

Memo

onderwerp Aanvullend advies Parkeergarage Kazerneplein
Roermond

bestemd voor PKWdraat B.V.

ter attentie van PKWdraat B.V.

opgesteld door

gecontroleerd door

datum 26 november 2024

referentie 241835_AdB_MEM_0001_1.0

projectnummer 241835

1 Aanleiding

Door hoogwater in de Maas stijgt het grondwater. Vanaf een grondwaterstand van NAP +19,60 m barst de keldervloer van het Kazerneplein op als deze niet meer onder water gezet zal worden. Om het opbarsten te voorkomen is in de rapportage [kenmerk: RB/004/161326 dd. 7 april 2019] een hoogwatersysteem uitgewerkt. Het hoogwatersysteem bestaat uit 6 bronnen tot een diepte van NAP +11 m en een boordiameter van 500 mm. De onttrekkingsdebieten zijn afhankelijk van de hoogwaterstand, duur van hoogwater gebeurtenis en het bronsysteem.

Eind mei 2024 is een pompproef uitgevoerd. Het doel van de pompproef is om inzicht te krijgen in de bodemparameters. De haalbaarheid van het eerder ontworpen hoogwatersysteem wordt hiermee getest. Daarnaast dient de pompproef ook als controle op de parameterinvoer van het eerder opgestelde grondwatermodel. Op twee locaties zijn onttrekkingsbronnen geplaatst en vier peilbuizen hebben de verlaging gemeten (Figuur 1-1). In Tabel 1-1 is de metadata per peilbuis weergegeven.



Figuur 1-1. Locatie onttrekkingsbronnen en monitoringspeilbuizen.



Tabel 1-1. Metadata onttrekkingsbronnen en monitoringspeilbuizen.

Onttrekking/ peilbuis	X-coördinaat	Y- coördinaat	MV (AHN4) [mNAP]	b.k. filter [mNAP]	o.k. filter [mNAP]
Onttrekking Q=121,5 m3/uur	196920,5	356667,1	+21,9	+13,9	+3,9
Onttrekking Q=82,7m3/uur	196837,7	356782,5	+20,7	+14,7	+4,7
Peilbuis PB1	196912,3	356682,3	+21,6	+12,6	+11,6
Peilbuis PB2	196886,7	356751,8	+21,5	+12,5	+11,5
Peilbuis PB3	196873,0	356779,6	+21,6	+12,6	+11,6
Peilbuis PB4	196849,3	356780,6	+21,3	<i>onbekend</i>	<i>onbekend</i>

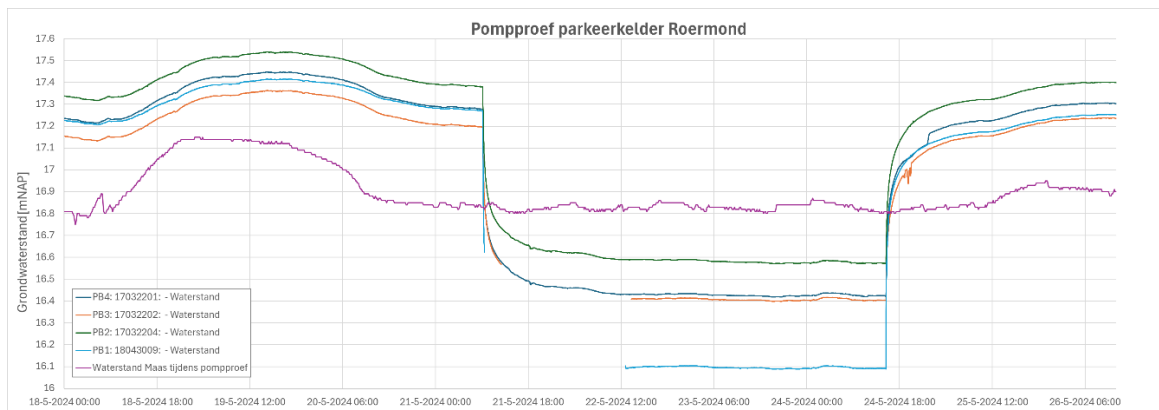


2 Resultaten bodemparameters pompproef

2.1 Pompproef

De pompproef is uitgevoerd op 21 mei 2024. In Figuur 2-1 is zijn de grondwaterstanden voorafgaand aan en tijdens de pompproef weergegeven. De waterhoogte in de Maas was lager dan de grondwaterstanden en fluctueerde tijdens de pompproef tussen NAP +16,8 m en NAP +16,9 m. De grondwaterstand in de peilbuizen fluctueerde tussen NAP +17,4 m en NAP +17,2 m voor start pompproef. Maas heeft dus in deze situatie een drainerend karakter. Opvallend is dat de grondwaterstand 20 cm verschilt op 30 m afstand. Dit is geohydrologisch niet te verklaren. Deze gemeten waterstanden dienen nagekeken te worden want de mNAP waarde klopt waarschijnlijk niet. Voor het verlagingseffect van de pompproef zijn de reeksen betrouwbaar.

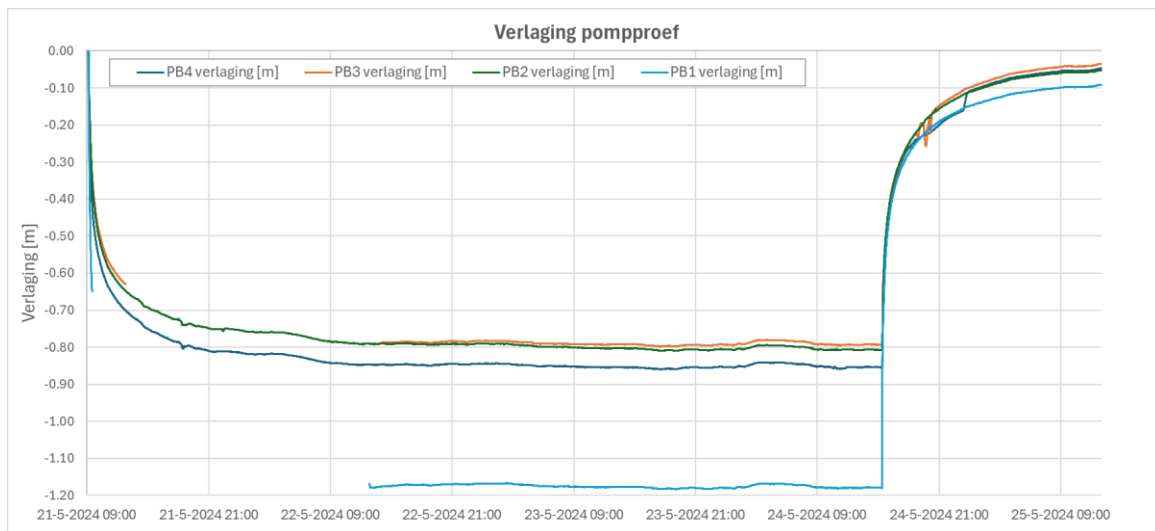
Voorafgaand aan de pompproef, rond 18/19 mei 2024 was de waterstand in de Maas tijdelijk verhoogd tot NAP +17,1 m. Te zien is dat bij een stijging van de rivierwaterstand dit direct (binnen enkele dagen) voor een verhoging van de grondwaterstand zorgt.



