Witteveen + Bos

Instructie SOS

Praktisch toepassen SOS binnen het WBI2017

RWS-WVL

2 september 2016

Project	Instructie SOS
Document	Praktisch toepassen SOS binnen het WBI2017
Status	Definitief
Datum	2 september 2016
Referentie	RW2097-1/16-014.863

Opdrachtgever	RWS-WVL
Projectcode	RW2097-1
Projectleider	ir. C.A. Bus
Projectdirecteur	ir. H.J.M.A. Mols

Auteur(s)	ir. M.L. Drost
	ir. C.A. Bus
Gecontroleerd door	ir. C.A. Bus
Goedgekeurd door	ir. C.A. Bus
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Willemskade 19-20
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
+31 (0)10 244 28 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INTRODUCTIE 1

1.1 Aanleiding 1

1.2 Te beantwoorden vragen 1

1.3 Doel 2

1.4 Status SOS binnen het WBI2017 2

2 GLOBALE STOCHASTISCHE ONDERGRONDSCHEMATISATIE 3

2.1 Beschikbare literatuur voor werken met het SOS 3

2.1.1 Handleiding lokaal schematiseren met WTI-SOS [lit. 3] 3

2.1.2 Globale stochastische ondergrondschematisatie [lit. 2] 3

2.1.3 Schematiseringshandleidingen 4

2.2 Beknopte achtergrond van het SOS 4

3 HET SOS IN DE PRAKTIJK 6

3.1 Toepassen van het SOS in het beoordelingsproces 6

3.2 Globale stappen 7

3.3 Stap 1&2 - Verzamelen en ordenen gegevens 8

3.4 Stap 3 - Analyse gegevens (in relatie tot SOS) 8

3.5 Stap 4 - Nadere detaillering scenario's 9

3.5.1 Praktijktips 9

3.5.2 Praktijkschema SOS-scenario's 11

3.6 Stap 5 - Vaststellen te beoordelen scenario's 13

4 VRAGEN EN ANTWOORDEN 14

5 CASUS LEKDIJK BIJ STREEFKERK 16

5.1 Stap 1&2: verzamelen en ordenen van gegevens 16

5.1.1 Situatie 16

5.1.2 Beschikbare gegevens 17

5.2 Stap 3 - analyse gegevens (in relatie tot SOS) 18

5.2.1 Vertalen van grondsoorten 18

5.2.2 Analyse scenario's 20

5.3 Stap 4: nadere detaillering scenario's 24

5.3.1 Uitsluiten scenario's 24
5.3.2 Lokaal uitwerken scenario's 26
5.3.3 Inschatten kansen per scenario 28

5.4 Stap 5: vaststellen te beoordelen scenario's 29

6 LITERATUUR 30

Laatste pagina 33

Bijlage(n) Aantal pagina's

I SOS-eenheden 5

II Overzichtstekening grondonderzoek 1

III Sonderingen 27

IV Boringen 12

V Geotechnisch lengteprofiel 2

1

INTRODUCTIE

1.1 Aanleiding

Vanuit de waterschappen zijn vragen gesteld over het omgaan met de Stochastische Ondergrondschematisatie (SOS) binnen het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017). Op basis van de beschikbare handleidingen is niet geheel duidelijk wat kan, mag en moet en hoe dit binnen het beoordelingsproces past. Deze instructie beantwoordt deze vragen van de waterschappen en biedt een praktisch kader.

1.2 Te beantwoorden vragen

Bij de kennis- en kundebijeenkomsten van voorjaar 2015 kwamen de volgende vragen en opmerkingen over de praktische toepassing van het SOS bovendrijven:

1 is gebruik van het SOS verplicht binnen WBI2017?
2 hoever moet het SOS verfijnd worden en hoe kan/mag dit?
3 hoe werk je van grof naar fijn met het SOS?
4 wat is de waarde van de beoordelingsresultaten als hier het globale SOS voor is gebruikt?

Aan de hand van het stappenplan uit de handleiding lokaal schematiseren SOS is een voorbeeld uit de praktijk uitgewerkt in een casus (zie hoofdstuk 5). Deze casus is in de kennis- en kundebijeenkomsten van 23 en 26 mei 2016 getest tijdens de SOS-workshops. Hieruit volgden de volgende, meer concrete, aanvullende vragen en opmerkingen:

5 hoe ga je om met de vrijheid die er nog is?
6 wanneer mag je de kansen van scenario's aanpassen en hoe doe je dit?
7 hoe ga je van het SOS, dat geldt voor de binnenteen, naar een 2D-schematisatie voor macrostabiliteit?
8 waarom maak je onderscheid tussen een ondergrondschematisatie voor piping en macrostabiliteit als de ondergrond in werkelijkheid niet anders is?
9 hoe ga je om met het SOS als je elke 100 m een sondering hebt?
10 hoe ga je om met de STI-bestanden die je al hebt?
11 kun je beter met een globaal SOS starten met beoordelen of gelijk energie steken in een lokale schematisatie?

Deze instructie beantwoordt bovenstaande vragen. In een aantal gevallen zal blijken dat de inschatting van de waterkeringenbeoordeler of de geoloog een belangrijke rol speelt bij het beantwoorden van de vragen.

1.3 Doel

Doel van de instructie is de waterschappen een praktisch kader te bieden voor het gebruik van het SOS binnen het WBI2017.

Het doel van deze instructie is niet om de achtergronden van het SOS toe te lichten en beschrijft niet hoe DSoilModel kan worden gebruikt bij het lokaal schematiseren van de ondergrond. Hiervoor wordt verwezen naar de reeds beschikbare rapporten en handleidingen.

1.4 Status SOS binnen het WBI2017

Het SOS is opgenomen in DSoilmodel en is hiermee onderdeel van de software (stand alone tool). Het gebruik van het SOS is voorgeschreven in de schematiseringshandleidingen. Hiermee valt het SOS in het formele deel van het WBI2017.

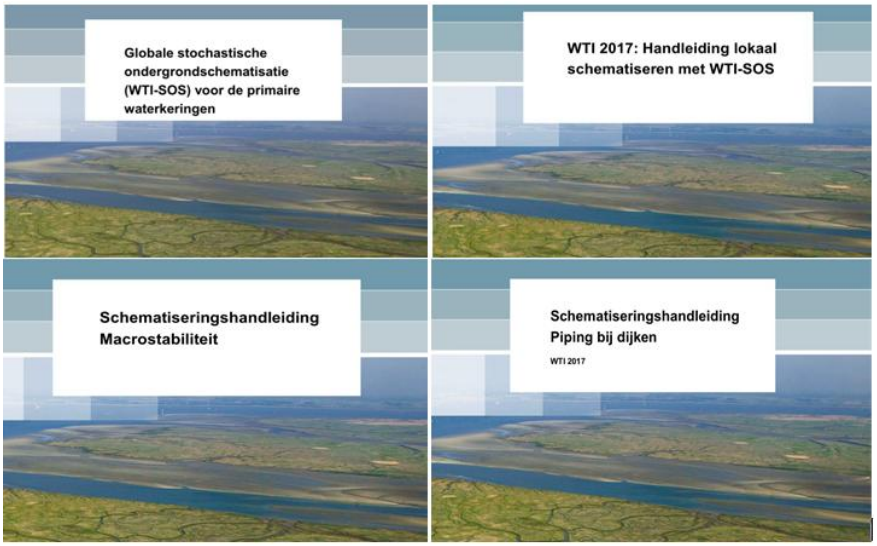
2

GLOBALE STOCHASTISCHE ONDERGRONDSCHEMATISATIE

2.1 Beschikbare literatuur voor werken met het SOS

Voor het werken met het SOS zijn verschillende handleidingen beschikbaar, zie afbeelding 2.1. Voor het werken met het SOS is het aan te bevelen om deze handleidingen bij de hand te houden. In voorliggende instructie wordt regelmatig naar deze handleidingen verwezen. In onderstaande paragrafen wordt per document toegelicht welke informatie hierin teruggevonden kan worden.

Afbeelding 2.1 Beschikbare literatuur



2.1.1 Handleiding lokaal schematiseren met WTI-SOS [lit. 3]

Deze handleiding geeft een uitgebreid stappenplan voor lokaal schematiseren aan de hand van het SOS. Daarnaast geeft de handleiding een korte beschrijving van het SOS en worden twee uitgebreide voorbeelden voor lokaal schematiseren met het SOS gegeven (voor piping en macrostabiliteit).

In de handleiding lokaal schematiseren wordt niet expliciet de koppeling gemaakt met de lagen binnen het WBI2017 en met het principe 'van grof naar fijn'. Hiervoor wordt verwezen naar de schematiseringshandleidingen.

2.1.2 Globale stochastische ondergrondschematisatie [lit. 2]

Het rapport 'Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen' beschrijft de achtergronden van het SOS en de werkwijze die is gehanteerd bij het opstellen van het SOS. Dit rapport geeft inzicht in de keuzes die zijn gemaakt om tot ondergrondscenario's te komen.

2.1.3 Schematiseringshandleidingen

Per faalmechanisme komt in het WBI2017 een schematiseringshandleiding beschikbaar. De schematiseringshandleidingen beschrijven hoe de dijk geschematiseerd dient te worden om de dijk te kunnen beoordelen op een bepaald faalmechanisme.

In de schematiseringshandleidingen wordt onder andere ingegaan op de schematisatie van de ondergrond binnen het beoordelingsproces. Hierin wordt ook de rol van het WTI-SOS kort toegelicht.

2.2 Beknopte achtergrond van het SOS

De ondergrond vormt een bron van onzekerheid voor het bepalen van de faalkans van een waterkering. Met behulp van het SOS worden deze onzekerheden expliciet gemaakt door het meenemen van ondergrond scenario's (met een kans van aantreffen). In *'Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen'* [lit. 2] worden de achtergronden van het SOS uitgebreid omschreven. In deze paragraaf wordt een korte samenvatting gegeven van deze achtergronden.

Het doel van het SOS is de kwaliteit van de schematisering van de ondergrond te verbeteren, onder andere door ([lit. 2] en [lit. 3]):
- het samenvatten van beschikbare informatie per segment over de bodemopbouw (zowel geologische kaarten als lokale gegevens over de bodemopbouw);
- het mogelijk te maken dat de onzekerheid in de ondergrond probabilistisch wordt meegenomen per faalmechanisme;
- te voorkomen dat relevante ondergrondlagen, die invloed hebben op de faalmechanismen van een waterkering, over het hoofd worden gezien;
- eenduidig toewijzen van waarden voor ondergrondparameters.

Het SOS is opgebouwd op basis van segmenten. De segmenten zijn gemiddeld 3 km lang en de lengte varieert van enkele honderden meters tot 15 km [lit. 2]. Het SOS is nog toepassingsonafhankelijk en dient per faalmechanisme specifiek te worden gemaakt ([lit. 2] en [lit. 3]).

Het SOS is samengesteld voor de binnenteen van de dijk en is gebaseerd op de volgende gegevens[1] [lit. 2]:
- boringen en sonderingen uit DINO-loket (tot februari 2014);
- 3D geologische modellen: GeoTOP, NL3 en DGM;
- AHN2;
- geologische kaarten;
- stippenkaarten uit VNK2;
- GIS-bestand van de ligging van de waterkeringen.

De beschikbare informatie is door experts met veel gebiedskennis en inzicht in de opbouw van de ondergrond samengevat in ondergrondscenario's. Per segment zijn ondergrondscenario's gedefinieerd waaraan een kans van aantreffen is gegeven. Per segment kunnen één tot zestien verschillende ondergrondscenario's gedefinieerd zijn. De kans van aantreffen van een ondergrondscenario is gedefinieerd als de kans dat een bepaalde opbouw wordt gevonden bij een willekeurige boring [lit. 2]. Deze kans geldt voor het gehele segment. Indien voor slechts een deel van een SOS-segment een lokale schematisatie wordt opgesteld kunnen deze kansen als uitgangspunt gebruikt worden, maar is het verstandig na te gaan of de kansenverdeling hetzelfde blijft. § 5.3.3 beschrijft met een voorbeeld hoe dit kan worden gedaan.

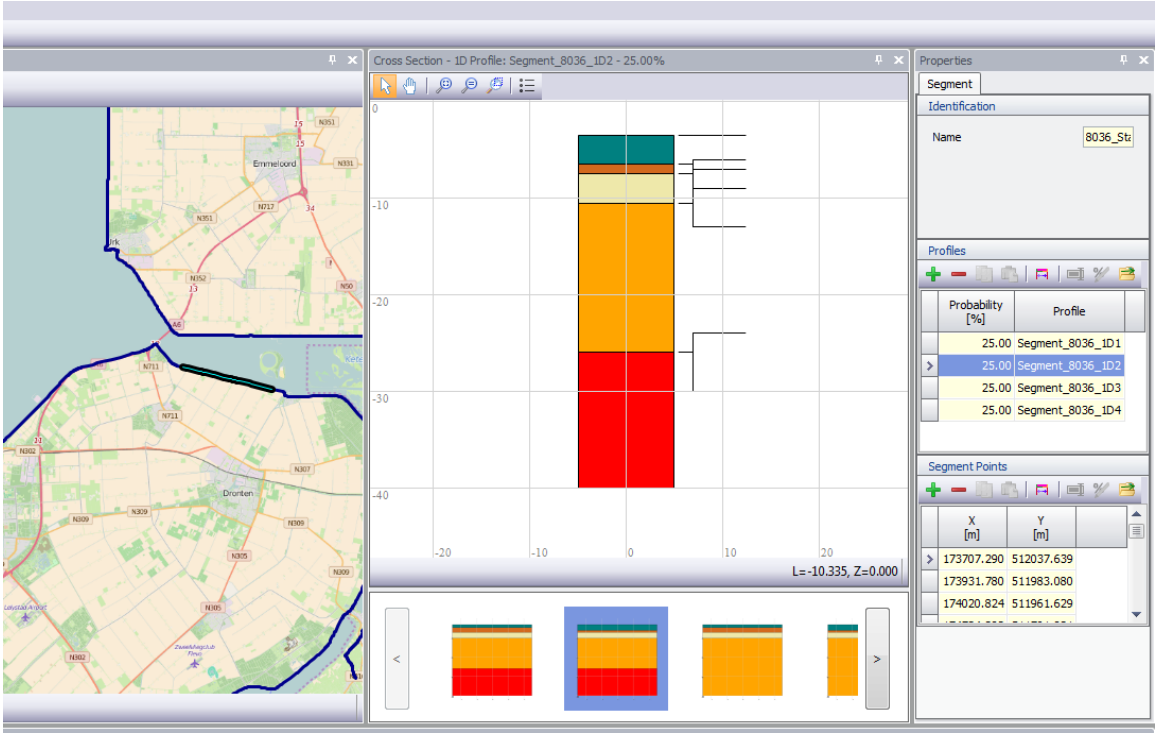
---

[1] Het dijksmateriaal, eventuele zetting van de ondergrond onder de dijk en lokale verstoringen zijn niet meegenomen in de ondergrondscenario's. Dit is onderdeel van het opzetten van een lokale schematisatie.

Per scenario is voor de laagscheidingen een representatieve (meest voorkomende) diepte gegeven en de 'minimale' en 'maximale' waarden (10 % onder- dan wel overschrijding). De representatieve diepte ligt niet per definitie op het midden van de minimale en de maximale waarde.

Het SOS wordt beschikbaar gesteld in DSoilModel, zie afbeelding 2.2. Hierin wordt per segment aangegeven welke ondergrondscenario's hierbij horen en welke kans van aantreffen deze ondergrondscenario's hebben. De ondergrondscenario's zijn in DSoilModel weergegeven als 1D-profielen. In DSoilModel kunnen segmenten worden opgeknipt, scenario's worden verwijderd of aangepast en scenariokansen worden aangepast, om zo tot een lokale schematisatie te komen.

Afbeelding 2.2 Het SOS in DSoilModel



3

HET SOS IN DE PRAKTIJK

In dit hoofdstuk wordt een praktische instructie gegeven voor het gebruiken van het SOS in het beoordelingsproces conform WBI2017. Allereerst wordt ingegaan op de rol van het SOS binnen de verschillende beoordelingslagen. Vervolgens worden aan de hand van het stappenplan uit de handleiding SOS [lit. 3] praktische tips gegeven om te komen tot een lokale schematisatie. Benadrukt wordt dat de gebruiker moet beschikken over voldoende geotechnische kennis en ervaring en inzicht met betrekking tot schematiseren van de ondergrondbij het beoordelen van dijken[1].

3.1 Toepassen van het SOS in het beoordelingsproces

Afhankelijk van de laag van het beoordelingsproces, is het SOS in meer of mindere mate belangrijk voor de beoordeling. Tabel 3.1 geeft aan wat de rol van het SOS is binnen het beoordelingsproces van het WBI2017.

Tabel 3.1 SOS in het beoordelingsproces

Beoordeling	Hoe het SOS te gebruiken?
eenvoudige beoordeling	- dikte deklaag - maximum (macrostabiliteit) of minimum (piping) dikte uit SOS-scenario's gebruiken
gedetailleerde beoordeling per vak - semi-probablilistisch of probablistisch	- onzekerheden in de ondergrond neem je mee door middel van ondergrondscenario's uit het SOS - lokale schematisaties stel je op aan de hand van het SOS en beschikbare lokale gegevens - grondparameters bepaal je uit grondonderzoek of je hanteert default waarden die bij de SOS eenheden horen: · semi-probablilistisch: karakteristieke waarden · probabilistisch: stochasten - de berekende faalkans is de gewogen faalkans op basis van de ondergrondscenario's
gedetailleerde beoordeling per traject – probabilistisch	- de ondergrondscenario's en de lokale schematisatie wijzigen niet ten opzichte van de beoordeling per vak gedetailleerde beoordeling - je rekent per definitie met stochastische grondparameters (uit grondonderzoek of default waarden die bij de SOS eenheden horen) - in Ringtoets wordt de faalkans op trajectniveau bepaald: sterke vakken compenseren zwakke vakken
toets op maat / beheerdersoordeel	- het SOS kan als achtergrondinformatie worden gebruikt om te ondersteunen bij de toets op maat / beheerdersoordeel. - bij de toets op maat wordt op lokale schaal specifieke gebiedskennis gebruikt

[1] Minimaal 3 jaar relevante werkervaring [ref. 3]

3.2 Globale stappen

In hoofdstuk 2 van de handleiding SOS [lit. 3] wordt een stappenplan gegeven op basis waarvan een lokale schematisering kan worden opgezet. Deze stappen worden in onderstaand schema kort samengevat. Vervolgens worden per stap praktische tips gegeven, in aanvulling op de handleiding SOS. Het is te allen tijde aan te bevelen de handleiding SOS als basis te gebruiken en daarnaast goed op de hoogte te zijn van de achtergronden van het SOS.

Stap 1&2 - Verzamelen en ordenen gegevens (§2.1 en §2.2 van de handleiding SOS)

- welk segment wordt beschouwd? (lengte)
- wat is de intensiteit van beschikbaar grondonderzoek: (boringen en sonderingen)
- gebruik DSoilmodel: o.a. welke ondergrondscenario's zijn gedefinieerd in het SOS?

Stap 3 - Analyse gegevens grondopbouw (§2.3 van de handleiding SOS)

- vertalen grondsoorten proevenverzameling - SOS eenheden
- welke specifieke lagen/scenario's zijn naar verwachting bepalend voor je faalmechanisme?
- aan welke SOS scenario's kunnen de sonderingen/boringen worden gekoppeld?

Stap 4 - Nadere detaillering scenario's (§2.4 van de handleiding SOS)

- bepalen of niet aanwezige scenario's uitgesloten kunnen worden
    1. indien niet relevant voor faalmechanisme
    2. onderbouwd op basis van gebiedseigenschappen
    3. indien niet maatgevend
- lokaal uitwerken van scenario's: laagdiktes toekennen
- inschatten kansen per scenario's

Stap 5 - Vaststellen te beoordelen scenario's (§2.5 van de handleiding SOS)

- lokale grondparameters: van grof naar fijn
- voor macrostabiliteit 2D scenario opzetten
- indien wenselijk om scenario's uit te sluiten/specifieker te maken: aanvullend grondonderzoek uitvoeren en terug naar stap 2

3.3 Stap 1&2 - Verzamelen en ordenen gegevens

Allereerst is het van belang alle gegevens te verzamelen die beschikbaar zijn met betrekking tot de ondergrond. Zie §2.1 en §2.2 van de handleiding SOS [lit. 3]. In onderstaande paragrafen worden in aanvulling op de handleiding, praktische tips gegeven voor het uitvoeren van de stappen.

Beschikbaar grondonderzoek
De dichtheid van het beschikbare grondonderzoek bepaalt in grote mate hoe het lokaal schematiseren aangepakt kan worden. Als er veel grondonderzoek beschikbaar is, is de meerwaarde van het SOS over het algemeen beperkter. Het is hierbij belangrijk om te bedenken dat voor macrostabiliteit potentiële glijvlakken vanaf 50 m van belang zijn, maar dat voor piping zandpakketten met kritieke eigenschappen smaller dan 25 m al van belang kunnen zijn. Als bijvoorbeeld elke 100 m een sondering beschikbaar is kan je voor macrostabiliteit dit grondonderzoek als startpunt gebruiken en functioneert het SOS met name als controlemiddel: of er geen maatgevende grondopbouw kan worden gemist en of de dikte van de slappe laag bijvoorbeeld dikker zou kunnen zijn. Als de dichtheid van het beschikbare grondonderzoek veel kleiner is, ligt het voor de hand het SOS als startpunt te gebruiken. Het globale SOS kan lokaal specifieker worden gemaakt op basis van het beschikbare onderzoek. In hoofdstuk 5 van de handleiding SOS [lit. 3] wordt ingegaan op het benodigde grondonderzoek per faalmechanisme.

3.4 Stap 3 - Analyse gegevens (in relatie tot SOS)

In §3.2 van de handleiding SOS [lit. 3] wordt uitgebreid ingegaan op de te volgen stappen voor een analyse van de grondopbouw. In onderstaande paragrafen worden in aanvulling op de handleiding, praktische tips gegeven voor het uitvoeren van de stappen.

De volgende aandachtspunten bij het SOS zijn belangrijk bij het analyseren van de gegevens:
- de scenario's zijn opgesteld voor het hele segment, terwijl vaak een (kleiner) deel hiervan wordt bekeken. De gemiddelde lengte van een SOS segment is 3 km, maar kan oplopen tot 15 km[1]. De dijkvakken die voor de beoordeling worden gedefinieerd (op basis van specifieke kenmerken met betrekking tot geometrie etc.) zijn vaak kleiner, meestal ordegrootte 500-1500 m;
- de scenario's zijn toepassingsonafhankelijk en daarom nog niet specifiek gemaakt voor het beoordelen van waterkering;
- niet alle scenario's zijn onderscheidend voor het te beschouwen faalmechanisme (bijvoorbeeld: voor macrostabiliteit is de aanwezigheid van ondiepe veenlagen relevant, voor piping zijn de zandbanen en deklaag relevant). Dit houdt in dat de scenario's en bijbehorende kansen verschillend kunnen zijn per faalmechanisme;
- de SOS-scenario's zijn opgesteld op basis van publiek beschikbare data en specifieke, geologische gebiedskennis, maar niet met de aanvullende ondergrondgegevens die waterschappen zelf nog bezitten. De globale schematisatie van de grondopbouw is hiermee vaak goed, terwijl de laagscheidingen minder nauwkeurig zijn geschematiseerd;
- het SOS is opgesteld voor grondlagen onder de binnenteen. Voor het beoordelen moet het dijksmateriaal nog toegevoegd worden en eventueel moeten 2D-schematisaties opgesteld worden.

Een belangrijke stap in de analyse van de gegevens met betrekking tot macrostabiliteit is het vertalen van de grondsoorten uit de proevenverzameling naar de SOS-eenheden (of andersom). In §4.4 wordt ingegaan op de parameterwaarden voor grondeigenschappen. In deze paragraaf ontbreekt de verwijzing naar de default waarden voor ongedraineerde parameters: deze zijn vermeld in de schematiseringshandleiding macrostabiliteit [lit. 4]. Het is in de praktijk verstandig gelijk te bepalen welke set van grondlagen gehanteerd zal worden. Dit is een keuze die veelal voor een groter gebied gemaakt wordt en mogelijk voor het gehele beheersgebied. Het is hierbij van belang om zowel kennis ten aanzien van de geologische herkomst als

[1] In sommige gevallen is een segment slechts enkele honderden meters lang.

kennis ten aanzien van de grondeigenschappen mee te nemen. Deze vertaling wordt daarom het beste gemaakt door een geoloog samen met een specialist geotechniek en/of waterkeringen.

Het SOS is nog toepassingsonafhankelijk. Bij een eerste analyse van de SOS-scenario's is het belangrijk te beschouwen welke lagen die in de scenario's voorkomen van belang zijn voor het te beschouwen faalmechanisme. Bijvoorbeeld: voor macrostabiliteit binnenwaarts zijn met name de ondiepe (slappe) lagen van belang. De scenario's die alleen verschillen voor de diepere (zand) lagen zijn voor macrostabiliteit niet onderscheidend.

Al het beschikbare grondonderzoek (boringen/sonderingen) kan gekoppeld worden aan een SOS-scenario. Hiervoor is het nodig goed te begrijpen welke eigenschappen de SOS-eenheden hebben en hoe die kunnen worden gerelateerd aan de boringen en bijvoorbeeld aan de conusweerstand van de sonderingen. In bijlage I staat per SOS-eenheid beschreven wat de eigenschappen zijn[1]. Binnen een SOS-eenheid kunnen sterk wisselende eigenschappen voorkomen (bijvoorbeeld gelaagd zand en klei). Indien relevant voor het faalmechanisme kunnen de verschillende grondlagen in een eenheid door subscenario's onderscheiden worden.

3.5 Stap 4 - Nadere detaillering scenario's

3.5.1 Praktijktips

In §3.3 van de handleiding SOS wordt uitgebreid ingegaan op de te volgen stappen voor een nadere detaillering van de lokale schematisaties. Stap 4&5 kunnen niet los worden gezien: bij de detaillering van de scenario's is het van belang om rekening te houden met de beoordeling van de faalmechanismen. Stap 5 is vervolgens een nadere uitwerking van de te beoordelen scenario's per faalmechanisme.

Van de scenario's dient te worden vastgesteld of deze een kans van aantreffen hebben binnen de dijkstrekking die wordt beschouwd en of ze relevant zijn voor de beoordeling voor het faalmechanisme dat wordt beschouwd. In § 3.5.2 is hier een praktijkschema voor gegeven.

De globale SOS-scenario's die een kans van aantreffen hebben en relevant zijn voor de beoordeling worden vervolgens specifiek gemaakt. Dit houdt in dat:
- laagdiktes worden toegekend op basis van de sonderingen en boringen en een inschatting (expert judgement) van de variatie hierin;
- waar nodig lokale subscenario's worden opgesteld, bijvoorbeeld indien SOS-eenheden uit grondsoorten met verschillende eigenschappen bestaan zoals afwisselend zand en klei of omdat de dikte van een zandpakket duidelijk in twee groepen in te delen is (indien piping gevoelig).

Tot slot kunnen aan de overgebleven scenario's en subscenario's kansen worden toegekend. Het toekennen van kansen gebeurt op basis van de kansen uit het SOS, het beschikbare grondonderzoek en op basis van expert judgement (gebiedskennis). In Tabel 3.2 worden tips gegeven voor het toekennen van deze scenariokansen. Daarnaast is dit in de voorbeeldcasus van hoofdstuk 6 verder toegelicht.

[1] Een toelichting op de codering van de SOS eenheden is beschreven in hoofdstuk 3 van 'Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen'.

