WIHA GRONDMECHANICA
technisch bodemonderzoek
grondmechanica
milieukunde
adviezen



Rapport: GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

plan Noordpolder, 't Marktje

Woensdrecht

Opdrachtgever: Aannemings- en Verhuurbedrijf J. Hoondert & Zn. BV
Postbus 4
4453 ZG 's-Heerenhoek

Rapportnummer: 1702268XG Versie: 1

Rapportdatum: 7 december 2017

Opgesteld door:	Drs. I.W. van Geloven	
Adviesverantwoordelijke:	Drs. I.W. van Geloven	12-12-2017 X Ondertekend door: Drs. I.W. van Geloven

Postbus 21 2800 AA Gouda - tel. 0182 – 58 55 03 - fax 0182 – 58 53 01
Postbus 2099 4460 MB Goes - tel. 0113 – 82 02 23 - fax 0113 – 82 02 24
info@wiha.nl - www.wiha.nl

Inhoudsopgave

1 Projectbeschrijving 1
1.1 Inleiding 1
1.2 Plangegevens 1
1.2.1 Administratieve indeling 1
1.2.2 Situatie actueel / voormalig 1
1.2.3 Bouwplan 1
2 Onderzoeksprogramma 3
2.1 Veldonderzoek 3
2.1.1 Sonderingen 3
2.1.2 Dissipatietest 3
2.1.3 Boringen 3
2.1.4 Hoogtemeting 3
2.1.5 Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone (Constant-flow-rate-methode) 3
2.2 Archief-/dossieronderzoek 3
2.2.1 TNO 3
2.2.2 Overig archiefonderzoek 4
3 Bodem, water en omgeving 5
3.1 Hoogte maaiveld 5
3.2 Bodem 6
3.2.1 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie 6
3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving 6
3.3 Water 7
3.3.1 Oppervlaktewater 7
3.3.2 Grondwater 7
3.4 Waterdoorlatendheid 10
3.4.1 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone 10
3.4.2 Boringen en sonderingen 11
3.4.3 Archiefgegevens 11
4 Invloed nieuwbouw op de waterhuishouding 12
4.1 Inleiding 12
4.2 Uitgangspunten / benadering 12
4.2.1 Rekenmethode 12
4.2.2 Berekeningsaannames 12
4.3 Interpretatie waterhuishouding 12
4.4 Gemodelleerde effecten 13
4.4.1 Ophoging van het terrein 13
4.4.2 Realisatie kelders (barrièrewerking) 14
4.4.3 Verplaatsen of dempen watergangen 14
4.5 Samenvatting en conclusie 14

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek
Bijlage 2: Resultaten laboratoriumonderzoek
Bijlage 3: Monitoringsgegevens waterstanden
Bijlage 4: Resultaten grondwatermodellering

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

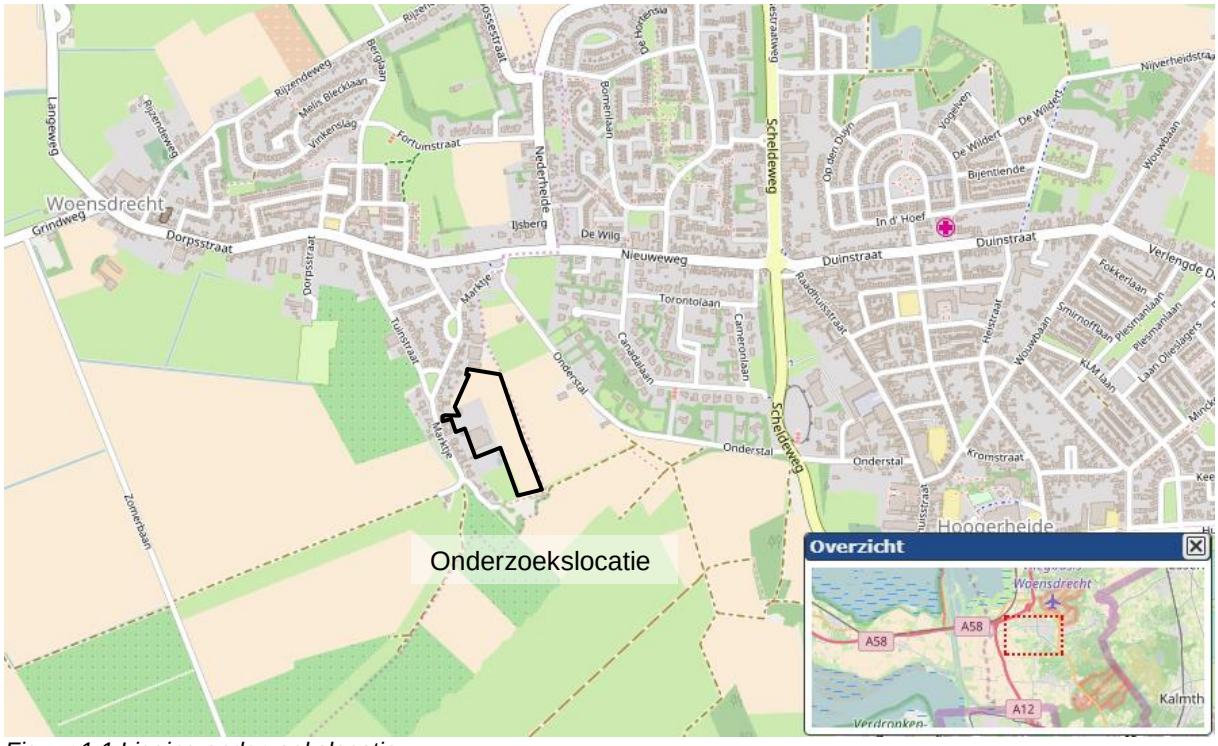
Door WIHA Grondmechanica is een geohydrologisch grondonderzoek uitgevoerd voor het project “plan Noordpolder, ‘t Marktje”. Gepland is de herinrichting van het terrein voor woondoeleinden. Het onderzoek heeft tot doel inzicht te geven in de hydrologische situatie van het terrein en de invloed van het nieuwbouwplan op de grondwaterstanden en -stromen.

1.2 Plangegevens

1.2.1 Administratieve indeling

De locatiekenmerken zijn samengevat in navolgende tabel. De situering van de onderzoekslocatie is globaal weergegeven in Figuur 1.1.

Straat:	‘t Marktje	
Plaats / gemeente:	Woensdrecht	Woensdrecht
Provincie / waterschap:	Noord-Brabant	Brabantse Delta
RD-coördinaten		
X:	80,32	[km]
Y:	382,38	[km]



Figuur 1.1 Ligging onderzoekslocatie

1.2.2 Situatie actueel / voormalig

De planlocatie is gesitueerd aan de westzijde van Woensdrecht, aan de voet van de Brabantse Wel. De locatie is momenteel grotendeels onbebouwd weiland/akkerland. Aan de westzijde van het gebied is een bedrijfsgebouw aanwezig (met toegangsweg in klinkers), daarnaast zijn er verspreid nog enkele gebouwtjes aanwezig. Een indruk van de actuele situatie is weergegeven in Figuur 1.2.

1.2.3 Bouwplan

Het plan omvat de sloop van de bestaande bebouwing en de inrichting van het terrein voor woondoeleinden. Gepland zijn onder meer een 10-tal woningen met een ontsluitingsweg. Een indruk van het plan is weergegeven in Figuur 1.3. Bouwpeilen en maaiveldhoogten zijn nog niet vastgesteld.



Figuur 1.2 Actuele situatie



Figuur 1.3 Globaal inrichtingsplan (bron: opdrachtgever)

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Het grondonderzoek is uitgevoerd door ons bureau d.d. 24 oktober 2017. De resultaten van het grondonderzoek zijn integraal weergegeven in Bijlage 1.

2.1.1 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 4 sonderingen gemaakt. Het betreft de sondeernummers: D1 t/m D4. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeertruck met een elektrische kleefmantelconus klasse 2. In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven. Voor de locaties van de sondeerpunten wordt verwezen naar de situatieschets eveneens in Bijlage 1. Bij sondering D2 en D4 is met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de waterspanning wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

2.1.2 Dissipatietest

Tijdens de piëzosonderingen is op 2 niveaus een dissipatietest uitgevoerd. Bij een dissipatietest wordt het drukken van de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald. De resultaten van de dissipatietesten zijn toegevoegd achter de sonderingen in Bijlage 1.

2.1.3 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand zijn 9 handboringen verricht. Alle boringen zijn afgewerkt tot peilbuis. De boorstaten zijn weergegeven in Bijlage 1, de situering van de boringen is weergegeven op de situatietekening. De boringen zijn van maaiveld tot de maximaal verkende diepte bemonsterd. Aan de hand van Gleykenmerken in de bodemopbouw is een inschatting gemaakt van de mogelijke fluctuaties van de grondwaterstand.

2.1.4 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten met behulp van dGPS ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

2.1.5 Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone (Constant-flow-rate-methode)

In alle peilbuizen is een waterdoorlatendheidsmeting uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst. De kenmerken en resultaten van de proef zijn weergegeven in § 3.4.1.

2.2 Archief-/dossieronderzoek

2.2.1 TNO

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn, beknopt, de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.1 uit 2008.

Teneinde inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn via Dinoloket van TNO langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de locatie. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens wordt verwezen naar **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**.

2.2.2 Overig archiefonderzoek

2.2.2.1 Bodem-informatiekaarten / -bronnen

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra.
- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO.
- Kwelkaart van Nederland, Rijkswaterstaat.
- Actueel hoogtebestand Nederland.
- Wateratlas Provincie Noord – Brabant.

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

2.2.2.2 Beleidsstukken

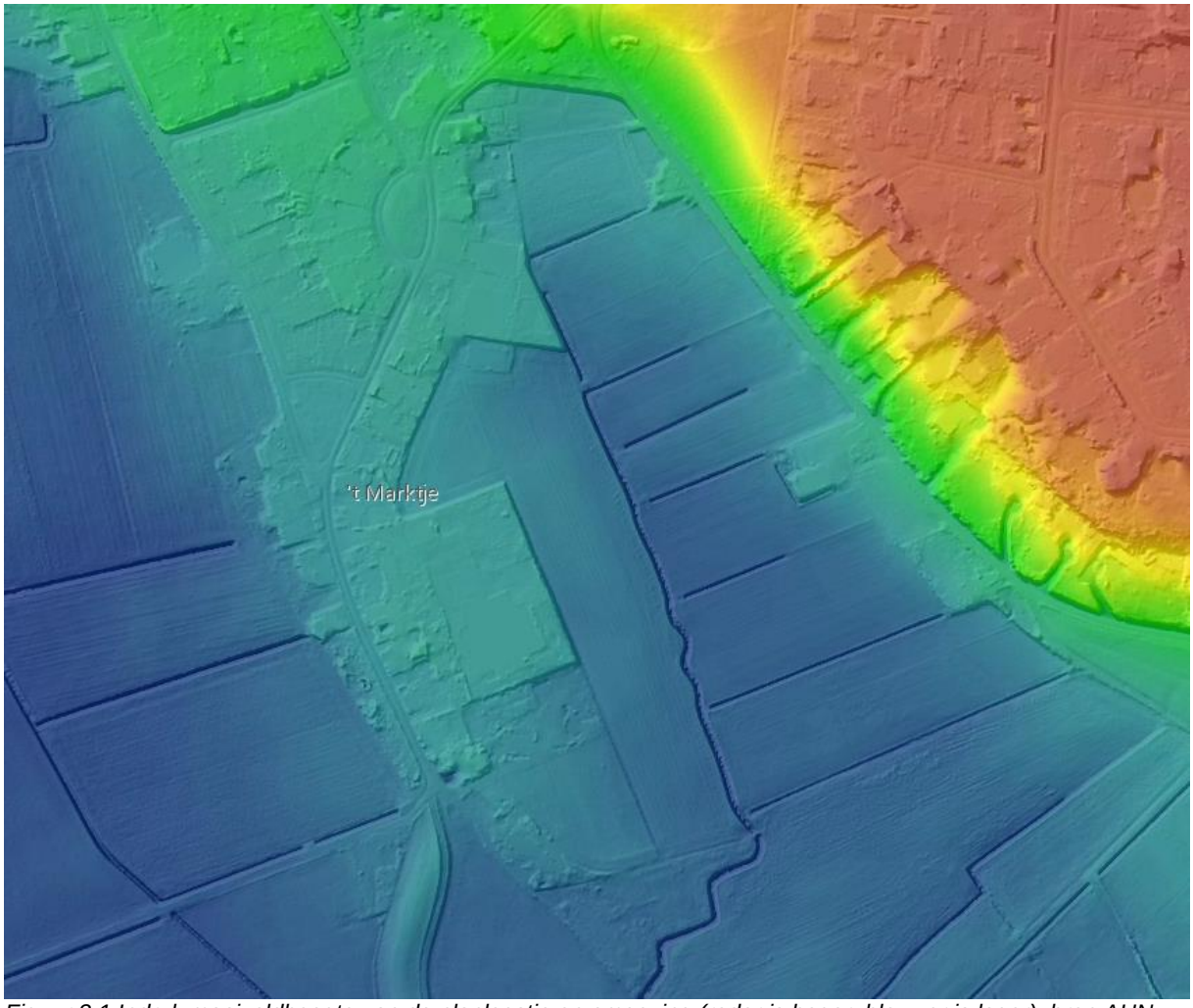
Onder meer de volgende beleidsstukken en plankaarten zijn geraadpleegd:

- Provinciale Milieuverordening Noord-Brabant (PMV);
- Keurkaart en leggerkaart waterschap Brabantse Delta
- Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021, provincie Noord-Brabant.

