



Oriënterend bemalingsadvies
appartementencomplex D-buurt
a/d Darlingstraat te Amsterdam

Opdrachtnummer : 200074

Opdrachtgever : Ten Brinke Bouw B.V.
Postbus 52
7000 AB Doetinchem

Contactpersoon : Dhr. B. van Mourik

Opsteller rapport : Dhr. ing. B. Spikker
Gecontroleerd door: Dhr. ing. P. Kranendonk

Versie : 1

Datum : 26 mei 2020

Koops & Romeijn grondmechanica

Reinaldstraat 93 6883 HL Velp
tel 026 3690030



Inhoudsopgave

1	INLEIDING	2
2	GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN	3
2.1	Situatie	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.2	Constructies	3
2.3	Tijdsplanning	3
3	BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID	4
3.1	Bodemopbouw	4
3.2	Grond- en oppervlaktewater	5
4	BRONBEMALING	6
4.1	Bouwputontwerp en benodigde verlagingen	6
4.2	Bemalingsmethode	6
4.3	Waterbezwaar	7
4.4	Controle bemalingen	8
4.5	Lozing bemalingswater	8
5	GEVOLGEN IN DE OMGEVING	9
5.1	Grondwaterstandverlaging in de omgeving	9
5.2	Zettingen	9
5.3	Monitoring	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
6	REGELGEVING ONTTREKKING EN LOZING	10

Bijlagen

1. Ligging project met peilbuislocaties Waternet
2. Ontwerptekening parkeerkelder
3. Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep
4. Geohydrologische profielen
5. Peilbuisgegevens Waternet en isohypsenkaart TNO
6. Opbarstberekeningen
7. Modelbeschrijving MicroFem
8. Invloedsgebied bemaling
9. Tijd-zettingsverloop kleipakket



1 INLEIDING

In mei 2020 ontving Koops & Romeijn van Ten Brinke Bouw B.V. te Doetinchem de opdracht voor het uitvoeren van geotechnische onderzoeken en het uitbrengen van geotechnische analyses in het kader van de bouw van een appartementencomplex met een ondergrondse parkeergarage op de hoek van de Darlingstraat en Develstein te Amsterdam.

Voorliggend rapport bevat het bemalingsadvies ten behoeve van de aanleg van de parkeerkelder. Dit advies dient mede ter onderbouwing van de melding bij het waterschap Amstel, Gooi en Vecht en Waternet.

Paragraaf 2 geeft de beschrijving van de uitgangspunten van het project voor wat betreft de constructie van de aan te leggen kelder en de geplande fasering van de bemaling. De bodemgesteldheid is beschreven in paragraaf 3. In paragraaf 4 wordt de toe te passen bemaling voor de kelder beschreven alsmede het waterbezwaar. Paragraaf 5 beschrijft de gevolgen van de bemaling op de omgeving. De toepasselijke regelgeving wordt beschreven in paragraaf 6.

2 GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

De regionale ligging van de planlocatie is weergegeven in afbeelding 1.



Afbeelding 1. Planlocatie

2.1 Constructies

Volgens de verstrekte gegevens omvat het plan de nieuwbouw van een woning met kelder.

Bij het sondeerwerk op de planlocatie zijn maaiveldhoogtes ingemeten op 1,7 à 2,8 m - NAP. Straatpeilen zijn ingemeten tussen 2,1 en 2,8 m - NAP. Het bouwpeil is aangegeven op 1,36 m - NAP.

In bijlage 2 is het ontwerp weergegeven. In tabel 1 zijn de afmetingen van de kelder opgenomen.

Tabel 1: Ontgravingsniveaus

Constructie	Afmetingen in m	Ontgravingsniveau m – bouwpeil	Ontgravingsniveau m – NAP
keldervloer	145 x 28	3,59	4,95
poeren	145 x 28	3,99	5,35
liftputten 3x	4 x 3	4,99	6,35

2.2 Planning

In deze rapportage is uitgegaan van een bemalingsduur van 12 weken met een start in januari 2021.



3 BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

3.1 Bodemopbouw

Op basis van de literatuur en de uitgevoerde sonderingen en boringen door Koops & Romeijn (zie ook bijlage 3 en 4) wordt de volgende bodemopbouw aangetroffen.

Het huidige maaiveld is gelegen op ca. 2,3 m - NAP.

- Deklaag

Vanaf het maaiveld is onder een opgebrachte topzandlaag een deklaag aanwezig bestaande uit klei- en veen tot een diepte van circa 9 m – NAP. De dikte varieert tussen 5,0 en 3,5 m. Aan de onderzijde bevindt zich een basisveenlaag met dikte tussen 0,5 en 1,0 m. Het waterdoorlatend vermogen van deze lagen is zeer beperkt, de weerstand is afgeleid op 300 tot 400 dagen.

- Eerste watervoerend pakket

Onder het afdekkende pakket bevindt zich een zandpakket bestaande uit veelal draagkrachtige en lokaal silthoudende zandlagen die deel uitmaken van het eerste watervoerende pakket. Dit pakket behoort tot de formatie van Bortel en Eem met een afgeleide doorlaatfactor van 5 à 25 m/dag.

Op basis van de verzamelde gegevens zijn de volgende geohydrologische opbouw en parameters vastgesteld.

Tabel 2: Geohydrologische schematisatie

Geohydrologische eenheid	Diepte m - NAP	Formatie	Samenstelling	kD [m ² /dag]	c [dagen]
Ophooglaag	mv tot 3 à 6	Antropogeen	Zand, matig grof	30	-
Deklaag	3 à 7 tot 8 à 9	Naaldwijk, Nieuwkoop, Bortel	klei, veen	-	200-400
1 ^e Watervoerend pakket	8 à 9 tot 12	Bortel	zand, siltlagen	50	10
Scheidende laag	12 tot 18 à 19	Eem, Drente, Gestuwde afzettingen	klei	500	-
2 ^e watervoerend pakket	18 à 19 tot 60	Gestuwde afzettingen	zand	3.500	-
Hydrologische basis	> 60	Sterksel	klei, leem	-	>1000



3.2 Grond- en oppervlaktewater

Informatie betreffende grondwaterstanden is opgevraagd bij Waternet en TNO en zijn toegevoegd in de bijlagen 1 en 5.

Uit de omliggende peilbuisgegevens van Waternet (en met name peilbuis G07084) kan worden afgeleid dat de stijghoogte van het diepe grondwater in het eerste watervoerend pakket op de planlocatie zich bevindt tussen ca. 3,0 en 3,3 m – NAP.

Op basis van peilbuisgegevens van Waternet kan een freatische grondwaterstand in de topzandlaag worden afgeleid tussen 2,6 en 3,7 m – NAP in de omgeving van de planlocatie. Tijdens de uitvoering van het veldwerk in februari 2020 zijn momentane freatische grondwaterstanden waargenomen op 3,6 à 3,7 m - NAP. De freatische grondwaterstand in de topzandlaag zal met name worden bepaald door de actuele neerslagsituatie, lokale bodemopbouw en lokale ontwateringsmaatregelen.

Het waterschap Amstel, Gooi en Vecht beheerst het peil van het omliggende oppervlaktewater 4,2 m – NAP.



4 BRONBEMALING

4.1 Bouwputontwerp en benodigde verlagingen

Om de constructie onder de grondwaterstand aan te leggen zijn er mogelijkheden voor uitvoering van de bouwput:

- 1 open ontgraving
- 2 ontgraving binnen een damwand
- 3 ontgraving binnen een damwand met toepassing van een ballast laag.

Op aangeven van de opdrachtgever is in deze analyse uitgegaan van optie 1.

Bij de afgeleide bodemopbouw in combinatie met de vermelde ontgravingsniveaus en de toegepaste installatiediepte van de damwand wordt een opbarsting van het resterende afdekkende pakket onder de bouwputbodem aan de orde geacht (zie ook bijlage 6). De stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket zal binnen het damwandsysteem tijdelijk verlaagd moeten worden tot de in de hieronder gegeven tabel genoemde niveaus.

Tabel 3: Ontgravingsniveau en toegestane stijghoogtes

Constructie	Afmetingen in m	Ontgravingsniveau m – NAP	Maximaal toegestane stijghoogte m – NAP
keldervloer	145 x 28	4,95	4,2
poeren	145 x 28	5,35	4,7
liftputten 3x	4 x 3	6,35	6,0

4.2 Bemalingsmethode

De ontwatering van de bouwput kan bestaan uit een zandwerkvloer met een laagdikte van circa 0,30 m in combinatie met een horizontaal drainagesysteem dat verdiept wordt aangebracht in de zandwerkvloer. Ten tijde van de ontgravingswerkzaamheden kan de bouwput werkbaar worden gehouden door middel van open bemaling (klokpompen o.i.d.).

De horizontale drainage kan bestaan uit pvc ribbel drains met een diameter van 80/100 mm en omwikkeld met kokosvezel of een ppdoek. De drains dienen op een onderlinge afstand van ca. 4 à 8 m en op 0,3 à 0,5 m - ontgravingsdiepte te worden aangebracht.

Om de ontwatering te bevorderen dienen de drainsleuven aangevuld te worden met goed waterdoorlatend zand (kwaliteit zandwerkvloer en drainzand met $k > 5$ m/dag). De drains kunnen aan



worden gesloten op pompputten waarin met klokpompen het water kan worden afgevoerd. Met deze werkwijze kunnen neerslag, kwel en horizontaal toestromend grondwater effectief worden afgevoerd.

Ter plaatse van de liftputten kunnen additioneel korte verticale filters vanaf de bouwputbodem worden aangebracht of open bemaling worden toegepast.

Daarbij dient een spanningsbemaling, bestaande uit verticale filters met een h.o.h. afstand van 2 à 4 m op een filterstelling tussen 9 en 11 m – NAP te worden toegepast ter voorkoming van opbarsting van de bouwputbodem. Zodra de betonvloeren zijn gestort dient de spanningsbemaling af te worden gebouwd ter voorkoming van ongewenste omgevingseffecten.

Geadviseerd wordt om voorafgaande aan de start van de werkzaamheden door de aannemer een bemalingsplan te laten opstellen voor de ontwatering van de bouwput.

4.3 Waterbezwaar

Het in tabel 3 weergegeven waterbezwaar is berekend met MicroFem door op de knooppunten van de bouwput de vereiste grondwaterstand te fixeren en het waterbezwaar te berekenen. Een beschrijving van het model is gegeven in bijlage 7.

