



Infiltratie advies
woonzorgcomplex aan de
Zwartbroekweg te Den Bosch

Opdrachtnummer : 180202

Opdrachtgever : Van Wanrooij Projectontwikkeling
Postbus 4
5386 ZG GEFFEN

Contactpersoon : de heer C. Robbemondt

Opgesteld door : B. Spikker
Gecontroleerd door: P. Kranendonk

Versie : 1

Datum : 29 oktober 2018

Koops & Romeijn grondmechanica

Reinaldstraat 93 6883 HL Velp
tel 026 3690030



Inhoudsopgave

1. INLEIDING	2
2. PROJECTOMSCHRIJVING	3
3. BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISERING	4
3.1 Bodemopbouw	4
3.2 Grond- en oppervlaktewaterstroming	4
4. BERGINGS- EN INFILTRATIEADVIES	5
4.1 Samenstelling bergings- en infiltratiemedia	5
4.2 Dimensionering en ontwerp wadi	5
5. SLOTOPMERKINGEN	6

Bijlagen

1	Ligging project met peilbuislocaties TNO
2	Planlocatie
3	Inrichtingstekening planlocatie
4	Voorbeeld sondeergegevens TNO
5	Voorbeeld boorgegevens TNO
6	Infiltratieonderzoek Kooops & Romeijn
7	Geohydrologisch profiel
8	Peilbuisgegevens
9	Voorgestelde situering wadi
10	Principe schets lengtedoorsnede wadi



1. INLEIDING

In oktober 2018 ontving Koops & Romeijn van Van Wanrooij Projectontwikkeling te Geffen de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en het uitbrengen van geotechnische analyses in het kader van het nieuwbouwplan op de hoek van de Zwartbroekweg en de Botterdreef te Den Bosch.

Voorliggend rapport bevat het bergings- en infiltratieadvies voor het afkoppelen van hemelwater van het dak van het appartementencomplex en verhardingen, zoals weergegeven in de bijlage 3.

Paragraaf 2 geeft de beschrijving van de uitgangspunten van het project voor wat betreft de inrichting van de projectlocatie. De bodemgesteldheid en geohydrologie zijn beschreven in paragraaf 3. In paragraaf 4 wordt ingegaan op de infiltratiemedia en de dimensionering van de aan te leggen bergings- en infiltratievoorzieningen. De slotopmerkingen worden gegeven in paragraaf 5.



2. PROJECTOMSCHRIJVING

De planlocatie (zie bijlage 2) is gelegen op de hoek van de Zwartbroekweg en de Botterdreef te Den Bosch. Het plan omvat de nieuwbouw van een woonzorgcomplex zoals weergegeven in bijlage 3.

Het oppervlak van de daken is afgeleid op 773 m² en het oppervlak van de verhardingen op 718 m².

Voor de daken en verhardingen is in dit rapport uitgegaan van de toepassing van een bergings- en infiltratiemedium op eigen terrein.

Ten aanzien van de afkoppeling van hemelwater van verhard oppervlak wordt door de gemeente Den Bosch en het waterschap Aa en Maas een bergingseis gesteld van 60 mm met een ledigingstijd van de bergings- en infiltratiemediën van 24 uur.



3. BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISERING

Om berekeningen ten behoeve van de infiltratiecapaciteit van de bodem te kunnen bepalen, dient de bodemopbouw geohydrologisch te worden geschematiseerd. Hiertoe is gebruik gemaakt van archief sondeer- en boorgegevens van TNO (zie bijlage 4 en 5) en een infiltratieonderzoek uitgevoerd door Koops & Romeijn (zie bijlage 6). De infiltratieproeven zijn uitgevoerd ter afleiding van de waterdoorlatendheid van de ondiepe bodemlagen.

3.1 Bodemopbouw

De maaiveldhoogte is op basis van AHN afgeleid op circa 4,4 à 4,2 m + NAP.

Vanaf het maaiveld is onder een klei- en zandhoudende toplaag een doorgaand zandpakket aanwezig tot circa 9 m – maaiveld. Tot ca. 1,3 à 1,6 m – maaiveld is een opgebrachte zandtoplaag aangetroffen bestaande uit matig fijn zand. De doorlatendheid van deze zandlagen is door Koops & Romeijn gemeten op 6 à 7 m/dag. Hieronder is een kleipakket aangetroffen tot ca. 3 à 4 m – maaiveld. Hieronder wordt op basis van de literatuur en gegevens van TNO het 1^e watervoerend pakket aangetroffen bestaande uit overwegend fijne zandlagen. De doorlatendheid van deze zandlagen is afgeleid op 5 à 15 m/dag.

3.2 Grond- en oppervlaktewaterstroming

Op basis van langjarige peilbuisgegevens (2000-2018) en de isohypsenkaart van TNO wordt globaal een noordwestelijke stromingsrichting van het grondwater verwacht. In de bijlagen 1 en 8 zijn de peilbuisgegevens van TNO gepresenteerd.

Uit de beschikbare peilbuisgegevens van TNO wordt een stijghoogtefluctuatie afgeleid tussen 2,3 en 1,1 m + NAP, overeenkomend met 2,0 à 3,2 m - maaiveld.

Tijdens het infiltratieonderzoek uitgevoerd door Koops & Romeijn op 23 januari 2018 zijn geen grondwaterstanden aangetroffen tot 3,0 m – maaiveld. De grondwaterstand in de opgebrachte topzandlaag wordt met name bepaald door de actuele neerslagsituatie, lokale ontwateringsmiddelen en het percentage verhard oppervlak.

Het oppervlaktewater rondom de planlocatie is aangetroffen op 2,3 m + NAP.



4. BERGINGS- EN INFILTRATIEADVIES

4.1 Samenstelling bergings- en infiltratiemedia

Als mogelijke ontwerpen van bergings- en infiltratiemedia zijn ondergrondse en oppervlakkige varianten mogelijk. Op basis van de beperkte onverharde arealen en een voldoende ontwateringsniveau van minimaal 2,0 m – maaiveld vanuit het diepe zandpakket, is in deze rapportage uitgegaan van de berging en infiltratie van hemelwater door middel van een horizontaal IT-stelsel in combinatie met het toepassen van zandsleuven tot op de zandlagen vanaf ca. 3 à 4 m - maaiveld.

4.2 Dimensionering en ontwerp wadi

De benodigde dimensionering van de bergings- en infiltratievoorziening is afgeleid van de in paragraaf 2 beschreven gemeentelijke bergingseis van 60 mm en een ledigingstijd van 24 uur.

Het af te koppelen dakoppervlak van het appartementencomplex en de verhardingen is aangehouden op 1.491 m².

Aan de hand van de volgende formules wordt de bergings- en infiltratiecapaciteit afgeleid:

- P (maatgevende neerslag) $\times A_1$ (af te koppelen oppervlak) = B_1 (afvoer in m³/etm)
- A_2 (infiltratieoppervlak) $\times k$ (waterdoorlatendheid) $\times 0,50$ (veiligheid van 2 vanwege afname waterdoorlatendheid) = I_2 (mogelijke infiltratie in m³/etm).

Bij een maatgevende bui van 60 mm zal voor het dakoppervlak een bergings- en infiltratiecapaciteit moeten worden gerealiseerd van $0,06 \times 1.491 = 90 \text{ m}^3$. In de bijlage 9 is het voorgestelde tracé van het IT-stelsel weergegeven.

In bijlage 10 is een principe schets weergegeven van de lengtedoorsnede. Op basis van de boormen sondeergegevens komen tussen 1,6 en 3 m – maaiveld storende kleilagen voor. Ter voorkoming van verzadiging van de bovenliggende topzandlaag en eventuele vernatting van kruipruimtes onder het appartementencomplex dienen storende kleilagen te worden uitgewisseld met omliggende zandlagen.

Bij de voorgestelde situering zoals weergegeven in bijlage 9 zijn minimaal 3 strengen met een buisdiameter van 800 mm benodigd om te voldoen aan de minimale bergingseis. De berging van het stelsel zoals voorgesteld is berekend op 75 m³. Uitgaande van een doorlatendheid van 6 m/dag



wordt een infiltratiecapaciteit van 360 m³/dag verkregen, overeenkomend met 15 m³/uur. Hiermee wordt een gezamenlijke bergings- en infiltratiecapaciteit van 90 m³ gecreëerd in het eerste uur.

