

Grondwatereffecten herinrichting Bijlandse Waard

LBP / Sight

18 juni 2010

Definitief conceptrapport

9T5135.C0

Boschveldweg 21
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
+31 (0)73 687 41 11 Telefoon
+31 (0)73 612 07 76 Fax
info@den-bosch.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Grondwatereffecten herinrichting
Bijlandse Waard

Verkorte documenttitel Grondwatereffecten Bijlandse Waard

Status Definitief conceptrapport

Datum 18 juni 2010

Projectnaam Advies grondwatereffecten Bijlandse Waard

Projectnummer 9T5135.C0

Opdrachtgever LBP / Sight, ing. J.B.A. Hund

Namens de initiatiefnemers:
Van Nieuwpoort Bouwgrondstoffen,
de heer ing. H. Hermsen
CRH-Kleiwarenfabriek 'De Bijlandt' B.V.,
de heer A. Bouma

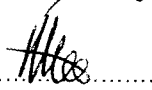
Referentie 9T5135.C0/R00002/501329/AH/DenB

Auteur(s) ir. J.A.P.H. Vermulst

Collegiale toets ir. B.J. van der Wal

Datum/paraaf 18-6-2010 

Vrijgegeven door drs. M van Elswijk

Datum/paraaf 18-06-10 

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Probleem- en doelstelling	2
1.3 Leeswijzer	2
2 VOORGENOMEN INGREEP	3
3 WATERSYSTEEMANALYSE	5
3.1 Geohydrologische opbouw	5
3.2 Oppervlaktewater in de omgeving van de Bijlandse Waard	8
3.3 Grond- en oppervlaktewaterregime	9
4 EFFECTEN ALS GEVOLG VAN DE INGREEP	12
4.1 Grondwaterstanden	12
4.2 Bebouwing	16
4.3 Landbouwopbrengsten	16
4.4 Grondwaterstandsafhankelijke natuur	16
5 CONCLUSIES	17
6 LITERATUUR	18

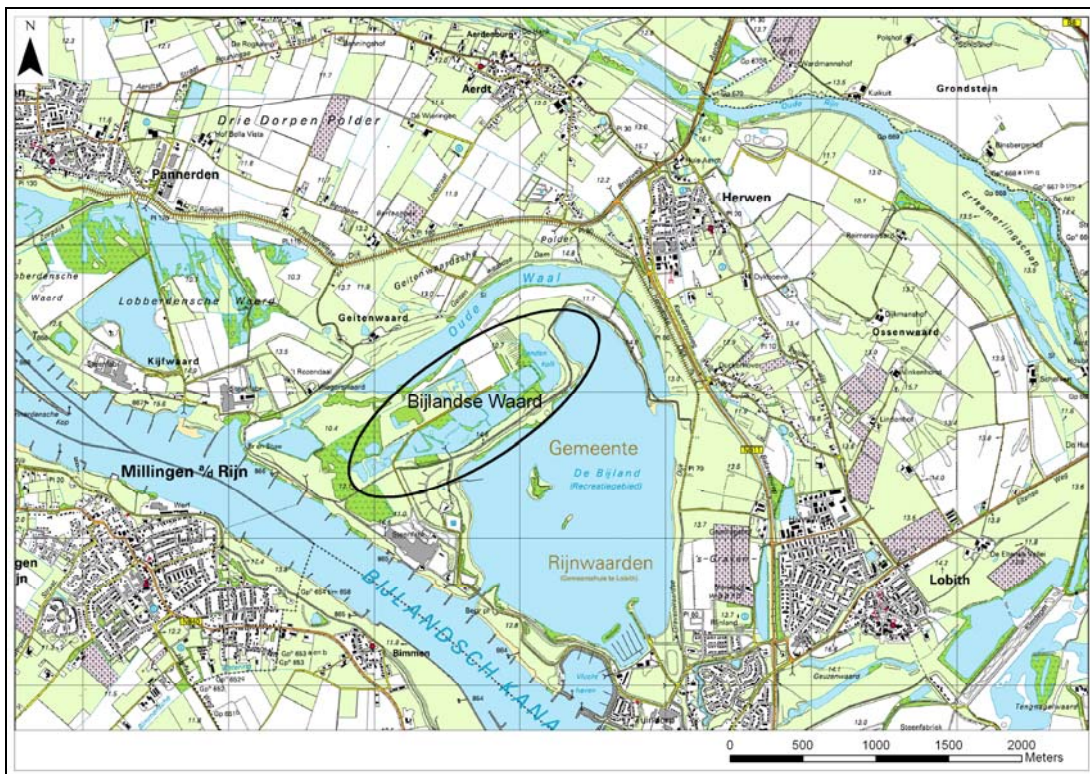
BIJLAGE(N)