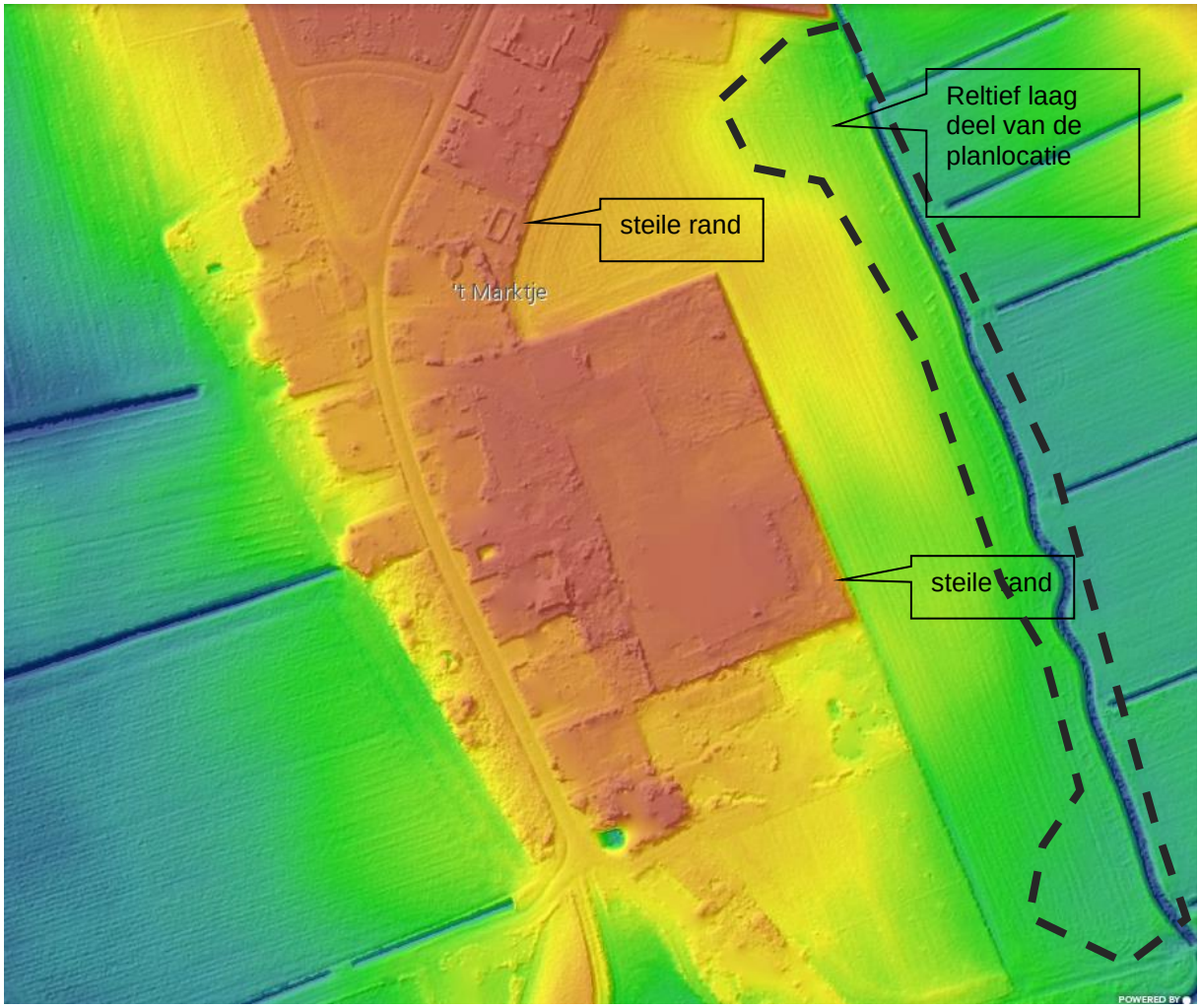
3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 1,5 m + tot 4 m + NAP. Het terrein is qua hoogte vergelijkbaar met de westelijk gelegen gebieden, maar is significant lager dan de kern van Woensdrecht, die op de Brabantse Wal is gebouwd. De hoogte van de Brabantse Wal is ter plaatse van Woensdrecht 15 tot 20 m + NAP.



Figuur 3.1 Indruk maaiveldhoogte van de planlocatie en omgeving (roder is hoger, blauwer is lager), bron:AHN



Figuur 3.2 Indruk maaiveldhoogte van de planlocatie en omgeving (roder is hoger, blauwer is lager), bron:AHN. Zichtbaar gemaakt zijn de relatief steile randen binnen het plangebied en het relatief lage deel van het gebied, langs de watergang

3.2 Bodem

3.2.1 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

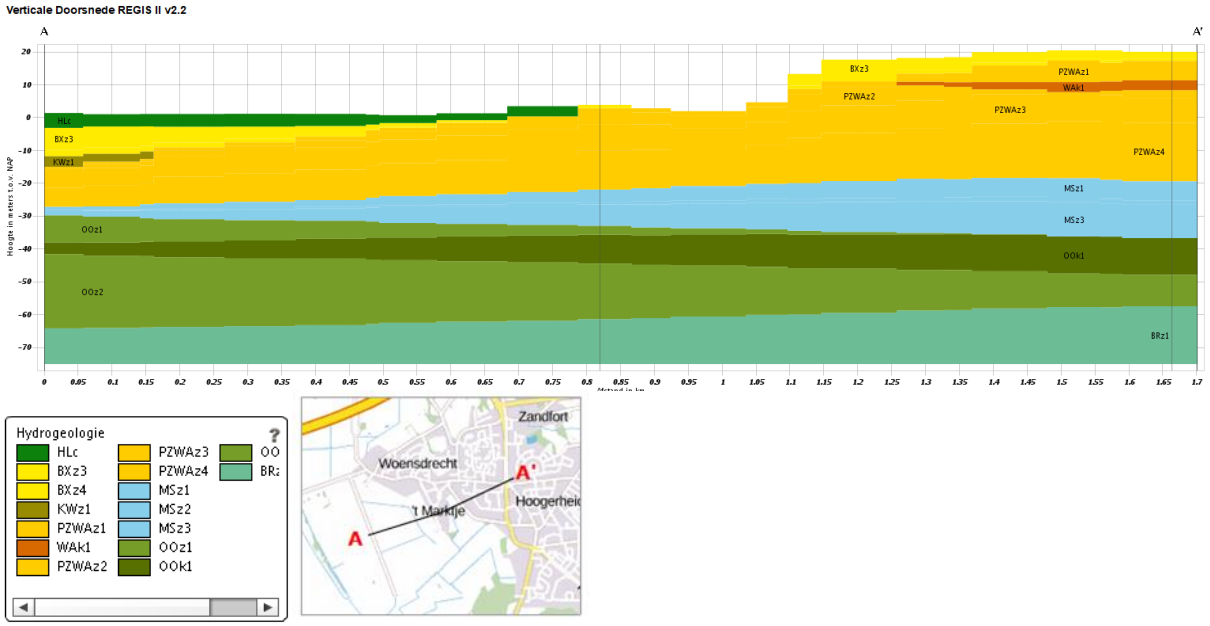
De lokale bodemopbouw kan, tot de maximaal verkende diepte, als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m t.o.v. NAP]	lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
0 à 2	fijn zand, veen, klei	
-8	zand, matig vast tot vast, matig fijn tot matig grof	
-10	fijn tot zeer fijn, siltig zand	

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en -samenstelling kunnen hiervan afwijken.

N.B. Het meest opvallende verschijnsel in het plangebied is de Brabantse Wal, een steilwand van circa 20 meter hoogte, die de holocene gronden in het westen scheidt van de pleistocene gronden in het oosten. De steilwand is gevormd door erosie, waarschijnlijk een combinatie van mariene erosie en fluviatiele erosie door de (voormalige) Schelde (Hobma e.a., 1993).



Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerk	Lithologie**
25***	Peize / Waalre	fluviatiele zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceen, gevormd door de vroegere rivier de Eridanos (from. van Peize, in het noorden van het land) en de oervorm van de Rijn (form. van Waalre, in het zuiden van het land). Omdat deze lagen vertand voorkomen -met name in het midden van het land- wordt geen nader onderscheid gemaakt	Peize: fluviatiel en deltaïsch wit of grijs grof zand en grind, met dunne leem- en kleilagen Waalre: zanden (bij vroegere stroomruggen), uiterst grof tot matig fijn en kleien (bij vroegere komgronden of meren). Plaatselijk komen veenlaagjes voor.
35	Maassluis	ondiep-mariene zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceen	kalk-/schelphoudend zand
60	Oosterhout	mariene formatie uit het Plioceen	afwisseling van (middel)grof zand en kleilagen

* Bron: Landelijk DGM model V1.3 - 2009, TNO, de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (met name nabij geologische breukzones)
** Beschreven is de dominante lithologie. Ondergeschikte en sporadisch voorkomende lithologie zijn niet beschreven.
*** Oostelijk wordt de laag afgedekt door de formatie van Boxtel (Brabantse Wal) en westelijk door Holocene afzettingen (poldergebieden)

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater

De ligt in het werkgebied van waterschap Brabantse Delta. De planlocatie grenst aan de oostzijde aan een A-watergang (zie Figuur 3.3). Het waterpeil in de A-watergang is tijdens het grondonderzoek ingemeten op 0,51 à 0,57 m + NAP. Het waterpeil in de oostelijk gelegen B-watergangen op 0,56 à 0,58 en lokaal op 1,08 m + NAP. De bodembreedte van de A-watergang bedraagt volgens de leggerkaart circa 0,75 m en de bodemhoogte 0,7 à 0,0 m + NAP.
Het waterpeil in de A-watergang langs het Marktje (zuidwestelijk van de locatie) is tijdens het onderzoek ingemeten op 0,95 m + NAP.

3.3.2 Grondwater

3.3.2.1 Grondwaterstroming

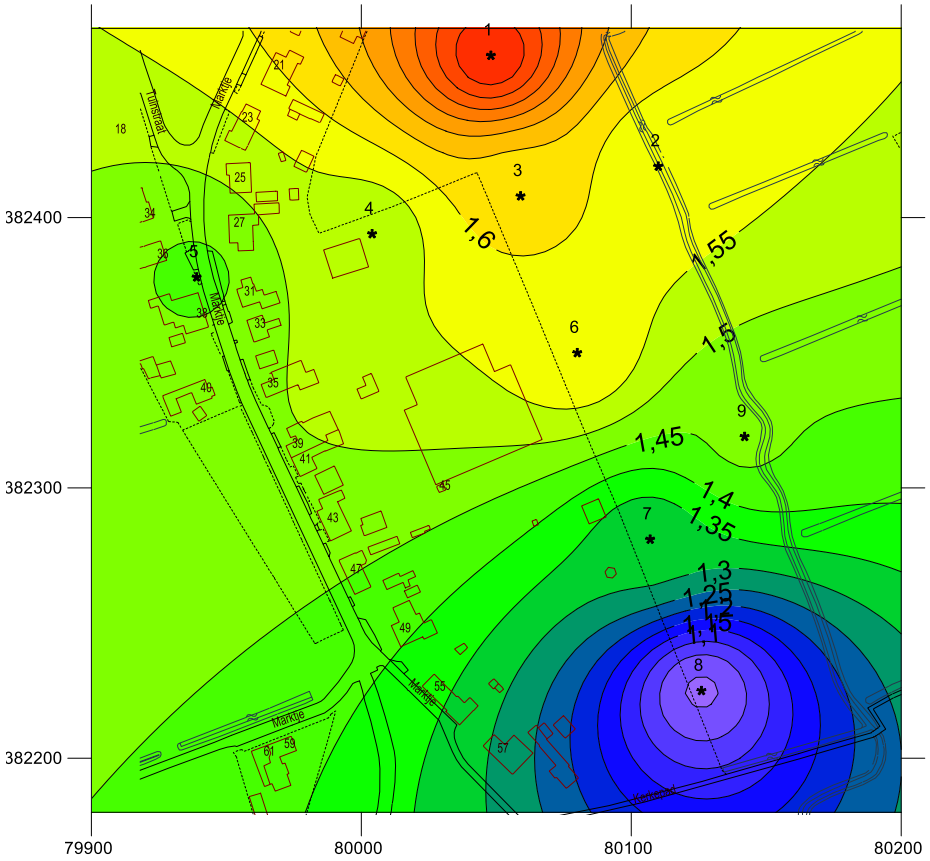
De globale horizontale stroming van het 1e watervoerende pakket is, volgens de grondwaterkaart van Nederland en grondwatertools.nl (interpolatie gebaseerd op TNO-grondwatergegevens), globaal westzuidwestelijk gericht.



Figuur 3.3 Uitsnede leggerkaart met in blauw de A-watergangen en in roze de B-watergangen



Figuur 3.4 Isohypsen 1e WVP geïnterpoleerd door Grondwatertools.nl (verhang oost → west)



Figuur 3.5 Interpolatie gemeten freatische grondwaterstanden d.d. 2 november 2017 [m tov NAP] (verhang noord → zuid)

3.3.2.2 Grondwaterstand en -fluctuaties

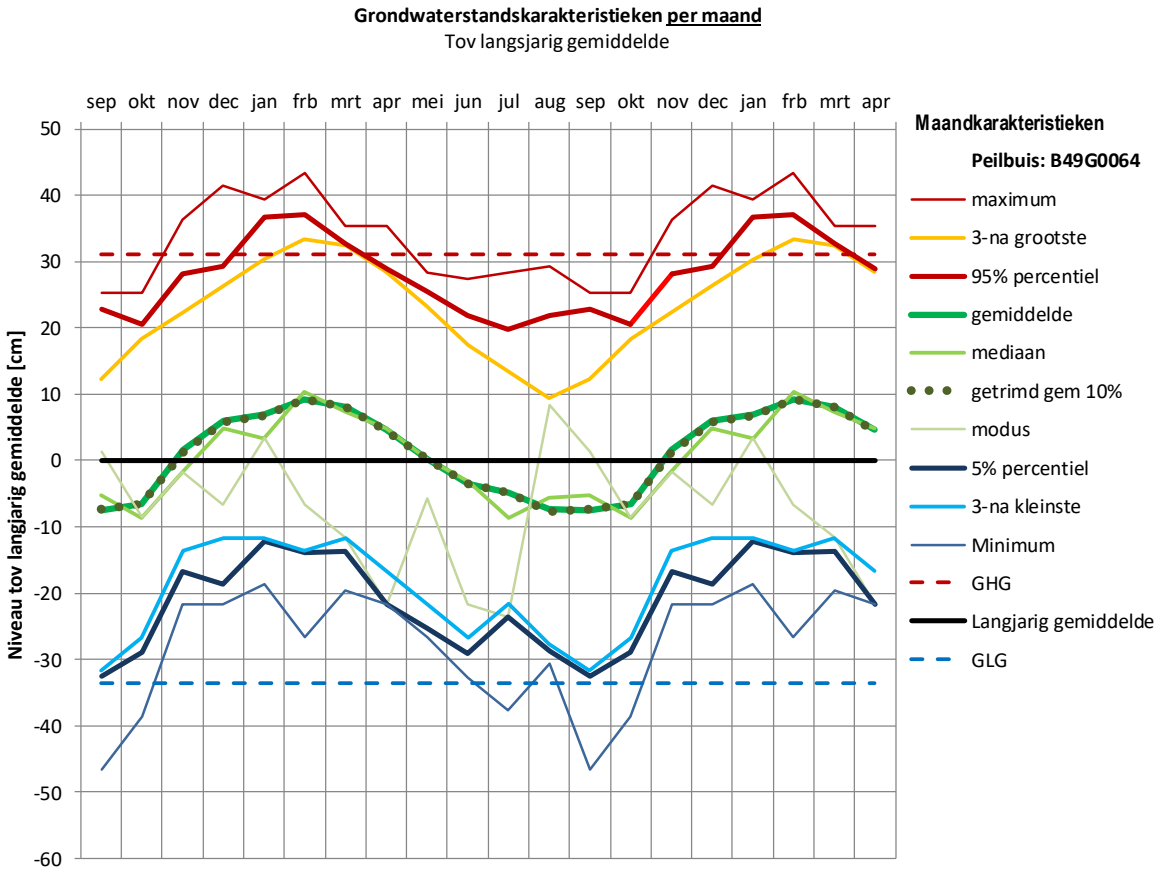
De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel[1)] [m - mv]	[m tov NAP]
1	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	0,82	1,95
2	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	0,49	1,56
3	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	1,31	1,62
4	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	2,58	1,52
5	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	1,94	1,44
6	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	0,93	1,60
7	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	0,96	1,32
8	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	1,04	0,94
9	freatisch	2-11-2017	na plaatsen peilbuis	0,41	1,46

1) Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:
- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).