Tabel 3.2 Tips voor het toekennen van scenario kansen

Nr.	Methode	Toepassen als	Hoe
1	1 op 1 overnemen kansen uit SOS	- alle SOS-scenario's worden meegenomen bij de beoordeling - een beschouwing van het lokale grondonderzoek geen aanleiding vormt tot het wijzigen van de kansen (ook niet indien je een deel van het segment bekijkt)	de scenario's en bijbehorende kansen 1 op 1 overnemen uit het SOS
2	herverdelen kansen uit SOS na uitsluiten SOS-scenario's	- een of meerdere scenario's op basis van gebiedskennis kunnen worden uitgesloten - daarom slechts een deel van de scenario's wordt meegenomen bij de beoordeling	kansen van scenario's die niet worden meegenomen herverdelen over de overgebleven scenario's zodat het totaal weer 100 % is indien geen lokaal grondonderzoek beschikbaar is, herverdelen op basis van SOS-scenariokansen indien wel lokaal grondonderzoek beschikbaar, gebruik tip 3 en 4
3	kans inschatten van een SOS-scenario dat niet voorkomt in lokaal grondonderzoek	- scenario's die niet zijn aangetroffen in lokaal grondonderzoek niet kunnen worden uitgesloten op basis van gebiedskennis	inschatten onzekerheid in grondonderzoek, gerelateerd aan het faalmechanisme (zie ook §5.2 en §5.3 uit [lit. 3]: - Voorbeeld macrostabiliteit: elke 100 m een sondering beschikbaar: 5 % kans dat de SOS-scenario´s die niet zijn aangetroffen wel voorkomen in de strekking. Indien het om één scenario gaat, hier 5% kans aan toekennen. - Voorbeeld piping: elke 100m een sondering beschikbaar: 10% kans dat een niet aangetroffen zandpakket tóch voorkomt. Indien het om één scenario gaat, hier 10% kans aan toekennen.
4	kansen verdelen op basis van grondonderzoek	- aanvullend grondonderzoek tot een beter inzicht in de lokale bodemopbouw heeft geleid - slechts een deel van een segment wordt beschouwd en grondonderzoek aanleiding vormt tot wijzigen van de kansen: bijvoorbeeld in het beschouwde deel van het segment is een scenario niet aangetroffen, maar in een ander deel van het segment wel	kansen verhoudingsgewijs inschatten op basis van waarnemingen: - voorbeeld: er zijn 9 sonderingen uitgevoerd (gelijkmatig verdeeld over de beschouwde strekking), waarvan er 6 overeenkomen met scenario A en 3 over scenario B. Scenario C wordt niet aangetroffen, maar krijgt een kansinschatting van 10%. Dit leidt tot de volgende kansverdeling tussen de scenario's: · A: 60 % · B: 30 % · C: 10 %

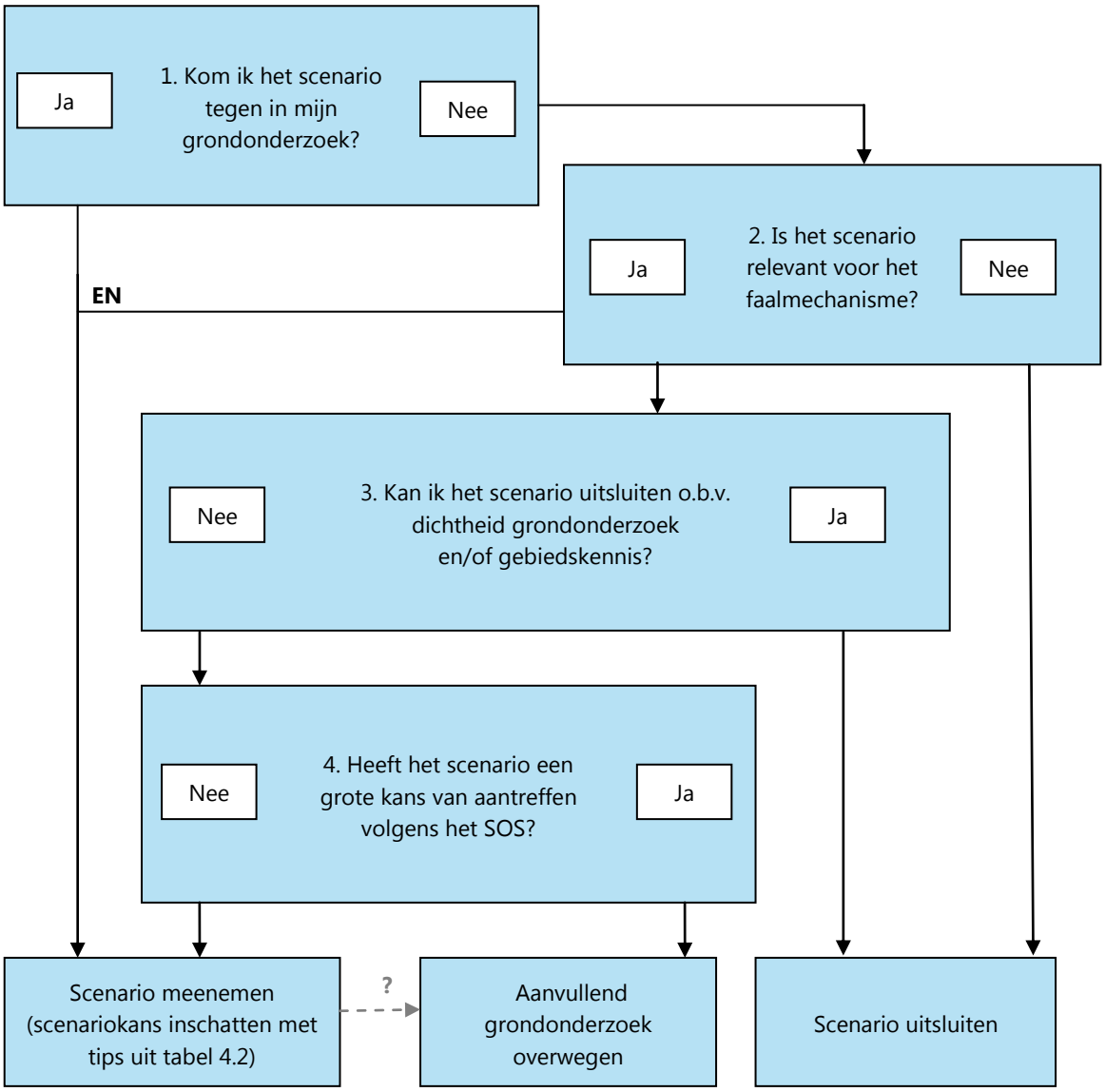
De scenariokansen worden in de gedetailleerde beoordeling omgezet naar een gewogen faalkans voor een faalmechanisme. Deze gewogen faalkans wordt gecontroleerd aan de faalkanseis, om te bepalen of de strekking voldoet op het faalmechanisme. De waarde van dit oordeel hangt samen met de juistheid van de

ingeschatte scenariokansen. Het is aan te raden om de scenariokansen voor de maatgevende scenario's niet te laag in te schatten, om zo te zorgen voor voldoende conservativiteit. Daarbij wordt aangeraden om bij oordelen die nét voldoen, een gevoeligheidsanalyse te doen op het effect van de verdeling van de scenariokansen. Eventueel kan op basis hiervan extra grondonderzoek worden uitgezet. Dit is een keuze van de waterkeringbeheerder.

3.5.2 Praktijkschema SOS-scenario's

In onderstaand schema worden handvatten gegeven over het omgaan met scenario's. Startpunt voor het schema is de situatie waarbij alle gegevens zijn verzameld en het beschikbare grondonderzoek is gekoppeld aan de SOS-scenario's, dus nádat je stap 1 en 2 uit de voorgaande paragraaf hebt doorlopen.

Afbeelding 3.1 Praktijkschema SOS-scenario's



Toelichting bij afweging 1:
Voor het te beschouwen dijkvak is grondonderzoek beschikbaar met een hoge of een lage dichtheid. Het beeld van de ondergrond op basis van dit grondonderzoek wordt vervolgens naast de scenario's gelegd die in het SOS zijn gedefinieerd. Om dit te kunnen doen is het met name voor macrostabiliteit van belang dat de

SOS-eenheden op een goede manier aan de lokale grondsoorten (bijvoorbeeld regionale proevenverzameling) zijn gekoppeld. Hiervoor is mogelijk specifieke geologische kennis van de ondergrond nodig[1]. In § 3.4 is hier nader op ingegaan. Binnen een dijkvak komen vaak maar een beperkt aantal scenario's voor. Om de (overige) SOS-scenario's te kunnen duiden is soms specifieke geologische kennis én kennis van het gebied nodig.

Toelichting bij afweging 2:
De scenario's zoals ze zijn gedefinieerd in het SOS zijn toepassingsonafhankelijk opgesteld en vormen dus een uitgangspunt voor alle faalmechanismen. Het is van belang voor het beoordelingsproces de scenario's specifiek te beschouwen voor het faalmechanisme waarop je beoordeelt. Voor piping zijn enerzijds de eigenschappen van het watervoerende pakket en anderzijds de aanwezige deklaag bepalend voor de beoordelingsresultaten. Voor macrostabiliteit zijn met name de ondiepe (slappe) lagen van belang. Bijvoorbeeld:

- voor macrostabiliteit is vaak de grondopbouw van de relatief ondiepe lagen van belang. Ondergrondscenario´s met relatief ondiepe slappe lagen zijn veelal maatgevend. Daarnaast kan een relatief ondiepe zandlaag maatgevend zijn omdat deze tot opbarsten en opdrijven kan leiden. Scenario's die met name zijn gedefinieerd door de aanwezigheid van diepere zandbanen of afzettingen van riviergeulen zullen niet onderscheidend zijn in de beoordeling op macrostabiliteit;
- voor piping zijn de scenario's waarbij zeer dikke deklaag aanwezig is niet maatgevend voor de beoordeling.

In algemene zin kan je ervoor kiezen de beoordeling in eerste instantie uit te voeren op basis van de maatgevende scenario's zoals hierboven beschreven, zodat de benodigde rekentijd wordt beperkt (in sommige gevallen kan de dijk wellicht direct goedgekeurd worden). Dit geldt met name voor stabiliteit binnenwaarts (en buitenwaarts), omdat het meenemen van ondergrondscenario's hierbij (nog) een bewerkelijke handeling is (bij het rekenen met D-Geo Stability, zie § 4.2.4). Verder in het beoordelingsproces kan er vervolgens worden geoptimaliseerd door ook minder maatgevende ondergrondscenario's een kans van aantreffen mee te geven en te beoordelen op basis van een gewogen faalkans.

Toelichting bij afweging 3:
Op basis van het beschikbare grondonderzoek en gebiedskennis kunnen scenario's worden uitgesloten. Bij het uitsluiten op basis van lokaal grondonderzoek, geldt dat dit alleen kan indien er een voldoende intensiteit van boringen en sonderingen is. Dit is ter inschattting van de beoordelaar, die hiervoor over voldoende geologische en geotechnische kennis moet beschikken.

Toelichting bij afweging 4:
Het kan zijn dat een SOS-scenario niet is aangetroffen in het grondonderzoek, maar wel een relatief grote kans van aantreffen heeft. Dit kan ofwel betekenen:

- het scenario komt niet voor in dit deel van het SOS-segment maar wel in een ander deel van het SOS-segment (indien een deel van een SOS-segment wordt beschouwd) of op enige afstand van de dijk. Indien beschikbaar onderzoek hierop duidt, kan de kans van het scenario op basis van expert judgement naar beneden worden bijgesteld;
- de intensiteit van het grondonderzoek is onvoldoende. Door het uitvoeren van aanvullende grondonderzoek kan met meer zekerheid een uitspraak worden gedaan over het betreffende scenario. Op basis van de verwachtingen ten aanzien van het beoordelingsresultaat kan ervoor worden gekozen direct aanvullend grondonderzoek te doen of eerst de invloed van het scenario op het beoordelingsresultaat te beschouwen.

Vaak zal een SOS-scenario dat niet is aangetroffen in het grondonderzoek echter een kleine kans van aantreffen hebben. Er bestaat dan, bijvoorbeeld op basis van geologische inzichten, een kans dat dit scenario zich voordoet. Omdat de kans klein is, is het verstandig eerst de invloed van het scenario op het

[1] In principe is veel van de geologische kennis juist meegenomen in het SOS, waardoor een geotechnicus met voldoende ervaring (zonder specifieke geologische kennis) op basis van de beschikbare documentatie deze koppeling goed kan maken. Het kan in specifieke gevallen echter nodig zijn om een geoloog te raadplegen.

beoordelingsresultaat (gewogen faalkans) mee te nemen voordat er wordt gekozen voor extra grondonderzoek.

3.6 Stap 5 - Vaststellen te beoordelen scenario's

De handleiding SOS gaat in §3.4 kort in op deze stap. Daarnaast wordt met name verwezen naar de schematiseringshandleidingen van de betreffende faalmechanismen. In deze paragraaf wordt uitgebreider ingegaan op praktische aandachtspunten per faalmechanisme voor het gebruik van het SOS. Ook wordt kort ingegaan op de te koppelen grondparameters aan de grondlagen.

Macrostabiliteit

Voor het doorlopen van het beoordelingsspoor 'macrostabiliteit binnenwaarts', is in veel gevallen een 2D-geometrie benodigd: parameterwaarden onder de dijk zijn over het algemeen anders dan naast de dijk. De SOS-scenario's bestaan uit 1D-profielen ter plaats van de binnenteen. In DSoilModel kan van een 1D-profiel een 2D-profiel worden gemaakt door een 1D-profiel te koppelen aan een hoogtelijn. De ondergrond is dan over het gehele 2D-profiel gelijk en de ruimte boven het 1D-profiel wordt opgevuld met standaard dijksmateriaal. In D-Soil Model kan voor zetting worden gecorrigeerd onder de dijk. Hetzelfde gebeurt als in Ringtoets 1D-profielen worden ingevoerd voor macrostabiliteit binnenwaarts.

Verder verfijnen van de 2D-schematisatie wordt gedaan in DSoilModel of D-Geo Stability[1]. STI-bestanden kunnen worden ingelezen in DSoilModel en vervolgens worden gekoppeld aan een segment. Het inlezen van ondergronden uit DSoilmodel in D-Geostability is vooralsnog niet mogelijk. Voor macrostabiliteit is het meenemen van ondergrondscenario's in D-Geo Stability daarom nog een bewerkelijke handeling. Om van grof naar fijn te werken is het daarom van belang om in eerste instantie het aantal mee te nemen scenario's in de beoordeling zoveel mogelijk te beperken.

In de schematiseringshandleiding macrostabiliteit zijn default ondergrondparameters gegeven van verschillende grondsoorten uit de landelijke dataset. Deze ondergrondparameters kunnen worden gebruikt voor een eerste berekening. Indien dit niet tot goedkeuren leidt kan aanvullend onderzoek worden gedaan om de parameters te verfijnen.

Piping

Voor het doorlopen van het beoordelingsspoor piping, kunnen de 1D-profielen direct worden gebruikt. In de schematiseringshandleiding piping zijn defaultwaarden gegeven voor de ondergrondparameters (volumiek gewicht en sterkte) van verschillende grondsoorten. Hiermee kan een eerste berekening worden gemaakt. Indien dit niet tot goedkeuren leidt kan aanvullend onderzoek worden gedaan om de parameters te verfijnen.

Vervolgstappen

Na het vaststellen van de te beoordelen scenario's kan op basis van expert judgement van de beheerder/beoordeler of op basis van een eerste berekening worden bepaald of verder verfijnen van de ondergrondschematisatie nodig is. Indien het wenselijk is de ondergrondschematisatie te verfijnen door scenario's uit te sluiten of specifieker te maken: aanvullend grondonderzoek uitvoeren en terug naar stap 2. In stap 4 van § 0 worden aanwijzingen gegeven voor het besluiten tot aanvullend grondonderzoek.

Lokale schematisaties in DSoilmodel

In DSoilmodel kunnen SOS-segmenten worden opgesplitst en kunnen scenario's worden aangepast. Dit kan vervolgens als lokale schematisatie worden opgeslagen. Om deze wijzigingen later te kunnen herleiden is het van belang de aanpassingen vast te leggen en te onderbouwen in een logboek. In het logboek kunnen keuzes en overwegingen worden opgenomen.

---

[1] In de praktijk zal het rekenen met 2D-schematisaties (vooralsnog) waarschijnlijk vaak gebeuren met D-Geo Stability

4

VRAGEN EN ANTWOORDEN

Tabel 4.1 Vragen en antwoorden naar aanleiding van kennis- en kundebijeenkomsten

Nr	Vraag	Antwoord
1	Is het gebruik van het SOS verplicht binnen WBI2017?	Voor alle dijken moet een lokale schematisatie gemaakt worden. Het SOS is hierbij een hulpmiddel. Ook zonder het SOS kan op basis van beschikbare informatie een lokale schematisatie gemaakt worden. Het gebruik is dus niet verplicht. Indien de lokale schematisatie sterk afwijkt van het SOS wordt wel verwacht dat dit onderbouwd wordt. Als je geen gebruik maakt van het SOS moet je onderbouwen dat de ondergrondschematisatie geologisch verantwoord is. Hierbij wordt opgemerkt dat het meenemen van onzekerheden in de ondergrond in het WBI2017 wordt gedaan op basis van het SOS in plaats van het toepassen van een schematiseringsfactor (schematiseringshandleiding).
2	Hoever moet het SOS verfijnd worden en hoe kan/mag dit?	In de praktijk zal je veelal lokaal schematiseren, het globale SOS dient om een beeld te vormen van de ondergrond. Hoe je in de praktijk het SOS kan verfijnen, wordt beschreven in deze instructie.
3	Hoe werk je van grof naar fijn met het SOS?	Voor macrostabiliteit (gedetailleerde beoordeling) zal je in eerste instantie beoordelen op basis van de maatgevende scenario's, omdat het meenemen van ondergrondscenario's hierbij (nog) een bewerkelijke handeling is. Afhankelijk van het beschikbare grondonderzoek kan je scenario's uitsluiten of kiezen voor aanvullend grondonderzoek. Zie § 0. Voor piping (gedetailleerde beoordeling) worden de verschillende scenario's uit DSoilmodel gemakkelijk meegenomen in Ringtoets. De optimalisatie zit hier veelal in het lokaal specifiek maken (op basis van extra grondonderzoek) van de parameters van de zandlagen en de dikte van de deklaag.
4	Wat is de waarde van de beoordelingsresultaten als hier het globale SOS voor is gebruikt?	In de praktijk zal je veelal lokaal schematiseren, het globale SOS dient om een eerste beeld te vormen indien er geen gegevens beschikbaar zijn. In de eenvoudige beoordeling kan het SOS bijdragen op basis van weinig gegevens tot een beoordeling te komen. In de gedetailleerde beoordeling zal er vaak verfijnd moeten worden. Het is aan de beoordeler om hier situatie-specifiek een inschatting van te maken.
5	Hoe ga je om met de vrijheid die er nog is?	In deze instructie hebben we geprobeerd om zo veel mogelijk handvatten te geven, maar bewust niets voor te schrijven. Het is belangrijk de keuzes die gemaakt worden

Nr	Vraag	Antwoord
		te onderbouwen op basis van de beschikbare kennis en vast te leggen (in bv. een logboek). Het is aan de beoordeler om hier situatie-specifiek een inschatting van te maken.
6	Wanneer mag je de kansen van scenario's aanpassen en hoe doe je dit?	In tabel 3.2 worden hier praktische tips voor gegeven.
7	Hoe ga je van het SOS, dat geldt voor de binnenteen, naar een 2D-schematisatie voor macrostabiliteit?	Zie § 3.6: - door een 1D-profiel te koppelen aan een hoogtelijn in DSoilmodel en (standaard) dijksmateriaal invullen - verfijnen door .sti-bestanden (met hierin onderscheid onder en naast de dijk) te koppelen aan segment of lamellen opgeven in D-Soilmodel
8	Waarom maak je onderscheid tussen een ondergrondschematisatie voor piping en macrostabiliteit, als de ondergrond in werkelijkheid niet anders is?	In werkelijkheid zal de ondergrond inderdaad niet anders zijn Maar omdat je de werkelijkheid niet kent,.moeten onzekerheden in de ondergrondschematisatie op een goede manier worden meegenomen. Per faalmechanisme wordt een praktische oplossing gezocht om deze onzekerheden mee te nemen in het beoordelingsproces. Sommige scenario's zullen niet onderscheidend zijn voor macrostabiliteit, maar wel voor piping (en andersom). Daarnaast kunnen voor piping zeer lokale variaties (<25m!) in de bodemopbouw en grondparameters bepalend zijn, terwijl de relevante zwaktezones voor macrostabiliteit groter zijn (>50m). Geredeneerd vanuit het beoordelingsproces per faalmechanisme kan je daarom verschillende scenario's uitsluiten voor macrostabiliteit, terwijl die voor piping van wezenlijk belang zijn.
9	Hoe ga je om met het SOS als je elke 100 m een sondering hebt?	In § 5.3 en in tabel 3.2, tip 3, wordt hier een instructie voor gegeven.
10	Hoe ga je om met de STI-bestanden die je al hebt?	Indien er al .sti bestanden zijn is er vaak al uitgebreid grondonderzoek uitgevoerd. De .sti-bestanden kunnen gezien worden als een 2D scenario voor 1 locatie. De STI-bestanden kan je inlezen in DSoil Model. Vaak zal een STI-profiel overeen komen met een van de SOS-scenario's. De overige SOS- scenario's dienen om onzekerheden in de ondergrond mee te nemen. Zie tabel 3.2.
11	Kun je beter met een globaal SOS starten met beoordelen, of gelijk energie steken in een lokale schematisatie?	In de eenvoudige beoordeling kan het SOS als uitgangspunt worden gebruikt om op basis van weinig gegevens tot een beoordeling te komen. Vaak is er uit vorige toetsrondes echter al veel lokale informatie beschikbaar. Dit gebruik je in dat geval als basis voor een lokale schematisatie, zoals beschreven in deze instructie. Het is noodzakelijk om in het globale SOS de laagdiktes (in te voeren als laagscheidingen) per beschouwde strekking specifiek te maken, omdat de laagdiktes nog niet deterministisch zijn[1].

[1] In de verschillende Software wordt gerekend met een deterministische ondergrond: oftewel de minimum en maximum waarde van de laagscheiding worden niet gebruikt. Voor de gemiddelde waarde dient een lokale waarde te worden ingevuld.

5

CASUS LEKDIJK BIJ STREEFKERK

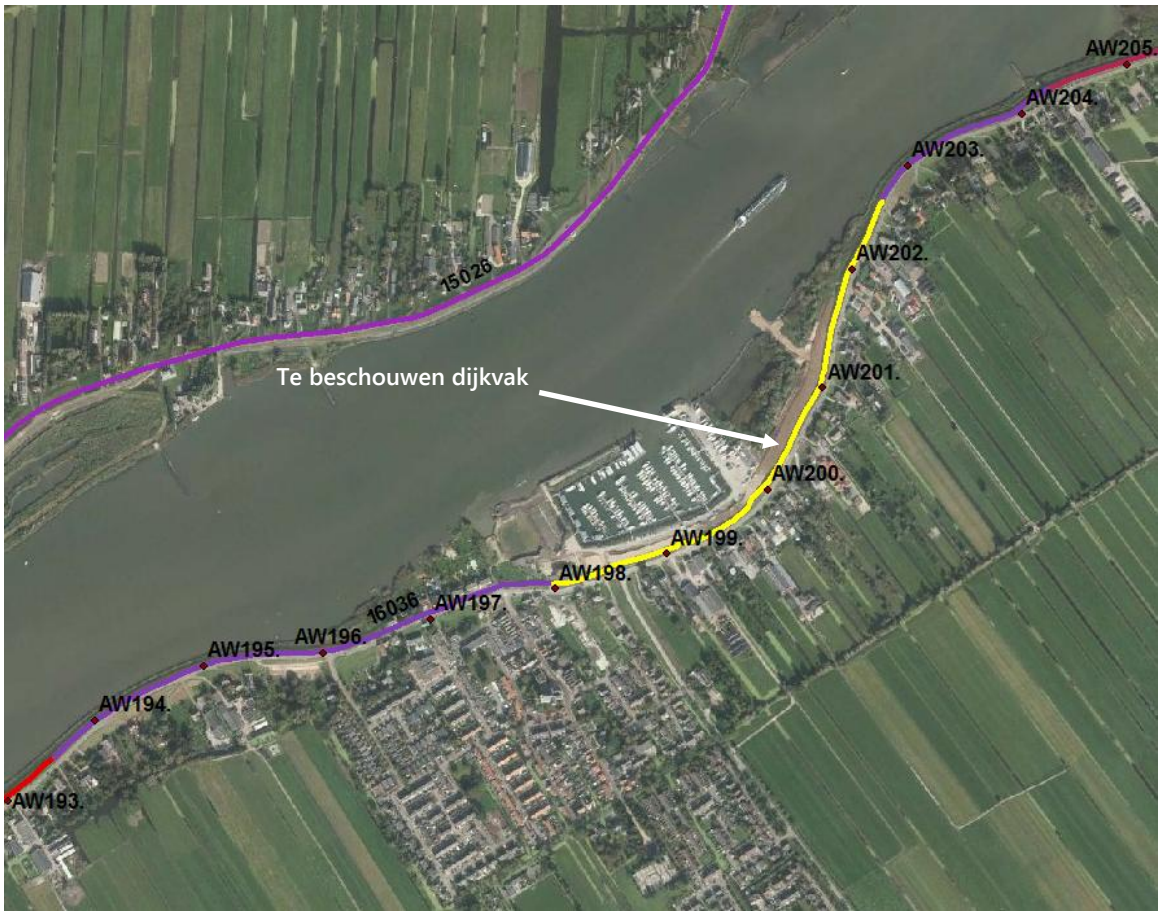
In dit hoofdstuk wordt een casus uitgewerkt, welke is behandeld in de workshops die zijn gehouden in mei 2016. Deze casus opgesteld in samenwerking met Waterschap Rivierenland.

5.1 Stap 1&2: verzamelen en ordenen van gegevens

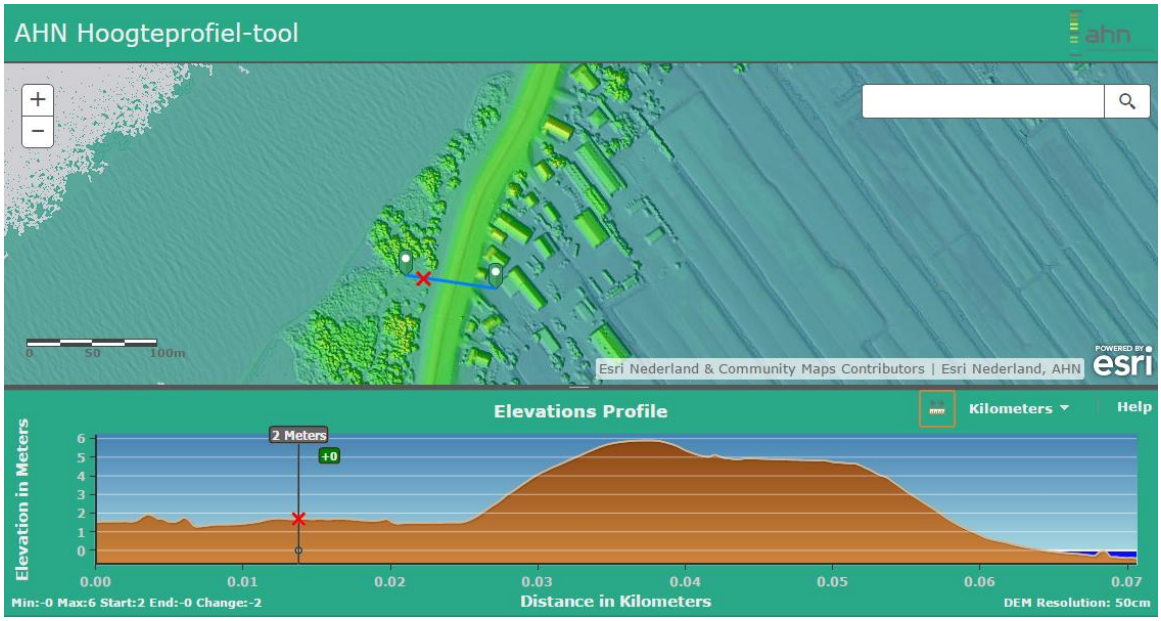
5.1.1 Situatie

Het te beschouwen dijkvak uit deze casus ligt aan de zuidoever van de Lek, ter hoogte van Streefkerk. Dit dijkvak is circa 450 m lang en loopt van de hectometerpaal AW198 tot AW202+50. Het dijkvak ligt binnen segment 16036, welke circa 2.100 m lang is.

Afbeelding 5.1 Locatie dijkvak-segment



Afbeelding 5.2 Kenmerkend hoogteprofiel bij Streefkerk



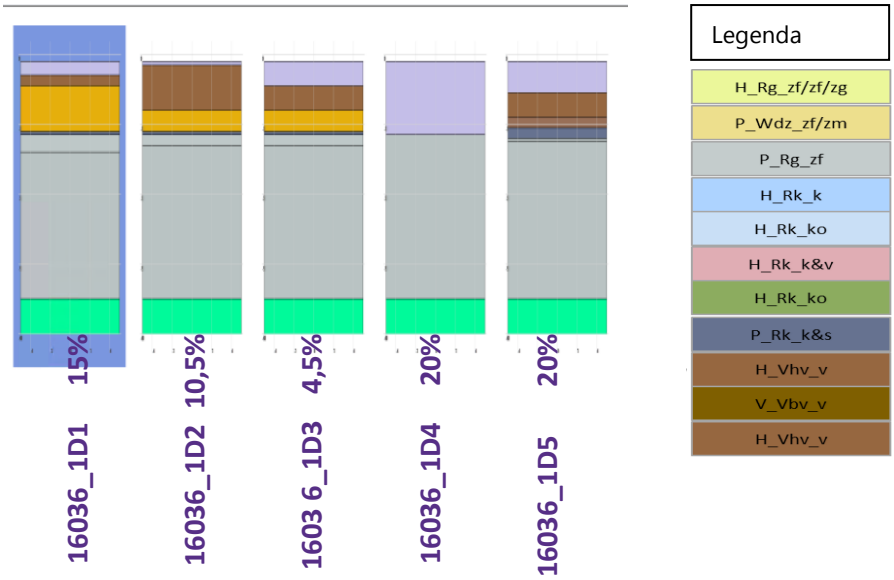
Afbeelding 5.3 De Lekdijk bij Streefkerk

5.1.2 Beschikbare gegevens

De volgende gegevens met betrekking tot de ondergrond zijn beschikbaar:

- overzichtskaart boringen en sonderingen (bijlage II);
- sonderingen in en om de dijk, uit DINO-loket (bijlage III). Intensiteit sonderingen is hoog, circa elke 100 m in de kruin. Aanvullend nog sonderingen in voor- en achterland;
- boringen in en om de dijk, uit DINO-loket (bijlage IV). Aanvullend op de sonderingen is circa elke 200 m een boring uitgevoerd;
- geotechnisch lengteprofiel (GTL) binnendijks en buitendijks (bijlage V). Op basis van geologische kennis van het waterschap is ervoor gekozen om het buitendijkse profiel te hanteren voor de analyses;
- SOS-scenario's voor segment 16036 (afbeelding 5.4 en bijlage I).

Afbeelding 5.4 SOS-scenario's segment 16036



Deze gegevens zijn ook digitaal te raadplegen in DSoilmodel.

5.2 Stap 3 - analyse gegevens (in relatie tot SOS)

5.2.1 Vertalen van grondsoorten

Een eerste belangrijke stap bij het analyseren van de ondergrond met behulp van het SOS is het maken van een koppeling tussen de door het waterschap gehanteerde grondsoorten[1] en de SOS-eenheden (bijlage I). Het systeem achter de naamgeving is als hulpmiddel weergegeven in tabel 5.1. De antropogene gronden zijn niet opgenomen, omdat dit de bovengrond betreft welke niet voorkomt in het SOS. Omdat de karakteristieke parameters gekoppeld zijn aan de gedefinieerde grondsoorten is het van belang een keuze te maken voor de te gebruiken lagen.

Het maken van een koppeling tussen de gedefinieerde grondsoorten uit de praktijk en de SOS-eenheden is een belangrijke, maar niet eenvoudige stap. Het meenemen van de geologische oorsprong van een laag en de diepte waarop deze aanwezig is, is hierbij van belang. In de toelichting bij de SOS-eenheden staan ook eigenschappen benoemd die hierbij kunnen helpen, zie bijlage I. In tabel 5.2 is deze koppeling gemaakt voor de casus.

[1] De benaming van de grondsoorten uit het GTL is gekoppeld aan de proevenverzameling van het waterschap.

