

Notitie

Datum: 6 juli 2016
Betreft: Herijking geohydrologische verkenning station Ede-Wageningen, Ede
Kenmerk: BN48A, NOT20160622
Bestemd voor: Gemeente Ede
Ter attentie van: de heer M.F.P. Ettema
Opgesteld door: ir. W. Noome
Controle: ir. J.H. Bouma

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Movares heeft een voorstel voor de GHG (Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) en de HG (hoogste Grondwaterstand) gedaan als uitgangspunt voor het VO van de parkeerkelder onder het busplein. Wareco heeft op 2 april 2015 een geohydrologische verkenning van Station Ede-Wageningen uitgevoerd. In deze notitie is een analyse uitgevoerd naar het grondwaterregime in de omgeving van het station. In deze notitie zijn onder meer actuele meetreeksen gebruikt, meetreeksen vanaf februari 2014 tot april 2016. Deze meetreeksen zijn te kort voor onderbouwde uitspraken over het grondwaterregime.

In de winterperiode 2015-2016 is veel neerslag gevallen en krijgt de gemeente meer klachten over grondwateroverlast. Het gemaal Albertstunnel blijkt gemiddeld per dag 4 uur te draaien om het grondwater weg te krijgen, bij hoge grondwaterstanden kan de draaitijd oplopen tot meer dan 9 uur. Hierdoor wordt vermoed dat de grondwaterstanden in het stationsgebied hoger staan dan de in 2015 bepaalde GHG. Dit is van belang vanwege de ontwikkelingen in het gebied, waaronder de bouw van de parkeerkelder.

1.2. Doel

Het doel van dit onderzoek is het herijken van de GHG (gemiddelde hoogste grondwaterstand) en de HG (hoogste grondwaterstand) op basis van de meest recente meetgegevens en het actualiseren van de rapportage van vorig jaar.

1.3. Uitgevoerde werkzaamheden

We hebben in 2016 de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

1. Veldwerk: uitlezen dataloggers van acht peilbuizen rond het station, inclusief het uitvoeren van een controlemeting (handmeting) van de grondwaterstanden.
2. Valideren van de metingen. We hebben hierbij speciale aandacht voor de betrouwbaarheid van de meetdata van peilbuis 108-32. Vervolgens stellen we grafieken op.
3. Werking gemaal. Dit onderdeel uit de oude rapportage vullen we aan met nieuwe informatie over draaiuren en debieten.
4. Herijking van de GHG en de HG.
5. Actualiseren en interpreteren rapportage met de nieuw verkregen meetdata.

Deze notitie betreft dus een actualisatie van de notitie van 2 april 2015 met kenmerk BN48, NOT20150326.

1.4. Achtergrond

De gemeente Ede werkt samen met andere partijen aan de vernieuwing van het Stationsgebied. Movares stelt ontwerpen op van de parkeervoorziening die onder het busplein zal worden gerealiseerd.

De bovenkant van de vloer van de parkeerkelder ligt volgens baselinetekening, opgesteld door Mecanoo architecten (tekeningnummer: SO-900-baseline d.d. 07-01-2015), op circa NAP +16,5 m [3]. De bovenkant van de vloer van de tunnel onder het spoor ligt op circa NAP +15,8 m.

Movaris heeft op basis van meetdata van een drietal peilbuizen uit het Dinoloket van TNO, die in de omgeving van het stationsgebied staan, een voorstel voor de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en de HG (hoogste grondwaterstand) als uitgangspunt voor het VO gedaan. De GHG ter plaatse van het stationsgebied is geschat op NAP +14,50 m en de HG is geschat op NAP +15,40 m. In onderstaande tabel zijn de kenmerken van de geraadpleegde peilbuizen weergegeven.

Tabel 1: Kenmerken peilbuizen uit Dinoloket

Peilbuis	Maaiveld t.o.v. NAP	Filterstelling t.o.v. NAP	Meetperiode
B39F0119	19,03 m	-0,90 tot -20,90 m	14-12-1950 / 15-12-1980
B39F0585	21,80 m	8,37 tot 12,43 m	29-03-1971 / 28-10-1980
B37F0617	21,67 m	13,30 tot 12,30 m	14-01-1993 / 17-12-2012

Bij de gemeente is onduidelijkheid gerezen over de geohydrologische gegevens die bij het ontwerp gebruikt zijn. Wareco heeft in voorliggende notitie een analyse uitgevoerd naar het grondwaterregime in de omgeving van het station. Hierbij zijn verschillende (historische) datasets en peilbuizen vergeleken. Op basis van de beschikbare gegevens is een oordeel gevormd over de geohydrologie in het stationsgebied. In het noordoosten is het voormalige kazerneterrein gelegen aan de stroomopwaartse zijde. In de huidige analyse is geen rekening gehouden met de ontwikkelingen op het voormalige kazerneterrein. In [bijlage 1](#) is een overzicht met de peilbuislocaties weergegeven.

Gebruikte bronnen:

- [1] Dinoloket van TNO.
- [2] Ede Grondwaterproof Grondwatervisie opgesteld door Sector ROB/Beheer van de gemeente Ede d.d. 6 maart 2007.
- [3] Mecanoo Architecten tekeningnummer: SO-900-baseline d.d. 07-01-2015
tekeningnummer: SO-900-baseline d.d. 07-01-2015.
- [4] Atlas Gelderland, Register grondwateronttrekkingen, provincie Gelderland, 2008.
- [5] Meetreeksen gemeentelijke peilbuizen.

In aanvulling op bovenstaande gegevens zijn op 26 februari 2015 de volgende gegevens aangeleverd door gemeente Ede:

- [6] Bedrijfsuren pompgemaal met pompcapaciteit en afstromend oppervlak.
- [7] Aanvullende gemeentelijke peilbuizen Dawaco.
- [8] Grondwaterstanden Azure model voor huidige en toekomstige klimaatscenario.

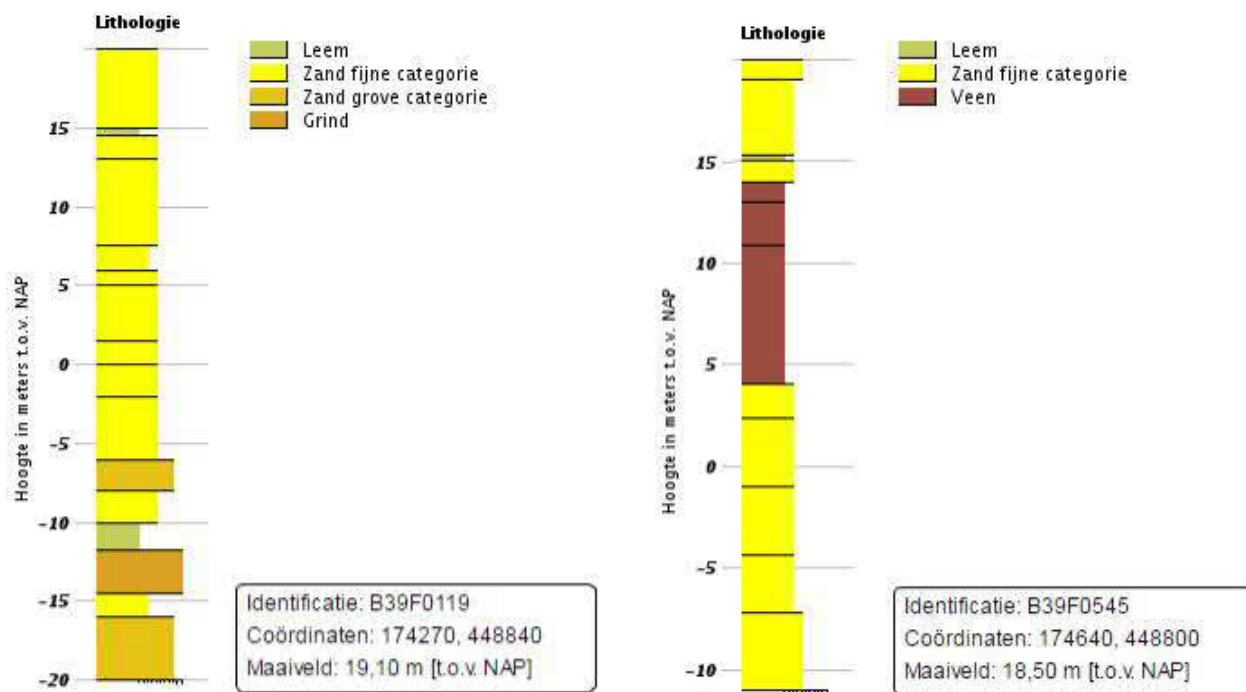
1.5. Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is de aanleiding voor het onderzoek uiteengezet. Vervolgens is in hoofdstuk 2 het onderzoeksgebied beschreven. Hierbij is gekeken naar de geohydrologische situatie, onttrekkingen en het huidige tunnelcomplex. In hoofdstuk 3 zijn de beschikbare grondwaterstandmetingen uit Dinoloket, Dawaco en WWD beschreven en geanalyseerd. In hoofdstuk 4 is geanalyseerd in hoeverre de meetreeksen beschreven in hoofdstuk 3 een representatief beeld geven van de grondwaterstand rondom het stationsgebied. Aan de hand van de pompggegevens en het verloop van de grondwaterstanden is gekeken of de grondwaterstanden worden beïnvloed door het pompgemaal in de spoortunnel. Daarnaast is met behulp van het grondwatermodel Azure bekeken welke grondwaterstanden verwacht kunnen worden ten opzichte van de huidige situatie. Aan de hand hiervan is in hoofdstuk 5 een conclusie getrokken of de ingeschatte hoogste grondwaterstanden door Movares een goed beeld geven van de grondwaterstand rondom het stationsgebied.

