B.V.



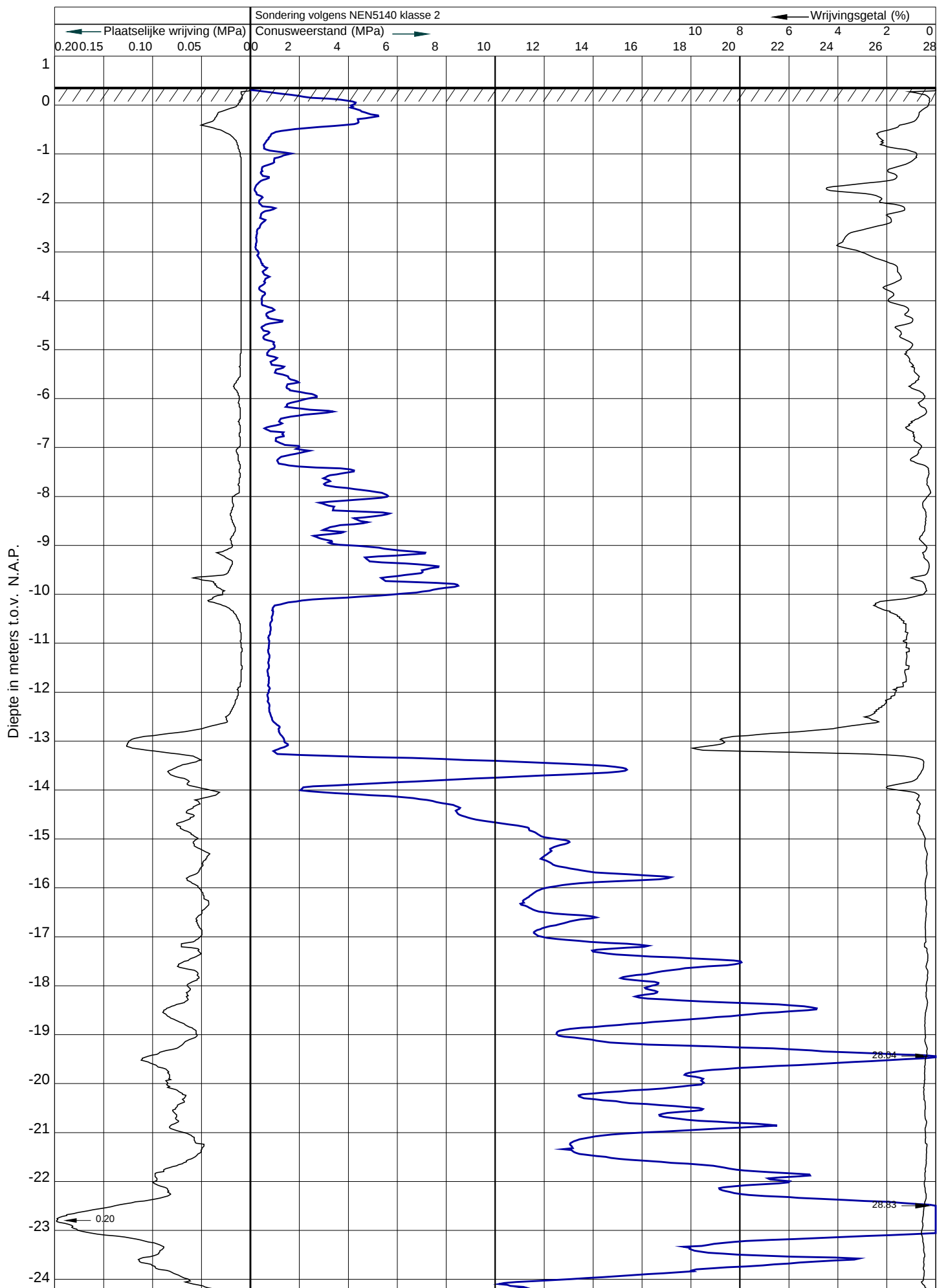
ing. M.M. Eijking



▼ Sondering met Kleefmeting ⊕ Boring ⊕ Peilbuis ▼ Sondering nog uitvoeren

Tekening overgenomen van derden
De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.

 Tjaden ADVIESBUREAU VOOR Grondmechanica	Zorggebouw en Appartementen "Robijnhof" Leiden	kaartblad: (A2)	schaal: 1:500
		get. : 27.11.2017	opdr. nr.: S 17.571
		gew. : 07.12.2017	
		gew. :	nr.:
SITUATIE			



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 1

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.37 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91641 Y:463358

