



**Bezoekadres:** Wilhelminakade 179, 3072 AP Rotterdam

**Postadres:** Postbus 6575  
3002 AN Rotterdam

**Website:** [www.rotterdam.nl](http://www.rotterdam.nl)

**Van:** drs. J.C. (Jeroen) Prins

**Telefoon:** (010) 4893473

**E-mail:** [JC.Prins@rotterdam.nl](mailto:JC.Prins@rotterdam.nl)

**Aan** : Dick van der Sar, Niek Mooij  
**Datum** : 16 mei 2017  
**Betreft** : Resultaten grondwatermonitoring en bodemdoorlatendheid Spinozapark voor en na TFI  
**Projectcode** : 2016-0014

### 1. Inleiding

In het Spinozapark is de bodem slecht waterdoorlatend, waardoor neerslag moeilijk in de bodem kan infiltreren. Er zijn al diverse technieken toegepast om dit te verbeteren, maar tot nu toe nog niet met afdoende resultaat. In het voorjaar van 2015 is in een deel van het park de bovenste 30 tot 35 cm gevertidraïneerd, waarbij de gaten zijn gevuld met lavakorreltjes.

Om ook de doorlatendheid van de bodem onder deze laag te verbeteren is een test uitgevoerd waarbij in een proefvak de techniek TFI is toegepast (periode van 18 tot 24 mei 2016). Bij TFI worden met behulp van een lans en luchtdruk scheuren in een bepaalde bodemlaag gemaakt. Deze scheuren worden tijdens het toepassen van TFI gevuld met goed doorlatend materiaal en voedingsstoffen voor bodemleven. Het is de bedoeling dat de scheuren samen een netwerk vormen waarmee de afvoer van water door de bodem verbeterd. Hiermee zou, naast een verbetering van de verticale doorlatendheid, ook de horizontale doorlatendheid moeten verbeteren.

Vanwege de lokale geohydrologische omstandigheden (zie paragraaf 5 voor meer informatie hierover) zal overtollig water in de bodem van het Spinozapark uiteindelijk vooral horizontaal moeten worden afgevoerd. Een verbetering van de horizontale doorlatendheid kan hierbij helpen. Daarnaast kunnen de opgevulde scheuren zorgen voor iets meer bergingsruimte voor water in de bodem.

Gevraagd is om door middel van metingen te kijken of het mogelijk is om een verbetering van de doorlatendheid van de bodem door TFI proberen vast te stellen, op verschillende momenten voor en na uitvoering.

De voorliggende notitie omvat de resultaten van de grondwatermonitoring en de uitgevoerde doorlatendheidsproeven.

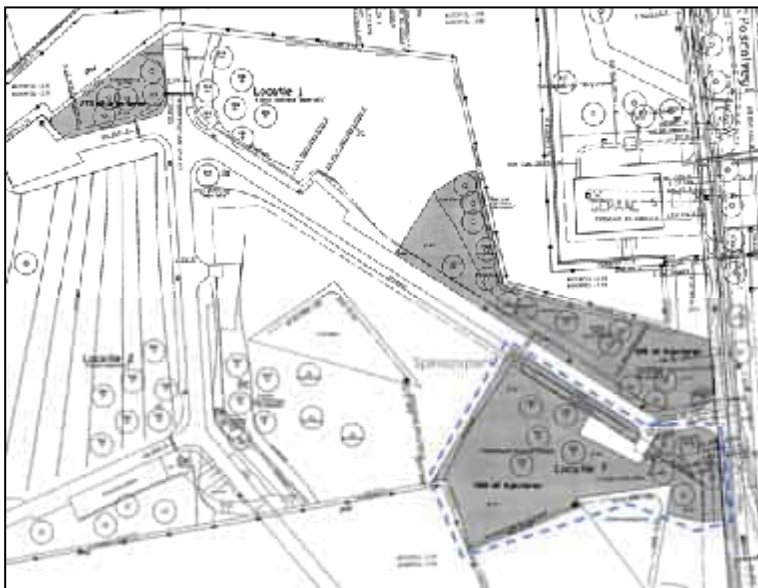


## 2. Aanpak

Om vast te stellen in hoeverre de horizontale doorlatendheid van de bodem verbeterd door TFI, zijn zowel voorafgaand aan de behandeling van de bodem als erna doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Deze proeven (combinatie van “rising head test” en “falling head test”; zie paragraaf 3 voor meer informatie) zijn uitgevoerd in een aantal speciaal voor dit doel geplaatste peilbuizen. De vergelijking van de resultaten “voor” en “na” kan een beeld geven van de effectiviteit van de maatregel. Voor zover bekend is nog niet eerder door middel van dergelijke doorlatendheidsproeven getest wat TFI aan verbetering van de horizontale doorlatendheid kan opleveren. Eventuele verbeteringen ten aanzien van minder plasvorming op het maaiveld tijdens natte periodes worden in deze notitie buiten beschouwing gelaten.

## 3. Proefvak voor toepassing TFI

In figuur 1 is met een grijze arcering aangegeven in welke delen van het park de techniek TFI is toegepast. In totaal betreft dit ongeveer 2.750 m<sup>2</sup> plantvak/gazon, verspreid over drie locaties. Binnen de gearceerde zones is het bodemprofiel belucht met ongeveer 2.200 injectiepunten tot 80 cm-mv en ongeveer 250 injectiepunten tot 120 cm-mv om zodoende de bodemverdichting op te heffen en storende lagen te doorbreken. Het proefvak waarbinnen doorlatendheidsproeven zijn uitgevoerd is blauw omlijnd in figuur 1 en beslaat ongeveer 1360 m<sup>2</sup>. Binnen het proefvak zijn in totaal 8 peilbuizen geplaatst (tot 1,2 m-mv en met een filter van 0,8 meter lang), waarbij doorlatendheidsproeven zijn uitgevoerd. Verder is er 1 peilbuis (009) als referentie-meetpunt buiten het proefvak geplaatst. De locaties van de meetpunten zijn weergegeven in bijlage 1. De meetpunten moeten worden beschouwd als steekproeven; ze leveren informatie op over de lokale horizontale doorlatendheid van de bodem rond de peilbuisfilters.



Figuur 1: gebieden waarbinnen TFI is toegepast (grijs gearceerd) en onderzoeksgebied (blauwe, onderbroken lijn).



Twee van de peilbuizen binnen het proefvak (A en B) zijn na de uitvoering van TFI geplaatst, om te zien in hoeverre op deze willekeurige plaatsen de doorlatendheid vergelijkbaar is met de doorlatendheid bij de andere meetpunten binnen het proefvak.

Er zijn in totaal drie rondes met doorlatendheidsproeven uitgevoerd. De planning van deze rondes was als volgt:

Ronde 1: uitgevoerd op 10-5-2016 (circa 1 week voor toepassing TFI). Bij de peilbuizen 001 t/m 006 in het proefvak en 009 erbuiten.

Ronde 2: uitgevoerd op 26-8-2016 (circa 3 maanden na toepassing TFI). Bij de 7 peilbuizen uit ronde 1 en bij twee extra, na TFI geplaatste peilbuizen (A en B).

Ronde 3: uitgevoerd op 22-2-2017 (circa 9 maanden na toepassing TFI), in een nattere periode van het jaar, bij alle aanwezige peilbuizen.

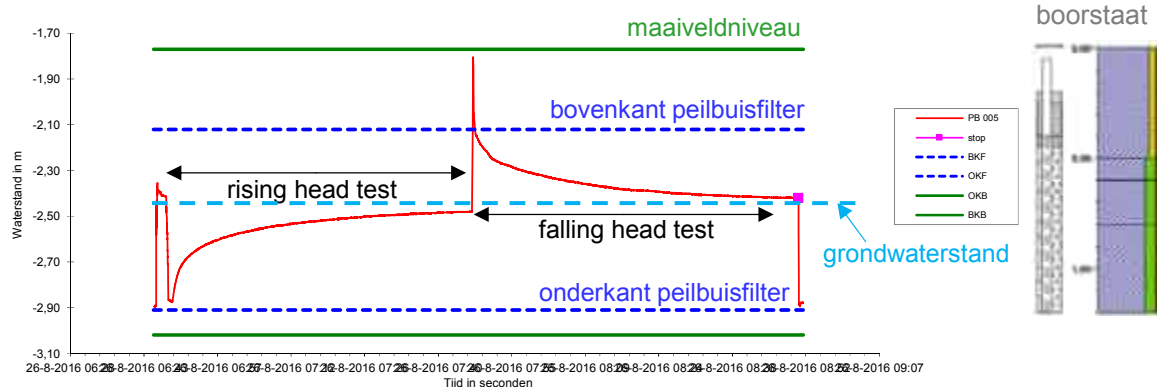
In de periode tussen ronde 1 en 2 zijn de dataloggers, waarmee de doorlatendheidsproeven zijn uitgevoerd, gebruikt om continu de grondwaterstanden in de peilbuizen, ook tijdens het uitvoeren van TFI. Tussen ronde 2 en 3 waren er in drie peilbuizen (002, 009 en B) dataloggers aanwezig om ook op de langere termijn het verloop van de grondwaterstanden te kunnen volgen.

In alle gevallen bestaat een doorlatendheidsproef uit een handpeiling, gevolgd door een "rising head test"<sup>1</sup> en daarna een "falling head test"<sup>2</sup>. Uit de meetresultaten van de rising head en falling head tests is de horizontale doorlatendheid van de bodem rond de peilbuisfilters af te leiden. In figuur 2 is een voorbeeld van het verloop van de waterstand in een peilbuis tijdens de proeven weergegeven.

---

<sup>1</sup> Bij een "rising head test" wordt de peilbuis leeggepompt tot een bepaalde diepte, waarna m.b.v. hoogfrequente grondwaterstandsmetingen (met datalogger) wordt vastgelegd hoe snel de grondwaterstand zich herstelt tot (bijna) het niveau van voor de proef.

<sup>2</sup> Bij een "falling head test" wordt de waterstand in de peilbuis (bijna) instantaan verhoogd tot een bepaald niveau (door toevoegen van enkele liters water), waarna m.b.v. hoogfrequente grondwaterstandsmetingen (met datalogger) wordt vastgelegd hoe snel de grondwaterstand zich herstelt tot (bijna) het niveau van voor de proef.



Figuur 2: voorbeeldgrafiek met verloop van de waterstand in een peilbuis tijdens rising/falling head test.

#### 4. Resultaten grondboringen

Ten behoeve van het onderzoek zijn er in totaal 11 boringen uitgevoerd, waarvan er 9 zijn afgewerkt als peilbuis. De locaties hiervan zijn weergegeven op een kaart in bijlage 1. De boorstaten zijn weergegeven in bijlage 2. Uit de boorstaten blijkt dat de bodem van het onderzochte deel van het Spinozapark hoofdzakelijk uit klei bestaat. Bovenin het bodemprofiel komt plaatselijk (kleilig) zand voor. Ten plaatse van boring 008 (op relatief grote afstand van het proefvak is een veel dikker zandpakket aangetroffen. De oorzaak daarvan is niet duidelijk, maar ook niet zo relevant voor het uitgevoerde onderzoek. Bij peilbuis 001 is vanaf een diepte van NAP -2,85 m veen aangetroffen.

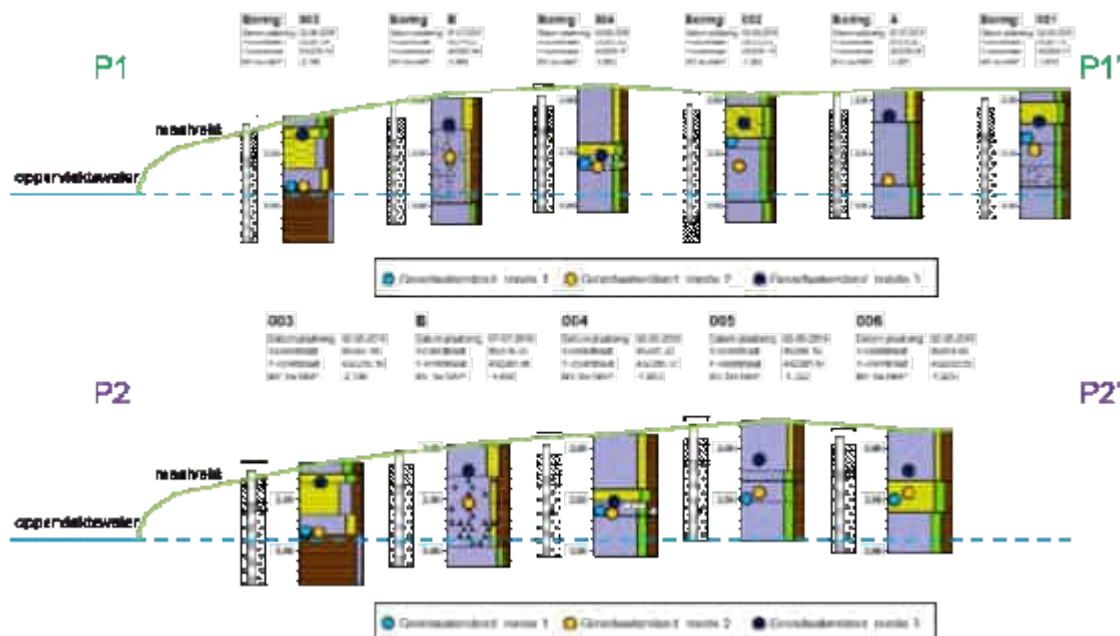
Voor het bepalen van de ondiepe bodemopbouw (1,2 m – maaiveld) is gebruik gemaakt van de boorstaten van de binnen het onderzoek geplaatste (peilbuis)boringen. Voor het bepalen van de diepere bodemopbouw is gebruik gemaakt van sondering MJ1003 (uitgevoerd in 2009; zie bijlage 3 voor de sondeerstaat). Tabel 1 geeft een overzicht van de globale opbouw van de bodem binnen het onderzoeksgebied.