2. Omschrijving onderzoeksgebied

2.1. Geohydrologische situatie

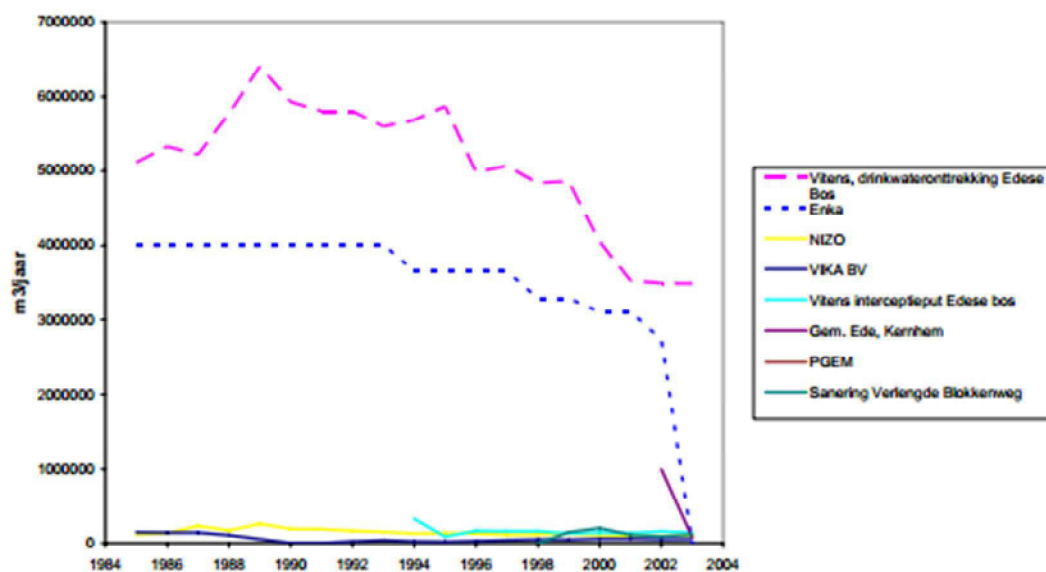
Op basis van de boorprofielen uit Dinoloket volgt dat peilbuis B39F0119, ten westen van het stationsgebied, een filterstelling heeft staan in WVP1b. In dit boorprofiel zijn tot de onderzijde van de filterstelling geen noemenswaardige slecht doorlatende bodemlagen aanwezig. De overige twee peilbuizen, ten oosten van het stationsgebied, hebben een ondiepere filterstelling. De peilbuizen zijn hierbij boven een circa 8 meter dikke veenlaag gesitueerd (in WVP1a). Dit is een ander watervoerend pakket dan waar peilbuis B39F0119 in staat. De veenlaag die aan de oostzijde van het stationsgebied in de ondergrond is aangetroffen, komt aan de westzijde niet voor. Het is niet bekend of de veenlaag ter plaatse van het stationsgebied aanwezig is.



Figuur 1: Boorprofielen B39F0119 en B39F0545. Boring B39F0545 bevindt zich nabij de peilbuizen B39F0585 en B39F0617 (zie [bijlage 1a](#)). Van peilbuizen B39F0585 en B39F0617 zijn geen boorprofielen bekend.

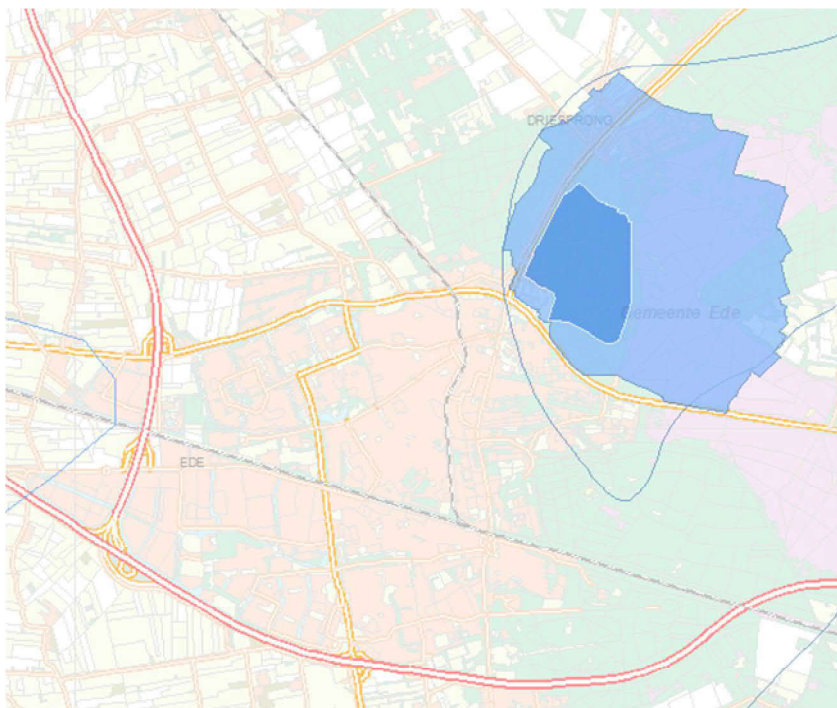
2.2. Onttrekkingen

In 1928 heeft de kunstzijdefabriek Enka zich in Ede gevestigd. Voor het productieproces werd veel grondwater (4 miljoen m³ /jaar) onttrokken uit het diepe watervoerend pakket (circa 100 m -mv), waardoor de grondwaterstand in Ede en met name rondom het stationsgebied werd beïnvloed. Na 2000 is de grondwateronttrekking van de Enka fors gereduceerd van ruim 3 miljoen m³ per jaar naar 0,5 miljoen m³ per jaar. In 2003 is de onttrekking helemaal gestopt. In figuur 2 zijn de grondwateronttrekkingen in Ede in de tijd uitgezet. Wat opvalt is dat tegenwoordig Vitens nog onttrekt ten behoeve van de drinkwaterwinning in het Edese Bos. Deze onttrekking beïnvloedt niet het stationsgebied [2].



Figuur 2: Grondwateronttrekkingen in Ede [2]

In de atlas van Gelderland (2008) zijn de recentere gegevens van onttrekkingen geïnventariseerd. Hieruit volgt dat de Enka tot 2008 geen grondwater meer heeft onttrokken. Daarnaast beïnvloedt het drinkwaterwinningsgebied de grondwaterstanden ter hoogte van het stationsgebied niet, zoals in figuur 3 is te zien.



Figuur 3: In blauw zijn het waterwingebied, het grondwaterbeschermingsgebied en het intrekgebied van de drinkwaterwinning Edese Bos van Vitens weergegeven [4]

2.3. Beschrijving huidige tunnelcomplex

Onder de spoortunnel is een complex drainagenetwerk aangelegd met meerdere putten, zie [bijlage 2](#). Er bevinden zich circa 22 parallel gelegen drainageleidingen met een aanleghoogte (b.o.b.) variërend van NAP +15,30 m tot NAP +14,75 m in het deel ten zuiden van de spoorlijn en variërend van NAP +15,40 m tot NAP +14,75 m ten noorden van de spoorlijn. Via pvc-leidingen wordt vanaf twee putten ten zuiden en noorden van het spoorlijn het water in een centrale put opgevangen. Door middel van een gemaal wordt het water aan de noordzijde van de spoorlijn afgevoerd.

In het gemaal bevinden zich twee pompen. Wanneer één pomp actief is, wordt circa 45 m³/u verpompt. In het geval twee pompen aanstaan wordt circa 60 m³/h verpompt. Door gemeente Ede is aangegeven dat circa 25.000 m² afstroomt richting het gemaal. Hiervan is circa 20.000 m² verharding en 5.000 m² begroeid talud [6].