1. Toelichting grondwatermodel

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

De Rijnlandse Uiterwaarden liggen nét voorbij het punt waar de Rijn ons land binnenstroomt (bij Tolkamer), ten noorden van het Bijlandsch Kanaal (het verlengde van de Boven-Rijn). De Bijlandse Waard (zie figuur 1.1) behoort tot het complex aan uiterwaarden dat tezamen de Rijnlandse Uiterwaarden vormt.



Figuur 1.1: Overzichtskartaal

Om bij toekomstige hoogwaters de veiligheid te waarborgen, is ruimte voor de rivier noodzakelijk. In 2001 is daartoe het Inrichtingsplan Rijnlandse Uiterwaarden tot stand gekomen, in opdracht van Rijkswaterstaat. Een belangrijke pijler van dit plan is het realiseren van de Blauwe Rivier, waardoor meer afvoer mogelijk wordt naar het Pannerdensch Kanaal. Naast de Blauwe Rivier zijn natuurontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit van belang. In de jaren na 2001 is, door publieke en private initiatieven, samengewerkt aan verschillende deelprojecten van het inrichtingsplan.

Eén van de deelprojecten binnen het Inrichtingsplan Rijnwaardense Uiterwaarden is de Herinrichting van de Bijlandse Waard. Hier is een verlaging van de uiterwaarden gepland als onderdeel van de realisatie van de Blauwe Rivier. Gestreefd wordt naar schaalvergroting in de uiterwaardnatuur.

1.2 Probleem- en doelstelling

Om de herinrichting van de Bijlandse Waard mogelijk te maken, dient de vigerende ontgrondingenvergunning voor het gebied te worden aangepast. Momenteel is bureau LBP / Sight in opdracht van Kleiwarenfabriek 'De Bijlandt' en Van Nieuwpoort Bouwgrondstoffen bezig met de voorbereiding en onderbouwing van de nieuwe ontgrondingenvergunning.

