

2.6 Geohydrologie

2.6.1 Algemeen

Ten behoeve van het ontwerp van de locatie dient inzicht te worden verkregen in de opbouw van de bodem, de heersende grondwaterregimes en de terreingesteldheid. In deze paragraaf wordt ingegaan op deze aspecten. Dit betreft de beschrijving van de maaiveldhoogten, bodemopbouw, geohydrologische en geotechnische situatie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Rijkswaterstaat);
- Bodemkaart van Nederland kaartblad (Alterra);
- Grondwaterkaart van Nederland, (DGV-TNO);
- Grondwatergegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem) (NITG-TNO);
- (Water)bodemonderzoek Rivierverruiming Neder-Rijn, Doorwerth (Oranjewoud, opdrachtnummer 187786, d.d. 1 juli 2010);
- Sonderingen en boringen, uitgevoerd door MOS Grondmechanica (Mos, kenmerk R6071711-RH_4, d.d. 18 november 2011).

2.7

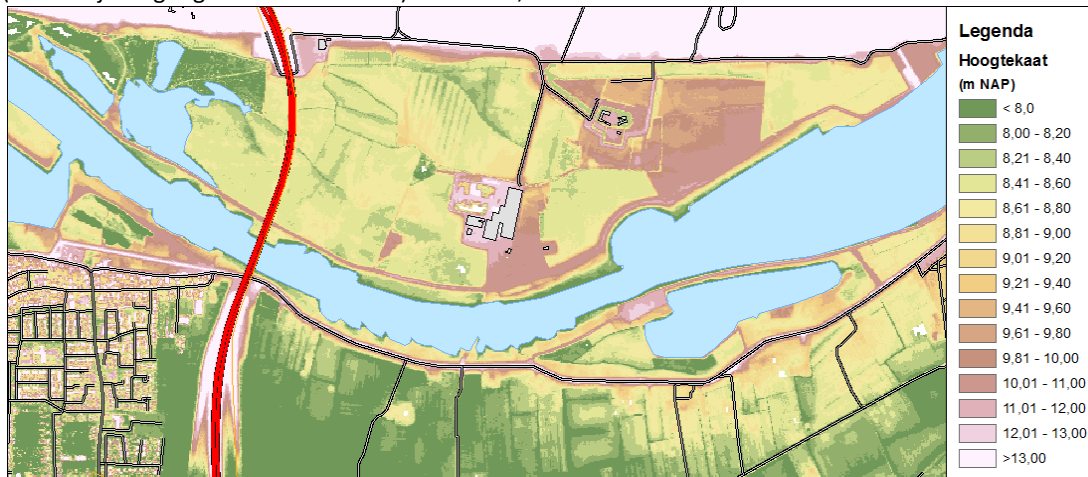
2.7.1 Huidige situatie

2.7.1.1 Topografische ligging

De Doorwerthsche waarden zijn ten noorden van Neder-Rijn gelegen. De westgrens ligt iets ten westen van de A50. De oostgrens ligt globaal ter plaatse van de draaikom van de stuw.

Het oorspronkelijke maaiveld varieert van circa 8,20 m+ NAP tot 9,00 m+ NAP. Ter plaatste van de bebouwing aan de oostzijde van het plangebied is het maaiveld opgehoogd, tot een niveau van minimaal 10,00 m+ NAP. In Figuur 1 is de hoogteligging weergegeven.

Ten noorden van het deelgebied zijn de stuwwallen gelegen. Het maaiveld ter plaatse van de Fonteinallee (noordelijk weg tegen de bosrand aan) is circa 15,0 m+ NAP.



Figuur 1: Hoogteligging plangebied (© AHN, Rijkswaterstaat)

2.7.1.2 Veldwerkzaamheden

Binnen dit deelgebied zijn 9 handboringen uitgevoerd. Voor een tekening met situering van de boringen en sonderingen wordt verwezen naar bijlage IV.8 De boorprofielen zijn tevens opgenomen in bijlage IV.8 De gegevens van de boringen en sonderingen zijn in onderstaande beschrijving meegenomen.

Daarnaast is in het kader van de rivierverruiming in 2010 bodemonderzoek uitgevoerd, waarbij een groot aantal boringen is uitgevoerd en tot maximale diepten van 4,0 m -mv.