Tabel 1: Globale bodemopbouw. De dieptes zijn ten opzichte van NAP.

Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Geohydrologische eenheid
-1,7 à -2,3 (maaiveld)	-2,8 à -4	Klei met plaatselijk een laag kleilig zand.	Ophooglaag / deklaag (Holoceen)
-2,8 à -4	± -8	Veen met klei	Deklaag (Holoceen)
± -8	± -16	Klei met veen	Deklaag (Holoceen)
± -16	± -30	Zand	Eerste watervoerend pakket (Pleistoceen)



Op basis van de boorstaten uit het TFI-proefvak zijn twee schematische bodemprofielen getekend. Deze zijn weergegeven in figuur 3. Hierin zijn tevens de grondwaterstanden voorafgaand aan de doorlatendheidsproeven, het oppervlaktewaterniveau en het maaiveldniveau weergegeven. De ligging van de profiellijnen is te zien op de kaart in bijlage 1.



Figuur 3: profielen west-oost door meetpunten (peilbuis A en B zijn na ronde 1 geplaatst). De grondwaterstand is alleen direct naast de singel ongeveer gelijk aan het oppervlaktewaterpeil, landinwaarts is deze hoger.

## 5. Geohydrologische situatie

De gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is ongeveer NAP -1,7 m (o.b.v. peilbuis 132561-92, Catullusweg), waardoor er sprake is van lichte kwel door de deklaag (kwelintensiteit: circa 0,5 mm/dag).

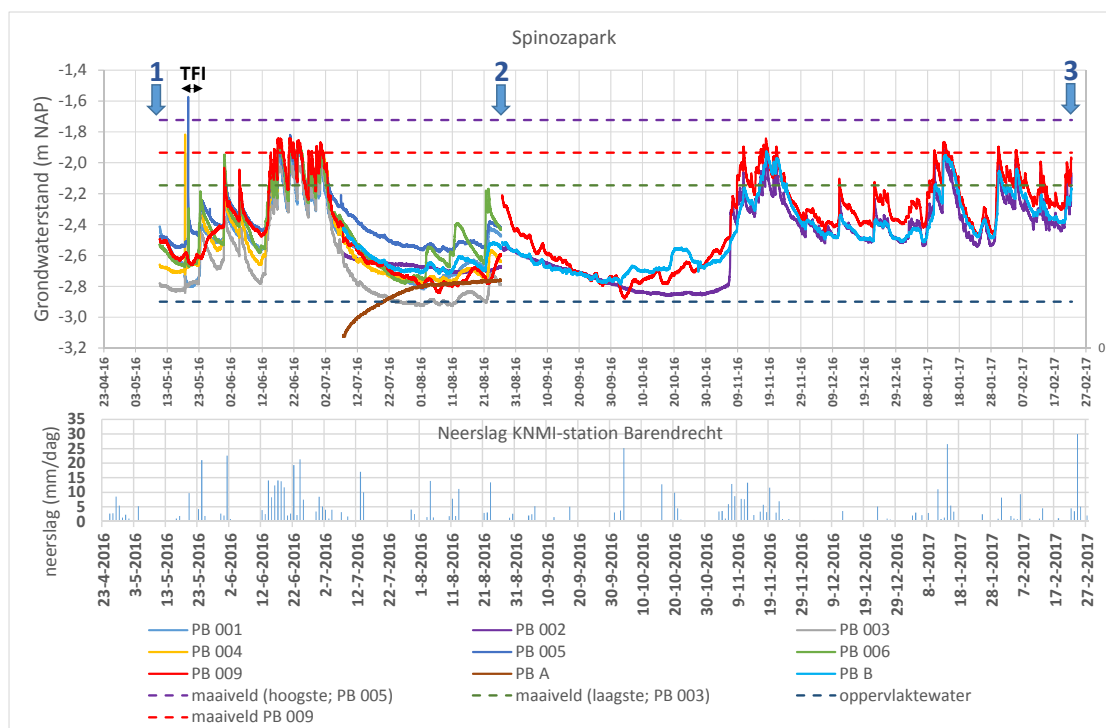
De freatische grondwaterstanden op de projectlocatie liggen vanwege de kleiige bodem en kwelsituatie altijd hoger dan het oppervlaktewater, zeker op grotere afstand tot het oppervlaktewater. Tijdens de meetperiode tussen de verschillende rondes met proeven zijn bij een aantal peilbuizen kortdurende grondwaterpieken tot rond het maaiveldniveau gemeten (zie ook paragraaf 6; grondwatermonitoring).

Doordat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket doorgaans hoger is dan het oppervlaktewaterpeil in het park (NAP -2,9 m) en de freatische grondwaterstanden, is er geen neerwaartse, verticale grondwaterstroming mogelijk in de richting van het eerste watervoerend pakket. Neerslag die in de bodem van het park infiltreert, kan dus alleen in horizontale richting afstromen.



## 6. Resultaten grondwatermonitoring

In figuur 4 zijn de meetgegevens van de grondwatermonitoring bij alle peilbuizen weergegeven. In de grafiek is ook het oppervlaktewaterpeil en het hoogste en laagste maaiveldniveau ter plaatse van de peilbuizen te zien. Verder zijn de neerslaggegevens van KNMI-weerstation Barendrecht weergegeven. Dit zijn plaatselijke metingen, waardoor de neerslag ter plaatse van het proefvak kan afwijken van die bij het KNMI-station.



Figuur 4: gemeten grondwaterstanden.

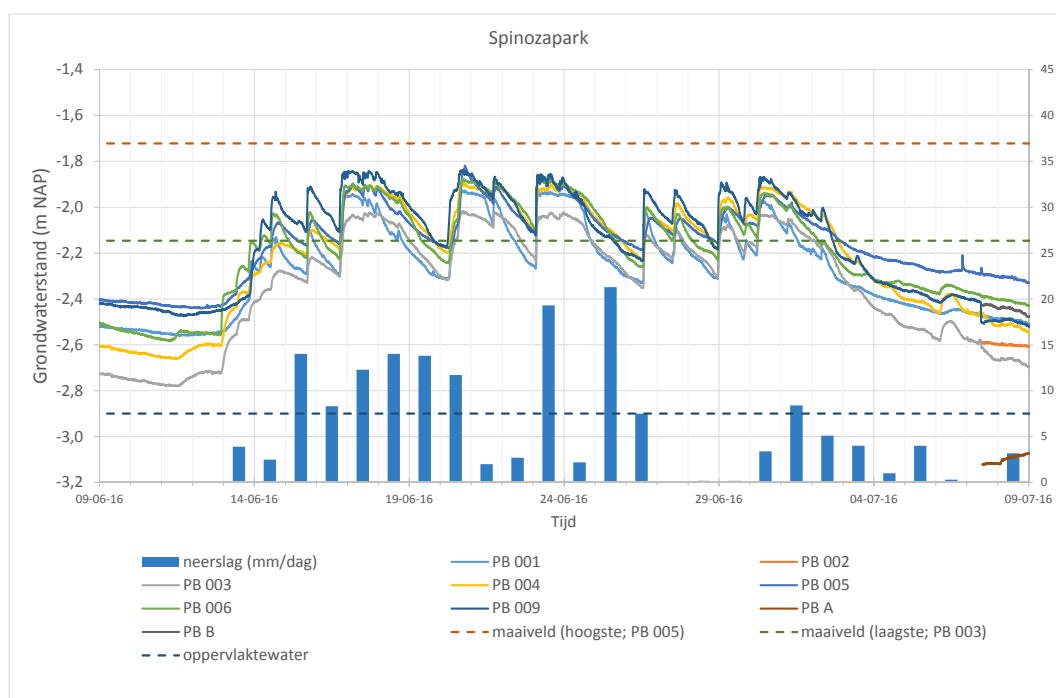
Enkele opmerkingen bij de grafiek in figuur 4:

- Peilbuis 009 bevindt zich buiten het TFI-proefvak en wordt beschouwd als referentiemeetpunt.
- Tussen juli en oktober kunnen de grondwaterstanden bij de meeste peilbuizen tijdens drogere periodes uitzakken tot een niveau dat 0 tot 3 decimeter boven het oppervlaktewaterpeil ligt.
- Tijdens nattere periodes kunnen de gemeten grondwaterstanden kortdurend ongeveer gelijk worden aan het maaiveldniveau ter plaatse. Begin november 2016 maakte een periode met veel neerslag abrupt een einde aan een periode met lage grondwaterstanden. Dit wijst erop dat de bergings- en afvoermogelijkheden van de bodem van het proefvak beperkt zijn.
- Tijdens de winterperiode fluctueerde de grondwaterstand in het proefvak (peilbuis 002 en B) tussen ongeveer NAP -2,0 m en NAP -2,5 m. Tijdens de 3<sup>e</sup> ronde doorlatendheidsproeven (22-2-2017) was de gemiddelde ontwateringsdiepte bij de peilbuizen in het proefvak 33 cm-mv (gemiddelde grondwaterstand: NAP -2,25 m).



Langdurig hoge grondwaterstanden kunnen ertoe leiden dat de doorlatendheid van de bodem afneemt.

- De datalogger van peilbuis 002 is tijdens het uitvoeren van TFI kapot gegaan ten gevolge van hoge druk. Omdat dit pas op 26 augustus geconstateerd is zijn er tot die datum geen automatische grondwaterstandsmetingen beschikbaar. Op 26 augustus 2016 is de datalogger van peilbuis 002 vervangen.
- Het grondwaterverloop van peilbuis A wijkt sterk af van de overige peilbuizen. De oorzaak hiervan is niet duidelijk.
- Uit de neerslagmetingen blijkt dat de tweede helft van juni een natte periode was. De dag met de meeste neerslag was 23 juni (circa 21 mm). De natte periode heeft ook geleid tot hoge grondwaterstanden bij de peilbuizen; zowel binnen als buiten het TFI-proefvak. De grondwaterstanden stegen bij de meeste peilbuizen kortdurend, maar veel keren achter elkaar, tot vlak onder / tot aan het maaiveldniveau. In figuur 5 is ingezoomd op de periode tussen 9-6-2016 en 9-7-2016, waarbinnen de natte periode valt. In deze grafiek is te zien dat de grondwaterstanden na een piek t.g.v. neerslag meestal binnen 1 à 2 dagen weer dalen tot een niveau van NAP -2,1 m à NAP -2,3 m.



Figuur 5: deel van grafiek uit figuur 4, ingezoomd op periode met veel neerslag.

## 7. Resultaten doorlatendheidsproeven

In tabel 2 zijn de berekende doorlatendheden uit de uitgevoerde doorlatendheidsproeven weergegeven. De doorlatendheden zijn bepaald met behulp van de formule van Hvorslev. De grafieken van de proeven zijn weergegeven in bijlage 4. Peilbuis A en B zijn pas na de eerste ronde doorlatendheidsproeven geplaatst.



Tabel 2: resultaten doorlatendheidsproeven

Peilbuis	Rising head tests			Peilbuis	Falling head tests		
	Ronde 1 VOOR	Ronde 2 NA	Ronde 3 NA		Ronde 1 VOOR	Ronde 2 NA	Ronde 3 NA
	m/dag	m/dag	m/dag		m/dag	m/dag	m/dag
001	0,3	0,3	0,1	001	0,4	0,9	1,0
002	0,4	0,4	0,2	002	0,3	2,9	3,2
003	0,1	0,1	0,2	003	0,1	1,7	0,4
004	0,3	0,2	0,2	004	0,2	1,9	1,4
005	0,6	0,3	0,2	005	0,1	0,2	0,5
006	0,1	0,1	0,1	006	0,2	0,5	0,4
009	0,1	0,1	0,1	009	0,2	0,1	niet te meten
A		1,3	0,1	A		2,1	2,0
B		1,7	0,1	B		2,5	niet te meten

Bij het vergelijken van doorlatendheden uit verschillende meetrondes wordt aangenomen dat een verschil significant is als deze meer dan 0,5 m/dag bedraagt. Kleinere verschillen vallen buiten de meetnauwkeurigheid van de uitgevoerde proeven. Tijdens de derde ronde falling head tests was het verval in waterhoogte bij peilbuis 009 en B te weinig om er doorlatendheden uit af te leiden.