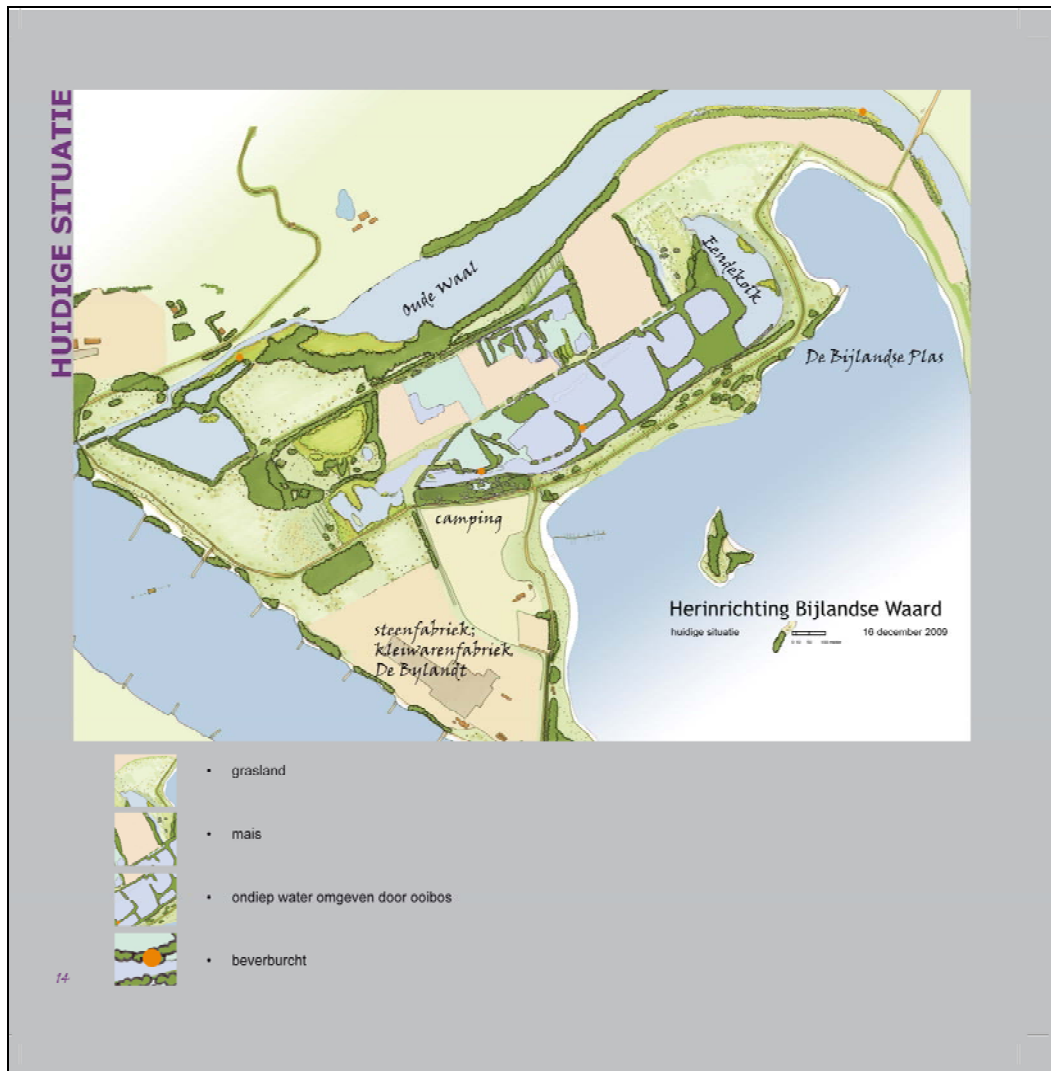
Ten behoeve van de nieuwe ontgrondingenvergunning dienen de effecten van de voorgenomen ingrepen op het grondwatersysteem en de daaraan gerelateerde mogelijke effecten op bebouwing, landbouw en natuur te worden bepaald. LBP / Sight heeft Royal Haskoning opdracht gegeven om deze grondwatereffecten in beeld te brengen.

1.3 Leeswijzer

In het voorliggende rapport wordt in hoofdstuk 2 de voorgenomen ingreep kort toegelicht. In hoofdstuk 3 volgt een beknopte watersysteemanalyse. Hoofdstuk 4 gaat in op de verwachte effecten op het grondwaterregime en daaraan gerelateerde effecten op bebouwing, landbouw en natuur. Tot slot volgen in hoofdstuk 5 de conclusies.

2 VOORGENOMEN INGREEP

Tussen de jaren vijftig en negentig van de vorige eeuw heeft in de Bijlandse Waard kleiwinning plaatsgevonden. Hierdoor is een mozaïek ontstaan van ondiepe plassen, heringerichte afgetichelde percelen (veelal in gebruik als akkerland), graslanden en tussenliggende kades met daarop ooibos, zie figuur 2.1.



Figuur 2.1: Huidige situatie in de Bijlandse Waard

Ten behoeve van de realisatie van de Blauwe Rivier zal ter plaatse van de Bijlandse Waard een plas worden gerealiseerd, zie figuur 2.2. Aan de noordoost- en zuidwestoever van de plas ontstaat ruimte voor de ontwikkeling van riviergebonden natuur (vochtige alluviale bossen, hardhoutooibos, rietmoeras en stroomdalgraslanden). Om de doorstroming van de plas te bevorderen worden de bestaande kades aan de zuidoostelijke zijde (tussen de Bijlandse Waard en recreatieplas De Bijland) en de noordwestelijke zijde (tussen de Bijlandse Waard en de Oude Waal) verlaagd van 14,40 m + NAP naar 12,00 m + NAP.



