

Notitie / Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Water**

Aan: Provincie Utrecht: Herman Thijs
ProRail: Erik Rhebergen
Gemeente Utrechtse Heuvelrug: Mathew Olde Klieverik
Van: RHDHV: Jan Jaap Pape
Datum: 19 april 2019
Kopie: RHDHV: Tony Kok
Ons kenmerk: BF9504WATNT1904191159
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: VTW 17, opstuwing

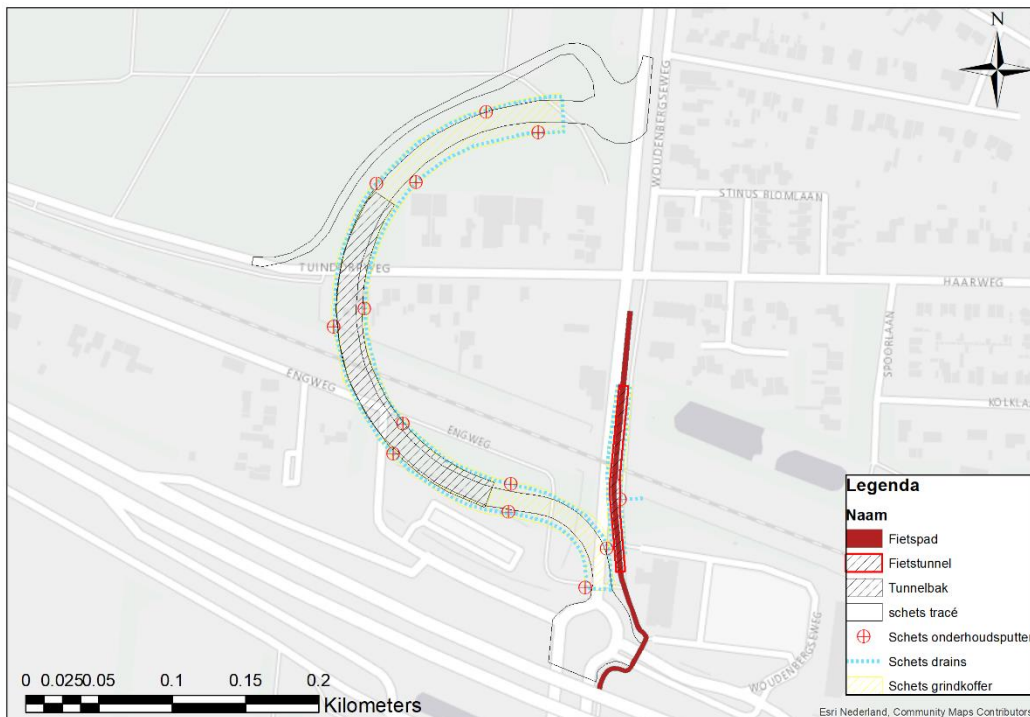
1 Introductie

Momenteel stelt Royal HaskoningDHV een voorlopig ontwerp (VO) op van een spooronderdoorgang bij Maarsbergen. Voor dit project wordt de N226 vanaf de aanliggende kluifrotonde omgelegd en verdiept zodat het huidige knelpunt bij de spoorovergang wordt opgelost. Op de plek van de huidige spoorovergang komt een fietstunnel. Het geplande tracé is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Tracé spooronderdoorgang te Maarsbergen

Ter hoogte van de spooronderdoorgang komt een tunnelbak te liggen. Deze tunnelbak heeft invloed op het lokale grondwaterregime. In een eerdere rapportage van RHDHV zijn de drainagemogelijkheden voor deze tunnelbak geëvalueerd.¹ De schetsen voor de conceptdrainage is weergegeven in Figuur 2. Het drainageniveau is 6.3mNAP voor het hele systeem. In dit rapport worden de effecten van het plaatsen van het nieuwe tracé inclusief tunnelbak en drainage op het grondwaterregime geëvalueerd.



Figuur 2: schets conceptdrainage, drainageniveau 6.3mNAP

1.1 Doel

De evaluatie van het grondwaterregime in Maarsbergen heeft de volgende drie doelstellingen:

- 1 Evaluatie of de berekening uit de vorige projectfase ook bruikbaar is voor het voorliggend ontwerp. Deze eerdere berekening is gebaseerd op een ontwerp met één tunnelbak voor alle verkeer ter plaatse van de bestaande N226. Destijds is hier voor dit ontwerp een opstuwing van maximaal 0.05 m (5 cm) berekend.
- 2 Controle of er risico's zijn voor de bewoners van Maarsbergen door wijzigende grondwaterstanden, bijvoorbeeld het onderlopen van kelders of schade aan hun woningen door wijzigende grondwaterstanden.
- 3 Controle of er risico's zijn voor de bomen in Maarsbergen, met als belangrijkste item de twee grote monumentale beuken.

Om deze doelen te bereiken heeft RHDHV het ontwerp van de 'westelijke variant met afgesloten Tuindorppweg' ingevoerd in een gekalibreerd grondwatermodel.

¹ RHDHV, 2018, Drainagemaatregelen spooronderdoorgang te Maarsbergen

1.2 Samenvatting conclusies

Ten aanzien van de bovengenoemde 3 doelen is het volgende geconcludeerd:

- 1 Voor de westelijke variant met afgesloten Tuindorppweg is een opstuwing van maximaal 0.02m (2 cm) berekend. Dit kan worden geclassificeerd als verwaarloosbaar.
- 2 De wijzigingen in de grondwaterstanden te Maarsbergen als gevolg van project N226 Maarsbergen zijn verwaarloosbaar.
- 3 De grondwaterstand ter plaatse van de beuken zal niet of nauwelijks wijzigen.