Figuur 2-1. Grondwaterstanden monitoringspeilbuizen en rivierwaterstand Maas.

In Figuur 2-2 is de verlaging vanaf start pompproef (21-05-2024 09:05) weergegeven. Hieronder zijn de bevindingen opgesomd:

- Tijdens de pompproef vallen de dataloggers van peilbuizen PB1 en PB3 droog. Tijdens de pompproef zijn ze lager gehangen, echter mist een deel van de data hierdoor.
- Peilbuis PB 1 staat op 17 m afstand van onttrekkingsbron op het Kazerneterrein ($Q = 121,5 \text{ m}^3/\text{uur}$). De grondwaterstands daling is het grootst in peilbuis PB1.
- Peilbuis PB4 staat op 12 m afstand van de onttrekkingsbron aan de voorzijde ($Q = 82,7 \text{ m}^3/\text{uur}$).
- Peilbuis PB3 staat op 36 m afstand van deze onttrekkingsbron.
- In peilbuizen PB2 en PB3 wordt nagenoeg dezelfde verlaging gemeten. Deze peilbuizen staan tussen de twee onttrekkingsbronnen.
- Op basis van de afstand tot de onttrekkingsbron zou je in PB4 meer verlaging verwachten dan in PB3. Dit is echter niet het geval.



Figuur 2-2. Verlaging [m] in de peilbuizen vanaf start pompproef.

2.2 Boorbeschrijvingen

In bijlage 1 zijn de boorbeschrijvingen van de peilbuizen en onttrekkingsbronnen toegevoegd. In deze paragraaf worden opvallende dingen behandeld. De onttrekkingsbronnen zijn geplaatst op het Kazerneplein en aan de Maashaven (Figuur 1-1). De filters van de onttrekkingsbronnen zijn 10 m lang en zijn tussen 6 en 16 m-mv geplaatst. De filters zijn geplaatst in bodemlagen die geclassificeerd zijn als grindige lagen. Boven deze laag wordt zand, grind, puin en een dunne leemlaag (NAP +19,4m en NAP +14,1m) of kleilaag (NAP +20,0m en NAP +17,5m) aangetroffen.

Deze slecht doorlatende laag wordt dunner beschreven in de boorbeschrijvingen van peilbuizen PB1 t/m PB3. Van peilbuis PB4 is geen boorbeschrijving beschikbaar, het is ook onbekend op welke diepte het filter staat. De onderkant van het filter moet, gezien de verlaging tot NAP +16,5m (Figuur 2-1), minimaal dieper dan NAP +16,4m staan.

In de peilbuizen wordt de matig zandige kleilaag aangetroffen op een diepte van:

- PB1 tussen NAP +16,6m en NAP +16,1m;
- PB2 tussen NAP +16,5m en NAP +15,7m;
- PB3 tussen NAP +15,6m en NAP +15,1m.

Deze leem/kleilaag lijkt op basis van de boorbeschrijvingen van de peilbuizen dieper te liggen dan uit de boorbeschrijvingen van de onttrekkingsbronnen blijkt. De dikte van deze laag fluctueert sterk. De filters van de peilbuizen staan onder deze kleilaag in een matig grof zandige laag. Evenals de filters van de onttrekkingsbronnen. De grondwaterstand wordt ook boven deze klei/leem laag verlaagd. Op basis van de beschikbare gegevens is de verwachting dat deze laag niet significant waterremmend zal zijn en dat deze laag heterogeen is.



3 Vergelijking pompproef en werking grondwatermodel

3.1 Resultaten parameter estimation (PEST) analyse

In het verleden is door Aveco de Bondt een grondwatermodel opgesteld [RB/004/161326]. Dit grondwatermodel is opgebouwd uit een dunne deklaag op een dik grof zandig pakket. Het grof zandige pakket heeft een horizontale doorlatendheid van $K_h = 40$ m/dag en een verticale doorlatendheid $K_v = 3$ m/dag. De dunne deklaag bestaat ter plaatse van de projectlocatie uit een slecht doorlatend zandig pakket met een horizontale doorlatendheid van $K_h = 0,5$ m/dag en een verticale doorlatendheid $K_v = 0,05$ m/dag.

De pompproefresultaten zijn in het eerder opgestelde grondwatermodel toegevoegd. Per peilbuis is op de locatie het verloop van de grondwaterstanden door de tijd in het model gezet. Daarnaast zijn de twee onttrekkingsbronnen met het vaste debiet toegevoegd. Het verloop van het grondwater zoals in Figuur 2-1 staat dan ook in het model, het model kan dan zelf ook een verlaging in de tijd berekenen. Als het grondwatermodel exact het gedrag van de bodem berekend zoals blijkt uit de pompproef zouden deze lijnen over elkaar heen liggen.

Voor herijking van het bestaande grondwatermodel is gebruikt gemaakt van PEST (parameter estimation) kalibratie tool. Middels deze tool kun je het grondwatermodel aan de hand van de pompproef resultaten de verschillende parameters laten bepalen, binnen een vooraf opgegeven en weloverwogen bandbreedte. Uit de hand van de analyse in PEST zijn de volgende aanpassingen in het model doorgevoerd:

- de doorlatendheden van de verschillende lagen in het model aangepast moesten worden om aan te sluiten bij de data van de pompproef.
- er modellagen moesten worden opgesplitst om meer diversiteit/heterogeniteit in bodemopbouw te creëren.
- de bodemdiepte van de Maas is verlaagd naar een gemiddeld niveau van NAP +13,0 m.
- de mate van doorlatendheid van de Maasbodem is verlaagd naar 100 m/dag.

Let op: deze gegevens zijn enkel bepaald op basis van de gegevens van de pompproef. Er zijn geen langdurige meetreeksen van het grondwater beschikbaar waarop het grondwatermodel kan worden getoetst. Dit is met name van belang voor de mate van uitwisseling van de Maas naar het grondwater..