Plaats : Leiden

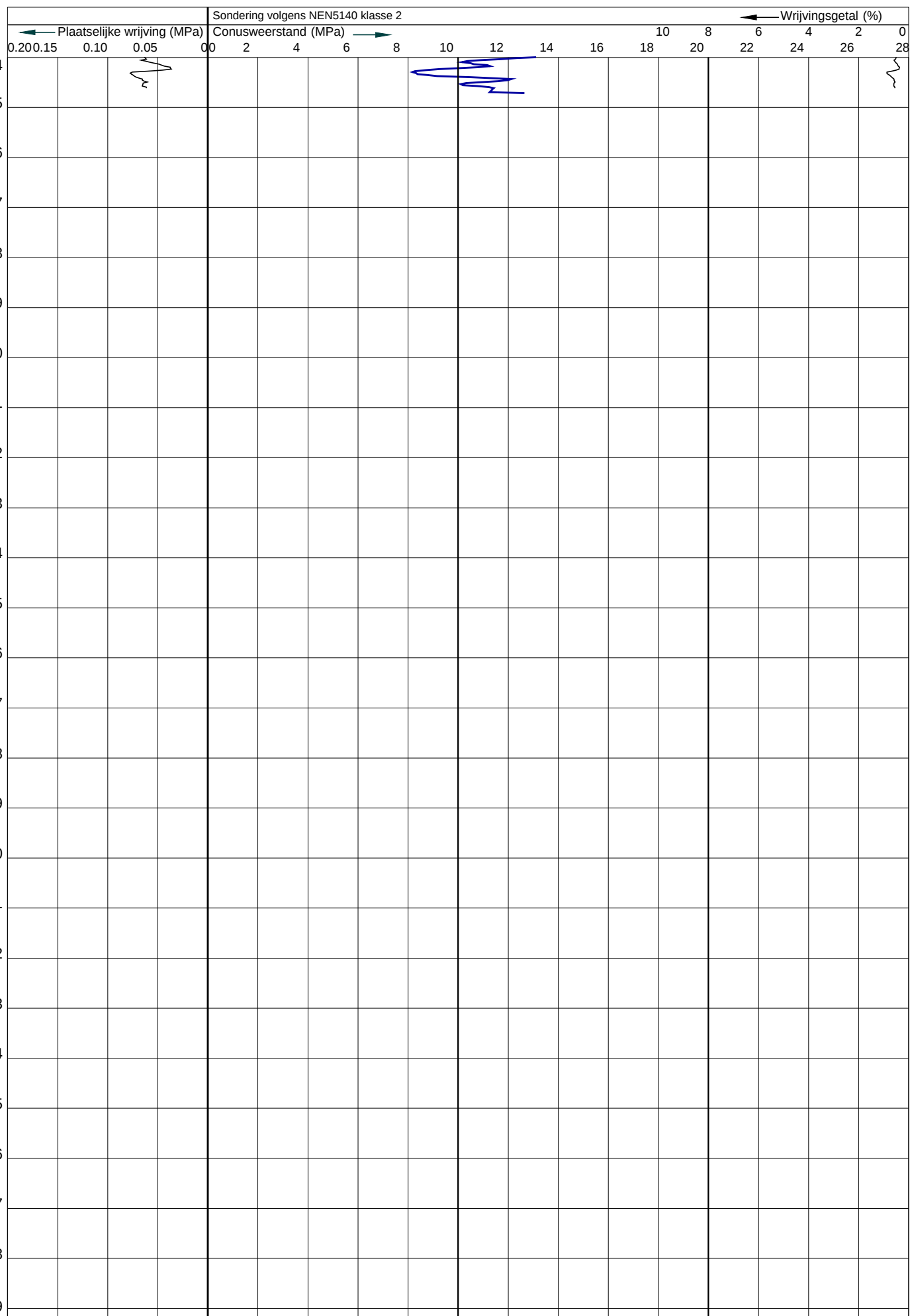
Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking : Grondwaterstand is -0.98m.-mv (NAP-0.61m.)

Diepte in meters t.o.v. N.A.P.



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 2

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.53 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91699 Y:463335

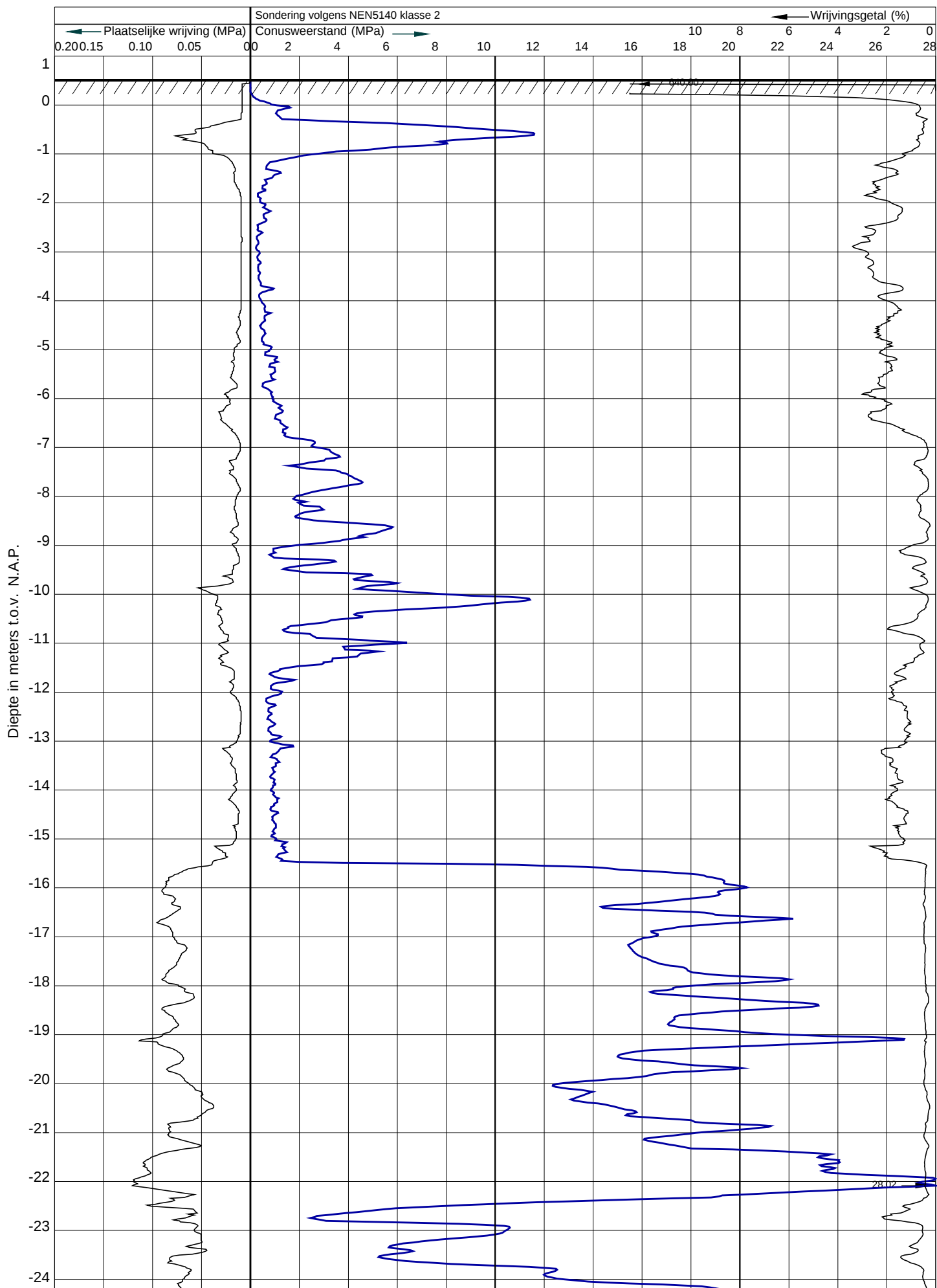
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking :



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 2

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.53 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91699 Y:463335

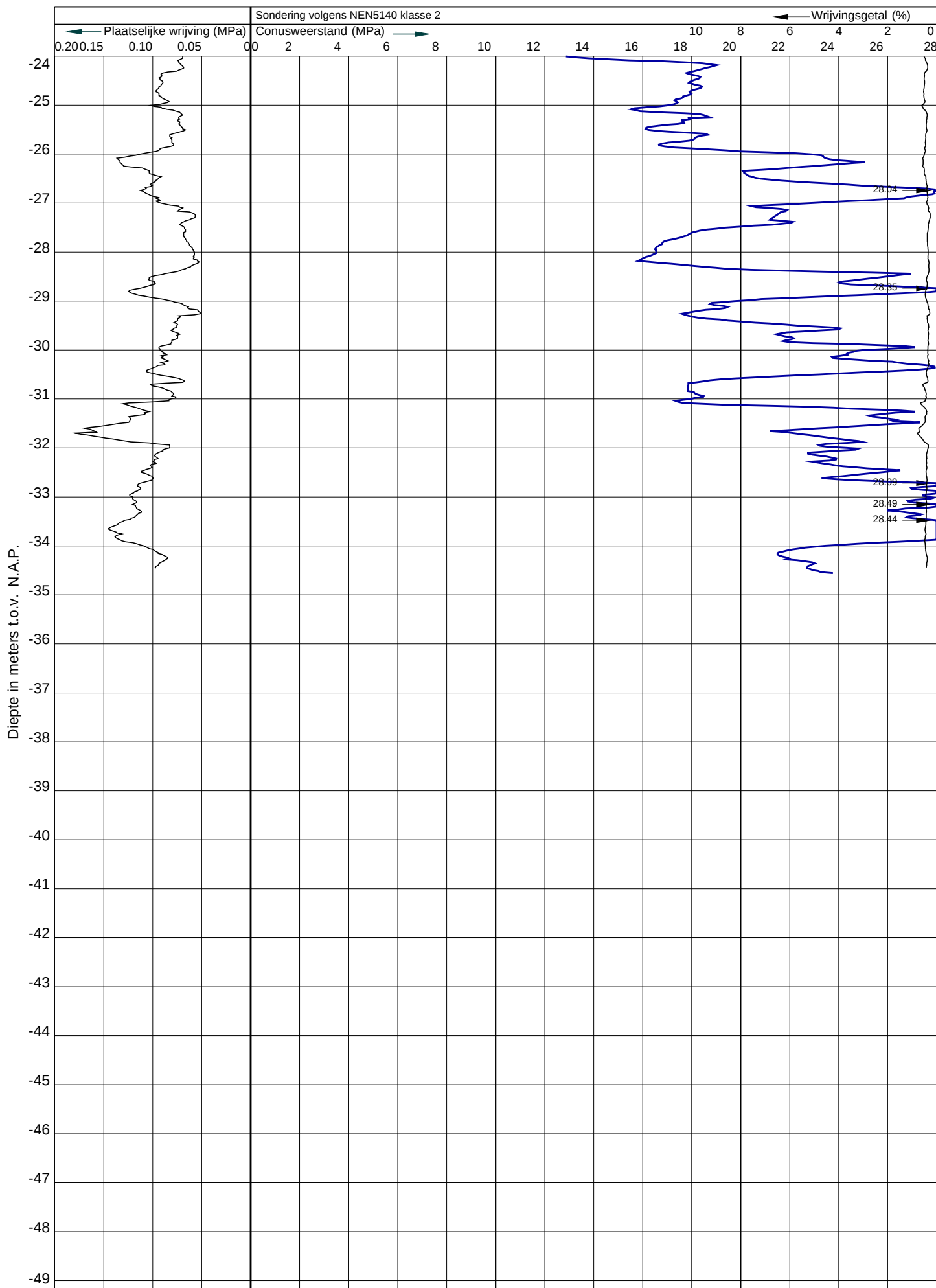
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking :



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 3

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.47 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91725 Y:463271