Voor de berekening van het waterbezwaar is uitgegaan van een ontwateringsdiepte op 0,3 m en een relatief hoge uitgangsgroundwaterstand van 2,9 m – NAP vanwege de geplande uitvoering in de winter/voorjaar.

Tabel 4. Waterbezwaar freatische bemaling

Constructie	Afmetingen m	Verlaging m	Tijdsduur (in wkn)	Debiet m ³ /dag	Waterbezwaar m ³
keldervloer	145 x 28	2,4	6	250	10.500
poeren	145 x 28	2,8	6	350	14.700
liftputten 3x	4 x 3	3,8	2	100 ^{*)}	1.400 ^{*)}

^{*)} Uitgaande van een gelijktijdige bemaling met poeren

Teneinde de verlaging van de grondwaterstand te kunnen bereiken is een initiële onttrekking noodzakelijk om als het ware de "trechter" van de verlaging te kunnen bereiken. De hoeveelheid water die daartoe gedurende de eerste dagen moet worden onttrokken bedraagt circa 130% van de hoeveelheid die als stationaire onttrekking is berekend. Het maximale waterbezwaar komt hiermee op circa 520 m³/dag (ca. 20 m³/uur).

Voor de berekening van het waterbezwaar van de spanningsbemaling is in deze rapportage



uitgegaan van een relatief hoge uitgangsstijghoogte van 3,0 m – NAP vanwege de geplande uitvoering in de winter/voorjaar.

Tabel 4. Waterbezwaar spanningsbemaling

Constructie	Afmetingen m	Verlaging m	Tijdsduur (in weken)	Debiet m ³ /dag	Waterbezwaar m ³
keldervloer	145 x 28	1,2	6	200	8.400
poeren	145 x 28	1,7	6	350	14.700
liftputten 3x	4 x 3	3,0	2	100 ^{*)}	1.400 ^{*)}

^{*)} Uitgaande van een gelijktijdige bemaling met keldervloer

Het gezamenlijke stationaire waterbezwaar is berekend op 450 tot 700 m³/dag, overeenkomend met ca. 20 à 30 m³/uur.

4.4 Controle bemalingen

Geadviseerd wordt om een monitoringspeilbuis in het 1^e watervoerend pakket tussen circa 12 en 13 m – NAP te plaatsen. Hieruit kan de actuele stijghoogte worden afgeleid voor de start van de bemalingswerkzaamheden.

Daarbij dient de peilbuis gedurende bemalingswerkzaamheden dagelijks te worden gemonitord zodat tijdig kan worden ingegrepen bij overdadige stijghoogteverlagingen.

Daarnaast kan hieruit een grondwatermonster worden genomen ter bepaling van de lozingsparameters.

De hoeveelheid water die wordt onttrokken moet worden gemeten met een aantoonbaar recentelijk geijkte watermeter.

4.5 Lozing bemalingswater

De lozing van het bemalingswater zal in afstemming met het waterschap Amstel, Gooi en Vecht op omliggend oppervlaktewater kunne plaatsvinden. Hiertoe dient vroegtijdig overleg te worden gevoerd met de beherende instantie en eventueel een vergunning te worden aangevraagd. Dit is mede afhankelijk van de, tot dusverre, onbekende waterkwaliteit en de overige aan een lozing verbonden voorwaarden.



5 GEVOLGEN IN DE OMGEVING

5.1 Grondwaterstandverlaging in de omgeving

Ten gevolge van de bemaling zal ook in de omgeving de grondwaterstand dalen. Uitgaande van de toepassing van een open ontgraving en de in paragraaf 4 benoemde verlagingen wordt de invloedssfeer berekend tot 150 à 200 m buiten de planlocatie (zie ook bijlage 9).

5.2 Zettingen

Binnen het door de bemaling beïnvloede gebied is sprake van een effectieve korrelspanningsverhoging als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand. Door het verhogen van de korrelspanning kunnen zettingen optreden. De grootte van de zetting wordt bepaald door de grondsoort en de mate van voorbelasting hiervan in het verleden door bijvoorbeeld eerdere verlagingen van de grondwaterstand.

Door het samendrukbare karakter van het afdekkende klei- en veenpakket met een dikte van 4 tot 5 m worden eindzettingen als gevolg van de grondwaterstands- en stijghoogteverlaging in de omgeving berekend tot maximaal 250 à 300 mm nabij de bouwput.

Bij een bemalingsduur van 12 weken kan ca. 20% consolidatie van het afdekkende pakket optreden (zie ook bijlage 8), overeenkomend met 50 à 60 mm. Op een afstand van meer dan 80 m tot de ontgraving zullen de grondwaterstandsverlagingen daarbij minder zijn dan de reeds van nature optredende lage zomer grondwaterstanden (zie ook bijlage 8).

In het geval van kwetsbare objecten met ondiepe funderingen wordt geadviseerd deze vooraf vast te leggen middels expertise en bijvoorbeeld een fotografische en hoogteliggingsregistratie en mogelijke vervormingen te monitoren. Daarmee dienen eventuele claims op een juiste wijze te kunnen worden beoordeeld (zie ook paragraaf 5.9).

Indien al gauw blijkt dat er ongewenste zettingen en maaiveldzakkingen ontstaan dan wordt geadviseerd alsnog een 4-zijdige damwand toe te passen met een installatieniveau tot minimaal 13,0 m - NAP

Funderingen op palen zullen de extra negatieve kleef op kunnen nemen aangezien daarmee bij paalberekningen dient te worden gerekend.



6 REGELGEVING ONTTREKKING EN LOZING

6.1 Onttrekking

Voor het onttrekken van grondwater dient in het kader van de Waterwet een vergunning te worden aangevraagd bij het waterschap Amstel, Gooi en Vecht als de bemalingsperiode langer duurt dan zes maanden of als de hoeveelheid water die onttrokken wordt groter is dan 10 m³/uur, of 4.000 m³/maand.

Bij het verwachte waterbezwaar van 20 à 30 m³/uur en een verwachte tijdsduur van de bemaling van 12 weken dient voor deze bemaling bij het waterschap een vergunning aan te worden gevraagd.

Voor een vergunningsprocedure dient rekening te worden gehouden met een proceduretijd van 2 à 3 maanden. Voor vergunningsplichtige bemalingen dient, naast een bemalingsadvies en technisch bemalingsplan, vaak ook een m.e.r.-beschouwing (artikel 7.16 Wet Milieubeheer) te worden opgesteld. Hierin dienen nadelige effecten op het milieu nader te worden belicht en afgewogen tegen het bouwput- en bemalingsontwerp. Indien gewenst, dan kunnen wij dit verzorgen.

6.2 Lozing

De lozing van het bemalingswater zal in afstemming met het waterschap Amstel, Gooi en Vecht naar verwachting op het omringende oppervlaktewater kunnen plaatsvinden bij een voldoende waterkwaliteit.

Kosten

Bij het lozen van grondwater op oppervlaktewater dient rekening te worden gehouden met lozingskosten van ca. € 53,18 / 1.000 m³.

Koops & Romeijn

Opgesteld door:

Ing. B. Spikker

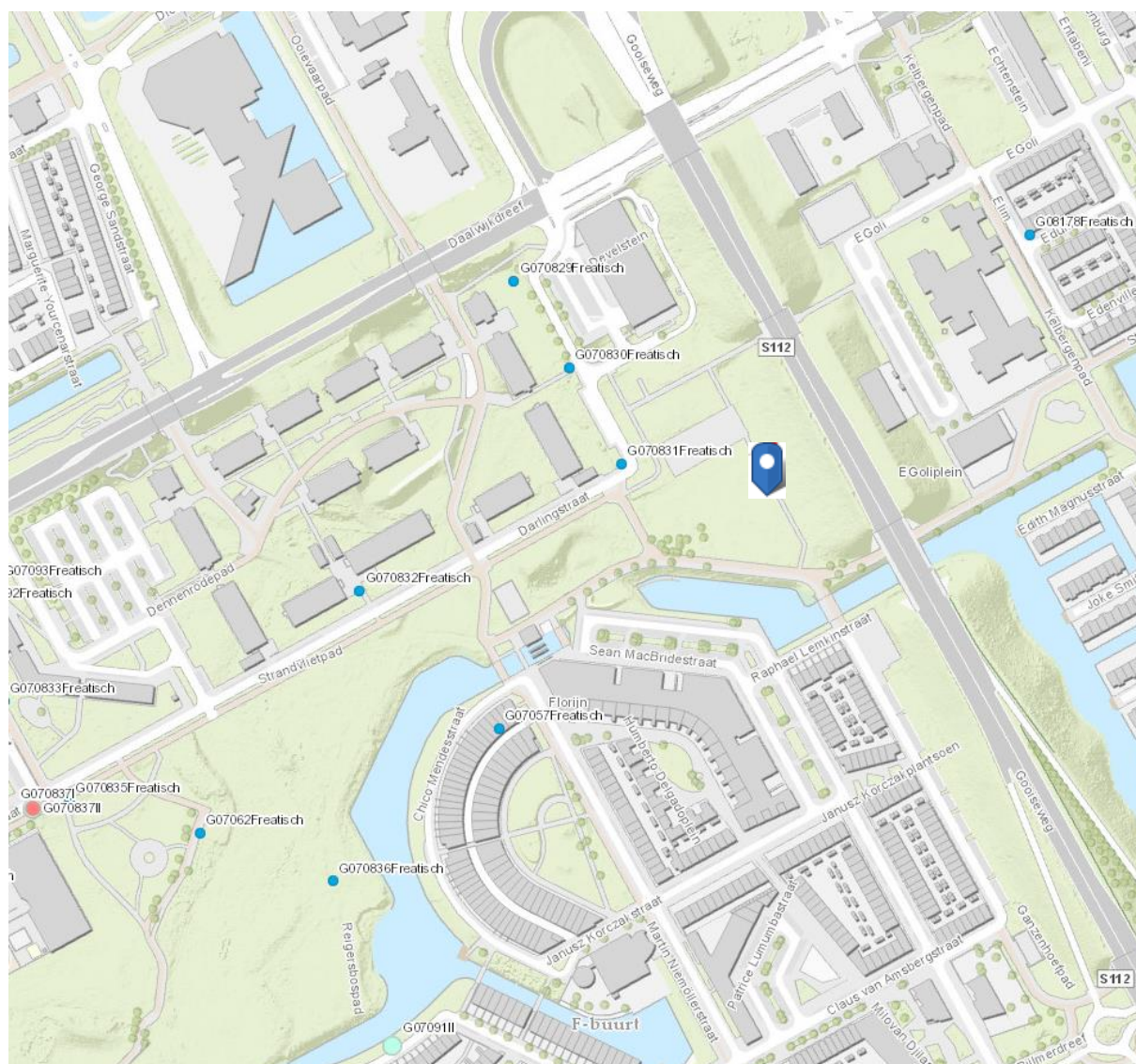
026 36 900 30



Symbolen en definities

symbool	omschrijving	eenheid
γ_n	volumieke gewicht van de grond in verzadigde toestand	kN/m ³
c	effectieve cohesie	kPa
φ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°
C'_p	primaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C'_c	secundaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C_c	primaire samendrukkingsindex	-
C_α	secundaire samendrukkingsindex	-
kD	doorlaatvermogen, product van k en D	m ² /d
k	doorlaatfactor	m/d
D	laagdikte	m
c	weerstand van waterremmende lagen	dag
wvp	watervoerend pakket	
zetting	verticale verplaatsing van een funderingselement of het maaiveld ten opzichte van het niveau in onbelaste situatie/toestand	mm
grondwaterstand	hoogte van een punt waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan nul heeft ten opzichte van de atmosferische druk	m tov ref niveau