Tabel 5.1 Het systeem achter de naamgeving van de SOS-eenheden (bron: Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen)

Code	Betekenis	Code	Betekenis	Code	Betekenis	Code	Betekenis
H	*Holoceen*	M	*Marien*	g	*Geul*	zg	*Zeer en uiterst grof zand*
				kw	*Kwelder*	zm	*Matig fijn tot zeer grof zand*
		E	*Estuarien*	l	*Lagune*	zf	*Uiterst fijn tot matig fijn zand*
				p	*Getijdenplaat*	z&s	*Afwisseling zand/silt lagen*
				r	*Restgeul*	z&k	*Afwisseling zand/klei lagen*
		R	*Rivier*	k	*Komgebied*	zs	*Siltig zand*
				o	*Oeverwal/crevasse*	zk	*Kleiig zand*
				bk	*Beek*	s	*Silt*
		V	*Veen*	bv	*Basisveen*	kz	*Zandige klei*
P	*Pleistoceen en ouder*			hv	*Hollandveen*	k&s	*Afwisseling klei en silt lagen*
		W	*Wind*	dz	*Dekzand*	k	*Klei*
				ls	*Löss*	ko	*Organische klei*
				rd	*Rivierduin*	k&v	*Afwisseling klei en veenlagen*
		G	*Glaciaal*	gs	*Gestuwd*	vk	*Kleiig veen*
				Kl	*Keileem*	v	*Veen*
				sh	*Smeltwater en helling*	o&z	*Afwisseling organische klei/zandlagen*
		O	*Overig*	m	*Meer*	sd	*Slecht doorlatend*
				v	*Variabel*	ht	*Antropogeen: heterogeen*
		A	*Aangebracht*	a	*Aangebracht*		

Tabel 5.2 Van SOS-eenheden naar geotechnisch lengteprofiel (GTL) grondsoorten

SOS-eenheid	GTL grondsoort	Formatie	Grondsoort	Toelichting
H_Ro_z&k	12 13 12-14 14 15*	Echteld	klei klei, zandig klei zandig/zand kleiig zand	Bovenste laag: variërend van 0,5 tot 10,5 meter dik→in alle scenario's aanwezig. Oever-, crevasse- en dijkdoorbraakafzettingen Afwisselend klei en zandlagen: - niet watervoerend; - onderscheid lagen is van belang voor macrostabiliteit. 12-14: crevasse
H_Vhv_v	4	Nieuwkoop	veen	Hollandveen Komt in 4 van de 5 SOS-scenario's voor. Laagdikte varieert sterk.
H_Rk_ko	15* 16 17	Echteld	klei (komklei) klei klei, zandig	In de SOS-eenheid beschreven als organische klei. Komt in 1 SOS-scenario voor (kans 20 %) als een laag van enkele meters dik onder de veenlaag (vanaf circa NAP -9,0 m).

SOS-eenheid	GTL grondsoort	Formatie	Grondsoort	Toelichting
P_Wdz_zf	21	Boxtel	zand (donkzand)	Matig fijnzandige windafzetting (dekzand of stuifzand). Komt in 3 SOS-scenarios voor (kans 15 % , 10,5 % en 4,5 %) als zandlaag onder de veenlaag. donkzand is stuifzand
P_Rk_k&s	31	Kreftenheye	klei, vaak zandig	Kleiige en siltige komafzetting. Komt in 4 van de 5 SOS-scenario's voor, op H_Rg_zm. Laagdikte is over het algemeen beperkt (0,5 à 1,5m).
P_Rg_zm	32 36	Kreftenheye Sterksel	zand matig fijn tot zeer grof	Rivierbeddingszand, sterk wisselend in eigenschappen. Komt in 4 van de 5 SOS-scenario's voor. Laagdikte is over het algemeen beperkt (0,5 à 2,5m).
P_Rg_zg	32 36	Kreftenheye Sterksel	zand zeer grof tot uiterst grof	Rivierbeddingszand, sterk wisselend in eigenschappen, meestal met grindinsluitingen. Komt in alle SOS-scenario's voor, dikte circa 20 à 25 m.
P_Ova_sd	37A 37B	Waalre Waalre	klei zand	Slecht doorlatende laag. In alle SOS-scenario's aanwezig vanaf circa NAP-35,0m.

* In het geotechnisch lengteprofiel komt deze kleilaag op verschillende dieptes voor.

Omdat de sterkteparameters gerelateerd worden aan de gekozen grondsoorten, is het van belang de lagen die relevant zijn voor macrostabiliteit in eerste instantie te kunnen koppelen aan de standaard waarden voor S, m en POP uit de schematiseringshandleiding macrostabiliteit[1]. Daarnaast dient aan de grondlagen een volumegewicht te worden toegekend: ofwel door middel van lokale metingen, ofwel op basis van de regionale proevenverzameling. In dit geval wordt voor macrostabiliteit gekozen voor een onderverdeling van de bovenste laag in de verschillende kleisoorten (onderverdeling binnen de SOS eenheid), omdat deze van belang zijn voor de stabiliteit van de waterkering en hier vanuit de proevenverzameling sterkteparameters zijn gekoppeld.

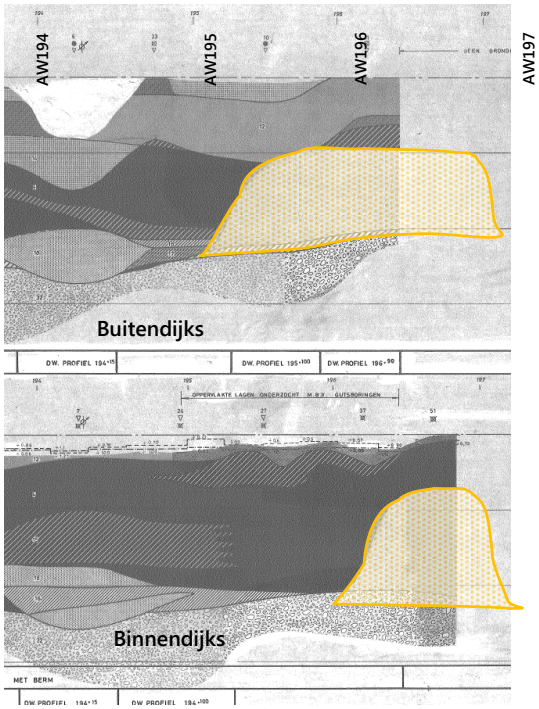
5.2.2 Analyse scenario's

Scenario 16036_1D1

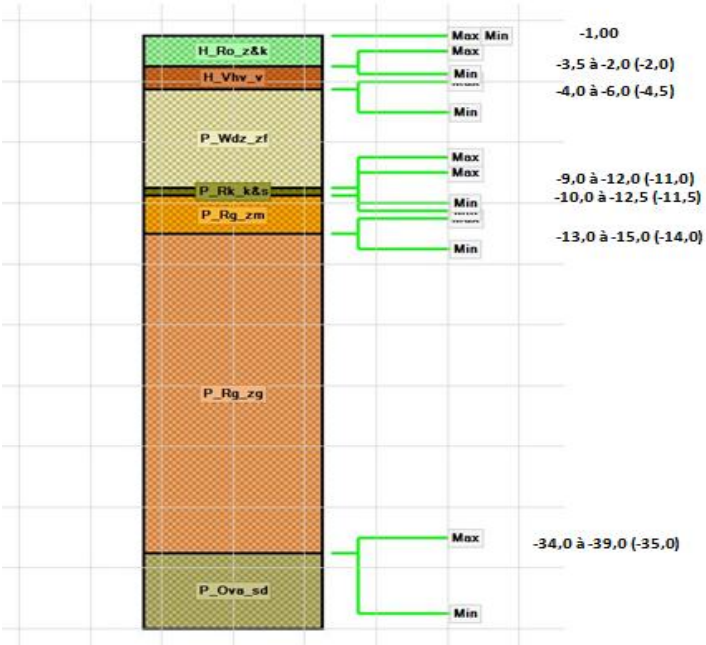
In dit scenario komt een bovenlaag van zand en klei voor op een relatief dunne veenlaag. Hieronder is een matig fijne zandlaag aanwezig (rivierduin). Dit scenario komt overeen met de grondopbouw ter plaatse van hm 196.5. Binnen het dijkvak komt deze bodemopbouw dus niet voor.

[1] Of hoek van inwendige wrijving in geval van gedraineerde parameters.

Afbeelding 5.5 Rivierduin in geotechnisch lengteprofiel



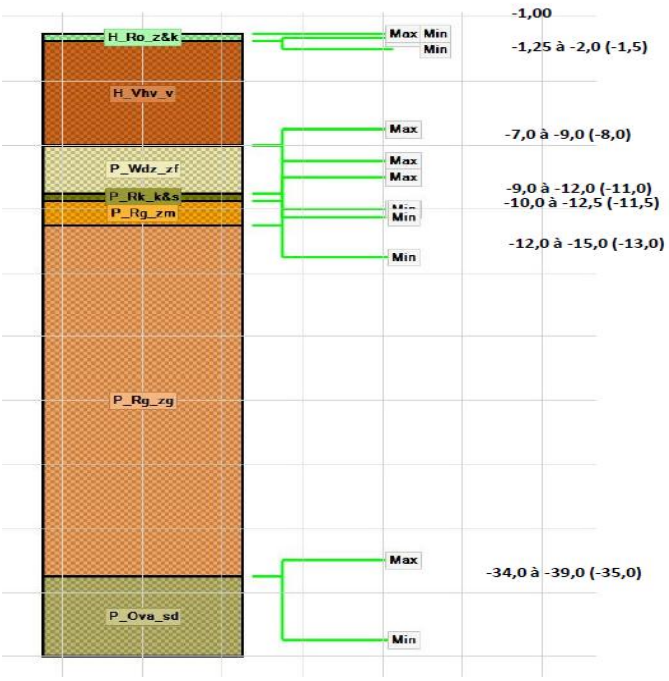
Afbeelding 5.6 Scenario 1D1



Scenario 16036_1D2

In dit scenario komt een dunne bovenlaag van zand en klei voor op een relatief dikke veenlaag. Hieronder is een matig fijne zandlaag aanwezig (rivierduin). Dit scenario komt op het geotechnisch lengteprofiel (en binnen het dijkvak) niet voor.

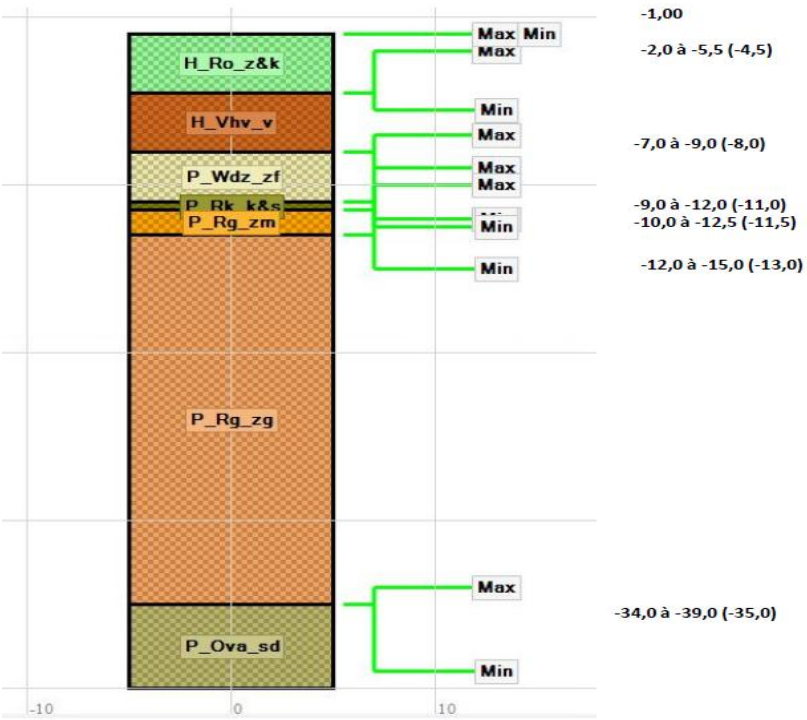
Afbeelding 5.7 Scenario 1D2



Scenario 16036_1D3

In dit scenario komt een bovenlaag van zand en klei voor op een veenlaag. Hieronder is een matig fijne zandlaag aanwezig (rivierduin). De bovenkant van deze laag is gelijk aan de bovenkant in scenario 16036_1D2. Dit scenario komt overeen met de grondopbouw tussen hm 196 en hm 196.5, zie afbeelding 5.5. Binnen het dijkvak komt deze bodemopbouw dus niet voor.

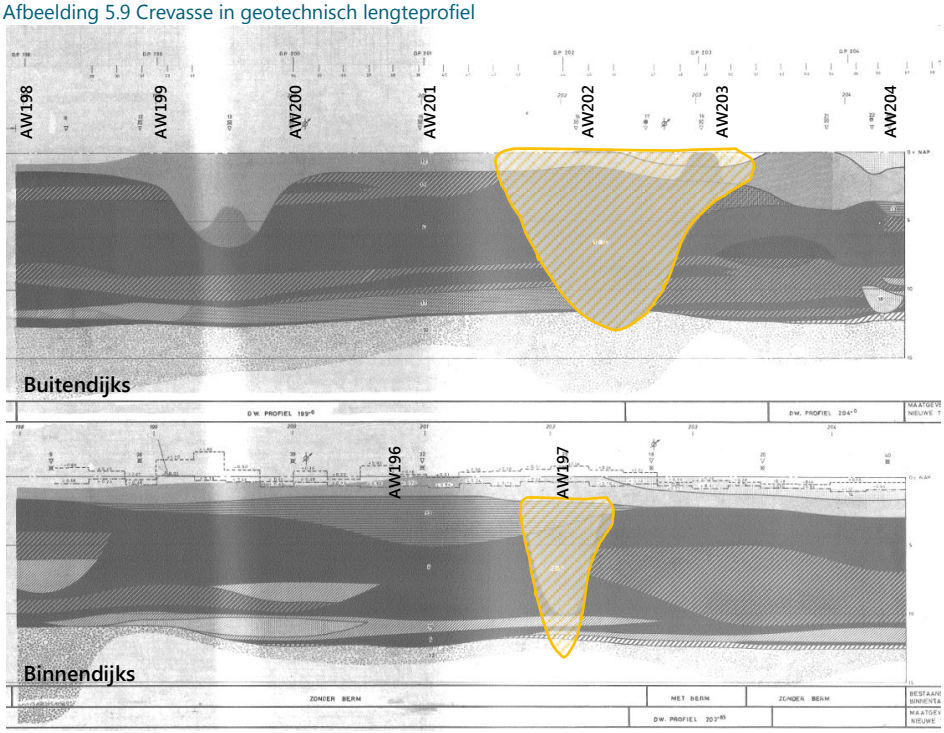
Afbeelding 5.8 Scenario 1D3



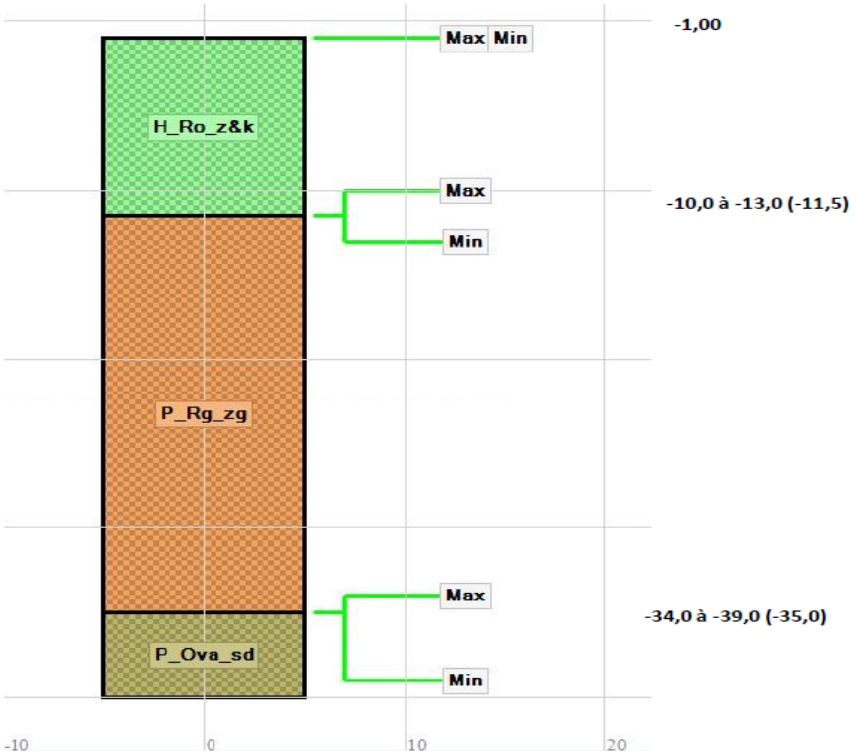
Scenario 16036_1D4

In dit scenario komt een relatief dikke bovenlaag van zand en klei voor op een zandpakket. Hieronder is direct de Pleistocene, grove zandlaag aanwezig (rivierbeddingszand), de veenlaag is hier doorsneden door een crevasse. Dit scenario komt voor tussen AW201+80 tot AW202+30 en komt overeen met sondering S38D01576, waarbij de laagscheiding op circa NAP -8,0 m ligt.

Afbeelding 5.9 Crevasse in geotechnisch lengteprofiel



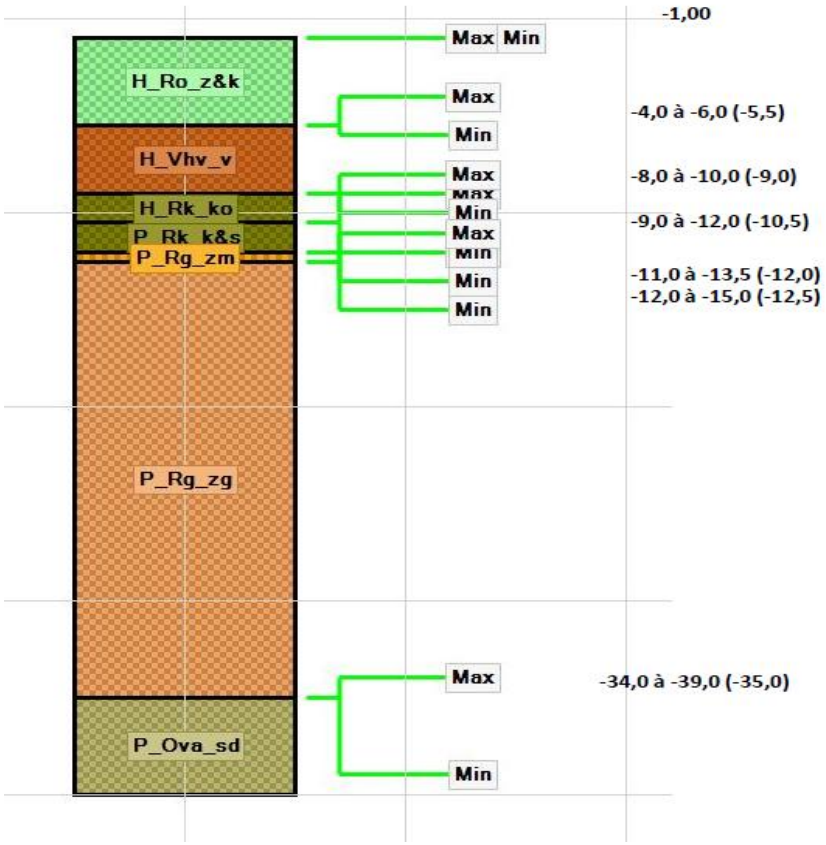
Afbeelding 5.10 Scenario 1D4



Scenario 16036_1D5

In dit scenario komt een bovenlaag van zand en klei voor op de veenlaag. Tussen het veen en de Pleistocene zandlaag zijn kleiige afzettingen aanwezig. Dit scenario is het meest representatief voor het dijkvak. Wel is te zien dat binnen de veenlaag lagen van klei te onderscheiden zijn, zowel in het geotechnisch lengteprofiel als in bijvoorbeeld de sonderingen S38D01570 en S38D01555. De laagscheiding van het veen ligt op basis van de sonderingen rond de NAP -6,0 à -6,5 m. De kleilagen uit de bovenlaag hebben een iets hoger wrijvingsgetal (4 à 5 %) dan je zou verwachten op basis van de beschrijving SOS-eenheid.

Afbeelding 5.11 Scenario 1D5



5.3 Stap 4: nadere detaillering scenario's

5.3.1 Uitsluiten scenario's

Voor het uitsluiten van scenario's maken we gebruik van het praktijkschema SOS, zie tabel 5.3.

Tabel 5.3 Uitsluiten scenario's op basis van praktijkschema

Scenario	Stap 1 & stap 2: 1. Kom ik het scenario tegen? 2. Is het senario relevant?	Stap 3: Kan ik het scenario uitsluiten o.b.v. grondonderzoek?	Stap 4: Heeft het scenario een grote kans?	Conclusie
macrostabiliteit				
1D1	scenario komt niet voor binnen dijkvak, maar is mogelijk wel relevant voor macrostabiliteit	ja, dergelijke grote zandduinen kunnen niet voorkomen tussen de puntwaarnemingen	n.v.t.	uitsluiten
1D2	scenario komt niet voor binnen dijkvak, maar is mogelijk wel relevant voor macrostabiliteit	nee, mogelijk kunnen kleine zandduinen voorkomen tussen de puntwaarnemingen	nee , geen grote kans van aantreffen: 10,5 %	meenemen in beoordeling
1D3	scenario komt niet voor binnen dijkvak, maar is mogelijk wel relevant voor macrostabiliteit	nee, mogelijk kunnen kleine zandduinen voorkomen tussen de puntwaarnemingen	nee, geen grote kans van aantreffen: 4,5 %	omdat dit scenario vergelijkbaar is met 1D2 niet meenemen: dikkere veenlaag is maatgevender
1D4	scenario komt voor binnen dijkvak, maar is waarschijnlijk niet relevant voor macrostabiliteit	n.v.t.	n.v.t.	niet meenemen in beoordeling, waarschijnlijk niet maatgevend. Tijdens/na beoordeling is een check benodigd op deze aanname[1]
1D5	scenario komt voor binnen dijkvak en is relevant voor macrostabiliteit	n.v.t.	n.v.t.	meenemen in beoordeling: basisschematisatie
piping				
1D1	scenario komt niet voor binnen dijkvak, maar is wel relevant voor piping	ja, dergelijke grote zandduinen kunnen niet voorkomen tussen de puntwaarnemingen	n.v.t.	uitsluiten
1D2	scenario komt niet voor binnen dijkvak, maar is wel relevant voor piping	nee, mogelijk kunnen kleine zandduinen voorkomen tussen de puntwaarnemingen	nee : 10,5 %	meenemen in beoordeling
1D3	scenario komt niet voor	nee, mogelijk kunnen	ja, grote kans van	meenemen in

[1] Indien er op de zandlaag een dunne deklaag aanwezig is waar sprake is van opbarsten, terwijl er bij de overige scenario's geen sprake is van opbarsten: heroverwegen.

Scenario	Stap 1 & stap 2: 1. Kom ik het scenario tegen? 2. Is het senario relevant?	Stap 3: Kan ik het scenario uitsluiten o.b.v. grondonderzoek?	Stap 4: Heeft het scenario een grote kans?	Conclusie
	binnen dijkvak, maar is wel relevant voor piping	kleine zandduinen voorkomen tussen de puntwaarnemingen	aantreffen: 24,5 %	beoordeling
1D4	scenario komt voor binnen dijkvak, maar is niet relevant voor piping (geen opbarsten)	n.v.t.	n.v.t.	meenemen in beoordeling
1D5	scenario komt voor binnen dijkvak, maar is niet relevant voor piping (geen opbarsten)	n.v.t.	n.v.t.	meenemen in beoordeling

5.3.2 Lokaal uitwerken scenario's

Macrostabiliteit

Op basis van bovenstaande overwegingen worden voor macrostabiliteit twee lokale scenario's opgesteld: M-L2 (1D2) en M-L1 (1D5).

De basisschematisatie 1D5 kan op basis van het grondonderzoek specifieker worden gemaakt. Wat opvalt bij het beschouwen van het geotechnisch lengteprofiel, is dat de veenlaag ondieper wordt aangetroffen dan in het SOS is ingeschat. Ter plaatse van AW199+50 wordt slappe klei tot veen aangetroffen tussen circa NAP +0,0 m en NAP -6,0 m. Om deze reden wordt het scenario uitgewerkt met een aanpassing aan de bovenste laag (H_Ro_z&k).

Voor het scenario 1D2 wordt uitgegaan van de modale waarden, met uitzondering van de rivierduin: laag P_Wdz_zf. Er wordt ingeschat dat er een rivierduin van maximaal 1 m hoog mogelijk is.

Tabel 5.4 Macrostabiliteit lokale schematisaties

M-L1 (1D5)		M-L2 (1D2)	
Grondsoort	**Bovenkant laag (m + NAP)**	**Grondsoort**	**Bovenkant laag (m + NAP)**
antropogene klei*	mv	antropogene klei*	mv
antropogeen veen*	0,4	H_Ro_z&k	-1,0
sterk humeuze klei (H_Ro_z&k)**	-0,4	H_Vhv_ v	-1,5
H_Vhv_ v	-6,4	P_Wdz_zf	-8,0***
H_Rk_ko	-8,0	P_Rk_k&s	-9,0
P_Rl_k&s	-9,4	P_Rg_zm	-10,0
P_Rg_zm	-11,5	P_Rg_zg	-13,0
P_Rg_zg	-12,0	P_Ova_sd	-35,0
P_Ova_sd	-35,0		

* Antropogene gronden komen niet voor in het SOS en worden daarom in de lokale schematisatie toegevoegd.

** Een onderverdeling van de laag H_Ro_z&k is noodzakelijk om de juiste sterkteparameters te kunnen toekennen.

*** Maximaal 1 m hoge rivierduin mogelijk.

Piping

Op basis van de overwegingen uit § 5.3.1 zijn voor piping vier scenario's relevant: D2,D3,D4 en D5. Deze zijn samengevoegd tot twee lokale scenario's (tabel 5.5): P-L1 voor 1D4 en 1D5 en P-L2 voor ID2 en ID3.

De lokale schematisatie van P-L1 is samengesteld op basis van de beschikbare sonderingen. Alle sonderingen komen overeen met de scenario's ID5 en ID6 met de bovenzijde van de piping gevoelige zandlaag tussen de NAP -10,5 m en NAP -13,5 m. Van de onderzijde van deze zandlaag is geen informatie beschikbaar en is de karakteristiek waarde (NAP -39 m) uit het SOS gebruikt.

De toegekende laagdiktes in scenario P-L2 zijn conservatief aangenomen omdat voor dit scenario geen boringen of sonderingen beschikbaar zijn waarmee de laagscheidingen lokaal geschematiseerd kunnen worden.

Tabel 5.5 Piping lokale schematisaties

P-L1 (1D4/1D5)		P-L2 (1D2/1D3)	
Grondsoort	**Bovenkant laag (m + NAP)**	**Grondsoort**	**Bovenkant laag (m + NAP)**
H_Ro_z&k	mv	H_Ro_z&k	mv
P_Rg_zg (aquifer)	-10,5	H_vhv_v	-1,25
		P_Wdz_zf (aquifer)	-7,0

5.3.3 Inschatten kansen per scenario

Macrostabiliteit

Omdat er grondonderzoek met een hoge intensiteit (elke 100 m) beschikbaar is, zijn de onzekerheden in de ondergrond beperkt: we weten voor 95 % zeker dat we de maatgevende bodemopbouw hebben aangetroffen. De resterende 5 % kunnen we verdelen over scenario's die mogelijk kunnen optreden en bovendien ongunstiger zijn voor het betreffende faalmechanisme. Zie ook tabel 5.6.

Indien gewenst, kunnen meerdere scenario's worden meegenomen, op basis van de kans van aantreffen. Bijvoorbeeld:

- indien op voorhand onduidelijk is welk scenario maatgevend is;
- indien de dijk net als onvoldoende wordt beoordeeld op basis van het maatgevende scenario en het meenemen van een extra scenario gunstig uitpakt voor de gewogen faalkans.

Op basis van de grondopbouw die het beschikbare grondonderzoek laat zien, kan een verdeling worden gemaakt tussen (sub)scenario's. Bijvoorbeeld voor deze casus: over circa 200 m wordt een dikkere zandige bovenlaag aangetroffen, tussen AW200 en AW202. Hier kan een extra subscenario voor worden aangemaakt (1D5-2). De kans van aantreffen (95 %) van scenario 1D5 wordt dan bijvoorbeeld verdeeld met de verdeling 1D5-1 : 1D5-2 → 45 % : 40 %.

Piping

Omdat er grondonderzoek met een hoge intensiteit (elke 100 m) beschikbaar is, zijn de onzekerheden in de ondergrond beperkt: we weten voor 90 % zeker dat we de maatgevende bodemopbouw hebben aangetroffen. Zie ook tabel 5.6 . De resterende 10 % kunnen we verdelen over scenario's die mogelijk kunnen optreden en bovendien ongunstiger zijn voor het betreffende faalmechanisme, in dit geval samengevoegd in één lokaal scenario S-L2.

Tabel 5.6 Inschatten kansen per scenario

Macrostabiliteit			Piping		
Scenario	**Kans**	**Toelichting**	**Scenario**	**Kans**	**Toelichting**
1D1	0 %	uitgesloten	1D1	0 %	uitgesloten
1D2	5 %	maatgevende bodemopbouw met een kleine kans van aantreffen	S-L2(D2/D3)	10 %	niet aangetroffen in grondonderzoek
1D3	0 %	niet maatgevend	S-L1(D4/D5)	90 %	niet maatgevend, eventueel toch meenemen indien gedetailleerde toetsing noodzakelijk blijkt
1D4	0 %	niet maatgevend			
1D5-1	95 %	maatgevende bodemopbouw die is aangetroffen			

5.4 Stap 5: vaststellen te beoordelen scenario's

Macrostabiliteit

Voor macrostabiliteit wordt een 2D schematisatie opgesteld conform de schematiseringshandleiding macrostabiliteit. In eerste instantie wordt een inschatting van de ongedraineerde parameters gemaakt. Vervolgens kan worden verfijnd door het lokaal specifiek maken van de sterkteparameters.

Indien blijkt dat de lokale schematisatie die als maatgevend is gekozen als onvoldoende wordt beoordeeld, kan ervoor worden gekozen nog een (gunstiger) lokale schematisatie op te stellen. Beide scenario's worden dan meegenomen in de beoordeling door middel van een gewogen faalkans.

Piping

Allereerst wordt voor het maatgevende scenario (S-L2) de eenvoudige toets doorlopen.

Indien niet wordt voldaan aan de eisen, moet een gedetailleerde toets worden doorlopen. In dat geval dient ook het 90 % scenario (S-L1) te worden meegenomen, beide scenario's worden dan meegenomen door middel van een gewogen faalkans. In eerste instantie worden voor piping de standaard parameters behorende bij de SOS-eenheden gebruikt.

Afhankelijk van de beoordeling wordt bijvoorbeeld:
- een verdere opsplitsing gemaakt in lokale scenario's;
- aanvullend grondonderzoek uitgevoerd om de maatgevende scenario's te kunnen uitsluiten;
- aanvullende informatie ingewonnen met betrekking tot de grondparameters.

6

LITERATUUR

1. Deltares (2015). Voorschrift Toetsen op Veiligheid, Technisch Deel - VTV-Technisch Deel (WTI 2017), versie 3. Rapport: 1220078-000.
2. Deltares (2015)Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen, versie 2. Rapport: 1209432-000.
3. Deltares (2015) WTI2017: Handleiding lokaal schematiseren met WTI-SOS, versie 2. Rapport: 1209432-004.
4. Deltares (2016) Schematiseringshandleiding Macrostabiliteit, versie 6. Rapport: 1220083-008.
5. Deltares (2016) Schematiseringshandleiding Piping bij dijken, versie 3. Rapport: 1220084-006.
6. Deltares (2016) D-Soil Model handleiding versie 15.2.1. Revisie: 44316.