Figuur 2.2: Herinrichtingsplan Bijlandse Waard

De herinrichting zal worden gerealiseerd door zandwinning. Uit de Bijlandse Waard zal hoogwaardig industriezand worden gewonnen ten behoeve van de betonindustrie. Uit de plas zal ook laagwaardig zand beschikbaar komen. Dit zal worden gebruikt voor de herinrichting van het plangebied. Het laagwaardige zand zal met name worden ingezet voor het creëren van rietmoerassen aan de zuidwest- en noordoostzijde van de toekomstige plas (zie figuur 2.2).

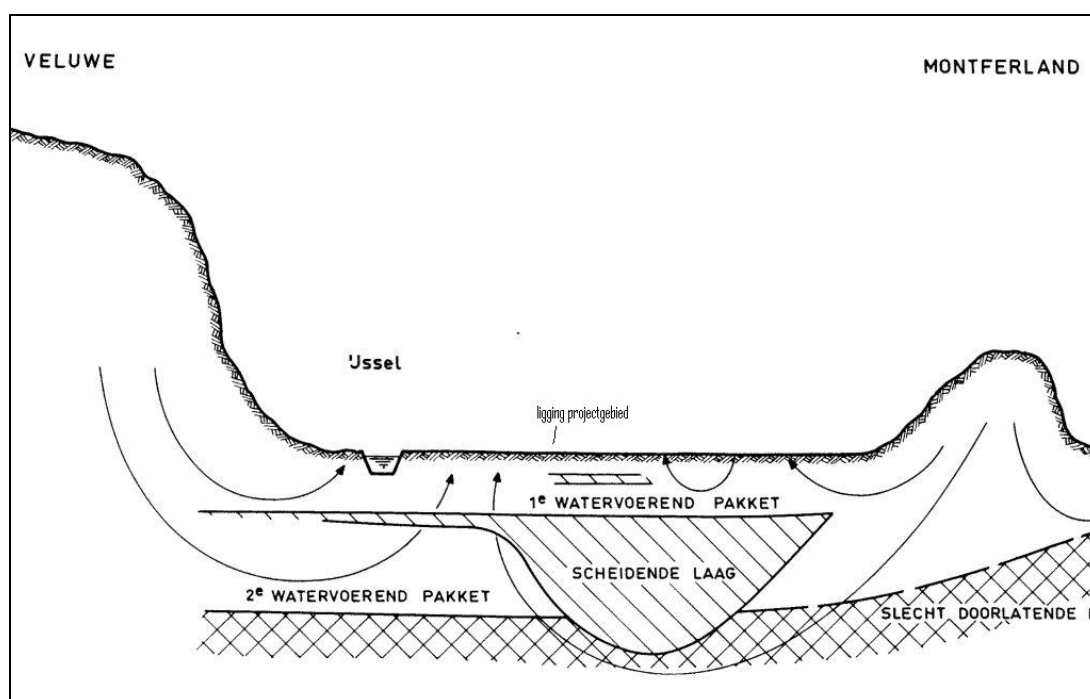
Bij elk hoogwater zet de rivier slib af in de plas en de aangrenzende rietmoerassen. De ervaring leert dat zich na verloop van tijd een aanzienlijke sliblaag ontwikkelt. Na enkele decennia zullen de rietmoerassen zijn opgeslibd tot op het gemiddelde waterpeil. Door successie zal zich hier een natuurlijk oobos ontwikkelen. Op de bodem van de plas zal zich een sliblaag vormen, die zal zorgen voor verminderde interactie met het grondwater in de omgeving. De in dit rapport gepresenteerde (indicatieve) grondwatereffecten zijn representatief voor de situatie direct na oplevering van het plan. Na verloop van tijd zullen de effecten minder worden.

3 WATERSYSTEEMANALYSE

3.1 Geohydrologische opbouw

Het projectgebied maakt in fysisch-geografisch opzicht deel uit van het Rivierengebied. Dit betekent dat de opbouw van de ondiepe ondergrond en de ontwikkeling van het landschap sterk beïnvloed is door de grote rivieren. De recente geologische ontstaansgeschiedenis van het Rivierengebied kenmerkt zich door de fluviatiele afzettingen van de Maas en de Rijn uit het Boven Pleistoceen en het Holoceen. Verder in het verleden overheersten echter ook mariene en glaciaire invloeden met bijbehorende sedimenten.