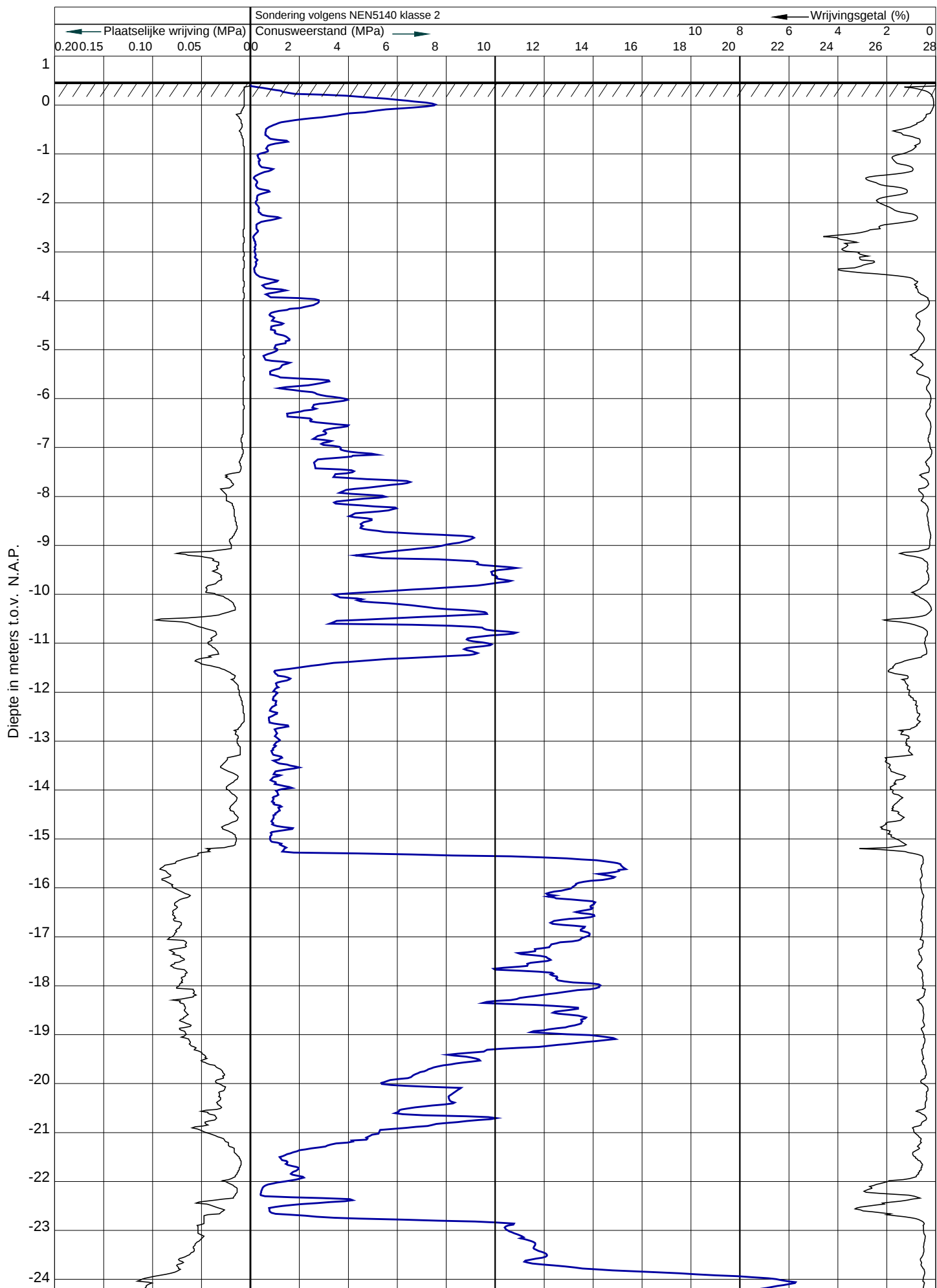
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

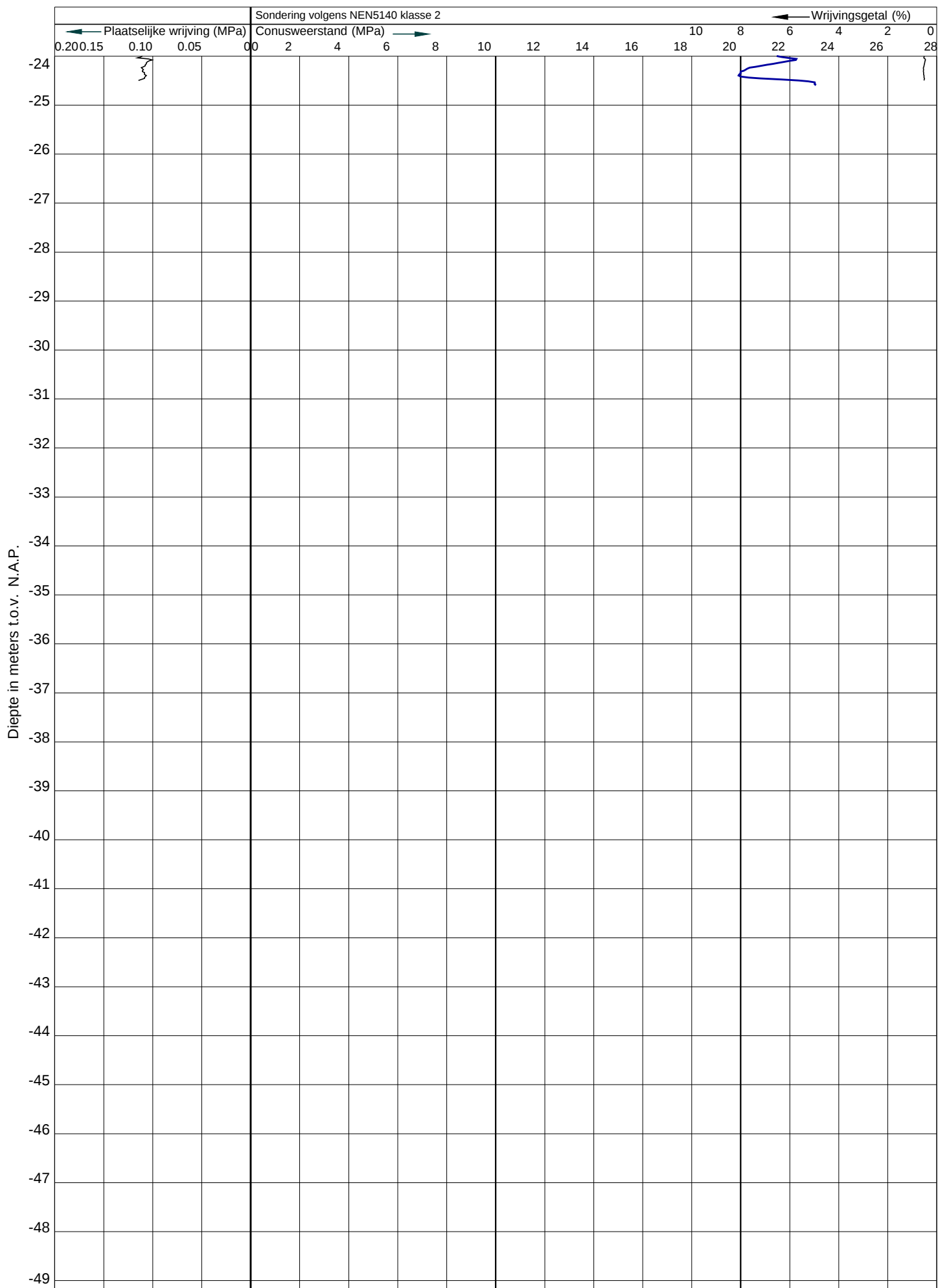
Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking :



Plaats	: Leiden
Locatie	: Robijnstraat, "Robijnhof"
Conustype	: I-CFX-15
Opdrachtgever	: M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV
Opmerking	:



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 4

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.36 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91693 Y:463369

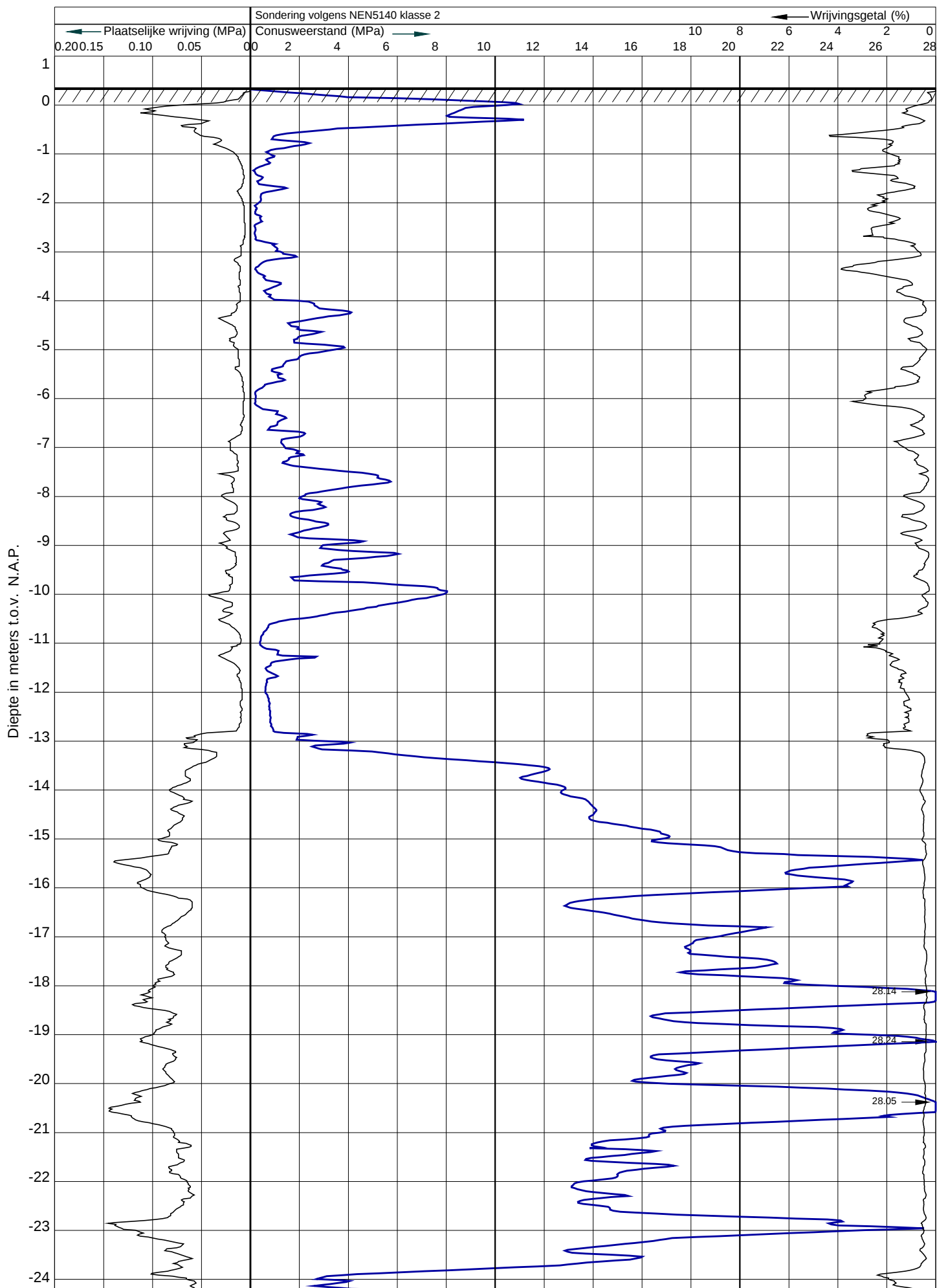
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking :



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 4

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.36 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X: 91693 Y: 463369