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: SOS-EENHEDEN

A WTI-SOS eenheden

WTI-SOS code	Omschrijving	Kenmerken (geldend voor het vrije veld, op enige meters diep)	Formatie
H_Mg_zm	Matig fijn tot zeer grof getijdengeulzand	Zand, fijn en middel, kleiig (volgens NEN, soms zandige klei), met mm - cm dunne smalle (<~1 m) klei/siltlaagjes, gehalte fijne laagjes klei zeer variabel, met variatie tussen ca. 10 - 30 % met uitschieters tot 40 %, in 0.5 - 2 m dikke sublagen minder dan 30 m breed binnen één pakket, zeer los tot los, Rf ~ 0.5 - 1.5 %, conus 1 - ~20 MPa met fluctuaties over 1 - 2 m van 2 - 5 MPa	Naaldwijk
H_Mg_zf	Uiterst fijn tot matig fijn getijdengeulzand	Getijdengeul. Zand, fijn, kleiig, mm - cm dunne smalle (<~1 m) klei/siltlaagjes, gehalte fijne laagjes klei zeer variabel, met variatie tussen ca. 5 - 15 % met uitschieters tot 30 %, in 0.5 - 2 m dikke sublagen minder dan 30 m breed binnen één pakket, zeer los tot los, Rf ~ 1 - 2 %, conus 1 - 10 MPa met fluctuaties over 1 - 2 m van 1 - 2 MPa en met uitschieters naar 15 MPa	Naaldwijk
H_Mg_zk	Uiterst fijn tot matig fijn getijdengeulzand met dunne klei- en silt laagjes.	Getijdengeul. Zand, fijn, kleiig , mm - cm dunne smalle (<~1 m) klei/siltlaagjes, gehalte fijne laagjes klei zeer variabel, met variatie tussen ca. 10 - 30 % met uitschieters tot 40 %, in 0.5 - 2 m dikke sublagen minder dan 30 m breed binnen één pakket, zeer los tot los, Rf~ 1 - 2 %, conus 1 - 10 MPa met fluctuaties over 1 - 2 m van 1 -3 MPa en met uitschieters naar 15 MPa	Naaldwijk
H_Mp_zf	Zandige getijdenplaatafzettingen	Zand, fijn met zeer weinig dunne klei/silt laagjes, bestaat uit relatief schoon zand. Los tot dicht gepakt. Rf ca. 0.5-1.5%, conus 2-10 MPa	Naaldwijk
H_Mr_kz	Getijdenrestgeulopvulling	Afwisseling van zand en kleilagen met regelmatig organische klei- en veenlagen. De afzetting kent een grote variatie, Rf ca. 1-4% met uitschieters naar 6%, conus 1-5 MPa met soms uitschieters tot 10 MPa.	Naaldwijk
H_Mkw_z&k	Afzettingen van kleine getijdenplaat- en kweldergeulen	Klei, geen - weinig mm tot cm dikke zand/siltlaagjes, meest matig stevig, weinig plantenresten, Rf ca. 1.5 - 4 %, conus <~2 MPa, getijdeplaat afzetting, pakket wordt gekenmerkt door meerdere lagen met verschil in gehalte aan zandlaagjes	Naaldwijk
H_Mp_k	Kleiige getijdenplaat- en kwelderafzettingen	Klei, zacht tot matig stevig, vaak zandig, Rf ca. 2 - 5 %, conus <~1 MPa, plaatselijk tot 2 MPa, pakket bestaat soms uit lagen met meer en minder plantenresten	Naaldwijk
H_Mp_ko	Organisch rijke getijdenplaat- en kwelderafzettingen	Organische klei met regelmatig veenlagen Kan ook gyttjalagen bevatten. Zacht met veenlagen van 0.1- 0.4 m dik, Rf 4-8% met uitschieters naar 10%. conus meestal < 1 MPa.	Naaldwijk
H_Ml_ko	Lagunaire afzetting	Organische klei, zeer zacht. Kan ook gyttjalagen bevatten. Rf 2-4% met uitschieters naar 6%, conus meestal <1 MPa en vaak rond de 0.5 MPa.	Naaldwijk
H_Eg_zm	Matig fijn tot zeer grof estuarien getijden-geulzand	Zand en klei, met weinig fijne (cm) en soms dikkere (0.5 m) kleilaagjes. Verticaal komen er binnen 1-2 m en over afstanden van 2-20 m grote variaties voor in de hoeveelheid kleilagen en kleilaagjes, plaatselijk met organisch materiaal, conus tussen 5-15 MPa met uitschieters tot 20 MPa, Rf= 0.5-2 %	Naaldwijk
H_Eg_z&k	Uiterst fijn tot matig fijn estuarien getijden-geulzand	Zand en klei, met meest fijne (cm) en soms dikkere (0.5 m) kleilaagjes. Verticaal komen er binnen 1-2 m en over afstanden van 2-20 m grote variaties voor in de hoeveelheid kleilagen en kleilaagjes, plaatselijk met organisch materiaal, conus tussen 1-5 MPa met uitschieters tot 10 MPa, Rf= 0.5-2 %	Naaldwijk
H_Rg_zg	Zeer grof tot uiterst grof rivierbeddingszand	Zand, middel tot grof, regelmatig met grindinsluitingen en fijne zandinsluitingen, conus >20 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met grote verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van > 5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m.	Echteld
H_Rg_zm	Matig fijn tot zeer grof rivierbeddingszand	Zand, middel, soms met grindinsluitingen en regelmatig fijne zandlagen, los tot matig dicht, conus ~10-20 MPa met uitschieters naar 30 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met grote verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van > 5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m.	Echteld
H_Rg_zf	Uiterst fijn tot matig fijn zand rivierbeddingszand	Zand, fijn -middel, weinig zeer grof zandinsluitingen met soms wat grind, los tot matig dicht, conus ~3-15 met uitschieters naar 20 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van 1-5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m.	Echteld
H_Rr_o&z	Rivierrestgeulopvulling	Afwisselende lagen van voornamelijk organische klei, regelmatig veen, vooral aan de bovenkant van de laag, en soms zandlagen van 0.2-1 m dik. Kan ook gyttjalagen bevatten.	Echteld

H_Ro_z&k	Oever-, crevasse- en dijkdoorbraakafzettingen	Klei- en zandlagen van meest 0.1-0.2 m dik, zeer lokaal dikkere zandlagen van 1-3 m dik en over 5-50 m lengte. Conusweerstand 2-5 MPa, zeer variabel met de diepte, Rf 1-4%	Echteld
H_Rk_k	Hogere komafzettingen	Klei met silt, met soms geïsoleerde zand en veenlaagjes van 0.1-0.3 m dik, Rf 2-4%, conus <1 MPa	Echteld
H_Rk_k&v	Lagere komafzettingen met afwisseling van klei- en veenlagen	Afwisseling van veenlagen en kleilagen van 5-30 m lengte van decimeters dikte. Kan ook gyttjalagen bevatten. Rf=3-7%, conus < 1.2 MPa	Echteld
H_Rk_ko	Lagere komafzettingen met organische klei	Organische klei, met plantenresten, bevat soms veenlagen van enige decimeters dikte, Rf 3-7%, conus < 1.2 MPa. Kan ook gyttjalagen bevatten.	Echteld
H_Rk_vk	Lagere komafzetting van kleiig veen	Kleiig veen, Rf 4-8% met variaties van 4% over 0.5-1 m diepte, conus<1 MPa. Kan ook gyttjalagen bevatten.	Echteld
H_Vhv_v	Veen	Veen, slap, Rf variabel meest > 5 % , conus < 1MPa. Kan ook gyttjalagen bevatten, met name aan de basis van een veenpakket.	Nieuwkoop
H_Vbv_v	Gecompacteerd veen	Veen, in dunne laag (0.15 - 1 m), onderste 0.3 m zeer compact en vaak met wat klei, matig stevig, slecht doorlatend. Rf vaak >7%. Kan ook gyttjalagen bevatten.	Nieuwkoop
H_Ova_zm	Matig fijn tot zeer grof zand	Zand, middel tot grof en soms zeer grof, zeer weinig kleilagen, vast gepakt, bevat vaak schelpenresten. Rf=<1 en conus=5-30 met variaties van 5 MPa over 1 m. Zelden dikker dan 2 m.	Variabel
H_Ova_zf	Uiterst fijn tot matig fijn zand	Zand, fijn en middel, zeer weinig kleilagen, bevat schelpenresten. Rf=<1 en conus=5-15 met variaties van 5 MPa over 1 m. Homogeen zand in lagen met sterk wisselende dikte.	Variabel
H_Aa_ht	Aangebracht materiaal	Zand en klei, sterk wisselende samenstelling, aangebrachte grond	Geen
P_Mg_zm	Matig fijn tot zeer grof getijdengeulzand	Zand, fijn en middel, kleiig (met NEN soms zandige klei) , met mm - cm dunne smalle (<~1 m) klei/siltlaagjes, gehalte fijne laagjes klei zeer variabel, met variatie tussen ca. 10 - 30 % met uitschieters tot 40 %, in 0.5 - 2 m dikke sublagen minder dan 30 m breed binnen één pakket, zeer los tot los, Rf ~ 0.5 - 1.5 %, conus 2 - ~20 MPa met fluctuaties over 1 - 2 m van 2 - 5 MPa	Eem
P_Mg_zk	Uiterst fijn tot matig fijn getijdengeulzand met dunne klei en silt laagjes.	Getijdengeul. Zand, fijn, kleiig , mm - cm dunne smalle (<~1 m) klei/siltlaagjes, gehalte fijne laagjes klei zeer variabel, met variatie tussen ca. 10 - 30 % met uitschieters tot 40 %, in 0.5 - 2 m dikke sublagen minder dan 30 m breed binnen één pakket, zeer los tot los, Rf ~ 1 - 2 %, conus 1 - 10 MPa met fluctuaties over 1 - 2 m van 1 -3 MPa en met uitschieters naar 15 MPa	Eem
P_Mp_k	Kleiige getijdenplaat- en kwelderafzettingen	Klei, matig stevig, met plantenresten, Rf ca. 2 - 5 %, conus <~1-2 MPa, getijdenplaat afzetting, pakket bestaat soms uit lagen met meer en minder plantenresten	Eem
P_Rg_zg	Zeer grof tot uiterst grof rivierbeddingszand	Zand, middel tot grof, meestal met grindinsluitingen, conus >20 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met grote verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van > 5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m. In Zuid-Nederland komen grofgrind pakketten voor.	Kreftenheye; Beegden; Urk; Sterksel; Waalre
P_Rg_zm	Matig fijn tot zeer grof rivierbeddingszand	Zand, middel, soms met grindinsluitingen en regelmatig fijne zandlagen, los tot matig dicht, conus ~10-30 MPa met uitschieters naar 45 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met grote verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van > 5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m.	Kreftenheye; Beegden; Urk; Sterksel; Waalre
P_Rg_zf	Uiterst fijn tot matig fijn zand rivierbeddingszand	Zand, fijn -middel, weinig zeer grof zandinsluitingen met soms wat grind, los tot matig dicht, conus ~3-20 met uitschieters naar 30 MPa. Is opgebouwd uit sublagen met verschillen in sondeerwaarden en korrelgrootte: Fluctuaties van 1-5 MPa over 1-2 m hoogte en over afstanden van 5-20 m.	Kreftenheye; Beegden; Urk; Sterksel; Waalre
P_Rk_k&s	Kleiige en siltige komafzetting	Klei, vaak zandig, met zandinsluitingen tot 1.5 m. Rf 2-4%, conus 1-4 MPa. Zeer stevig en ondoorlatend	Kreftenheye, Laag van Wijchen
P_Rbk_zm	Zeer fijn tot zeer grofzandige beekafzetting	Afwisselende lagen van matig grof tot grindig zand van 1-2 m dikte over lengtes van 10-30 m, conus > 25 MPa	Boxtel

P_Rbk_z&s	Heterogene beekafzetting met zand en siltlagen	Fijn zand en siltlagen van 0.5-3 m dikte over lengtes van voornamelijk >100 m. Sterk wisselende conusweerstand, 2-10 met uitschieters tot 30 MPa. Rf 2-5%	Boxtel
P_Wrd_zm	Matig fijn tot matig grofzandige windafzetting (rivierduin)	Zand, matig fijn tot matig grof, Rf < 1%, conus 8-20 MPa. Vaak gelegen op P_Rk_K&s	Boxtel, Laagpakket van Delwijnen
P_Wdz_zf	Matig fijnzandige windafzetting (dekzand of stuifzand)	Zand, fijn, los tot matig dicht, Rf < 1%, conus ~ 5-15 MPa, met uitschieters naar 20 MPa. Meest als een 1-3 m dikke laag met over afstanden van meer dan 200 m weinig variatie in korrelgrootte en meestal een geringe variatie in dikte. Wordt ook voor Holoceen stuifzand gebruikt.	Boxtel, Laagpakket van Wierden; Drachten
P_Wls_s	Siltige windafzetting (löss)	Silt, los tot matig dicht, Rf < 3%, conus ~3-12 MPa. Komt veel in Zuid-Nederland voor	Boxtel, Laagpakket van Liempde en Schimmert
P_Gs_zg	Matig grof tot uiterst grof smeltwaterzand en hellingafzettingen	Zand, middel en grof, soms veel grind en bevat lokaal stenen, Rf < 1 %, conus > 15 MPa regelmatig >~ 30 MPa	Drente; Boxtel
P_Ggs_zg	Gestuwde afzetting	Veelal gestuwde rivierafzettingen. Afwisselend gelaagde afzettingen in pakketten van 1-10 m dik. Vaak grof zand, maar ook kleilagen. De lagen staan onder een steile helling van 10-45 graden. Sondeerstaten vertonen over afstanden van 5-20 m zeer grote variatie.	Drente
P_Gkl_kz	Keileem	Klei tot zand met stenen, zeer stevig, Rf ca. 2 - 4 % vaak gelijkmatig, conus 2-5 MPa, vaak een minder cohesieve toplaag van 1-2 m dikte	Drente, Laagpakket van Gieten
P_Om_zf	Fijnzandige en compacte meerafzetting	Zand, fijn, dicht gepakt. Conus tot 40 MPa, Rf 1-3%	Peelo
P_Om_k	Kleiige en compacte meerafzetting (potklei)	Klei, zeer stevig, soms met zandige insluitingen 0.5 - 2 m dik, Rf 3 - 8 % , conus 0.5 - 2.5 MP, regelmatig zeer geleidelijke toename met diepte	Peelo, Laagpakket van Nieuwolda
P_Ova_sd	Slecht doorlatend	Zeer slecht doorlatend zandige en klei afzettingen met vaak zandinsluitingen van beperkte uitbreiding van 10-50 m, soms veen of venig materiaal bevattend, stevig. Niet nader omschreven, slecht doorlatend materiaal	Variabel, o.a. Eem; Urk, Sterksel; Waalre en Tertiaire formaties

II

BIJLAGE: OVERZICHTSTEKENING GRONDONDERZOEK

Points

FolderPath

- Dino bestelling/GBMP
- Dino bestelling/GTSD
- DR16_dijkpalen
- selectie_casus

getekend:	
gecontroleerd:	
goedgekeurd:	
versie:	
datum:	opdrachtgever:
tekeningnr:	projectnaam:
	projectcode:
formaat: A4 staand	
schaal: 1:3571	

0 20 40 60 80 100 m

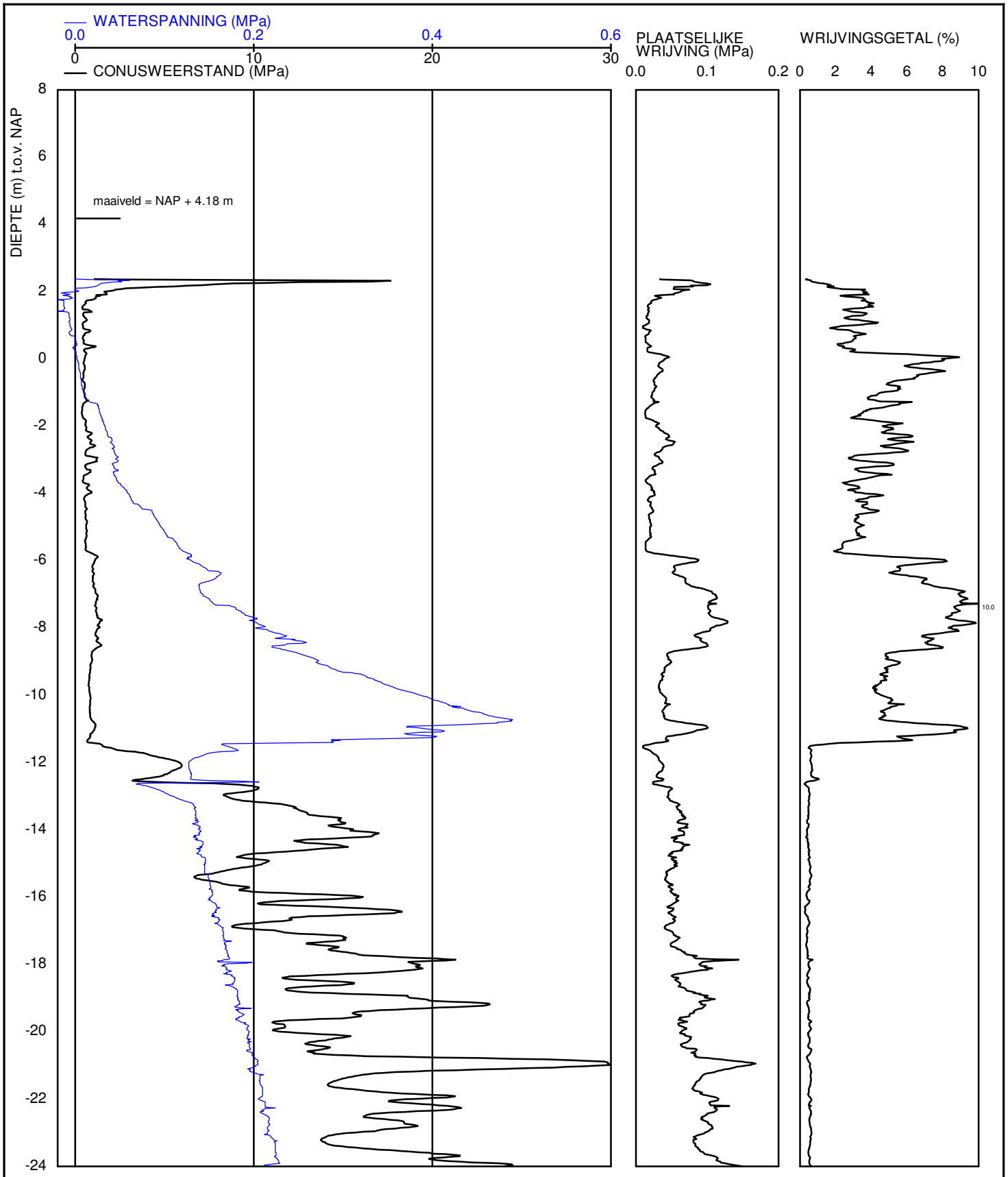
Witteveen + Bos

Witteveen+Bos

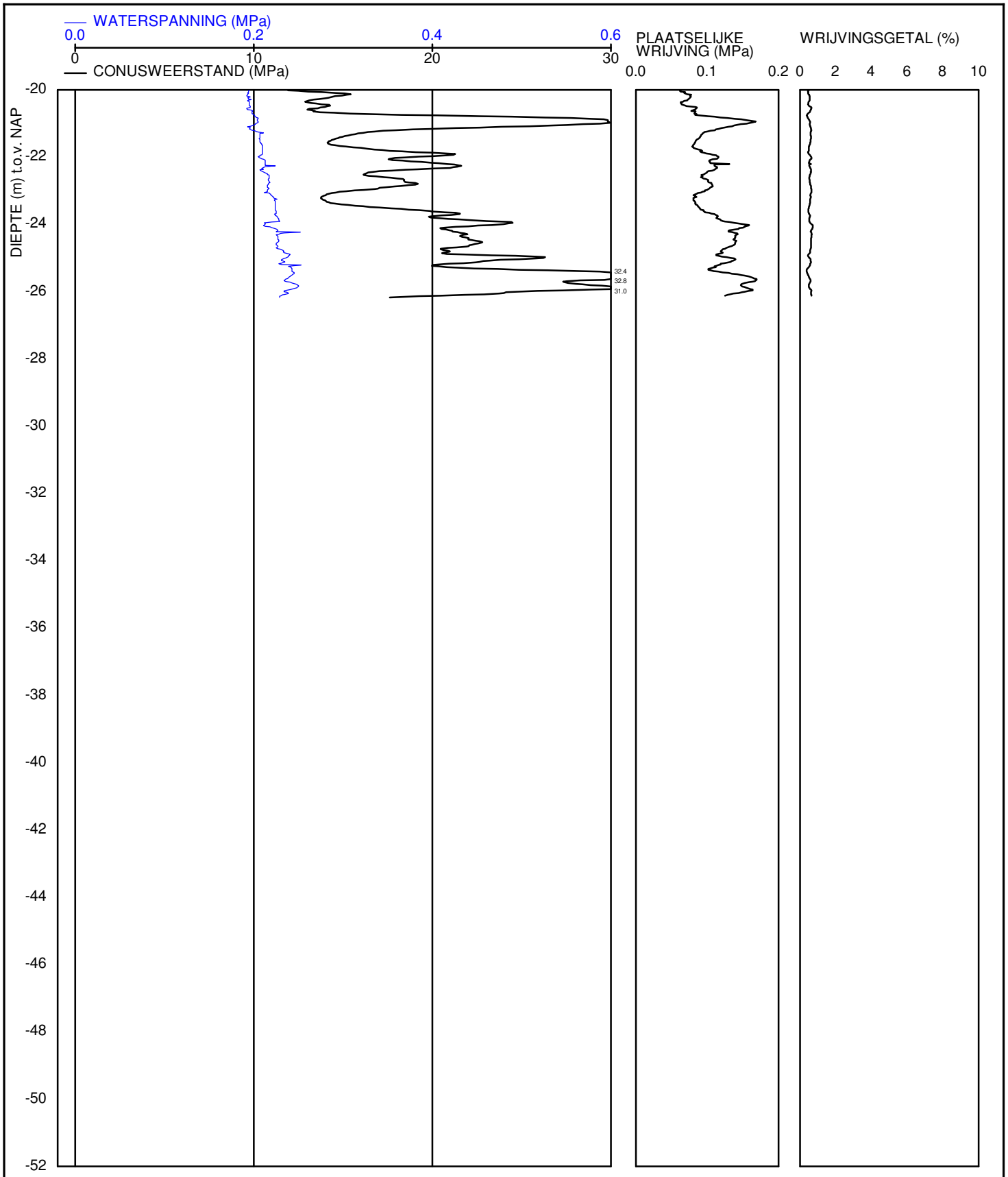
D:\GIS\casus WSRL kennis en kunde\WSRL-casus.mxd 20-05-2016 13:48:43

III

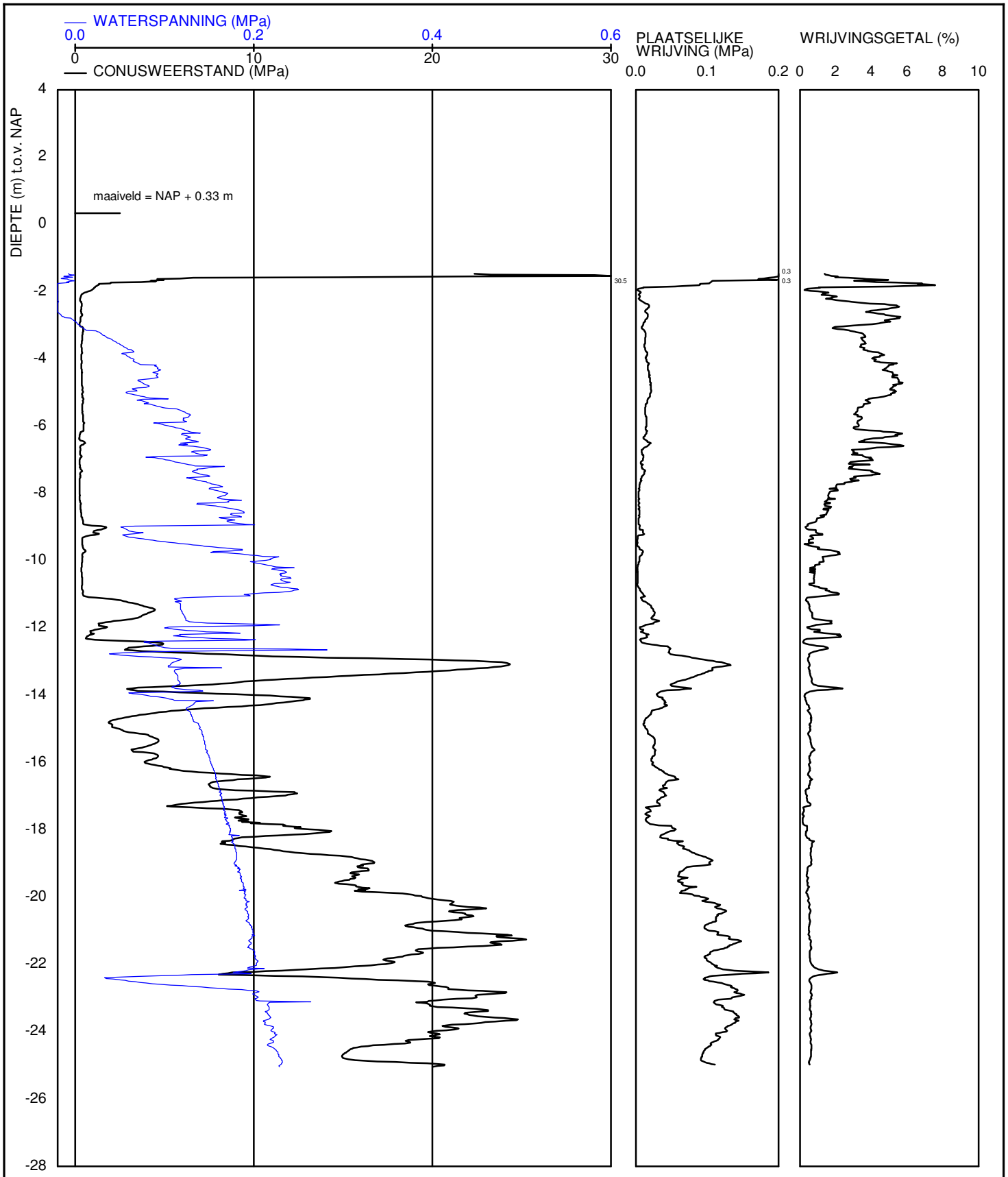
BIJLAGE: SONDERINGEN



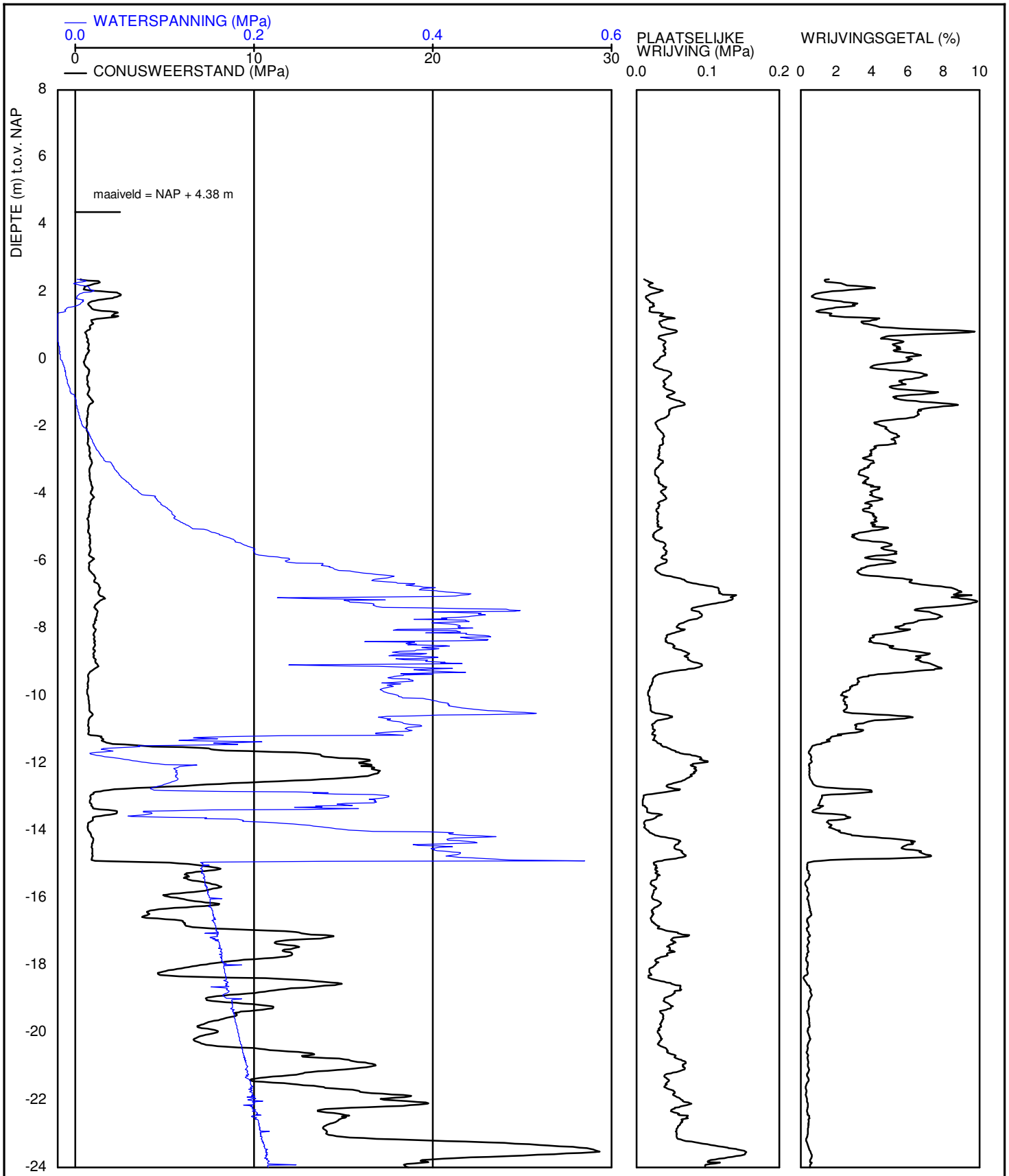
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01544 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01544 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