N.B. op basis van de waterspanningslijn in sondering 4 lijkt er rond 5 m – NAP sprake te zijn van een sprong in stijghoogte. Dieper dan 5 m – NAP lijkt de stijghoogte circa 0,5 m dieper dan daarboven. Een interpolatie van voornoemde grondwaterstanden is weergegeven in Figuur 3.5.

Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren. In de langdurig gemonitoorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 0,5 m geregistreerd (zowel op de Brabantse Wal, als in de lage gebieden). De hoogste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in januari - februari, de laagste in augustus - september (zie ook Figuur 3.6).



Figuur 3.6 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

Op basis van het totaal aan voorhanden zijnde gegevens geldt momenteel de volgende optimale schatting van het grondwaterregime in het centrum van de planlocatie:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 1,8 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 1,5 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 1,2 m + NAP

Opmerking

- Deze schatting dient mogelijk te worden bijgesteld bij beschikbaar komen van meer grondwatergegevens. Het niveauverschil tussen GHG en GLG zal echter vrijwel zeker 0,5 à 0,6 m zijn.
- Door het verhang over het terrein zullen de grondwaterstand aan de noordzijde van de locatie naar verwachting 0,4 à 0,5 m hoger zijn, aan de zuidzijde tot 0,4 à 0,5 m lager.

3.3.2.3 Grondwateronttrekkingen

In de omgeving bevinden zich enkele geregistreerde grondwateronttrekkingen plaats, met een beperkte omvangen. Verder vinden er geen geregistreerde grootschalige grondwateronttrekkingen plaats in de directe omgeving.

3.4 Waterdoorlatendheid

3.4.1 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone

Uit de meetresultaten van de doorlatendheidsmetingen in de verzadigde zone is de waterdoorlatendheid bepaald met de vergelijkingen uit de Europese norm ISO/FDIS 22282-2:2008(E) § 6.2.2. De resultaten van de in duplo uitgevoerde metingen zijn weergegeven in de navolgende tabel, evenals de gemiddelde waarde.

Peilbuis / proef	Grondwaterstand [m - mv]	Debiet [l/min]	Verlaging [cm]	Meettraject [m - mv]	K_h-waarde [m/dag]	K_h-waarde [m/dag]
B1	0,45	0,9	82,0	3 - 4	0,92	1,0
B1	0,45	1,2	100,0	3 - 4	1,03	
B2	0,50	0,8	9,0	4 - 5	7,38	6,9
B2	0,50	1,4	19,0	4 - 5	6,43	
B3	1,32	1,4	79,0	3 - 4	1,52	1,6
B3	1,32	1,6	86,0	3 - 4	1,62	
B4	2,63	1,3	29,0	4 - 5	3,84	4,1
B4	2,63	1,6	31,0	4 - 5	4,35	
B5	1,25	1,2	36,0	4 - 5	2,87	3,0
B5	1,25	1,7	48,0	4 - 5	3,15	
B6	0,85	1,0	18,0	2,5 - 3	8,18	8,6
B6	0,85	1,5	24,0	2,5 - 3	9,10	
B7	0,78	1,4	26,0	2,5 - 3,5	4,53	4,4
B7	0,78	1,6	33,0	2,5 - 3,5	4,29	
B8	0,95	0,1	235,0	2,5 - 3,5	0,02	0,02
B9	0,45	1,4	23,0	3 - 4	5,46	5,2
B9	0,45	1,5	27,0	3 - 4	4,98	

3.4.2 Boringen en sonderingen

Volgens de sondeergrafieken en waterspanningslijnen is:

- Tot 0 à 2 m + NAP sprake van een slecht doorlatende toplaag van klei/veen
- Tot 4 m – NAP sprake van goed doorlatend zand
- Tot 9 m – NAP sprake van matig goed doorlatend zand
- Tot circa 16 m – NAP sprake van relatief slecht doorlatend zand, siltig zand
- Vanaf circa 16 m – NAP weer sprake is van beter doorlatend schoon zand.

3.4.3 Archiefgegevens

Op basis van de gegevens van het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland is de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte tot [m + NAP]	Hydrogeologie	k_h [m/dag]	k_v [m/dag]
2	Boxtel Z3 en Z4	Ca. 5	-
-22	Peize-Waalre	10 à 15	-
-33	Maassluis	10 à 15	-

4 Invloed nieuwbouw op de waterhuishouding

4.1 Inleiding

De herontwikkeling en eventuele ophoging van het terrein zal invloed hebben op de waterhuishouding van de locatie. Navolgend is een analyse gemaakt van de actuele waterhuishouding en de invloed van de nieuwbouw hierop.

4.2 Uitgangspunten / benadering

4.2.1 Rekenmethode

Op basis van het uitgevoerd onderzoek wordt verwacht dat de grondwaterstand en -stroming op de planlocatie voornamelijk wordt beïnvloed door:

- De nabijheid van de Brabantse Wal
- De niveauverschillen in het terrein
- De aanwezigheid van oppervlaktewater.

Getracht is om middels een grondwatermodellering de gemeten grondwaterstanden (zie § 3.3.2) zo goed mogelijk te benaderen, om zo vast te stellen welke aspecten de waterhuishouding op de locatie bepalen.
De berekening van de waterkwantiteit van de locatie is uitgevoerd met de grondwater-modelleersoftware Modflow (USGS, 2005). Modflow is een drie-dimensionaal eindige differentie grondwaterstromings- en transportmodel. Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel.

4.2.2 Berekeningsaannames

De bodemopbouw is geschematiseerd in een aantal bodemlagen. De opbouw en de doorlatendheid van de diverse bodemlagen is afgeleid van het uitgevoerde onderzoek.
De kenmerken van de onderscheidde lagen zijn weergegeven in navolgende tabel. De lagen dieper dan 35 m - NAP (formatie van Oosterhout) worden voor het model beschouwd als geohydrologische basis.

Diepte [m tov NAP]	Formatie [hydrogeologische eenheid]	Samenstelling	k_h gemiddeld [m/dag]	k_v gemiddeld [m/dag]
tot + 2	Boxtel	Zand/klei	1	0,2
tot - 4	Peize Waalre	Goed doorlatend zand	5	2
tot - 16	Peize Waalre	matig fijn siltig zand	2	0,2
tot - 35	Peize Waalre / Maassluis	Zand	20	10

- Het maaiveldniveau is geïmporteerd vanuit AHN (gefilterde puntenwolk 0,5 m, AHN2).
- De initiële grondwaterstand is afgeleid van de gegevens van TNO-peilbuizen (zie Bijlage 3. Er wordt van uitgegaan dat de gemiddeld hoogte grondwaterstand (GMG) maatgevend is. Deze varieert van circa 18 m + NAP op de Brabantse Wal tot 0 à 1 m + NAP ten westen van de locatie. De waarden zijn geïnterpoleerd middels kriging De geïnterpoleerde waarden zijn ingevoerd in het model.
- De watergangen zijn in het model verdisconteerd als watervoerend element met een waterpeil van 0,58 m + NAP nabij de planlocatie, 0,3 à 0,4 m + NAP ten zuiden van de planlocatie en 0,8 à 0,9 m + NAP ten westen en noorden van de planlocatie. Deze waarden zijn gebaseerd op de metingen door ons bureau. De bodemdiepte is aangehouden op circa 0,5 m en de slibdikte op circa 0,1, met een k-waarde van circa 0,1 m/dag.
- Neerslag en evapotranspiratie zijn in het model verdisconteerd, uitgaande van een neerslagoverschot van circa 50 mm/maand onder GMG-condities, waarbij evapotranspitratie slechts kan optreden tot een diepte van 1,5 m - mv.

De resulterende uitgangssituatie is weergegeven in Bijlage 4; Figuur 4.1.

4.3 Interpretatie waterhuishouding

De modelresultaten voor de bepaling van de uitgangssituatie is weergegeven in Bijlage 4; Figuur 4.1.
De uitgangssituatie komt vrij goed overeen met de door ons bureau gemeten waterstanden d.d. 2 november 2017, zodat wordt gesteld dat de uitgangssituatie de werkelijkheid goed representeert.
Uit de figuur en modellering komt naar voren dat:

- De aanwezige **watergang langs de oostrand** van het plangebied (incl. het deel ten noorden en zuiden) **allesbepalend is voor de grondwaterstand in het plangebied**. Deze watergang werkt als een drain voor het grondwater dat boven- en ondergronds afstroomt van de Brabantse Wal.

- Zonder voornoemde watergang (en de overige watergangen in de omgeving) de stijghoogte op de locatie en in de omgeving tot mogelijk enkele meters zou kunnen stijgen (zie ook § 4.4).
- Onder invloed van het slotenpatroon, de globaal westelijk georiënteerde grondwaterstroming, lokaal een zuidelijke oriëntatie krijgt.

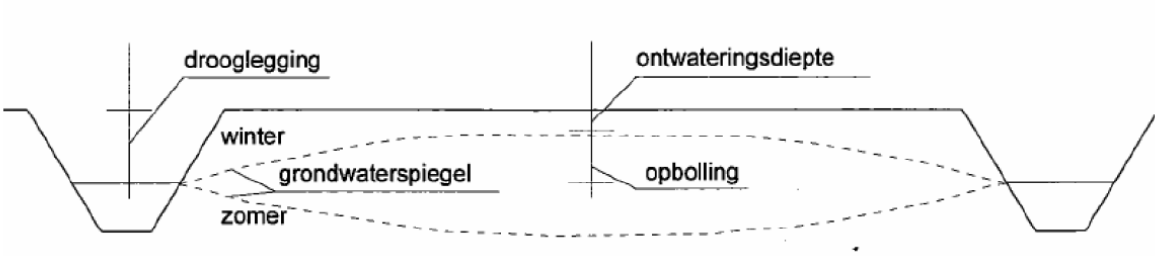
4.4 Gemodelleerde effecten

Teneinde meer inzicht te krijgen in de geohydrologische gevolgen van de herinrichting van het plangebied zijn diverse effecten gemodelleerd. De effecten zijn navolgend beschreven.

4.4.1 Ophoging van het terrein

4.4.1.1 Ontwateringsdiepte

Het bepalen van de gewenste (minimale) ontwateringsdiepte voor de diverse infrastructuren van een woonwijk is belangrijk om deze infrastructuren te kunnen aanbrengen en onderhouden. De ontwateringsdiepte is nodig om vervolgens de minimum drooglegging te kunnen bepalen. Niet alle infrastructuren hebben dezelfde minimale ontwateringsdiepte. De oorzaak hiervan is de eisen gesteld voor elke type infrastructuur in relatie tot de aanwezigheid van grondwater dat anders is. Er zijn drie categorieën van infrastructuur onderscheiden: kruipruimte van woningen, nutsvoorzieningen, en wegen en groen infrastructuur.



De in navolgende tabel gepresenteerde ontwateringsdiepten hebben betrekking op gebieden met een relatief hoge grondwaterstand.

Eisen ontwateringsdiepte [m - mv]		
Bestemming	Bouwfase	Woonfase
Kruipruimte	0,70 (met peil = 0,15 m + mv)	0,70 (met peil = 0,15 m + mv)
Zonder kruipruimte	0,70 (met peil = 0,15 m + mv)	0,30 (met peil = 0,15 m + mv)
Huisaansluiting DWA / HWA	n.v.t.	n.v.t.
Kabels	0,60 - 1,00	0,60 - 1,00
Stadverwarming	1,00	n.v.t.
Hoofdwegen	1,00	1,00
Secondaire wegen	0,70	0,70
Bouwterrein	0,70	n.v.t.
Groen / parken	n.v.t.	0,50
Sportvelden	n.v.t.	0,65

Uitgaande van een GHG van 1,5 m + NAP tot 1,9 m + NAP in het noorden en 1,1 m + NAP in het zuiden, een ontwateringsdiepte van 0,7 m, dient het terrein bij voorkeur te worden afgewerkt op een niveau van minimaal 1,8 m + NAP in het zuiden en 2,6 m + NAP in het noorden. Uitgaande van de huidige maaiveldhoogtes zou met name het gebiedsdeel langs de watergang niet voldoen aan de ontwateringseis.

4.4.1.2 Beschouwing effect ophoging

Ophoging van het terrein kan invloed hebben op de grondwaterstanden en -stroming binnen het plangebied. De effecten hiervan zijn gemodelleerd in het basismodel, door het maaiveld binnen het plangebied op te hogen tot een uniforme hoogte van 3,4 m + NAP. Het effect op de waterhuishouding is hiermee met name dat neerslag er langer over doet om het grondwater te bereiken en dat evapotranspiratie vanuit het grondwater relatief geringer wordt (omdat de grondwaterstand verder onder het maaiveld komt).
De resultaten van de modellering zijn weergegeven in Bijlage 4; Figuur 4.2. Zichtbaar is dat door de ophoging de grondwaterstand naar verwachting 0 tot circa 6 cm zal stijg op de locatie. De invloed van de ophoging zal effect hebben tot naar verwachting circa 100 m buiten het plangebied.
Deze verhoging van 0 à 6 cm kan als beperkt worden aangemerkt.

4.4.2 Realisatie kelders (barrièrewerking)

4.4.2.1 Beschrijving effect

Mogelijk worden in het plan woningen met kelder. De realisatie van kelders heeft invloed op de grondwaterstroming. De effecten hiervan zijn gemodelleerd in het basismodel, door de kelders in te voeren als ondoorlatend object in de bovenlaag. De afmetingen van de kelders en de positie zijn overgenomen van de verstrekte tekeningen. Het effect op de waterhuishouding is hiermee grondwater om de kelders heen moet stromen en daardoor in meer of mindere mate wordt opgestuwd. Achter de kelder wordt de grondwaterstand bijgevolg iets verlaagd.

4.4.2.2 Beschouwing modelresultaat effect aanbrengen kelders

De resultaten van de modellering zijn weergegeven in Bijlage 4; Figuur 4.3. Zichtbaar is dat door de aanleg van kelders de grondwaterstand lokaal tot circa 20 cm kan stijgen en benedenstrooms tot 2 à 3 cm kan dalen. De invloed van de aanleg van de kelders is zeer lokaal en strekt zich niet uit buiten het plangebied.