1.3 Leeswijzer

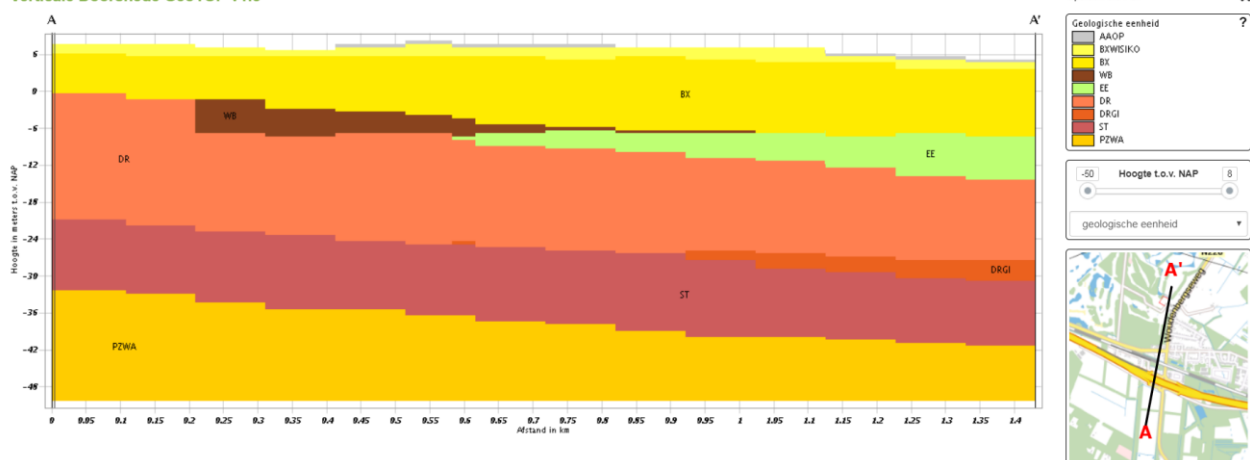
- In hoofdstuk 2 wordt de geohydrologische bodemopbouw beschreven en het huidige grondwatersysteem beschreven.
- In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het modelinstrumentarium en de methode.
- In hoofdstuk 4 worden de effecten van het nieuwe tracé op het grondwaterregime beschreven.
- In hoofdstuk 5 worden de conclusies aangaande de effecten getrokken.

2 Systeembeschrijving

2.1 Geohydrologische bodemopbouw

In Tabel 1 is het overzicht weergegeven van de globale bodemopbouw rondom het tracé van de spooronderdoorgang. Dit is gebaseerd op de gegevens uit Geotop van het Dinoloket (Figuur 3)². De watervoerende pakketten bestaan voornamelijk uit fijn tot matig grof zand. In Tabel 1 is te zien dat op circa -6 en -27 mNAP slecht doorlatende lagen aanwezig zijn. Deze lagen scheiden de watervoerende pakketten van elkaar.

Verticale Doorsnede GeoTOP v1.3



Figuur 3: Verticale doorsnede gebied Maarsbergen met geologische eenheden (GeoTOP v1.3).

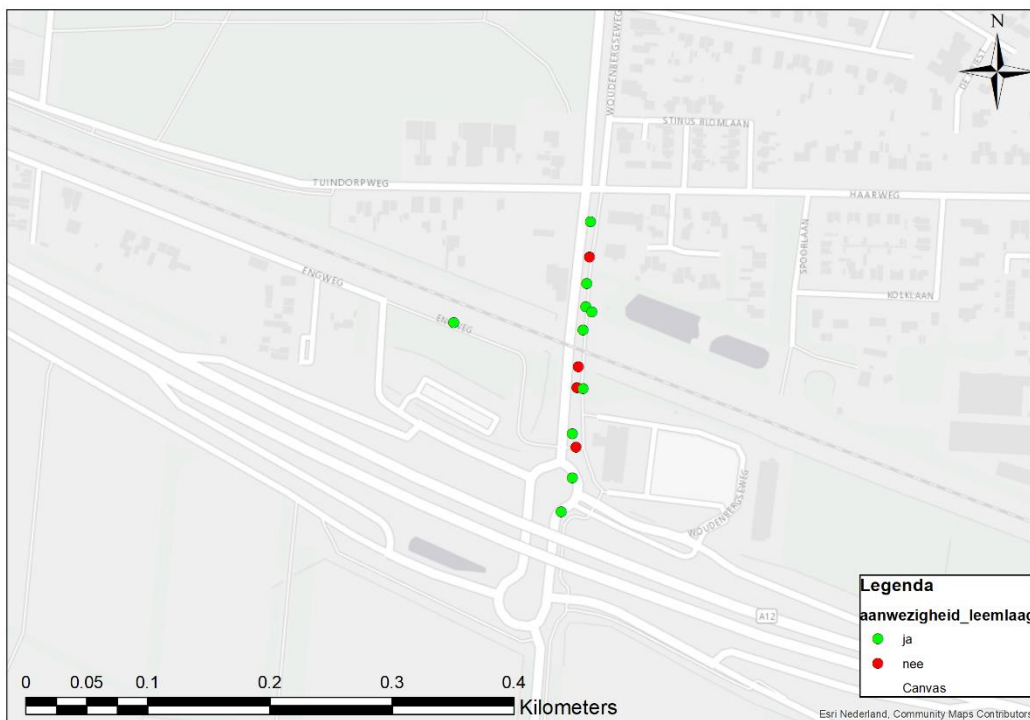
Tabel 1: Bodemopbouw projectlocatie³.