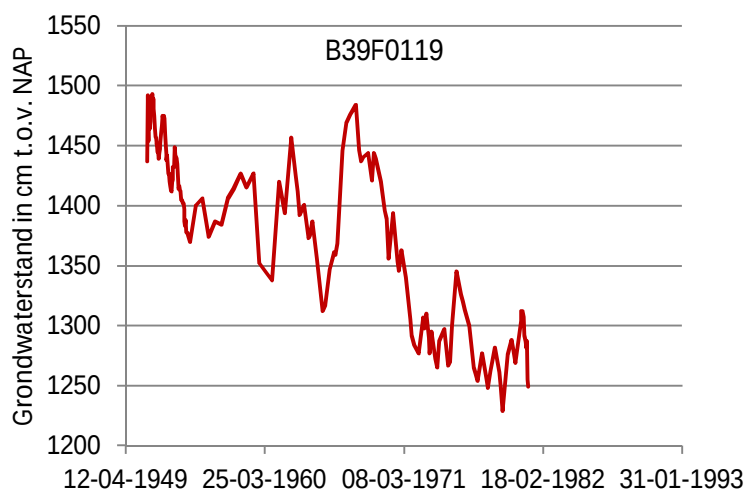
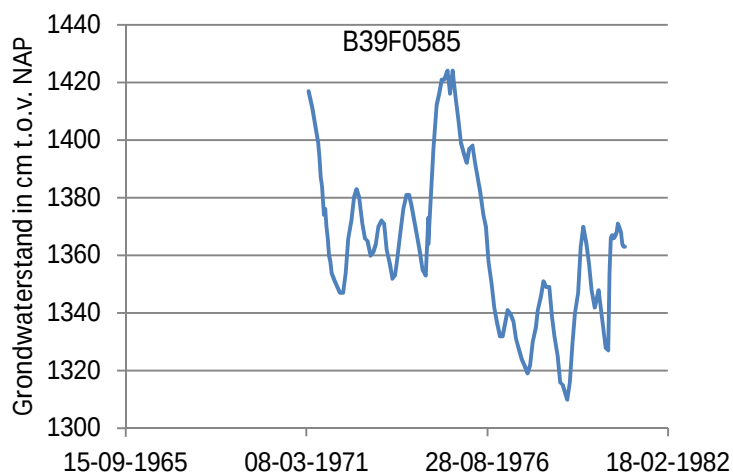
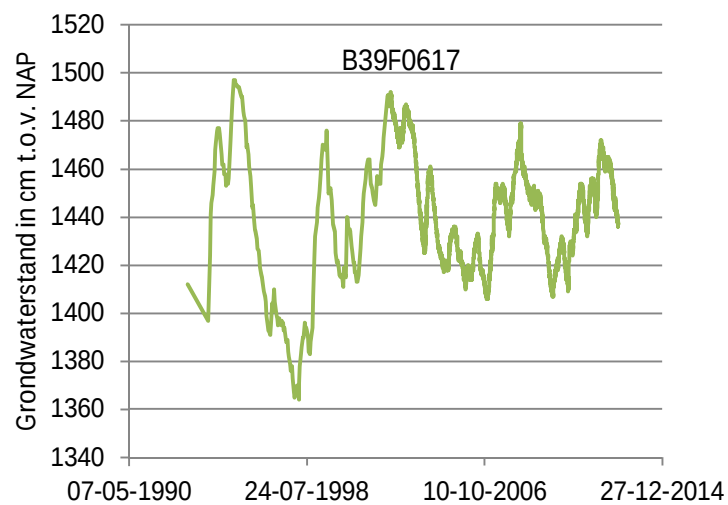
2.4. Grondwaterfluctuatietoneel

Verschillende delen van het bebouwde gebied in Ede liggen in de grondwaterfluctuatietoneel die is aangegeven in het Streekplan. Dit is een zone waar de komende 50 jaar ten gevolge van klimaatsverandering een stijging van de grondwaterstand tot 80 cm te verwachten is. Als dit daadwerkelijk gebeurt, zullen uitgebreide maatregelen nodig zijn om grondwateroverlast in bestaand bebouwd gebied te voorkomen. Het stationsgebied ligt echter niet in de grondwaterfluctuatietoneel [2].

3. Grondwaterstanden

3.1. Langjarige meetreeksen Dinoloket

In figuur 4 zijn de langjarige meetreeksen van de peilbuizen in de omgeving van het stationsgebied weergegeven in grafiekvorm. De ligging van deze peilbuizen is opgenomen in bijlage 1a. Ter plaatse van peilbuizen B39F0119 en B39F0585 zijn de grondwaterstanden gemeten tot medio 1980. In deze periode was de onttrekking op het Enkaterrein nog actief. Deze grondwaterstandmetingen worden derhalve niet representatief beschouwd voor de huidige situatie. De meetreeks van peilbuis B39F0617 kan vanaf 2003 wel representatief worden geacht voor de situatie waarin het grondwater niet door de onttrekking wordt beïnvloed. Vanaf 2003 reikt de hoogste grondwaterstand tot circa NAP +14,8 m. Het is opmerkelijk dat de grondwaterstanden voor het stopzetten van de onttrekking op het Enkaterrein bij deze peilbuis periodiek hoger zijn dan na het stopzetten. De hoogste grondwaterstanden traden op eind maart 1995. De hoogst gemeten grondwaterstand ligt op circa NAP +15,0 m. Waarschijnlijk worden de grondwaterstanden in het bovenste watervoerend pakket (WVP1a) beperkt of niet beïnvloed door de onttrekking. In hoeverre de onttrekking effect heeft gehad op de grondwaterstanden in WVP1b is niet bekend. Van peilbuis B39F0119 zijn geen meetdata na 2003 voorhanden. In peilbuis B39F0119 zijn de hoogste grondwaterstanden gemeten voor 1970. De hoogste grondwaterstanden reikten hier tot circa NAP +14,9 m. Deze grondwaterstand werd waarschijnlijk beïnvloed door de onttrekking op het Enkaterrein.



Figuur 4: Grondwaterstandverloop in peilbuizen B39F0119, B39F0585 en B37F0617 [1]

3.2. Historische metingen gemeentelijke peilbuizen

Van de peilbuizen aangeleverd door de gemeente, zijn drie in de buurt van het stationsgebied gelegen, zie [bijlage 1b](#). In deze peilbuizen is tweewekelijks de grondwaterstand gemeten. De meetreeksen zijn opgenomen in [bijlage 3](#). In de metingen van peilbuis 1003-10 is vanaf 1997 een sterke stijging van de grondwaterstand te zien tot circa NAP +22,3 m. Ook voor 1984 treden hier grondwaterstanden op van circa NAP +18 m. Peilbuis 1003-10 heeft een filter op een diepte van 8,4 m, dit is in WVP1a. Op basis van de recente meetreeksen en de meetreeksen van de nabij gelegen peilbuis B37F0617, lijkt deze meetreeks niet betrouwbaar. Daarom is deze niet meegenomen in de analyse. In peilbuis 1003-04 is een hoogste grondwaterstand gemeten van NAP +14,26 m en in peilbuis 1003-03 van NAP +13,99 m, dit komt overeen met het beeld van de recente metingen. Richting het westen neemt de grondwaterstand af.

Tabel 2: Statistieken gemeentelijke peilbuizen [5]

Peilbuis	Maaiveld t.o.v. NAP	Filterstelling t.o.v. NAP	Hoogste grondwaterstand t.o.v. NAP	RHG*	Start	Eind
1003-10	21,69 m	13,3 m	22,30 m	17,97 m	1982	2002
1003-04	19,15 m	-18,05 m	14,26 m	13,81 m	1981	2011
1003-03	19,19 m	10,56 m	13,99 m	13,58 m	1974	1991
*representatief hoogste grondwaterstand; berekend als het 90 ^e percentiel, de grondwaterstand is 10% van de meetperiode hoger dan de weergegeven waarde						

3.3. Recente meetreeksen

In de omgeving van het stationsgebied zijn de grondwaterstanden sinds februari 2014 tot april 2016 in verschillende peilbuizen gemeten met een frequentie van eenmaal per uur. De ligging van de peilbuizen is weergegeven in [bijlage 1c](#). De metingen zijn gevalideerd met behulp van handmetingen. De meetreeks in peilbuis 108-32¹ is in 2015 niet betrouwbaar bevonden, omdat deze ten opzichte van de andere peilbuizen ver uitzakt (drift) en een grote afwijking met de handmeting laat zien. De statistieken van de peilbuizen zijn in onderstaande tabellen opgenomen.

Tabel 3a: Statistieken peilbuizen (uit notitie 2 april 2015)

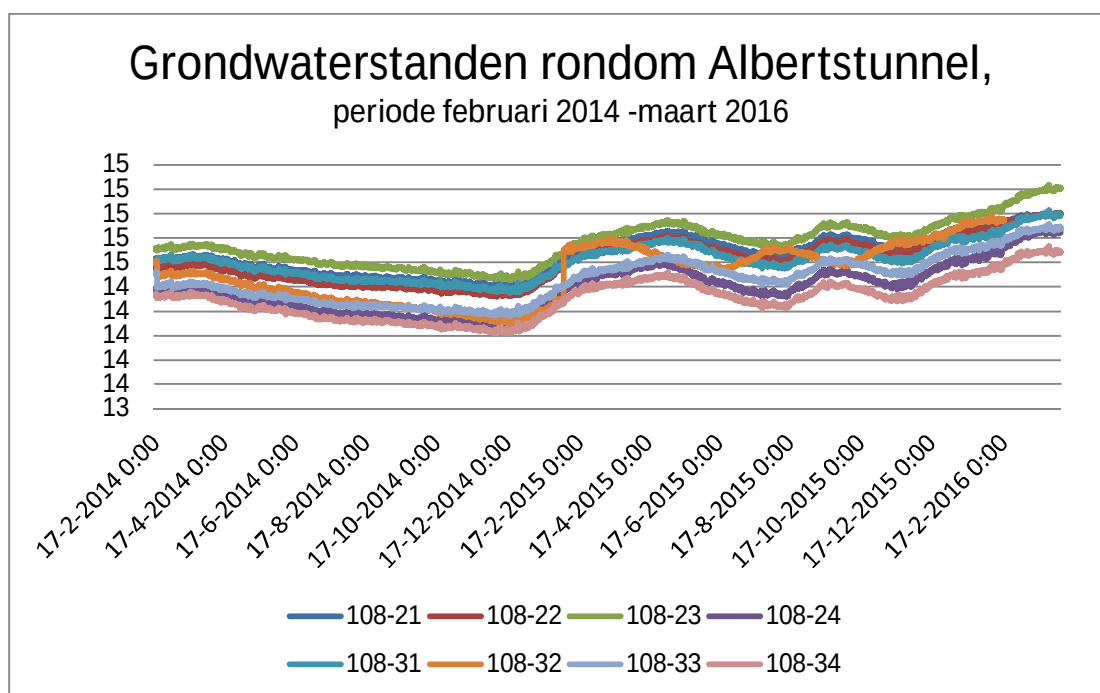
Peilbuis	Maaiveld t.o.v. NAP	Filterstelling t.o.v. NAP	Hoogste grondwater- stand t.o.v. NAP	RHG* t.o.v. NAP	Start	Eind
108-21	17,9 m	6,90 m	14,67 m	14,64 m	feb-14	feb-15
108-22	17,84 m	7,85 m	14,60 m	14,57 m	feb-14	feb-15
108-23	22,71 m	11,71 m	14,75 m	14,72 m	feb-14	feb-15
108-24	19,31 m	12,31 m	14,42 m	14,38 m	feb-14	feb-15
108-31	20,72 m	11,23 m	14,67 m	14,63 m	feb-14	feb-15
108-32	20,67 m	11,67 m	-	-	feb-14	feb-15
108-33	20,37 m	12,37 m	14,52 m	14,41 m	feb-14	feb-15
108-34	20,17 m	11,67 m	14,36 m	14,32 m	feb-14	feb-15
*Representatief Hoogste Grondwaterstand; berekend als het 90 ^e percentiel, de grondwaterstand is 10% van de meetperiode hoger dan de weergegeven waarde						