Ligging project met peilbuislocaties Waternet



Planlocatie

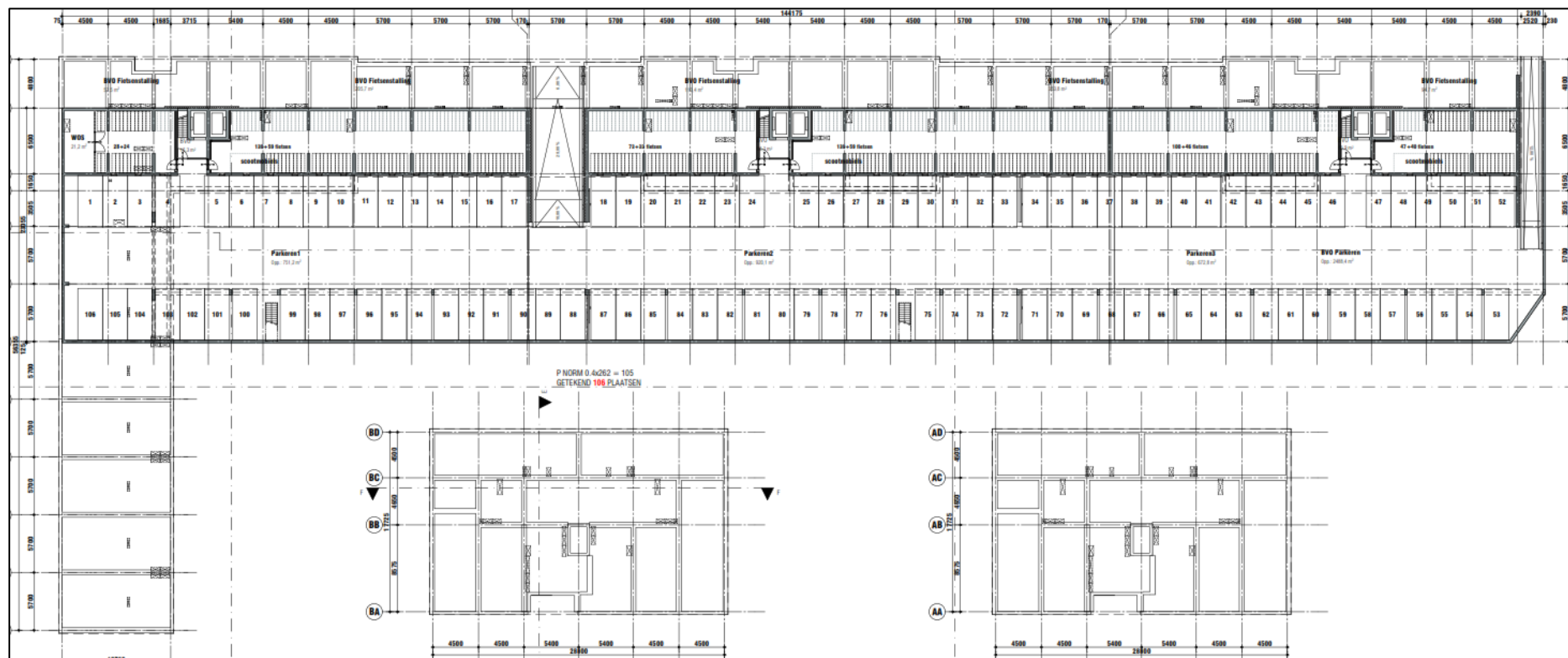


Peilbuislocatie in deklaag actief gemeten ca. 0 – 4 m - mv



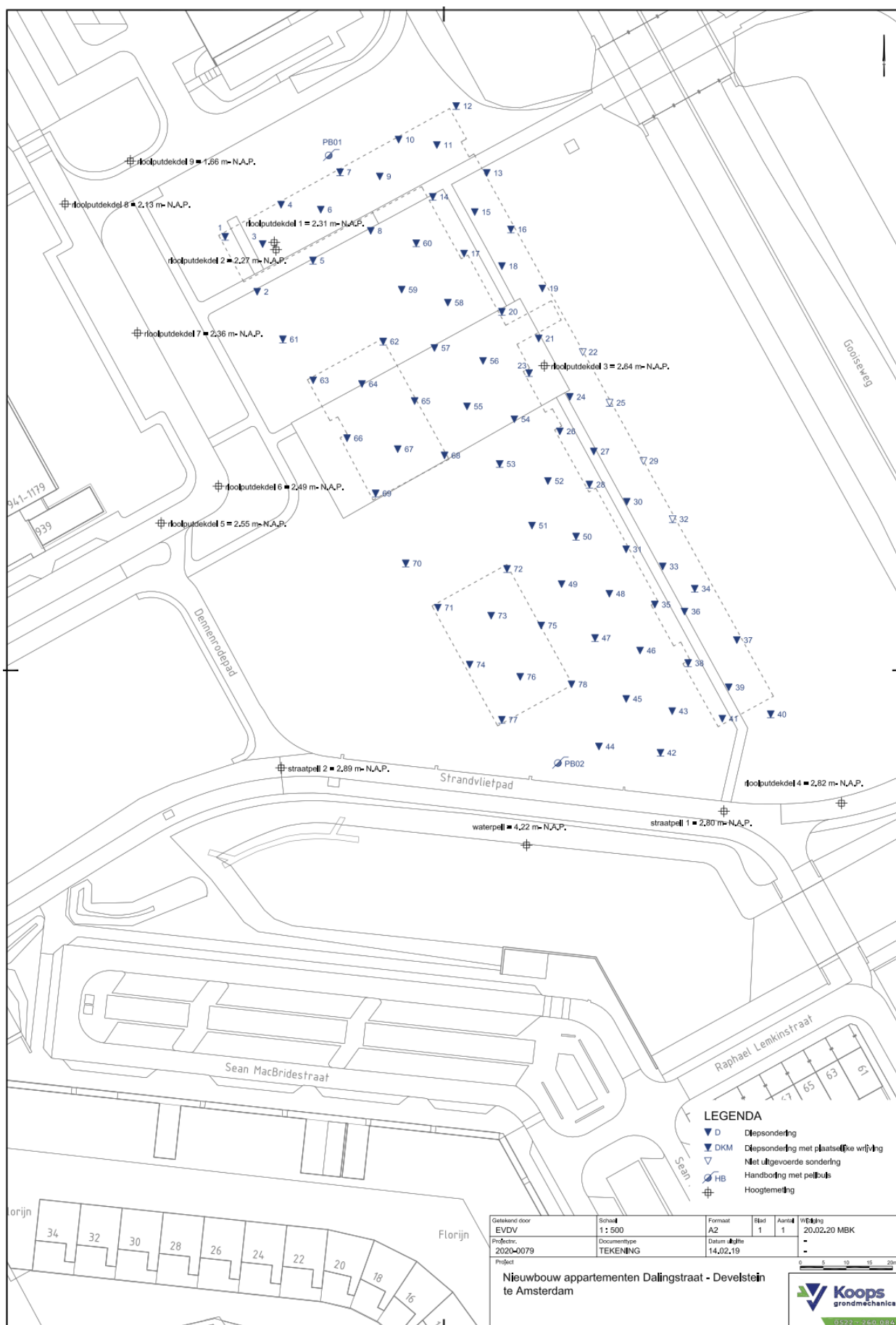
Peilbuislocatie in wadzandlagen ca. 7 - 10 m - mv