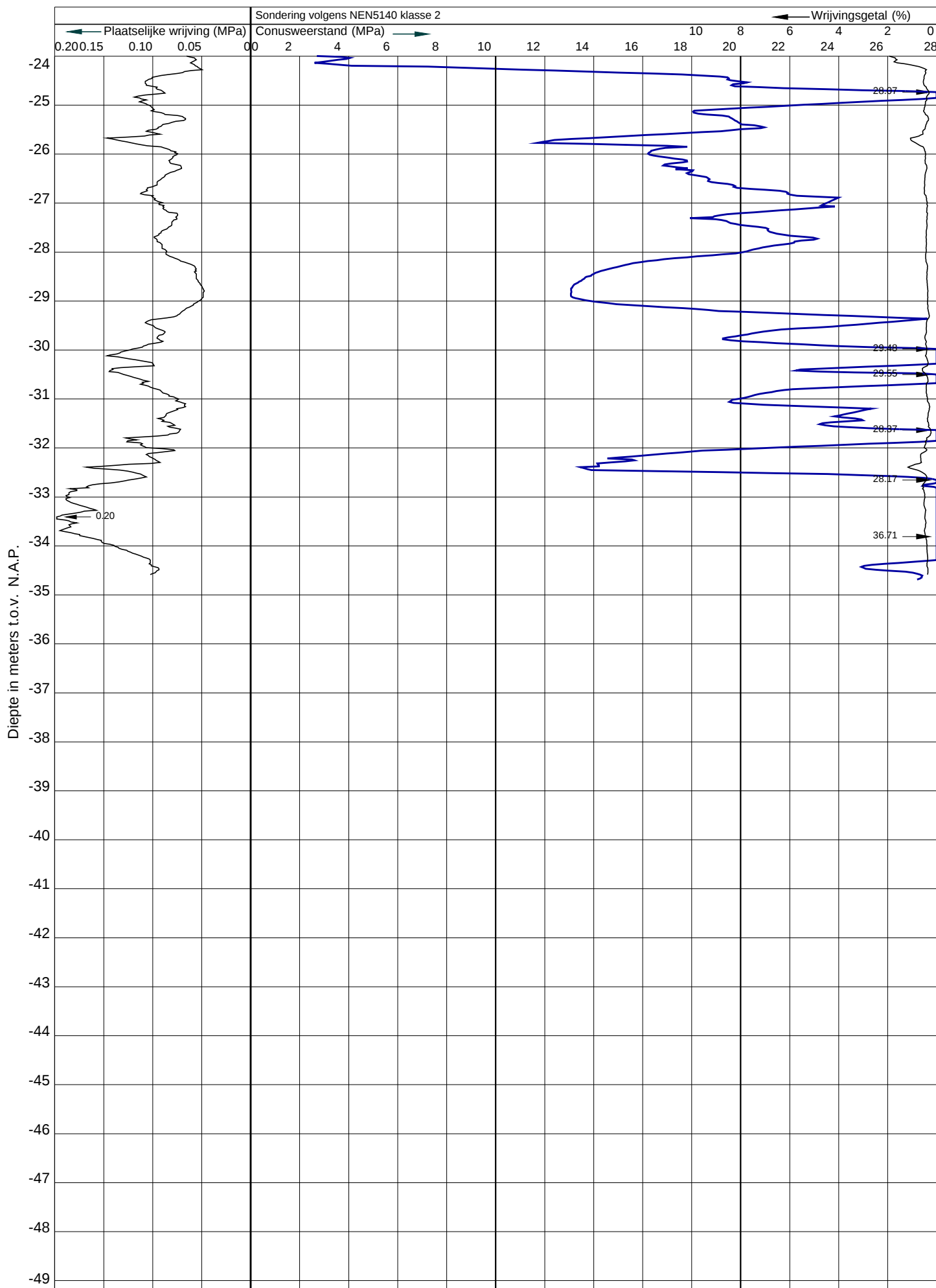
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking :



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 5

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.36 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X: 91769 Y: 463295

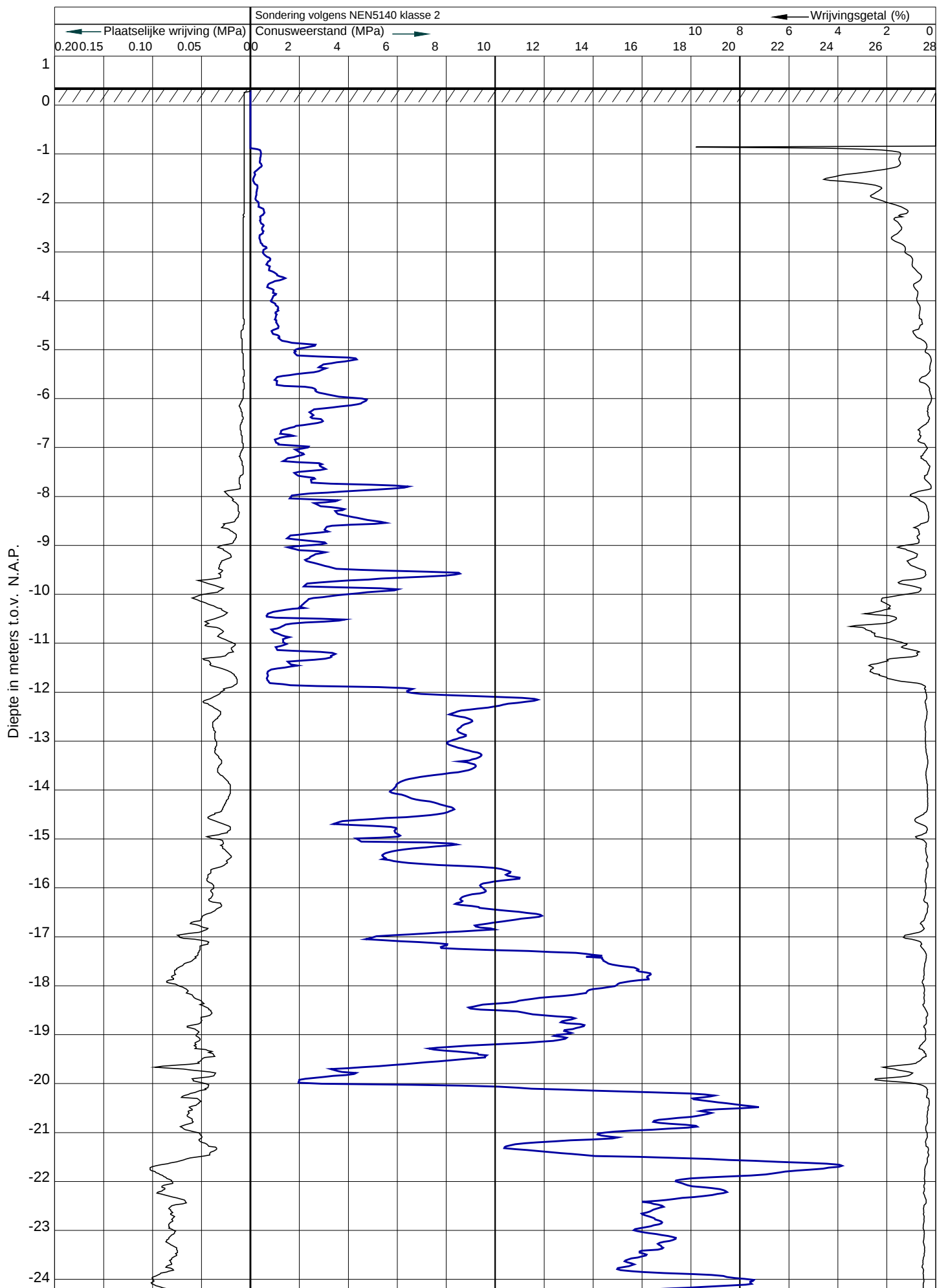
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking : Grondwaterstand is -0.92m.-mv (NAP-0.56m.)