2.7.1.3 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Op basis van de bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000) blijkt dat ter plaatse van de onderzoekslocatie de volgende bodemtypes voorkomen:

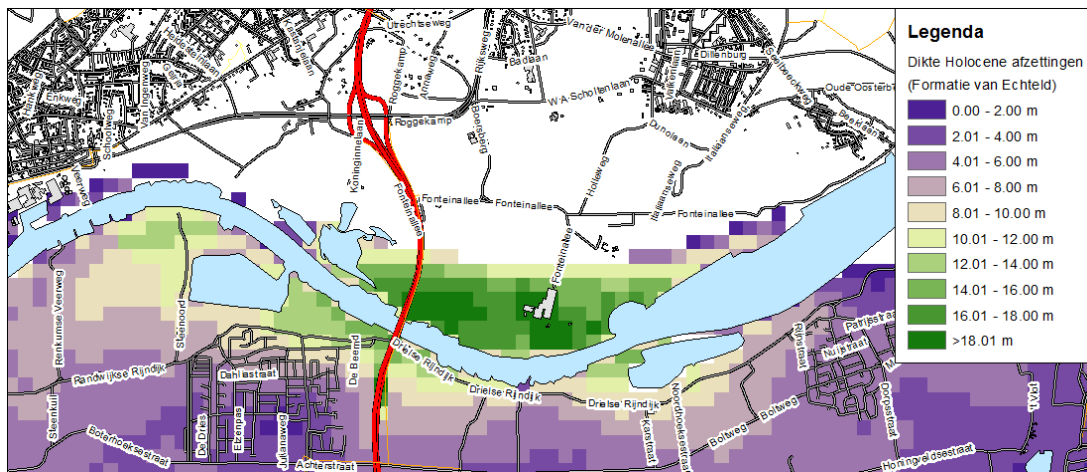
- In het westelijk deel komt een poldervaaggrond voor, bestaande uit klei, liggend op een zandgrond (bodemcode Rn82A);
- In het oostelijk deel komt een ooivaaggrond voor, bestaande uit zware zavel en lichte klei (bodemcode Rd90A).

Uit de uitgevoerde boringen door Mos (2011) en Oranjewoud (2010) blijkt een kleidek voor te komen met een dikte variërend van soms minder dan 0,5 m tot circa 1,5 m. De dikkere deklaag bevindt zich aan de westzijde van het deelgebied, nabij de brug. Onder de kleilaag is overwegend matig grof tot zeer grof (grindhoudend) zand aangetroffen.

Diepe bodemopbouw

Op basis van de aanwezige boringen in DINO-loket is een inschatting gemaakt van de dikte van de kleilaag in de bovengrond. De beschikbare boringen wijzen uit dat de kleilaag circa 1,0 à 2,0 m dik is in het plangebied.

In Figuur 2 is de dikte van de Holocene afzettingen (Formatie van Echteld) weergegeven, zoals deze in de REGIS II.1 kartering is opgenomen. De dikte van de Formatie van Echteld dient ter indicatie van de dikte van de deklaag. Het onderste gedeelte van deze formatie kan uit zand en grind bestaan.



Figuur 2: Dikte Holocene afzetting (bron: REGIS)

De sondeergrafieken wijzen uit dat de diepere bodemopbouw (tot 15 m –mv) uit overwegend (matig) grof zand bestaat. In enkele sonderingen is op circa 10 m –mv een storende laagje aangetroffen van (zandige) kleilaag. Deze vormt geen aaneengesloten laag.

Bodemschematisatie

DINO-loket en REGIS zijn geraadpleegd om de regionale diepe bodemopbouw vast te stellen. Tevens is de geohydrologische schematisatie vastgesteld. Ter plaatse van de locatie zijn geen diepe boringen beschikbaar, zodat gebruik is gemaakt van de REGIS-II.1 kartering. De geohydrologische bodemopbouw staat vermeld in Tabel 1.

Tabel 1: Geohydrologische schematisatie

Diepte (m NAP)		Formatie	Lithologie	kD-waarde (m ² /dag)	c-waarde (dagen)	Geohydrologische eenheid
Van	Tot					
+7	-8	Formatie van Echteld	Bovengrond bestaat uit klei, na toenemende diepte wordt de afzetting grover	-	200	Deklaag
-8	-9	Formatie van Kreftenheye	Grof zand, grindhoudend	60	-	Eerste watervoerend pakket
-9	-17	Gestuwde afzettingen	Gestuwd materiaal, bestaande uit zand en grind	(niet gekarteerd)	-	
-17	-21	Formatie van Peize – Waalre	Grindhoudend, grof zand en lokaal grindbanken	100 – 150	-	
-21	-42	Formatie van Waalre, laagpakket van Wijchen	Klei, zandig, zwak tot matig humeus en zeer fijn, siltig zand	-	350 – 450	Scheidende laag
-42	-66	Formatie van Peize – Waalre	Grof zand, grindhoudend en lokaal grindbanken	700 – 800	-	Tweede watervoerend pakket
-66	-72	Formatie van Waalre	Klei	-	40 – 60	Scheidende laag
-72	-90	Formatie van Peize – Waalre	Grof zand, grindhoudend en lokaal grindbanken	600 – 700	-	Tweede watervoerend pakket
-90	-110	Formatie van Maassluis	Siltig fijn zand en kleilagen		800 – 1200	Geohydrologische basis