De herziende doorlatendheden zijn weergegeven in onderstaande Tabel 3-1. In Bijlage 1 zijn de resultaten van de berekende en gemeten grondwaterstanden op basis van onderstaande bodemparameters weergegeven.

Tabel 3-1. Doorlatendheden aangepast grondwatermodel. Doorlatendheden van laag 1 tot en met 5 zijn aangepast t.o.v. eerdere grondwatermodel. De 'oude' doorlatendheden zijn aan het begin van het hoofdstuk benoemd.

Laag	Bovenkant laag [mNAP]	Onderkant laag [mNAP]	Horizontale doorlatendheid, K_x [m/dag]	Verticale doorlatendheid, k_z [m/dag]
1	+21,0	+16,5	50	10
2	+16,5	+10	25 50 (t.p.v. onttrekkingsbron en PB4)	8 40 (t.p.v. onttrekkingsbron en PB4)
3	+10	-10	30	4
4	-10	-30	100	10
5	-30	-31	0.004	0.04
6	-31	-65	28	2,8
7	-65	-66	0,16	0,16



8	-66	-90	8	1
9	-90	-91	0,3	0,003
10	-91	-100	10	10

Ten opzichte van het eerdere model is de doorlatendheid van de deklaag verhoogd en is de horizontale doorlatendheid iets verlaagd, daarentegen is de verticale doorlatendheid verhoogd. Laag 3 is opgesplitst in laag 3 en laag 4. De doorlatendheid op grotere diepte (boven de eerste slecht doorlatende laag 5) bleek op basis van de pompproef een stuk hoger te zijn, dan in het originele model is verondersteld. De filters van de onttrekkingsbronnen staan gedeeltelijk in deze laag. Merendeel van het onttrokken water zal uit deze grovere laag komen.

Zoals eerder vermeld is de gemeten grondwaterstand tijdens de pompproef in PB4 niet verklaarbaar. Naar verwachting zou deze lager moeten zijn dan PB3 omdat deze dichterbij de onttrekking staat. De doorlatendheid rondom peilbuis 4 is aangepast om deze beter te laten aansluiten bij de verlaging in peilbuis 3 (Figuur 5-5).

Zoals hierboven in Tabel 3-1 aangegeven zijn er wijzigingen doorgevoerd in de doorlatendheden. Dit heeft gezorgd voor verbetering van modelsimulaties ten opzichte van de gemeten grondwaterstanden. Figuur 5-1 tot en met Figuur 5-5 laten deze fit zien. Voor PB1, PB2 en PB3 geldt dat de berekende verlaging iets boven de gemeten verlaging komt. Dit betekent dat het model iets te weinig verlaging berekend bij het onttrekkingsdebiet. Hierdoor ontstaat een onderschatting van de verlaging. PB4 is hier een uitzondering op. Daar wordt meer verlaging berekend dan gemeten is tijdens de pompproef. Dit betekent dat er te veel verlaging wordt berekend. Echter, zoals eerder genoemd is de betrouwbaarheid van de metingen in PB4 twijfelachtig. Het is niet realistisch dat in PB3 en PB4 dezelfde grondwaterstand wordt gemeten terwijl PB4 dichterbij onttrekkingsbron staat. De data van peilbuis 4 is daarom niet meegenomen in verdere analyse of aanpassingen van het model.



4 Functioneren hoogwatersysteem

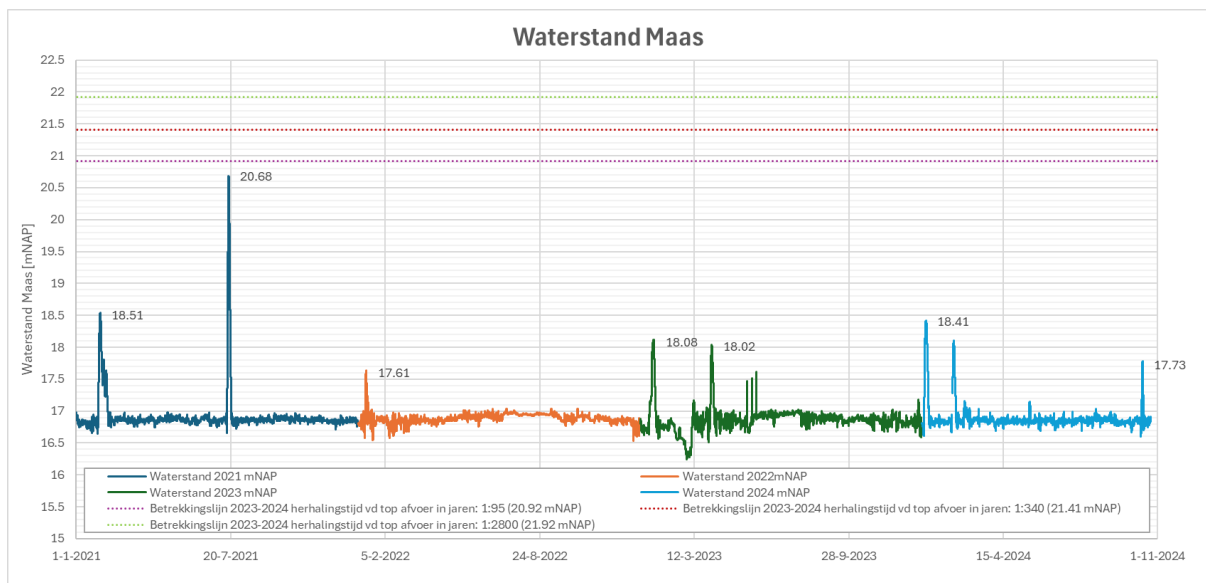
Door hoogwater in de Maas stijgt het grondwater rondom de parkeerkelder. Stijgt het grondwater tot NAP +19,6m dan kan de keldervloer opbarsten. In de eerder opgestelde rapportage [RB/004/161326] zijn verschillende systemen uitgewerkt en is gekozen om een hoogwatersysteem te realiseren die de waterdruk onder de kelder verkleint.

De haalbaarheid van het hoogwatersysteem is opnieuw berekend in het herziende grondwatermodel. Het grondwatermodel is aan de hand van de resultaten van de pompproef geactualiseerd. Naast pompproef resultaten zijn geen andere gegevens zoals langdurige grondwatermeetreeksen, beschikbaar om het model ook mee te verifiëren.