Werknummer : S17571

Sonderingnr. : 5

Datum : 24-11-2017

Maaiveld : 0.36 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:91769 Y:463295

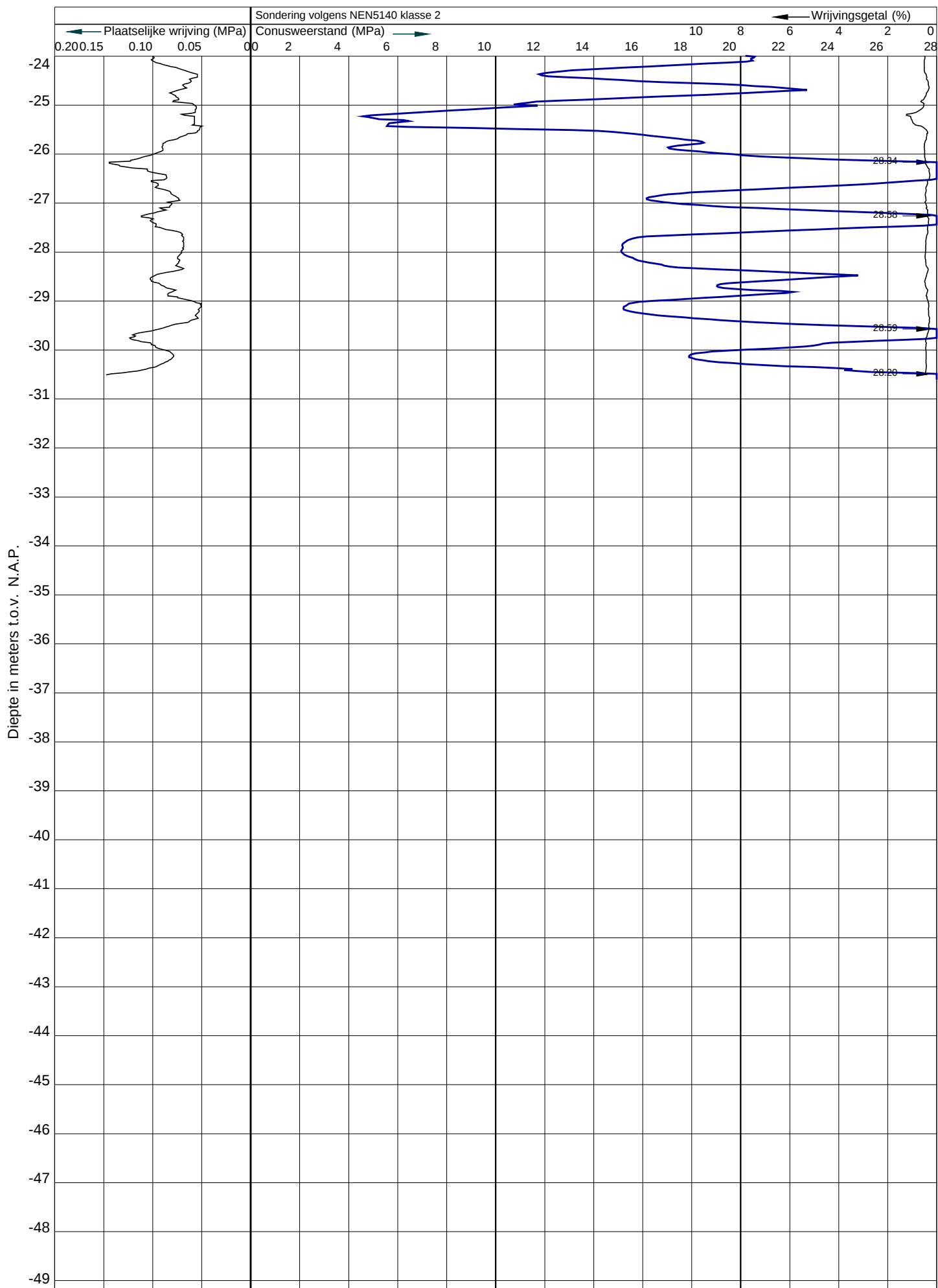
Plaats : Leiden

Locatie : Robijnstraat, "Robijnhof"

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

Opmerking : Grondwaterstand is -0.92m.-mv (NAP-0.56m.)