4.4.3 Verplaatsen of dempen watergangen

4.4.3.1 Beschrijving effect

In het kader van de terreininrichting is het mogelijk wenselijk de aanwezige watergang te verplaatsen of aan te passen. Dit heeft invloed op de grondwaterstroming. De effecten hiervan zijn gemodelleerd in het basismodel, door de aanwezige watergang langs het plangebied te verplaatsen (lokaal circa 30 m naar het westen) en volledig te dempen.

4.4.3.2 Beschouwing modelresultaat effect aanbrengen kelders

De resultaten van de modellering zijn weergegeven in Bijlage 4;Figuur 4.4 en Figuur 4.5. Zichtbaar is dat:

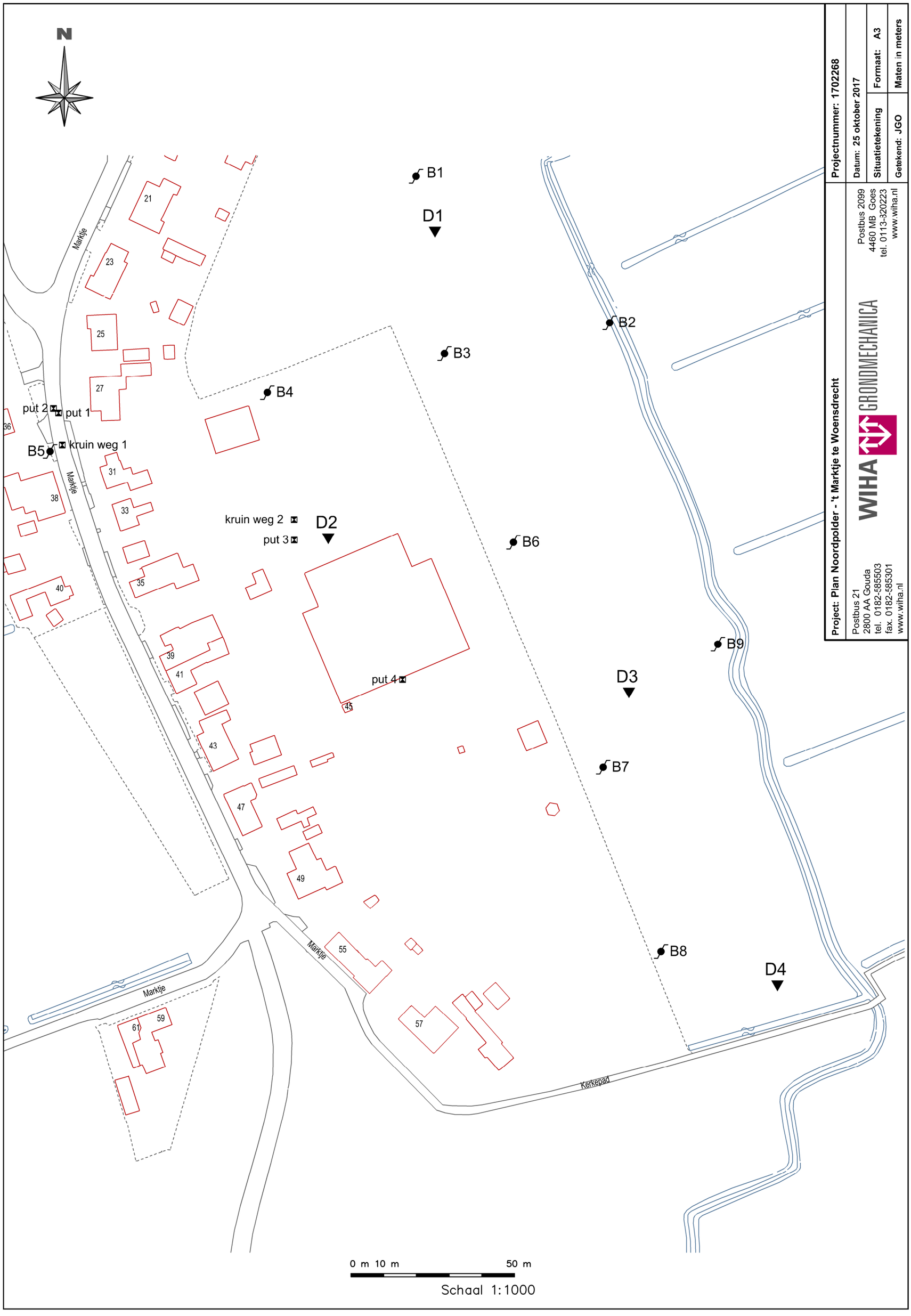
- door lokale verplaatsing van de watergang, 30 m naar het westen, zal de grondwaterstand op de planlocatie naar verwachting 5 tot 25 cm dalen. Dit effect reikt tot voorbij het Marktje. De effecten ten oosten van de oosten van de watergang zijn relatief klein (slechts enkele centimeters stijghoogteverschil).
- Door volledige demping van de watergang (en significant verhoging van het maaiveld aldaar) kan de grondwaterstand op de planlocatie tot circa 60 cm stijgen en in de omgeving tot 7 m stijgen. Het effect zou merkbaar zijn tot circa 1 km vanaf de watergang.

4.5 Samenvatting en conclusie

Realisatie van het plan zal in meer of mindere mate effect hebben op de waterhuishouding van het plangebied en de omgeving. Op basis van grondwatermodelberekeningen wordt verwacht dat:

- Ophoging van het terrein een geringe verhoging van de grondwaterstand zal veroorzaken, maar wel over een substantieel gebied. Het betreft een verhoging van 0 à 6 cm op de locatie en circa 100 m rond de planlocatie.
- Realiseren van kelder in het plangebied een significante verhoging van de grondwaterstand kan veroorzaken, echter zeer lokaal. Het betreft een verhoging van 0 tot 25 cm in de directe omgeving van de kelders. Deze effecten strekken zich naar verwachting niet of nauwelijks uit buiten de grenzen van het plangebied.
- Lokaal verplaatsen van de langs het gebied aanwezige watergang naar het westen naar verwachting een grondwaterstandsdaling tot gevolg heeft van 5 tot 25 cm dalen. Dit effect reikt tot voorbij het Marktje. De effecten ten oosten van de oosten van de watergang zijn relatief klein (slechts enkele centimeters stijghoogteverschil).
- Volledige demping van de watergang, de grondwaterstand op de planlocatie zal doen stijgen met circa 60 cm en in de omgeving tot mogelijk 7 m. Het effect zou merkbaar zijn tot circa 1 km vanaf de watergang.
- Zonder ingrepen aan de watergang is de invloed van het plan op de waterhuishouding naar verwachting dus beperkt. Dit omdat de aanwezige watergang langs de oostrand van het plangebied (incl. het deel ten noorden en zuiden) vrijwel allesbepalend is voor de grondwaterstand in het plangebied. Substantiële ingrepen aan deze watergang dienen derhalve te worden voorkomen of met de grootste voorzichtigheid te worden benaderd.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Project: Plan Noordpolder - 't Marktje te Woensdrecht

Projectnummer: 1702268

Datum: 25 oktober 2017

Situatietekening

Formaat: A3

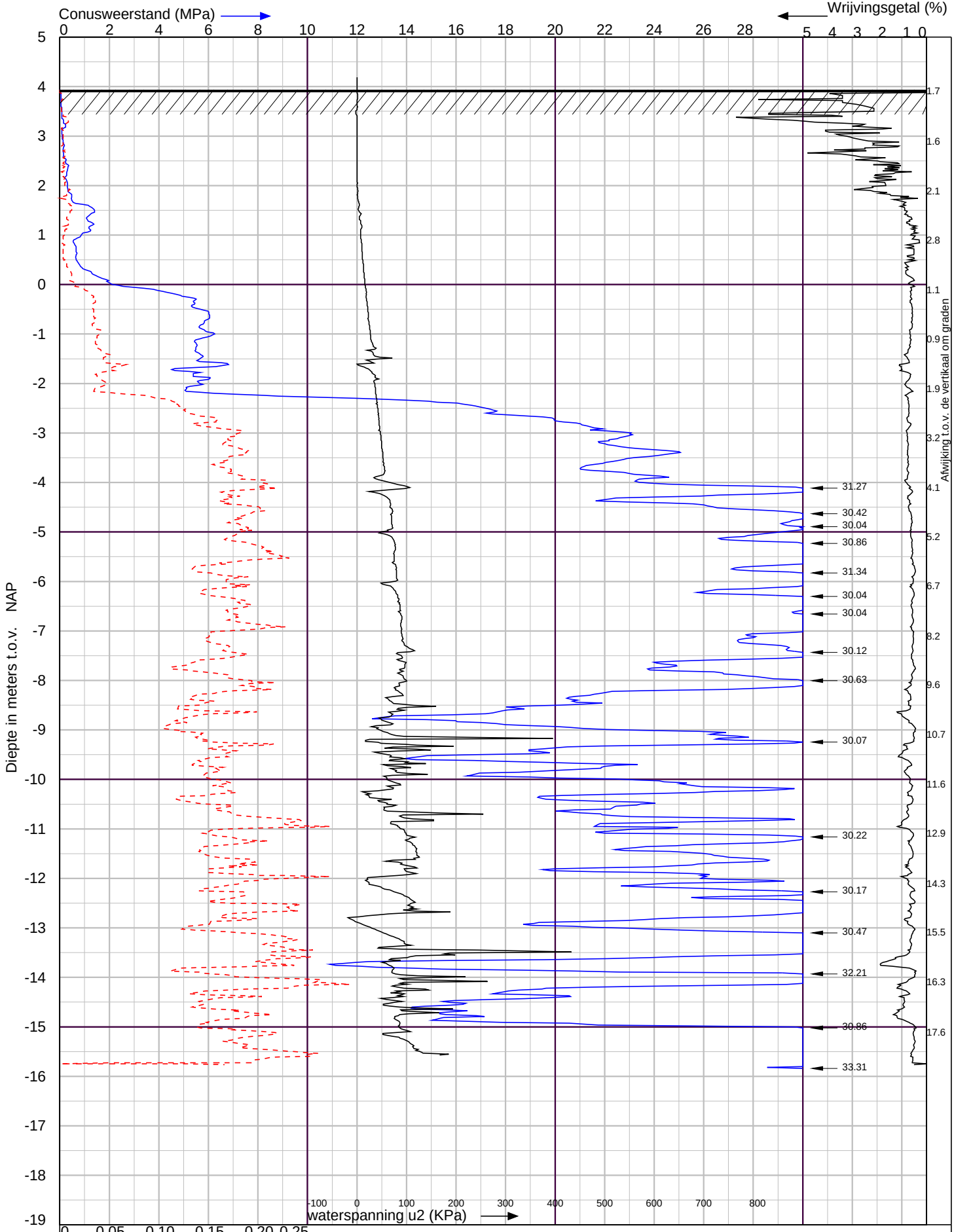
Getekend: JGO

Maten in meters

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21
2800 AA Gouda
tel. 0182-585503
fax. 0182-585301
www.wiha.nl

Postbus 2099
4460 MB Goes
tel. 0113-320223
www.wiha.nl



X Coordinaat

Y- Coordinaat

't Marktje

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21 2800 AA Gouda
tel. 0182 - 58 55 23
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