Een vereenvoudigd schema van de geohydrologische opbouw in het gebied is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1: Geohydrologische opbouw

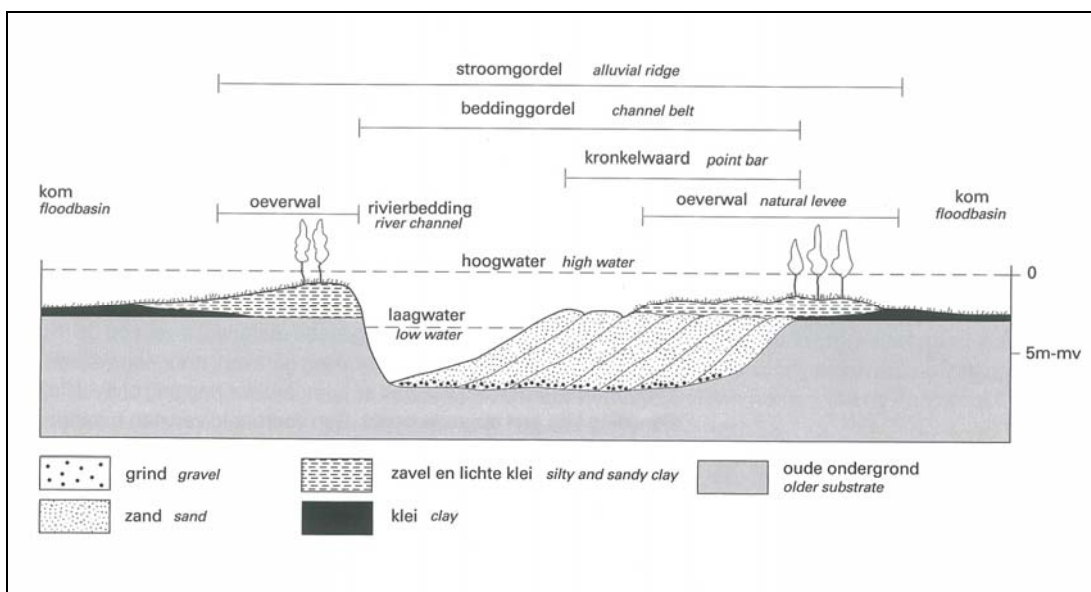
Ter plaatse van het projectgebied wordt de opbouw gekenmerkt door de aanwezigheid van een deklaag, een eerste watervoerend pakket en een scheidende laag. Deze eerste scheidende laag fungeert ter plaatse van het gebied tevens als geohydrologische basis.

Het gebied betreft een glaciaal bekken temidden van de gestuwde afzettingen van de Veluwe en Montferland. Dit glaciaal bekken is grotendeels opgevuld met sedimenten van de Formatie van Drente en Kreftenheye.

De eerste scheidende laag (tevens geohydrologische basis) wordt gevormd door de fijne afzettingen (klei/leem/fijn zand) van de Formatie van Drente. Het eerste watervoerend pakket bestaat uit goed doorlatende afzettingen van de Formatie van Drente en Kreftenheye.