Ook is het mogelijk 2 strengen met een minimale diameter van 1000 mm toe te passen. Hiermee wordt een bergings- en infiltratiecapaciteit verkregen van 91 m³ in het eerste uur.

Uitgaande van een k-waarde van de zandlagen onder de wadi op 6 m/dag, een grondverbetering ter plaatse van het IT-stelsel en afmetingen beschreven zoals hierboven, wordt de infiltratiecapaciteit afgeleid op 360 m³/etm.

Hiermee voldoet het bergings- en infiltratiemedium aan de eisen van de gemeente Den Bosch en het waterschap Aa en Maas voor het bergen van hemelwater op eigen terrein van 60 mm en een ledigingstijd van 24 uur.

4.3 Onderhoud en levensduur infiltratiesysteem

Voor de dakafvoer zal geen uitgebreide voorfiltratie mogelijk zijn, vanwege de snelle afstroming van neerslag vanaf de daken naar de bergings- en infiltratiemedia. Door het plaatsen van opzetstukken in de goten en bladafscheiders in de regenpijpen en het frequent reinigen daarvan, dient een vervuiling van het aan te leggen IT-stelsel zoveel mogelijk te worden voorkomen.

Door bijvoorbeeld jaarlijkse inspecties en reinigingen uit te voeren dient een goede bergings- en infiltratiecapaciteit duurzaam in stand te worden gehouden.



5. SLOTOPMERKINGEN

De berging en infiltratie van afgekoppeld hemelwater kan op de planlocatie worden gerealiseerd door de aanwezigheid van goed waterdoorlatende zandlagen tot 1,3 à 1,6 en vanaf 3 à 4 m – maaiveld in combinatie met een voldoende lage stijghoogte van het grondwater in de diepe zandlagen. Voor een goede infiltratiecapaciteit zal ter plaatse van het bergings- en infiltratiemedium wel een grondverbetering moeten worden uitgevoerd.

Bij de uitvoering van de grondverbetering ter plaatse van het bergings- en infiltratiemedium dient een vervanging van de humeuze zandlagen en kleilagen door goed waterdoorlatend zand te worden toegepast met de onderstaande samenstelling:

- M50-cijfer : > 250 μm ;
- percentage leem : < 3%;
- percentage organische stof : < 1%;
- vrij van vreemde bestanddelen;
- k-waarde van >10 m/etm.

De onderstaande adviezen worden voor het ontwerp en een langjarig goed functioneren van bergings- en infiltratiemediën tot slot relevant geacht:

1. Om een vernatting van kruipruimten en kelders te voorkomen dient een medium op voldoende afstand tot dergelijke ondergrondse ruimten te worden aangelegd. Hierbij dient met een infiltratie onder een hoek van 45 graden vanaf de boveninsteek te worden rekening gehouden + 0,5 m voor kelders en souterrains. Indien deze afstand niet kan worden gekozen dient hiertoe de ligging en/of afmeting te worden aangepast;
2. Opnemen hemelwater afvoersystemen op revisietekening;
3. Eventuele geroerde lagen (humeuze, silthoudende en fijne zandlagen en kleilagen) onder een medium afgraven en aanvullen met goed waterdoorlatend zand (k-waarde >10 m/etm).
4. Geadviseerd wordt een overstort vanuit een bergings- en infiltratiemedium op het hemelwaterstelsel te realiseren om ongewenste wateroverlast te voorkomen (zie ook bijlage 9).
5. Geadviseerd wordt de aanlegwerkzaamheden van bergings- en infiltratiemediën gedurende lage grondwaterstanden (zomer/najaar) uit te voeren. Indien dit niet mogelijk is dient kortstondig de grondwaterstand te worden verlaagd door middel van bemaling. De grondverbetering dient namelijk onder een deugdelijke laagsgewijze verdichting van de aan te brengen zandlaag te worden uitgevoerd om nazakking van het parkeerareaal te voorkomen.



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 situatietoestand	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 projectlocatie met peilbuislocaties



Planlocatie



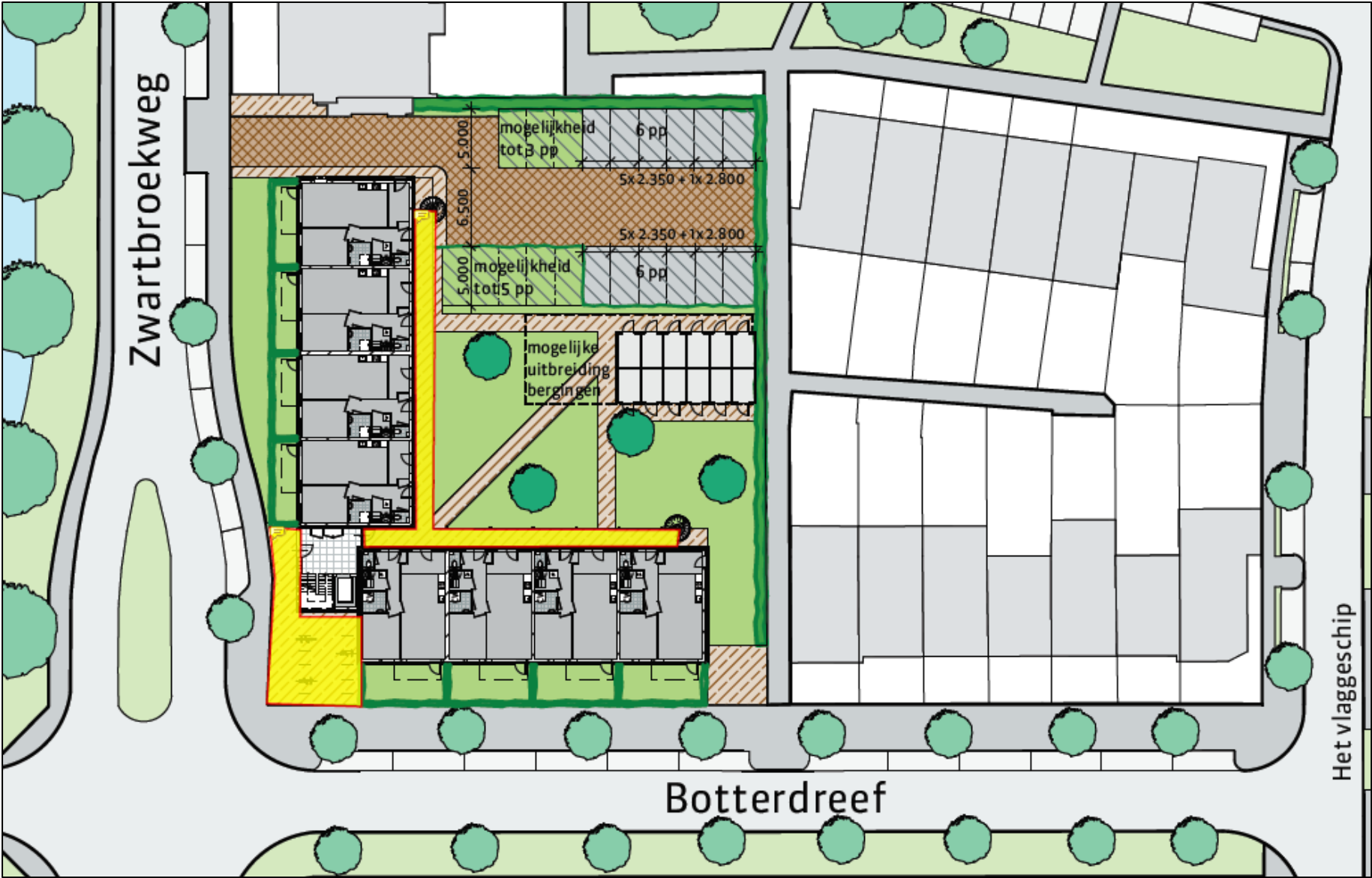
Peilbuislocatie TNO

DINO/BRO-put met onderzoeksgegevens:10								
Selecteren	Id put	Maaiveld	Filters (NAP)	Filters (mv)	Begin ST	Eind ST	Begin SA	Eind SA
☒	B45A0094	2,67 m	van -4,13 tot -21,68 m	van 6,80 tot 24,35 m	14-03-1967	28-04-1975		
☒	B45A0231	2,90 m	van -11,20 tot -261,20 m	van 14,10 tot 264,10 m	28-08-1985	28-12-2016	17-06-1987	01-12-2011
☒	B45A0391	2,50 m			12-12-1952	14-12-1973		
☒	B45A0392				29-04-1974	14-10-1982		
☒	B45A0417	2,90 m	van 0,25 tot -0,75 m	van 2,65 tot 3,65 m	28-08-1991	28-12-2011		
☒	B45A2452	4,61 m			03-08-2012	22-10-2017		
☒	B45A2453	4,60 m			03-08-2012	22-10-2017		
☒	B45A2454	3,89 m			03-08-2012	22-10-2017		
☒	B45A2455	3,25 m			03-08-2012	14-10-2017		
☒	B45A2457	4,12 m			06-08-2012	22-10-2017		