Formatie	Lithologie	Top (m NAP+)	Basis (m NAP+)	Dikte
Boxtel	Zand. Zeer fijn tot matig grof, kan veenlaag bevatten	8.5	-6	14.5
Eem	Veen, klein en schelpen	-6	-9	3
Drenthe, Eem	Zand, fijn tot matig grof	-9	-27	18
Drenthe	Klei	-27	-29	2
Sterksel	Zand, fijn tot matig grof	-29	-35	6
Peize en Waalre	Zand, fijn tot matig grof	-35	-90	45

² TNO, 'Dinoloket', 2018 <<https://www.dinoloket.nl/>> [accessed 19 April 2019].

³ DHV Dossier BA 1668: Aanleg spooronderdoorgang te Maarsbergen (Mei 2011)

Plaatselijk wordt in het pakket van Boxtel op een diepte van ongeveer 3mNAP een leemlaag aangetroffen. De tunnelbak wordt aangebracht tot een diepte van 2mNAP en doorsnijdt daarmee de leemlaag. Zodoende kan het grondwater moeilijker onder de tunnelbak doorstromen. Daarom is deze laag van belang voor het berekenen van het effect van de tunnelbak en de eventuele opstuwing die dit kan veroorzaken. De aanwezigheid van een eventuele leemlaag is onderzocht o.b.v. de metingen die zijn uitgevoerd t.b.v. van een eerder opgestelde rapportage in 2011⁴. Uit de boringen en sonderingen die vanuit dit onderzoek beschikbaar zijn blijkt dat de leemlaag aanwezig is op 3m+NAP. De aanwezigheid van deze laag is weergegeven in Figuur 4. Hierbij geldt voor de sonderingen dat er is aangenomen dat de leemlaag aanwezig is als het wrijvingsgetal groter is dan 2%. Uit de alle sonderingen blijkt echter dat er een piek is in het wrijvingsgetal rond 3m+NAP. Daarom wordt een leemlaag met een dikte van 0.5m op een diepte van 3m+NAP meegenomen in het model.



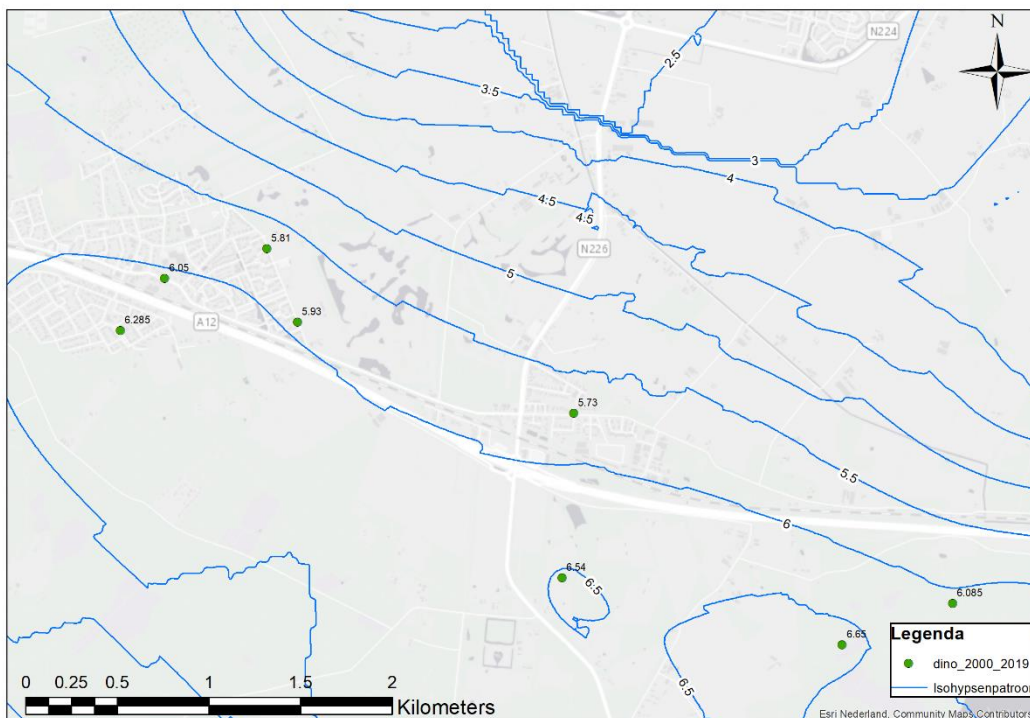
Figuur 4: Aanwezigheid leemlaag in Boxtel zanden o.b.v. beschikbare boringen en sonderingen.

⁴ DHV Dossier BA 1668: Aanleg spooronderdoorgang te Maarsbergen (Mei 2011)

2.2 Grondwater

Maarsbergen ligt aan de noordrand van het gestuwde gebied van de Utrechtse Heuvelrug. Het grondwater stroomt van het heuvelruggebied in noordoostelijke richting naar Maarsbergen en het lager gelegen Maarsbergen. In Figuur 5 is een isohypsenpatroon weergegeven o.b.v. de beschikbare gegevens in het Dinoloket⁵. Hierbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- Metingen vanaf 2000
- Metingen waarbij de onderkant van het filter groter is dan 0m+NAP
- De gemiddelde stijghoogte is de 50% percentielwaarde
- Kriging (spherical semivariogram) is toegepast om de gemeten waarden te interpoleren.