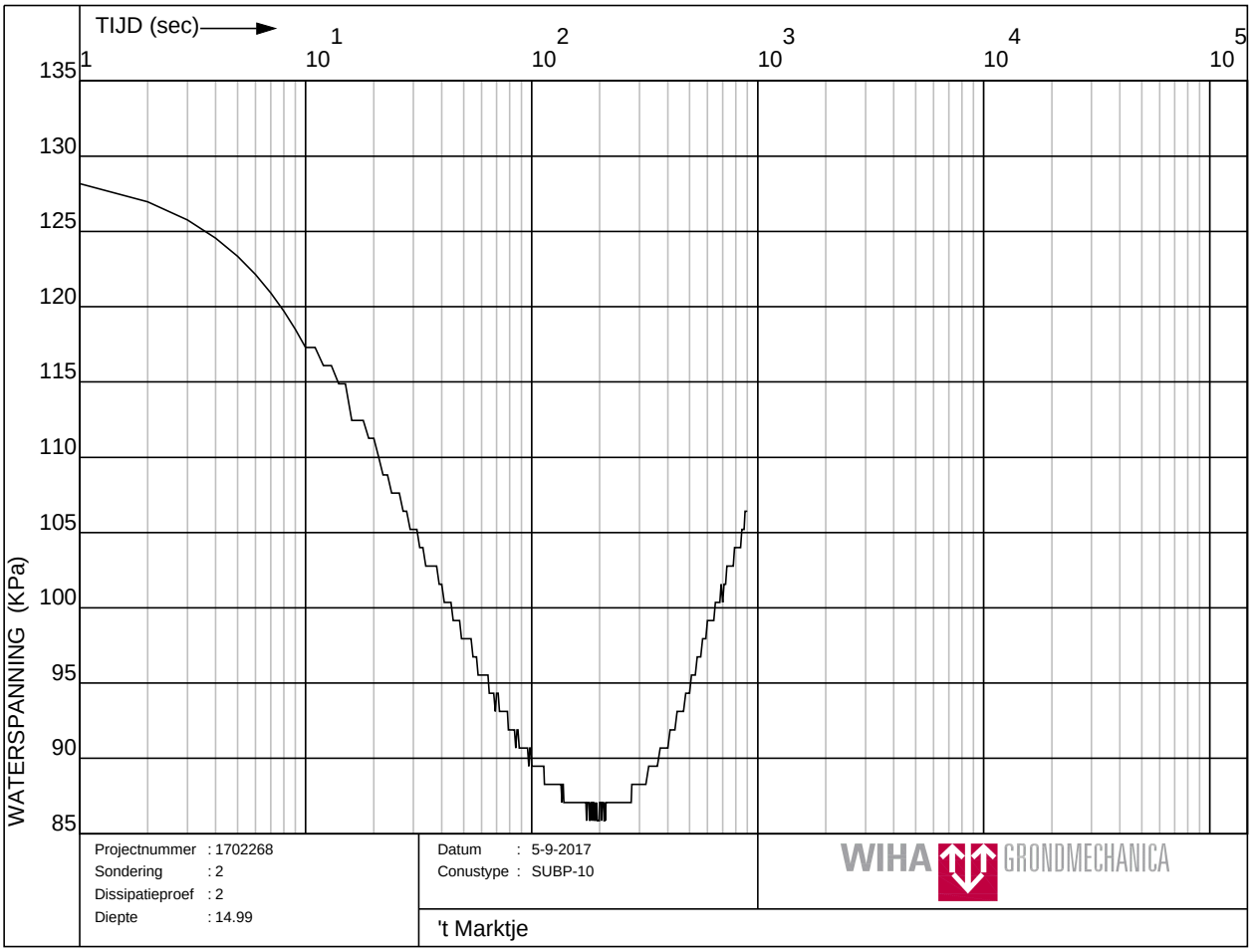
Project nr. : **1702268**

Sondeer nr. : **2**

Datum : 5-9-2017

Conusnr. : 060044

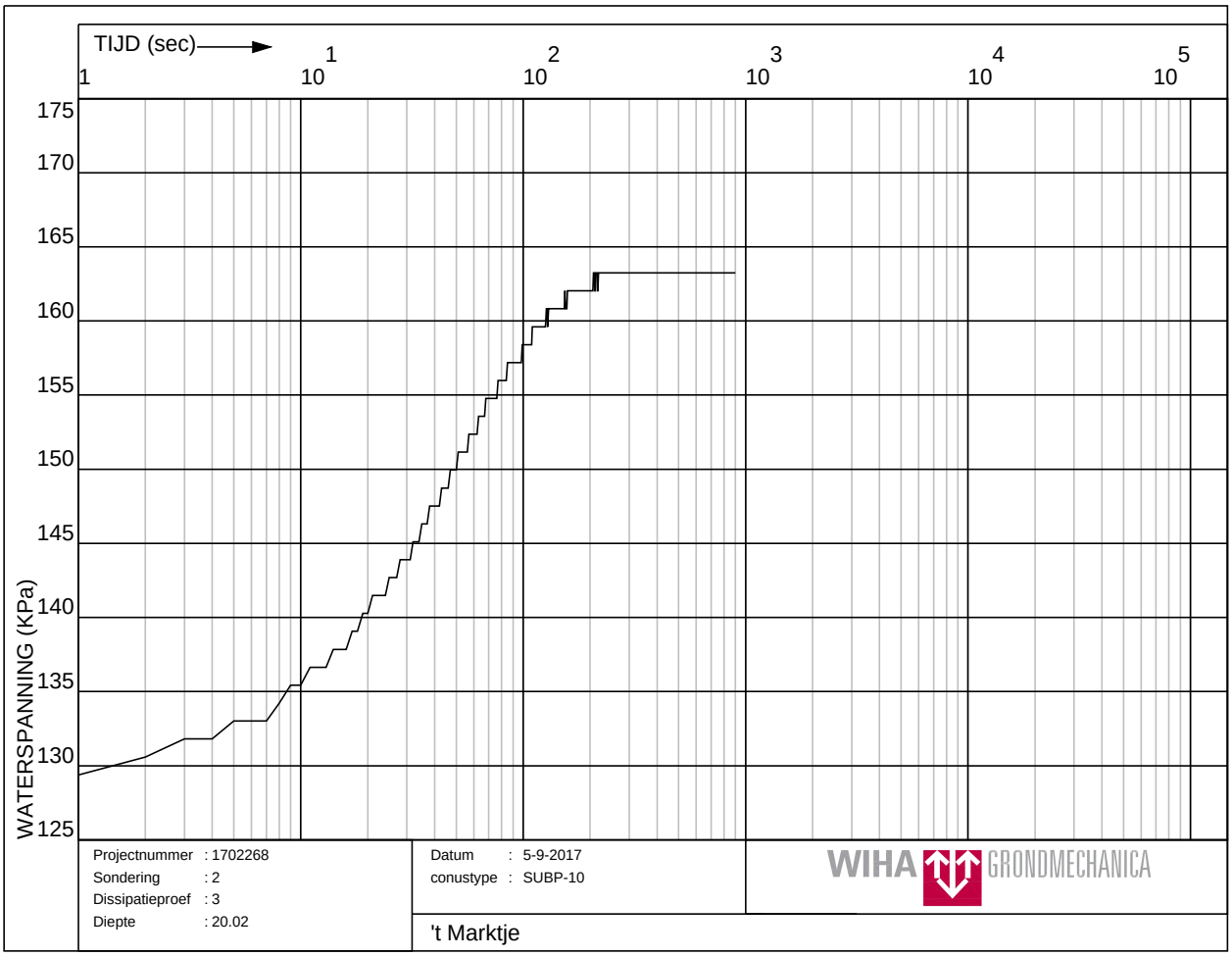
MV. is 3.94 m tov NAP



Projectnummer	: 1702268	Datum	: 5-9-2017
Sondering	: 2	Conustype	: SUBP-10
Dissipatieproef	: 2		
Diepte	: 14.99		

WIHA GRONDMECHANICA

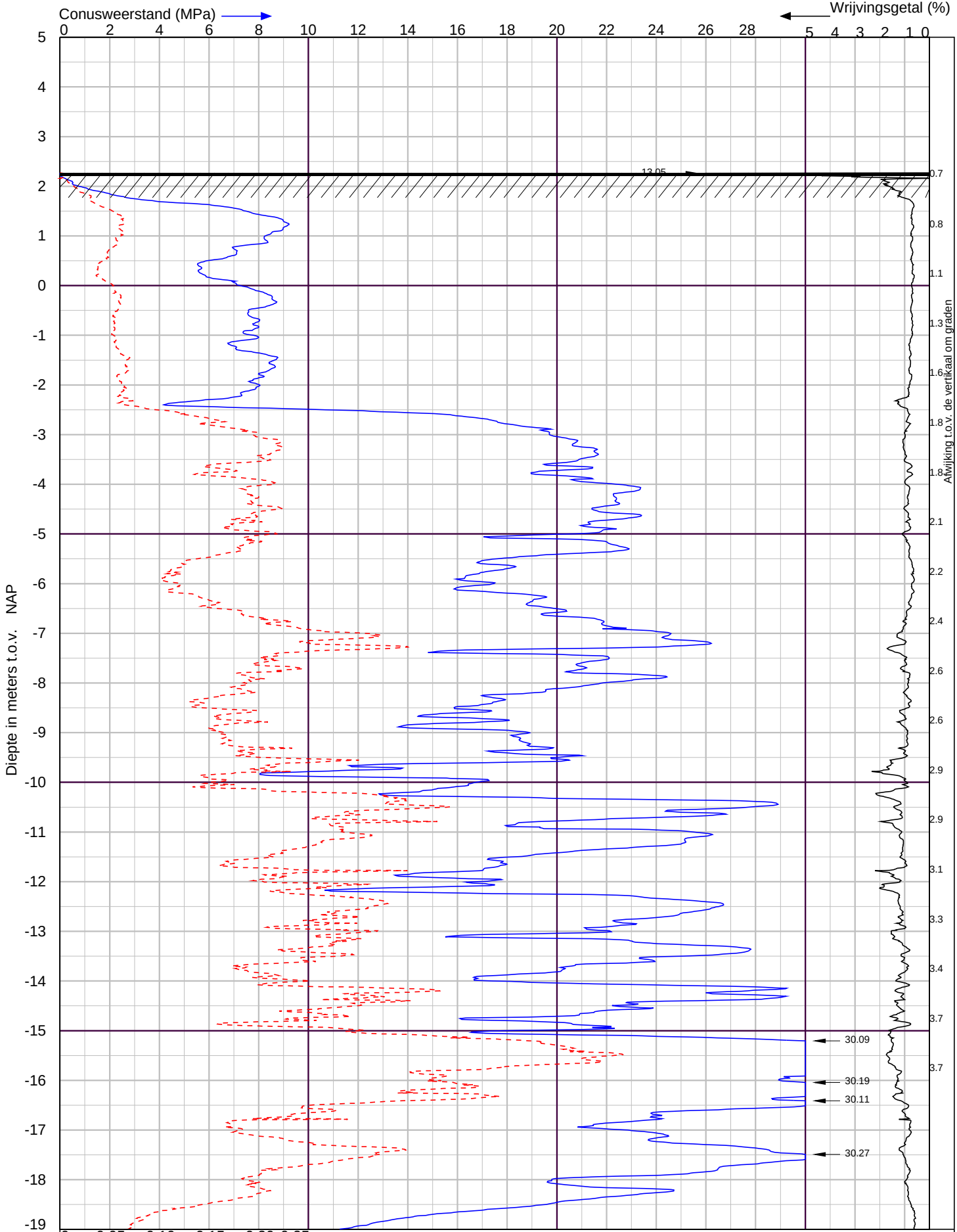
't Marktje



Projectnummer	: 1702268	Datum	: 5-9-2017
Sondering	: 2	conustype	: SUBP-10
Dissipatieproef	: 3		
Diepte	: 20.02		

WIHA GRONDMECHANICA

't Marktje



't Marktje

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21 2800 AA Gouda
tel. 0182 - 58 55 23
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

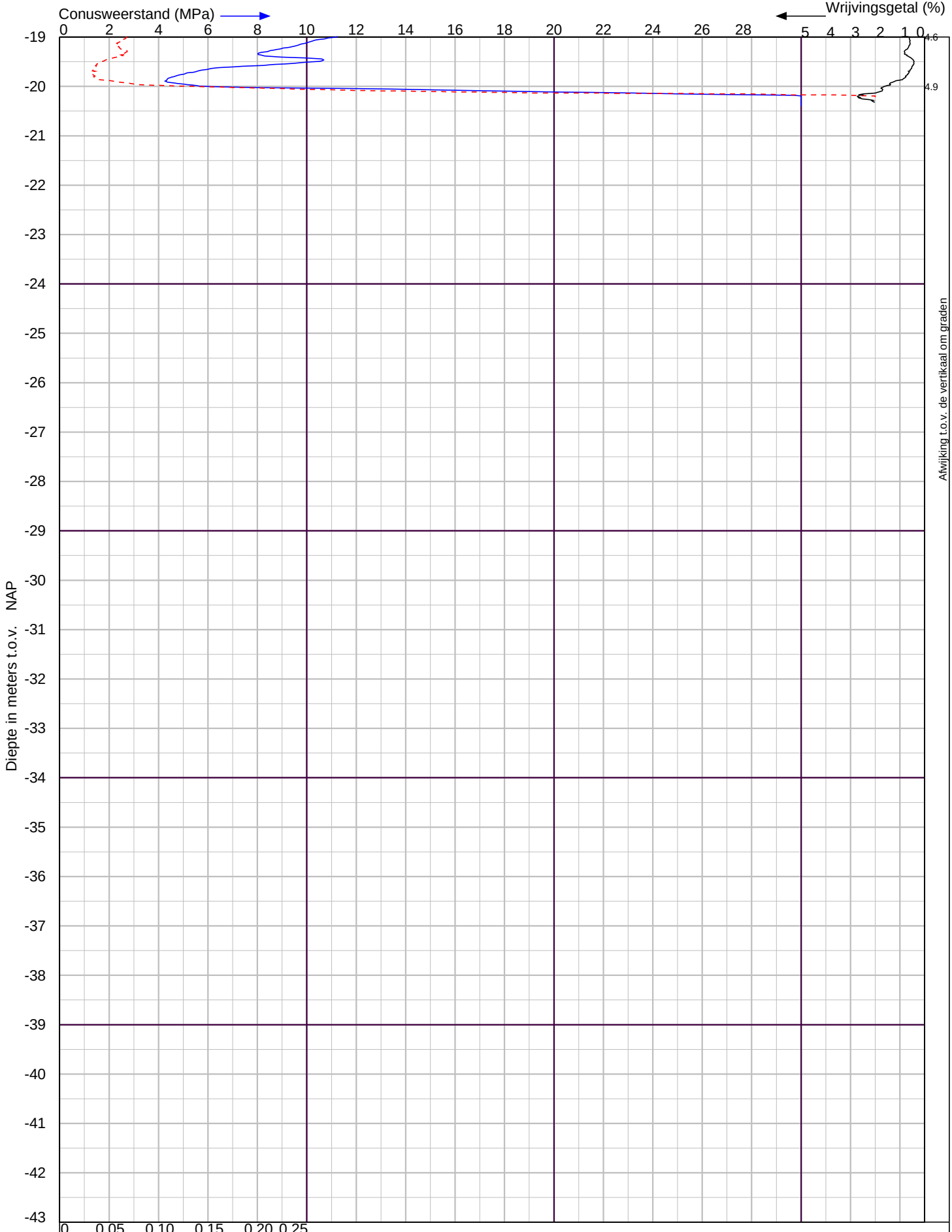
Project nr. : **1702268**

Sondeer nr. : **3**

Datum : 4-10-2017

Conusnr. : 001276

MV. is 2.27 m tov NAP



X Coordinaat

Y- Coordinaat

't Marktje

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21 2800 AA Gouda
tel. 0182 - 58 55 23
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

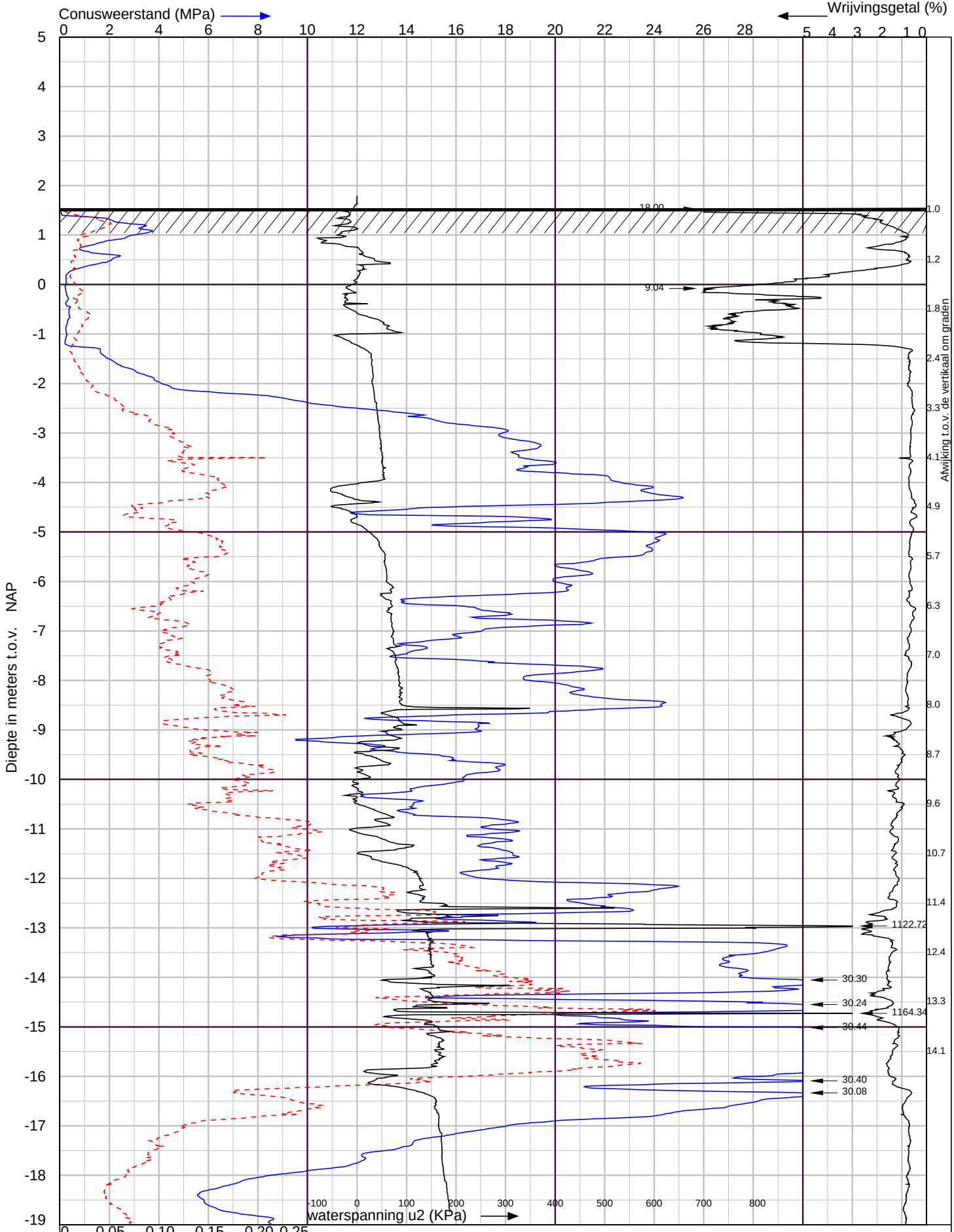
Project nr. : **1702268**

Sondeer nr. : **3**

Datum : 4-10-2017

Conusnr. : 001276

MV. is 2.27 m tov NAP



X Coordinaat

Y- Coordinaat

't Marktje

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21 2800 AA Gouda
tel. 0182 - 58 55 23
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