In de resultaten van de rising head tests zijn geen significante verschillen in horizontale doorlatendheid te zien tussen de meetrondes voor en na uitvoering van TFI. De resultaten van de rising head tests zijn representatief voor de bodemzone tussen de grondwaterstand en de onderkant van het peilbuisfilter (interval onder de grondwaterstand).

In de resultaten van de falling head tests is er in de eerste meetronde na uitvoering van TFI bij een aantal peilbuizen binnen het proefvak een toename van de horizontale doorlatendheid gemeten. De resultaten van de falling head tests zijn representatief voor de bodemzone langs het volledige peilbuisfilter, met nadruk op het interval boven de grondwaterstand.

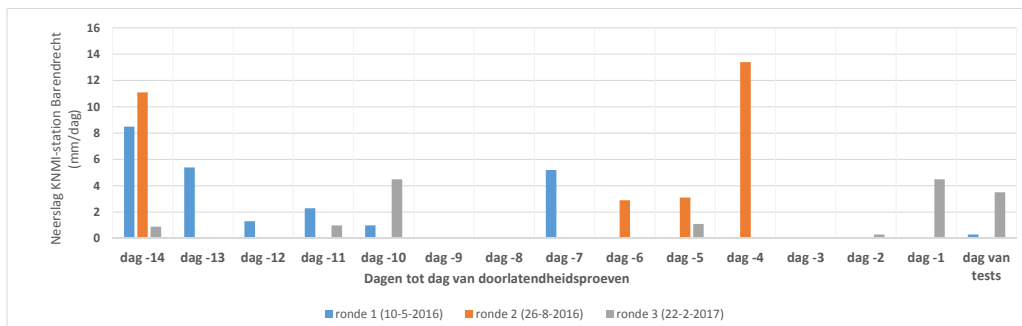
De resultaten van de falling head tests worden voor een deel beïnvloed door het bodemvochtgehalte in de onverzadigde zone (bodemzone tussen maaiveld en grondwaterstand). Bij een hoger bodemvochtgehalte kan een falling head test een iets hogere doorlatendheid opleveren, omdat het te infiltreren water dan gemakkelijker de poriën in de onverzadigde zone kan opvullen. Het bodemvochtgehalte op het moment van een doorlatendheidsproef is niet gemeten, maar dit wordt, naast de grondwaterstand, mede beïnvloed door de grondwateraanvulling door neerslag in de weken voorafgaand aan de proef. Daarom is in figuur 6 voor elk van de rondes doorlatendheidsproeven het neerslagpatroon in de voorafgaande twee weken weergegeven.

In figuur 6 is te zien dat in de 3 dagen voorafgaand aan de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> ronde tests er (vrijwel) geen neerslag is gevallen. Een verschil is wel dat het vier dagen voor ronde 2 wel aanzienlijk geregend heeft. Het bodemvochtgehalte is bij ronde 2 mogelijk iets hoger geweest dan bij ronde 1. Bij de 3<sup>e</sup> ronde is er op de dag van de tests en de dag ervoor een beperkte





hoeveelheid neerslag gevallen. De weken ervoor waren relatief droog. Een belangrijk verschil bij de 3<sup>e</sup> ronde ten opzichte van de eerdere rondes is dat de grondwaterstanden bij vrijwel alle peilbuizen aanzienlijk hoger waren.



Figuur 6: Neerslag in de 14 dagen voorafgaand aan de dag van de doorlatendheidsproeven.

Bij peilbuis 001 t/m 004 (binnen proefvak TFI) was in ronde 2 (na uitvoering) een significante toename van de horizontale doorlatendheid te zien. De toename verschilt per peilbuis. De toename was het grootst bij peilbuis 002, 003 en 004. Bij peilbuis 005 en 006 (binnen proefvak) en 009 (buiten proefvak) was bij ronde 2 geen significante verandering van de horizontale doorlatendheid te zien.

De derde ronde proeven levert qua doorlatendheden een vergelijkbaar beeld op als bij de twee ronde, met uitzondering van peilbuis 003. De doorlatendheid was bij deze peilbuis veel lager dan tijdens de tweede ronde en lag dicht bij de waarde van voor uitvoering van TFI. Mogelijk is deze afname veroorzaakt door langdurig hoge grondwaterstanden, doordat grondwaterstand niet snel genoeg kan afstromen richting het nabij gelegen oppervlaktewater. Uit de derde ronde falling head tests volgt verder dat de doorlatendheid ter plaatse van peilbuis A goed blijft. In de driehoek rond peilbuis 001, 002 en 004 (inclusief A) lijkt het toepassen van TFI het meeste (langdurig) effect te hebben gehad op de doorlatendheid van bodem.



## 8. Conclusies

De voorliggende notitie omvat de resultaten van de monitoring van het proefvak waarbij de techniek TFI is toegepast. De conclusies op basis van de uitgevoerde metingen zijn als volgt:

### Algemeen:

- De meetpunten binnen en buiten het TFI-proefvak moeten worden beschouwd als steekproeven; ze leveren informatie op over de lokale horizontale doorlatendheid van de bodem rond de peilbuisfilters.

### Grondwaterstandsmetingen:

- Tussen juli en oktober 2016 konden de grondwaterstanden bij de meeste peilbuizen tijdens drogere periodes uitzakken tot een niveau dat 0 tot 3 decimeter boven het oppervlaktewaterpeil ligt.
- Tijdens nattere periodes kunnen de gemeten grondwaterstanden kortdurend ongeveer gelijk worden aan het maaiveldniveau ter plaatse. Begin november 2016 maakte een periode met veel neerslag abrupt een einde aan een periode met lage grondwaterstanden. Dit wijst erop dat de bergings- en afvoermogelijkheden van de bodem van het proefvak beperkt zijn.

### Rising head tests:

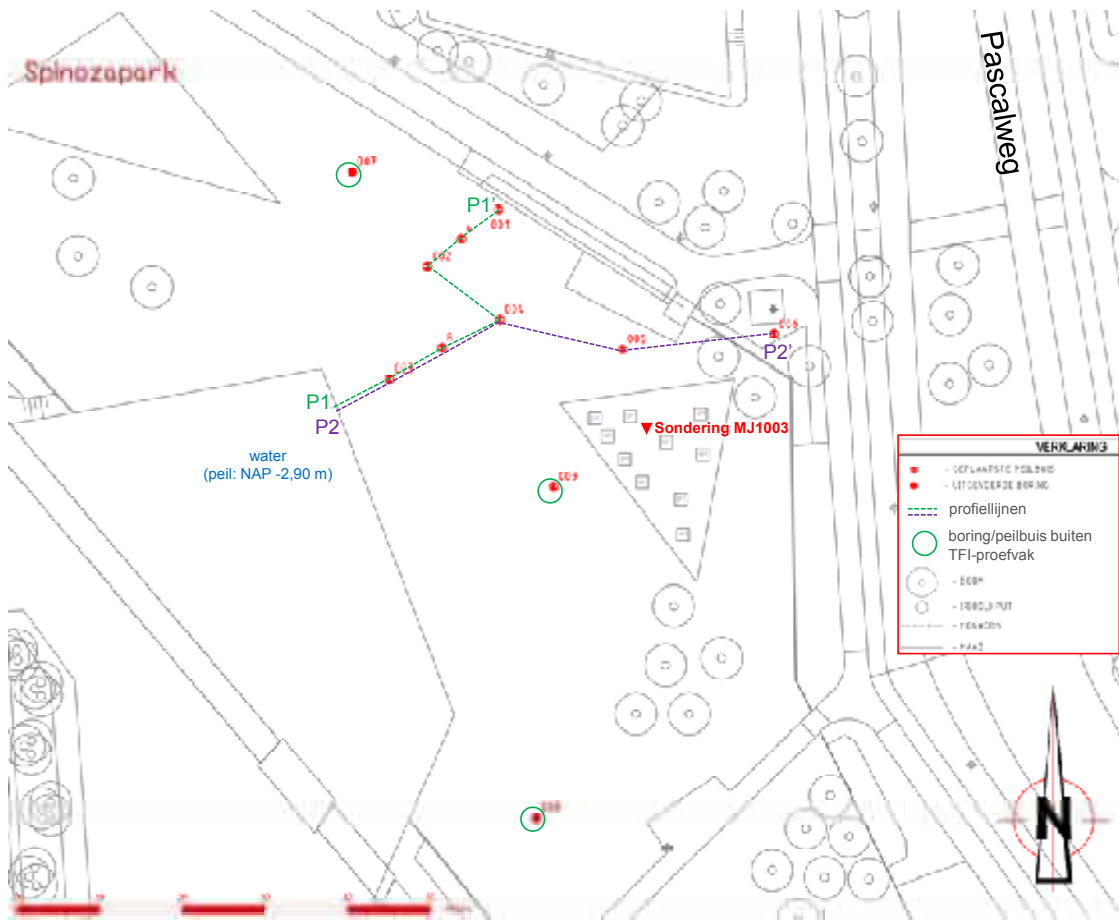
- De resultaten van de rising head tests zijn representatief voor de bodemzone tussen de grondwaterstand en de onderkant van het peilbuisfilter.
- Bij geen van peilbuizen is bij de rising head tests een significante verbetering van de horizontale doorlatendheid gemeten. Aangezien de techniek TFI zich richt op het deel van de bodem boven de grondwaterstand werd ook geen verbetering verwacht.

### Falling head tests:

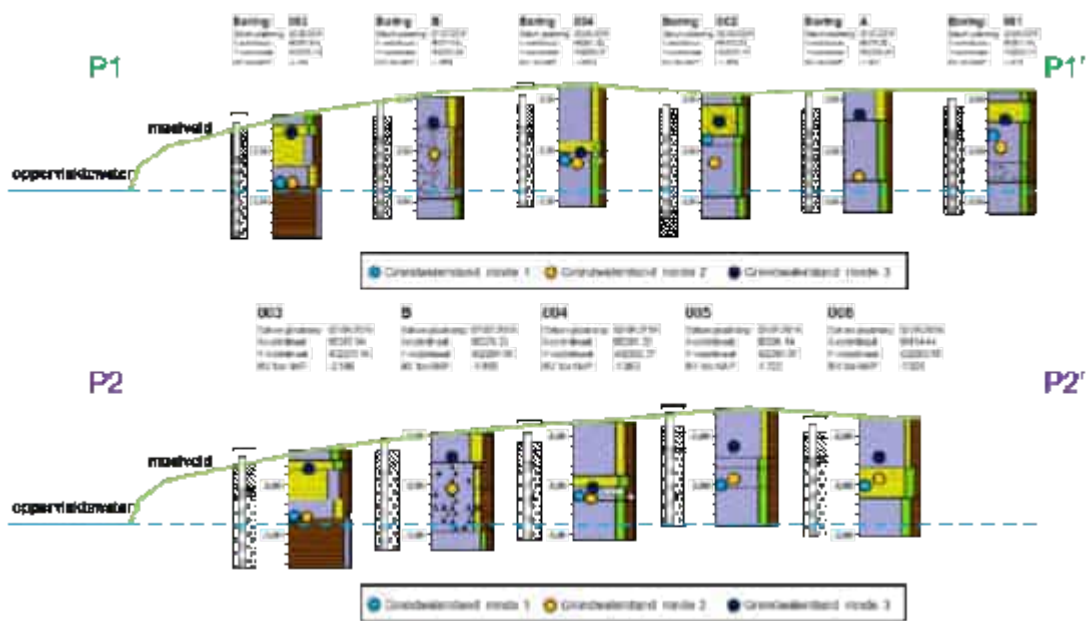
- De resultaten van de falling head tests zijn representatief voor de bodemzone langs het volledige peilbuisfilter, met nadruk op het interval boven de grondwaterstand.
- Bij peilbuis 001 t/m 004 (binnen proefvak TFI) was in ronde 2 (na uitvoering) een significante toename van de horizontale doorlatendheid te zien. De toename verschilt per peilbuis. De toename was het grootst bij peilbuis 002, 003 en 004. Bij peilbuis 005 en 006 (binnen proefvak) en 009 (buiten proefvak) was bij ronde 2 geen significante verandering van de horizontale doorlatendheid te zien.
- De derde ronde proeven levert qua doorlatendheden een vergelijkbaar beeld op als bij de twee ronde, met uitzondering van peilbuis 003. De doorlatendheid was bij deze peilbuis veel lager dan tijdens de tweede ronde en lag dicht bij de waarde van voor uitvoering van TFI. Mogelijk is deze afname veroorzaakt door langdurig hoge grondwaterstanden, doordat grondwaterstand niet snel genoeg kan afstromen richting het nabij gelegen oppervlaktewater.
- Uit de derde ronde falling head tests volgt verder dat de doorlatendheid ter plaatse van peilbuis A goed blijft.
- In de driehoek rond peilbuis 001, 002 en 004 (inclusief A) lijkt het toepassen van TFI het meeste (langdurig) effect te hebben gehad op de doorlatendheid van bodem.