Figuur 5: Gemeten grondwaterstanden en isohypsenpatroon

De lokale grondwaterstanden zijn eerder beschreven in een interne memo.⁶ De samenvatting van deze memo is weergegeven in Kader 1. Hieruit blijkt dat er ter hoogte van de spooronderdoorgang hogere grondwaterstanden zijn gemeten die niet overeenkomen met de verwachte grondwaterstanden in Figuur 5. De regionale grondwaterstanden worden in deze studie als leidend aangenomen. De gemiddelde grondwaterstand ter hoogte van de projectlocatie wordt aangenomen tussen 5.5 en 6.0mNAP.

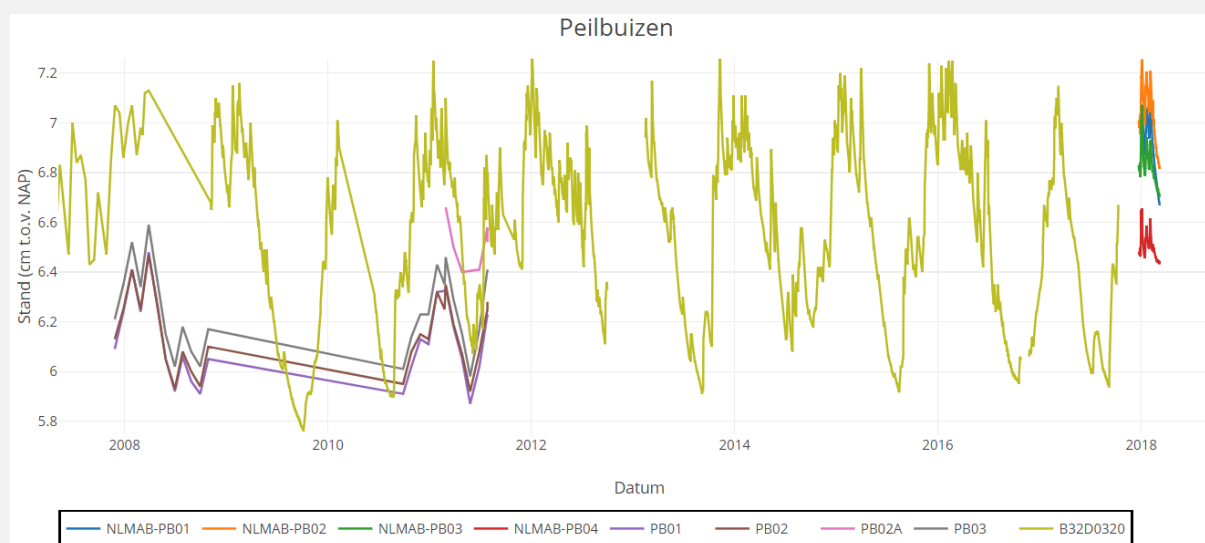
⁵ TNO, 'Dinoloket', 2018 <<https://www.dinoloket.nl/>> [accessed 19 April 2019].

⁶ RHDHV, 2018, Analyse grondwaterstanden t.b.v. bepaling GHG en GLG ter hoogte van de spooronderdoorgang bij Maarsbergen