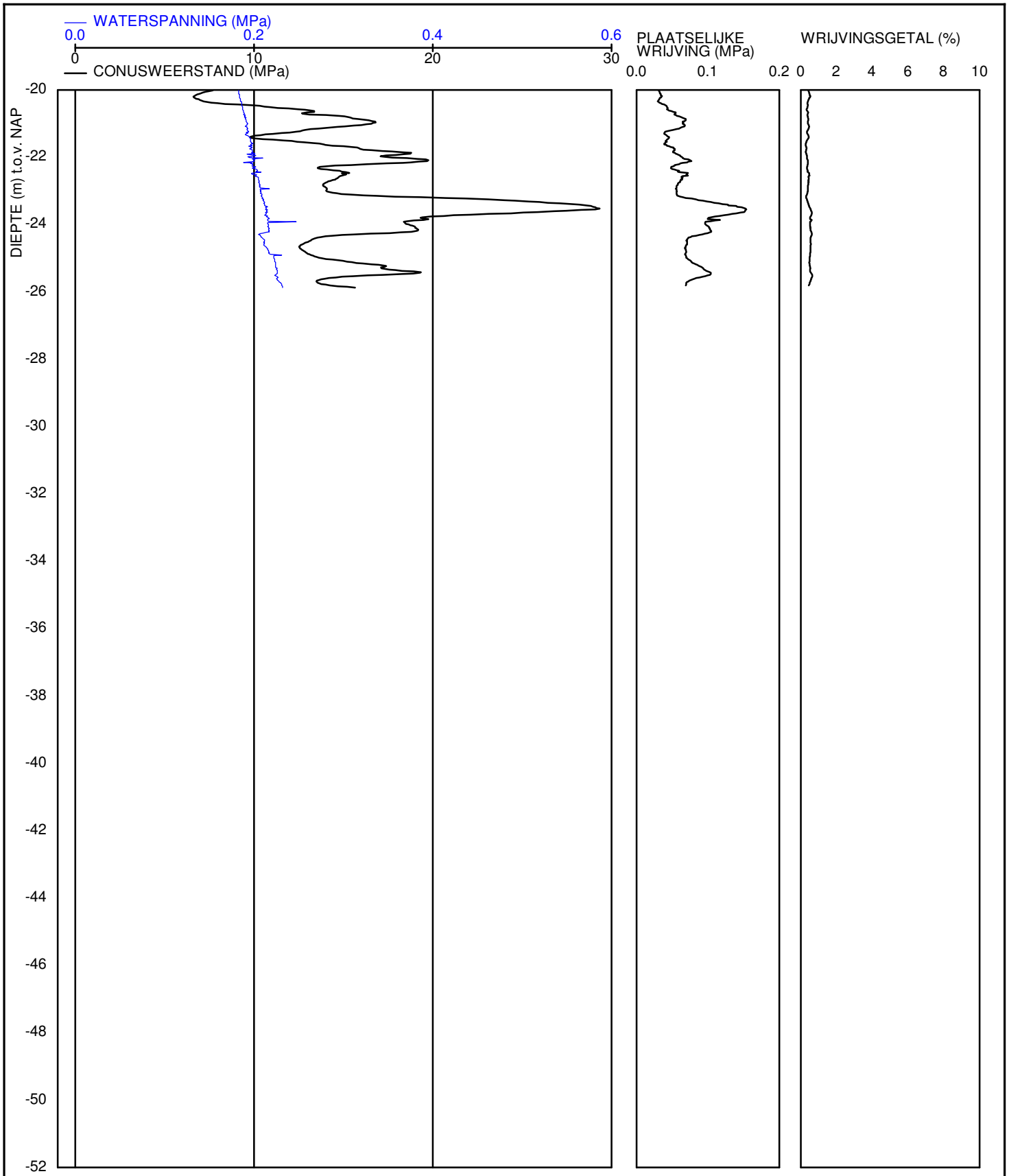
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01544 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01544 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



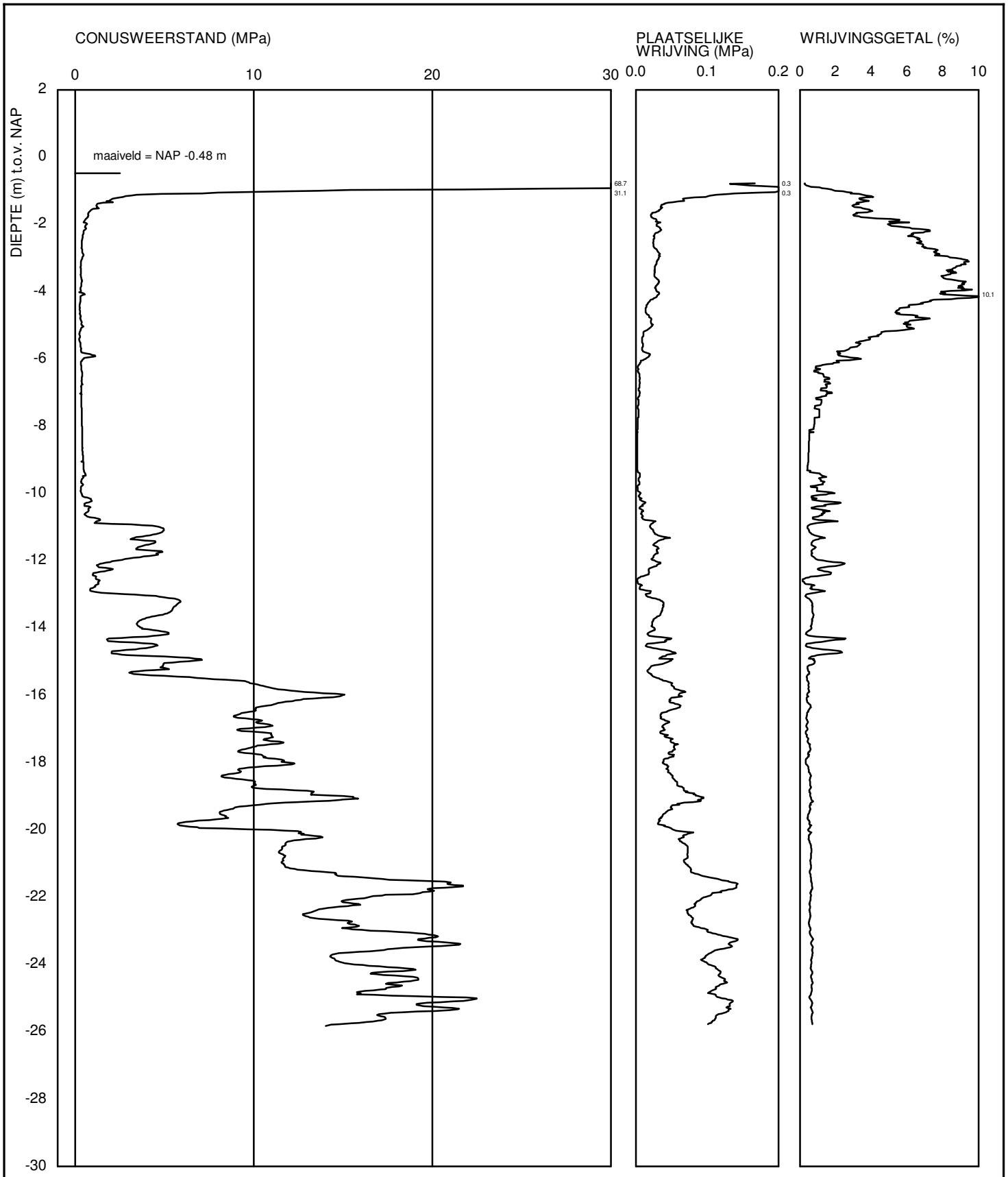
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01545 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01545	BIJL. -	form. A4



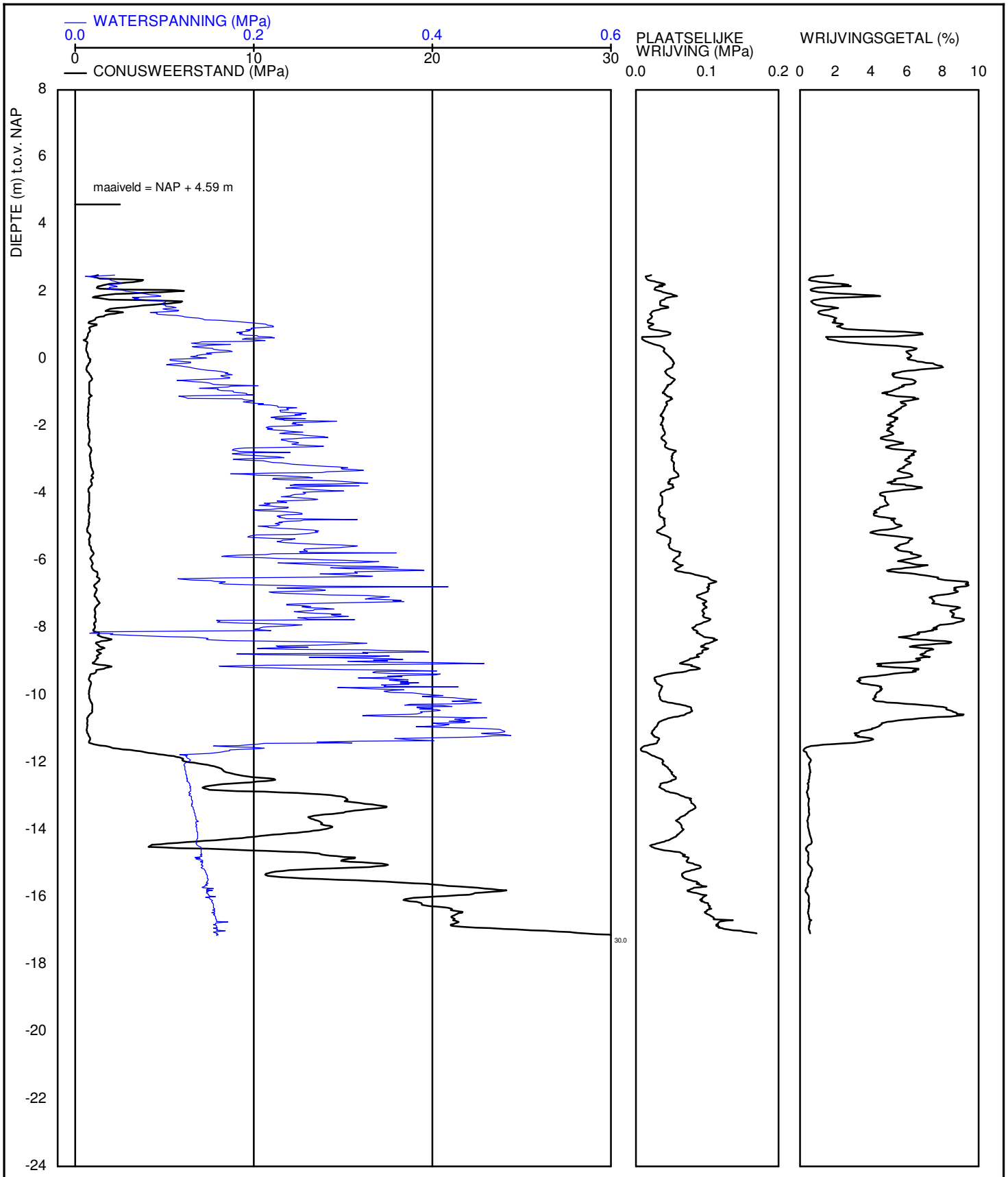
Telefoon Telefax	datum 2009-09-10	get. -
Sondering S38D01546 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01546 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



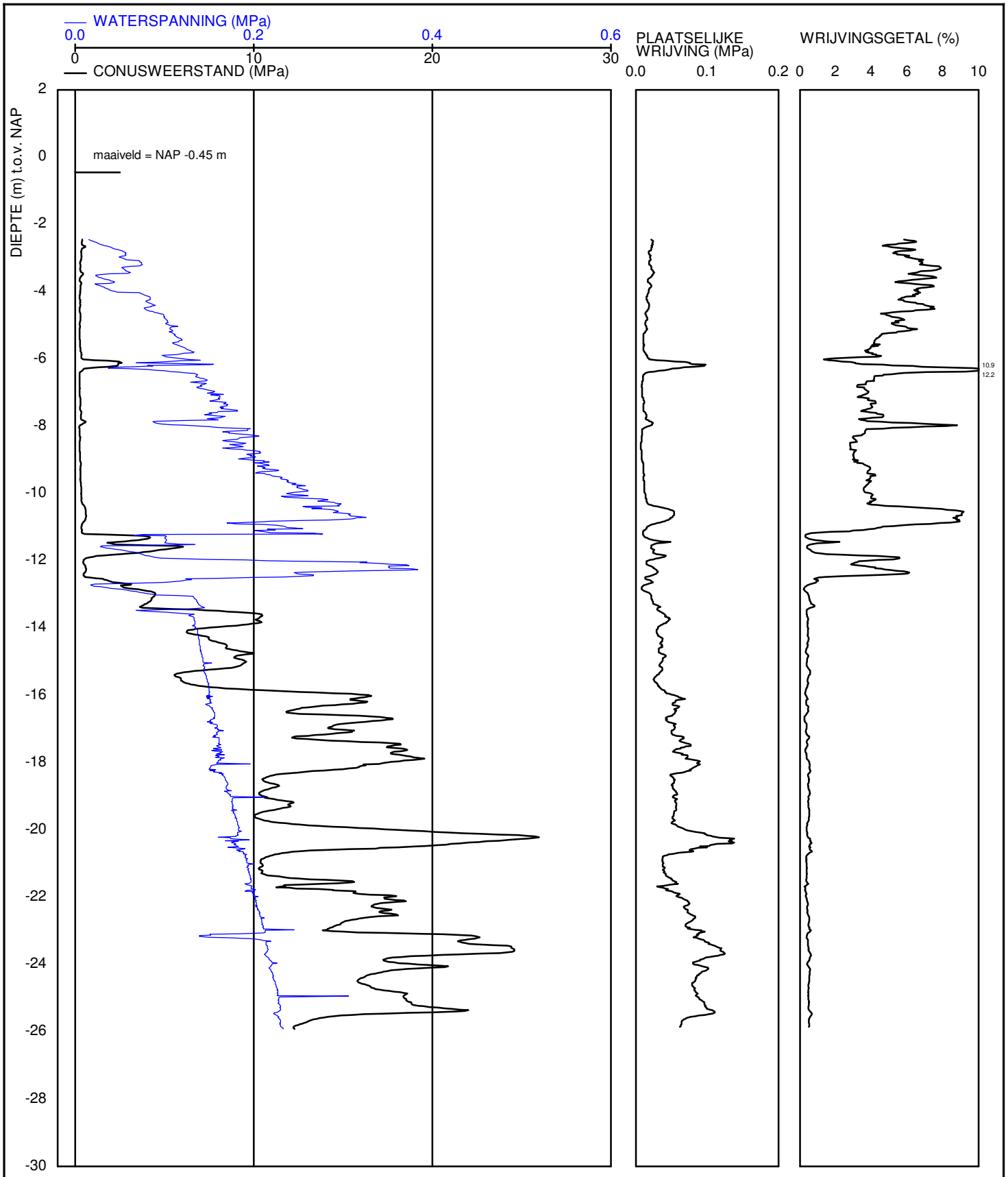
Telefoon Telefax	datum 2009-09-10	get. -
Sondering S38D01546 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01546 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



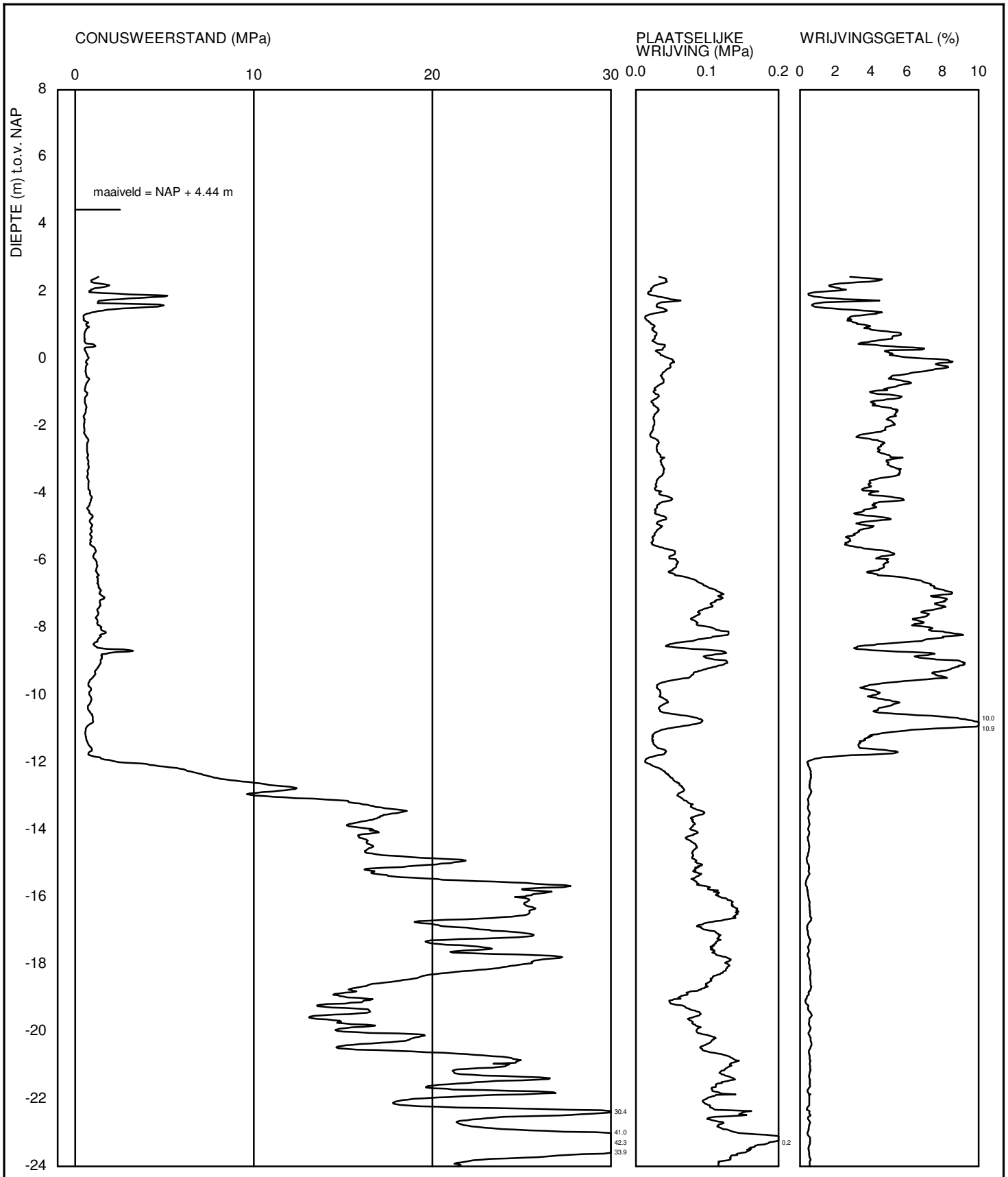
Telefoon Telefax	datum 2009-09-10	get. -
Sondering S38D01547 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01547	BIJL. -	form. A4



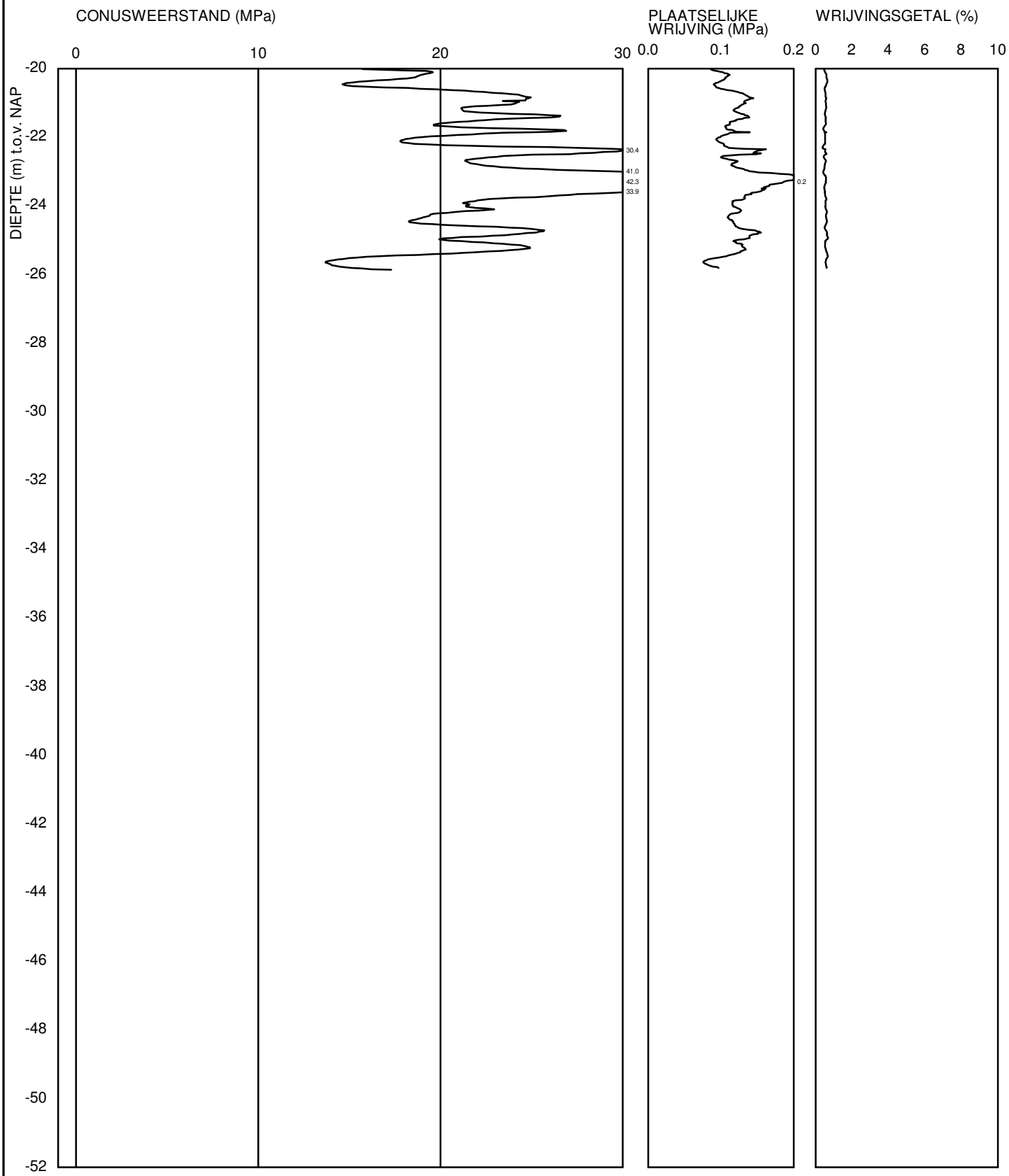
Telefoon Telefax	datum 2009-12-08	get. -
Sondering S38D01548 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01548	BIJL. -	form. A4



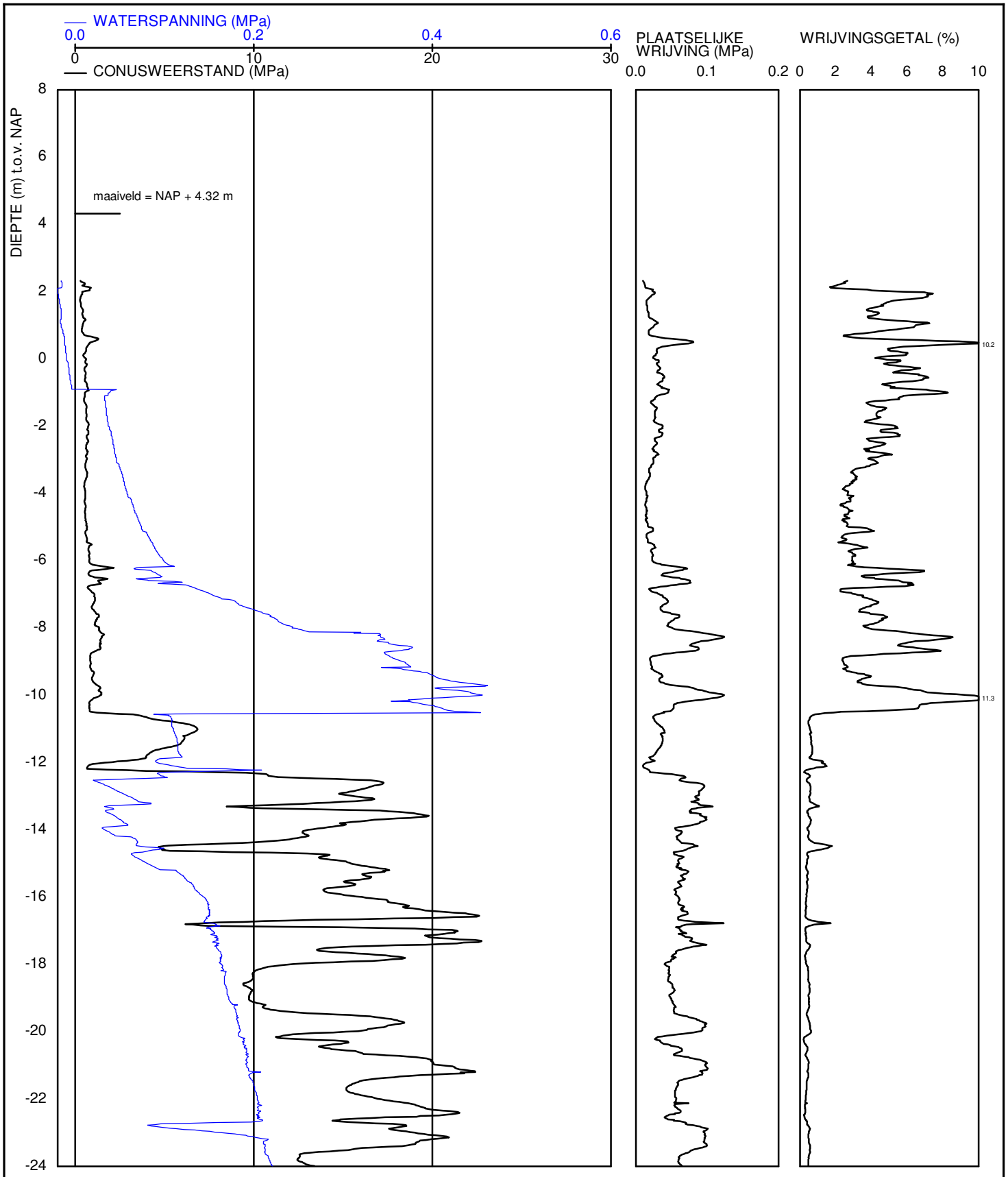
Telefoon Telefax	datum 2009-09-10	get. -
Sondering S38D01549 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01549	BIJL. -	form. A4



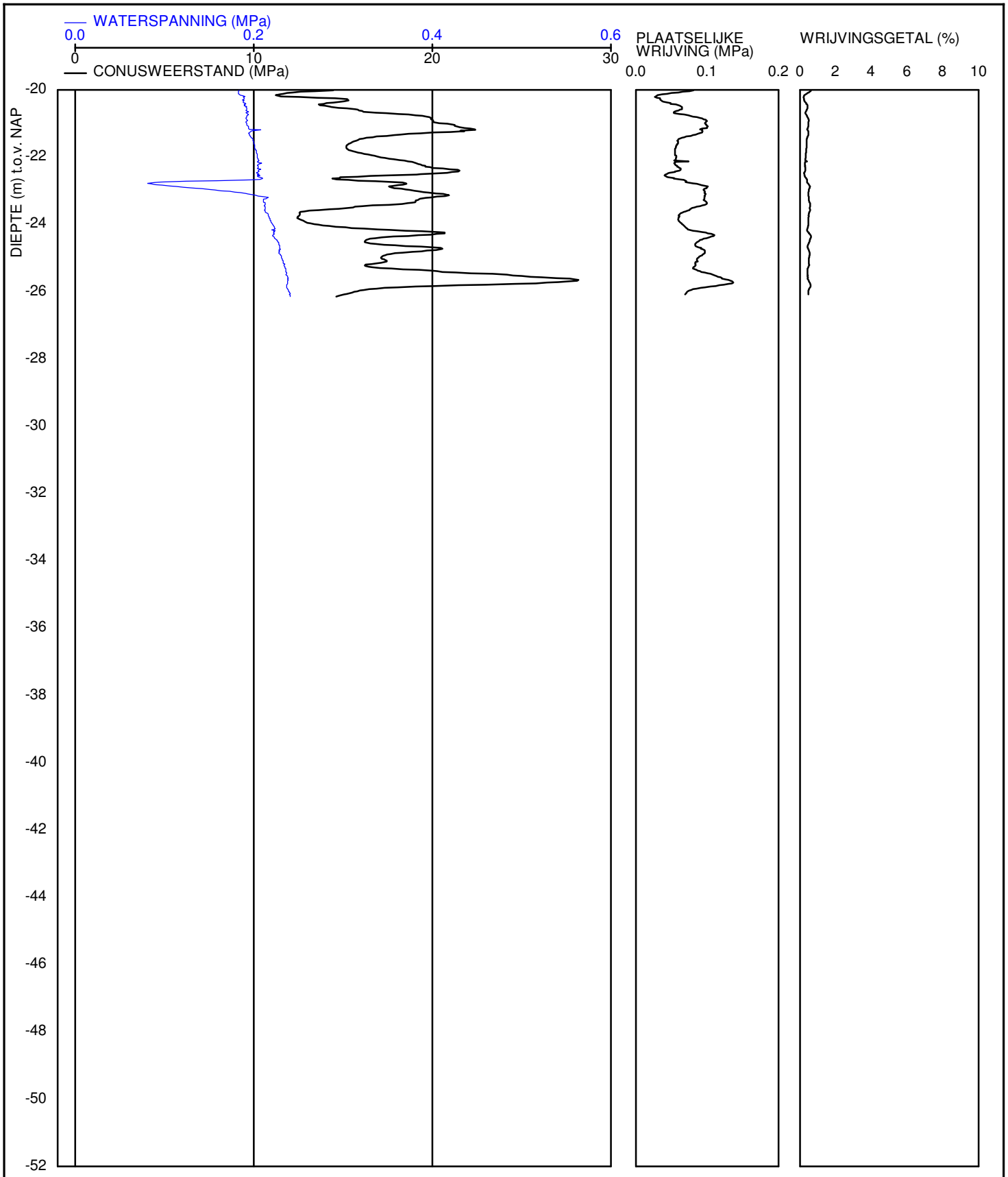
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01555 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01555 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