2.7.1.4 Grondwater

In de directe omgeving van de onderzoekslocatie zijn geen recent bemeeten TNO peilbuizen aanwezig. In het deelgebied zijn een viertal peilbuizen geplaatst op 2 november 2011. Onderstaand zijn de kenmerken samengevat.

Tabel 2: Gegevens peilbuizen

Peilbuis nr.	Randpeilbuis (m+NAP)	Maaiveld (m+NAP)	Bovenkant filter (m+NAP)		Onderkant filter (m+NAP)	
P-P01-1	8,58	8,63		6,13		5,13
D-P02-1	8,52	8,61		6,31		5,31
D-P03-1	8,65	8,75		6,55		5,55
D-P04-1	8,43	8,52		6,17		5,17

Er is zover bekend geen grondwaterstandmonitoring uitgevoerd. De grondwaterstanden zijn alleen opgenomen direct na plaatsing van de peilbuizen. In Tabel 3 zijn de grondwaterstandmetingen weergegeven.

Tabel 3: Grondwaterstanden gemeten in de peilbuizen

Peilbuis nr.	2-11-2011
P-P01-1	6,13
D-P02-1	6,31
D-P03-1	6,55
D-P04-1	6,17

De grondwaterstroming in de deklaag is overwegend opwaarts (bron: kwel- en infiltratiekaart van de provincie Gelderland).

De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is ter plaatse van het deelgebied richting het zuiden gericht. De stijghoogte ter plaatse van de uiterwaard is circa 7,0 m+ NAP à 7,5 m+ NAP. De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket is gelegen op circa 8,5 m+ NAP.

In Figuur 3 is een isohypsenkaart van het eerste watervoerende pakket opgenomen. De isohypsen zijn in het kader van de REGIS-I kartering vervaardigd door TNO.



Figuur 3: Isohypsenpatroon REGIS-I kartering (© TNO, 28-04-1995)

Het grondwater afkomstig van de stuwwal kwel op de volgende plaatsen op:

- Ondiepe kwel direct aan de zuidzijde van de stuwwal (omgeving van Fonteinallee);
- In de Neder-Rijn (diepe kwel);
- Ten zuiden van de Neder-Rijn (zeer diepe kwel).

2.7.1.5 Oppervlaktewater

In Tabel 4 zijn gegevens met betrekking tot de waterstanden en de afvoer van de Neder-Rijn weergegeven van de locatie Doorwerthsche waarden.

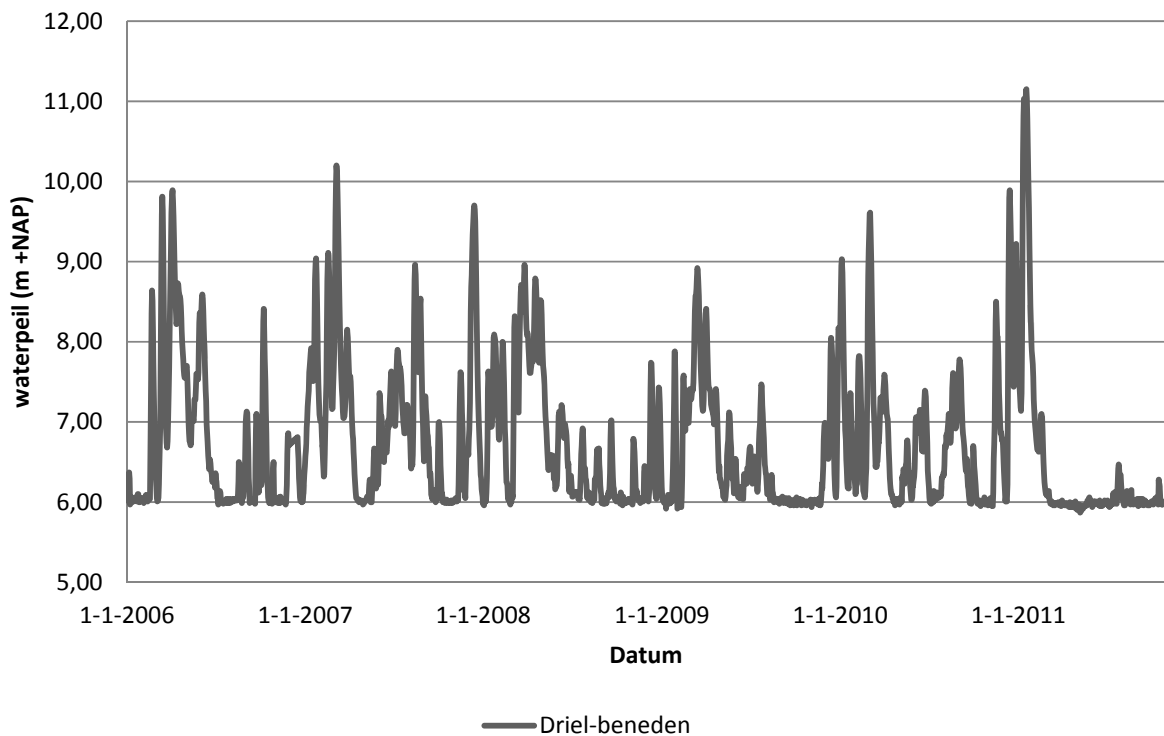
Tabel 4: Meetgegevens waterstanden Neder-Rijn