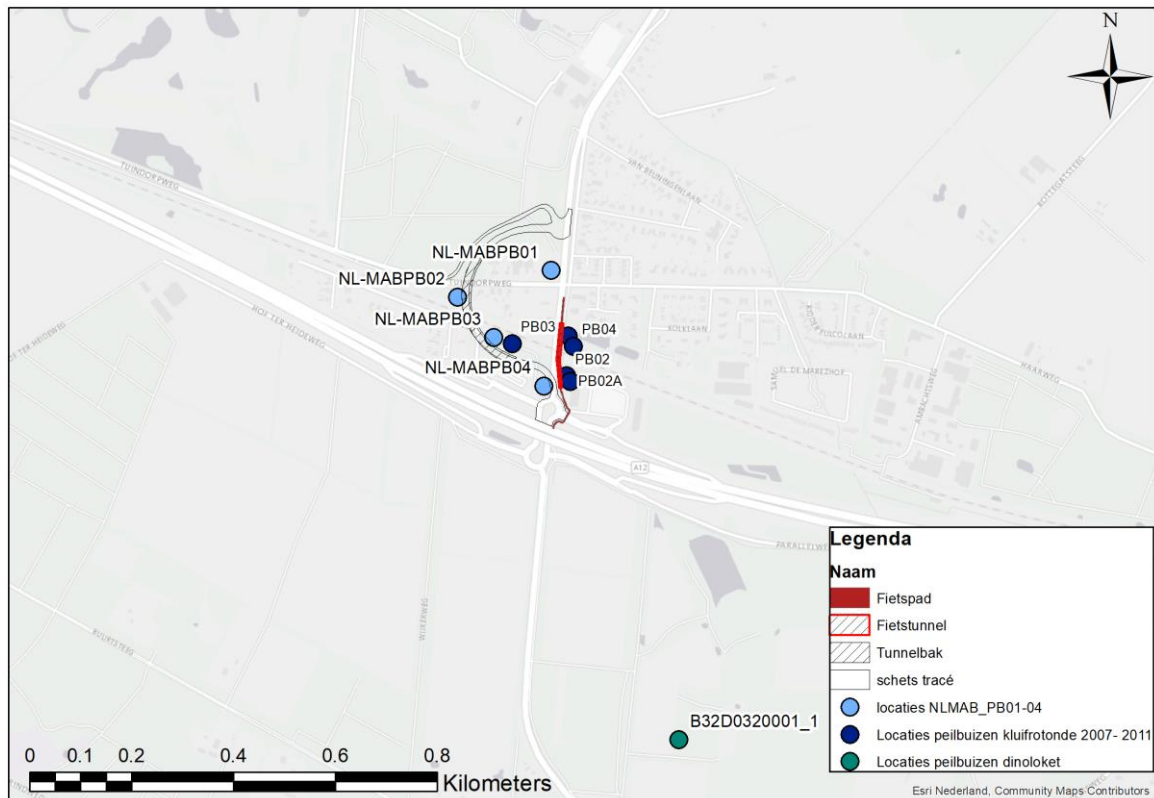
Kader 1: Samenvatting interne memo

Methode

Voor het bepalen van de GxG ter hoogte van de projectlocatie is gebruikt gemaakt van verschillende peilbuisgegevens. In Figuur 6 worden de gemeten grondwaterstanden rondom de projectlocatie vanaf 2007 tot februari 2018 weergegeven. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 7 **Error! Reference source not found.** De stamgegevens van de peilbuizen die bekend zijn, zijn weergegeven in Bijlage 1. De peilbuizen die ten behoeve van het nieuwe tracé zijn geplaatst worden voorafgegaan door de tag NLMAB-PB. De peilbuizen die in 2007 ten behoeve van de aanleg van de kluifrotonde zijn geplaatst zijn genummerd met de tag PB0#. De peilbuizen vanuit het Dinoloket zijn gelabeld met de tag B#D#. Met behulp van een tijdreeksanalyse is geprobeerd om een betrouwbare inschatting te maken van de huidige GHG en GLG op de locatie van de spooronderdoorgang.



Figuur 6: Gemeten grondwaterstanden binnen een straal van 1km van de projectlocatie. Periode: april 2007 tot februari 2018.



Figuur 7: Locaties peilbuizen NLMABPB01-04 en peilbuizen t.b.v. kluifrotonde uit 2007-2011

Conclusie

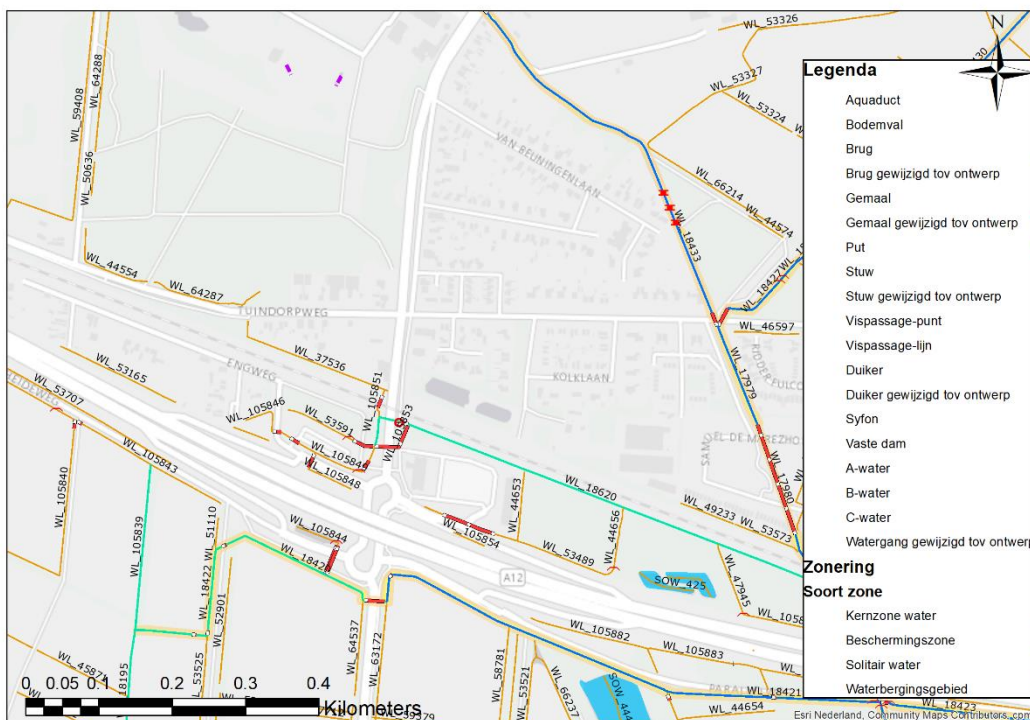
Op basis van de analyses die zijn gedaan, worden de volgende conclusies getrokken:

- Op basis van de beschikbare gegevens zijn de GHG en GLG op de beoogde locatie van de nieuwe spooronderdoorgang zo goed mogelijk geschat. De GHG en GLG zijn bepaald op 7.0 en 5.9 mNAP.

2.3 Oppervlaktewater

Vanuit het waterschap Vallei en Veluwe zijn de leggergegevens opgevraagd⁷. In Figuur 8 zijn de leggergegevens weergegeven. Hierbij zijn een aantal watergangen van belang voor het lokale grondwaterregime rondom het tracé van de spooronderdoorgang. Deze sloten en watergangen zijn verwerkt in het grondwatermodel.