¹ Deze logger is in overleg met de gemeente vervangen door een tijdelijk huurlogger. Hierdoor is het datagat tot een minimum beperkt.

Validatie meetgegevens 2016 en verschil ten opzichte van 2015

De loggers zijn op 4 april 2016 opnieuw uitgelezen. De loggers in de peilbuizen 108-21, 108-22, 108-23, 108-24 vertonen een afwijking van meer dan 0,10 meter ten opzichte van de handmetingen. De logger in peilbuis 108-33 bleek defect te zijn. De loggers in peilbuis 108-22 en in peilbuis 108-33 zijn meteen in het veld vervangen. De overige hierboven genoemde loggers dienen nog vervangen te worden: 108-21, 108-23 en 108-24.

De grafieken van de peilbuizen zijn opgenomen in onderstaande figuur. Duidelijk is te zien dat de grondwaterstanden zijn gestegen.



Figuur 5: Grondwaterstanden rondom de Albertstunnel.

In onderstaande tabel 3b zijn de ongecorrigeerde HG en RHG opgenomen. In tabel 3c zijn de HG en RHG waarden gecorrigeerd met het validatie-verschil. Het is niet bekend is hoe lang de loggers niet meer accuraat meten. Daarom geldt dat de werkelijke HG en RHG ergens tussen de waarden uit tabel 3b en 3c in zal zitten. In deze notitie is in de verdere analyse uitgegaan van de waarden uit tabel 3c.

Tabel 3b: Recente statistieken peilbuizen (meetgegeven tot april 2016)

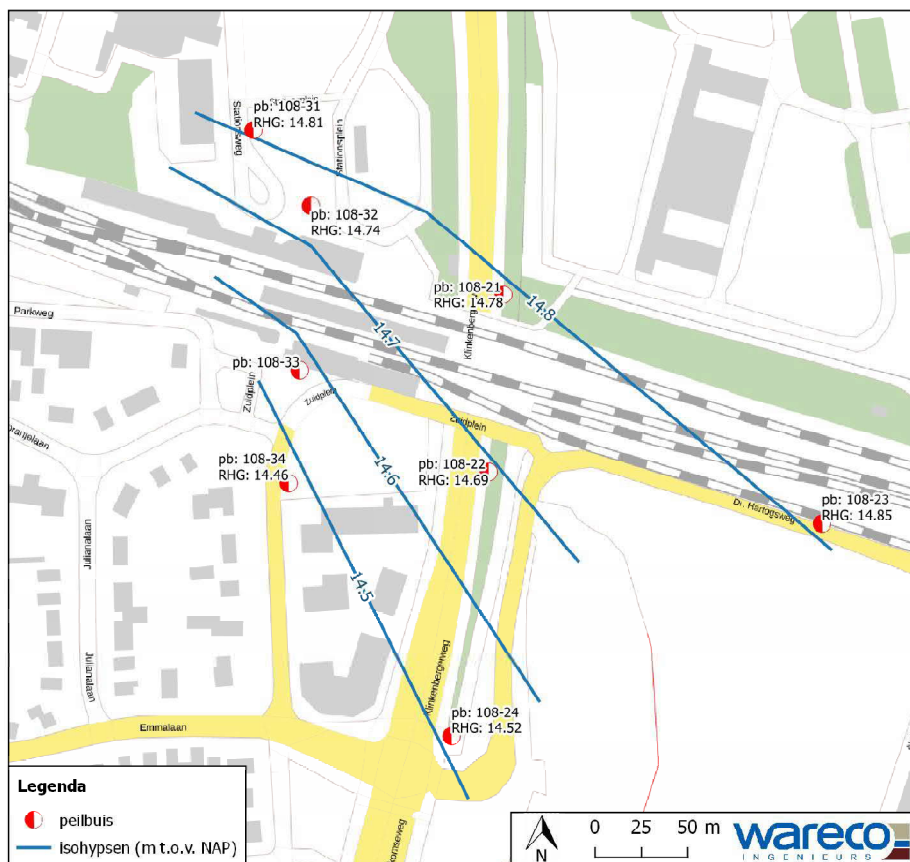
Peilbuis	Maaiveld t.o.v. NAP	Filterstelling t.o.v. NAP	HG* t.o.v. NAP	Vershil HG**	RHG*** t.o.v. NAP	Vershil RHG**
108-21	17,9 m	6,90 m	15,02 m	+ 0,35 m	14,88 m	+ 0,24 m
108-22	17,84 m	7,85 m	15,03 m	+ 0,43 m	14,85 m	+ 0,28 m
108-23	22,71 m	11,71 m	15,24 m	+ 0,49 m	14,95 m	+ 0,23 m
108-24	19,31 m	12,31 m	14,91 m	+ 0,49 m	14,63 m	+ 0,25 m
108-31	20,72 m	11,23 m	15,03 m	+0,35 m	14,80 m	+ 0,17 m
108-32	20,67 m	11,67 m	14,99 m	--	14,78 m	--
108-33	20,37 m	12,37 m	--	--	--	--
108-34	20,17 m	11,67 m	14,73 m	+ 0,37 m	14,51 m	+ 0,19 m
* HG: Hoogste gemeten grondwaterstand ** Verschil in HG / RHG ten opzichte van HG/RHG uit tabel 3a *** representatief hoogste grondwaterstand; berekend als het 90 ^e percentiel, de grondwaterstand is 10% van de meetperiode hoger dan de weergegeven waarde						

Tabel 3c: Gecorrigeerde statistieken peilbuizen (meetgegeven tot april 2016)

Peilbuis	Validatie: Verschil handmeting -loggerdata		Gecorrigeerde HG* t.o.v. NAP	Vershil HG**	Gecorrigeerde RHG*** t.o.v. NAP	Vershil RHG**
108-21	-0,10 m		14,92 m	+ 0,25 m	14,78 m	+ 0,14 m
108-22	-0,16 m		14,87 m	+ 0,27 m	14,69 m	+ 0,12 m
108-23	-0,10 m		15,14 m	+ 0,39 m	14,85 m	+ 0,13 m
108-24	-0,11 m		14,80 m	+ 0,38 m	14,52 m	+ 0,14 m
108-31	+0,01 m	Betrouwbaar	15,04 m	+0,36 m	14,81 m	+ 0,18 m
108-32	-0,04 m	Betrouwbaar	14,95 m	--	14,74 m	--
108-33	--		--	--	--	--
108-34	-0,05 m	Betrouwbaar	14,68 m	+ 0,32 m	14,46 m	+ 0,14 m
* HG: Hoogste gemeten grondwaterstand ** Verschil in HG / RHG ten opzichte van HG/RHG uit tabel 3a *** representatief hoogste grondwaterstand; berekend als het 90 ^e percentiel, de grondwaterstand is 10% van de meetperiode hoger dan de weergegeven waarde						

Geconcludeerd wordt dat de grondwaterstanden gestegen zijn. De hoogst gemeten grondwaterstanden zijn circa 0,3 m hoger ten opzichte van de notitie uit april 2015. De RHG is circa 0,1 tot 0,15 m hoger.