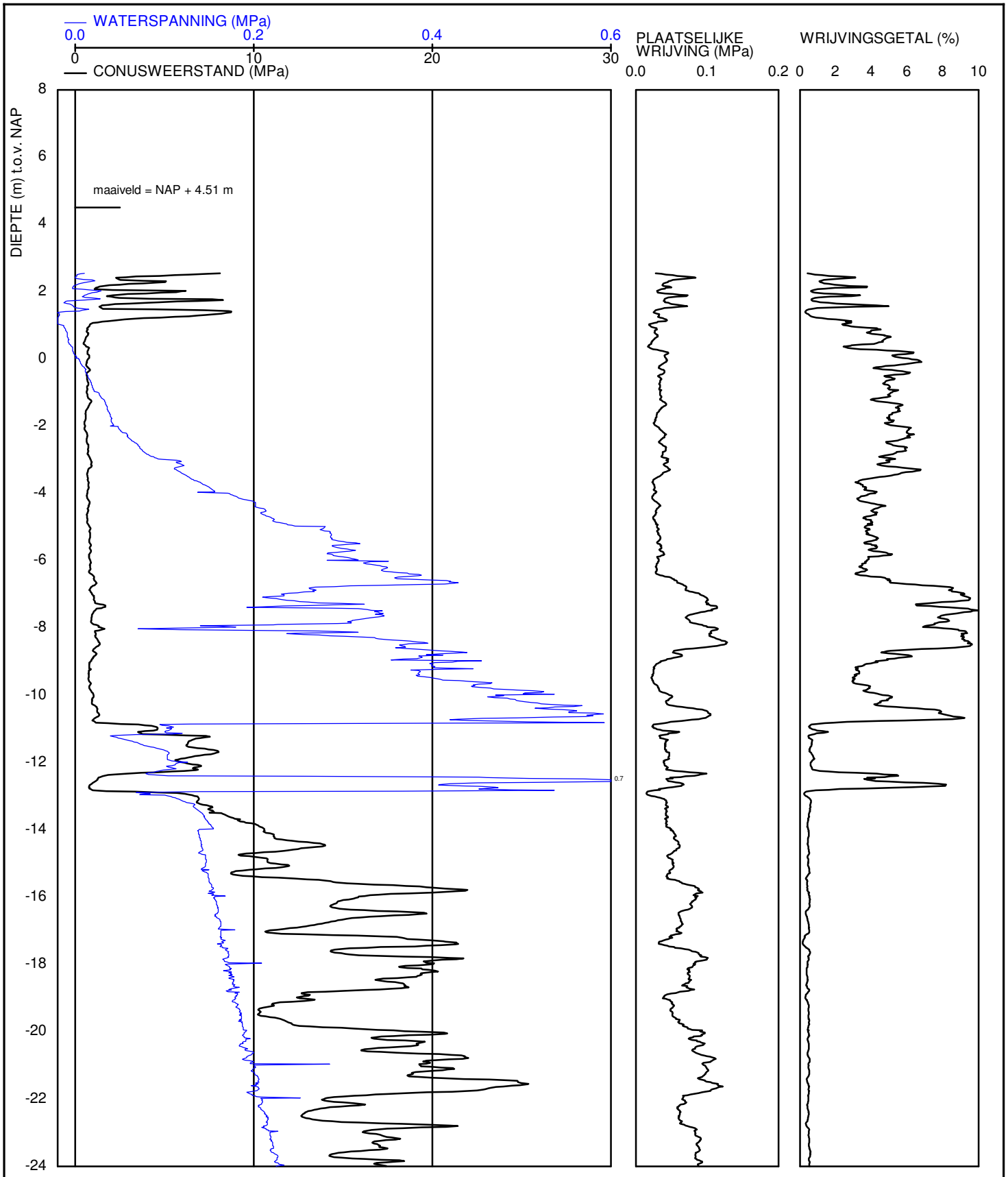
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01555 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01555 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



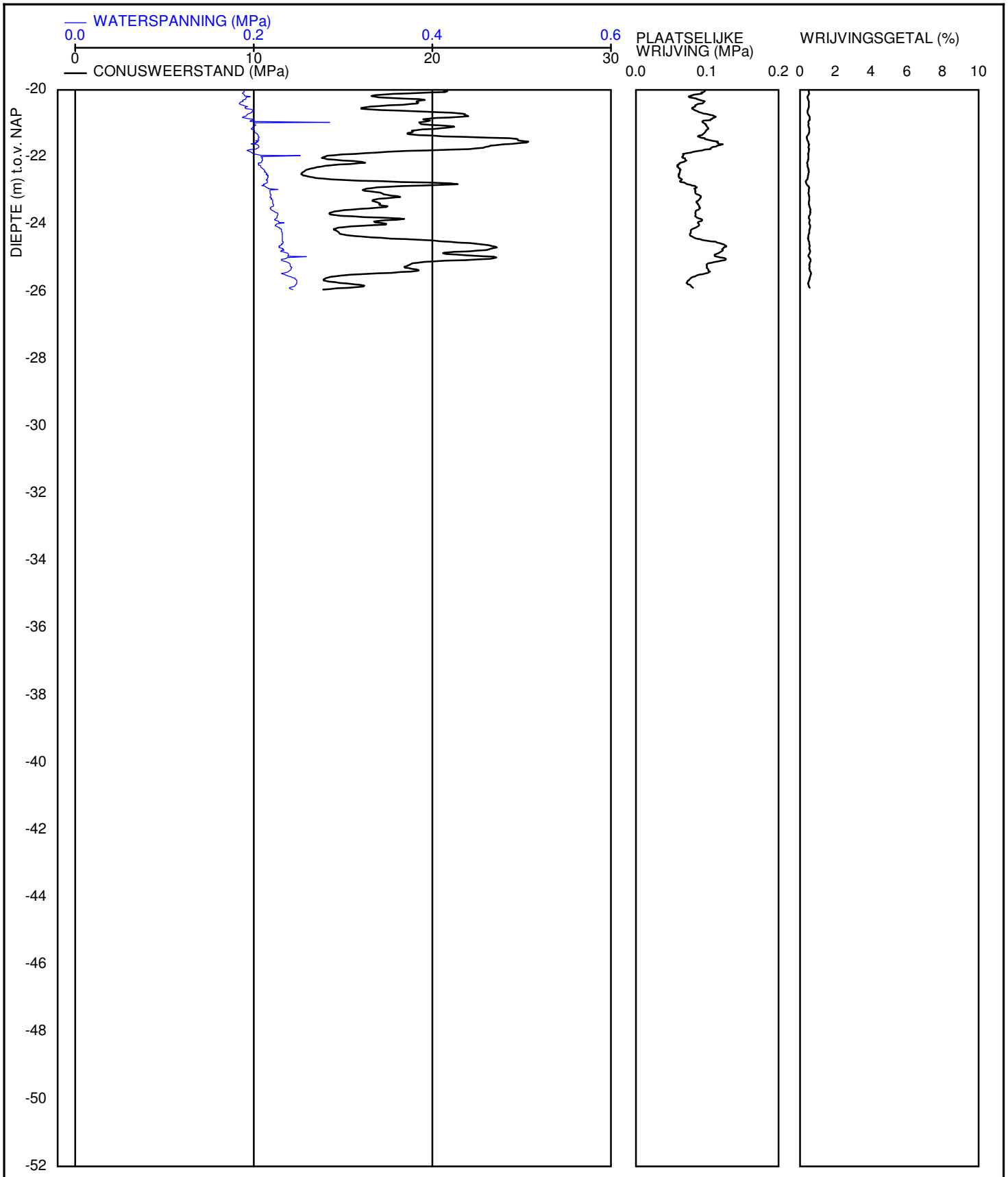
Telefoon Telefax	datum 2009-09-07	get. -
Sondering S38D01570 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01570 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



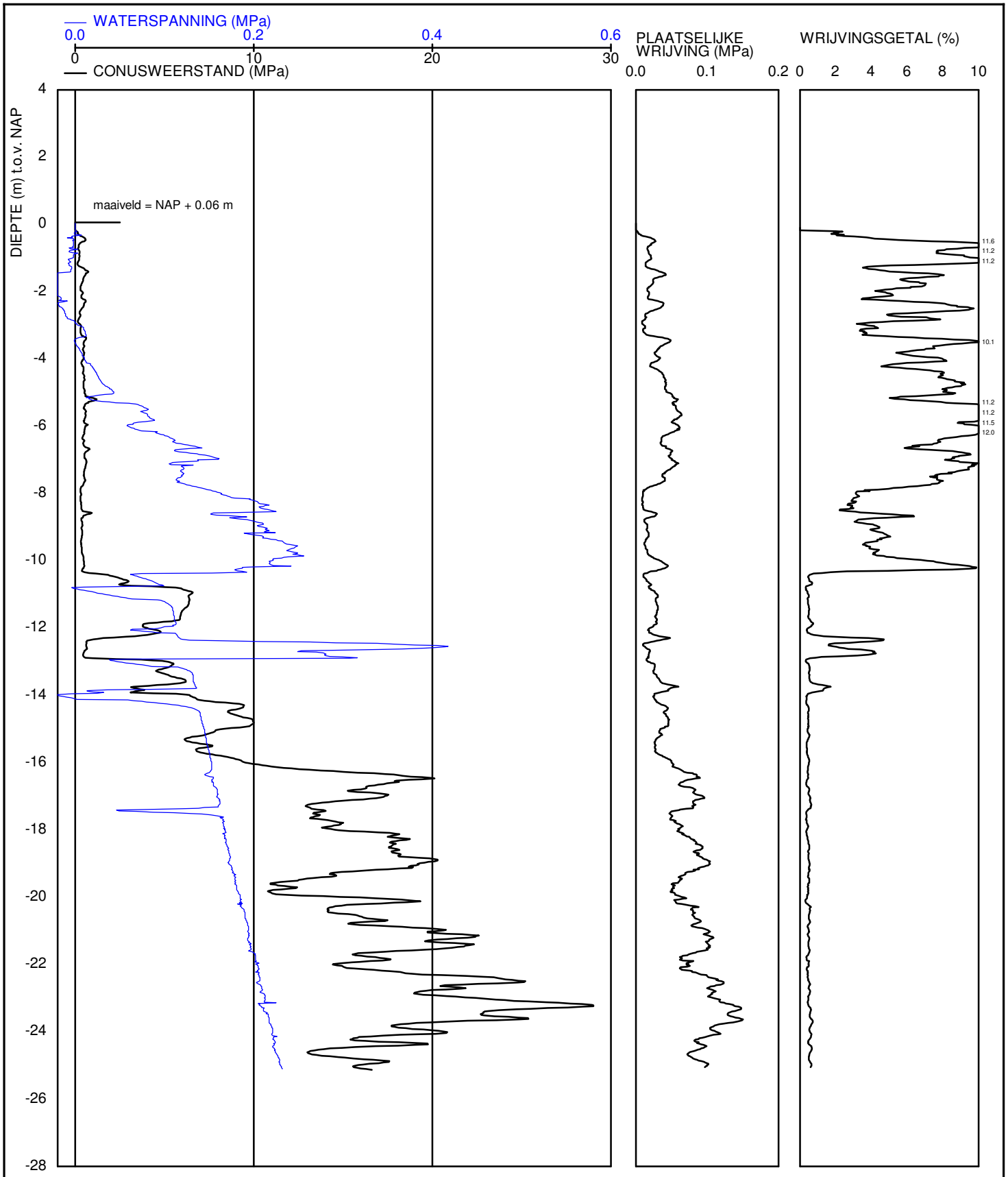
Telefoon Telefax	datum 2009-09-07	get. -
Sondering S38D01570 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01570 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



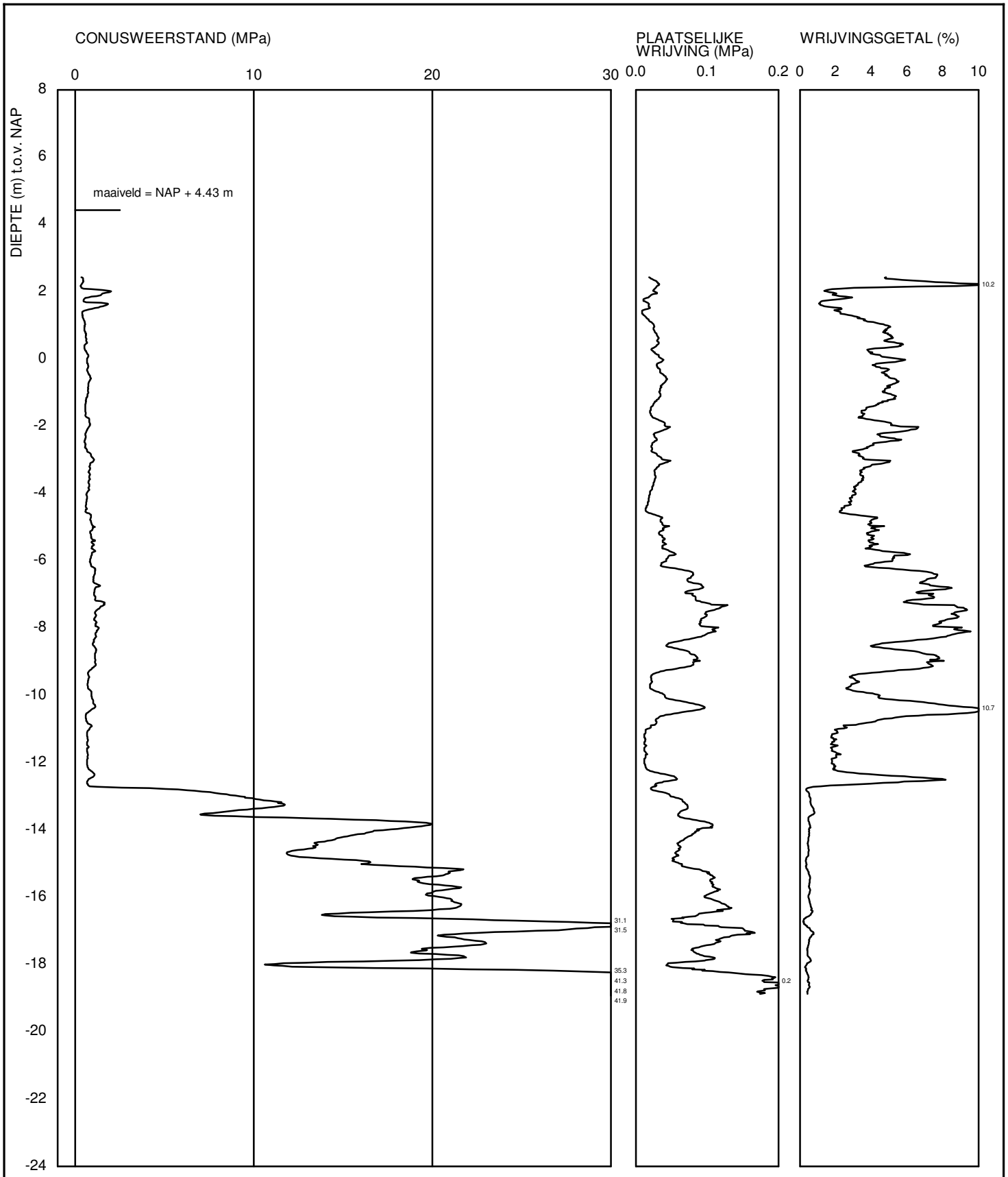
Telefoon Telefax	datum 2009-09-08	get. -
Sondering S38D01571 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01571 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



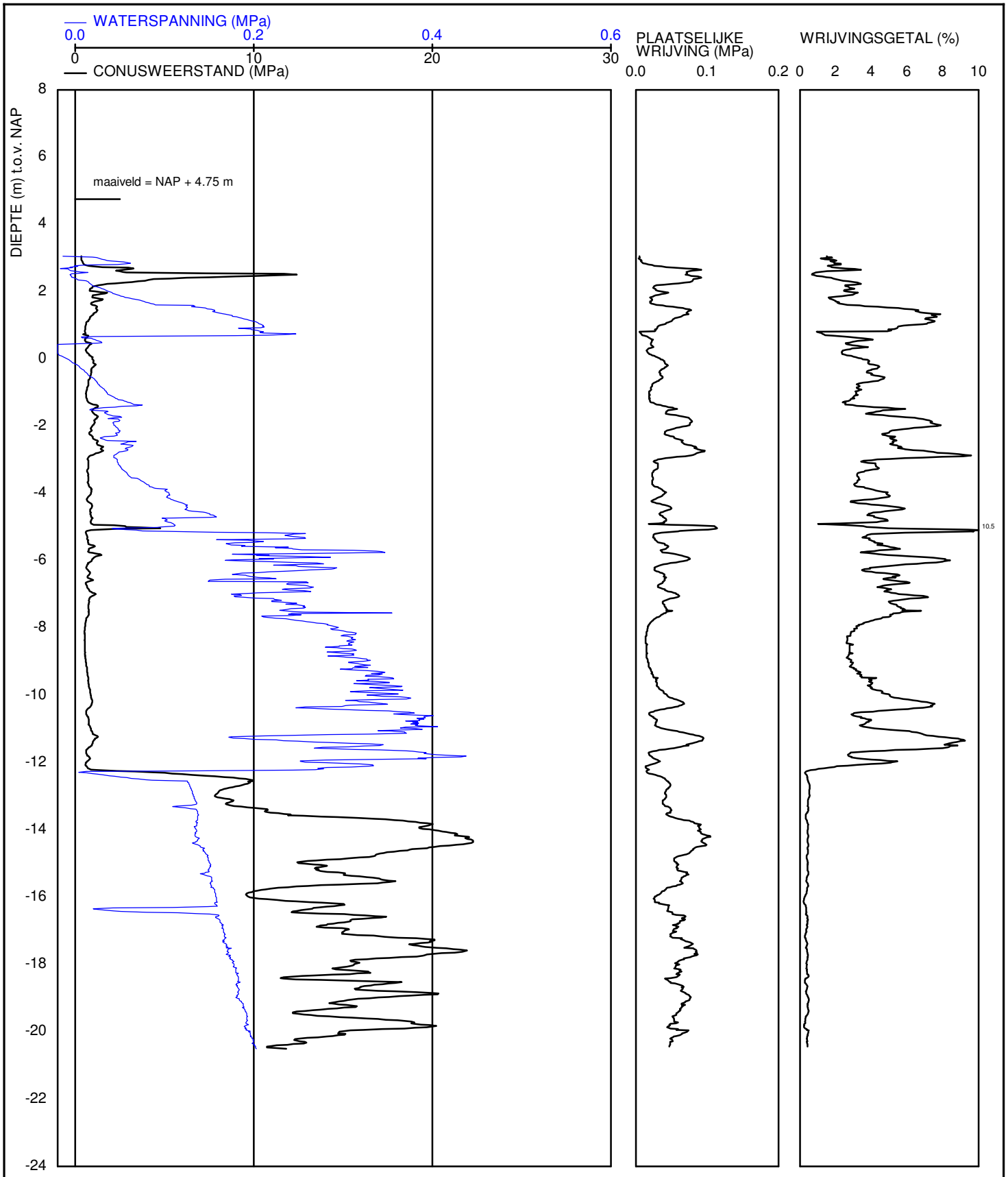
Telefoon Telefax	datum 2009-09-08	get. -
Sondering S38D01571 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01571 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



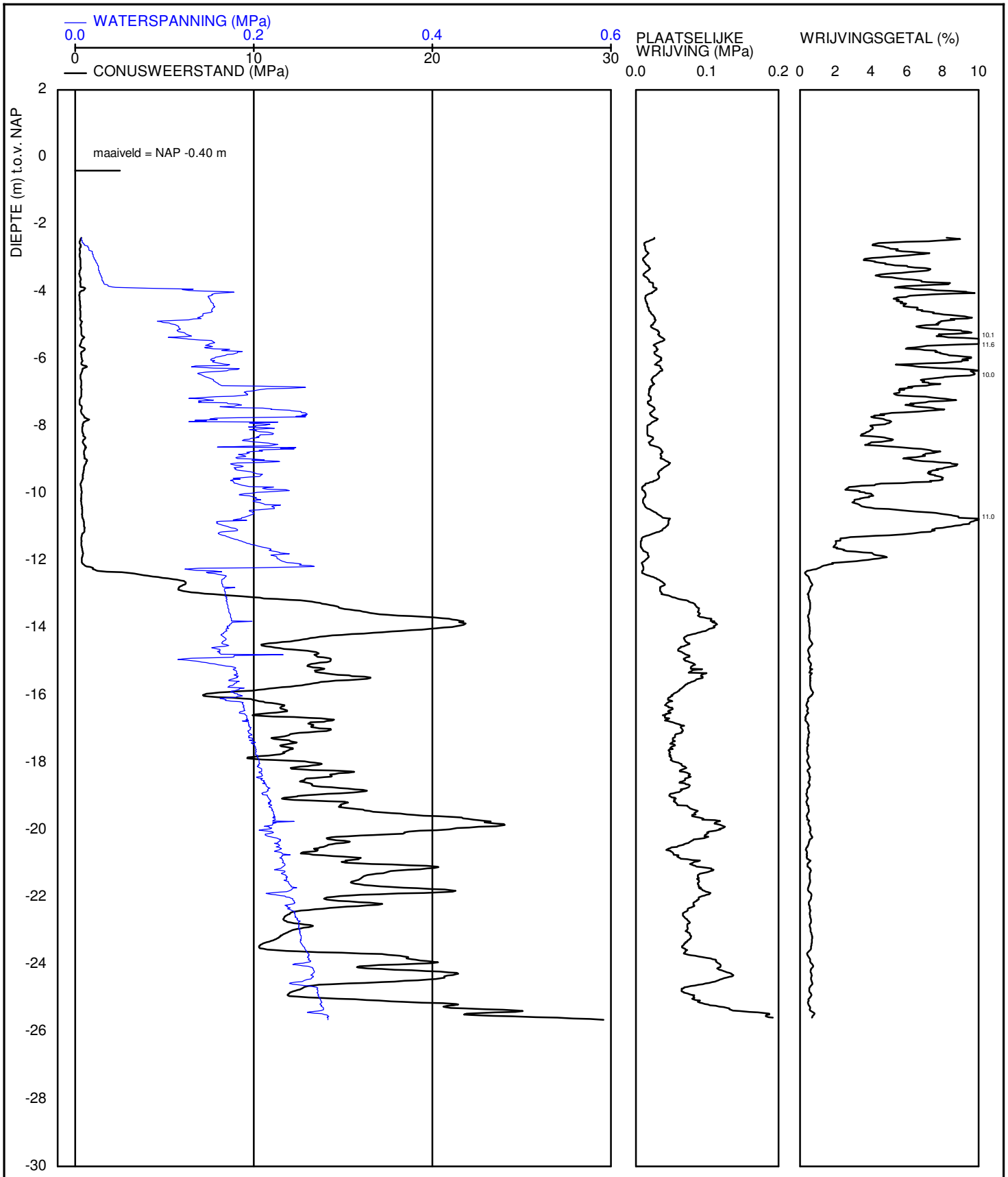
Telefoon Telefax	datum 2009-09-30	get. -
Sondering S38D01572 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01572	BIJL. -	form. A4



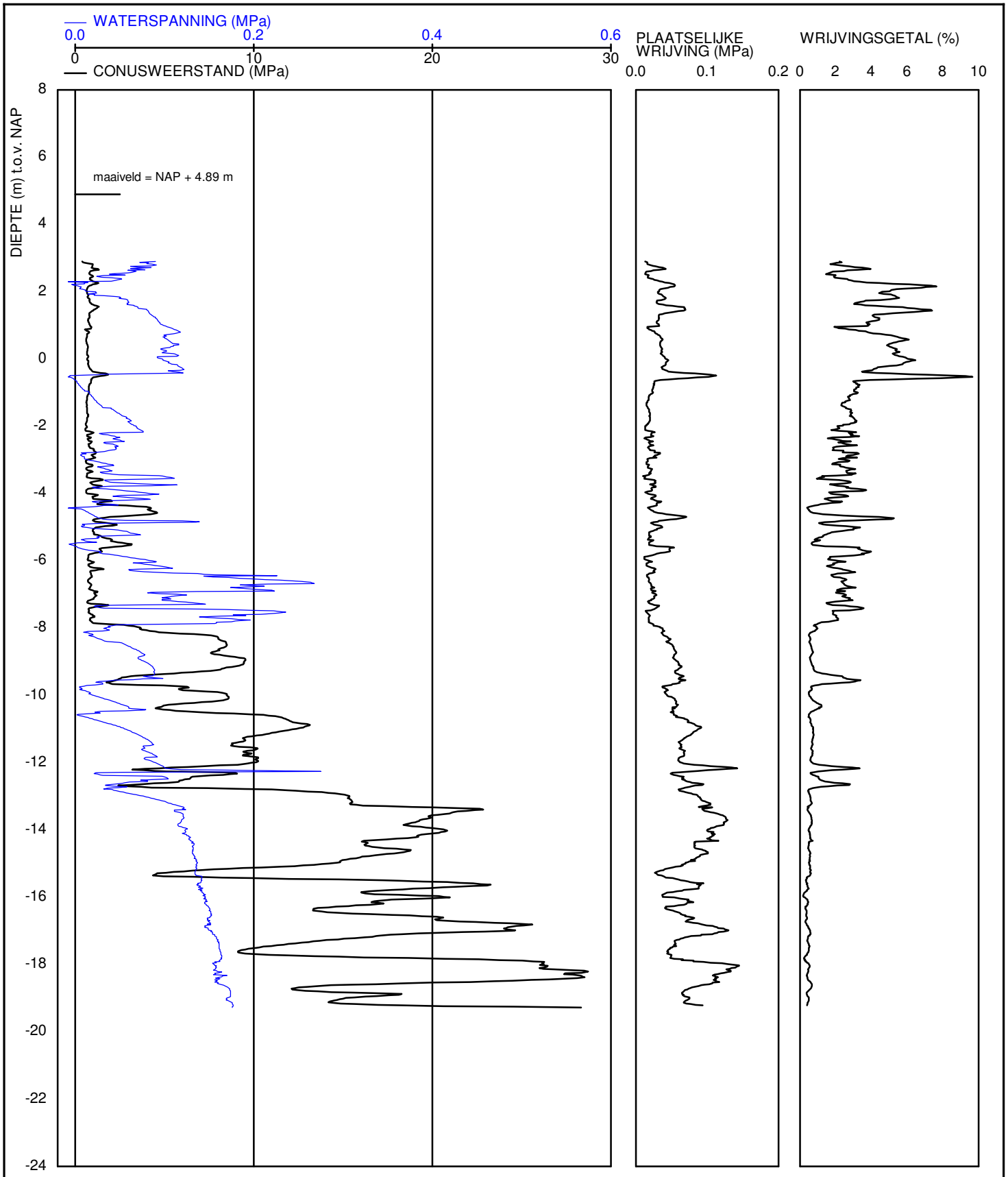
Telefoon Telefax	datum 2009-09-09	get. -
Sondering S38D01573 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01573	BIJL. -	form. A4



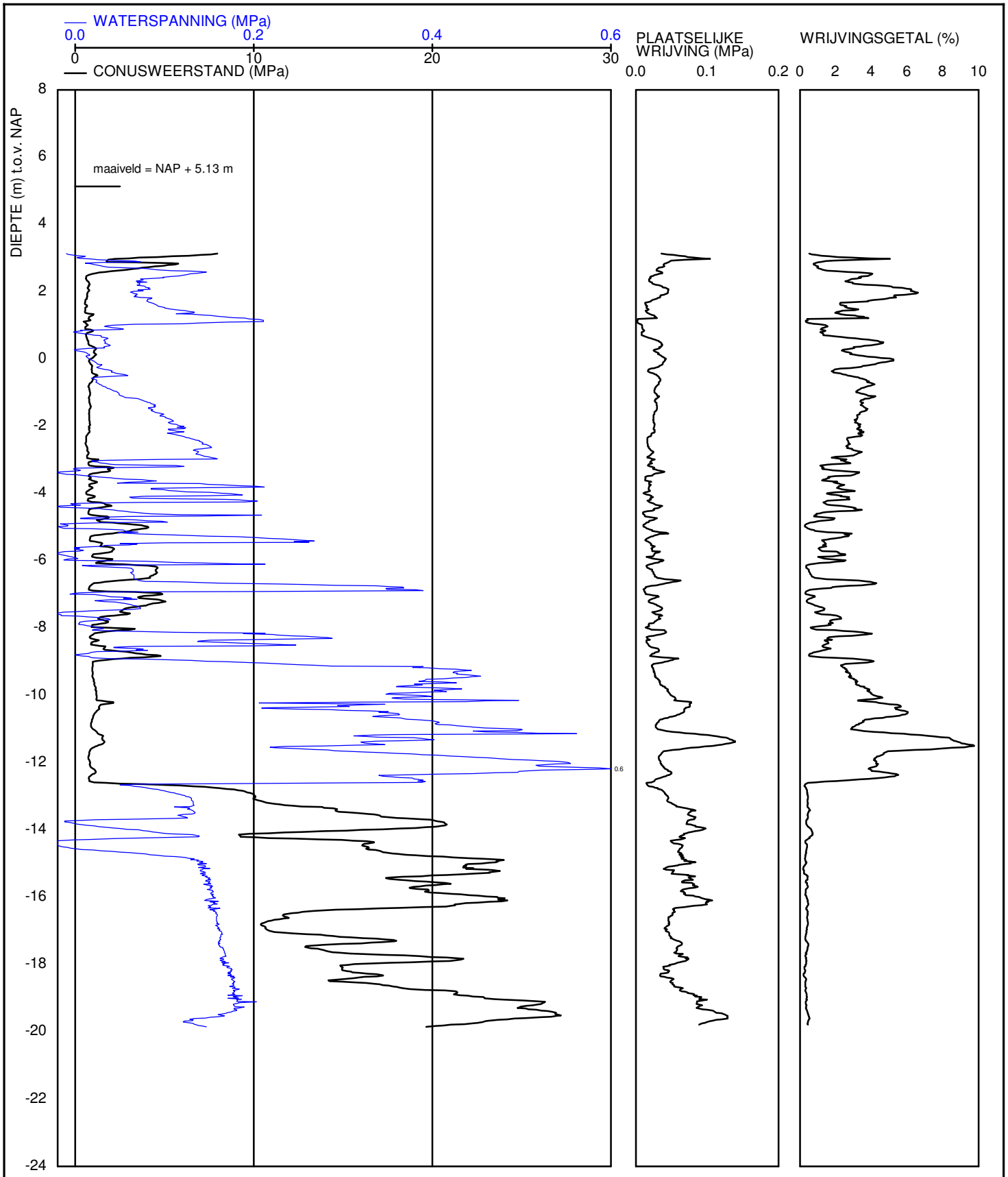
Telefoon Telefax	datum 2009-12-08	get. -
Sondering S38D01574 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01574	BIJL. -	form. A4