- WL18421 en WL_105843, de waterloop ten zuiden van de A12. Deze sloot vangt het water van de Utrechtse heuvelrug af. Hierbij zijn de volgende streefpeilen van toepassing:
 - o Zomer: 6.4 mNAP
 - o Winter: 6.2 mNAP
- WL_18620, de waterloop ten zuiden van het spoor. Dezelfde werking als de sloten hierboven. Hier kan eventueel op gedraineerd worden, zoals beschreven in de rapportage omtrent drainagemogelijkheden⁸. Het streefpeil wordt hier aangenomen op 5.49mNAP.
- WL_37536, deze sloot staat in staat in open verbinding met WL_18620 en er wordt daarom aangenomen dat deze sloot op hetzelfde streefpeil van 5.49mNAP wordt gehouden.
- WL_105848 en WL_105844, de sloten naast de kluifrotonde. Deze sloten worden op een hoger peil van 6.55mNAP gehouden waardoor ze in periodes met lagere grondwaterstanden fungeren als zaksloten. Zo kan het overtollige water van het verharde oppervlak lokaal infiltreren.



2.4 Drainage

In de omgeving van het nieuwe tracé is momenteel één actief drainagesysteem aanwezig. T.b.v. van de aanleg van de kluifrotonde is er een drainagekoffer onder de noordzijde van de kluifrotonde geplaatst. Dit deel van de van de kluifrotonde wordt gedraineerd op een drainageniveau van 6.3mNAP.⁹

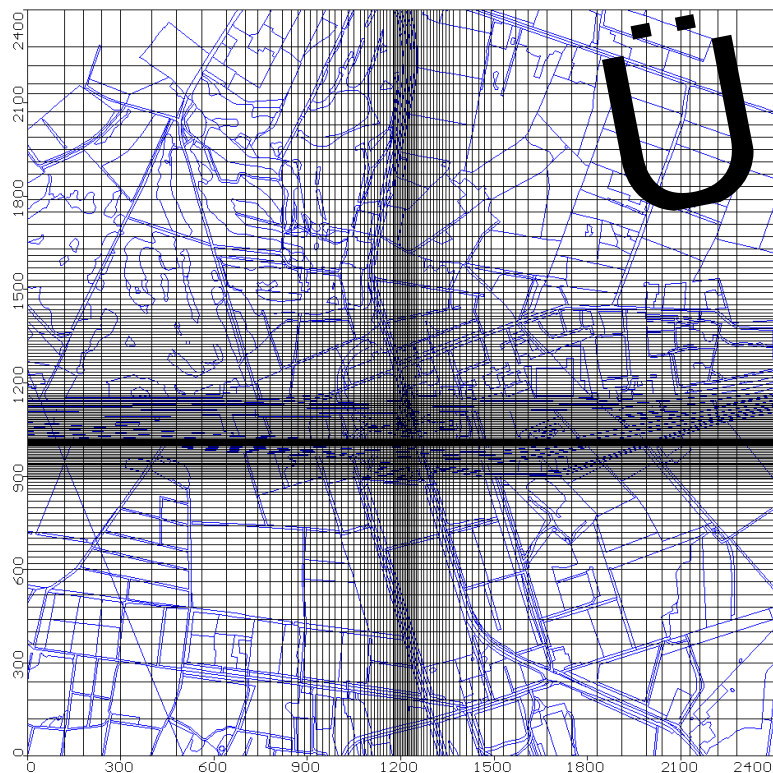
⁹ DHV Dossier BA 1668: Aanleg spooronderdoorgang te Maarsbergen (Mei 2011)

3 Grondwatermodel

Om de effecten van het nieuwe tracé te kunnen bepalen wordt een grondwatermodel gebruikt. Dit model is gebaseerd op de eerdere studie van DHV aangaande de effecten van de spooronderdoorgang bij de N226 in 2011.¹⁰ Het model is opnieuw geijkt o.b.v. de bodemopbouw zoals in sectie 2.1 en het oppervlaktewater dat invloed heeft op de grondwaterstanden. Als modelinstrumentarium wordt Visual Modflow gebruikt.

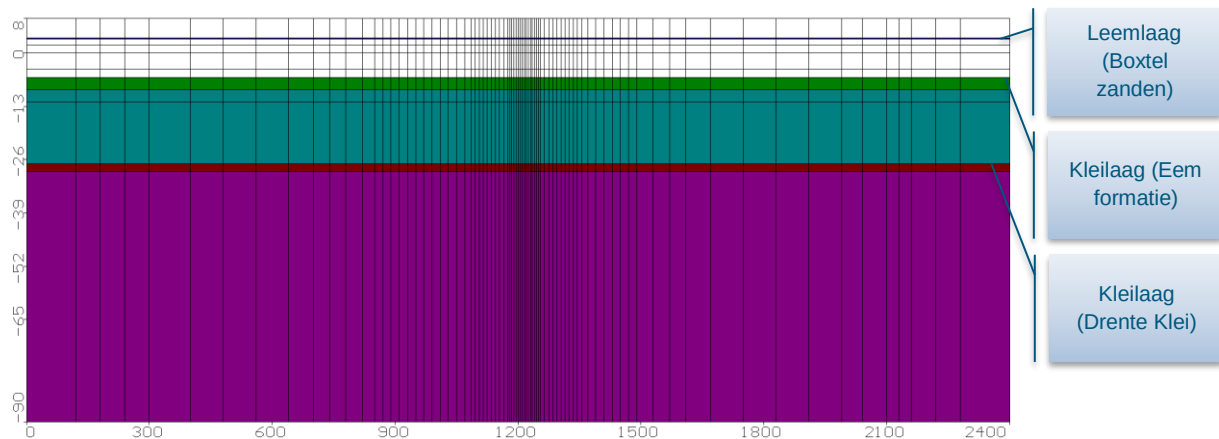
3.1 Schematisering

Hieronder is de schematisatie van het grondwatermodel weergegeven. In Figuur 9 is te zien dat het model verfijnd is rondom het nieuwe tracé. In Figuur 10 is de schematisatie van de bodemopbouw weergegeven. De weerstandslagen zijn aangegeven met een donkere kleur. Op de noordgrens van het model is een vaste stijghoogte opgegeven van 4.5mNAP op de zuidzijde is dit 6.5mNAP.