Planlocatie



Inrichtingstekening



Voorbeeld sonderingen TNO



Planlocatie

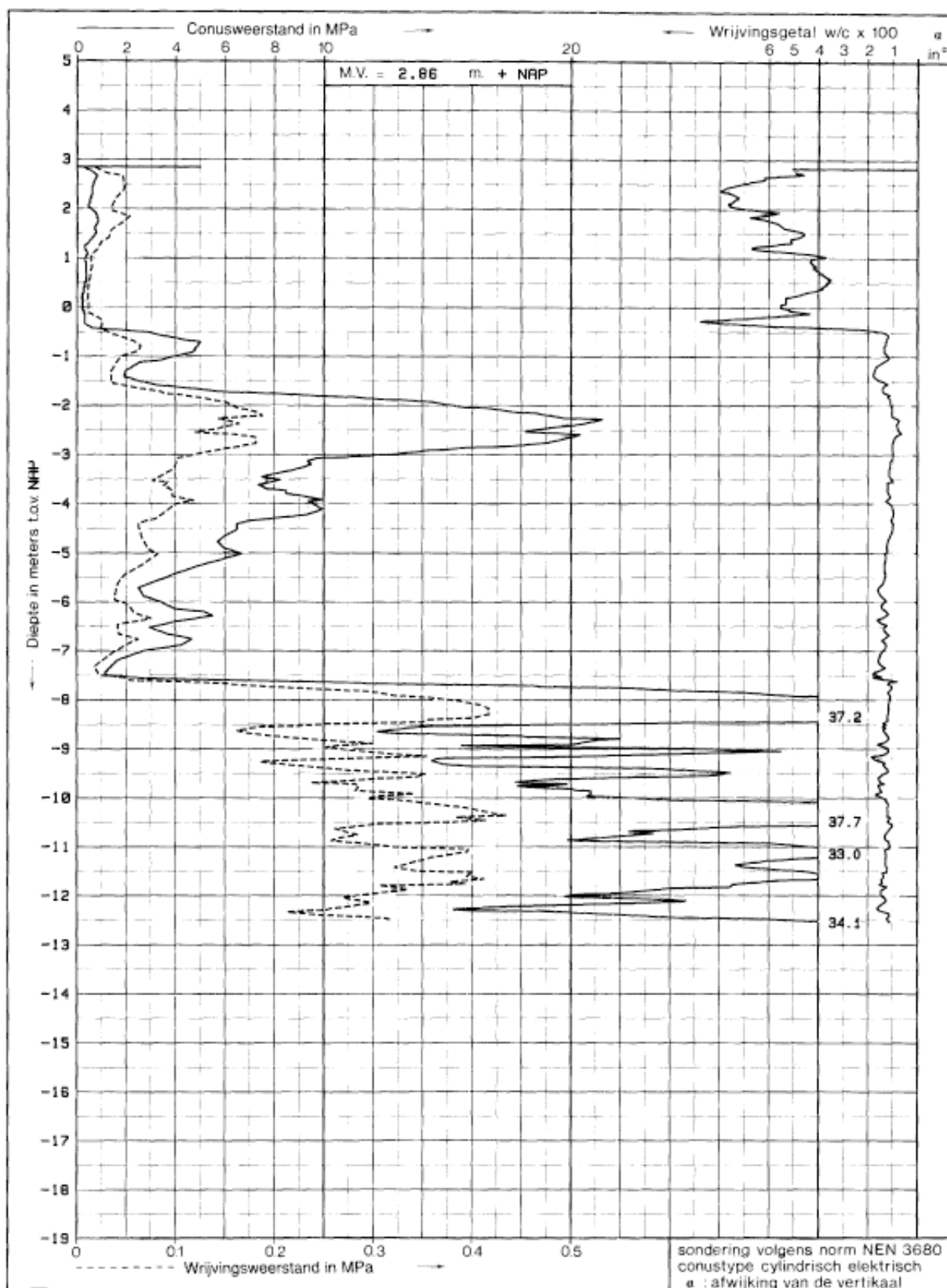


Sondeerlocatie TNO



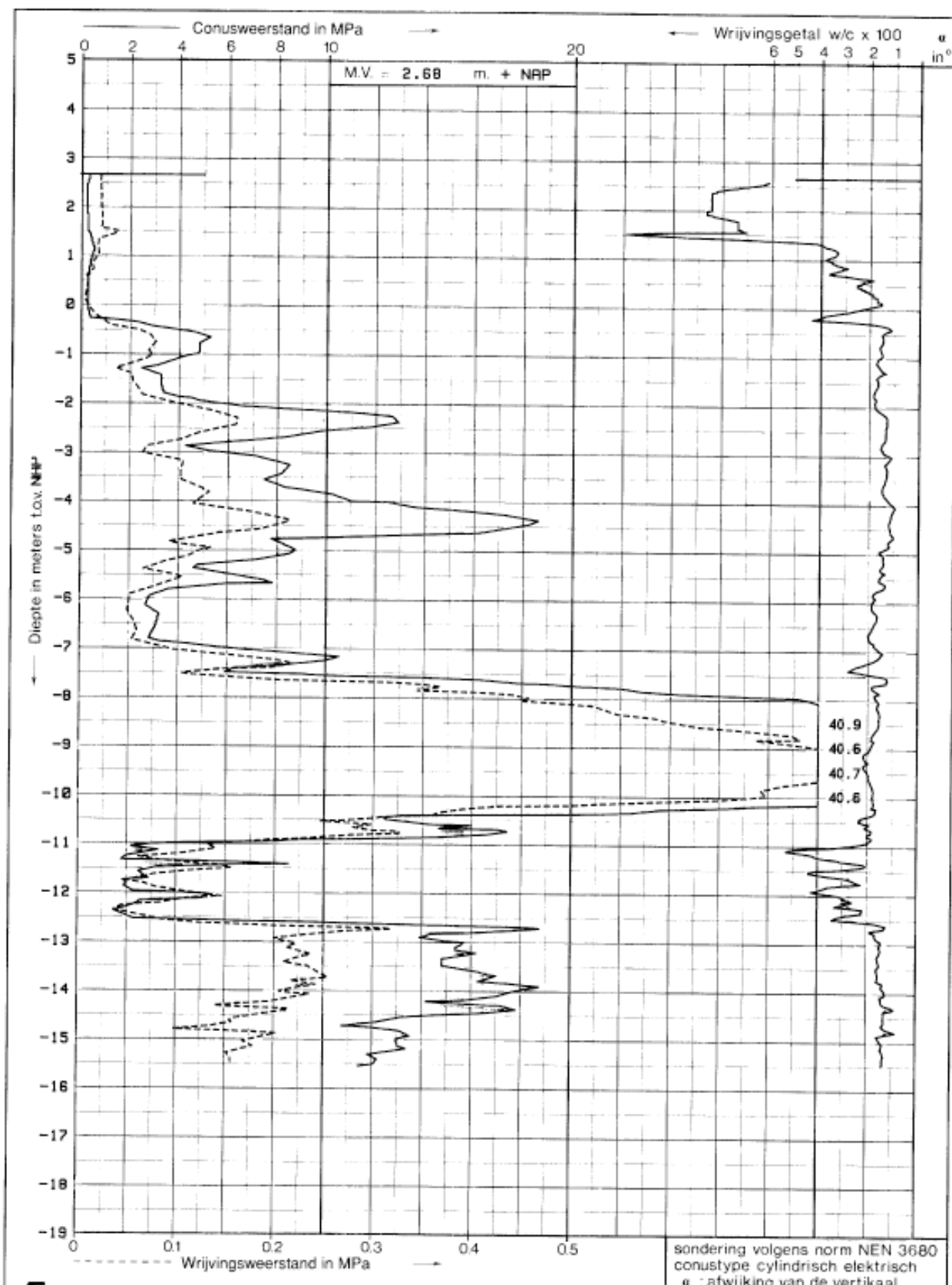
Voorbeeld sonderingen TNO