De debieten zijn berekend voor twee 2 hoogwater situaties, deze zijn uitgewerkt in onderstaande paragrafen 4.2.1 en 4.2.2. Er wordt overcapaciteit van de bronnen geadviseerd om onzekerheden zoals mate van uitwisseling van Maas water naar het grondwater op te kunnen vangen.

4.1 Waterhoogte Maas en betrekkingslijnen

In onderstaand figuur is de waterhoogte van de Maas (Roermond boven) tussen 2021 en 2024 weergegeven. De hoogst gemeten piek in deze periode was NAP +20,68m.



Figuur 4-1. Waterstand Maas (Roermond Boven) tussen 2021 en oktober 2024.

Voor het hoogwatersysteem waren in het voorgaande rapport twee scenario's uitgerekend. Een met een waterstand van NAP +20,9m en NAP +21,9m. Deze waren ten tijden van het opstellen de betrekkingslijnen van 1 keer per 100 jaar en 1 keer per 1250 jaar. Deze betrekkingslijnen zijn in 2023 tot 2024 bijgesteld naar 1 keer per 95 jaar en 1 keer per 2800 jaar. Dat wil zeggen dat we vaker te maken krijgen met een waterstand van NAP +20,9m en minder vaak met een waterstand van NAP +21,9m.

Uit bovenstaande grafiek blijkt dat de historische hoogwatergolven van NAP +19,0m (en hoger) in 1995 10 dagen duurde en in half juli 2021 2 dagen. Voor de analyse is uitgegaan van deze historische duur van 10 dagen.



4.2 Hoogwatersysteem

4.2.1 Functioneren hoogwatersysteem bij een waterstand van NAP +20,9 m

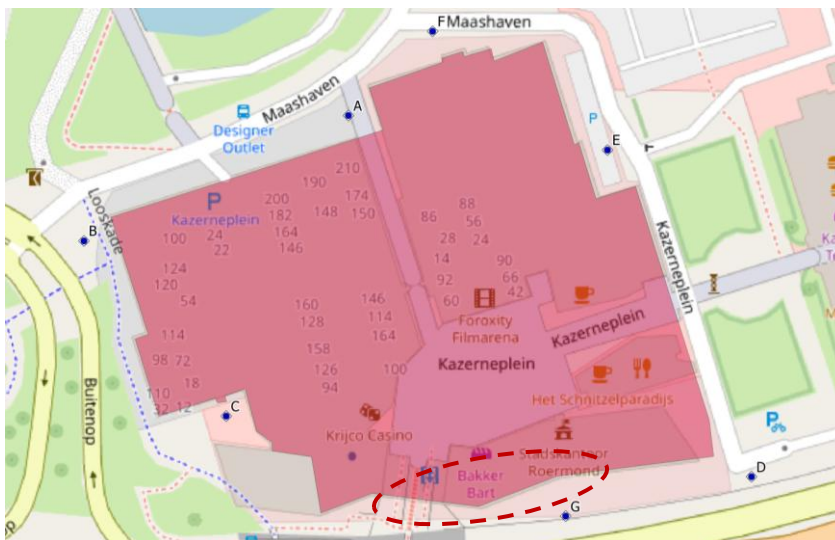
Uit de analyse blijkt dat het ontworpen watersysteem bij deze waterstand voldoet. Dat wil zeggen dat de eerder gerapporteerde debieten (Tabel 4-1) zorgen voor voldoende verlaging. De debieten uit het herziende model zijn iets lager, dit komt omdat de mate van uitwisseling van de Maas naar grondwaterstand lager bleek tijdens de pompproef dan voorheen was aangehouden. Echter blijft dit een model onzekerheid omdat er geen langdurige grondwatermeetreeksen beschikbaar zijn om dit te verifiëren. Onzekerheid over de mate van uitwisseling resulteert in afwijking in debieten. Is de mate van uitwisseling hoger dan aangehouden dan zal het debiet hoger zijn. Derhalve wordt geadviseerd om de eerder gerapporteerde debieten als uitgangspunt te gebruiken.

Tabel 4-1. Onttrekkingsdebieten pompsysteem (A t/m F) bij hoogwatergolf van NAP +20,9m.

Duur [dagen]	Maaswaterstand NAP +20,9m 1x per 95 jaar [m³/dag]	1x per 95 jaar [m³/uur]
1	700	29
2	2.290	95
3	3.230	135
4	3.970	165
5	4.600	192
6	5.160	215
7	5.690	237
8	5.970	249
9	6.240	260
10	6.500	271

4.2.2 Functioneren hoogwatersysteem bij een waterstand van NAP +21,9 m

Uit de analyse blijkt dat het grondwater onvoldoende verlaagd kan worden met de putten configuratie A t/m F bij een hoogwatergolf van NAP +21,9 m. De kritische locatie is rood omcirkeld (Figuur 4-2). Er is voor gekozen om een extra onttrekkingsbron G te plaatsen. Plaatsen van een extra bron zorgt ook voor een robuuster systeem.



Figuur 4-2. Overzicht parkeerkelder, bronnen (A t/m G) en in rood omcirkeld de kritische locatie tijdens hoogwater van NAP +21,9 m.



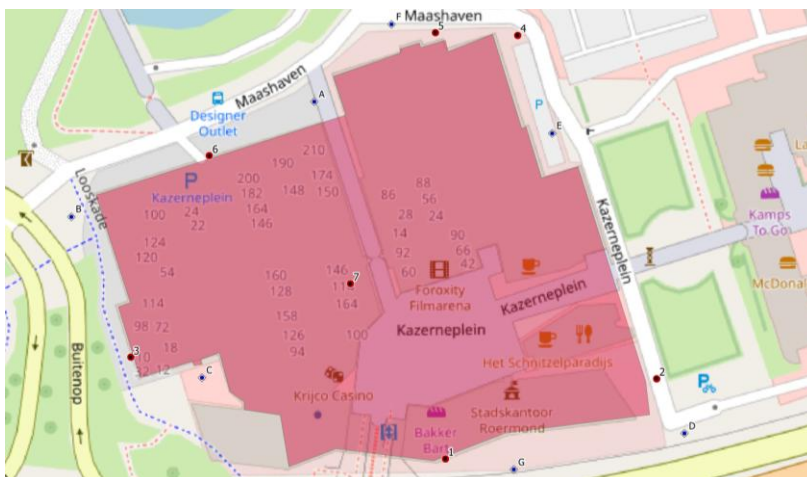
In Tabel 4-2 zijn de herziende debieten weergegeven. Deze debieten zijn nodig zodra er een hoogwatergolf van NAP +21,9 m voorkomt gedurende 10 dagen. Net als in bovenstaande paragraaf zorgen de eerder gerapporteerde debieten (Tabel 4-1) voor voldoende verlaging. De debieten uit het herziende model zijn iets lager, dit komt omdat de mate van uitwisseling van de Maas naar grondwaterstand lager bleek tijdens de pompbeurt dan voorheen was aangehouden. Echter blijft dit een modelonzekerheid omdat er geen langdurige grondwatermeetreeksen beschikbaar zijn om dit te verifiëren. Derhalve wordt geadviseerd om de eerder gerapporteerde debieten als uitgangspunt te gebruiken.