**Bijlage 1: Locaties meetpunten + profiellijnen**

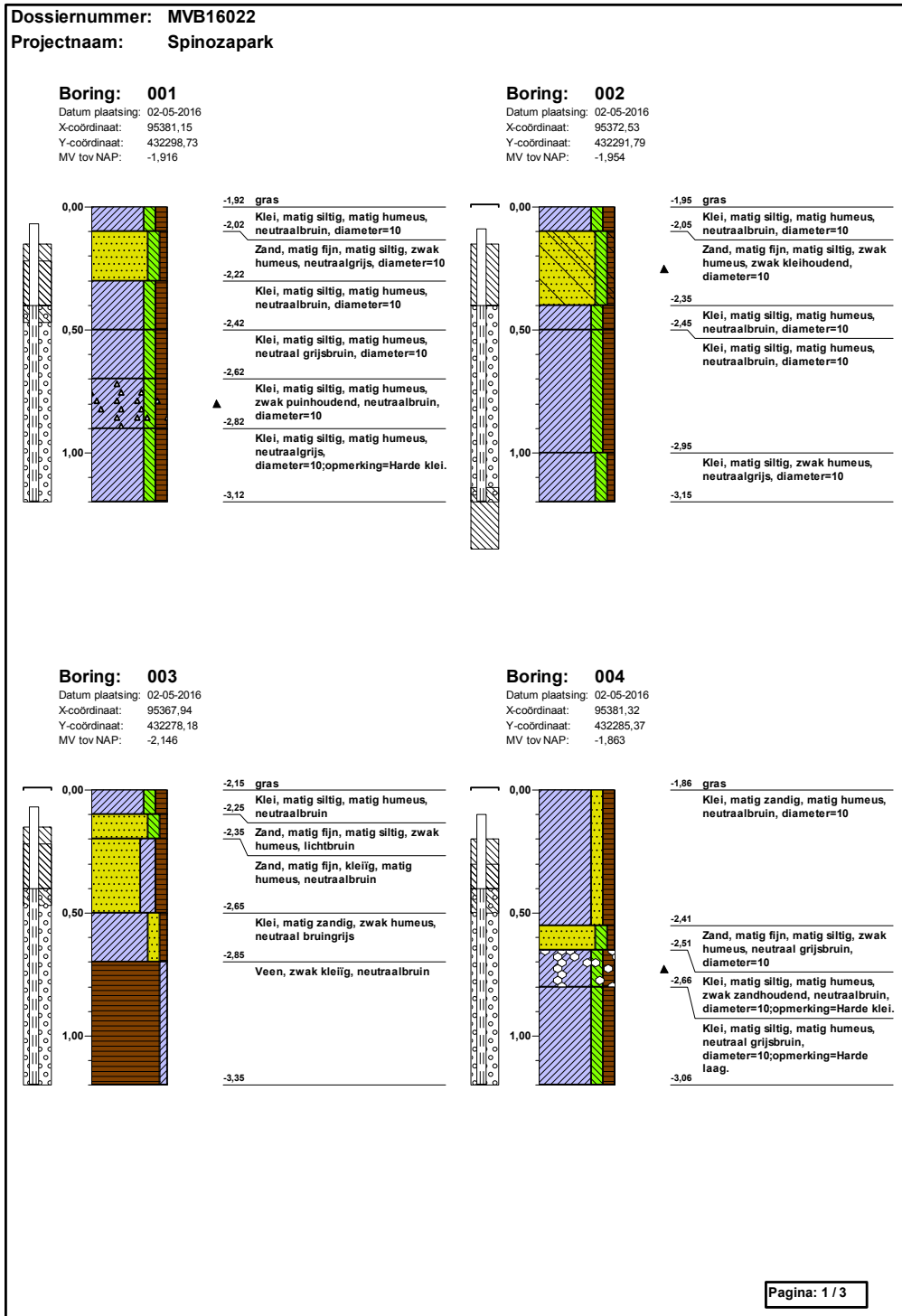


Veldwerktekening Spinozapark, MVB16022-1





## Bijlage 2: Boorstaten

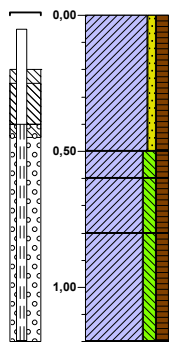




Dossiernummer: MVB16022  
Projectnaam: Spinozapark

**Boring: 005**

Datum plaatsing: 02-05-2016  
X-coördinaat: 95396,14  
Y-coördinaat: 432281,67  
MV tov NAP: -1,722



-1,72 gras  
Klei, zwak zandig, matig humeus, neutraalbruin, diameter=10

-2,22  
Klei, matig siltig, matig humeus, neutraalbruin, diameter=10; opmerking=Asfalt brokjes. Harde klei.

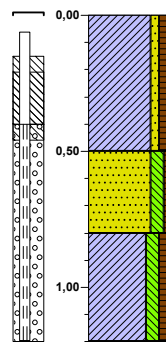
-2,32  
Klei, matig siltig, matig humeus, diameter=10; opmerking=Harde klei.

-2,52  
Klei, matig siltig, matig humeus, neutraal grijsbruin, diameter=10

-2,92

**Boring: 006**

Datum plaatsing: 02-05-2016  
X-coördinaat: 95414,44  
Y-coördinaat: 432283,55  
MV tov NAP: -1,825



-1,83 groenstrook  
Klei, zwak zandig, matig humeus, neutraalbruin, diameter=10

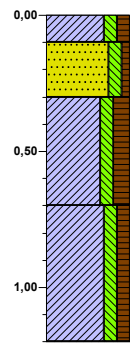
-2,33  
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, diameter=10

-2,63  
Klei, matig siltig, matig humeus, neutraal grijsbruin, diameter=10

-3,03

**Boring: 007**

Datum plaatsing: 02-05-2016  
X-coördinaat: 95363,47  
Y-coördinaat: 432303,33  
MV tov NAP: -1,901



-1,90 gras  
Klei, matig siltig, matig humeus, neutraalbruin, diameter=10

-2,00  
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, lichtbruin, diameter=10

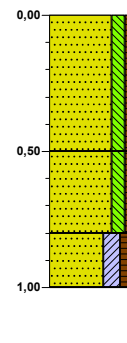
-2,20  
Klei, matig siltig, sterk humeus, neutraalbruin, diameter=10

-2,60  
Klei, matig siltig, matig humeus, lichtbruin, diameter=10

-3,10

**Boring: 008**

Datum plaatsing: 02-05-2016  
X-coördinaat: 95385,73  
Y-coördinaat: 432224,95  
MV tov NAP: -2,288



-2,29 gras  
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, diameter=10

-2,79  
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalgrijs, diameter=10

-3,09  
Zand, matig fijn, kleilig, matig humeus, neutraal grijsbruin, diameter=10

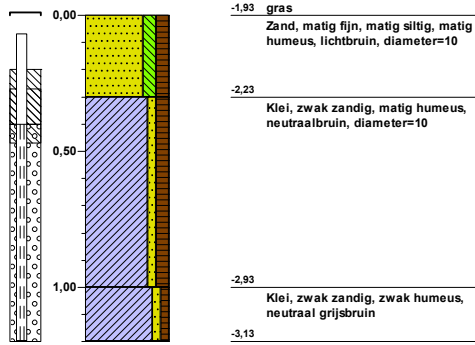
-3,29



Dossiernummer: MVB16022  
Projectnaam: Spinozapark

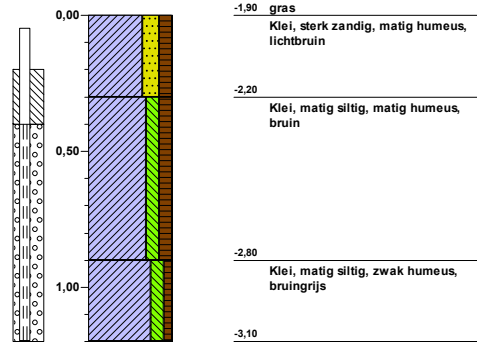
**Boring: 009**

Datum plaatsing: 02-05-2016  
X-coördinaat: 95387,83  
Y-coördinaat: 432265,08  
MV tov NAP: -1,934



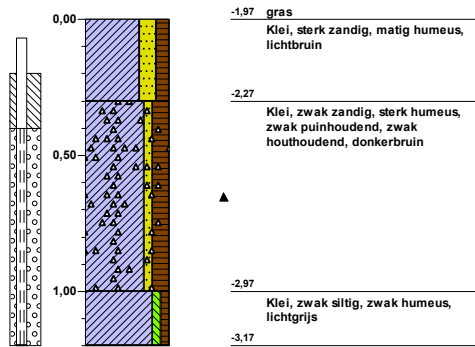
**Boring: A**

Datum plaatsing: 07-07-2016  
X-coördinaat: 95376,62  
Y-coördinaat: 432295,26  
MV tov NAP: -1,901



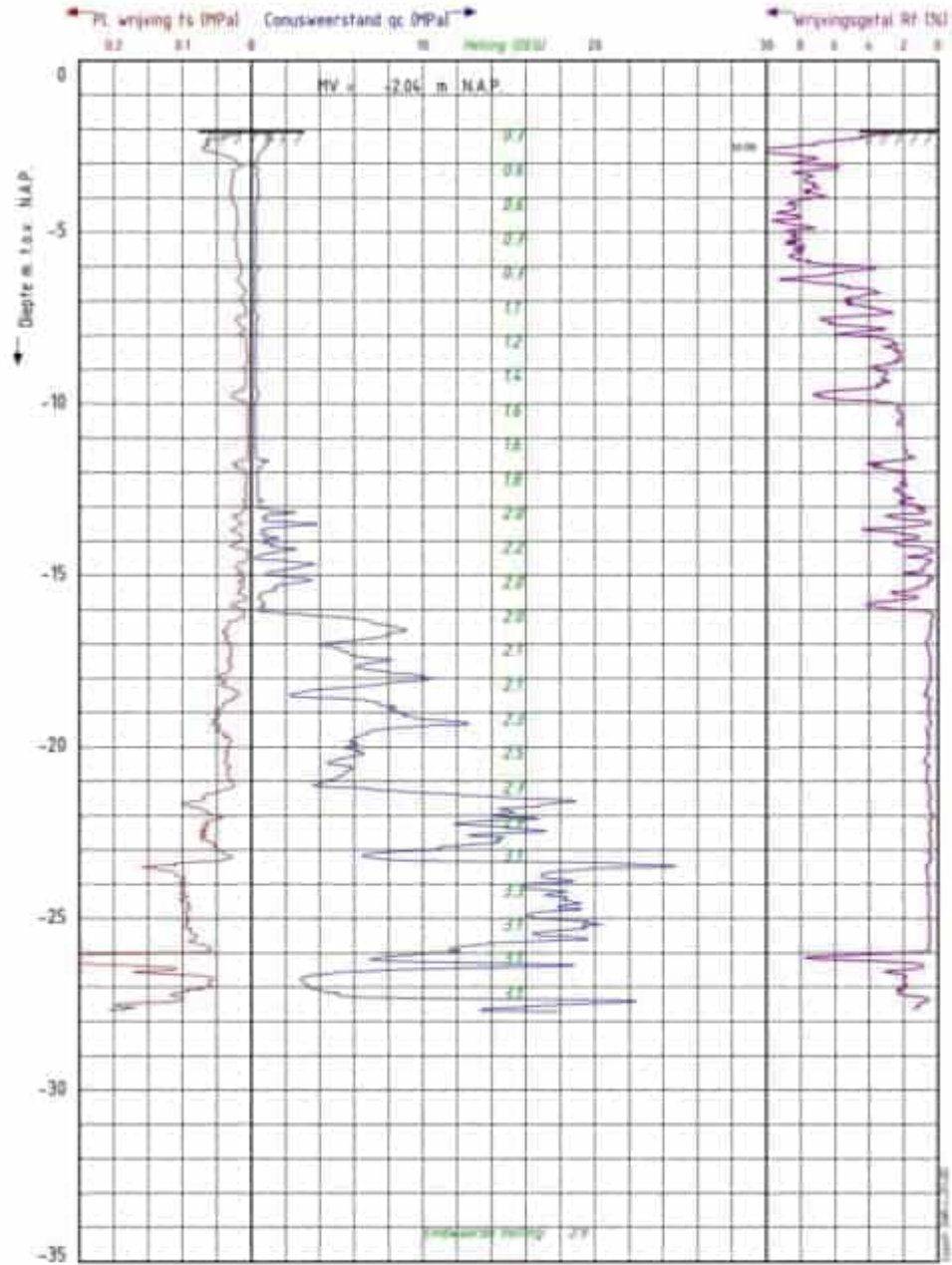
**Boring: B**

Datum plaatsing: 07-07-2016  
X-coördinaat: 95374,33  
Y-coördinaat: 432281,86  
MV tov NAP: -1,969