Figuur 9: Bovenaanzicht schematisatie grondwatermodel

¹⁰ DHV Dossier BA 1668: Aanleg spooronderdoorgang te Maarsbergen (Mei 2011)



Figuur 10: Doorsnede grondwatermodel ter hoogte van het nieuwe tracé

3.2 Oppervlaktewater en overige systemen

De oppervlaktewatersystemen die zijn meegenomen in het model zijn beschreven in sectie 2.3.

3.3 Scenario's

Om het effect van de tunnelbak op het grondwaterregime in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van twee scenario's. Beide scenario's zijn steady-state doorgerekend en zeggen iets over een situatie met gemiddelde grondwaterstanden.

3.3.1 Scenario 1: Referentiescenario

Dit scenario is opgesteld om het huidige grondwatersysteem in kaart te brengen.

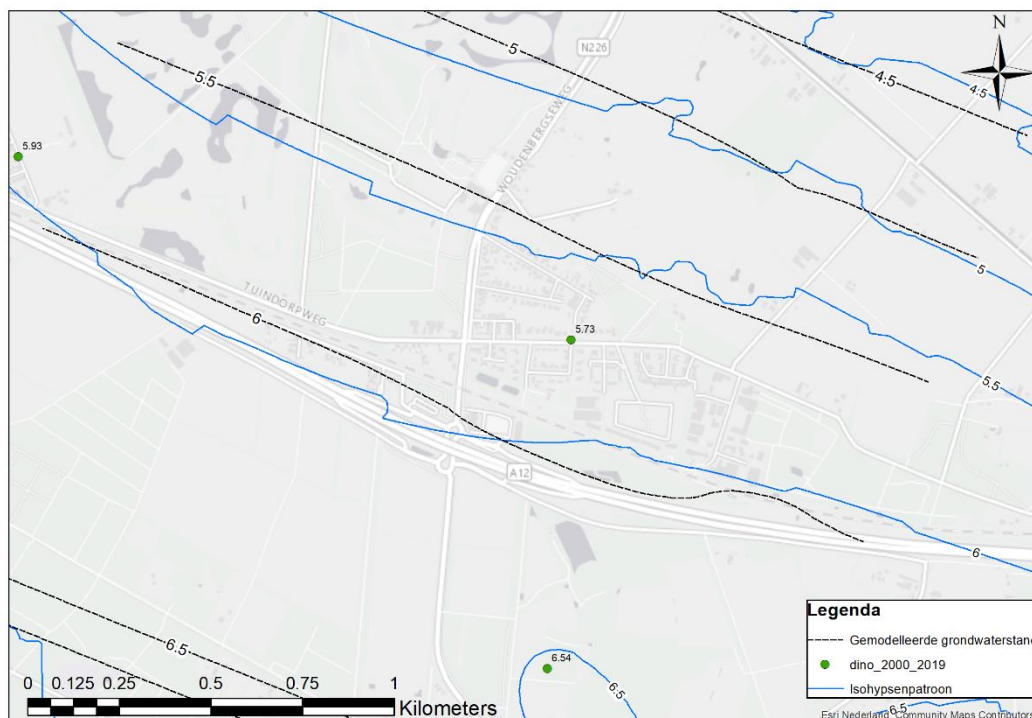
3.3.2 Scenario 2: Met tunnelbak

In dit scenario wordt de tunnelbak verwerkt over het geplande tracé. De tunnelbak wordt over de gehele lengte van het tracé aangebracht tot een diepte van 2mNAP. Dit is gedaan door de modelcellen in het grid die binnen het tracé vallen op inactief te zetten.

4 Resultaten

4.1 Scenario 1: Referentiesituatie

In Figuur 11 worden de berekende stijghoogten van scenario 1 weergegeven samen met het isohypsenpatroon dat is afgeleid uit de beschikbare metingen van het Dinoloket. De lijnen liggen onder dezelfde hoek en ongeveer op dezelfde afstand van elkaar. Het gemodelleerde verhang in de grondwaterstanden is dus representatief voor de huidige situatie met gemiddelde grondwaterstanden.