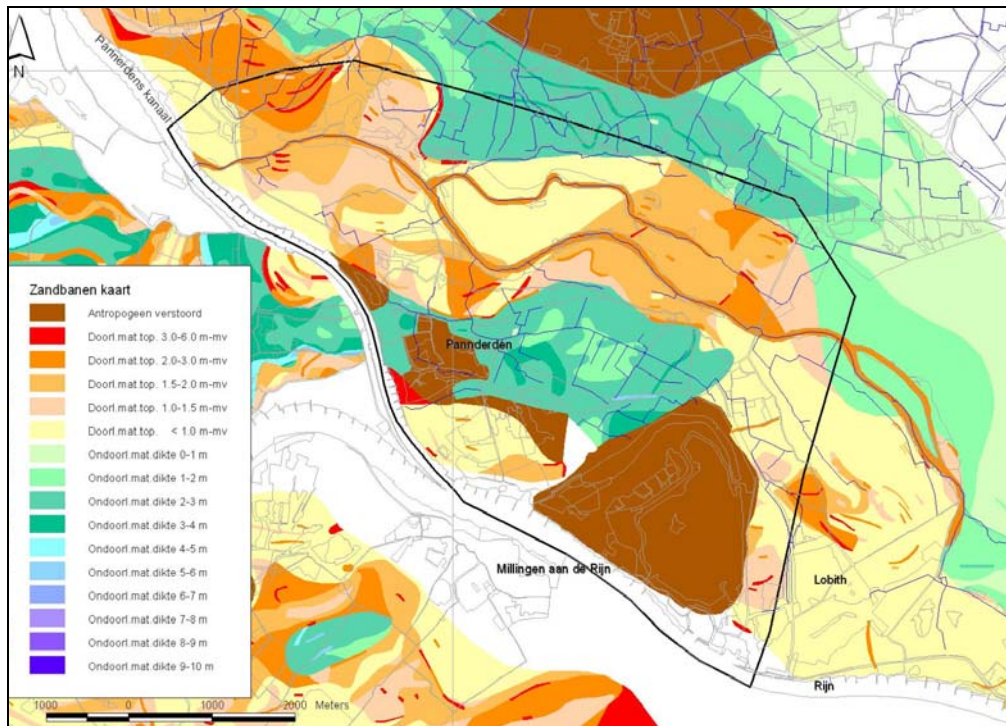
De deklaag bestaat uit Holocene afzettingen van de grote rivieren. Deze Holocene afzettingen worden onderverdeeld in *stroomgordelafzettingen* (bestaande uit zand en zavel) en *komafzettingen* (zwarte klei soms met veenlagen).

De stroomgordelafzettingen staan vrijwel steeds in contact met de Pleistocene afzettingen welke eveneens goed doorlatend zijn. De komafzettingen zijn afgezet tijdens overstromingen in de toen al lagere gedeelten van het landschap. Daar waar de kleien (komklei) vóórkomen ondervindt de grondwaterstroming van en naar het eerste pakket een grotere weerstand. Figuur 3.2 geeft schematisch een dwarsdoorsnede weer van een bocht in een meanderende rivier met daarbij de benamingen van de verschillende geomorfologische eenheden.



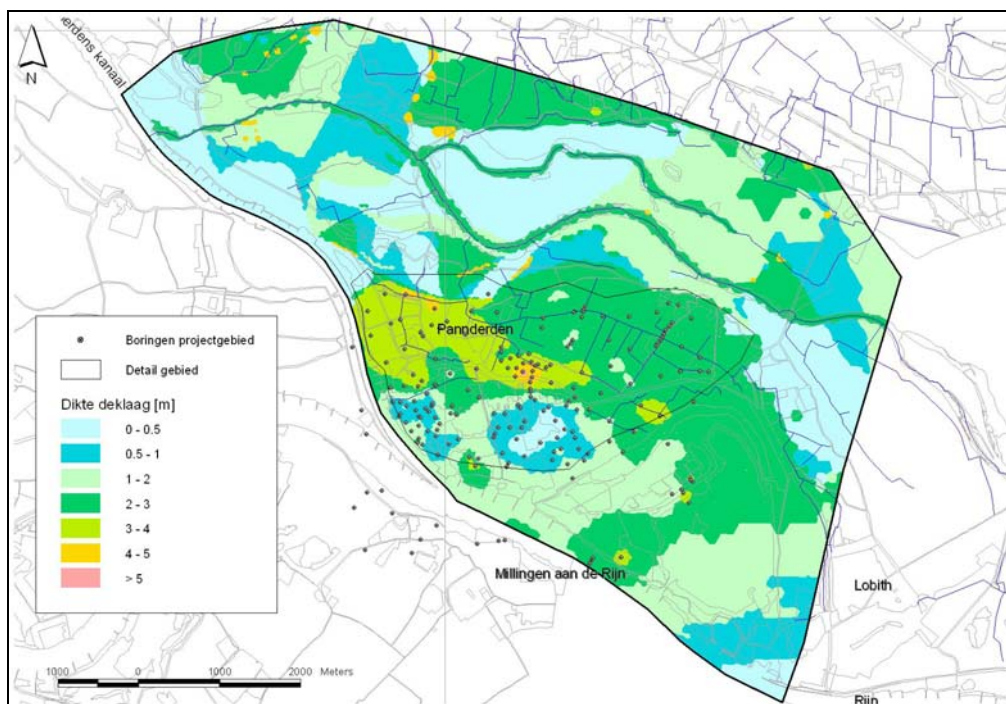
Figuur 3.2: Schematische dwarsdoorsnede van de afzettingen in een bocht van een meanderende rivier met de geomorfologische benamingen (naar Berendsen et. al. 2001)