**Bijlage 3: Sondeerstaat MJ1003**



Project : Spinozapark  
 Dossier : 2009-036  
 Locatie : Rotterdam

Paraaf 1 : 2

Datum test : 16-5-2009  
 HV, hoogte : -2.04 m. t.o.v. N.A.P.

soirdnaten in RD-stelsel  
 X : 95400    Y : 432270  
 Opmerking 1

SONDERING:  
**MJ1003**

Pagina 1/1





### Bijlage 4: Doorlatendheidsproeven

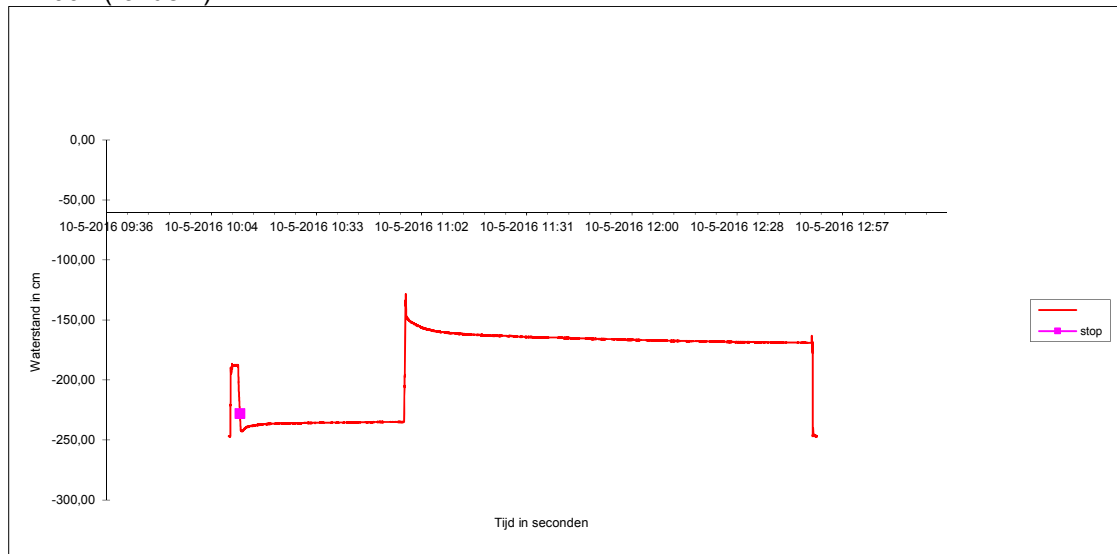
Bij iedere peilbuis is eerst een rising head test uitgevoerd en daarna een falling head test.

Ronde 1 is uitgevoerd op 10-5-2016 (voor toepassing TFI)

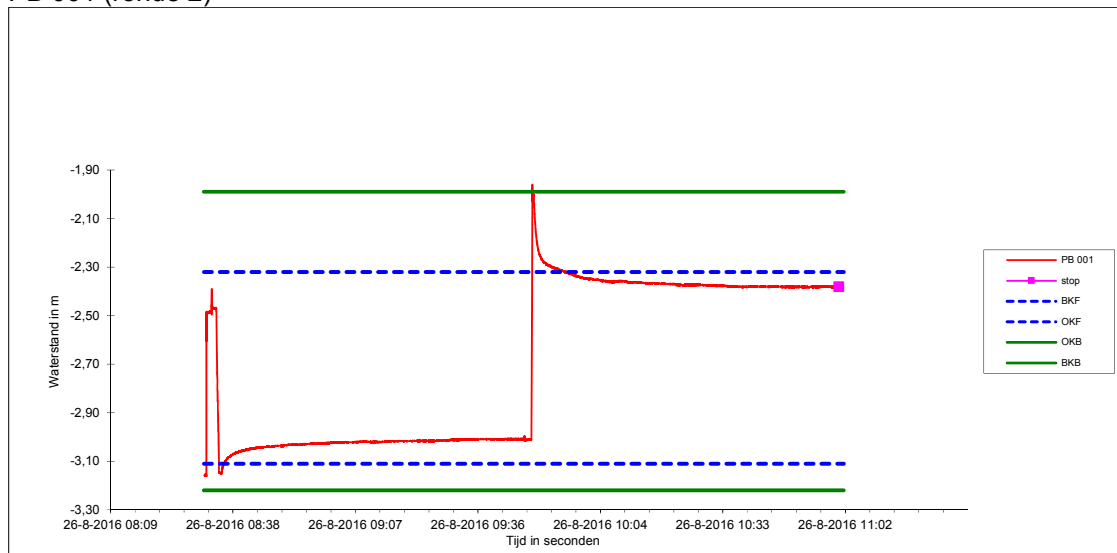
Ronde 2 is uitgevoerd op 26-8-2016 (circa 3 maanden na toepassing TFI)

Ronde 3 is uitgevoerd op 22-2-2017 (circa 9 maanden na toepassing TFI)

#### PB 001 (ronde 1)



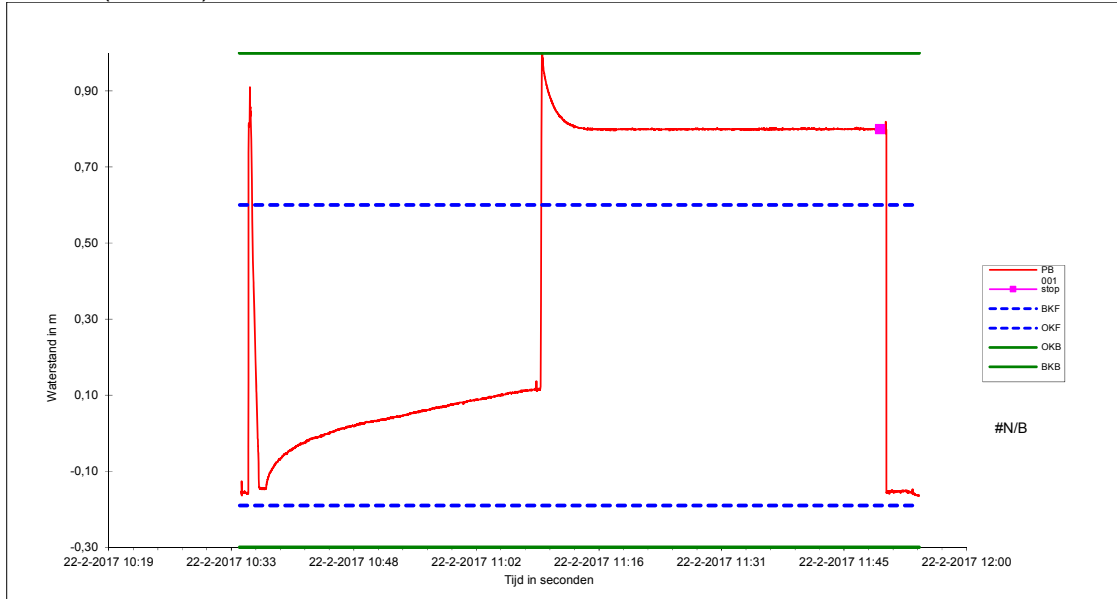
#### PB 001 (ronde 2)