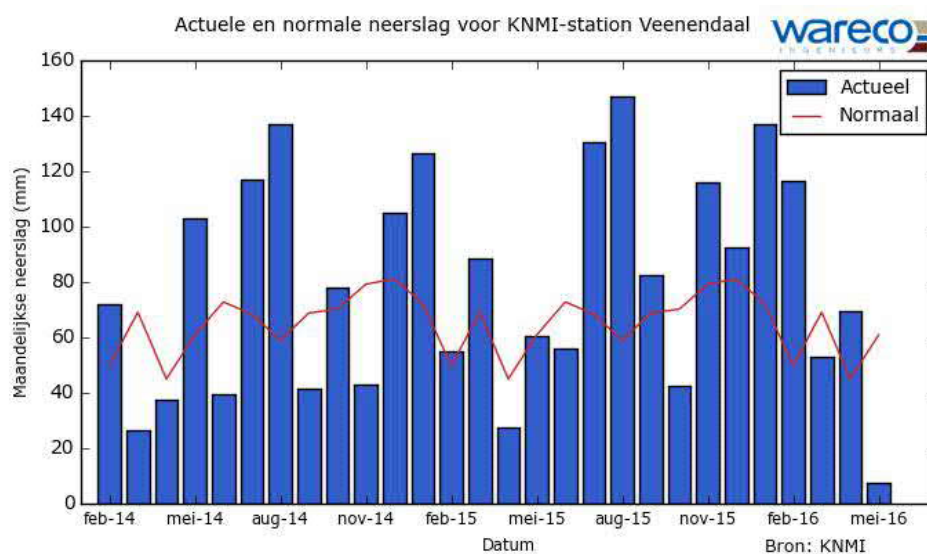
Op basis van de recente metingen is een isohypsen patroon opgesteld, zie figuur 6. Hieruit volgt dat de grondwaterstand in zuidwestelijke richting afneemt. Ter hoogte van het stationsgebied bevindt de gecorrigeerde RHG zich op circa NAP +14,6 à 14,7 m.



Figuur 6: Isohysenpatroon op basis van gecorrigeerde RHG van recente meetreeksen.

Neerslag

In figuur 7 is tot juni 2016 voor iedere maand de gesommeerde neerslag vergeleken met de gemiddelde neerslag voor die maand. Hieruit volgt dat voornamelijk in de zomermaanden meer neerslag is gevallen dan normaal. Gesommeerd is het jaar natter verlopen dan normaal.



Figuur 7: Actuele en normale neerslag KNMI station Veenendaal

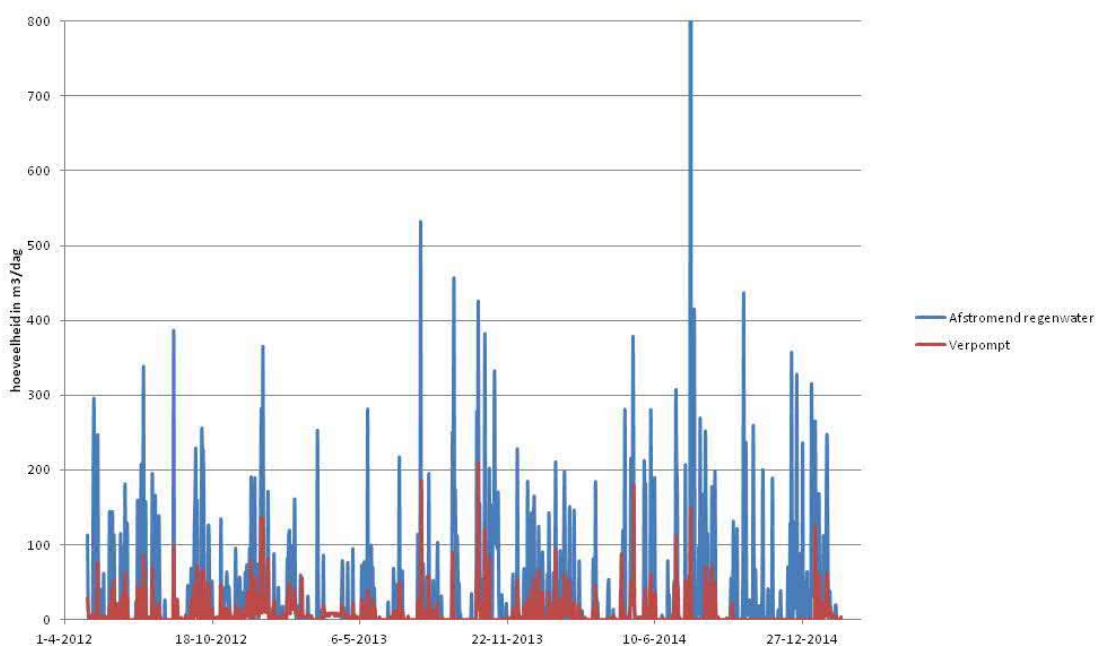
4. Analyse beïnvloeding en trend grondwaterstanden

4.1. Invloed pompemaal op grondwaterstand rondom tunnel

De grondwaterstand rondom de tunnel kan worden beïnvloed door het gemaal dat nu aanwezig is. Aan de hand van onderstaande analyses is gekeken of sprake is van beïnvloeding.

Analyse pompgegevens gemaal

Door te kijken naar het gebied dat afstroomt richting het pompemaal is nagegaan of het gemaal alleen regenwater verpompt of ook grondwater.



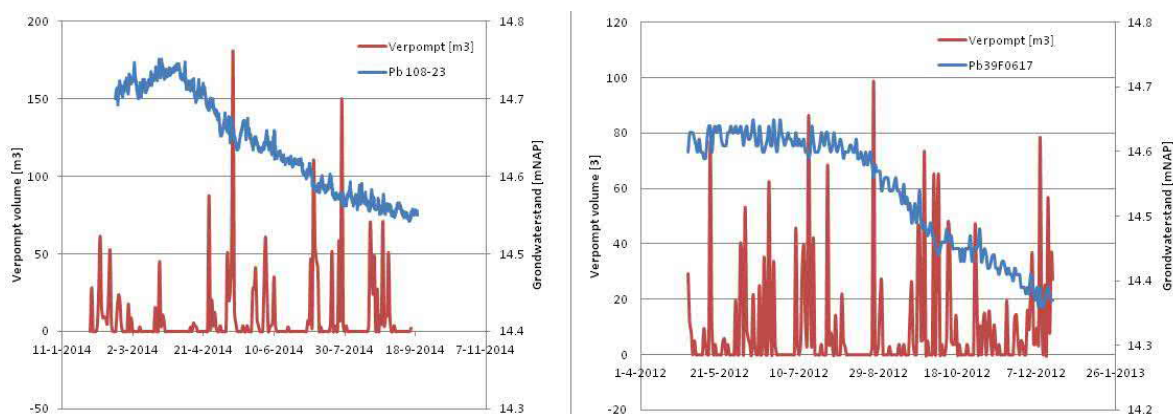
Figuur 8: Volume afstromend regenwater (station Deelen) en volume verpompt water door gemaal

De pompafvoer heeft een directe relatie met de neerslag. Wanneer er regen valt slaat de pomp aan (figuur 8). Over het algemeen verpompt het gemaal minder water dan het volume water dat richting de tunnel stroomt. Mogelijk is rekening gehouden met teveel aangesloten verhard oppervlak. Op enkele dagen waarop geen neerslag is gevallen slaat de pomp ook aan. Bijvoorbeeld in de periode 21 maart tot 8 april 2013 is geen neerslag gevallen maar is iedere dag circa 5 m^3 water per dag verpompt. In deze periode zijn geen grondwaterstandmetingen beschikbaar, waardoor niet kan worden bepaald of er grondwater is verpompt. Er zijn enkele dagen waarop de pomp is aangeslagen zonder dat de voorgaande 2 dagen neerslag is gevallen, zie tabel 4.

Tabel 4: Datum waarop pompgemaal heeft aangestaan in droge periode

Datum	Verpompt [m³]	Grondwaterstand [m + NAP]	Peilbuis
15-9-2014	2,25	14,55	108-23
3-6-2014	32,25	14,64	108-23
19-5-2014	3,75	14,67	108-23
3-5-2014	3,75	14,66	108-23
11-10-2012	5,75	14,48	B39F0617
24-7-2012	3,75	14,63	B39F0617

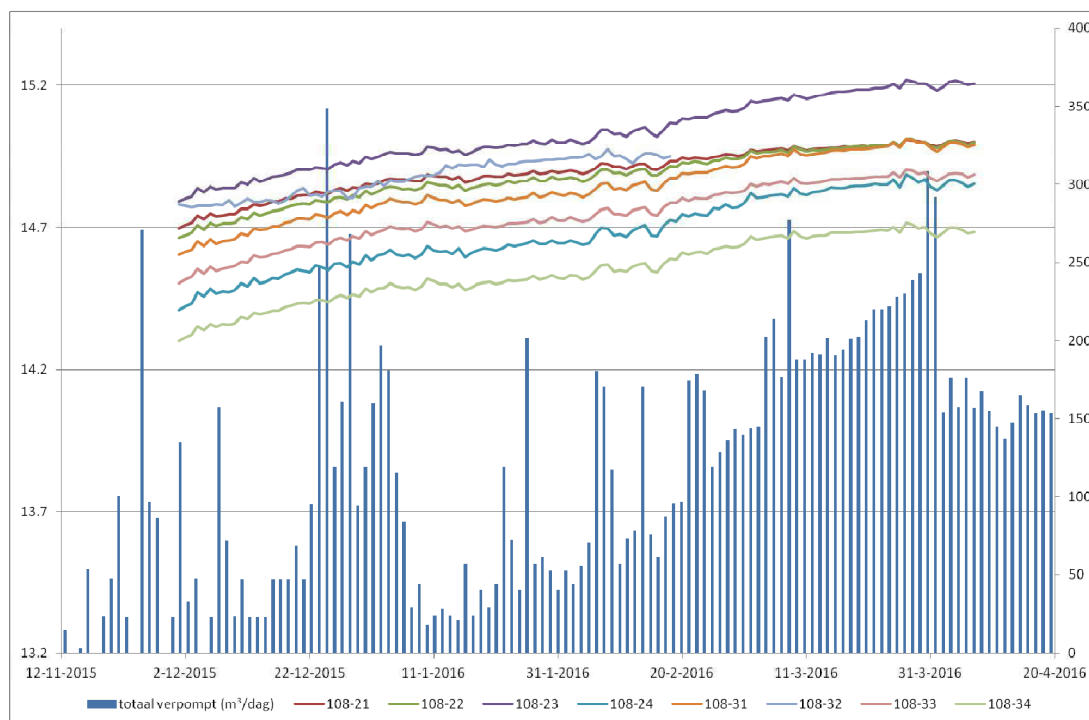
De grondwaterstand op deze dagen is lager geweest dan het niveau van de drainageleidingen rondom de spoortunnel, dit betekent dat er geen grondwater is verpompt door het gemaal. In figuur 9 is het verpompte volume water en de grondwaterstand in peilbuizen 108-23 en PB 39F0617 weergegeven. Te zien dat er geen relatie is tussen het verpompte volume en de grondwaterstand.