Ontwerp parkeerkelder

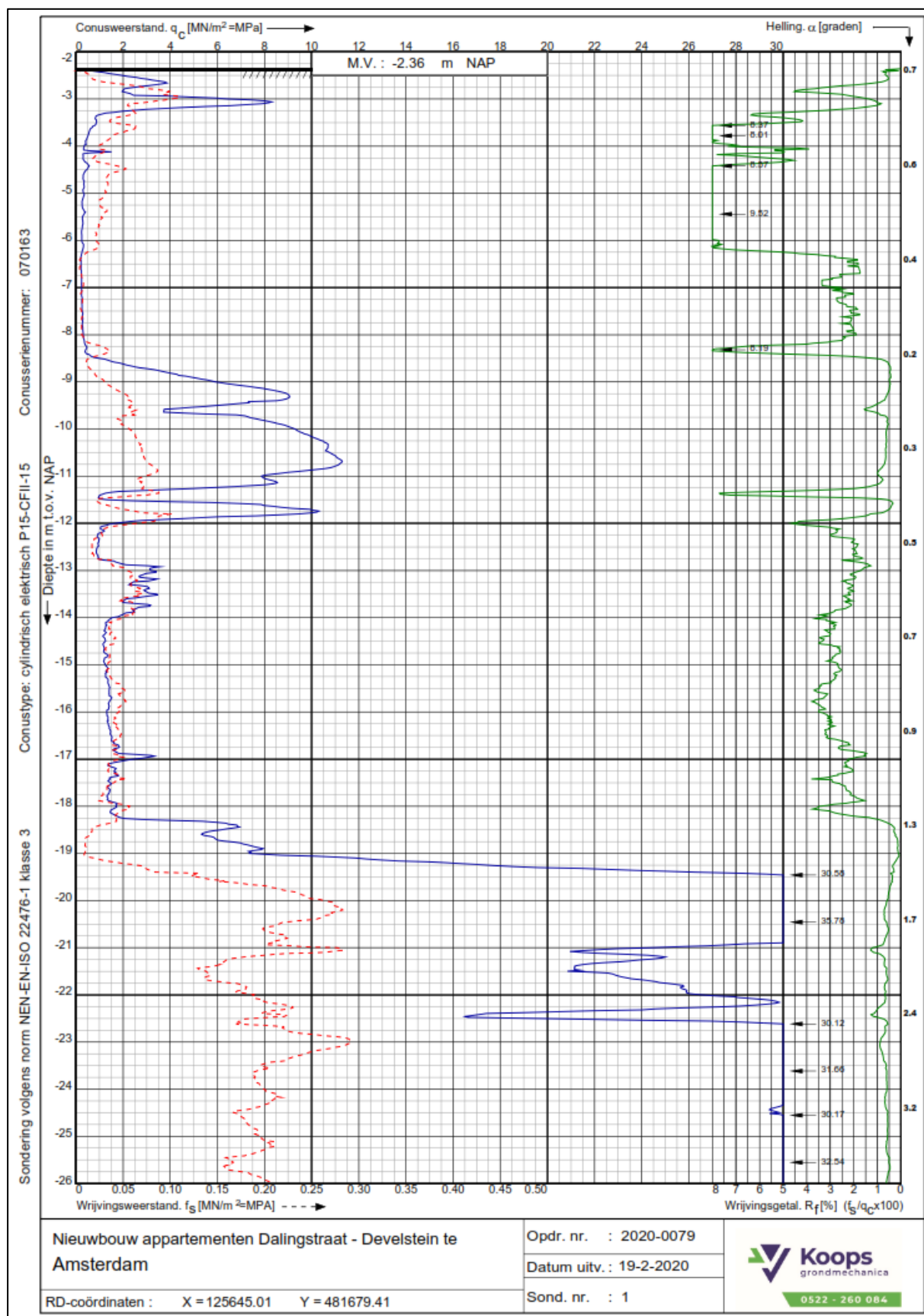




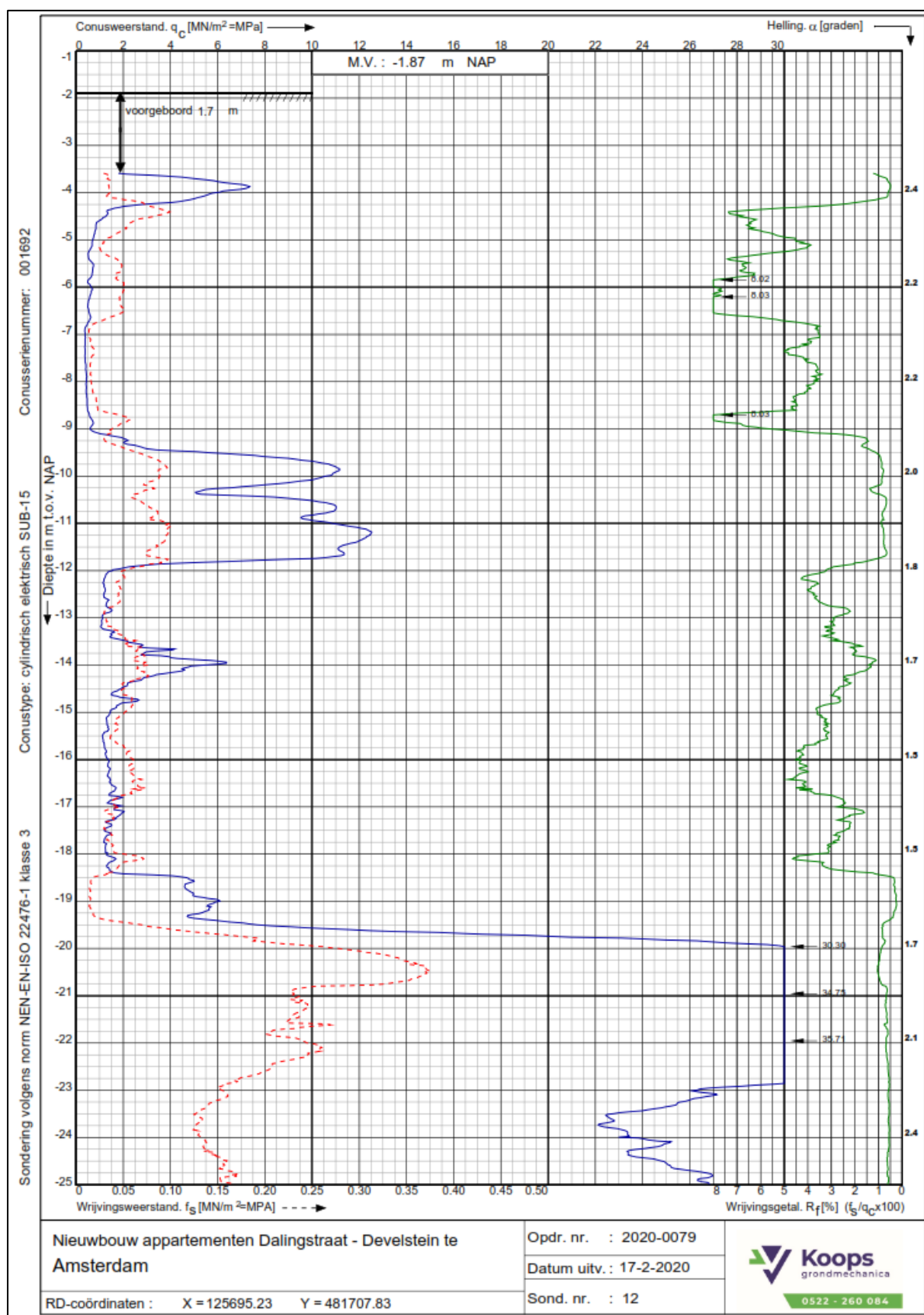
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



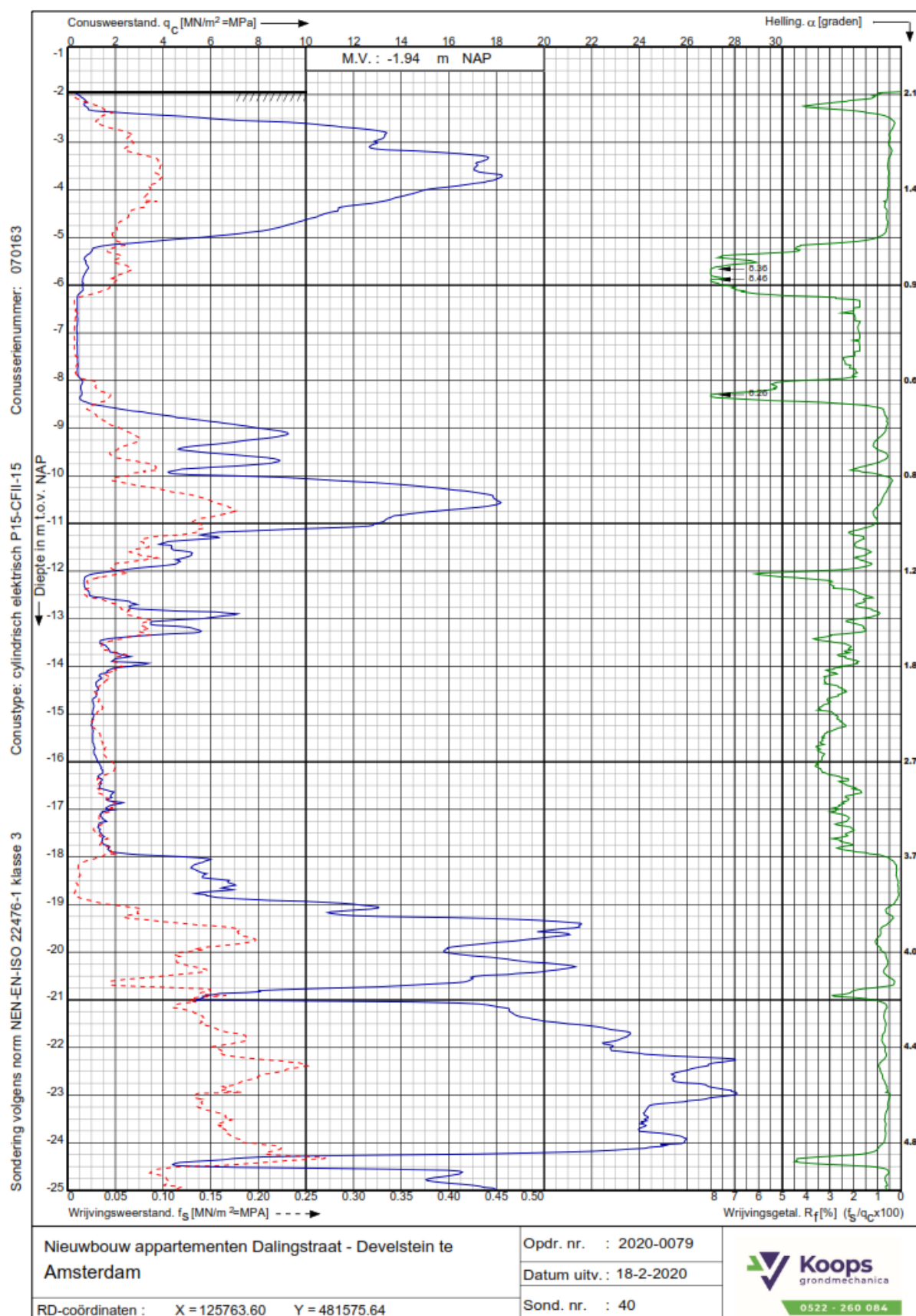
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