S45A00226



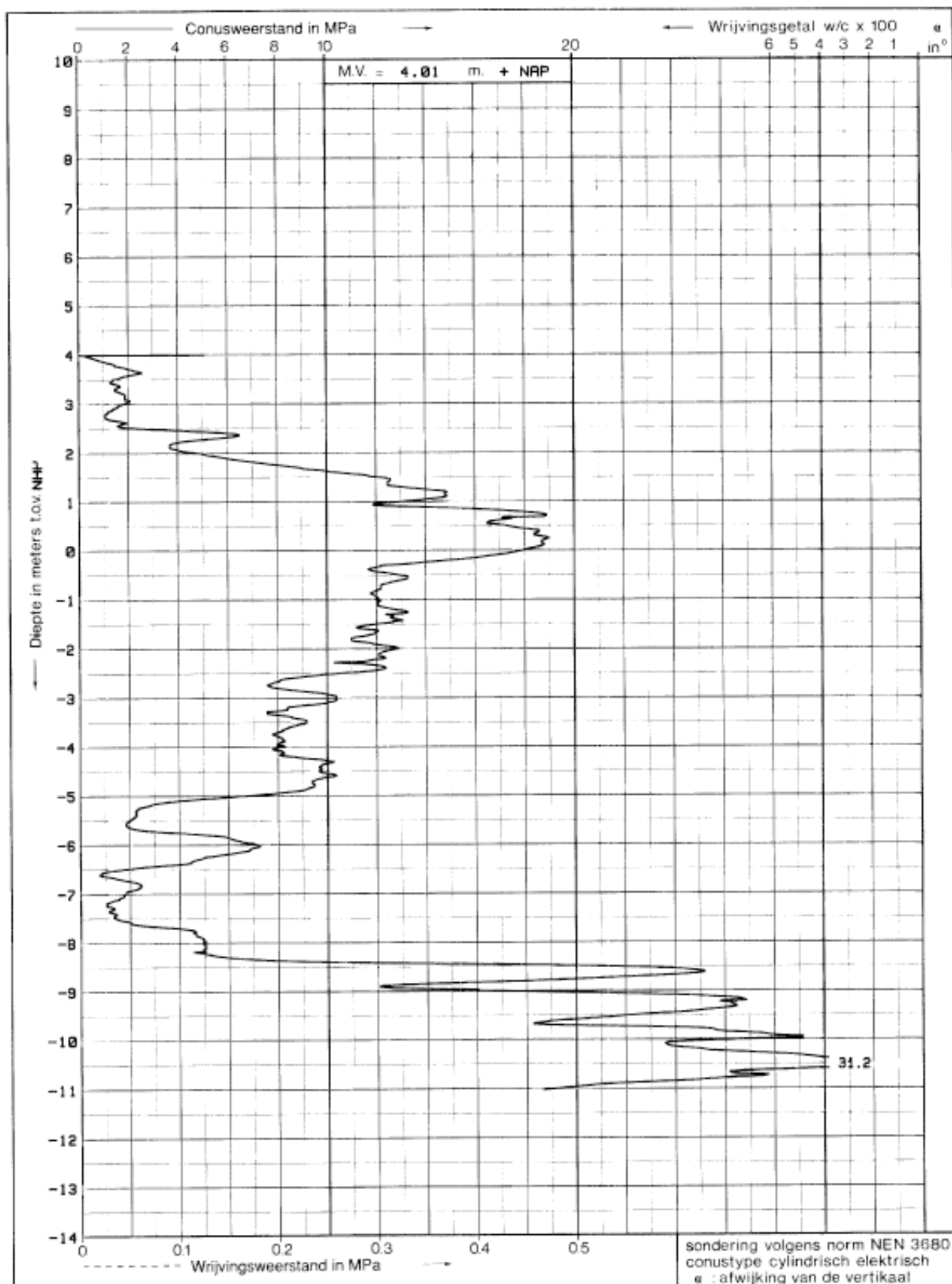
Voorbeeld sonderingen TNO

S45A00016



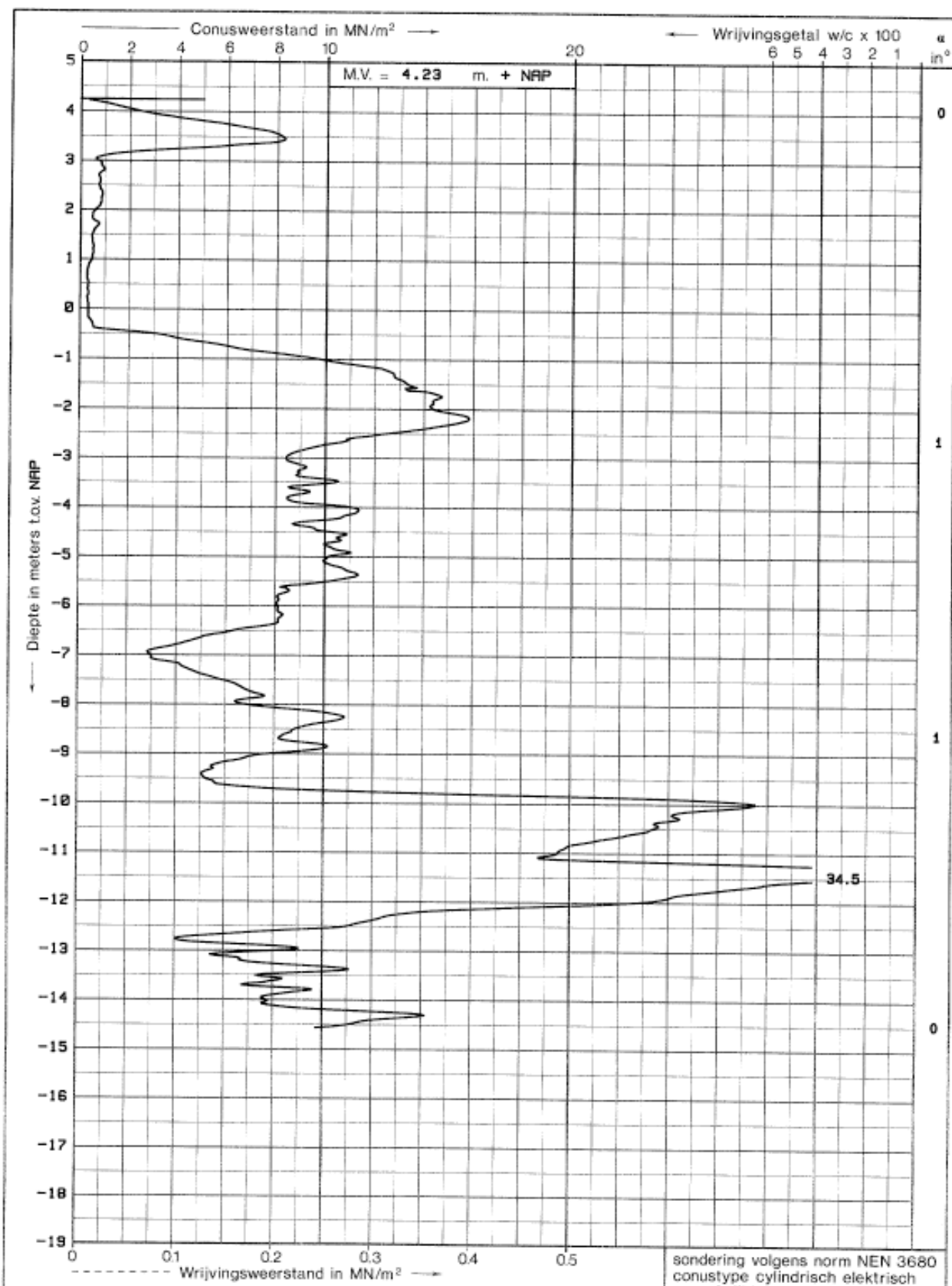
Archief sonderingen TNO

S45A00207

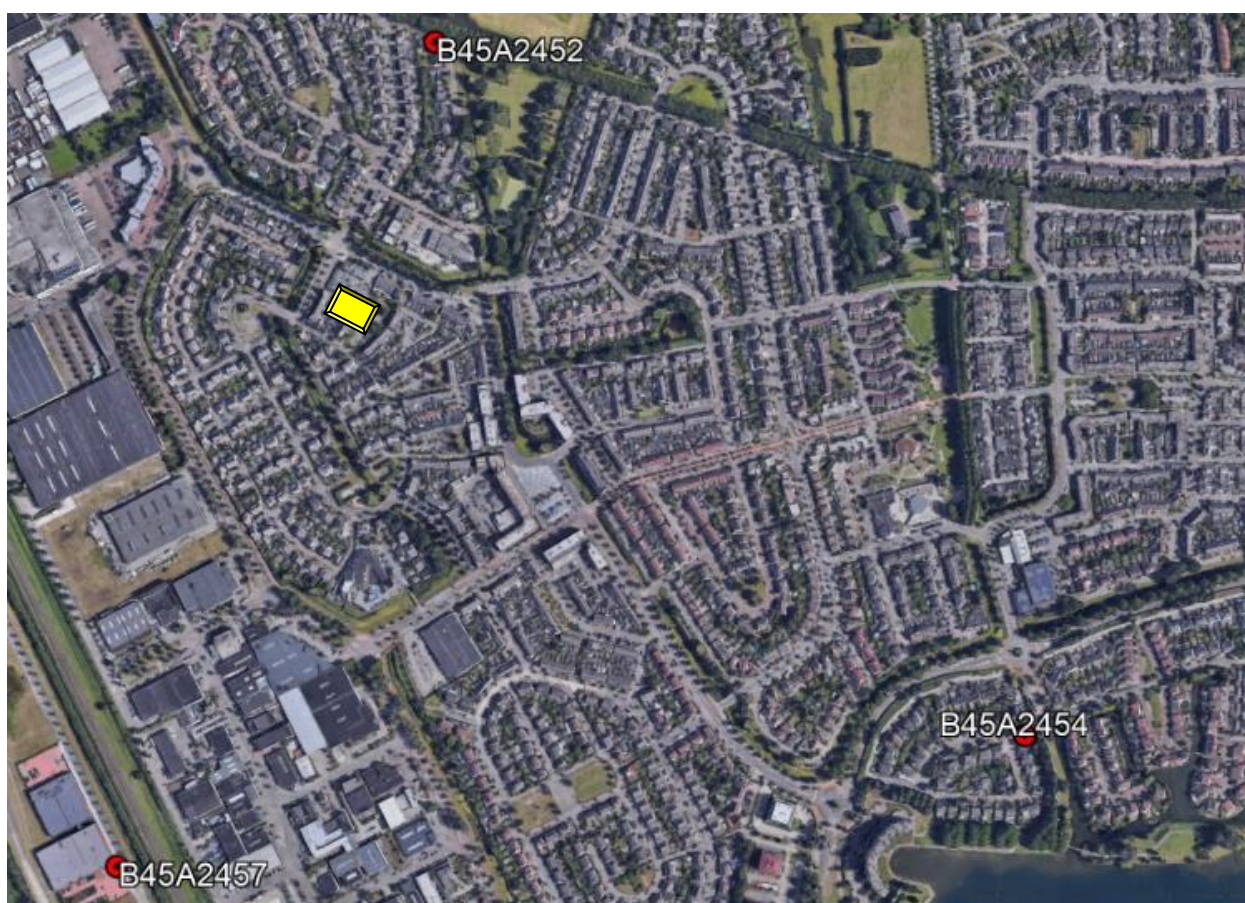