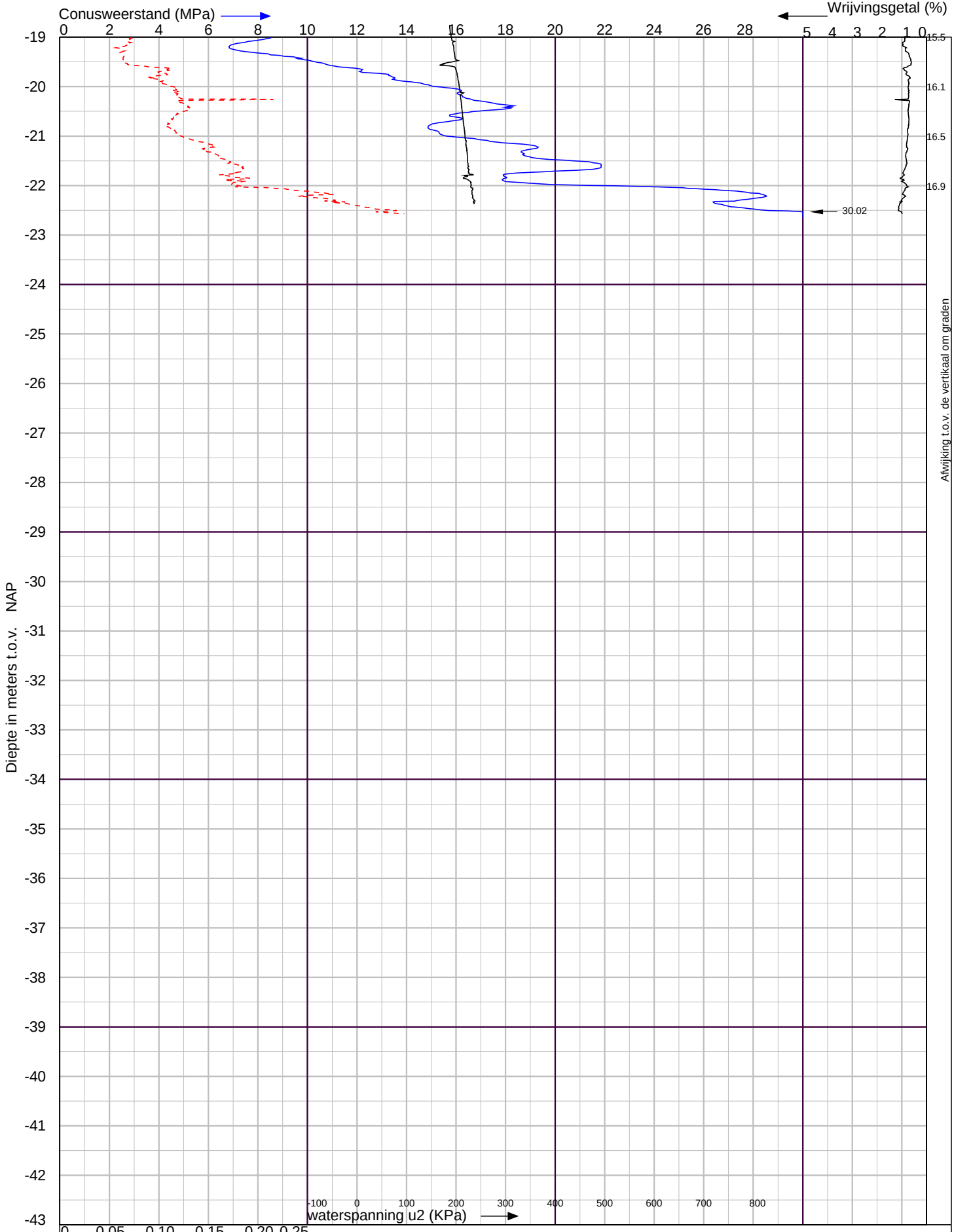
Project nr. : **1702268**

Sondeer nr. : **4**

Datum : 4-10-2017

Conusnr. : 001478

MV. is 1.54 m tov NAP



X Coordinaat

Y- Coordinaat

't Marktje

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

WIHA GRONDMECHANICA

Postbus 21 2800 AA Gouda
tel. 0182 - 58 55 23
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