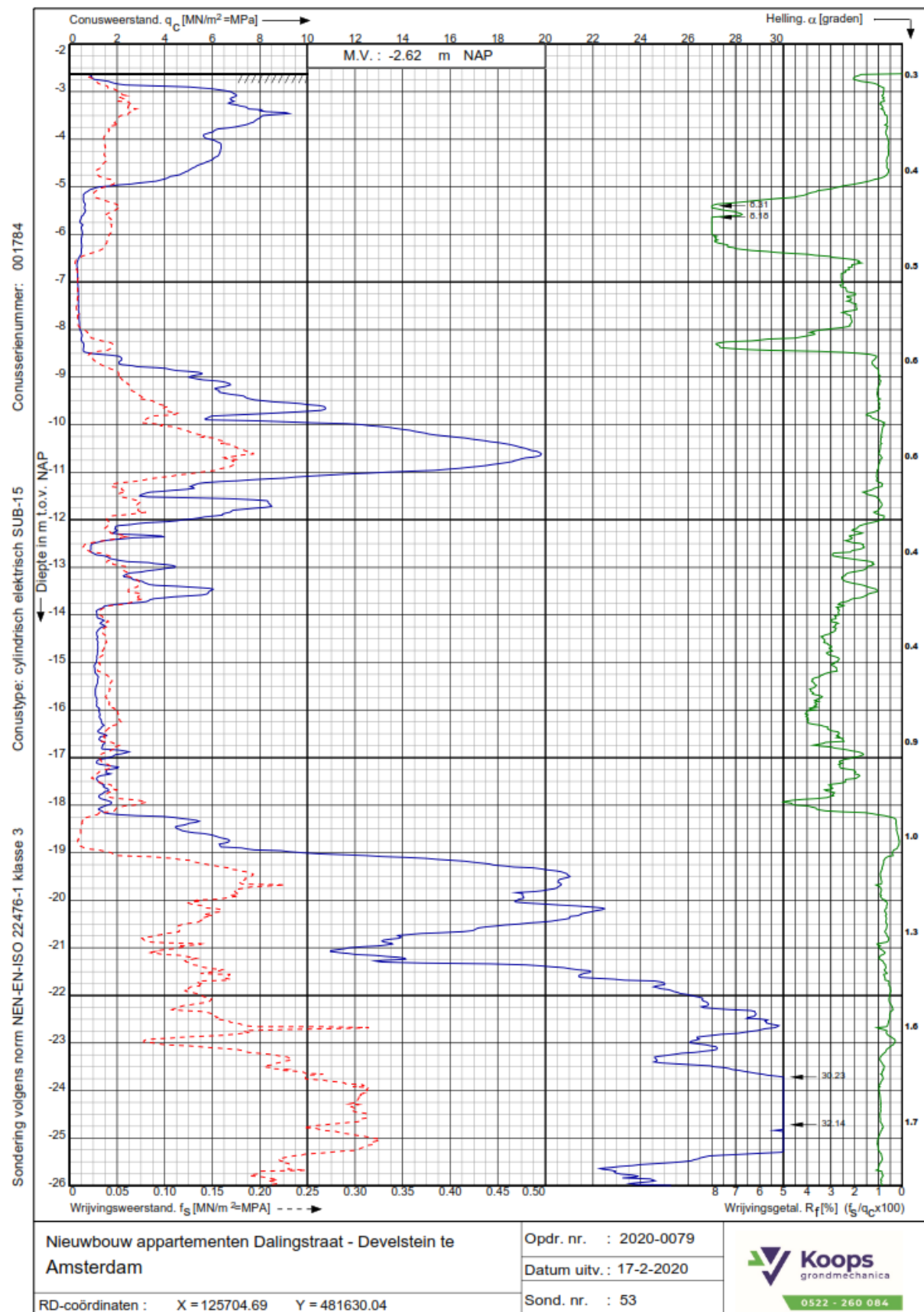
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



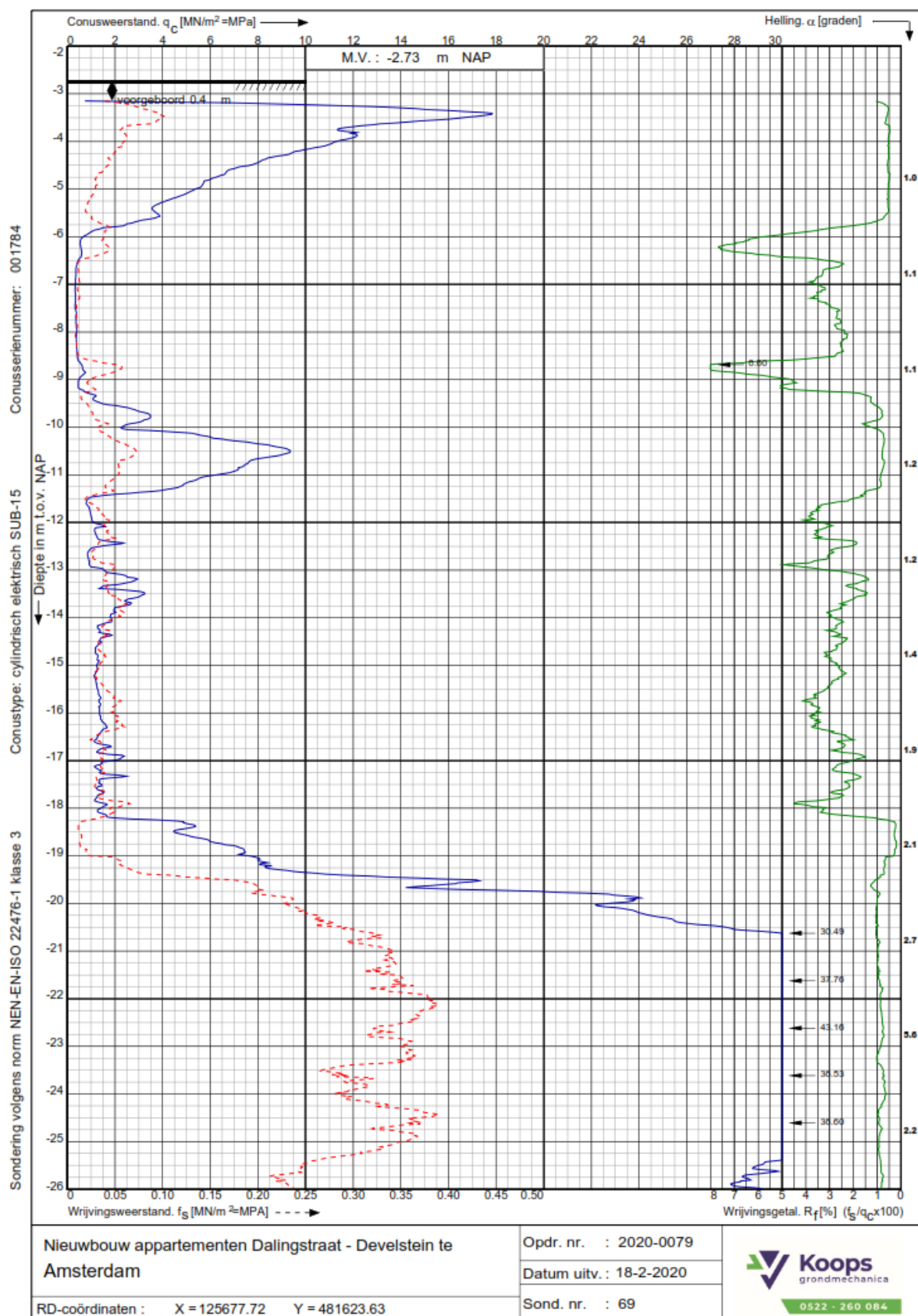
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



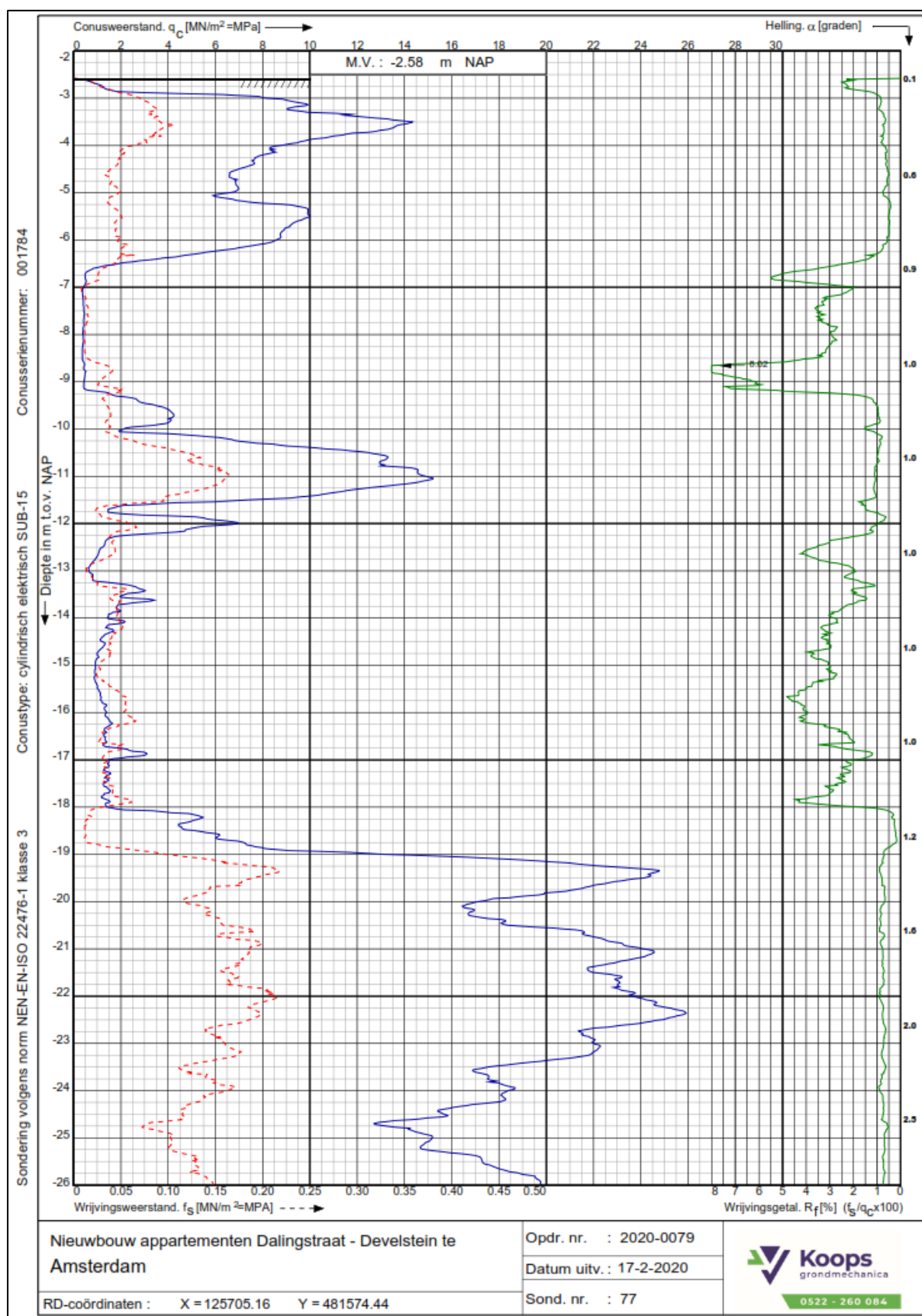
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