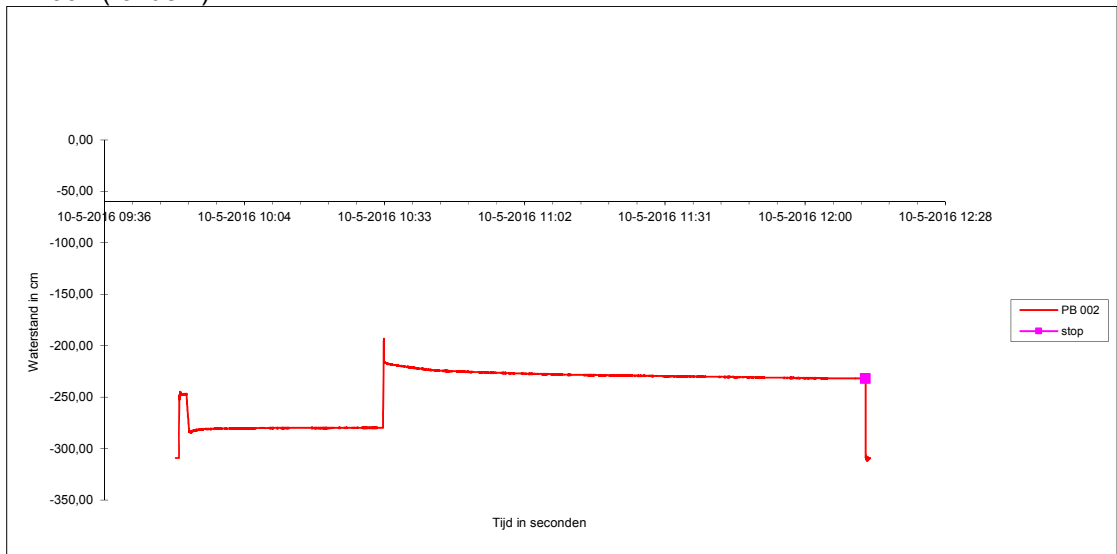




### PB 001 (ronde 3)

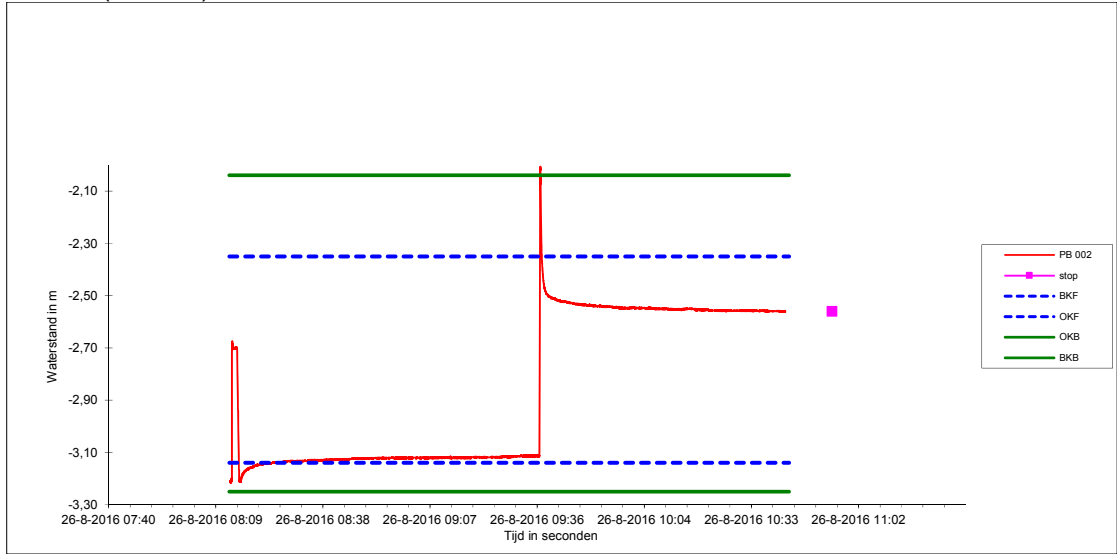


### PB 002 (ronde 1)

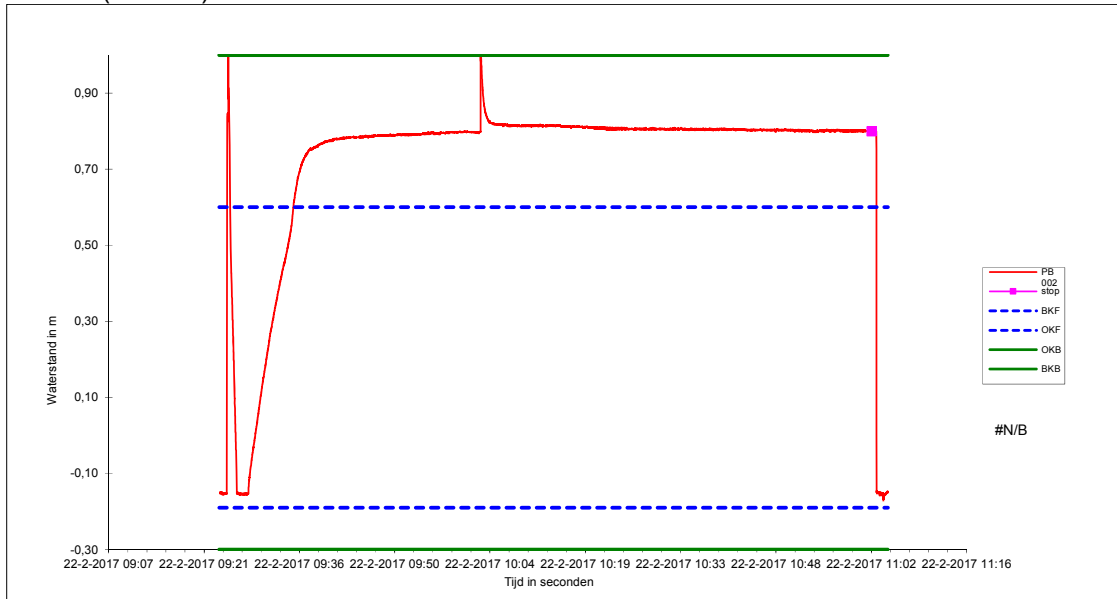




### PB 002 (ronde 2)

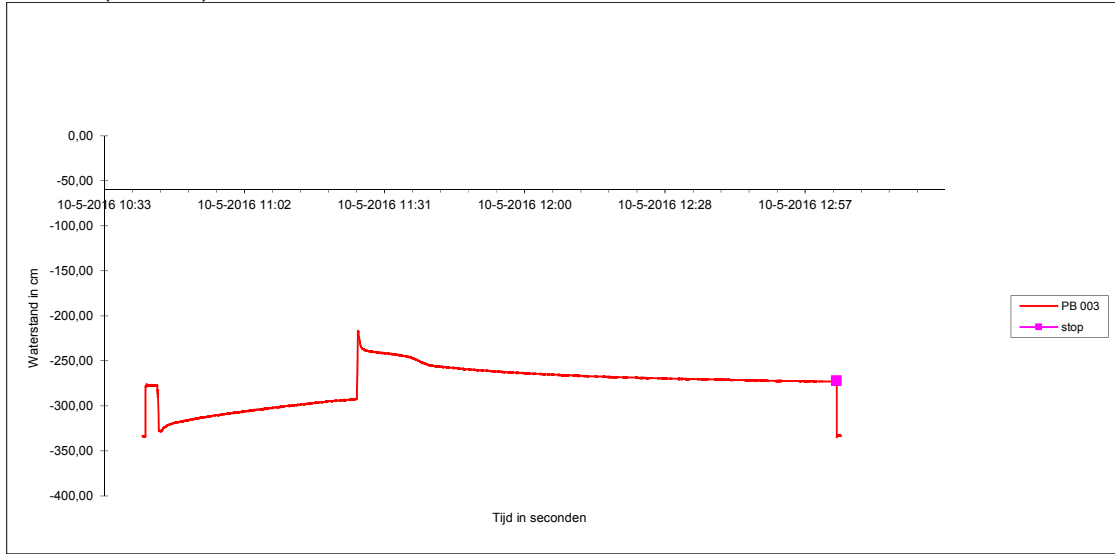


### PB 002 (ronde 3)

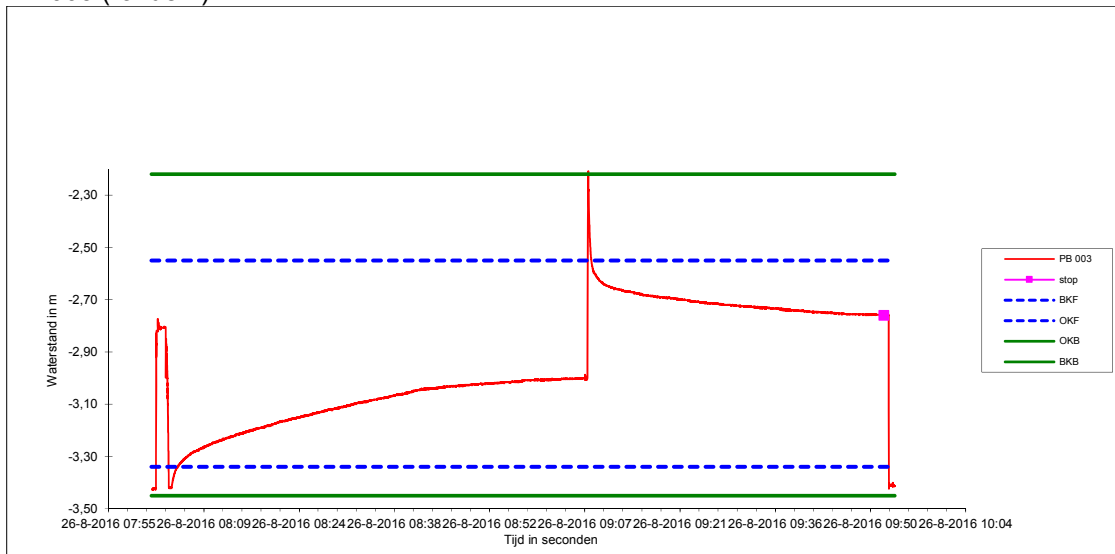




### PB 003 (ronde 1)

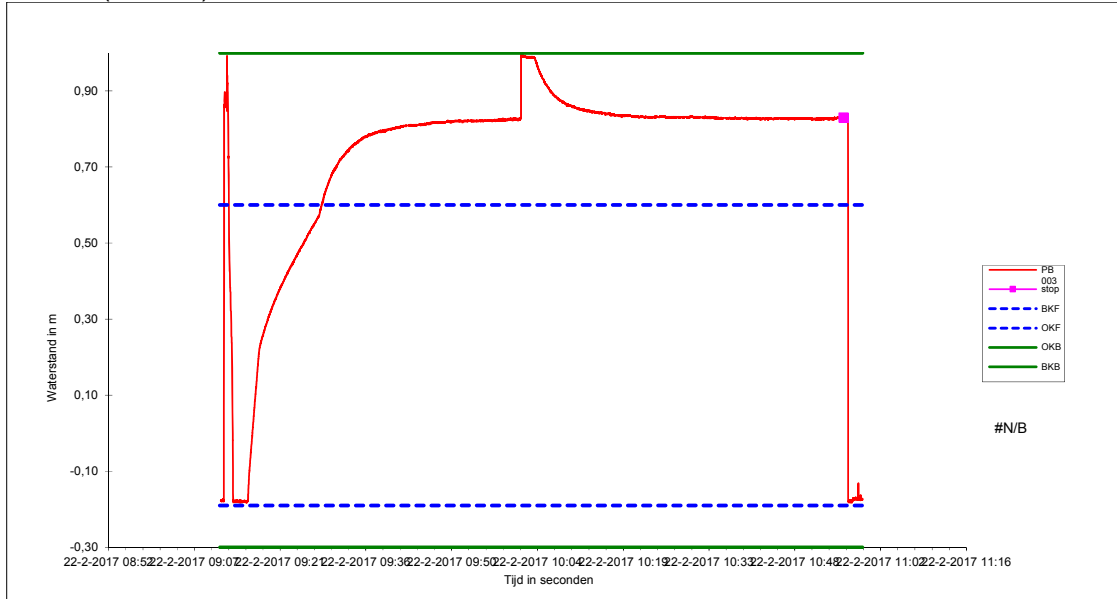


### PB 003 (ronde 2)

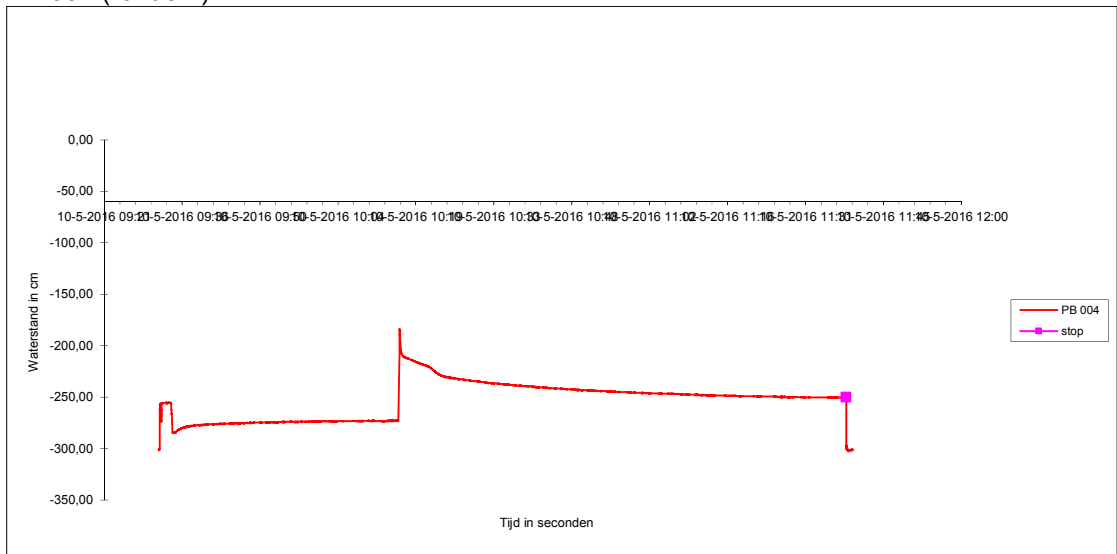




### PB 003 (ronde 3)

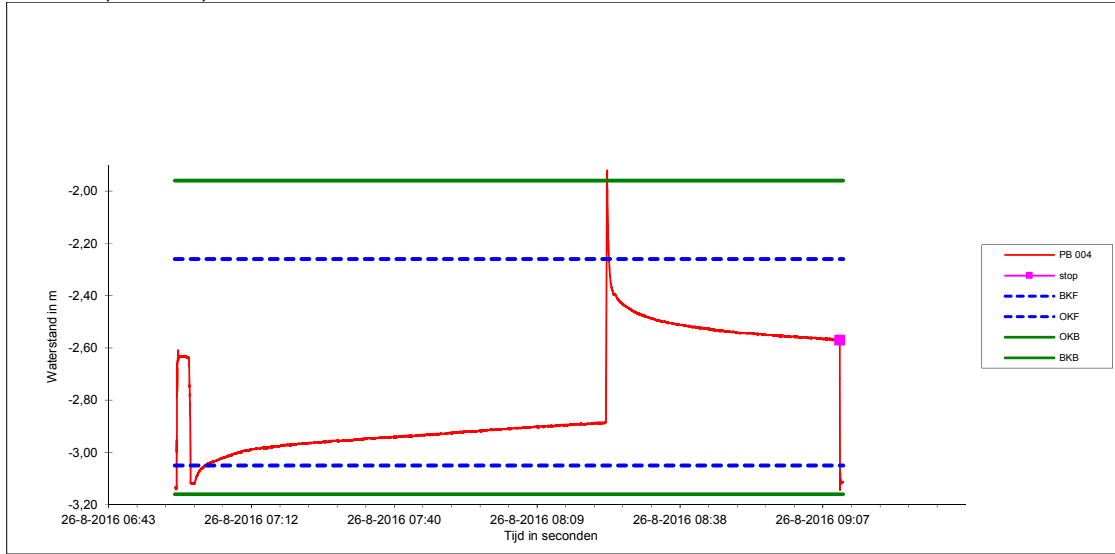