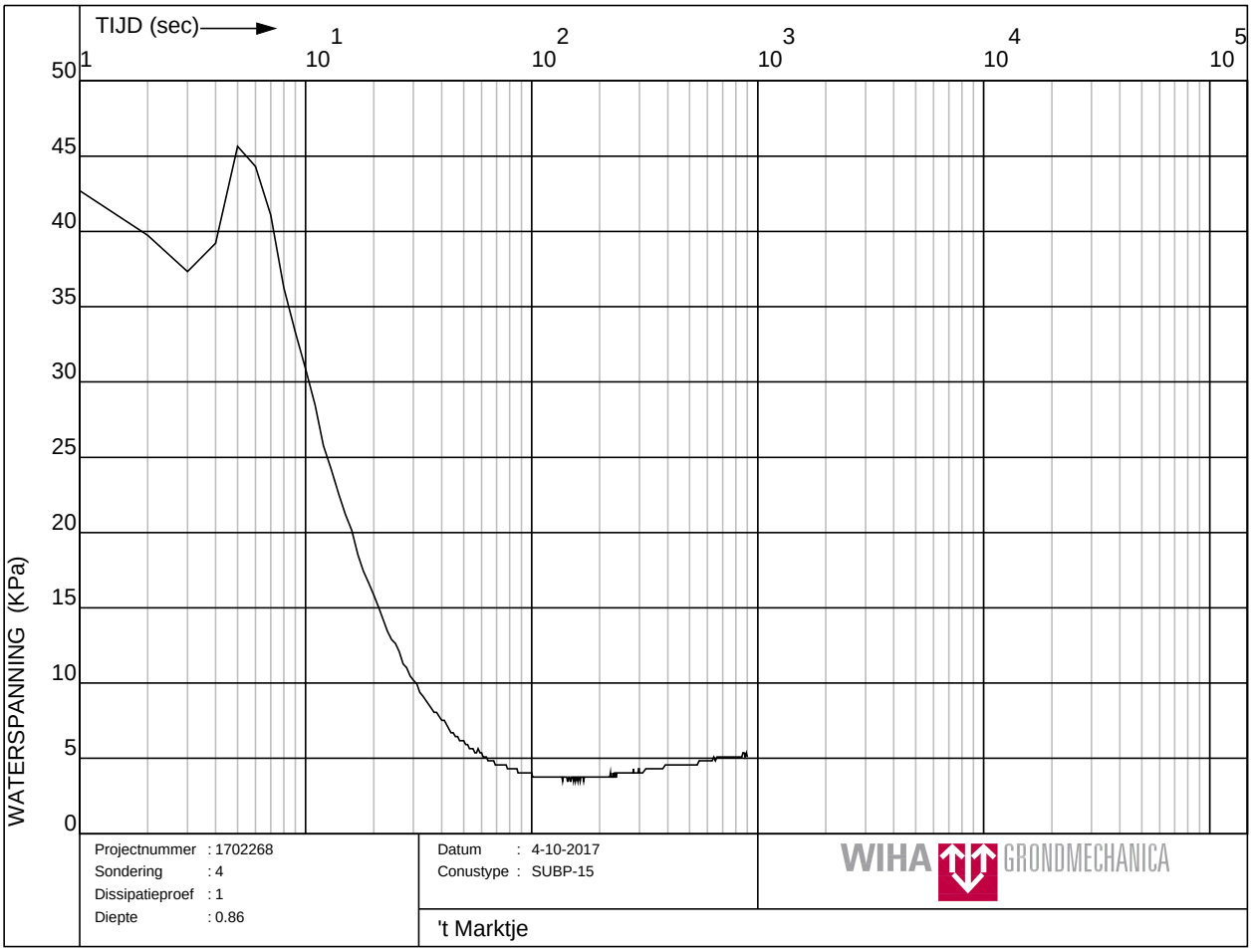
Project nr. : **1702268**

Sondeer nr. : **4**

Datum : 4-10-2017

Conusnr. : 001478

MV. is 1.54 m tov NAP

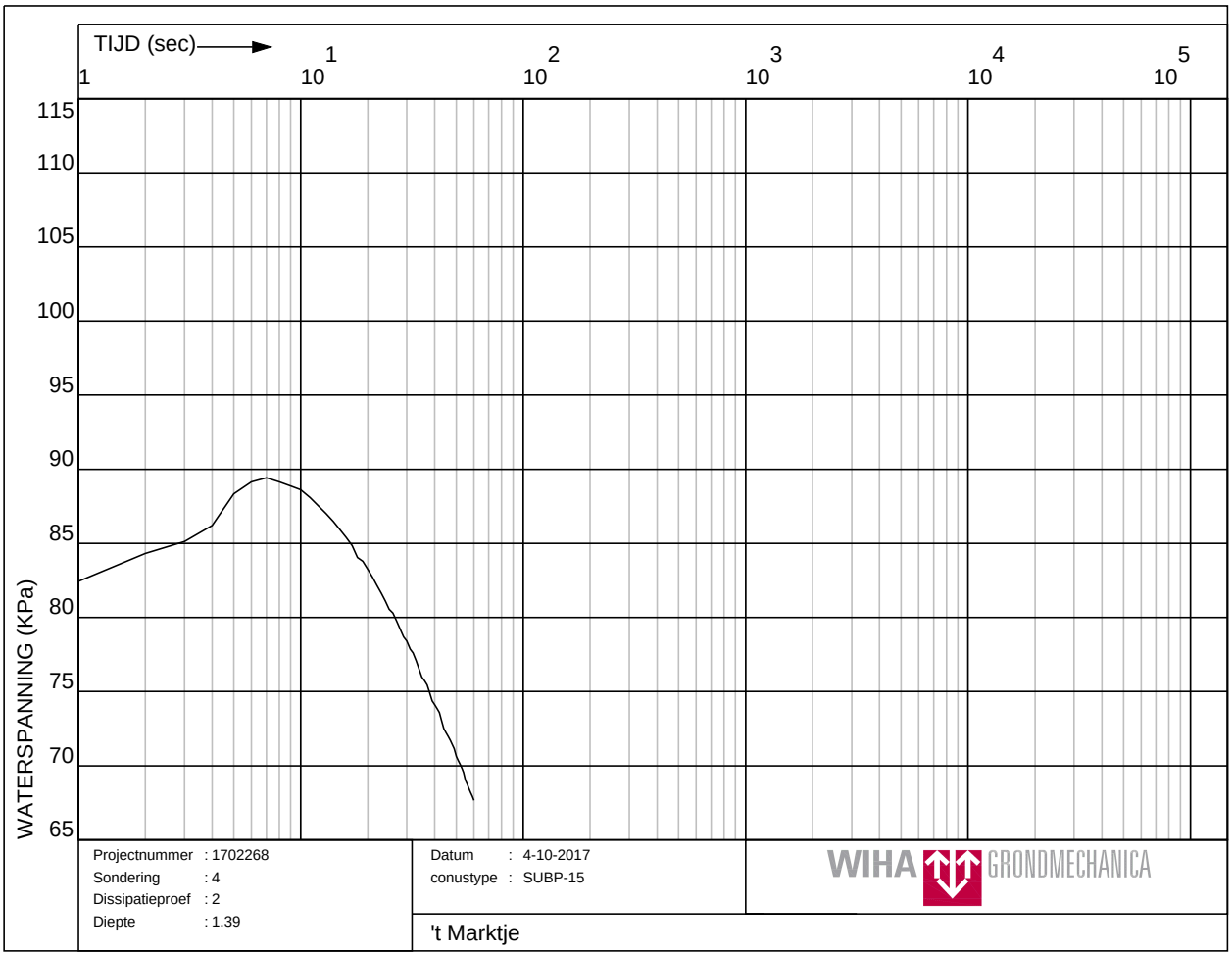


Projectnummer : 1702268
Sondering : 4
Dissipatieproef : 1
Diepte : 0.86

Datum : 4-10-2017
Conustype : SUBP-15

WIHA GRONDMECHANICA

't Marktje

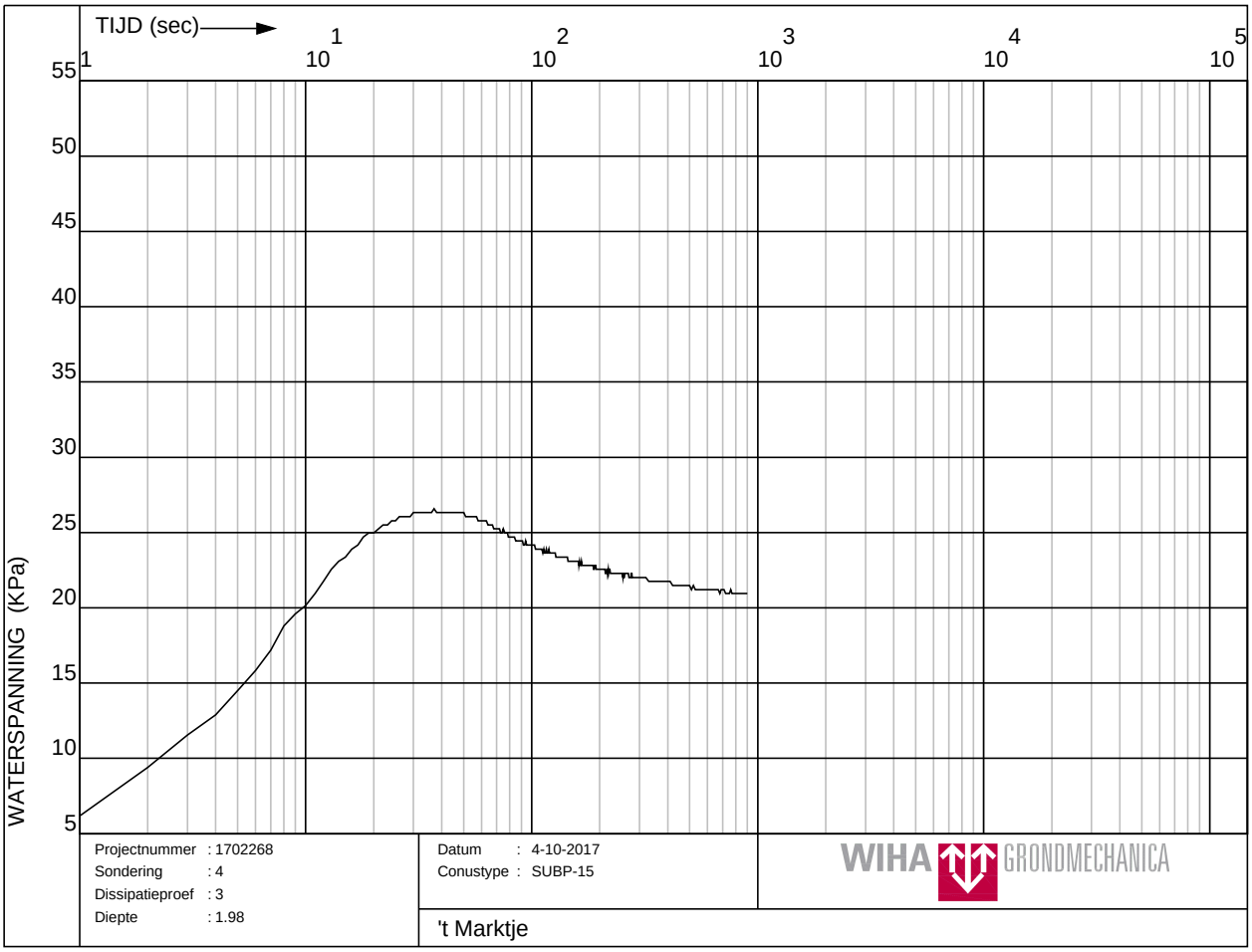


Projectnummer : 1702268
Sondering : 4
Dissipatieproef : 2
Diepte : 1.39

Datum : 4-10-2017
conustype : SUBP-15

WIHA GRONDMECHANICA

't Marktje

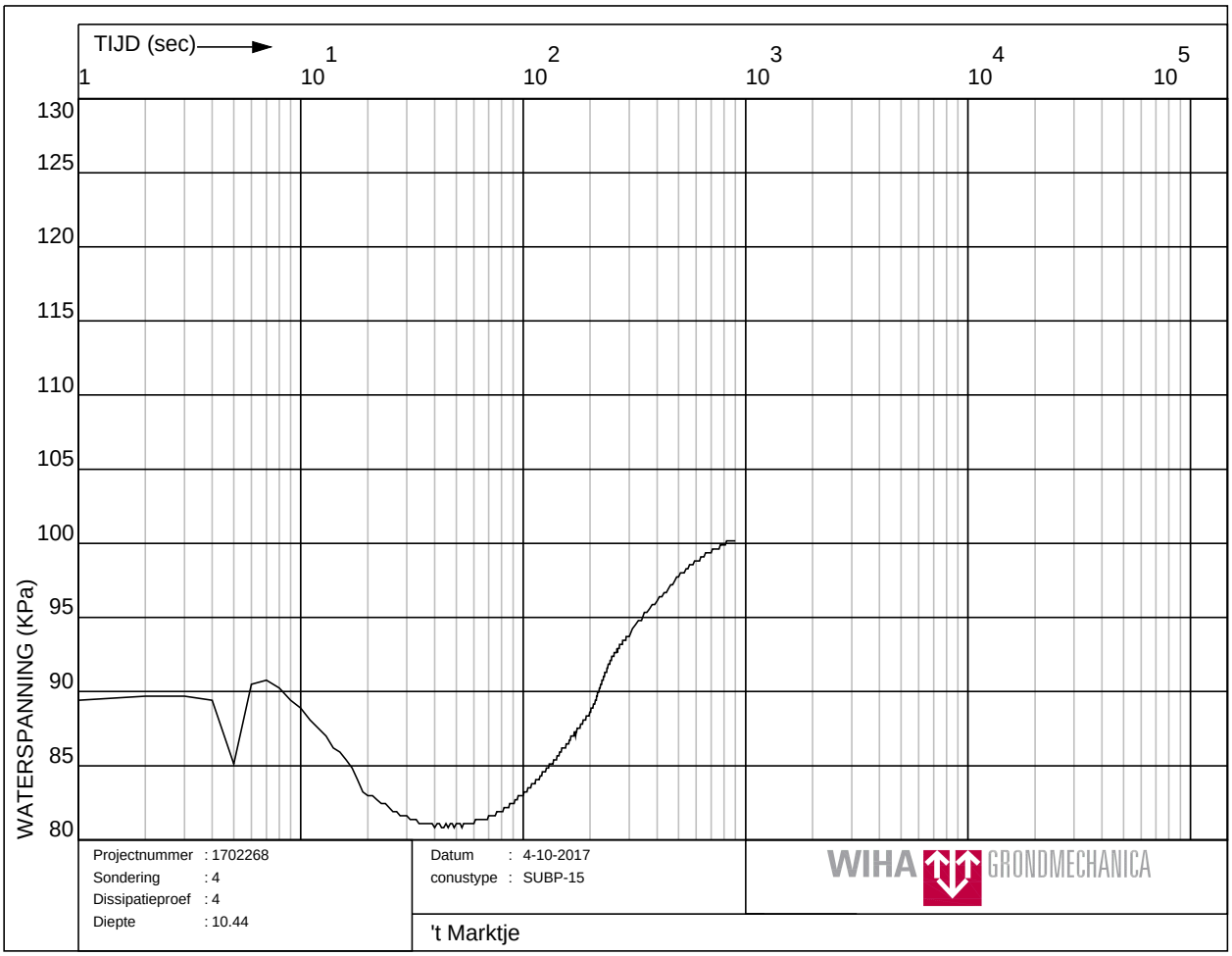


Projectnummer : 1702268
Sondering : 4
Dissipatieproef : 3
Diepte : 1.98

Datum : 4-10-2017
Conustype : SUBP-15

WIHA GRONDMECHANICA

't Marktje



Projectnummer : 1702268
Sondering : 4
Dissipatieproef : 4
Diepte : 10.44

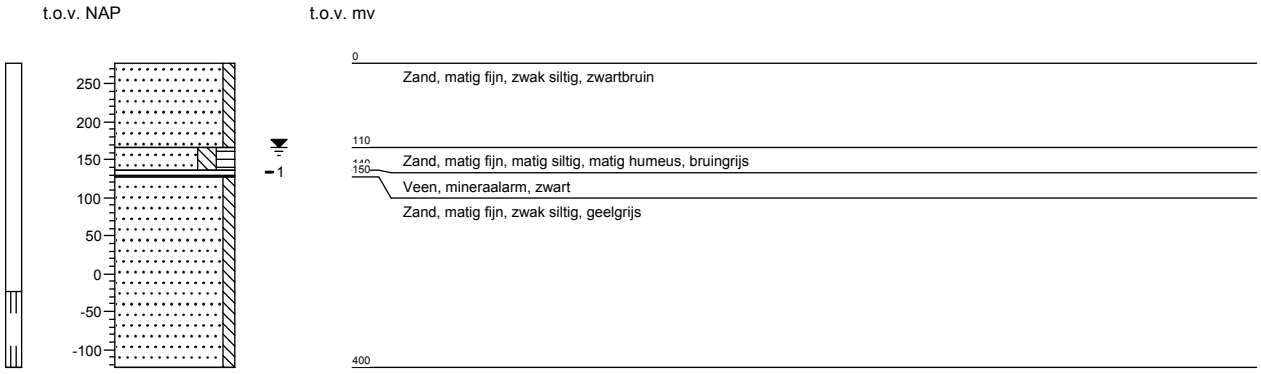
Datum : 4-10-2017
conustype : SUBP-15

WIHA GRONDMECHANICA

't Marktje

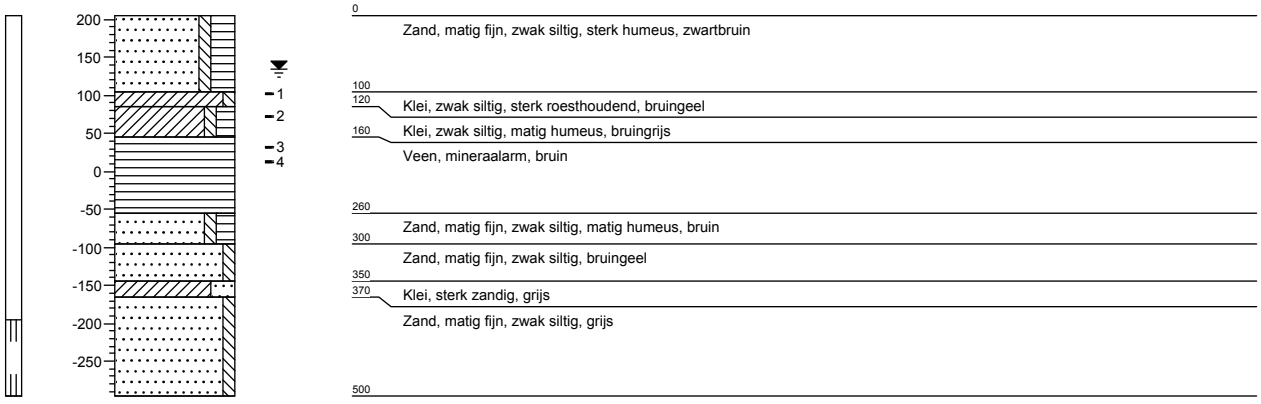
B1

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 110
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 2,77



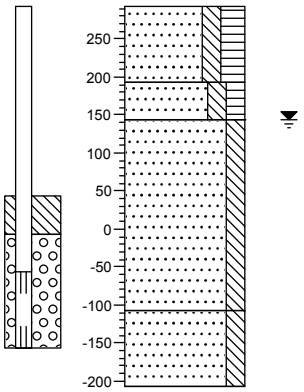
B2

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 70
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 2,05



B3

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 150
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 2,93

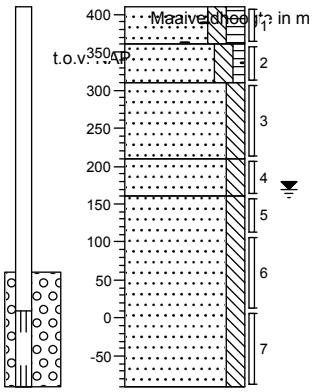


t.o.v. mv

0 Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, donkerbruin
100 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, licht beigebruin
150 Zand, matig fijn, matig siltig, licht beigegeel
400 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, licht oranjegeel
500

B4

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 240
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 3,50

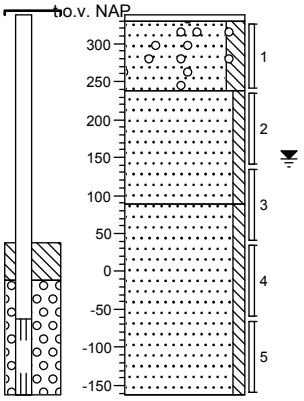


t.o.v. mv

0 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, sterk baksteenhoudend, sporen puin, matig steenhoudend, donker bruingrijs
50 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen baksteen, licht bruingrijs
100 Zand, zeer fijn, matig siltig, licht geelgrijs
200 Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgeel
250 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, lichtgeel
500

B5

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 190
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 3,38

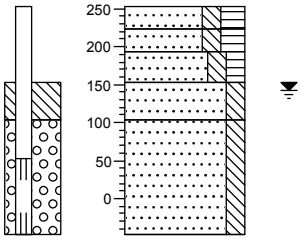


t.o.v. mv

0 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindhoudend, neutraalgrijs
100 Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgeel
250 Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgeel
500

B6

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 110
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 2,53



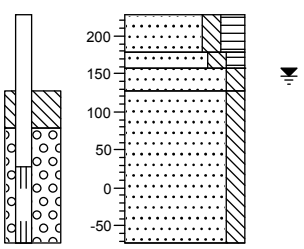
t.o.v. mv

0
30 Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, donker grijsbruin
60 Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, zwak roesthoudend, donkerbruin
100 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, neutraal beigebruin
Zand, matig fijn, matig siltig, licht beigegeel
150
Zand, zeer fijn, matig siltig, lichtgeel
300

B7

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 80
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 2,28

t.o.v. NAP t.o.v. mv

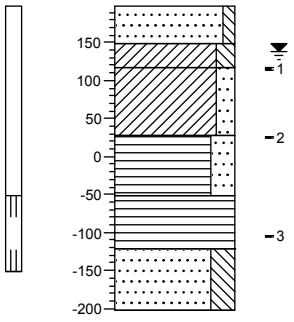


0 Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, donker grijsbruin
50
70 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, matig roesthoudend, neutraalbruin
100 Zand, matig fijn, matig siltig, licht grijsbruin
Zand, matig fijn, matig siltig, licht grijsgeel
300

B8

Datum : 24-10-2017
Opmerking :
GWS in cm-mv : 60
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP : 1,98

t.o.v. NAP t.o.v. mv

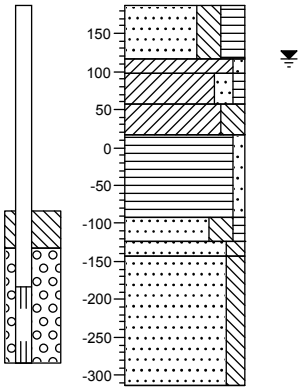


0 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwartbruin
50
80 Klei, matig siltig, sterk roesthoudend, geelgrijs
Klei, matig zandig, grijs
170
Veen, sterk zandig, bruin
250
Veen, mineraalarm, bruin
320
Zand, matig fijn, sterk siltig, bruingrijs
400

B9

Datum	:	24-10-2017
Opmerking	:	
GWS in cm-mv	:	70
Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	:	1,87

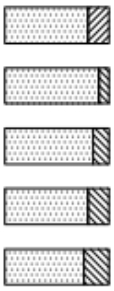
t.o.v. NAP t.o.v. mv



0	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, sterk humeus, donkerbruin
70	
90	Klei, zwak zandig, sterk roesthoudend, licht grijsoranje
130	Klei, matig zandig, zwak humeus, resten planten, neutraalgrijs
170	Klei, sterk siltig, donker blauwgrijs
	Veen, zwak zandig, donker zwartgrijs
280	
310	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, neutraalgrijs
330	Zand, matig fijn, matig siltig, licht beigegrijs
	Zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijscreme
500	