Figuur 9: Verpompt volume water en grondwaterstand

Geconcludeerd is dat het verpompte volume water door het gemaal gerelateerd is aan de neerslag. De grondwaterstand wordt niet beïnvloed door het pompgemaal.

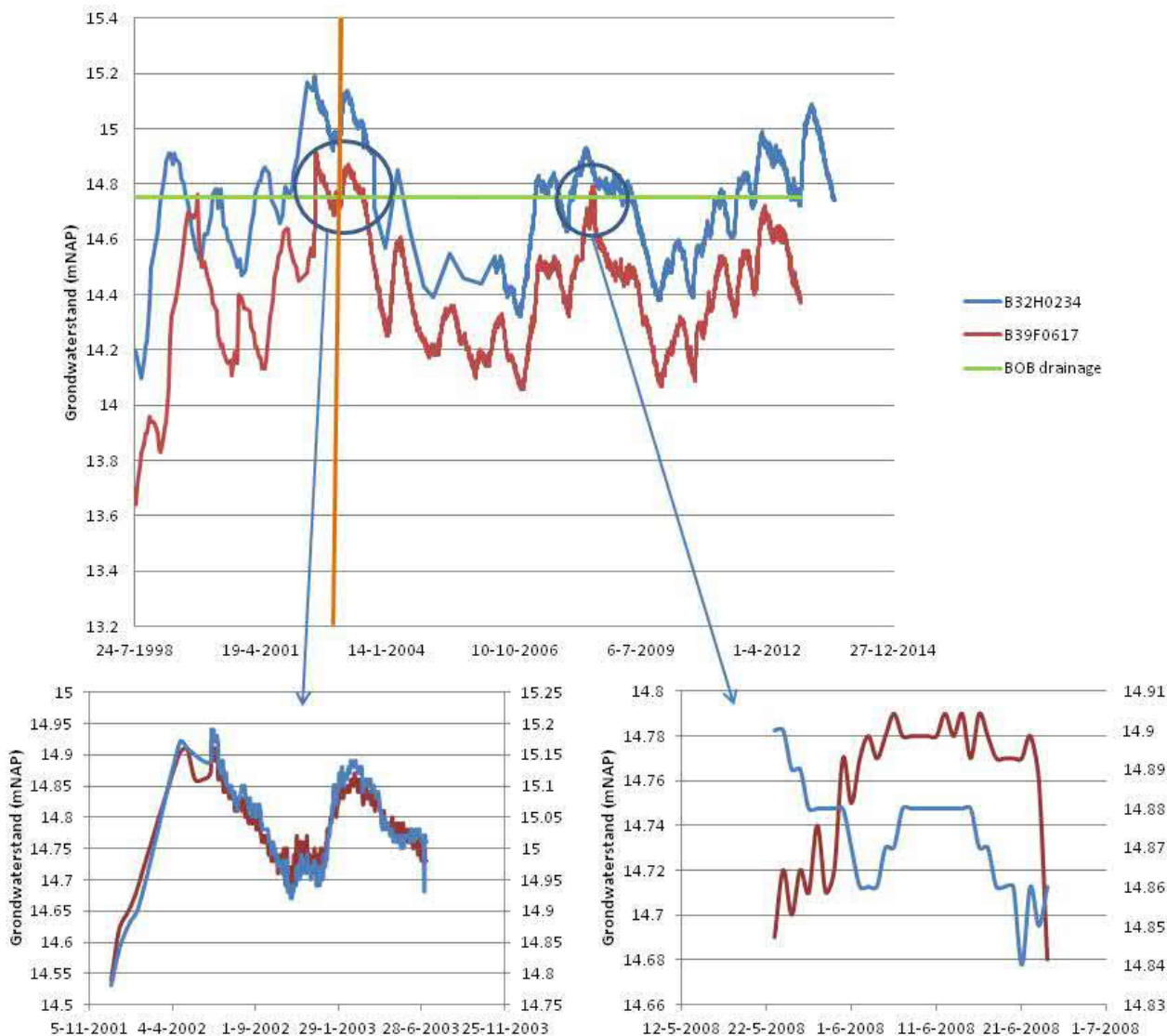
In onderstaande figuur is de verpompte hoeveelheid water van 1 december 2015 tot eind april 2016 weergegeven. De toename van de verpompte hoeveelheid water is niet zichtbaar in de grafieken van de grondwaterstanden. Dit wijst erop dat de invloedssfeer van de tunneldrainage te beperkt is om zichtbaar te zijn in omliggende peilbuizen.



Figuur 10: de verpompte hoeveelheden water en gemeten grondwaterstanden

Vergelijking grondwaterstandverloop

Door de peilbuizen rondom het station Ede-Wageningen te vergelijken met andere peilbuizen in Ede die op basis van reeds vervaardigde isohypsenkaarten een vergelijkbare grondwaterstand hebben kan worden gekeken in hoeverre de grondwaterstandverloop afwijkt ter hoogte van het stationsgebied. Wellicht worden de grondwaterstanden afgevlakt in het invloedsgebied van de bemaling. Er is een selectie gemaakt van de peilbuizen die een aaneengesloten meetreeks na de stopzetting van de Enka onttrekking hebben. Hiermee is alleen een vergelijking tussen peilbuis B32H0234 en peilbuis B39F0617 mogelijk.



Figuur 11: Grondwaterstandverloop peilbuizen B32H0234 (Noordelijke Spoorstraat) en B39F0617 (dichtbij station). De oranje lijn is het moment waarop de onttrekking van de Enka is gestopt.

Uit het grondwaterstandverloop is te zien dat het pompgebied de pieken in peilbuis B39F0617 niet lijkt af te vlakken en dat beide peilbuizen hetzelfde patroon volgen, zie figuur 11. In de onderste twee grafieken in figuur 11 is ingezoomd op de pieken in peilbuis B39F0617 die boven de onderkant van de drainagebuizen uitkomen en is het grondwaterstandverloop van peilbuis B32H0234 daar over geplot. In de grafiek linksonder in figuur 11 is te zien dat beide meetreeksen hetzelfde patroon volgen, in de grafiek rechtsonder zijn in beide meetreeksen enkele periodes met een constante grondwaterstand te zien. Er lijkt geen beïnvloeding van het pompgebied te zijn. In de beschikbare meetperiode van het pompgebied is de grondwaterstand rondom het stationsgebied niet hoger dan NAP +14,75 m geweest. Geconcludeerd wordt dat het niet waarschijnlijk is dat de grondwaterstanden bij het station worden beïnvloed door een onttrekking.

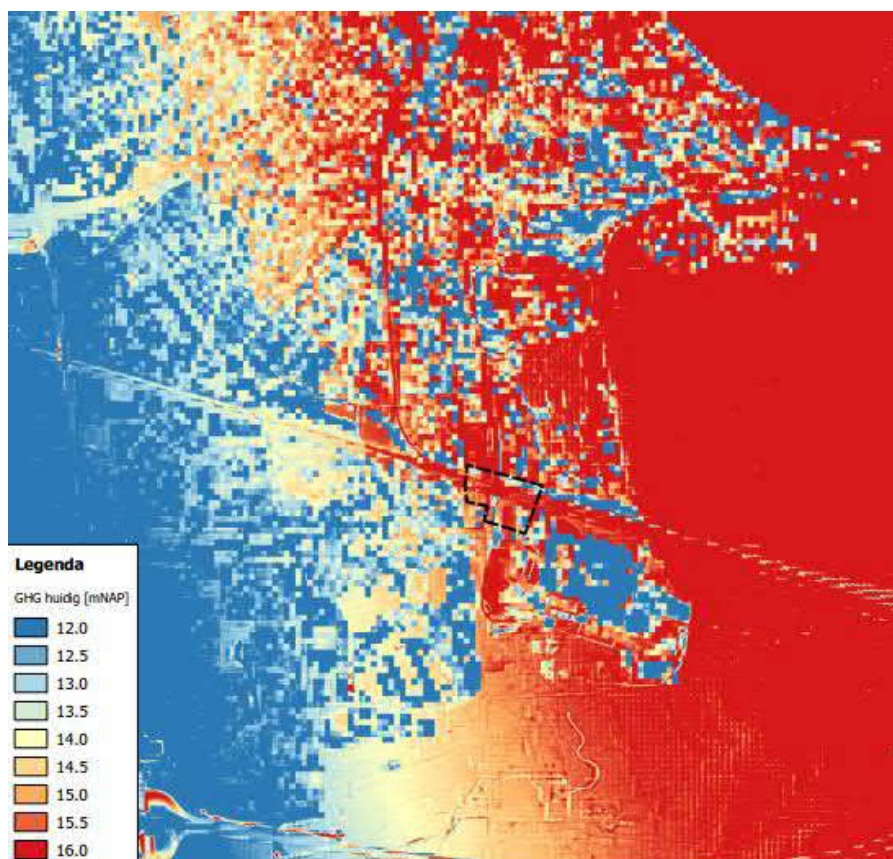
Aanleghoogte drainageleidingen onder tunnel ten opzichte van grondwaterstand