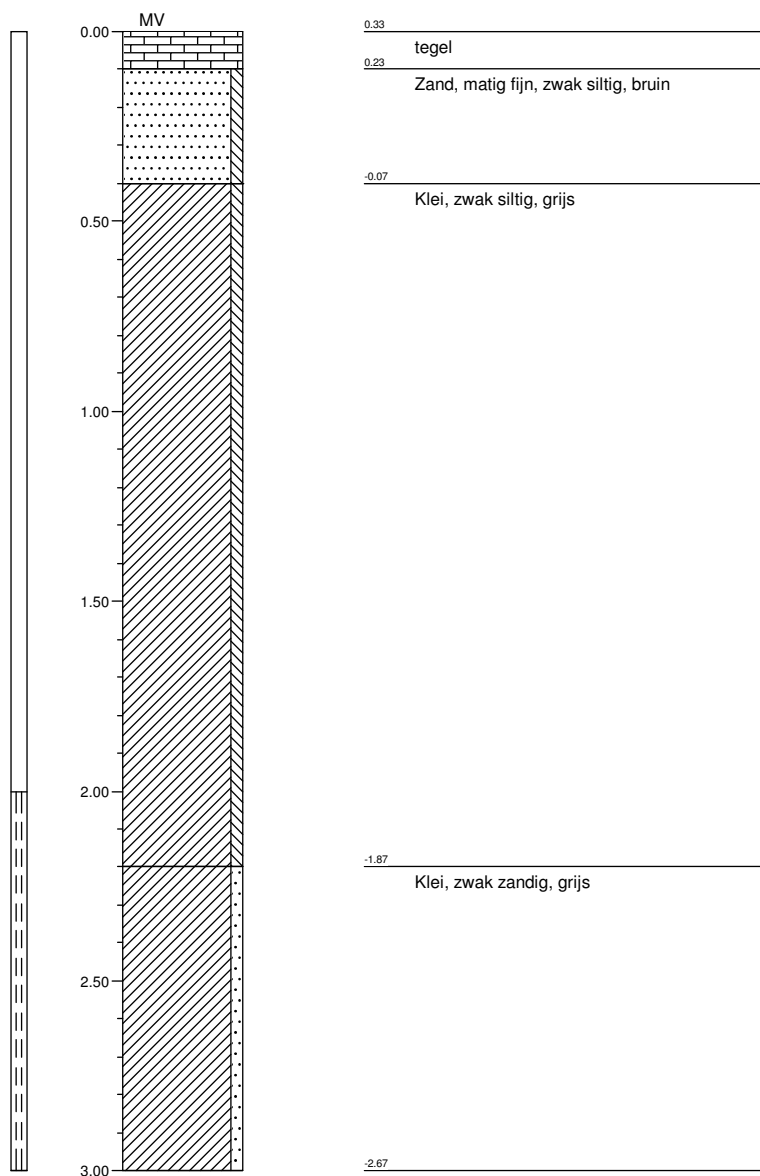
Boring: HB1(P1a,b)

Uitvoeringsdatum: 06-12-2017

GWS: cm-mv Maaiveldhoogte: 0.33 m t.o.v. N.A.P.

X-coörd.: 91630

Y-coörd.: 463354



Schaal 1: 20

Locatie: "Robijnhof", Robijnstraat te Leiden

Werknummer: S17.571

Opdrachtgever: M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

getekend volgens NEN 5104

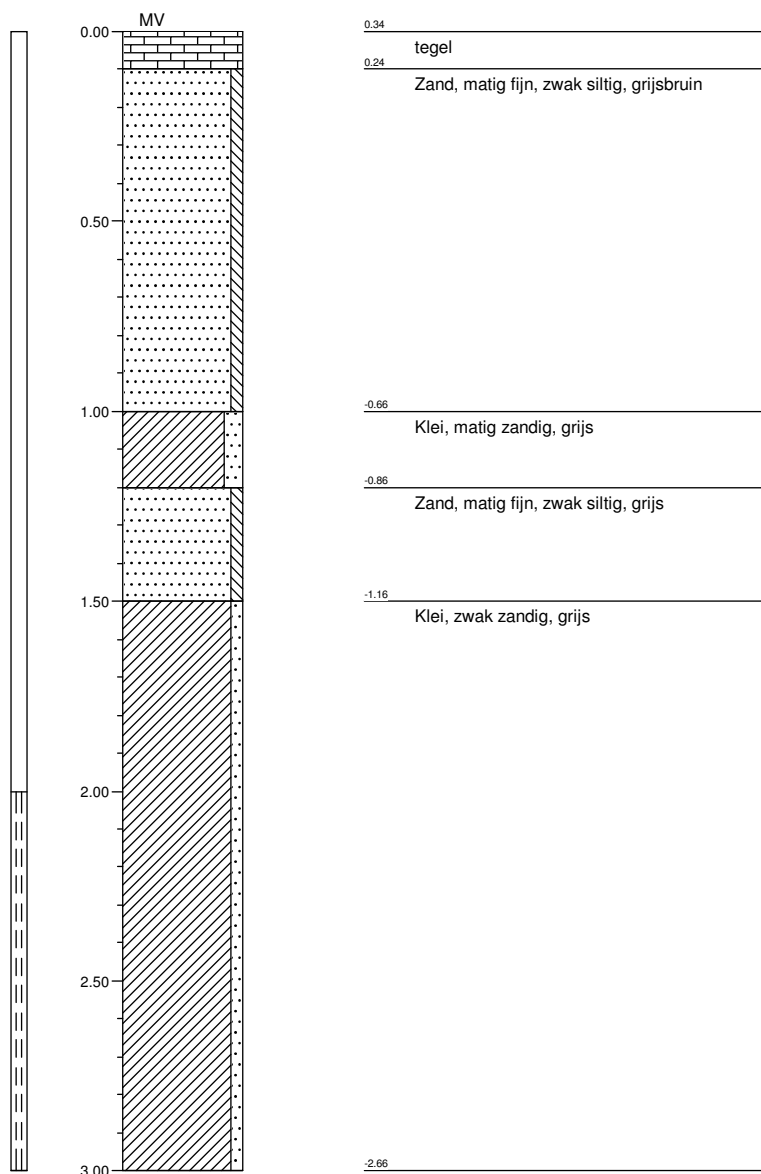
Boring: HB2(P2)

Uitvoeringsdatum: 06-12-2017

GWS: cm-mv Maaiveldhoogte: 0.34 m t.o.v. N.A.P.

X-coörd.: 91773

Y-coörd.: 463295



Schaal 1: 20

Locatie: "Robijnhof", Robijnstraat te Leiden

Werknummer: S17.571

Opdrachtgever: M.J. de Nijs Projectontwikkeling BV

getekend volgens NEN 5104