Archief sonderingen TNO

S45A00171



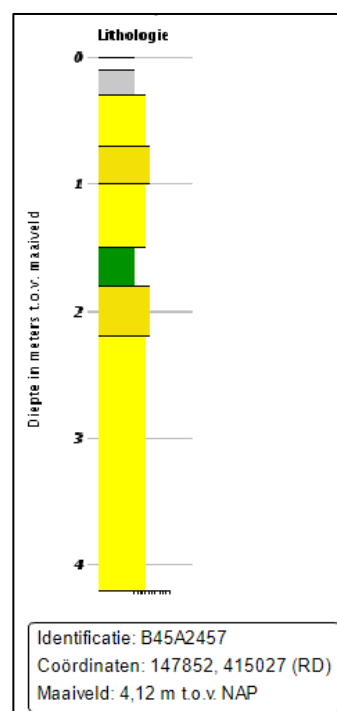
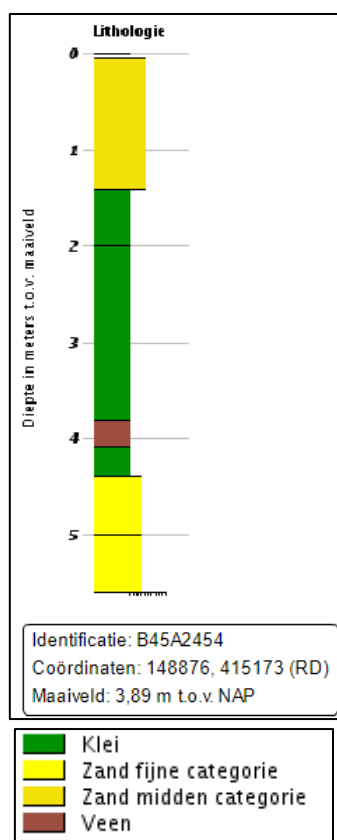
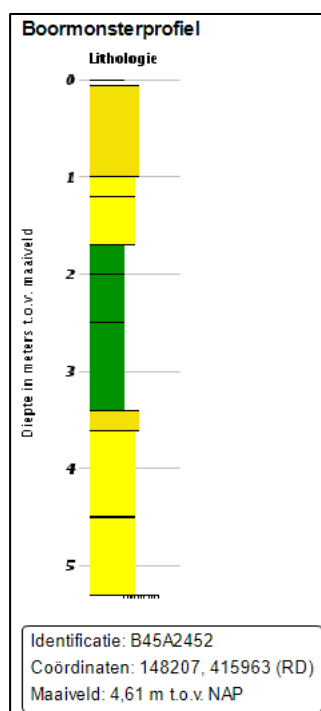
Archief boringen TNO