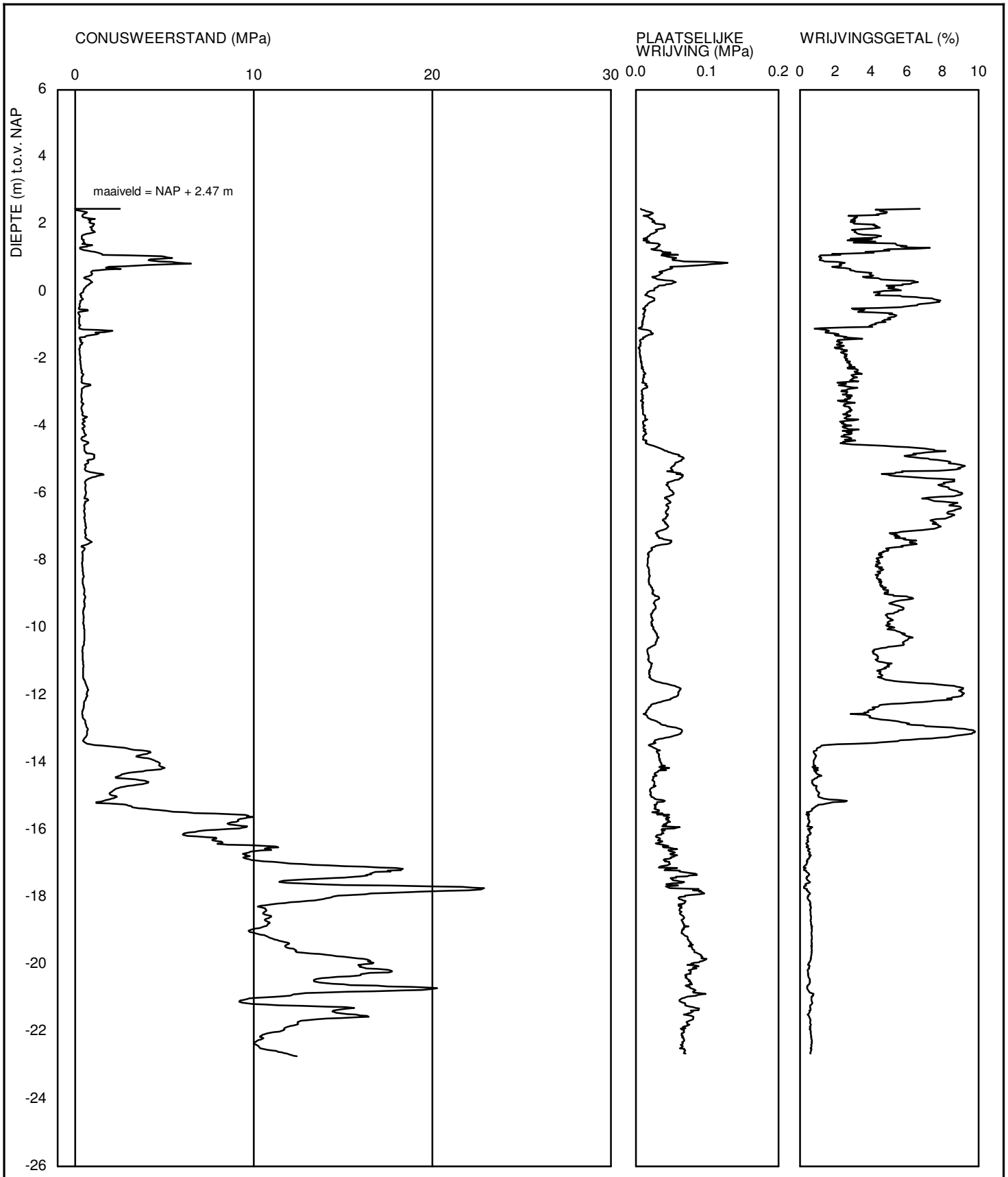
Telefoon Telefax	datum 2009-09-10	get. -
Sondering S38D01575 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01575	BIJL. -	form. A4



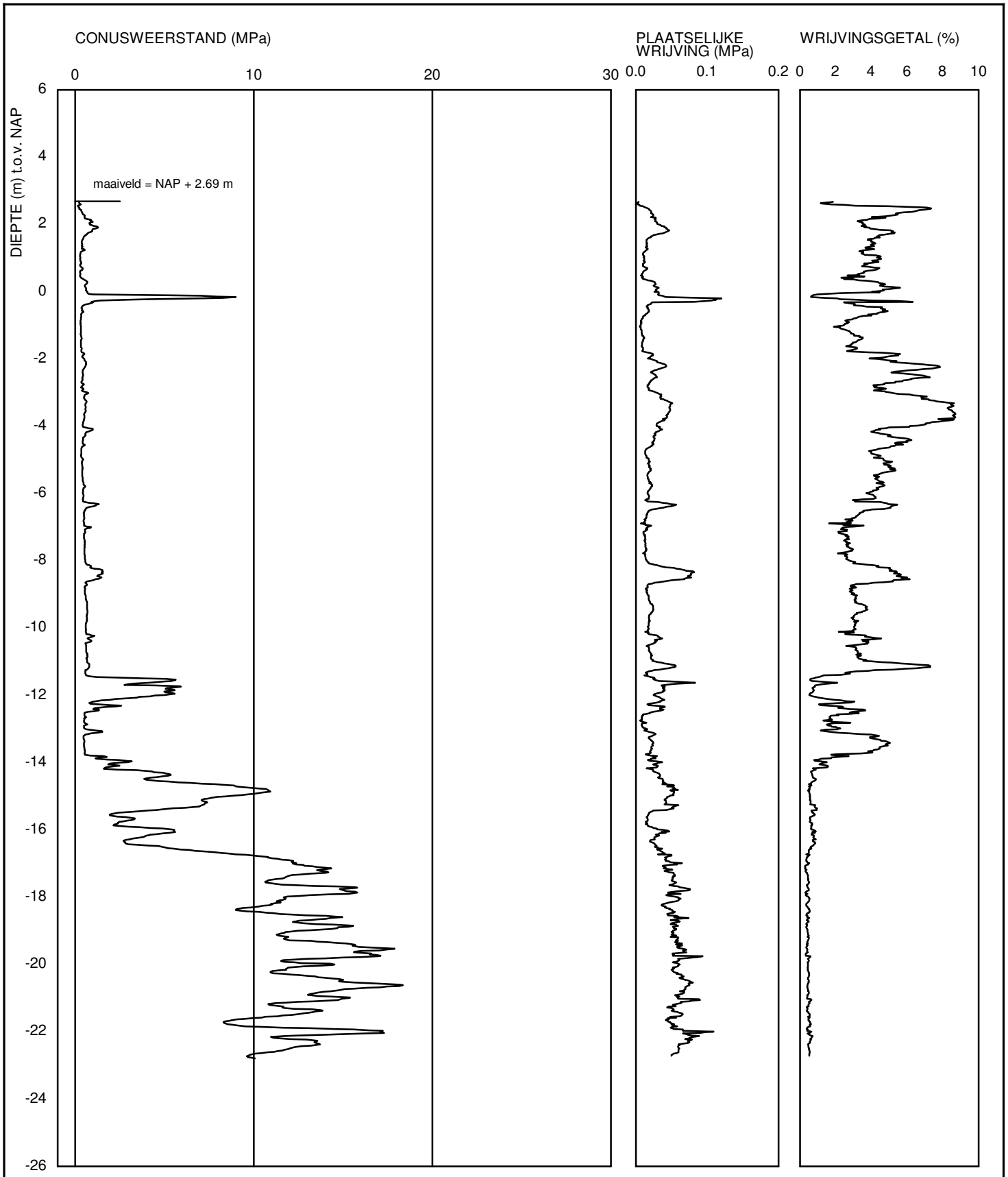
Telefoon Telefax	datum 2009-12-09	get. -
Sondering S38D01576 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01576	BIJL. -	form. A4



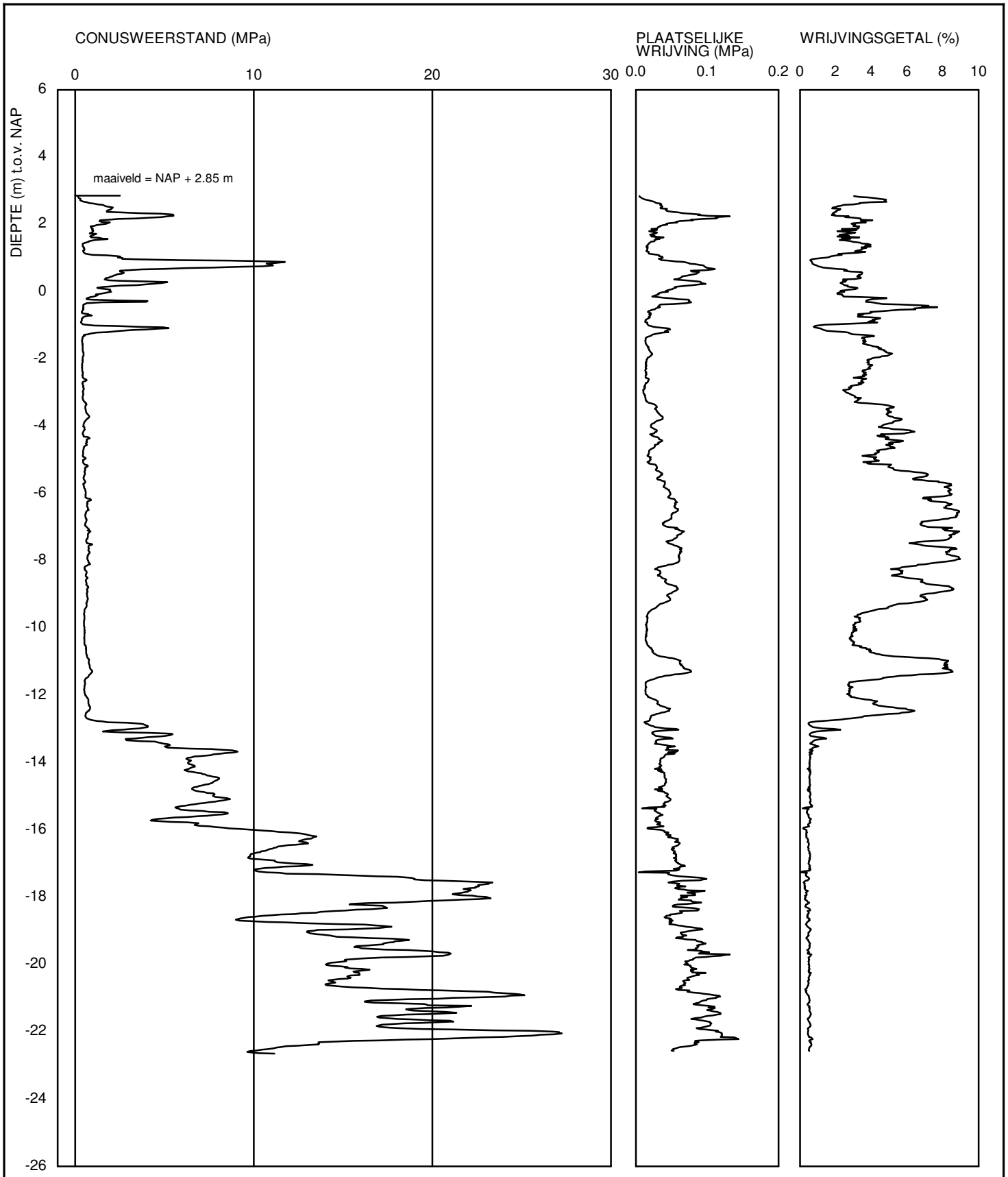
Telefoon Telefax	datum 2009-12-09	get. -
Sondering S38D01577 - Sondering S38D01577	DINO-CPT-/	gez.
	BIJL. -	form. A4



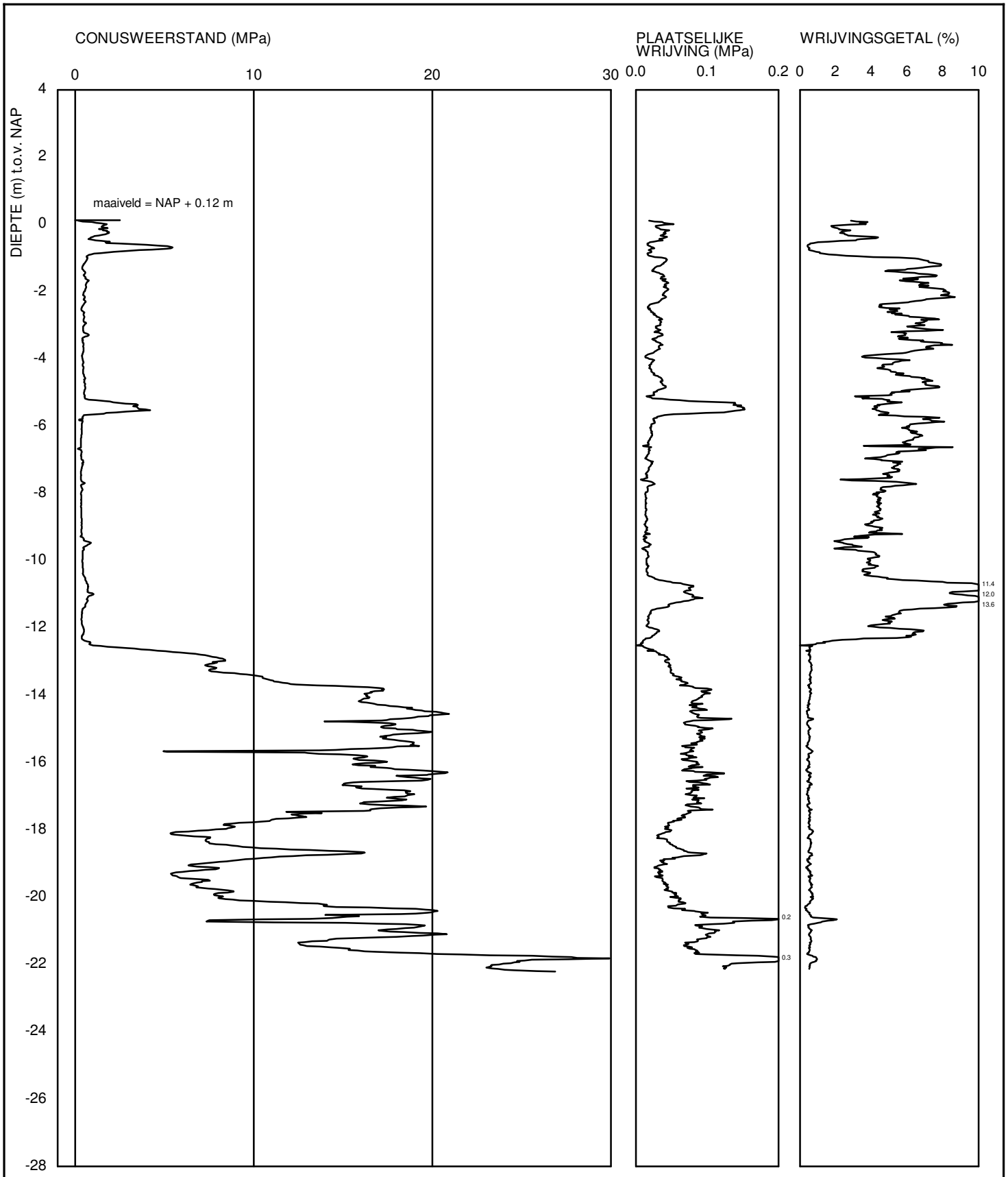
Telefoon Telefax	datum 2014-02-18	get. -
Sondering S38D01836 - Sondering S38D01836	DINO-CPT-/ BIJL. -	gez. form. A4



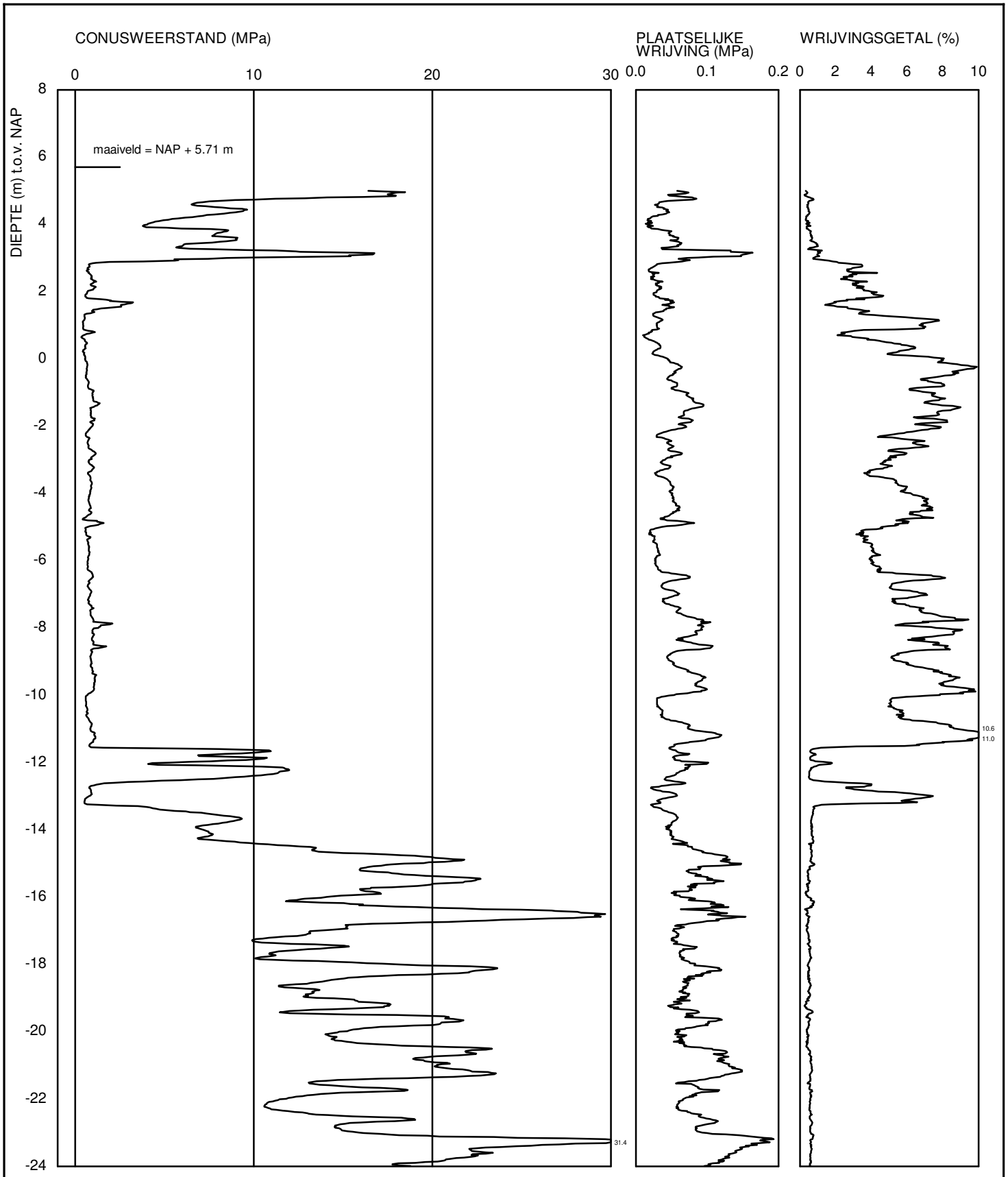
Telefoon Telefax	datum 2014-02-18	get. -
Sondering S38D01837 - Sondering S38D01837	DINO-CPT-/ BIJL. -	gez. form. A4



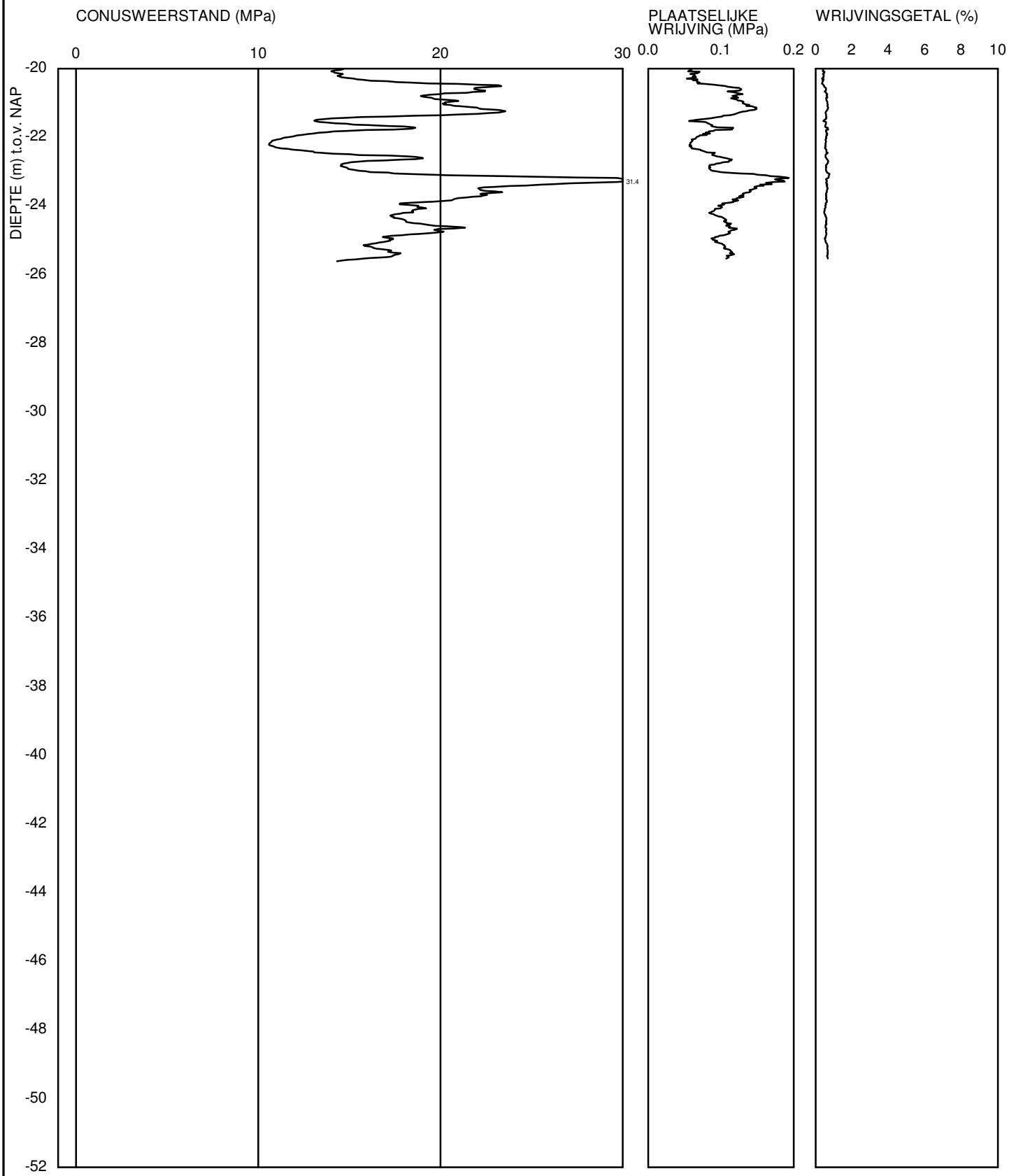
Telefoon Telefax	datum 2014-02-18	get. -
Sondering S38D01838 - Sondering S38D01838	DINO-CPT-/ BIJL. -	gez. form. A4



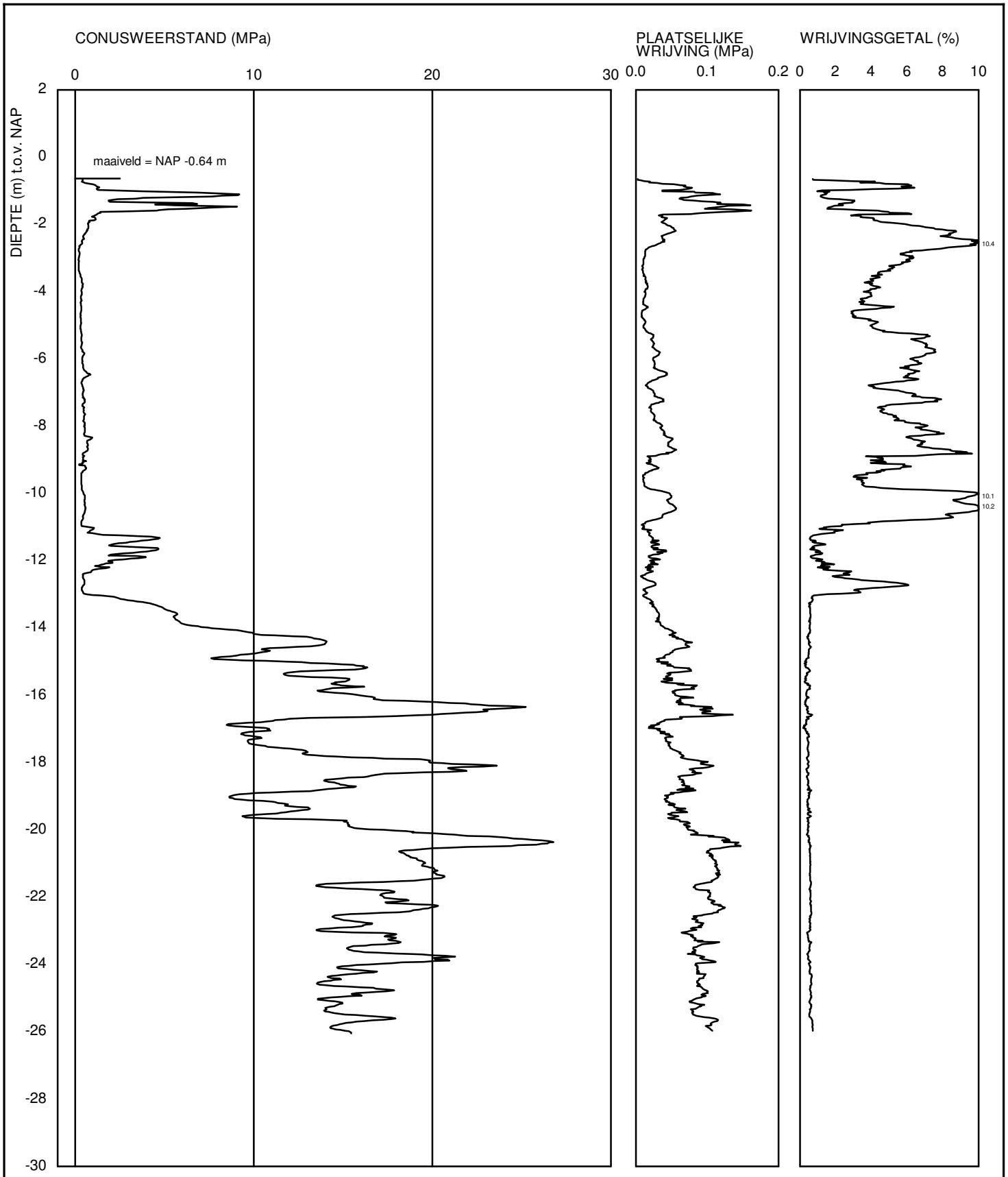
Telefoon Telefax	datum 2014-04-23	get. -
Sondering S38D01839 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01839	BIJL. -	form. A4



Telefoon Telefax	datum 2014-03-20	get. -
Sondering S38D01840 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01840 [Blad 1 / 2]	BIJL. -	form. A4



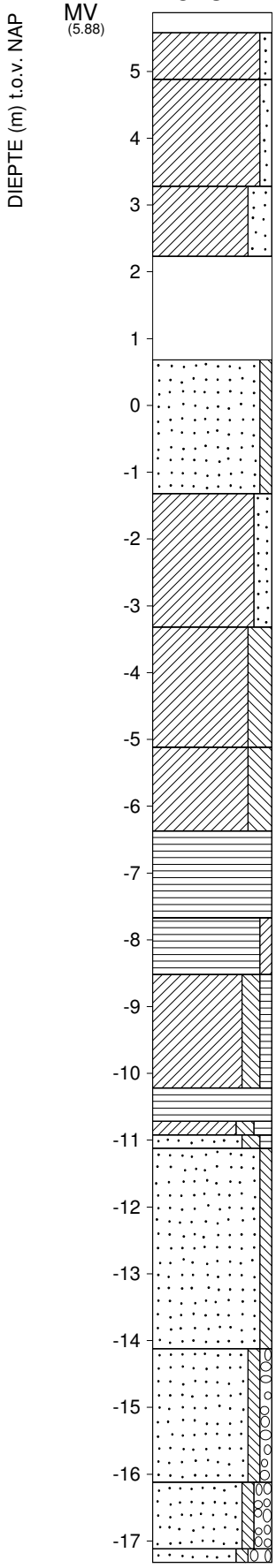
Telefoon Telefax	datum 2014-03-20	get. -
Sondering S38D01840 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01840 [Blad 2 / 2]	BIJL. -	form. A4



Telefoon Telefax	datum 2014-04-08	get. -
Sondering S38D01841 -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S38D01841	BIJL. -	form. A4

IV

BIJLAGE: BORINGEN



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		5.88	5.58	niet benoemd; grijs-, rood 'NBE'
2					
	2		5.58	4.88	klei, zwak zandig; rood-, grijs 'met puinresten'
3	3		4.88	3.28	klei, zwak zandig; donker-, grijs 'met wortelresten'
4	4		3.28	2.23	klei, sterk zandig; donker-, grijs
5	5		2.23	0.68	niet benoemd; zwart-, grijs 'NBE'
6	6		0.68	-1.32	zand, zwak siltig; bruin-, grijs 'met kleistukjes met puinresten geroerd'
7	7		-1.32	-3.32	klei, matig zandig; bruin-, grijs 'met weinig houtresten'
8	8		-3.32	-5.12	klei, sterk siltig; grijs
9	9		-5.12	-6.37	klei, sterk siltig; licht-, grijs-, bruin
10	10		-6.37	-7.67	veen, mineraalarm; bruin-, grijs 'VSTV'
11	11		-7.67	-8.52	veen, zwak kleiig; MET=???, HOUTRESTEN=???
12	12		-8.52	-10.22	klei, matig siltig, zwak humeus; bruin-, grijs 'met veensporen met rietresten'
13	13		-10.22	-10.72	veen, mineraalarm; donker-, bruin 'VSTV'
14					
15					
	14		-10.72	-10.92	klei, matig siltig, matig humeus; bruin-, grijs
	15		-10.92	-11.12	zand, matig siltig, zwak humeus; donker-, grijs 'ZMG'
16					
	16		-11.12	-14.12	zand, zwak siltig; donker-, grijs 'ZMG'
17	17		-14.12	-16.12	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZMG'
18	18		-16.12	-17.12	zand, zwak siltig, matig grindig; grijs 'ZMG'
19					