Uit de ontwerptekening in bijlage 2 volgt dat de b.o.b. van de drainage op het laagste punt op NAP +14,75 ligt. Uit het isohypsenpatroon en uit de recente meetreeksen volgt dat de hoogste grondwaterstanden ter hoogte van het station boven dit niveau liggen. De hoogst gemeten grondwaterstand in de recente meetreeksen variëren van NAP +14,68 m tot NAP +15,24 m. Hieruit volgt dat het drainagesysteem rondom de Alberttunnel water verpompt om het grondwater rondom de tunnel op niveau te houden.

Op basis van de aanleghoogte en de gemeten grondwaterstanden wordt geconcludeerd dat invloedsfeer van de tunneldrainage beperkt is.

4.2. Invloed van klimaatverandering op de grondwaterstand.

Het KNMI heeft aan de hand van onderzoeksresultaten voor het wereldwijde klimaat uit het IPCC beschreven wat het effect van klimaatverandering voor vier scenario's rond het jaar 2050 zullen zijn. Waterschap Vallei en Eem heeft deze scenario's gebruikt voor het doorrekenen van het effect op de grondwaterstand met behulp van het nieuwe geohydrologisch model Azure.

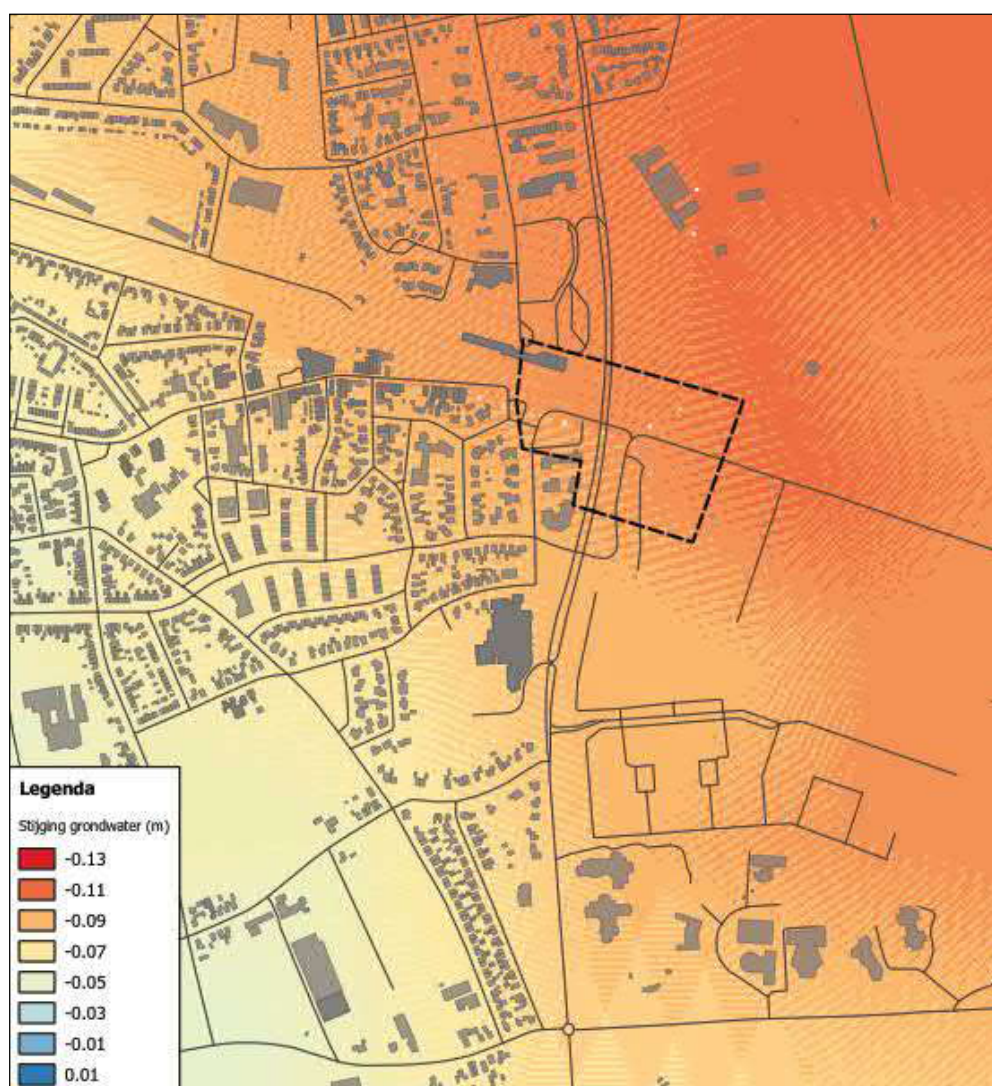


Figuur 12: Huidige GHG berekend met Azure model [8]

In figuur 12 is de huidige GHG weergegeven, berekend met het Azure model [8]. Omdat het model voor een groot gebied is opgebouwd kan alleen naar de globale trend van het grondwater worden gekeken. Hieruit volgt dat het grondwater rondom het stationsgebied in de huidige situatie varieert van circa NAP +15,0 m tot NAP + 16,0 m. De berekende

grondwaterstanden liggen hoger dan de GHG waarden, verwacht op basis van de huidige metingen. Omdat het model een lage resolutie heeft kunnen de berekende waarden niet als een representatieve inschatting voor de grondwaterstandhoogte worden gebruikt.

Met behulp van het doorgerekende klimaatscenario kan wel een indicatie van de grondwaterstandverandering worden gekregen. In figuur 13 is de verandering van de grondwaterstand rondom het stationsgebied weergegeven in het meest extreme klimaat scenario. Op de hoger gelegen delen in het oosten van Ede vindt als gevolg van klimaatverandering een daling van de grondwaterstand plaats. In het westen vanaf de Dr. W. Dreeslaan een stijging. Rondom het stationsgebied is een daling van de grondwaterstand van circa 0,1 m tijdens een GHG te verwachten.



Figuur 13: Grondwaterstandverandering als gevolg van klimaateffecten

5. Samenvatting en conclusie

De ingeschatte GHG en HG waarden door Movaris van NAP +14,5 m en NAP +15,4 m lijken realistisch gebaseerd op de vergeleken meetreeksen. Tijdens de meetreeksen tot april 2016 is een HG van NAP +15,2 en RHG van NAP +14,6 ter hoogte van het station gemeten. Op basis van deze meten worden de berekeningen van Movaris betrouwbaar geacht.

Naast de vergelijking van de meetreeksen van peilbuizen rondom het stationsgebied zijn aanvullende analyses gedaan:

- Er is bekeken welk effect het pompgemaal in de spoortunnel op de grondwaterstand heeft. Het pompgemaal heeft een directe relatie met de neerslag. De grondwaterstand in de winterperiode 2015-2016 zijn hoger geweest dan de b.o.b. van de drainageleidingen. Dit betekent dat het gemaal directe invloed heeft op de grondwaterstand in de omgeving van de Albertstunnel. Aangezien de grondwaterstanden tot maximaal NAP +15,2 zijn gestegen, wordt gesteld dat de tunneldrainage een beperkte invloed heeft op de grondwaterstanden naar de omgeving.
- Het grondwaterstandverloop van de peilbuizen rondom het station Ede-Wageningen is vergeleken met andere peilbuizen in Ede die op basis van de reeds vervaardigde isohypsenkaart een vergelijkbare grondwaterstand hebben. De grondwaterstand rondom het stationsgebied vertoont een zelfde verloop, de pieken worden niet afgevlakt door het gemaal. De tunnelbemaling heeft geen zichtbaar effect op het verloop van de grondwaterstanden.
- De invloed van klimaatveranderingen op de grondwaterstand is geanalyseerd met de resultaten van het grondwatermodel Azure. De verwachting op basis van het model is dat de grondwaterstand rondom het stationsgebied zal gaan dalen met circa 0,1 m.

Conclusie

Geconcludeerd wordt dat het drainagesysteem en het pompgemaal geen zichtbare invloed hebben op de grondwaterstand. Ook zijn er geen grondwaterstandstijgingen te verwachten als gevolg van klimaatveranderingen. Vooralsnog kunnen de eerder ingeschatte GHG en HG waarden door Movaris van NAP +14,5 en NAP +15,4 nog als representatief worden beschouwd. Door de recente stijgingen van de grondwaterstanden is de marge van deze waarden sterk afgenomen.