### PB 004 (ronde 1)

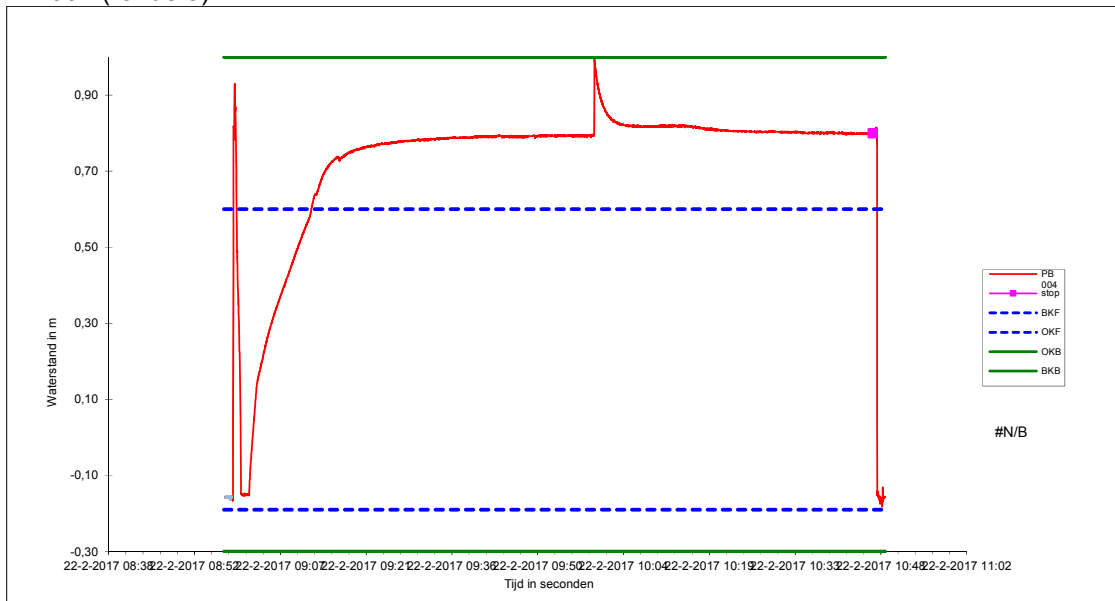




### PB 004 (ronde 2)

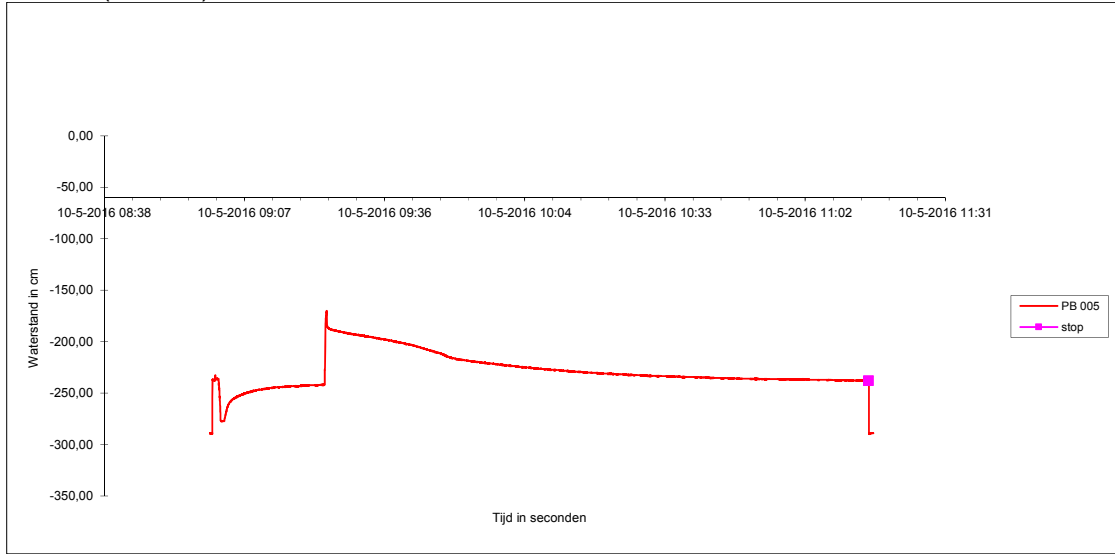


### PB 004 (ronde 3)

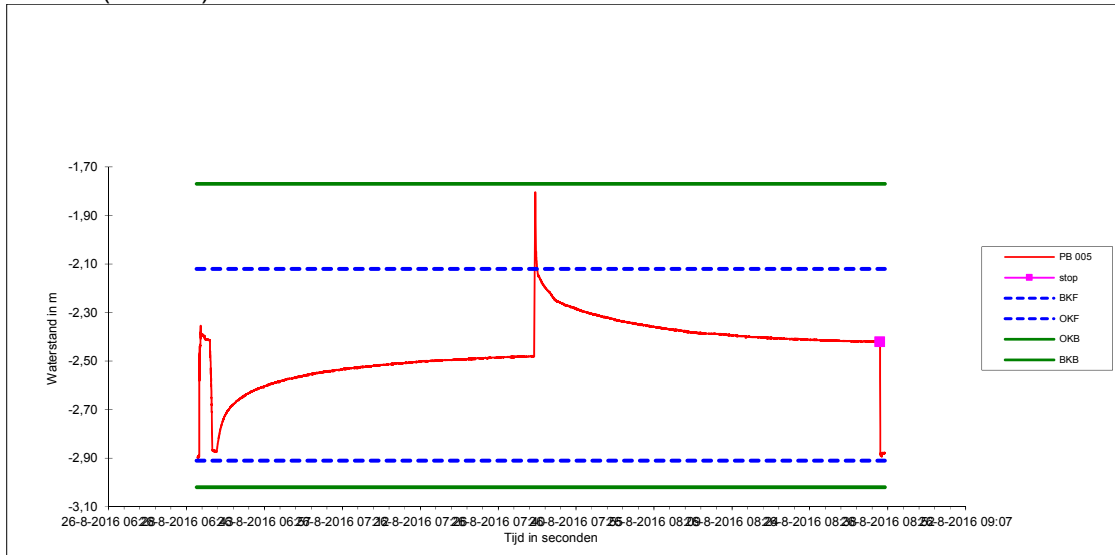




### PB 005 (ronde 1)

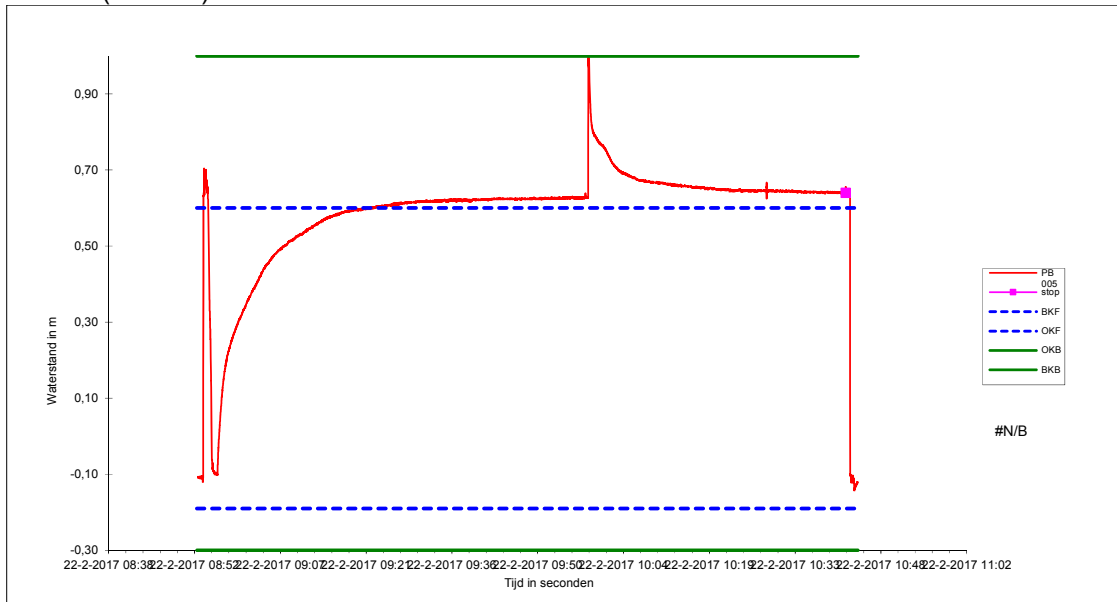


### PB 005 (ronde 2)

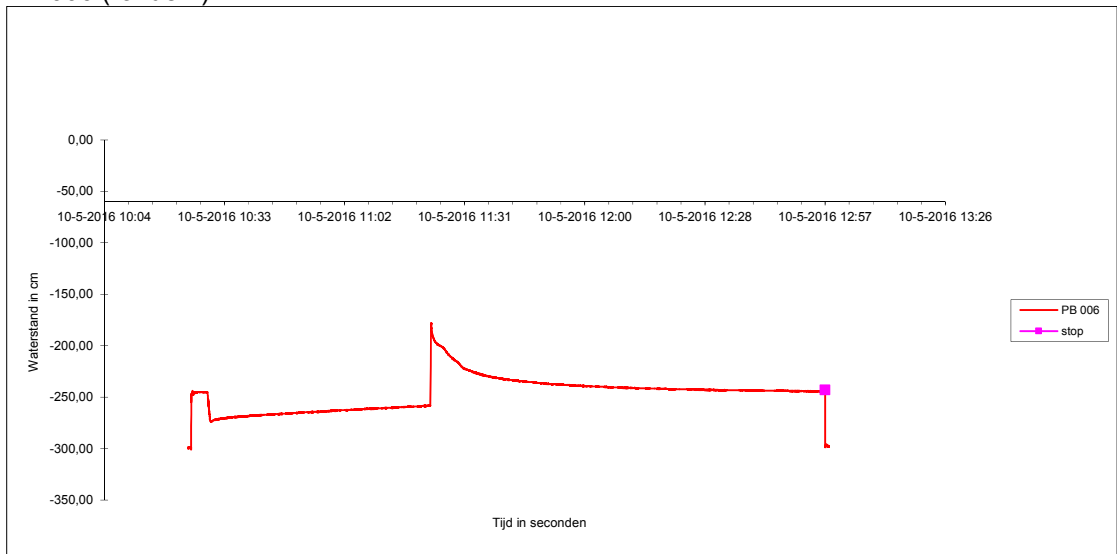




### PB 005 (ronde 3)

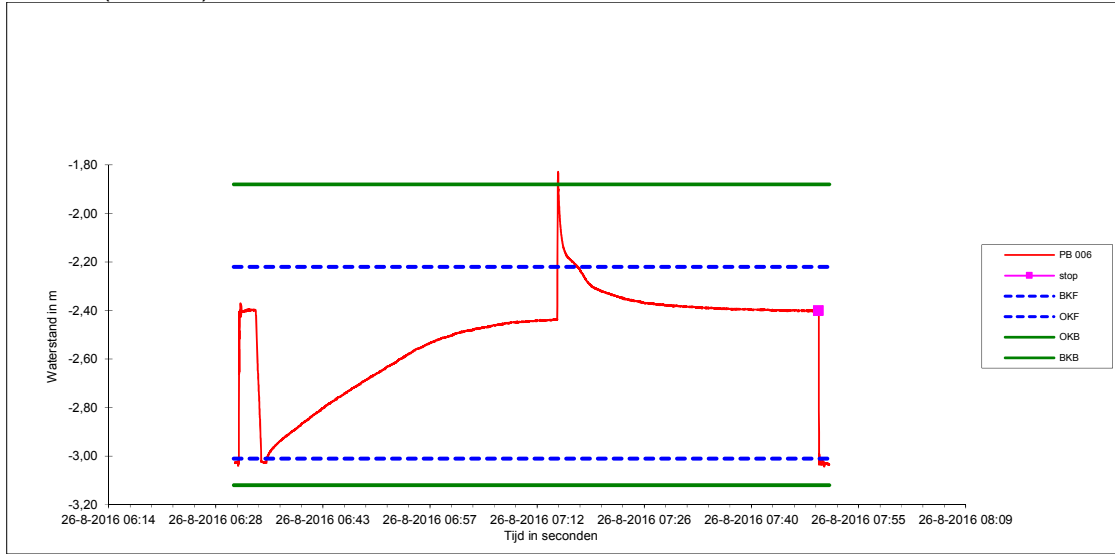


### PB 006 (ronde 1)

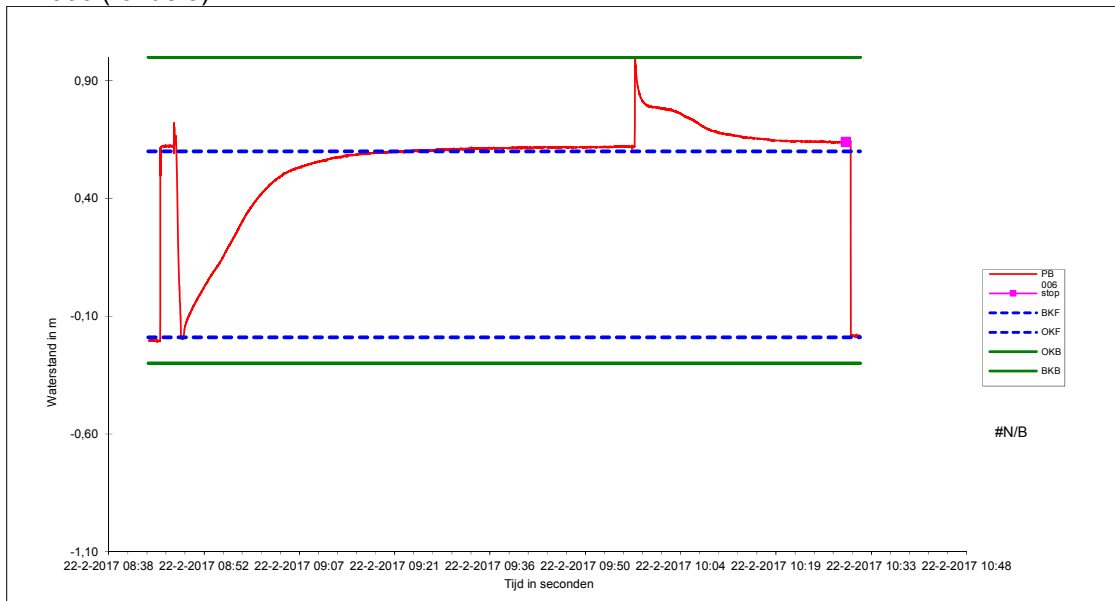