Tabel 4-2. Onttrekkingsdebieten pompsysteem (A t/m G) bij hoogwatergolf van NAP +21,9m.

Duur [dagen]	Maaswaterstand NAP +21,9m 1x per 2800 jaar [m ³ /dag]	1x per 2800 jaar [m ³ /uur]
1	1.350	56
2	4.030	168
3	5.690	237
4	6.450	269
5	7.120	297
6	7.490	312
7	7.830	326
8	8.360	348
9	8.650	360
10	8.700	363

4.3 Monitoring

In het voorgaande rapport is monitoring geadviseerd. Dit blijft nog steeds van belang zodat inzichtelijk blijft of er voldoende verlaging behaald wordt door het hoogwatersysteem (Figuur 4-3). De peilbuizen worden geplaatst tot circa 10 meter onder maaiveld, gelijk aan het bronsysteem. De monitoring dient voorzien te worden van telemetrische dataloggers. De meetfrequentie dient minimaal 1x per uur te zijn. De meetfrequentie kan op afstand bijgesteld worden, er kan gekozen worden om tijdens een naderende hoogwatergolf de frequentie aan te passen naar een korter interval. Het is ook mogelijk om bij deze dataloggers een alarmwaarde toe te voegen. Zo kunnen er tijdig acties ondernomen worden.



Figuur 4-3. Overzicht monitoringsnetwerk.



5 Conclusies pompproef en grondwatermodel

Er is een pompproef uitgevoerd om de haalbaarheid van het hoogwatersysteem rondom de parkeerkelder aan het Kazerneplein te Roermond te testen. Gegevens van de pompproef zijn verwerkt om de bodemeigenschappen (doorlatendheid) beter in beeld te krijgen. Tezamen met de boorbeschrijvingen zijn aanpassingen gedaan aan de doorlatendheid van de bodem in het grondwatermodel. Daarnaast blijkt uit de pompproef dat de mate van uitwisseling tussen de Maas en het grondwater niet hoog is, echter dit is gebaseerd op een momentopname (pompproef). Er zijn geen langdurige meetreeksen beschikbaar in de omgeving, waarop het model nader kan worden getoetst.

Het herziende grondwatermodel laat zien dat het systeem zoals in het verleden ontworpen kritisch wordt aan de zuidzijde van de parkeerkelder. Er wordt daarom één extra onttrekkingspunt (punt G) aan de zuidzijde geadviseerd. De debieten blijven hetzelfde (Tabel 4-1 en Tabel 4-2).

Voor een betrouwbaar systeem wordt geadviseerd meerdere monitoringspeilbuizen te plaatsen. Deze dienen voorzien te worden van telemetrische dataloggers, zodat je de meetfrequentie kunt aanpassen en alarmwaardes kunt instellen. Dit zorgt ervoor dat er bijgeschakeld kan worden.



Bijlage 1 Boorbeschrijving bronnen en peilbuizen

BOORPROFIEL

Opdrachtgever				
Adres				
Postcode+Plaats				
Telefoon, vast				
Mobiel				
E-mail				
Boorlocatie	Kazerneplein N280	Datum	20-feb-24	
Adres	Stadsweide	X / Noord	196 b921	
Postcode+Plaats	Roermond	Y / Oost	356 674	
Telefoon, vast		KLIC nummer	24G0 120 570	
mobiel		Machine	150	
Doel	bemalingsproef	Casing	419	
Werkwater	2400	Boormeester		
PBM's	standaard	GWS in rust	4,50 M-MV	
Vergunning	nee	Debiet		
M-MV	Grondsoort	Kleur	Omschrijving	Bijmenging
0000	proefsleuf			
0100	puin			
0140	grind	bruin	matig fijn	
0180	zand	zwart	lemig	schelpen
0250	leem	zwart	zwak	puin
0560	leem	bruin	zwak	
0780	grind	bruin	matig fijn	zand matig fijn
1020	grind	bruin	matig grof	zand grof
1600	grind	bruin geel	matig grof	zand grof
1800	einde boring			
PVC	315	0000 – 0800 M-Mv	Mikolit 00	0200 – 0400 M-Mv ivm put
	315 fil 0,8	0800 – 1800 M-MV	fil zand 1,7-2,5mm	0400 – 1800 M-Mv
				orde en netheid: goed
				Veiligheidsbewustzijn: goed
				Status materieel: goed
				Buitengewone risico's:

Werkzaamheden zijn verricht conform de BRL 2100 uitgevoerd waarvoor het bedrijf dan ook gecertificeerd is, en door de overheid erkend.

BOORPROFIEL

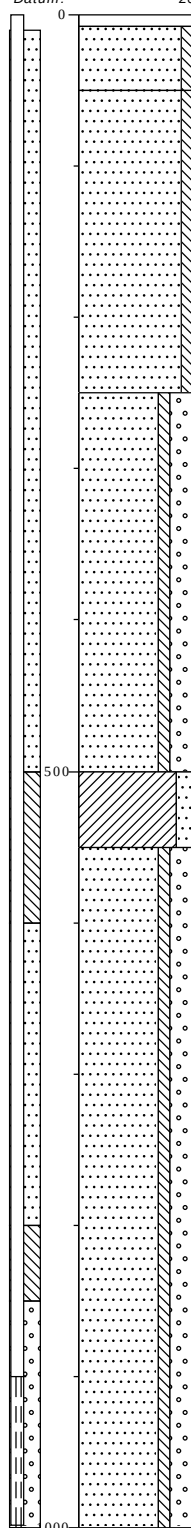
Opdrachtgever				
Adres				
Postcode+Plaats				
Telefoon, vast				
Mobiel				
E-mail				
Boorlocatie	voorzijde	Datum	23-2-2024	
Adres	Maashaven	X / Noord	196 837	
Postcode+Plaats	Roermond	Y / Oost	356 767	
Telefoon, vast		KLIC nummer	24G0120567	
mobiel		Machine	150	
Doel		Casing	419	
Werkwater	2600 liter	Boormeester		
PBM's	standaard	GWS in rust	3,90 m-Mv	
Vergunning	nee	Debiet		
M-MV	Grondsoort	Kleur	Omschrijving	bijmenging
0000	korrelmix			
0070	puin			siltig
0240	klei	bruin/grijs	fijn	puin
0320	klei	bruin/grijs		
0530	grind	bruin	grof	zand bruin/grijs grof
1470	grind	wit	grof	
1600	einde boring			
PVC	315	0000 - 0600	Mikolit 00	0200 – 0500 M-Mv
	315 fil 0,8	0600 - 1600	fil zand 1,7-2,5mm	0500 – 1600
				orde en netheid: goed
				Veiligheidsbewustzijn: goed
				Status materieel: goed
				Buitengewone risico's:

Werkzaamheden zijn verricht conform de BRL 2100 uitgevoerd waarvoor het bedrijf dan ook gecertificeerd is, en door de overheid erkend.