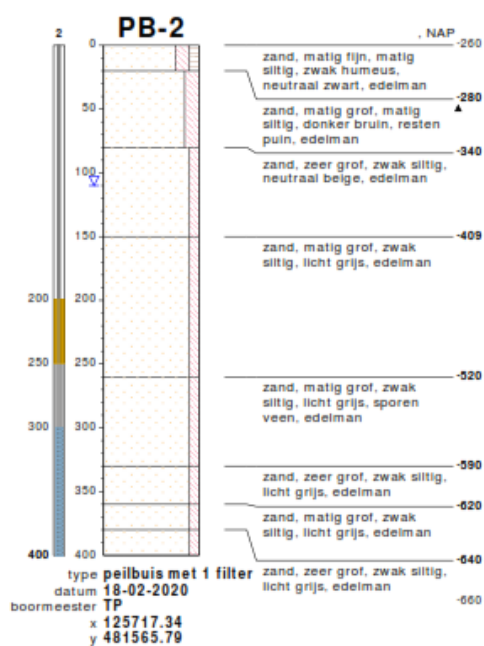
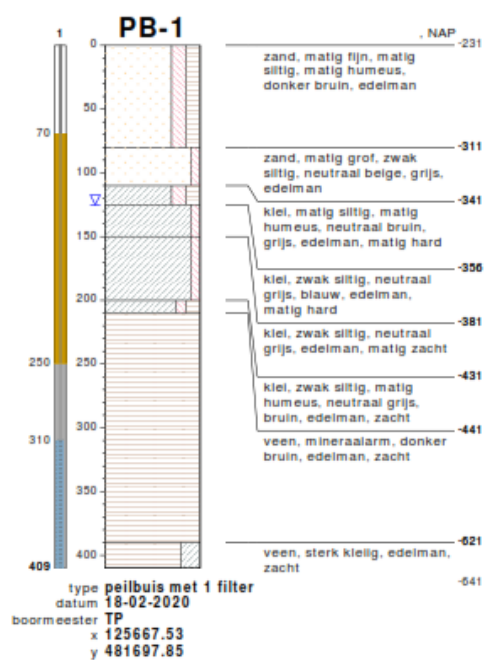
Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep



Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep

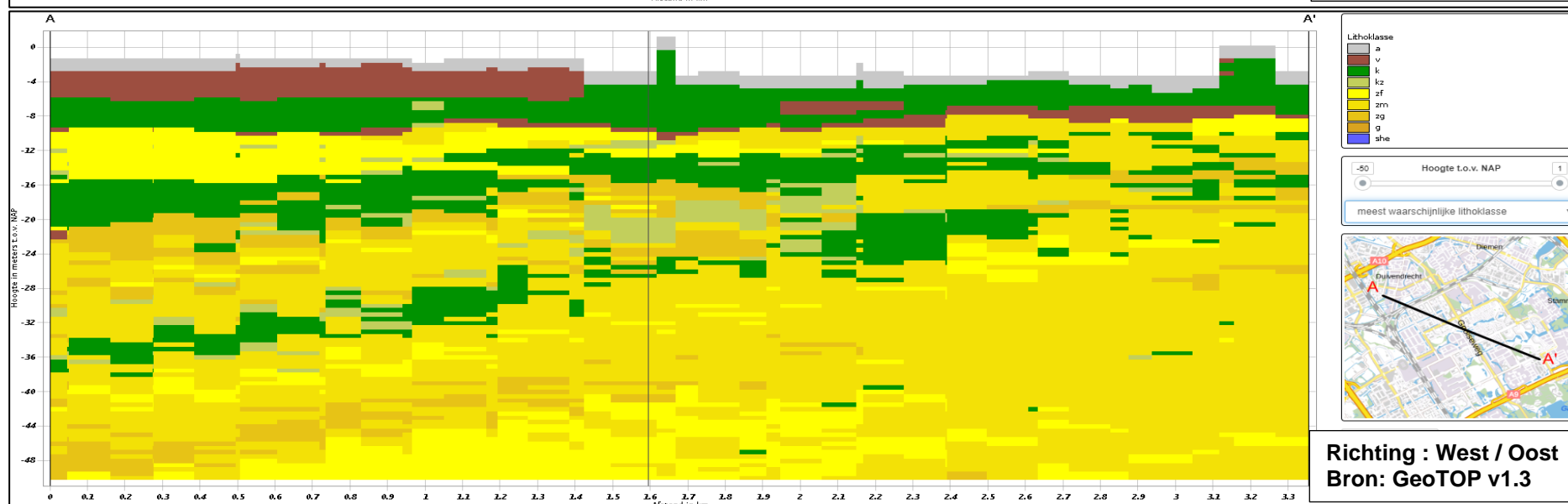
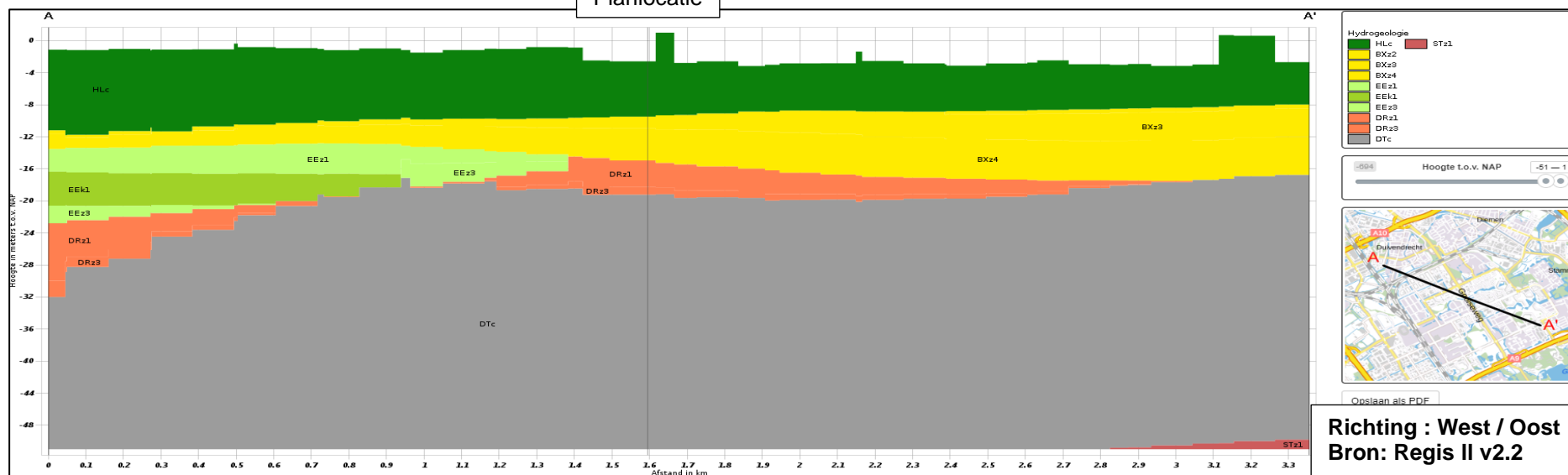