herh. tijd v/d topafvoer in jaren	Afvoer Lobith (m ³ /s)	Doorwerth (m+NAP)
kilometerraai		893
gem afvoer	2.200	6,67
gem. zomerafvoer	1.826	6,19
1	6.145	9,86
2	7.194	10,42
3	7.807	10,68
4	8.242	10,83
5	8.580	10,95
10	9.628	11,26
25	11.014	11,62
50	11.897	11,83
100	12.780	12,00

250	13.947	12,20
500	14.829	12,32
1.000	15.712	12,42
1.250	16.000	12,44

De gemiddelde waterstand bij een afvoer van 2.200 m³/s bedraagt circa 6,67 m+ NAP (periode 1984 t/m 2000).

Het deelgebied is stroomafwaarts gelegen van de stuw van Driel. In Figuur 4 is de gemeten waterstand weergegeven voor de periode van januari 2006 tot en met augustus 2009.



Figuur 4: waterstanden Driel-beneden

Ten noorden van het deelgebied is een leggerwatergang gelegen (primaire watergang, waterschap Vallei en Eem). De watergang loopt parallel aan de Fonteinallee en stroomt ten westen van het deelgebied in de Neder-Rijn. Van de watergang zijn geen gegevens bekend met betrekking tot peilen en diepten. Het water in de watergang stroomt van oost naar west.

2.7.2 Inrichtingsmaatregelen

De inrichtingsmaatregelen zullen beschreven worden in zoverre ze geohydrologisch van belang zijn: dit betekent indien ze effecten hebben op de grondwaterstanden en kwel. De volgende maatregelen zullen worden uitgevoerd:

1. Verleggen zomerkade:

De zomerkade aan de zuidzijde van het gebied wordt afgegraven tot het maaiveldniveau van de naastgelegen buitenkaadse weide (circa 8,5 m+ NAP à 9,0 m+ NAP). Ten zuiden van de steenfabriek (terp) wordt een nieuwe zomerkade aangelegd. De zomerkade sluit aan op de bestaande terp en heeft een hoogte van 11,20 m+ NAP. Dit betekent dat de uiterwaarden buiten de nieuwe zomerkade vaker zullen overstromen (vaker dan eens per jaar), waardoor ook vaker oppervlaktewater in de bodem kan infiltreren.

2. Verlagen van de in de weide aanwezige hoge maaivelddelen tussen de oude en de nieuwe zomerkade naar omliggende hoogte. Dit betreft slechts enkele kleinere delen. Bij gemiddelde rivierstanden zal dit geen effect

op de grondwaterstanden hebben. Bij hogere rivierstanden en onderlopen van het maaiveld kan het extra infiltratie tot gevolg hebben. Doordat de te verlagen delen qua omvang minimaal zijn, zal dit effect verwaarloosbaar zijn.

3. Aanleg oobos westelijk en oostelijk van de terp:

Tegen de bestaande terp wordt aan de west- en oostzijde een oobos aangelegd waarbij het maaiveld vanaf de hoogte van het binnenkaadse maaiveld, onder een helling gelegd, tot de terphoogte. Dit kan enige invloed op de grondwaterstanden hebben tijdens hoogwatersituaties.