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-01-07	W&P
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4324 [Blad 1 / 2]

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

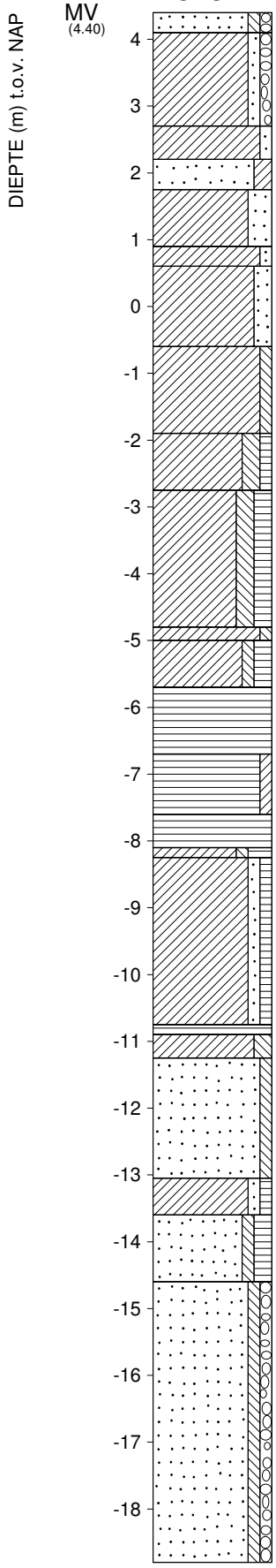
MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
-18 -19 Geboord tot NAP -19.12 m	19	19	-17.12	-19.12	zand, zwak siltig, sterk grindig; grijs 'ZMG' Einde Boring B38D4324

X = 110707.26 m Y = 435043.51 m (RD)

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-01-07	W&P
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4324 [Blad 2 / 2]



LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	4.40	4.10	zand, zwak siltig, zwak grindig; bruin-, zwart 'ZUF'
2	2	4.10	2.70	klei, zwak zandig, zwak grindig; donker-, bruin 'KMST'
3	3	2.70	2.20	klei, zwak zandig; bruin-, grijs 'KMST'
4				
5	4	2.20	1.75	zand, kleiig; licht-, rood-, grijs 'ZMG'
6	5	1.75	0.90	klei, sterk zandig; licht-, grijs-, bruin 'met puinresten'
7				
	6	0.90	0.60	klei, zwak zandig; blauw-, grijs 'KMSL'
8	7	0.60	-0.60	klei, matig zandig; licht-, grijs-, bruin 'KMST'
9	8	-0.60	-1.90	klei, zwak siltig; grijs 'KZST'
	9	-1.90	-2.75	klei, matig siltig, zwak humeus; rood-, grijs 'KMST'
10				
	10	-2.75	-4.80	klei, matig siltig, matig humeus; klei, ST=???, veen 'met veensporen met slibresten'
11				
12	11	-4.80	-5.00	klei, zwak siltig; blauw-, grijs 'KMST'
13	12	-5.00	-5.70	klei, zwak siltig, matig humeus; grijs-, bruin 'KMSL'
14	13	-5.70	-6.70	veen, mineraalarm; donker-, bruin 'met houtresten met plantenresten met wortelresten'
15				
16	14	-6.70	-7.60	veen, zwak kleiig; bruin
	15	-7.60	-8.10	veen, mineraalarm; donker-, bruin 'met houtresten'
17	16	-8.10	-8.25	klei, zwak siltig, sterk humeus; zwart-, grijs 'KSTV'
18	17	-8.25	-10.75	klei, zwak zandig, zwak humeus; bruin-, grijs 'KMSL'
19				
	18	-10.75	-10.90	veen, mineraalarm; veen, ST=???, veen
20	19	-10.90	-11.25	klei, matig siltig; klei, MS=???, T=???
	20	-11.25	-13.05	zand, zwak siltig; grijs 'ZMG'
21				
22	21	-13.05	-13.60	klei, zwak zandig, zwak humeus; bruin-, grijs 'KMSL'
	22	-13.60	-14.60	zand, zwak siltig, matig humeus; grijs 'ZMG'
23	23	-14.60	-19.60	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZZG'

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2009-12-02	HV
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4326 [Blad 1 / 2]

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

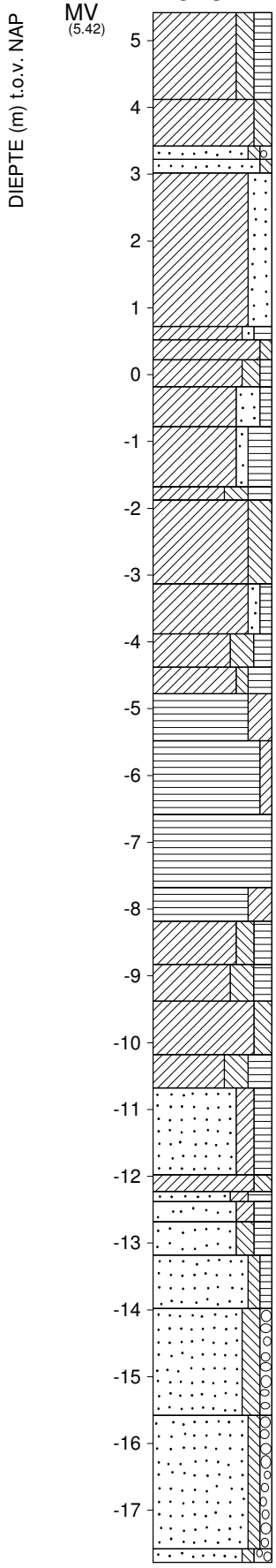
MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
-19	23	23	-14.60	-19.60	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZZG'
-20	24	24	-19.60	-20.60	zand, zwak siltig; licht-, grijs-, bruin 'ZZG'
Geboord tot NAP -20.60 m					Einde Boring B38D4326

X = 110858.02 m Y = 435065.29 m (RD)

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2009-12-02	HV
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4326 [Blad 2 / 2]



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		5.42	4.12	klei, matig siltig, matig humeus; bruin 'met puinresten met wortelresten met roestsporen teelaarde'
2	2		4.12	3.42	klei, matig siltig; bruin 'met roestsporen'
3 4		3	3.42	3.22	zand, zwak siltig, zwak grindig; licht-, bruin-, grijs 'ZZG'
5	4		3.22	3.02	zand, zwak siltig; licht-, bruin-, grijs 'ZMF'
6 7		5	3.02	0.72	klei, sterk zandig; donker-, grijs 'KMST'
8 9	6		0.72	0.52	klei, zwak zandig, matig humeus; bruin
10		7	0.52	0.22	klei, zwak siltig; klei, MS=???, T=??? 'geroerd'
11	8		0.22	-0.18	klei, matig siltig, zwak humeus; grijs
12	9		-0.18	-0.78	klei, sterk zandig, zwak humeus; donker-, grijs 'KMST'
13	10		-0.78	-1.68	klei, zwak zandig, sterk humeus; bruin-, grijs 'KMST'
14 15	11		-1.68	-1.88	klei, sterk siltig, sterk humeus; donker-, grijs 'met veenstukjes'
16	12		-1.88	-3.13	klei, sterk siltig; blauw-, grijs 'SCH2'
17	13		-3.13	-3.88	klei, zwak zandig, zwak humeus; donker-, blauw-, grijs
18	14		-3.88	-4.38	klei, sterk siltig, matig humeus; grijs-, bruin 'met plantenresten met rietresten'
19	15		-4.38	-4.78	klei, zwak siltig, sterk humeus; bruin 'met wortelresten'
20 21	16		-4.78	-5.48	veen, sterk kleiig; bruin 'met houtresten'
22	17		-5.48	-6.58	veen, zwak kleiig; bruin 'met houtresten'
23	18		-6.58	-7.68	veen, mineraalarm; bruin 'met houtresten'
24	19		-7.68	-8.18	veen, sterk kleiig; licht-, bruin 'met houtresten'
25 26 27 28	20		-8.18	-8.83	klei, matig siltig, matig humeus; grijs-, bruin 'met houtresten'
29	21		-8.83	-9.38	klei, sterk siltig, matig humeus; licht-, grijs 'met houtresten'
30	22		-9.38	-10.18	klei, matig siltig; grijs-, bruin 'met rietresten met slibresten'
	23		-10.18	-10.68	klei, sterk siltig, sterk humeus; grijs-, bruin 'SCH2'
31	24		-10.68	-11.98	zand, kleiig, matig humeus; grijs 'ZMF'
32					

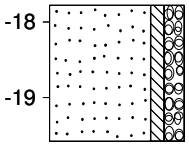
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-02-02	RvD
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4328 [Blad 1 / 3]

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MONSTER



Geboord tot
NAP -19.58 m

LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
	25	-11.98	-12.23	klei, matig siltig; grijs 'KMSL'
32	26	-12.23	-12.38	zand, kleiig, sterk humeus; zwart-, bruin 'ZMF'
	27	-12.38	-12.68	zand, kleiig, matig humeus; donker-, grijs 'ZMG'
	28	-12.68	-13.18	zand, matig siltig, matig humeus; grijs 'ZMG'
	29	-13.18	-13.98	zand, zwak siltig, zwak humeus; grijs 'ZZG'
	30	-13.98	-15.58	zand, matig siltig, zwak grindig; grijs 'ZMG'
	31	-15.58	-17.58	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZZG'
	32	-17.58	-19.58	zand, zwak siltig, matig grindig; grijs 'ZZG'

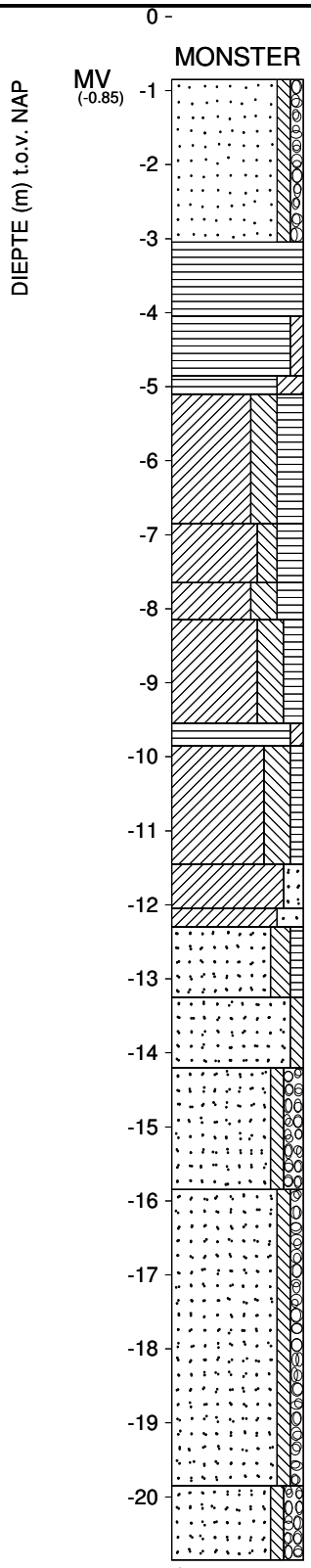
Einde Boring B38D4328

X = 111056.76 m Y = 435180.41 m (RD)

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-02-02	RvD
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4328 [Blad 2 / 2]



Geboord tot
NAP -20.85 m

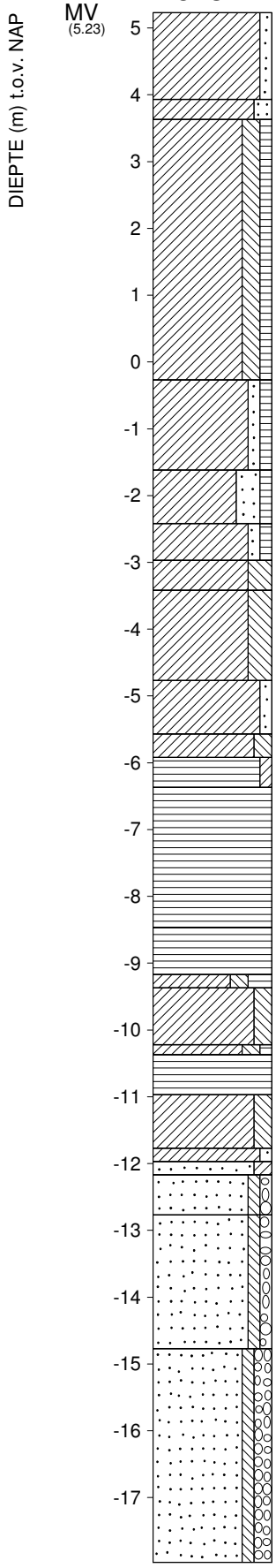
MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		-0.85	-3.05	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs-, bruin 'ZZG'
2	2		-3.05	-4.05	veen, mineraalarm; bruin 'VSLA'
3	3		-4.05	-4.85	veen, zwak kleiig; bruin 'VSLA'
4		4	-4.85	-5.10	veen, sterk kleiig; MET=???, GROVE=???, HOUTRESTEN=???
5		5	-5.10	-6.85	klei, sterk siltig, sterk humeus; grijs-, bruin 'KZSL'
6	6		-6.85	-7.65	klei, matig siltig, sterk humeus; bruin 'KZSL'
7	7		-7.65	-8.15	klei, sterk siltig, sterk humeus; licht-, grijs 'KZSL'
8	8		-8.15	-9.55	klei, sterk siltig, matig humeus; licht-, grijs 'KZSL'
9	9		-9.55	-9.85	veen, zwak kleiig; bruin 'VZSL'
10	10		-9.85	-11.45	klei, sterk siltig, zwak humeus; licht-, grijs 'KZSL'
11	11		-11.45	-12.05	klei, matig zandig; grijs-, bruin 'KSLA'
12					
13	12		-12.05	-12.30	klei, sterk zandig; donker-, grijs 'KSLA'
14	13		-12.30	-13.25	zand, matig siltig, zwak humeus; grijs 'ZMG'
15	14		-13.25	-14.20	zand, zwak siltig; grijs 'ZMG'
	15		-14.20	-15.85	zand, zwak siltig, matig grindig; grijs 'ZZG'
16	16		-15.85	-19.85	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZUG'
17	17		-19.85	-20.85	zand, zwak siltig, matig grindig; uiterst grof
					Einde Boring B38D4329

X = 111159.47 m Y = 435264.61 m (RD)

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-02-04	RvD
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4329 [Blad 1 / 2]



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		5.23	3.93	klei, zwak zandig; rood-, bruin 'SCH2'
2	2		3.93	3.63	klei, matig zandig; bruin-, grijs 'geroerd'
3	3		3.63	-0.27	klei, matig siltig, zwak humeus; groen-, grijs 'KMST'
4	4		-0.27	-1.62	klei, zwak zandig, zwak humeus; grijs 'SCH2'
5	5		-1.62	-2.42	klei, sterk zandig, zwak humeus; grijs 'met plantenresten'
6	6		-2.42	-2.97	klei, zwak zandig, zwak humeus; donker-, grijs 'met veensporen met slibresten'
7		7	-2.97	-3.42	klei, sterk siltig; donker-, grijs 'KMST'
8		8	-3.42	-4.77	klei, sterk siltig; donker-, bruin-, grijs 'KSTV'
9		9	-4.77	-5.57	klei, zwak zandig; licht-, grijs 'KMST'
10		10	-5.57	-5.92	klei, matig siltig; donker-, grijs-, bruin 'met plantenresten met houtresten'
11		11	-5.92	-6.37	veen, zwak kleiig; bruin 'VMST'
12		12	-6.37	-8.47	veen, mineraalarm; bruin
13		13	-8.47	-9.17	veen, mineraalarm; donker-, bruin 'VMST'
14		14	-9.17	-9.37	klei, matig siltig, sterk humeus; donker-, grijs-, bruin 'met veensporen'
15		15	-9.37	-10.22	klei, matig siltig; grijs 'KMST'
16		16	-10.22	-10.37	klei, matig siltig, zwak humeus; grijs-, bruin
17		17	-10.37	-10.97	veen, mineraalarm; bruin 'VMST'
18		18	-10.97	-11.77	klei, matig siltig; licht-, grijs 'KMSL'
19		19	-11.77	-11.97	klei, zwak zandig; grijs-, bruin 'KMST'
20		20	-11.97	-12.17	zand, kleiig; donker-, grijs 'ZMG'
21		21	-12.17	-12.77	zand, zwak siltig, zwak grindig; licht-, grijs 'ZMG'
22		22	-12.77	-14.77	zand, zwak siltig, zwak grindig; bruin-, grijs 'ZZG'

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2010-02-08	RvD
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

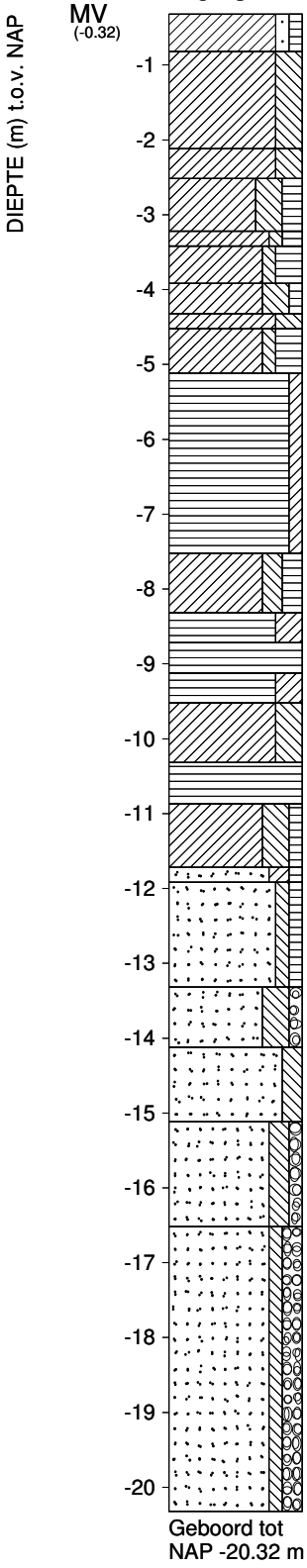
Edelmanboring B38D4330 [Blad 1 / 2]

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MONSTER	LAAG	DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
-18	23	-14.77	-19.77	zand, zwak siltig, matig grindig; grijs 'ZZG'
-19	23			
Geboord tot NAP -19.77 m				Einde Boring B38D4330

X = 111168.25 m Y = 435375.95 m (RD)

<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum 2010-02-08	get. RvD
				DINO-BOR	gez.
Edelmanboring B38D4330 [Blad 2 / 2]				BIJL.	form. A4



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1		1	-0.32	-0.82	klei, zwak zandig, zwak humeus; donker-, bruin 'met puinresten met wortelresten'
2		2	-0.82	-2.12	klei, sterk siltig; donker-, grijs
3		3	-2.12	-2.52	klei, sterk siltig; bruin-, grijs 'SCH2'
4					
5		4	-2.52	-3.22	klei, sterk siltig, matig humeus; blauw 'met plantenresten met enkele plantenresten met slibresten'
6					
7					
8		5	-3.22	-3.42	klei, zwak siltig, matig humeus; donker-, bruin 'met houtresten met veensporen'
9					
		6	-3.42	-3.92	klei, zwak siltig, sterk humeus; bruin 'KMSL'
10		7	-3.92	-4.32	klei, sterk siltig, zwak humeus; bruin-, grijs 'met houtresten met weinig veensporen'
		8	-4.32	-4.52	klei, sterk siltig; bruin-, grijs 'KMST'
11					
12		9	-4.52	-5.12	klei, zwak siltig, sterk humeus; grijs-, bruin 'KMST'
13					
14		10	-5.12	-7.52	veen, zwak kleiig; veen, mineraalarm, ST=??? 'met houtresten'
15					
16		11	-7.52	-8.32	klei, matig siltig, matig humeus; grijs 'KMSL'
17		12	-8.32	-8.72	veen, sterk kleiig; grijs-, bruin 'met houtresten'
18					
		13	-8.72	-9.12	veen, mineraalarm; donker-, bruin 'met houtresten'
19					
		14	-9.12	-9.52	veen, sterk kleiig; grijs-, bruin 'met houtresten'
20					
		15	-9.52	-10.32	klei, sterk siltig; licht-, bruin-, grijs 'met veenstukjes met plantenresten'
21					
		16	-10.32	-10.87	veen, mineraalarm; bruin 'met rietresten met plantenresten'
22					
		17	-10.87	-11.72	klei, sterk siltig, zwak humeus; bruin-, grijs 'met veenstukjes met plantenresten'
		18	-11.72	-11.92	zand, kleiig, zwak humeus; donker-, grijs 'ZMF'
		19	-11.92	-13.32	zand, zwak siltig, zwak humeus; grijs 'ZMG'
23					
		20	-13.32	-14.12	zand, sterk siltig, zwak grindig; grijs 'ZZG'
		21	-14.12	-15.12	zand, matig siltig; bruin-, grijs 'ZMG'
		22	-15.12	-16.52	zand, matig siltig, zwak grindig; grijs 'ZMG'
		23	-16.52	-20.32	zand, zwak siltig, matig grindig; zeer grof

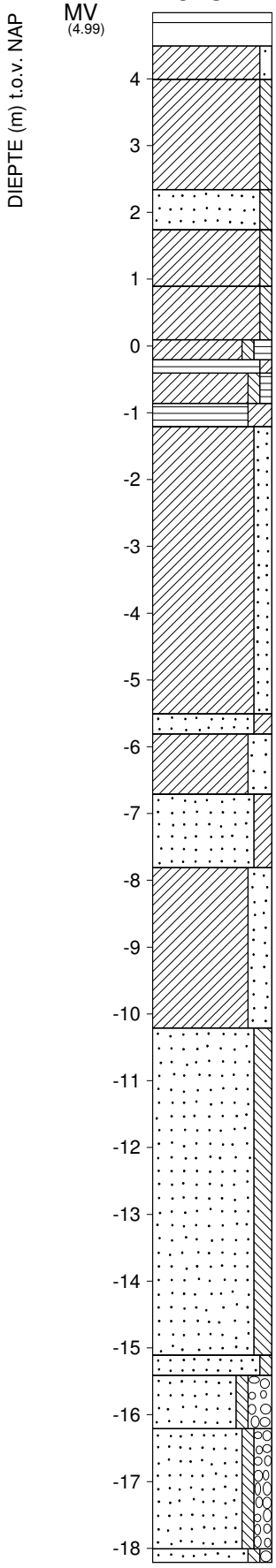
Einde Boring B38D4331

X = 111221.72 m Y = 435481.38 m (RD)

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum 2009-12-10	get. W&P	
DINO-BOR	gez.	
BIJL.	form. A4	

Edelmanboring B38D4331 [Blad 1 / 2]



MONSTER	LAAG	DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	4.99	4.84	niet benoemd; niet benoemd 'asfalt'
2				
3	2	4.84	4.49	niet benoemd; niet benoemd
4	3	4.49	3.99	klei, zwak zandig; licht-, bruin 'KSLA'
	4	3.99	2.34	klei, zwak siltig; licht-, bruin
5	5	2.34	1.74	zand, zwak siltig; bruin 'ZZG'
6	6	1.74	0.89	klei, zwak siltig; grijs
7	7	0.89	0.09	klei, zwak siltig; grijs 'met slibresten'
8				
9				
10	8	0.09	-0.21	klei, zwak siltig, matig humeus; donker-, bruin-, grijs
11	9	-0.21	-0.41	veen, zwak kleiig; bruin
	10	-0.41	-0.86	klei, zwak siltig, zwak humeus; grijs 'met slibresten'
	11	-0.86	-1.21	veen, sterk kleiig; bruin
12	12	-1.21	-5.51	klei, matig zandig; klei, ST=???, veen
13	13	-5.51	-5.81	zand, kleiig; grijs 'ZMF'
14	14	-5.81	-6.71	klei, sterk zandig; grijs
15	15	-6.71	-7.81	zand, kleiig; grijs 'ZMF'
16	16	-7.81	-10.21	klei, sterk zandig; grijs
17	17	-10.21	-15.11	zand, matig siltig; grijs 'ZMG'
18	18	-15.11	-15.41	zand, zwak siltig; grijs 'ZMG'
19	19	-15.41	-16.21	zand, zwak siltig, sterk grindig; grijs 'ZUG'
20	20	-16.21	-18.01	zand, zwak siltig, matig grindig; grijs 'ZZG'
21				

<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum	get.
2009-11-11	MR
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4332 [Blad 1 / 2]

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
-19	21	21	-18.01	-20.01	zand, zwak siltig, zwak grindig; grijs 'ZZG'
-20 Geboord tot NAP -20.01 m					Einde Boring B38D4332

X = 111218.6 m Y = 435555.27 m (RD)

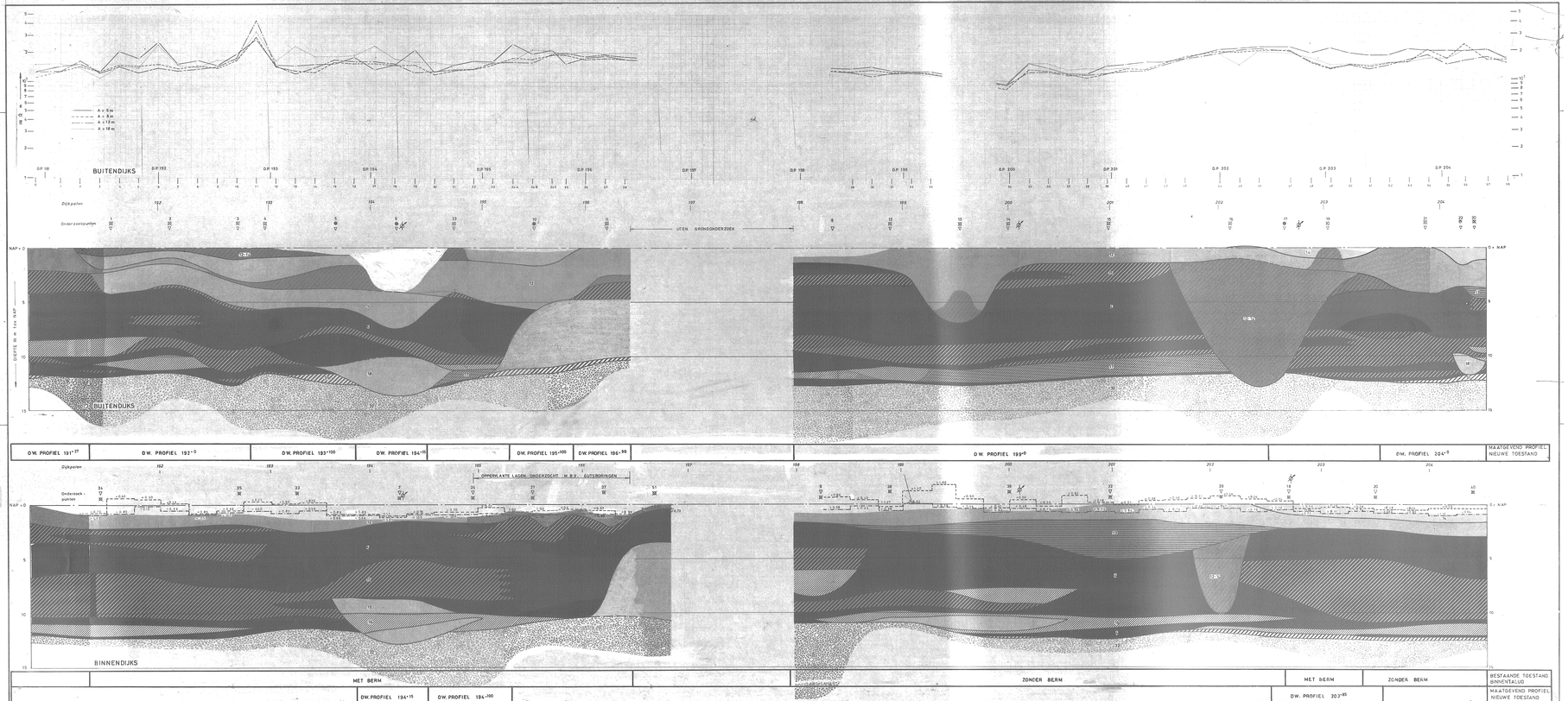
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered>
<Not Registered> <Not Registered>
Telefoon <Not Registered>
Telefax <Not Registered>

datum 2009-11-11	get. MR
DINO-BOR	gez.
BIJL.	form. A4

Edelmanboring B38D4332 [Blad 2 / 2]

V

BIJLAGE: GEOTECHNISCH LENGTEPROFIEL



laboratorium voor grondmechanica delft
DELFT, STEVIN WEG 1, TEL. 01730-8444

DATUM	28-10-70	
TEKENINGNR.	CO-230860	
BUL.	53	

DIJKVERBETERING ALBLASSERWAARD
DEELTE STREEFKERK - WEST
GEOTECHNISCHE PROFIELEN EN GEO-ELEC. PROFIEL

LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDA

		NIEUW	OUD			
0A	hoofdzakelijk zand	Antropogene gronden	*Antropogene gronden*			
0B	hoofdzakelijk klei					
0C	hoofdzakelijk veen					
12	klei	FORMATIE VAN ECHTELD	*Afzettingen van Tiel*	WESTLAND - FORMATIE	*fluviatiel*	HOLOCEEN
12-4	klei, venig					
13	klei, zandig					
12-14	klei, zandig tot zand kleiig					
14	zand					
4A	veen, kleiig	FORM. VAN NIEUWKOOP	*Hollandveen*		*organisch*	
4	veen					
15	klei (kornklei)	FORMATIE VAN ECHTELD	*Afzettingen van Gorkum*		*fluviatiel*	
16	klei					
17	klei, zandig					
16-18	klei, zandig tot zand kleiig					
18A	zand, kleiig					
18	zand					
9	veen	FORM. VAN NIEUWKOOP	*Basisveen*		*organisch*	
19	klei	FORMATIE VAN ECHTELD	*BETUWE FORMATIE*		*fluviatiel*	PLEISTOCEEN
20	zand					
21	zand (donkzand)	FORMATIE VAN BOXTEL	*FORMATIE v KREFTENHEYE*		*periglacial*	
22A	klei, siltig, zandig		*FORMATIE v TWENTE*			
22B	zand		*FORMATIE v EINDHOVEN*			
31	klei, vaak zandig	FORMATIE VAN KREFTENHEYE	*FORMATIE VAN KREFTENHEYE*		*fluviatiel*	
32	zand					
36	zand	FORMATIE v STERKSEL	*FORMATIE v VEGHEL*			
37A	klei	FORMATIE v WAALRE	*FORMATIE v KEDICHEM*			
37B	zand		*FORMATIE v TEGELEN*			

KWARTAIR