Sondeer- en boorgegevens Koops & Romeijn Geogroep

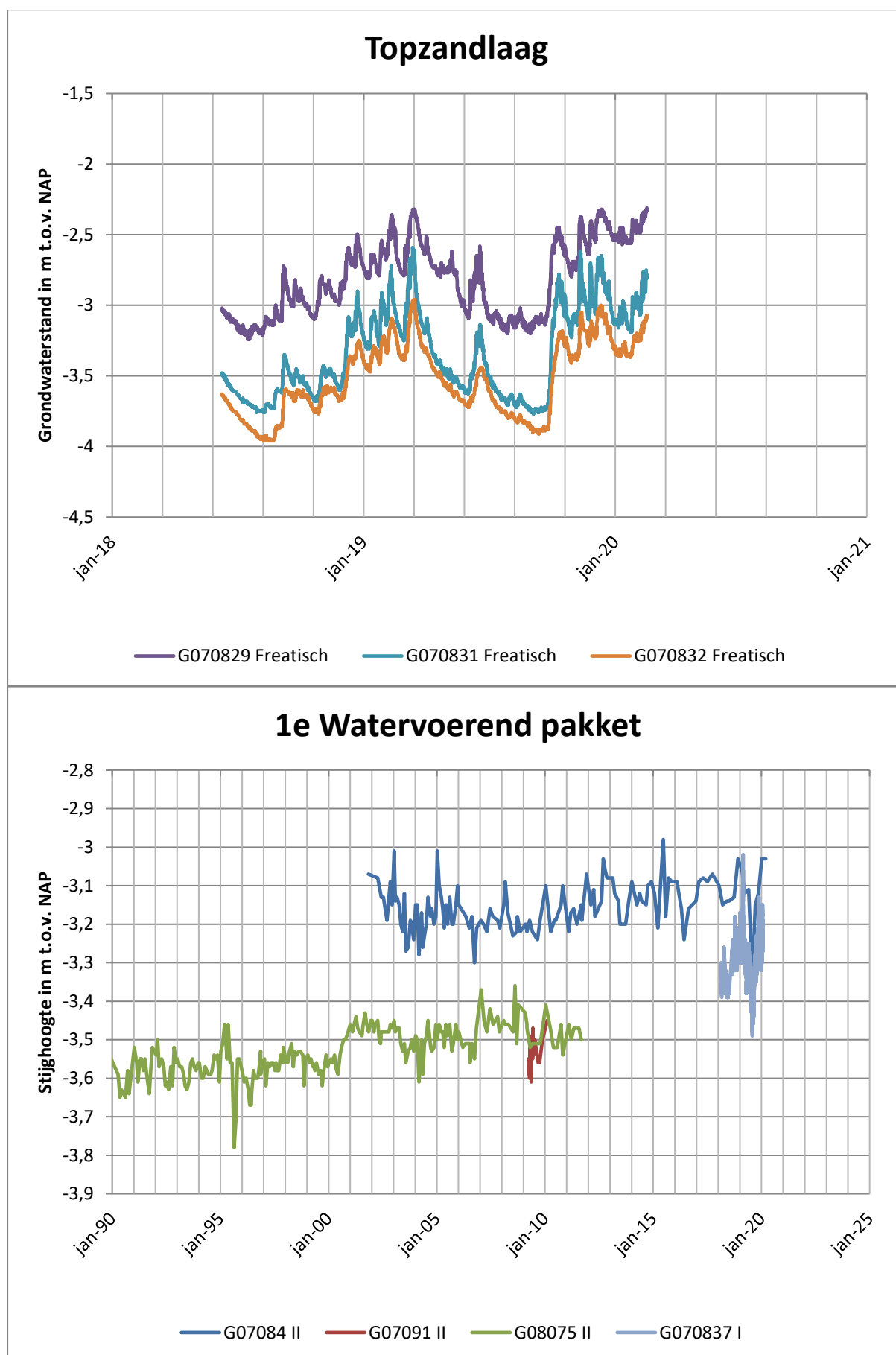


Geohydrologische profiel

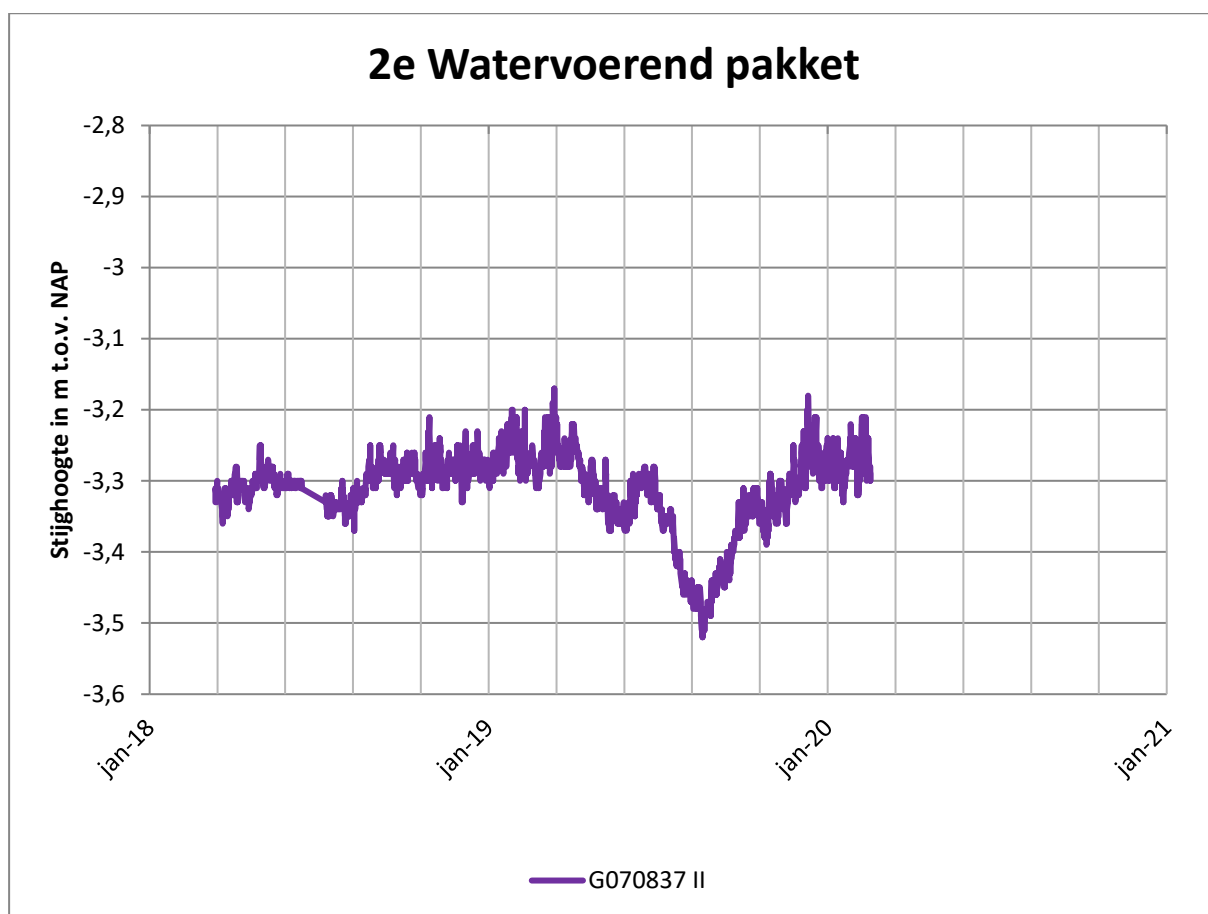
Planlocatie



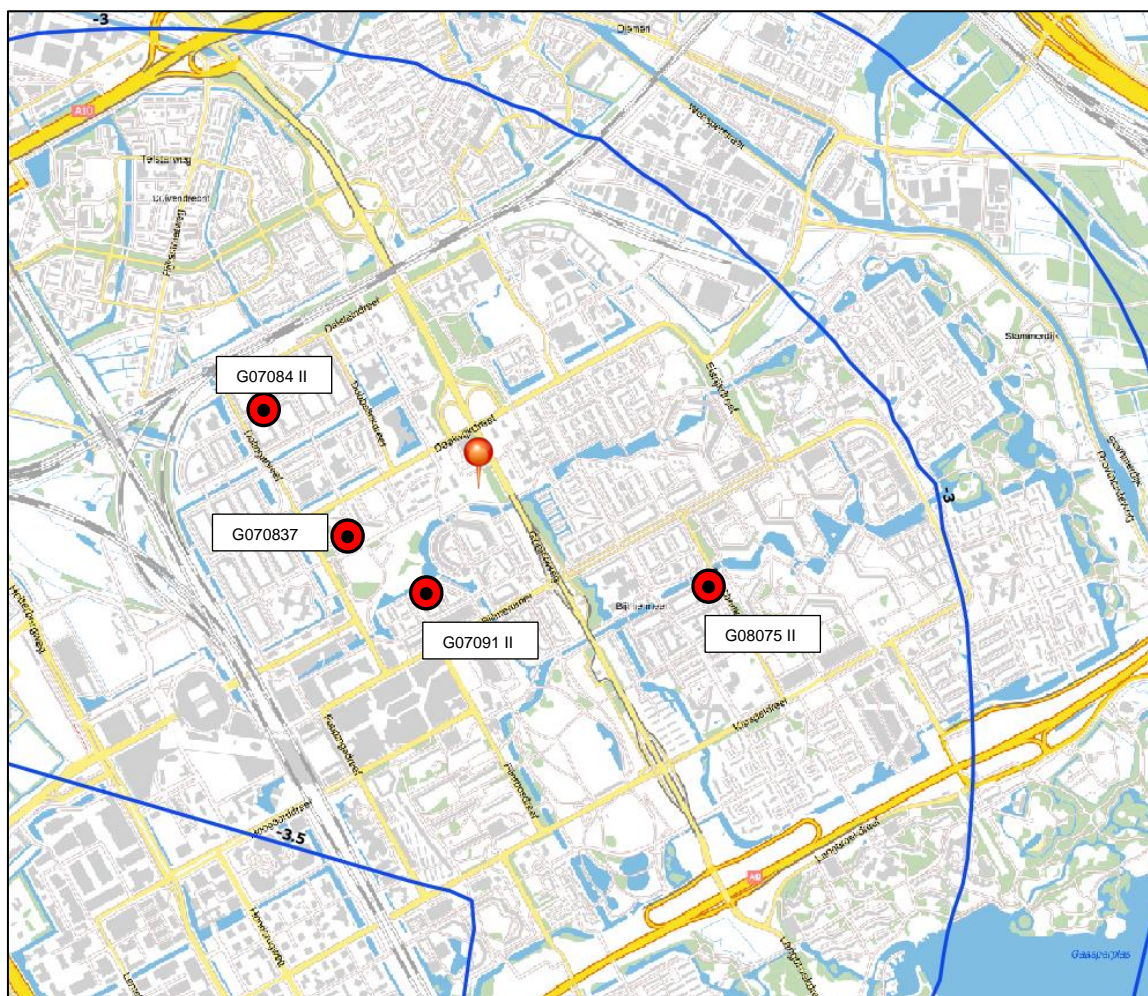
Peilbuisgegevens Waternet en isohypsenkaart TNO



Peilbuisgegevens Waternet en isohypsenkaart TNO



Peilbuisgegevens Waternet en isohypsenkaart TNO



Bron: Grondwaterkaart van Nederland, provincie Noord Holland TNO: Isohypsenpatroon eerste watervoerende pakket



Planlocatie



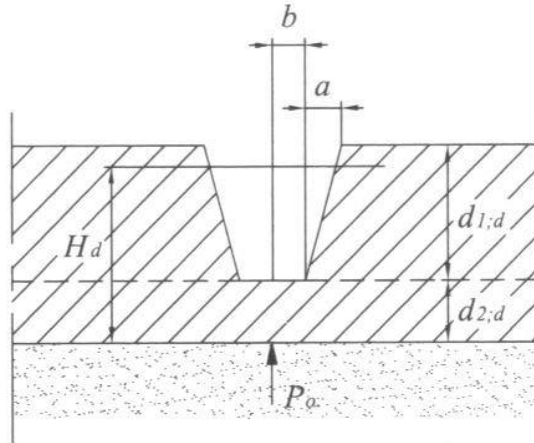
Lijn van gelijke stijghoogte grondwater 1e watervoerend pakket in m t.o.v. NAP