Boring:

PB1

Datum: 26-4-2024



0 klinker

8 Zand matig grof, zwak siltig, lichtgrijs, Voorboren

50 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

250 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

500 Klei, matig zandig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal

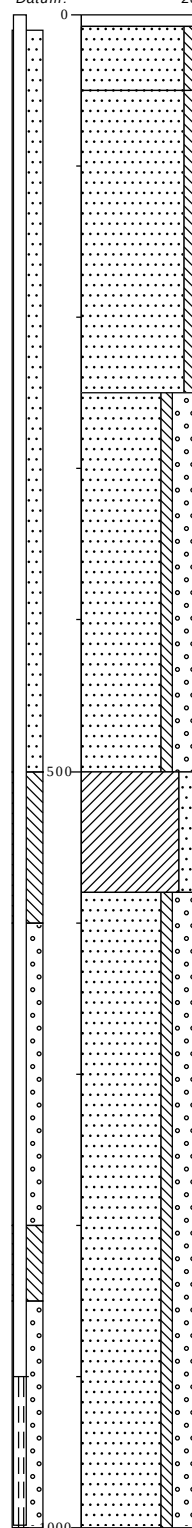
550 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

1000

Boring:

PB2

Datum: 26-4-2024



0 klinker

8 Zand matig grof, zwak siltig, lichtgrijs, Voorboren

50 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

250 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

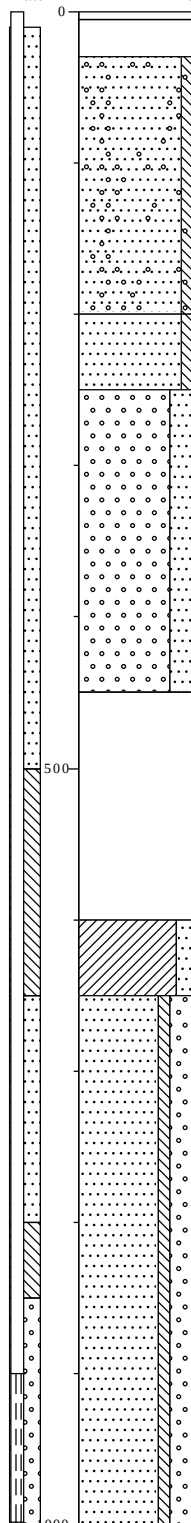
500 Klei, matig zandig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal

580 Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal

1000

Boring: PB3

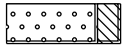
Datum: 29-4-2024



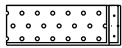
0	tegel
5	
30	Volledig puingranulaat, lichtbruin, Voorboren
	Zand matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend, matig grindhoudend, neutraalbruin, Voorboren
200	
250	Zand matig fijn, zwak siltig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal
	Grind zeer grof, sterk zandig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal
450	
	Uiterst puinhoudend, sterk keien, matig houthoudend, brokken klei, neutraalbruin, Pulsinstallatie machinaal
600	
650	Klei, matig zandig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal
	Zand matig grof, zwak siltig, sterk grindig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal
1000	

Legenda (conform NEN 5104)

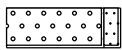
grind



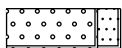
Grind, siltig



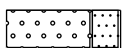
Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig



Grind, sterk zandig

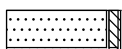


Grind, uiterst zandig

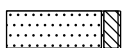
zand



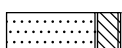
Zand, kleiig



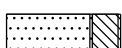
Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig

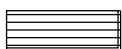


Zand, sterk siltig

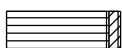


Zand, uiterst siltig

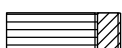
veen



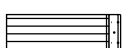
Veen, mineraalarm



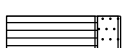
Veen, zwak kleiig



Veen, sterk kleiig

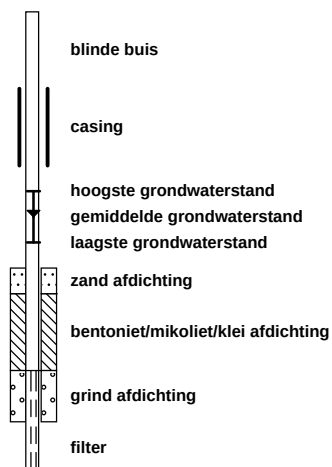


Veen, zwak zandig

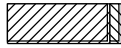


Veen, sterk zandig

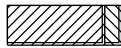
peilbuis



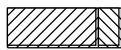
klei



Klei, zwak siltig



Klei, matig siltig



Klei, sterk siltig



Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

leem



Leem, zwak zandig

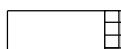


Leem, sterk zandig

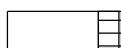
overige toevoegingen



zwak humeus



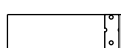
matig humeus



sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

geur

- geen geur
- ◐ zwakke geur
- ◑ matige geur
- ◒ sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- ◐ zwakke olie-water reactie
- ◑ matige olie-water reactie
- ◒ sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- ◐ >0
- ◑ >1
- ◒ >10
- ◓ >100
- ◔ >1000
- ◕ >10000

monsters

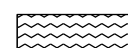
- ◐ geroerd monster
- ◑ ongeroerd monster
- ◒ volumering

overig

- ▲ bijzonder bestanddeel
- ◐ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ◑ grondwaterstand
- ◒ Gemiddeld laagste grondwaterstand