4. Uitbreiding tasveld en aanleg hoogwatervluchtplaats:

Aan de zuidzijde tegen het westelijke oobos wordt een hoogwatervluchtplaats aangelegd van 1 hectare groot met een hoogte van 11,5m+ NAP. Tussen de hoogwatervluchtplaats en de bestaande terp wordt het maaiveld opgehoogd en ingericht als tasveld (11,2 m+ NAP). Dit kan enige invloed op de grondwaterstanden hebben tijdens hoogwatersituaties.

5. Verlagen van de rivieroever:

Over een breedte van 30 tot 70 m wordt de rivieroever verlaagd met maximaal 1,2 m, maar vaak veel minder. Dit betekent wederom dat de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater vergroot kan worden, zodra het verlaagde deel overstromt. Tijdens een gemiddelde afvoer is dit niet het geval.

Er zal geen aanpassing in het oppervlaktewatersysteem worden aangebracht.

Tabel 5: Overzicht optreden hydrologische effecten bij verschillende rivierafvoeren

Maatregel	Potentiële effecten op grondwater		
	Bij lage afvoer	Bij gemiddelde afvoer	Bij hoge afvoer (> 8.200 m ³ /s)
Verwijderen van de zomerkade	Nee	Nee	Ja
Aanleg nieuwe zomerkade	Nee	Nee	Ja
Verlagen hoge maaivelddelen	Nee	Nee	Nee*
Ophogen oobos	Nee	Nee	Ja
Aanleg hoogwatervluchtplaats en tasveld			
Verlagen van de rivieroever	Nee	Nee	Ja

* *verwaarloosbaar gelet op oppervlak te verlagen delen en oppervlak deelgebied*

2.7.3 Effecten van de inrichtingsmaatregelen op de grondwaterhuishouding

De ingrepen in het projectgebied dienen niet te leiden tot verdroging van de stuwwal. De gevolgen richten zich op de grondwaterstanden en de kwel zowel in het gebied als daarbuiten (met name de stuwwal). In het onderstaande wordt ingegaan op de gevolgen bij een lage afvoer, een gemiddelde en een hoge afvoer in de Neder-Rijn. Dit wordt vertaald naar peilen van respectievelijk 6,01 m+ NAP, 6,67 m+ NAP en 8,50 m+ NAP (overstromen van de zomerkade).

Lage Neder-Rijnstand

Bij een lage rivierstand zal de grondwaterstand in de direct aangrenzende gebieden worden beïnvloed. Verwacht mag worden dat de grondwaterstanden dan dalen en als gevolg daarvan ook de oppervlaktewaterstanden. Dit is nu zo en ook na de inrichting van het gebied.

Gemiddelde Neder-Rijnstand

De gemiddelde Rijnstand bedraagt 6,67 m+ NAP. Er zullen geen ingrepen gedaan worden waarbij de deklaag ontgraven wordt tot beneden het huidig maaiveld (hoogte circa 8,5 m+ NAP à 9,0 m+ NAP).

Hierdoor zal bij een gemiddelde Rijnstand de grondwaterstand of –stroming niet beïnvloed worden door de maatregelen.

Hoge Neder-Rijnstand

Het verwijderen van de zomerkade leidt tot een regelmatigere inundatie van de uiterwaard bij hogere waterstanden (boven een peil van 8,5 m+ NAP (circa eens per 5 jaar)). Uitgangspunt is dat ter plaatse van de

zomerkade een beperkte kleilaag (met weerstand) aanwezig blijft. Dit kan dan tijdens een hoogwater niet leiden tot een extra infiltratie van rivierwater en zal dan dus geen verhoging van de grondwaterstanden / stijghoogten in het watervoerend pakket hebben.

Ook onder de geringe delen die afgegraven worden tot omliggend maaiveldniveau, blijft een kleilaag aanwezig. De weerstand van de deklaag zal niet worden veranderd waardoor er bij hoogwater geen extra infiltratie van rivierwater zal optreden en zal geen verhoging van de grondwaterstanden /stijghoogten in het watervoerend pakket optreden.

Het ophogen ter plaatse van het oobos leidt tot een extra weerstand en bemoeilijkt daardoor de uitwisseling van rivierwater door de bodem. Dit zou betekenen dat er een geringe verlaging optreedt van de grondwaterstanden. Ook is de duur van een hoogwatersituatie dusdanig gering dat er geen negatieve effecten optreden.

Invloed op stuwwal

Er worden geen grote delen afgegraven tot onder het huidig maaiveldniveau waardoor de kweldruk vanuit de stuwwal afneemt. Daarnaast worden er geen wijzigingen aangebracht in het oppervlaktewatersysteem. Hierdoor zal er geen verdroging (of beïnvloeding) van de stuwwal optreden.