Peilbuislocatie TNO

Opbarstberekening

Keldervloer

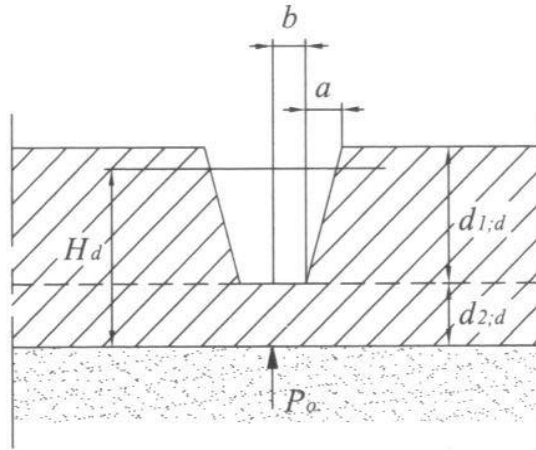


mvh	maaiveldhoogte	-2,3	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-8,2	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,65	[m]
d2;d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	3,25	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	14,00	[m]
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket	-3,10	[m tov NAP]
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-4,20	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	4,00	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	40,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [\arctan(d2/b)]$	0,0032	[-]
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem			
laag	d1:d	$\gamma 1:d$	P
1	2,65	18,0	47,7
2	0,00	0,0	0
2	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0
totaal	2,65		47,7
F neerwaarts 44,02 [kN/m2]			
Toetsing			
Fneerwaarts/Po 1,10 [-]			
>= 1.1			
conclusie geen gevaar voor opbarsten			
bij 1,10 m grondwaterstandsverlaging WVP1			

gewicht neerwaarts onder bouwputbodem				Omschrijving	
laag	d2:d	$\gamma 2:d$	P	laag	Omschrijving
1	2,05	15,0	30,75	1	klei
2	1,20	11,0	13,2	2	veen
3	0,00	0,0	0	3	
4	0,00	0,0	0	4	
5	0,00	0,0	0	5	
totaal	3,25		43,95		

Opbarstberekening

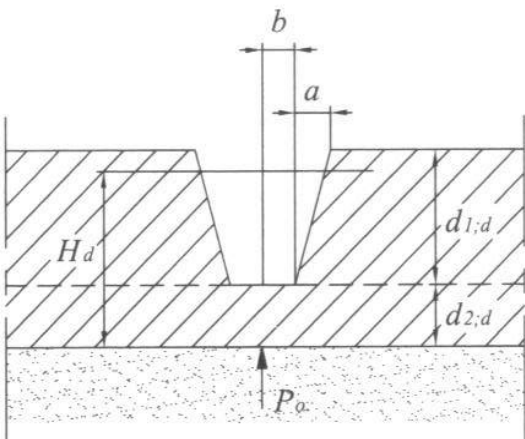
Poeren



mvh	maaiveldhoogte	-4,95	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-8,2	[m tov NAP]
d1:d	afstand maaiveld - bouwputbodern	0,40	[m]
d2:d	afstand bouwputbodern - onderzijde remmende laag	2,85	[m]
a	horizontale breedte talud	0,20	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,50	[m]
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket	-3,10	[m tov NAP]
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-4,70	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	3,50	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	35,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$	0,4028	[-]
gewicht neerwaarts boven bouwputbodern			
laag	d1:d	y1:d	P
1	0,30	18,0	5,4
2	0,10	15,0	1,5
2	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0
totaal	0,40		6,9
Omschrijving			
			zandwerkvloer
			klei
gewicht neerwaarts onder bouwputbodern			
laag	d2:d	y2:d	P
1	1,65	15,0	24,75
2	1,20	11,0	13,2
3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0
5	0,00	0,0	0
totaal	2,85		37,95
Omschrijving			
			klei
			veen
F neerwaarts		39,12	[kN/m2]
Toetsing			
Fneerwaarts/Po		1,12	[-]
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	1,60 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Opbarstberekening

Liftputten

							
mvh	maaiveldhoogte			-4,95	[m tov NAP]		
Badp	basis afdekkend pakket			-8,2	[m tov NAP]		
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodem			1,40	[m]		
d2;d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag			1,85	[m]		
a	horizontale breedte talud			1,00	[m]		
b	afstand midden bouwput- teen talud			1,50	[m]		
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket			-3,10	[m tov NAP]		
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket			-6,00	[m tov NAP]		
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag			2,20	[m]		
Hw	waterhoogte in sloot			0,00	[m]		
Po	opwaartse druk			22,0	[kN/m2]		
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b))] / (b/a) * [(\arctan(d2/b))]$			0,1645		[-]	
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem				gewicht neerwaarts onder bouwputbodem			
laag	d1:d	γ 1:d	P	laag	d2:d	γ 2:d	P
1	0,30	18,0	5,4	1	0,65	15,0	9,75
2	1,10	15,0	16,5	2	1,20	11,0	13,2
2	0,00	0,0	0	3	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0	4	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0	5	0,00	0,0	0
totaal	1,40		21,9	totaal	1,85		22,95
F neerwaarts		24,25 [kN/m2]					
Toetsing							
Fneerwaarts/Po		1,10 [-]					
>= 1.1							
conclusie		geen gevaar voor opbarsten					
bij		2,90 m grondwaterstandsverlaging WVP1					

Modelopbouw MicroFem

Model

Het onttrekkingsdebiet en de verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn bepaald op basis van superpositie met het numerieke programma Microfem, voor een stationaire situatie.

Modelgrenzen

Het modelgebied is zo gekozen dat de modelgrenzen buiten de invloedssfeer van de bemaling liggen. De invloedssfeer van de bemaling bedraagt circa 150 à 200 m. Het modelgebied is rechthoekig met afmetingen van 3 x 3 km.

Netwerk

Een netwerk is gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen. De gehanteerde knooppuntafstanden zijn:

bouwput	5 m
vanaf bouwput tot modelgrens	oplopend van 5 tot 250 m

Modelopbouw

De volgende opbouw is in het model ingevoerd:

parameter	Waarde	eenheid
ho	0	m + NAP
c1	0	dagen
kD1	30	m ² /dag
h2	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c2	200	dagen
kD2	50	m ² /dag
h3	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c3	500	dagen
kD3	3.500	m ² /dag
h4	grondwaterstand te berekenen	m + NAP

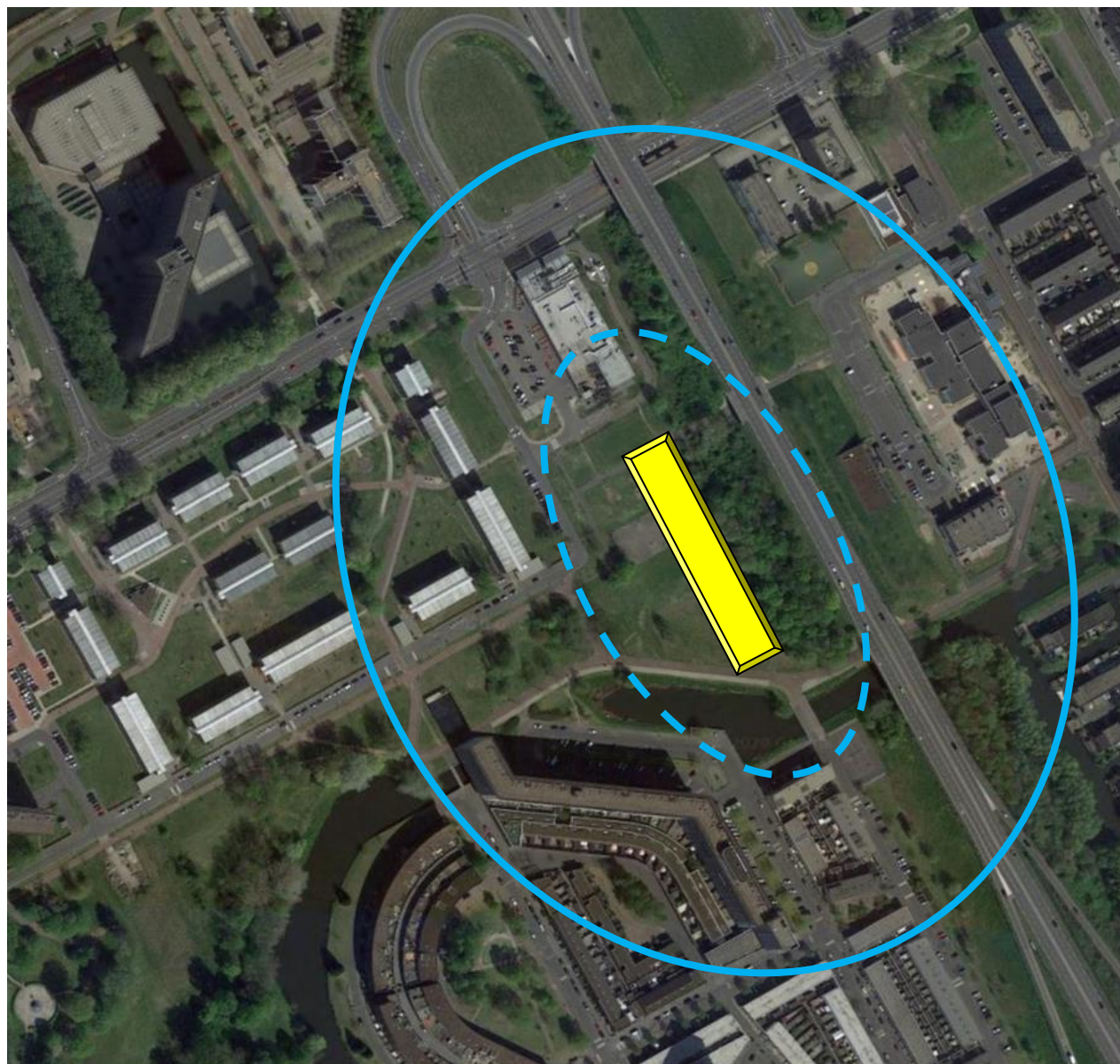
Diversen

Een neerslagoverschot van 300 mm per jaar is toegepast.

Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bouwput is berekend door een vaste stijghoogte op de knooppunten van de bouwput op te leggen.

Invloedssfeer bemaling



Planlocatie



Verlagingscontour 0,05 m op 100 m tot bouwput



Verlagingscontour 0,3 m (GLG) op 80 m tot bouwput

Modelopbouw MicroFem