### PB 006 (ronde 2)



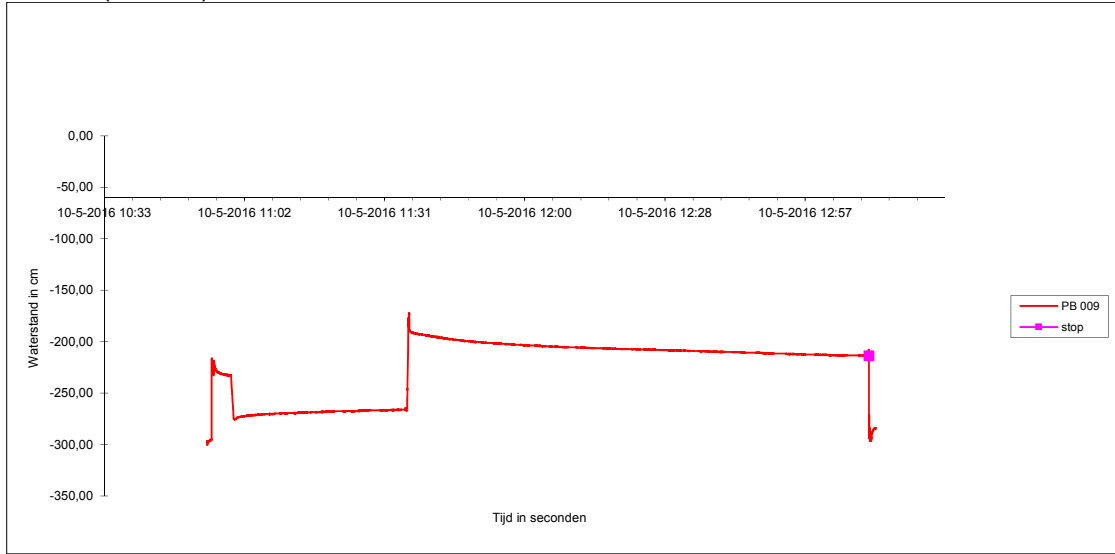
### PB 006 (ronde 3)



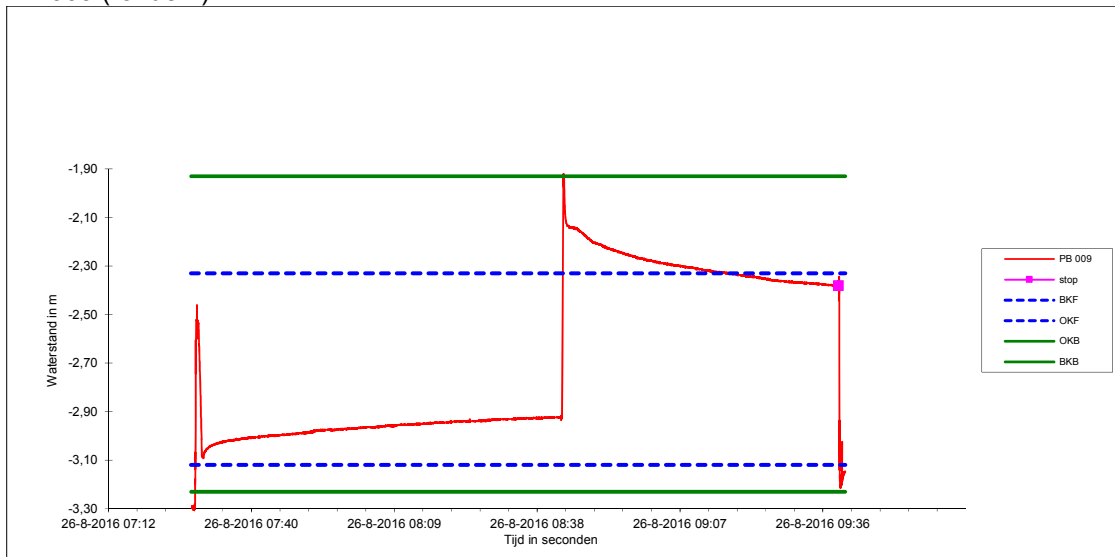




### PB 009 (ronde 1)

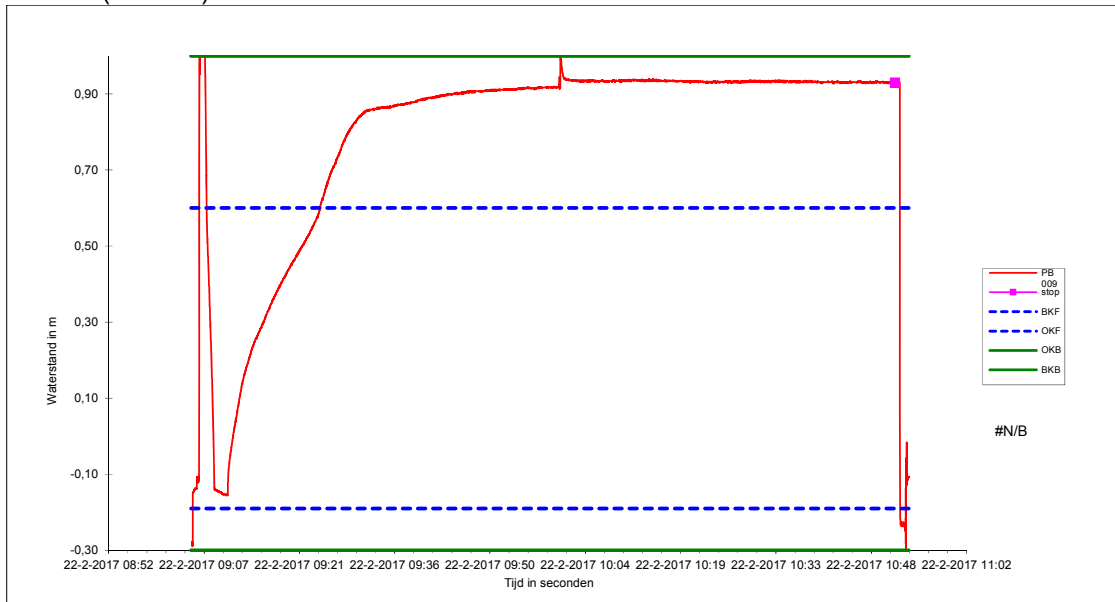


### PB 009 (ronde 2)



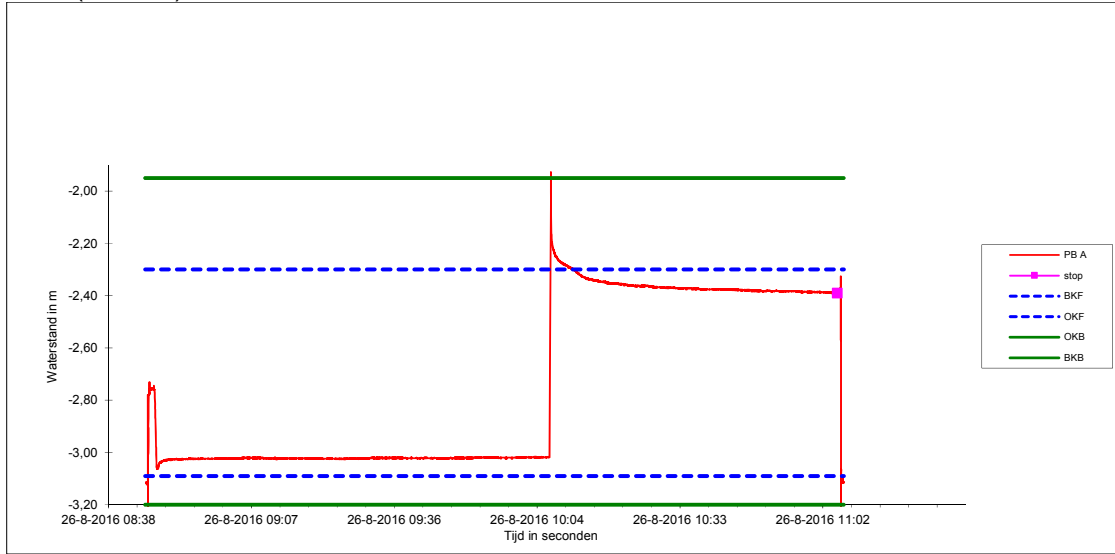


### PB 009 (ronde 3)

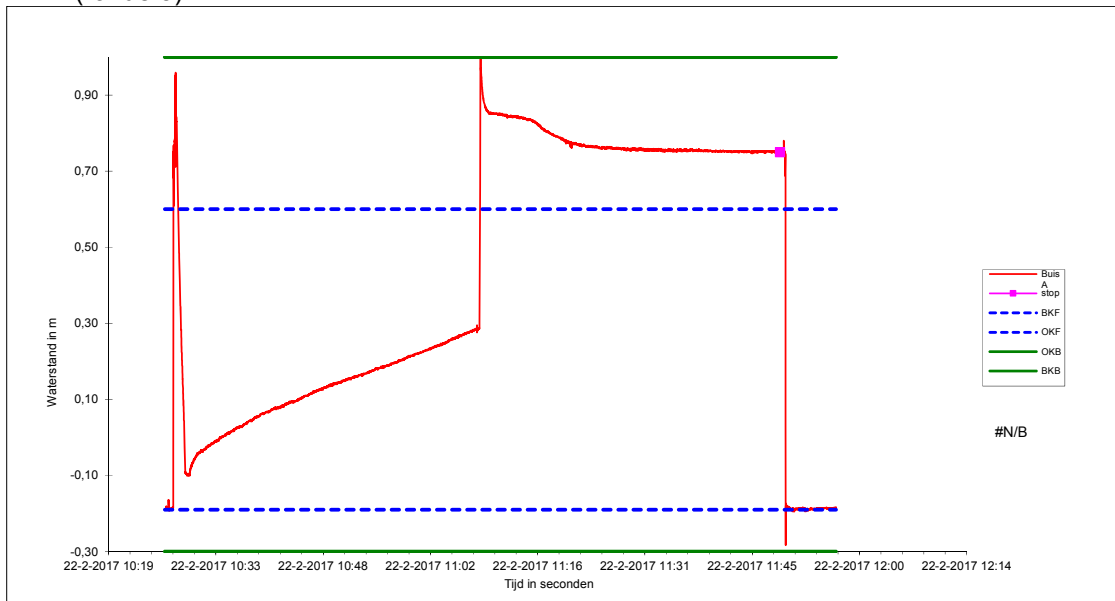




### PB A (ronde 2)

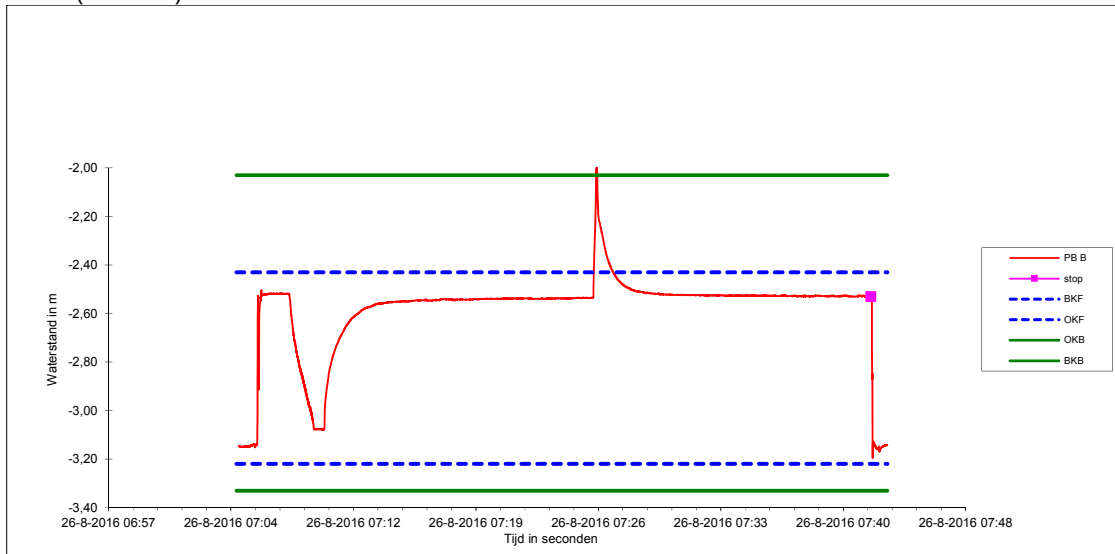


### PB A (ronde 3)





### PB B (ronde 2)



### PB B (ronde 3)