Planlocatie



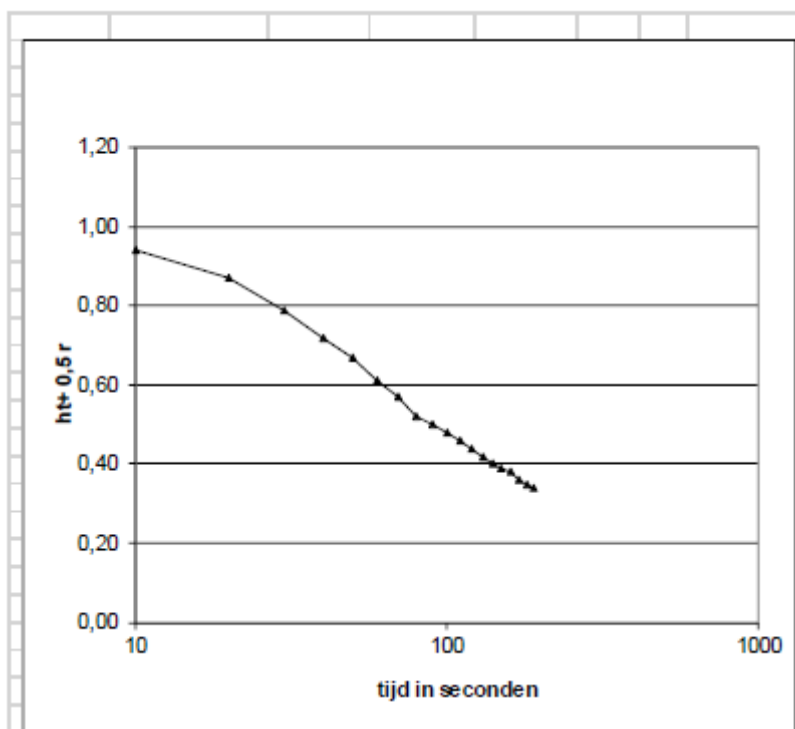
Boorlocatie TNO



Infiltratie onderzoek Koops & Romeijn



Infiltratie onderzoek Koops & Romeijn

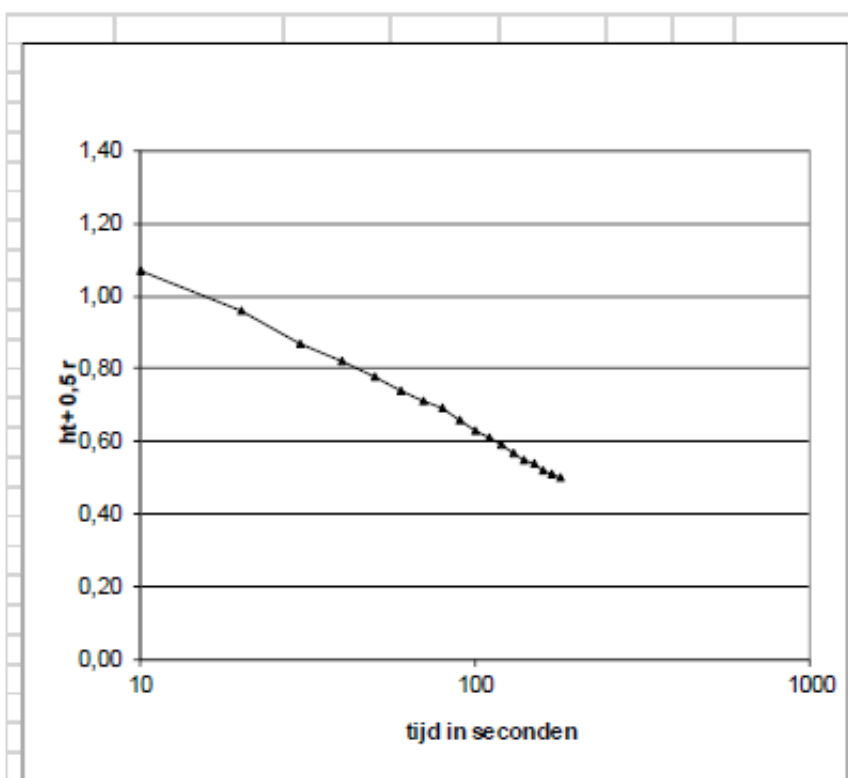
[illegible]

Boring 1

Diepte (cm -mv)		Omschrijving
0 -	20	Zand, matig fijn, matig humeus, bruin
20 -	30	Zand, matig fijn, zwak humeus, licht bruin
30 -	120	Zand, matig fijn, wit
120 -	130	Zand, matig fijn, sterk silthoudend, grijs, roestvlekken
130 -	250	Klei, grijs, plantenresten, vast
250 -	300	Klei, grijs/blauw, plantenresten, matig vast
300 -		Gestaakt, hout

Geen grondwater aangetroffen

Infiltratie onderzoek Koops & Romeijn



boring	hb2	
maaiveld	4,30	m + NAP
diameter	0,08	[m]
diepte boorgat	1,60	[m]
k waarde	5,9	[m/d]
	6,83E-05	[m/s]
meettraject	0,4 - 1,6	[m - mv]

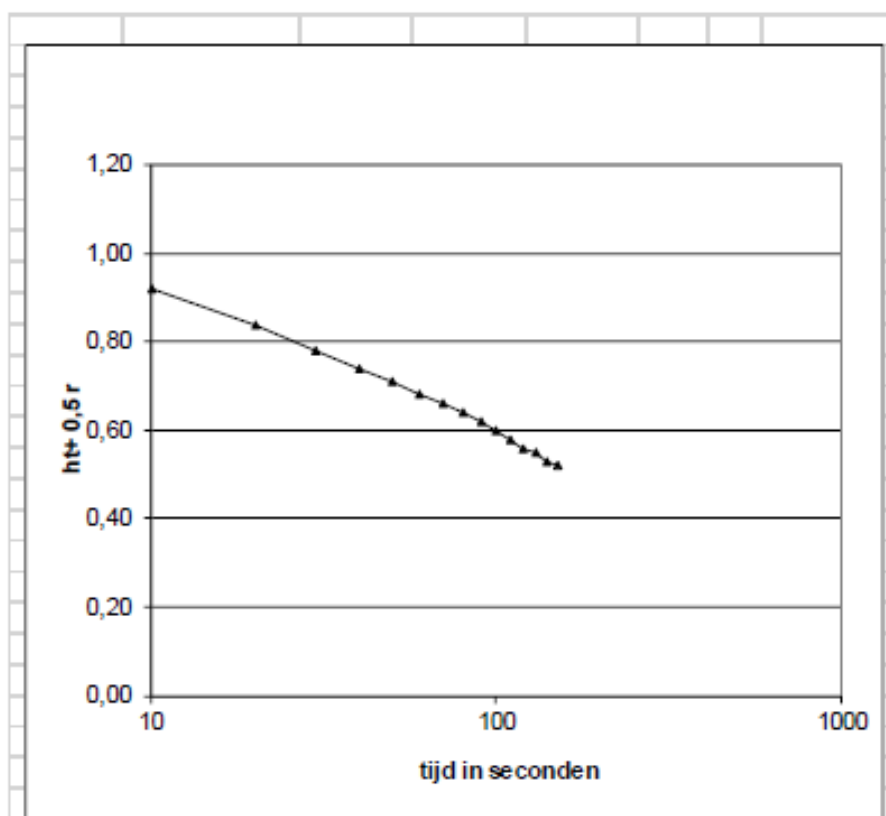
Den Bosch k-waarde bepaling		opdracht nr.	180100
omgekeerde boorgat methode	17-mei-18	biilage	1.1

Boring 2

Diepte (cm –mv)	Omschrijving
0 - 5	Tegel
5 - 160	Zand, matig fijn, geel
160 - 170	Klei, grijs, plantenresten, vast

Geen grondwater aangetroffen

Infiltratie onderzoek Koops & Romeijn



boring	hb3
maaiveld	4,30 m + NAP
diameter	0,08 [m]
diepte boorgat	1,30 [m]
k waarde	6,6 [m/d]
	7,67E-05 [m/s]
meettraject	0,3 - 1,3 [m - mv]

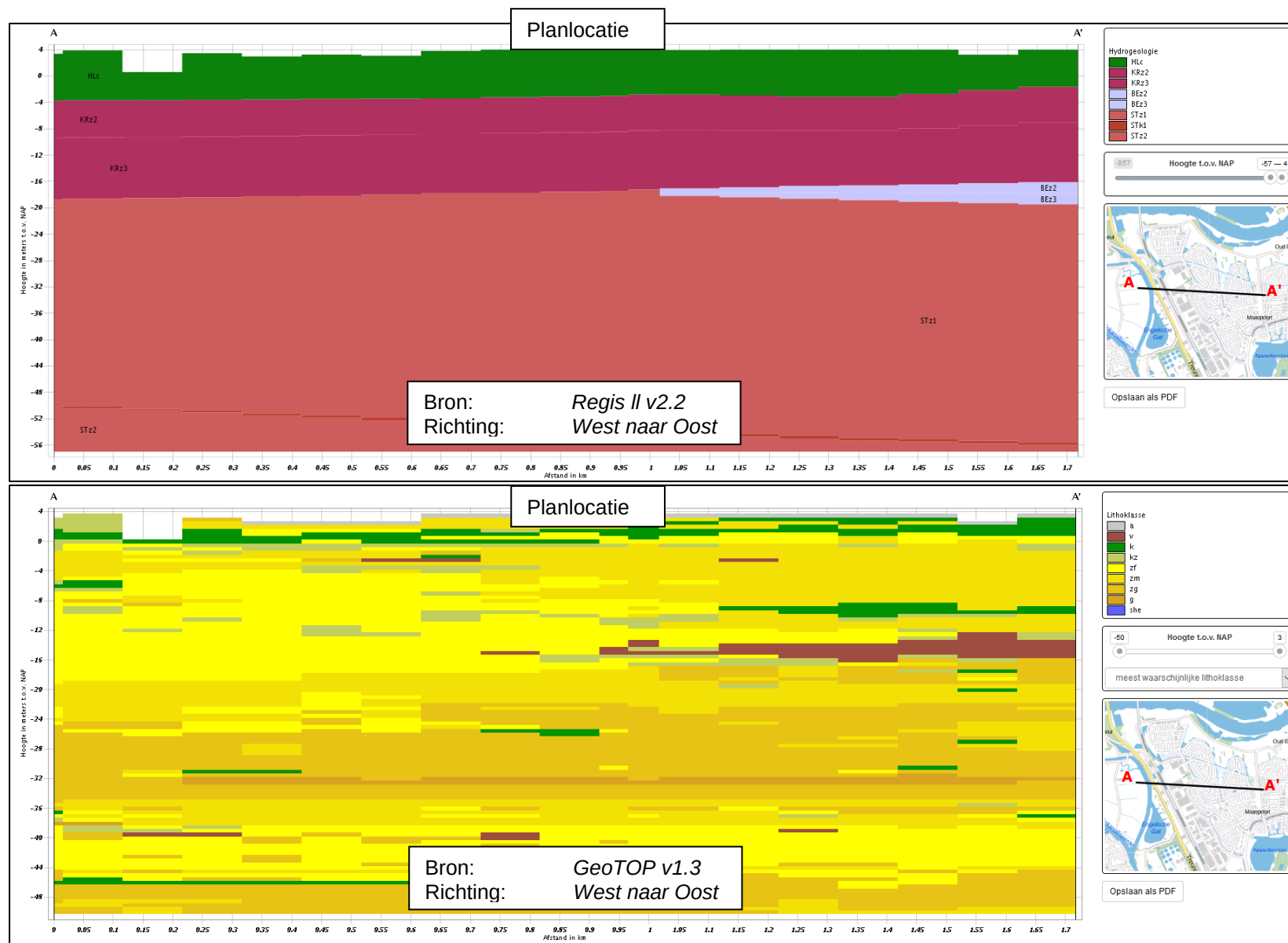
Den Bosch k-waarde bepaling		opdracht nr	180100
omgekeerde boorgat methode	17-mei-18	bijlage	1.1