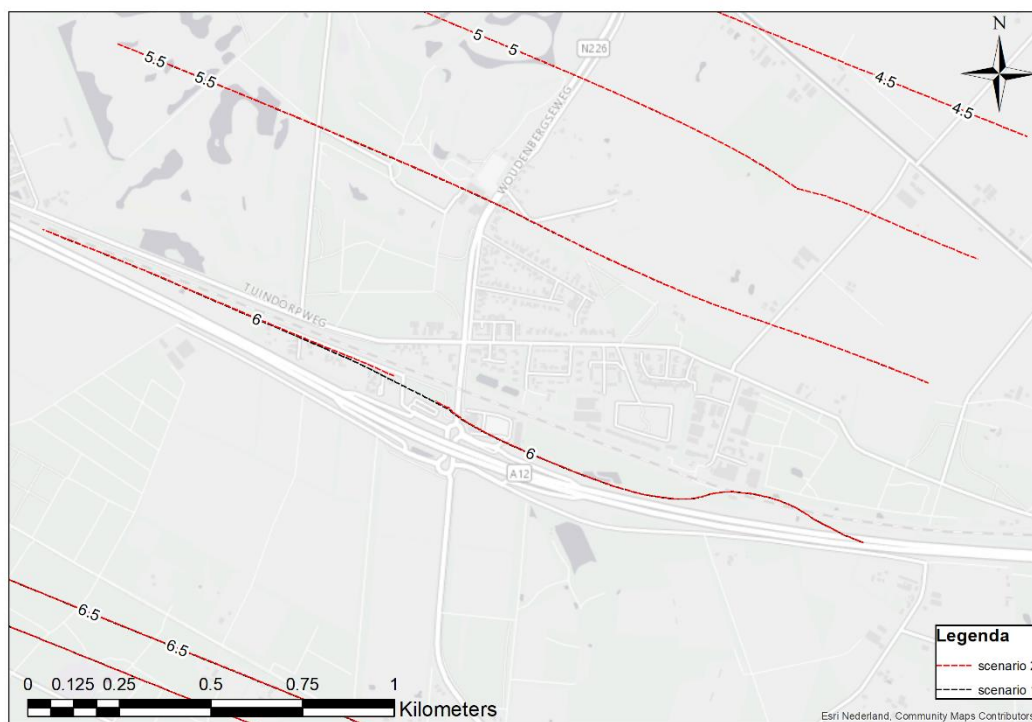
Figuur 11: Validatie scenario 1 grondwatermodel.

4.2 Scenario 2: Met tunnelbak

In Figuur 12 zijn de isohypsen o.b.v. de gemeten grondwaterstanden en de berekende grondwaterstanden o.b.v. scenario 2 weergegeven. De twee isohypsenpatronen zijn nagenoeg identiek. In Figuur 13 zijn de verlagingsontorenen van scenario 2 t.o.v. scenario 1 weergegeven. Er is een opbolling van maximaal 0.02m direct naast de tunnelbak zichtbaar. Op 50m van de tunnelbak is dat nog 0.01m.

Uit eerdere rapportage blijkt dat er ter hoogte van het geplande tracé grondwaterstanden kunnen voorkomen tot 7.2mNAP.¹¹ Dat is 1.2m hoger dan de gemiddelde grondwaterstanden die verwacht worden o.b.v. de metingen uit het Dinoloket. Het drainageniveau ligt op 6.3mNAP. Daarom zullen de grondwaterstanden bij hogere grondwaterstanden rondom de tunnelbak worden afgetopt op dit niveau. De opstuwing zal dan nog verder worden gemitigeerd en wordt verwaarloosbaar.

¹¹ Royal HaskoningDHV, 2018, Drainagemaatregelen spooronderdoorgang te Maarsbergen



Figuur 12: isohypsen o.b.v. metingen dinoloket en berekende stijghoogte scenario 2



Figuur 13: Verlagsingscontouren grondwaterstand scenario 2 t.o.v. scenario 1

5 Conclusie

Op basis van de resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- Het plaatsen van de tunnelbak zal een effect hebben op de gemiddelde grondwaterstanden dat zich beperkt tot maximaal 0.02m. Dit kan worden geclassificeerd als verwaarloosbaar.
- Indien er drainage wordt aangelegd met een drainageniveau van 6.3mNAP zal de opstuwing ten gevolge van de tunnelbak nog kleiner zijn.

Bijlagen

Naam	Filter nr.	Start meting	Einde meting	Xcoördinaat	Ycoördinaat	Maaiveld (m NAP+)	Bovenkant peilbuis (m NAP+)	Bovenkant filter (m NAP+)	Onderkant filter (m NAP+)	Eigenaar peilbuis
B32D0142	1	14-05-1997	04-11-2010	157284	452558	4.10	4.67	-2.30	-4.30	Onbekend
B32D0142	2	17-06-1988	04-11-2010	157284	452558	4.10	4.87	-2.30	-4.30	Onbekend
B32D0142	3	03-10-1972	04-11-2010	157284	452558	4.10	4.87	-2.30	-4.30	Onbekend
B32D0203	1	12-05-1993	11-10-2017	155765	453136	5.13	5.72	-1.85	-2.85	Onbekend
B32D0320	1	19-03-1996	11-10-2017	156325	451235	7.31	7.82	5.68	4.68	Onbekend
B32D1324	1	08-08-2008	11-10-2017	156173	451007	7.93	8.19	-11.07	-12.07	Onbekend
B32D1335	1	01-02-2008	04-01-2018	157315	452601	4.10	4.73	1.53		Onbekend
B32D1337	1	01-02-2008	04-01-2018	156589	453207	3.56	4.33	1.23		Onbekend
NLMAB-PB01	1	22-12-2017	08-03-2018	156057	452102					Onbekend
NLMAB-PB02	1	22-12-2017	08-03-2018	155897	452102					Onbekend
NLMAB-PB03	1	22-12-2017	08-03-2018	156054	451934					Onbekend
NLMAB-PB04	1	22-12-2017	08-03-2018	156068	452156					Onbekend
PB01	1	27-11-2007	28-07-2011	156070	452161	7.75	8.97			Onbekend
PB02	1	27-11-2007	28-07-2011	155894	452102	9.03	8.41			Onbekend
PB02A	1	27-11-2007	28-07-2011	156057	452102					Onbekend
PB03	1	27-11-2007	28-07-2011	156057	451939	9.05	7.91			Onbekend
A12 diver noord	1	1/26/2012	1/7/2013	156067	451890					BAM infra