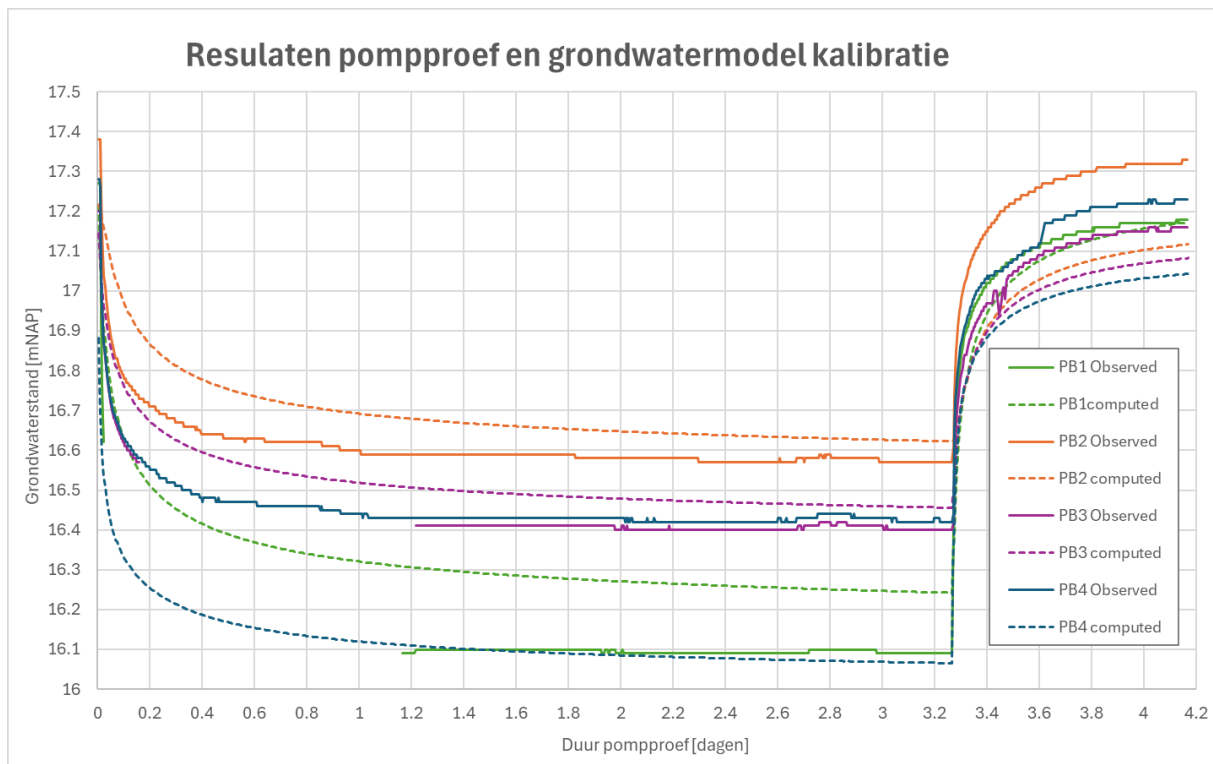
slib



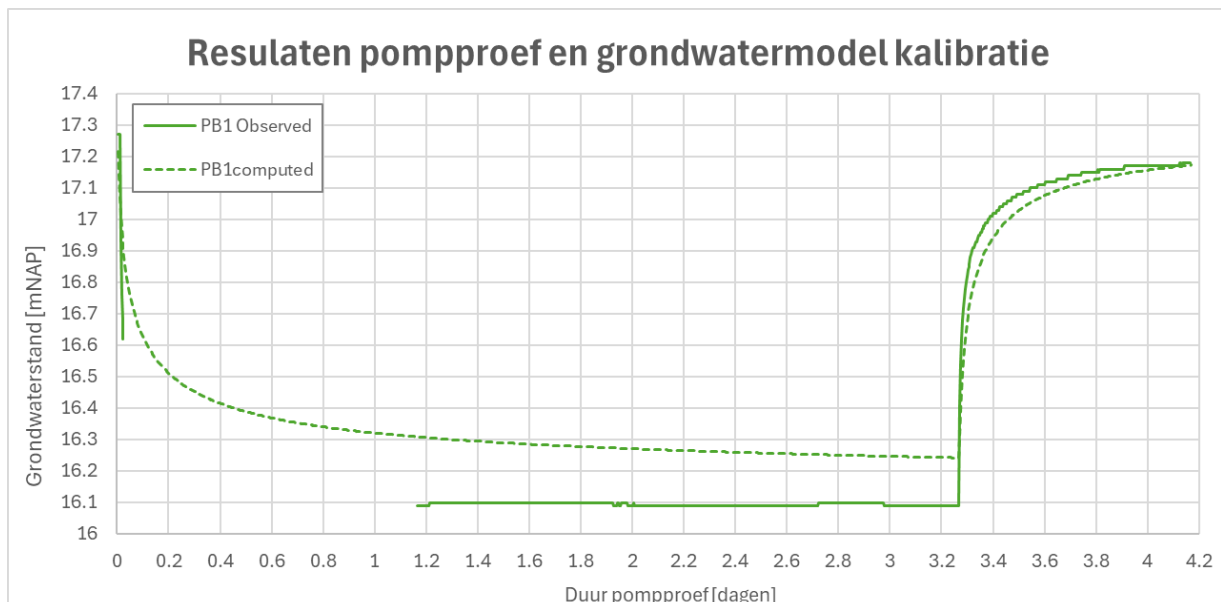
water



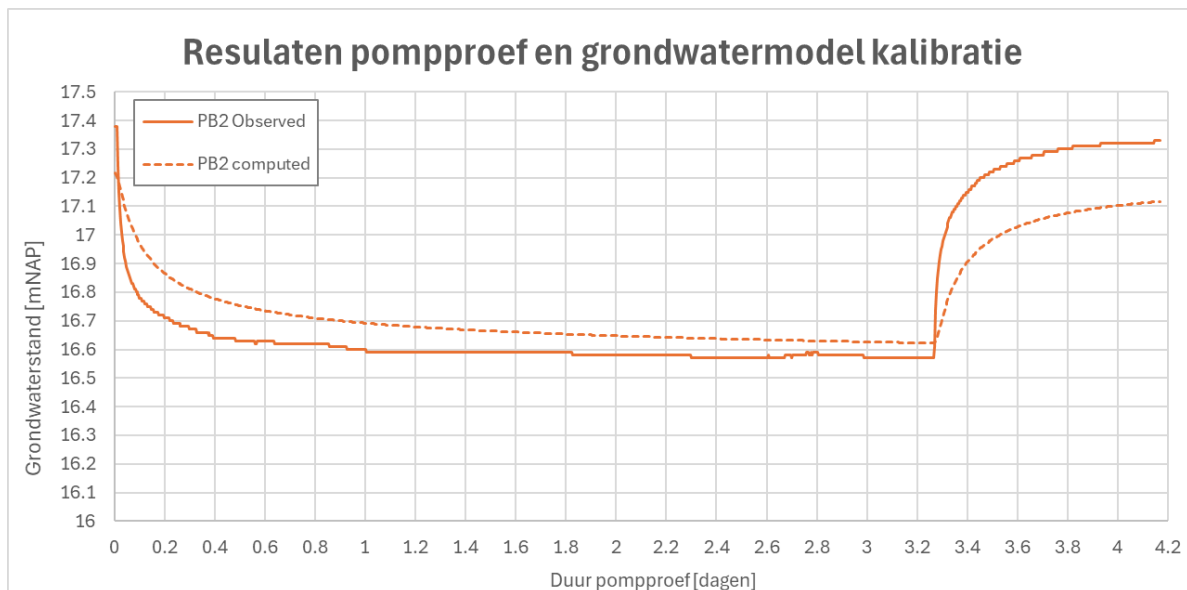
Bijlage 2 Resultaten PEST



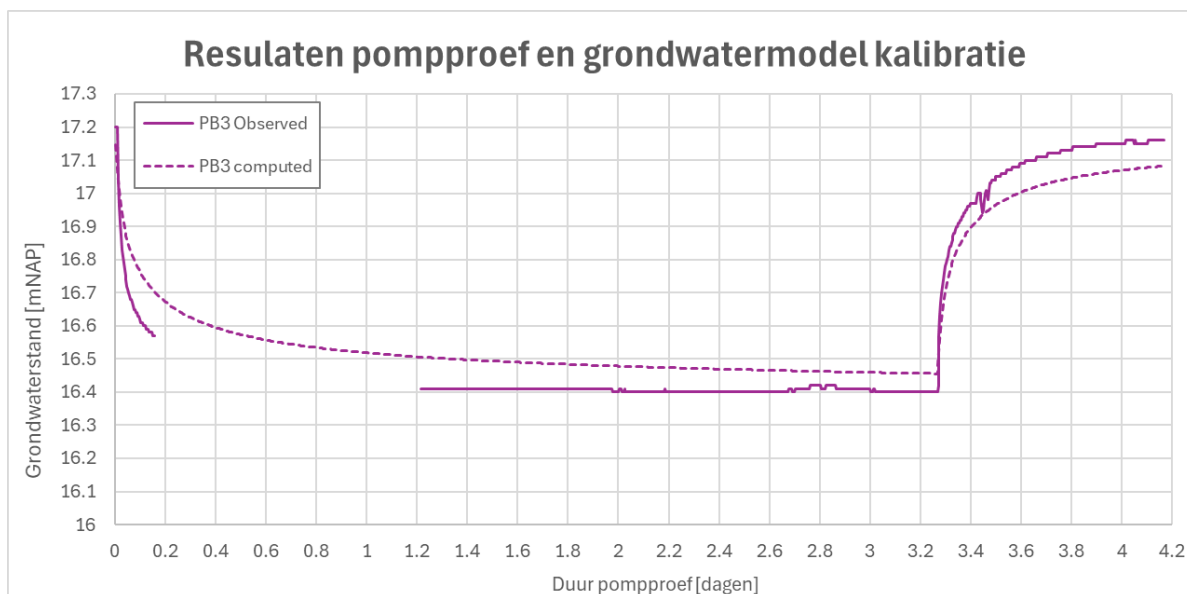
Figuur 5-1. Resultaten pompproef gemeten door pompproef (observed) versus berekend door grondwatermodel (computed).



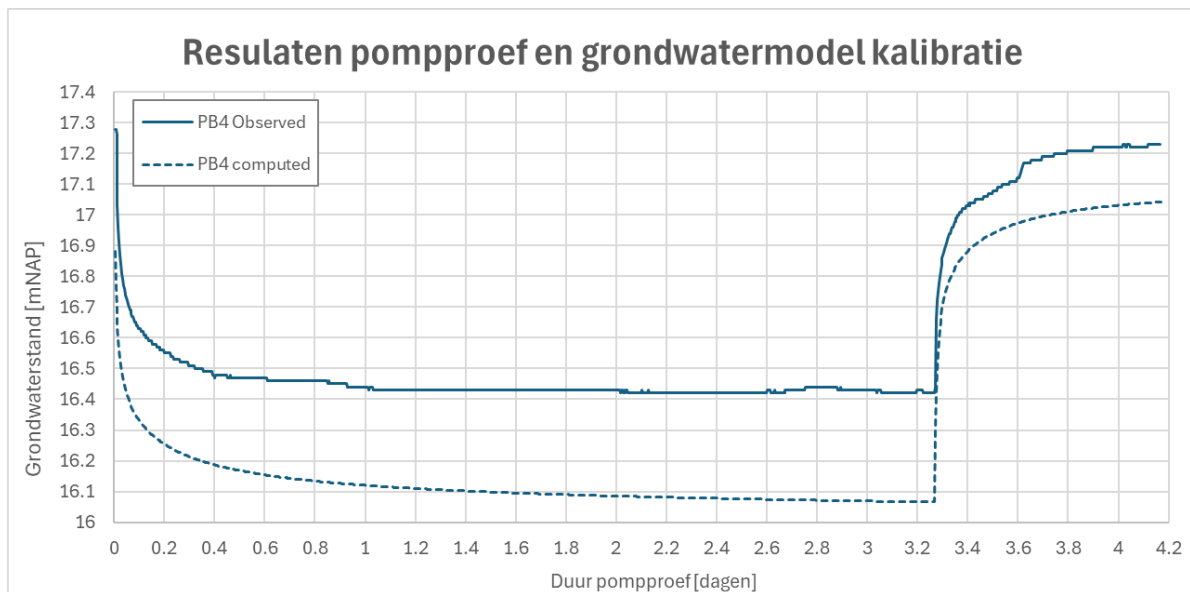
Figuur 5-2. Resultaten PB1 pompproef gemeten door pompproef (observed) versus berekend door grondwatermodel (computed).



Figuur 5-3. Resultaten PB2 pompproef gemeten door pompproef (observed) versus berekend door grondwatermodel (computed).



Figuur 5-4. Resultaten PB3 pompproef gemeten door pompproef (observed) versus berekend door grondwatermodel (computed).



Figuur 5-5. Resultaten PB4 pompproef gemeten door pompproef (observed) versus berekend door grondwatermodel (computed).