Boring 3**Diepte (cm -mv)****Omschrijving**

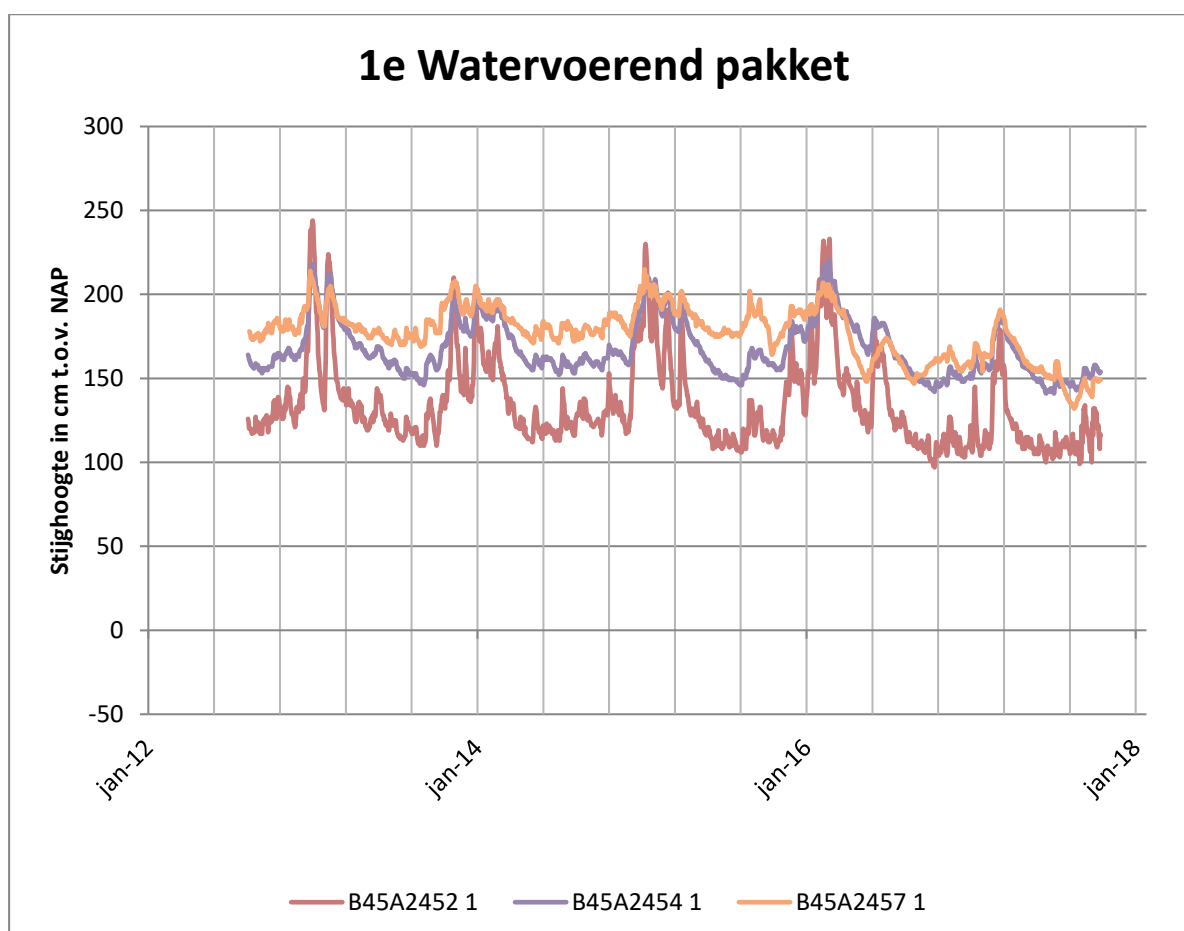
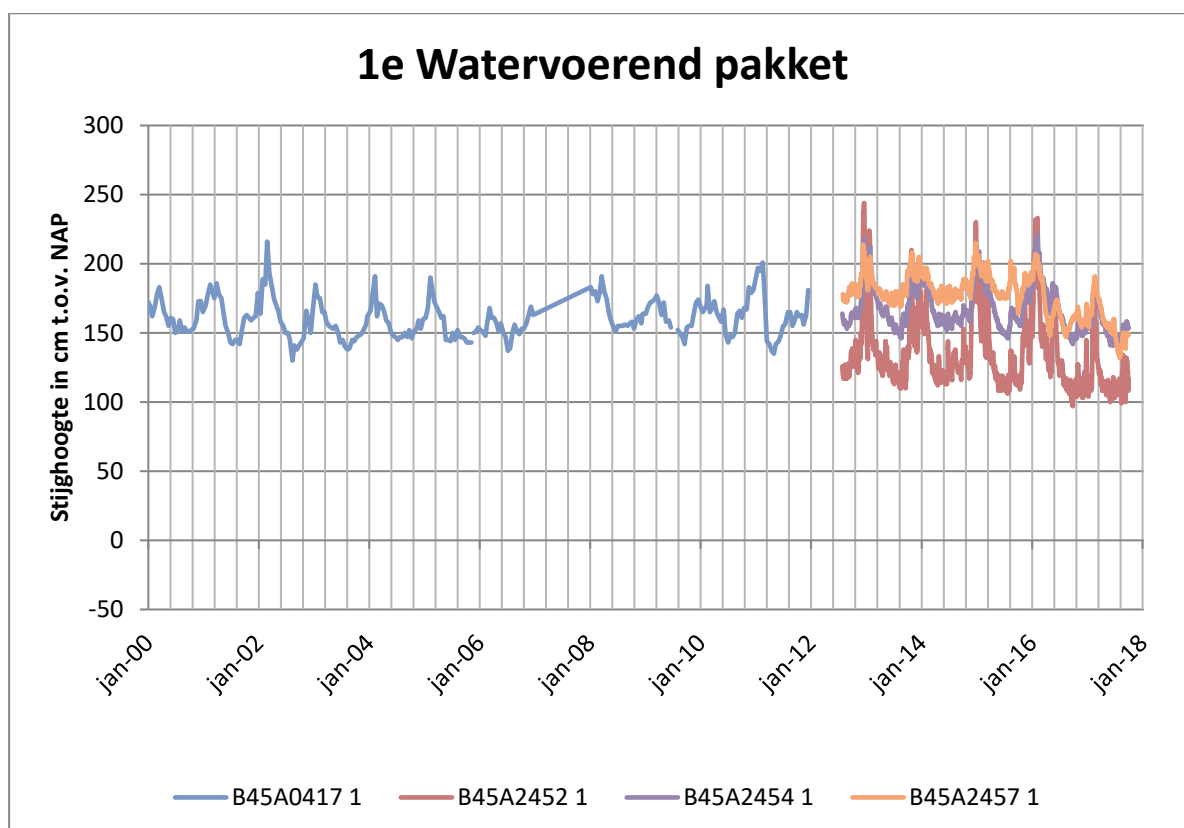
0 -	5	Zand, matig fijn, sterk humeus, bruin
5 -	130	Zand, matig fijn, geel/grijs
130 -	140	Klei, grijs, plantenresten, vast