Legenda boorstaat

zand



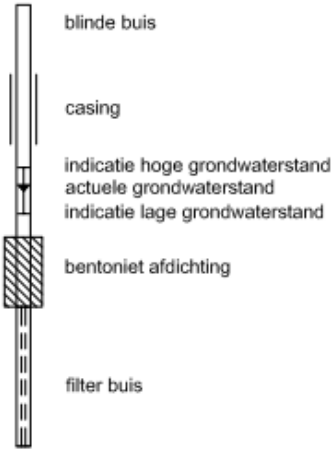
grind



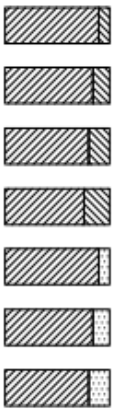
veen



peilbuis



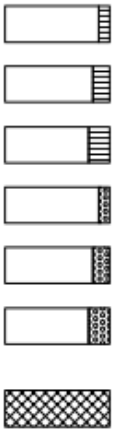
klei



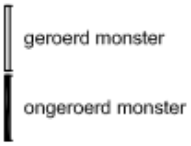
leem



overige toevoegingen



monstername



overige tekens

- bijzonder bestanddeel
- gemiddelde hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

D	sondering
D	sondering niet uitgevoerd
PB	wegdrukpeilbuis
HM	handsondering

boren

B	boring
B	boring niet uitgevoerd
B	boring met peilbuis
B	boring met 2 peilbuizen
B	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
foto	fotopijl met richting
Sd	sondering van derden
Bd	boring van derden

fasering onderzoek

D	sondering fase 1
D	sondering fase 2
D	sondering fase 3
D	sondering fase 4
B	boring fase 1
B	boring fase 2
B	boring fase 3
B	boring fase 4

Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van : dGPS
Datum uitvoering : september / oktober 2017

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v NAP]
sondering 1	0,00
sondering 2	3,94 +
sondering 3	2,27 +
sondering 4	1,54 +
boring 1 maaiveld	2,77 +
boring 1 kop peilbuis	3,05 +
boring 2 maaiveld	2,05 +
boring 2 kop peilbuis	2,71 +
boring 3 maaiveld	2,93 +
boring 3 kop peilbuis	3,59 +
boring 4 maaiveld	4,10 +
boring 4 kop peilbuis	4,80 +
boring 5 maaiveld	3,38 +
boring 5 kop peilbuis	3,34 +
boring 6 maaiveld	2,53 +
boring 6 kop peilbuis	3,10 +
boring 7 maaiveld	2,28 +
boring 7 kop peilbuis	2,75 +
boring 8 maaiveld	1,98 +
boring 8 kop peilbuis	2,54 +
boring 9 maaiveld	1,87 +
boring 9 kop peilbuis	2,56 +
put 1	3,42 +
put 2	3,41 +
put 3	3,86 +
put 4	3,88 +
kruin weg 1	3,43 +
kruin weg 2	3,93 +

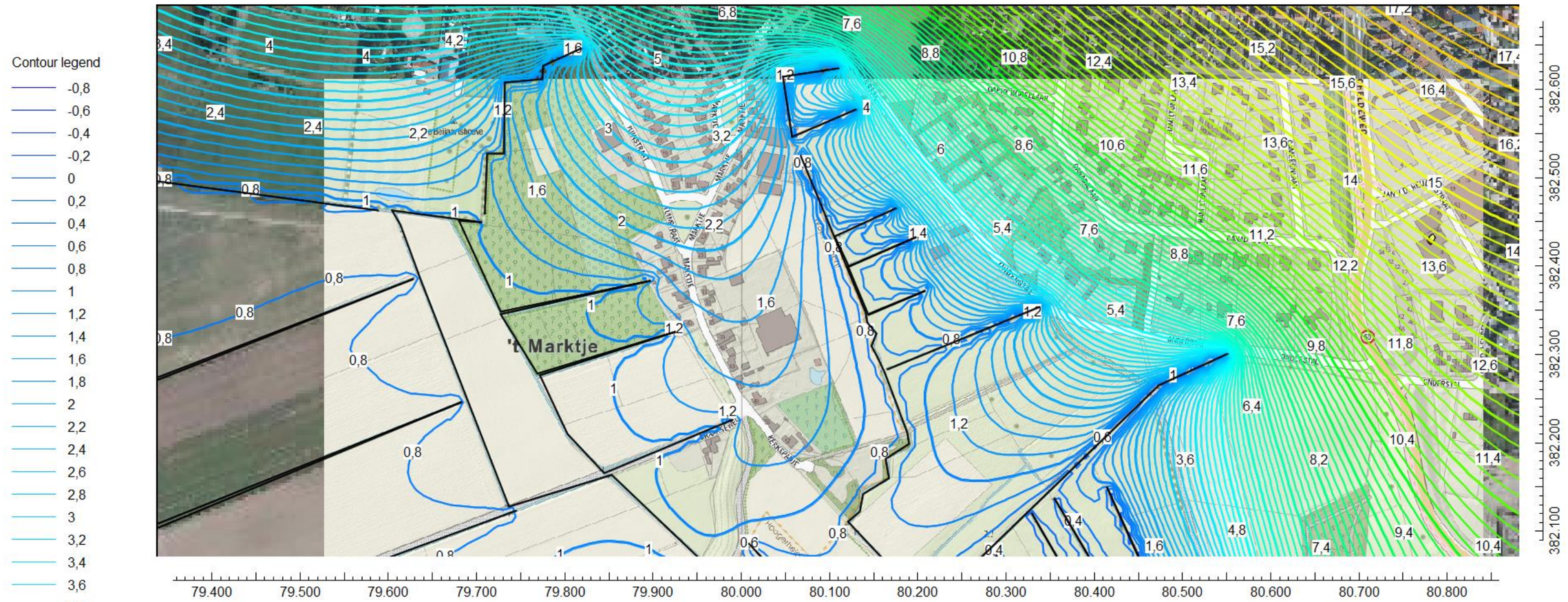
Opmerking
Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt

Bijlage 3 : Monitoringsgegevens waterstanden



Peilbuis [nr.]	x [RD]	y [RD]	mv [m + NAP]	bk filter [m + NAP]	ok filter [m + NAP]	GHG: [m + NAP]	GMG: [m + NAP]	GLG: [m + NAP]
B49D0050	79425	381725	1,2	-2,3	-3,3	0,5	0,35	0,2
B49D0377	79540	383040	19,3	16,7	16,2	18,9	18,65	18,4
B49D0381	79100	382800	1,2	-1,1	-1,6	0,5	0,0	-0,7
B49D0382	79920	382640	3,4	0,8	0,3	2,3	2.05	1,8
B49G0064	80222	382441	3,6	-1,3	-1,8	1,8	1,5	1,1
B49G0164	80658	382658	20,7	14,9	12,9	13,7	13,5	13,3
B49G0370	80760	382700	20,4	17,7	17,2	18,8	18,65	18,5
B49G0436	80213	382499	3,2	2,3	1,8	2,5	2,1	1,9
B49G0458	80187	381726	0,6	-1,6	-2,1	0,7	0,3	0,0
B49G0966	80087	381716	0,6	-0,8	-1,8	0,6	0,4	0,2

Bijlage 4 : Resultaten grondwatermodellering



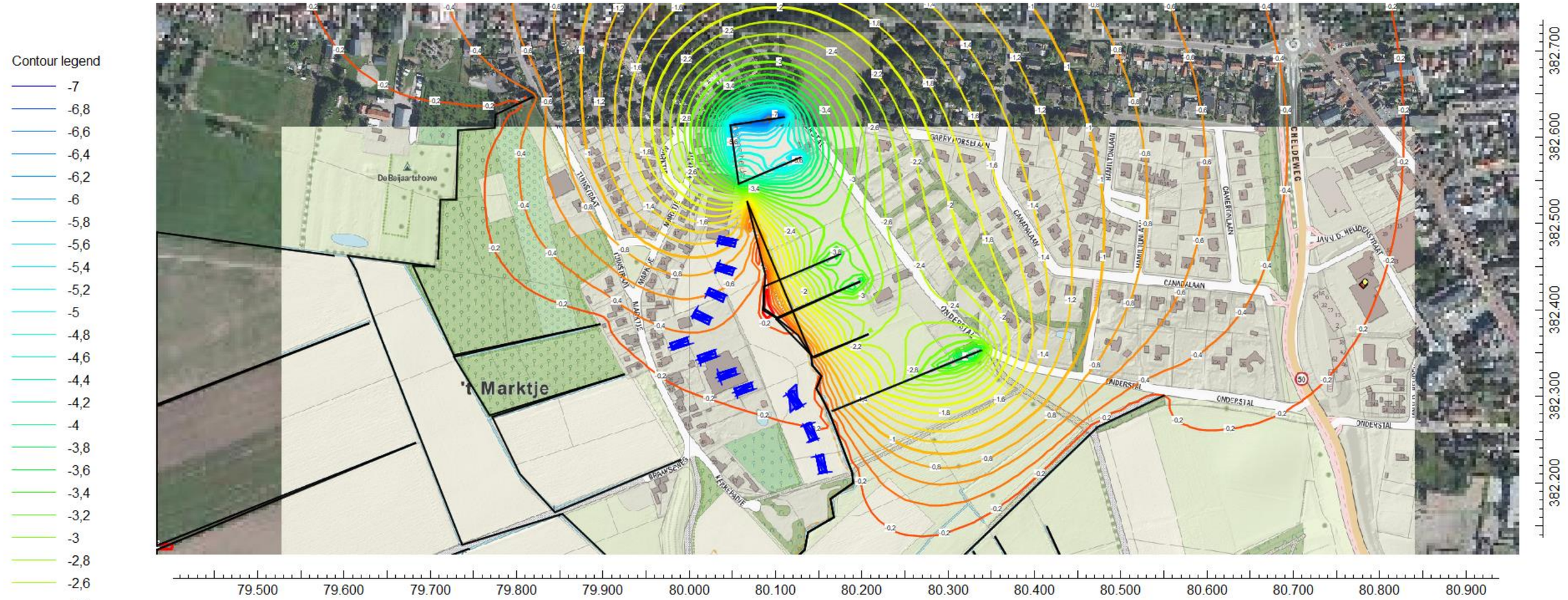
Figuur 4.1 Resulterende uitgangssituatie grondwatermodellering (isohypsen in m + NAP), onder invloed van grondwaterstandsgegevens van TNO en ons bureau, watergangen en neerslag en evapotranspiratie



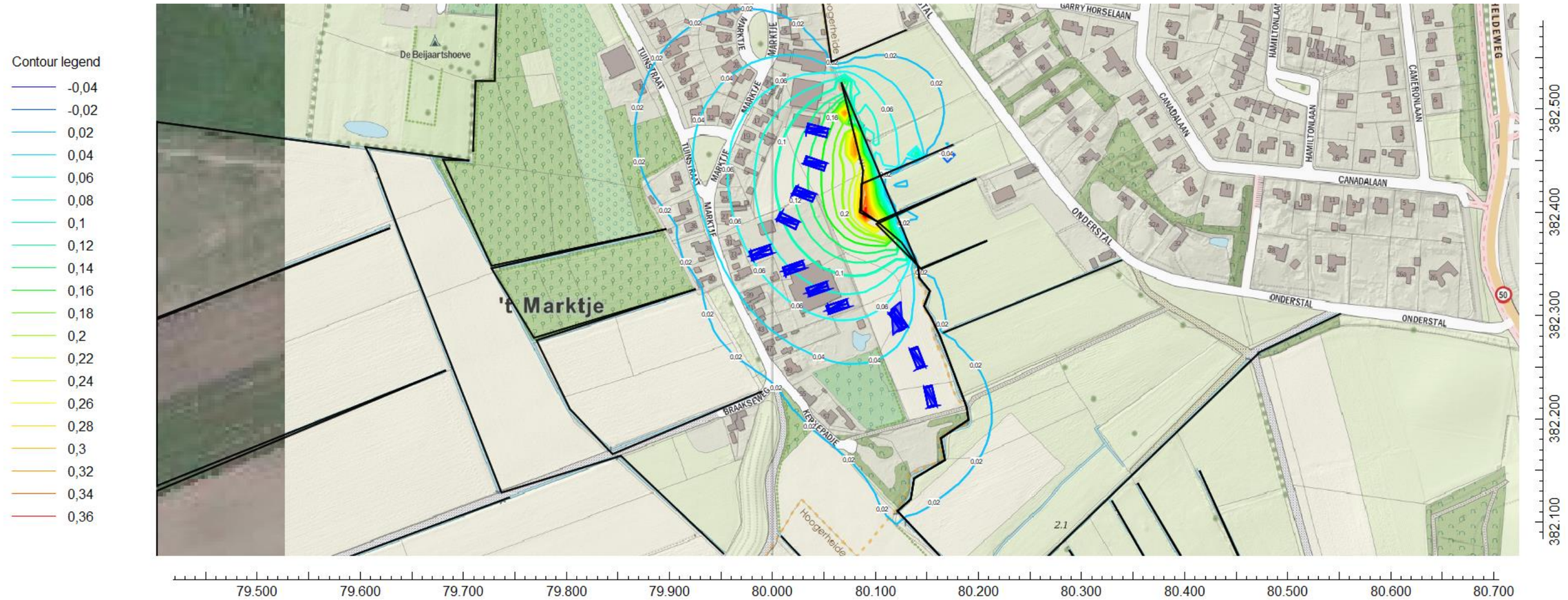
Figuur 4.2 Verhoging grondwaterstand [m] door ophoging. Een verhoging wordt aangegeven met een negatief getal (negatieve verlaging)



Figuur 4.3 Grondwaterstandsverhoging en -verlaging [m] door de aanleg van kelders. Een verhoging wordt aangegeven met een negatief getal (negatieve verlaging), een verlaging met een positief getal



Figuur 4.4 Verhoging grondwaterstand [m] door demping van de watergang. Een verhoging wordt aangegeven met een negatief getal (negatieve verlaging)



Figuur 4.5 Verhoging grondwaterstand [m] door verplaatsing van de watergang. Een verhoging wordt aangegeven met een negatief getal (negatieve verlaging)

WIHA
GRONDMECHANICA

technisch bodemonderzoek
grondmechanica
milieukunde
adviezen

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Geotechnisch laboratoriumonderzoek
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Adviezen

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddieptekaarten, etc)

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de bodem
- BOOT-onderzoek
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion

Laboratorium

- Materiaaleigenschappen, volumegewicht
- Samendrukkingsproeven, Proctorproeven
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden

Voor informatie:
Postbus 21 2800 AA Gouda - tel. 0182 - 58 55 03 - fax 0182 - 58 53 01

Postbus 2099 4460 MB Goes - tel. 0113 - 82 02 23 - fax 0113 - 82 02 24
email info@wiha.nl www.wiha.nl