Advies

Gelet op de recente stijgingen van de grondwaterstanden in de omgeving van de Albertstunnel wordt geadviseerd de grondwatermonitoring te continueren. De invloedssfeer van de tunneldrainage op de (pieken) in de grondwaterstanden is nog niet duidelijk. Er wordt wel extra water verpompt, maar is dit niet zichtbaar in een verlaging van de grondwaterstanden.

De grondwaterstand in de omgeving van de Albertstunnel wordt beïnvloed door het Veluwegebied ten noordoosten van de Albertstunnel. Dit is een groot "ontvangstgebied" voor neerslag. Deze neerslag infiltreert en beïnvloedt – met enige vertraging - de grondwaterstanden in de omgeving van de Albertstunnel. Mogelijk hebben de ontwikkelingen van het kazerneterrein (afkoppelen) invloed op de grondwaterstanden. Geadviseerd wordt na te gaan of het afkoppelen de recente stijging van de grondwaterstanden zou kunnen verklaren.

BIJLAGEN



Bijlage 1a: Overzicht Dinoloket peilbuizen

Project: BN48

A4	Document: BN48_bij1a	Datum: 25-3-2015	Opgesteld: PKL	Controle: FAA
----	-------------------------	---------------------	-------------------	------------------

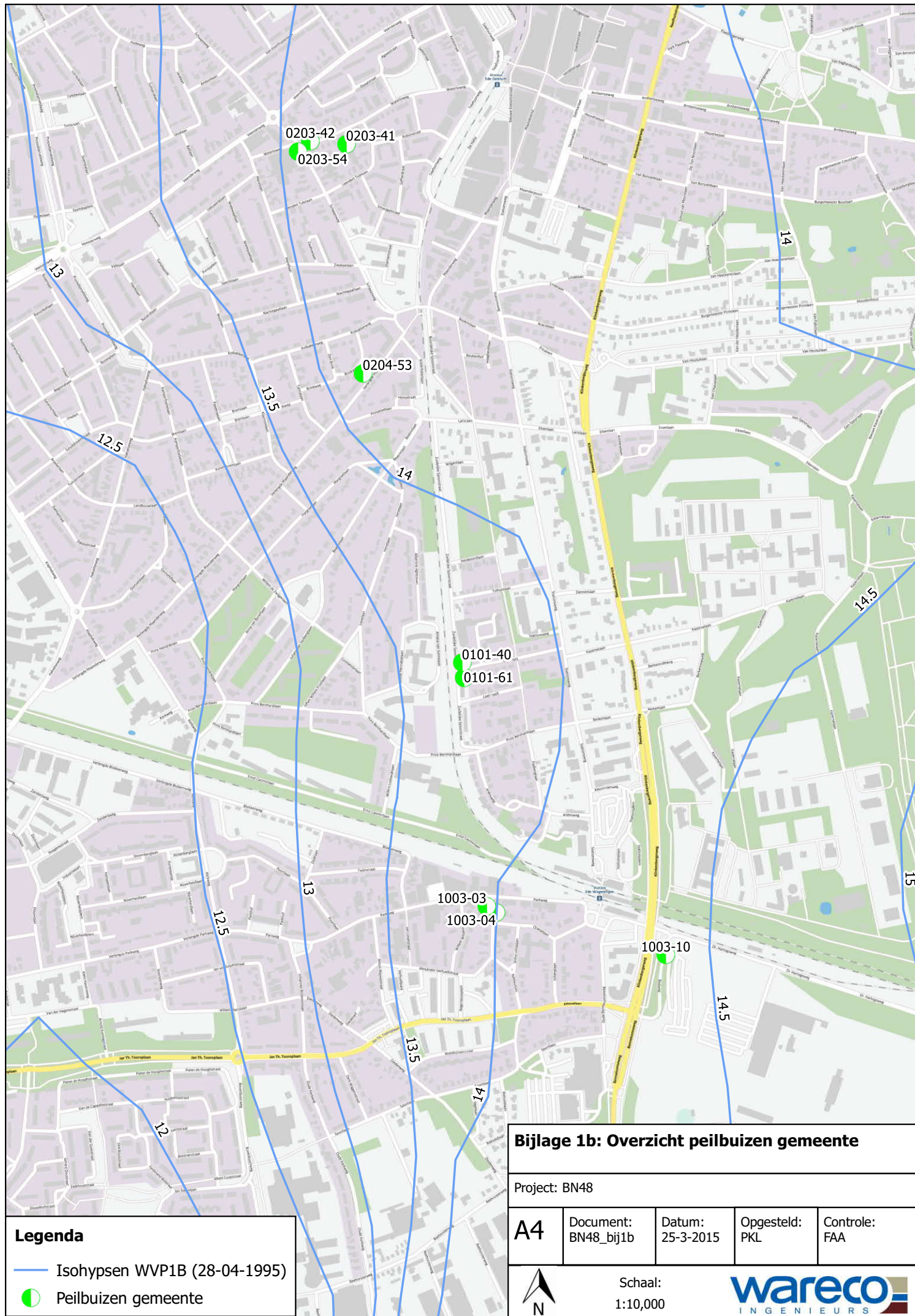


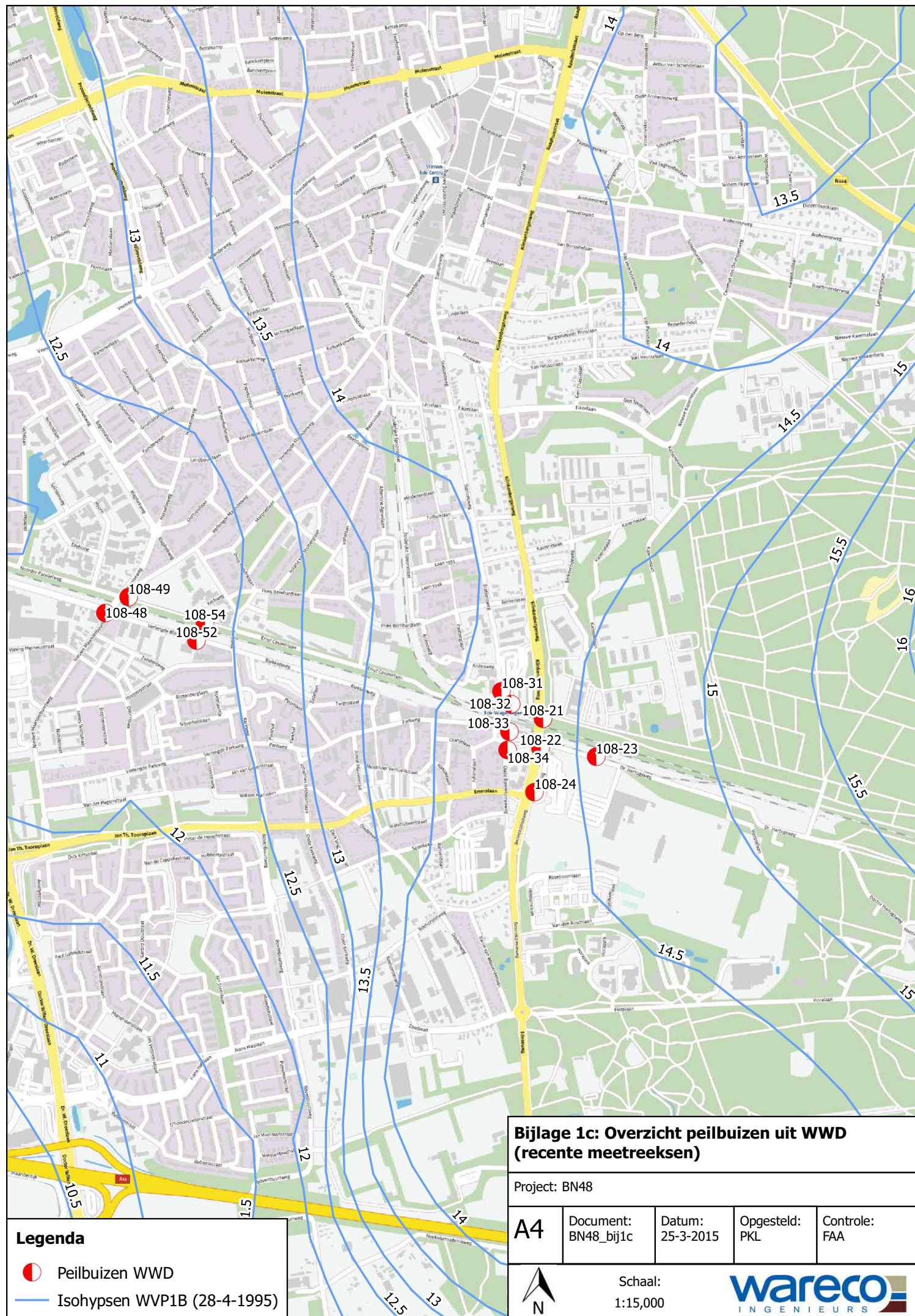
Schaal:
1:12,500



Legenda

-  Peilbuizen Dinoloket
-  Isohypsen WVP1B (28-4-1995)





BIJLAGE 2

Drainage stelsel_tunnel