Geen grondwater aangetroffen

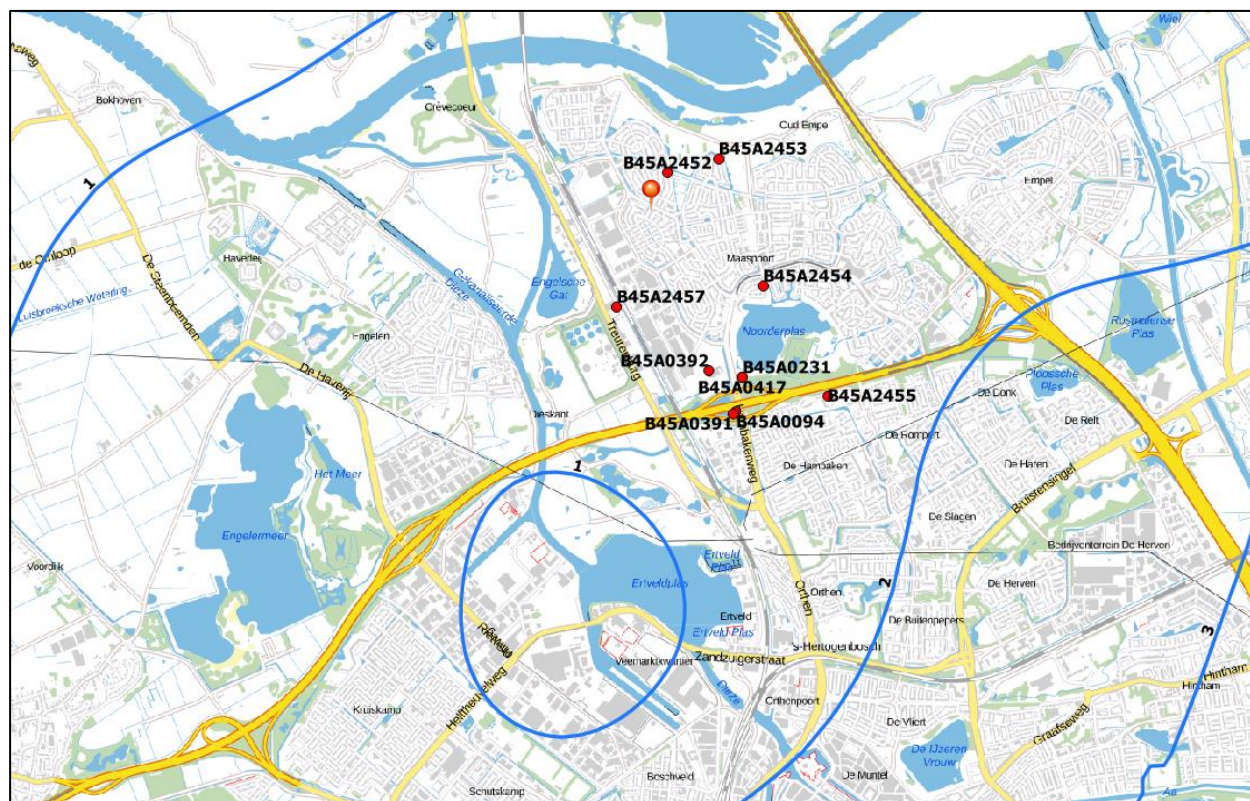
Geohydrologisch profiel



Peilbuisgegevens TNO



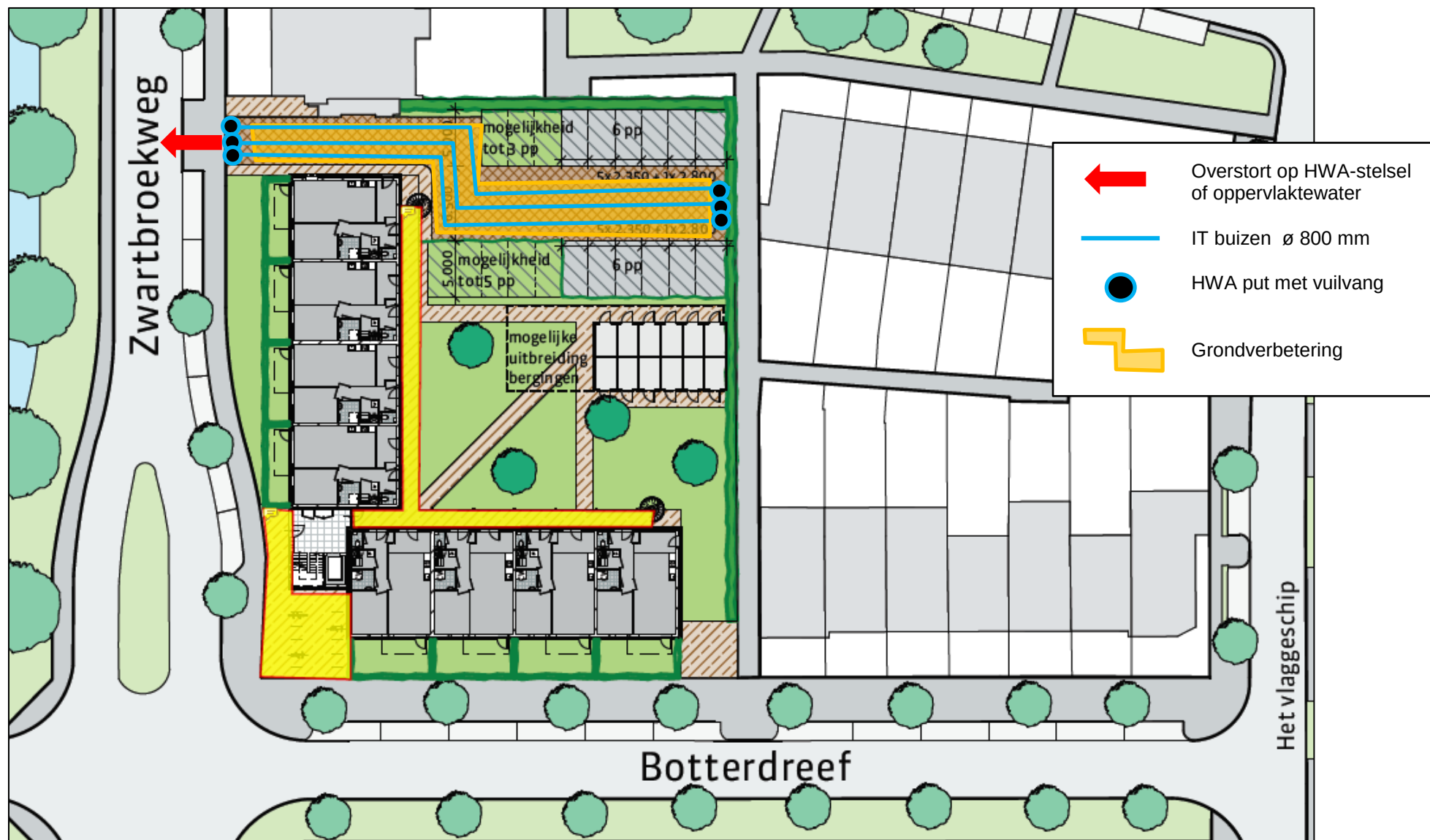
Peilbuisgegevens TNO



Bron: Grondwaterkaart van Nederland, provincie Noord-Brabant TNO: Isohyphenpatroon eerste watervoerend pakket

-  Planlocatie
-  Peilbuislocatie TNO
-  Lijn van gelijke stijghoogte grondwater eerste watervoerend pakket in m t.o.v. NAP

Voorgestelde situering wadi/krattensysteem



Principe schets lengtedoorsnede wadi