De afwisseling van sedimenten geeft een zeer gevarieerde samenstelling van de ondiepe ondergrond zoals te zien is in de zandbanenkaart van het gebied (zie figuur 3.3, naar: "Zand in banen", Berendsen, 2001). De stroomgeulen worden op de figuur aangegeven met gele en rode tinten naar gelang de diepte ten opzichte van maaiveld. De komafzettingen worden aangegeven met de blauwe en groene tinten.



Figuur 3.3: Zandbanenkaart

Met behulp van de zandbanenkaart aangevuld met gedetailleerde informatie van de boringen in het projectgebied is een diktekaart van de deklaag gemaakt. Deze diktekaart is weergegeven in figuur 3.4. Hierbij zijn tevens de boringen weergegeven die voor het deelgebied gebruikt zijn.



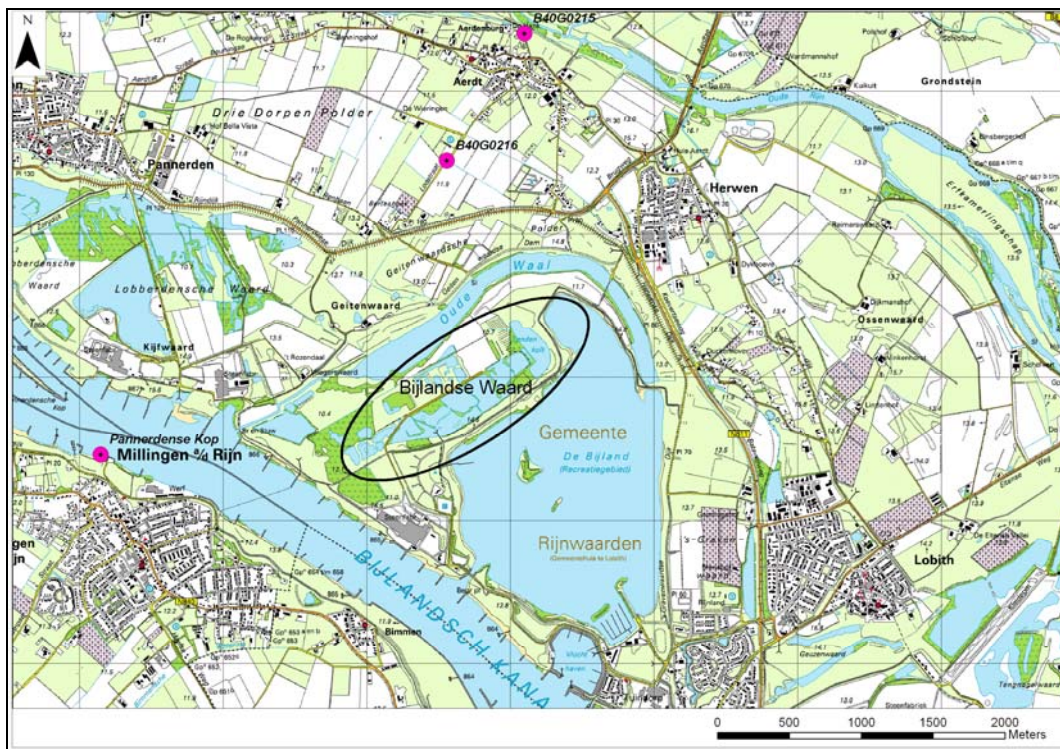
Figuur 3.4: Dikte van de deklaag

In de Bijlandse Waard is de dikte van de deklaag als gevolg van de jarenlange kleiwinning afgenomen tot gemiddeld 0,5 à 1,0 m (zie figuur 3.4).

3.2 Oppervlaktewater in de omgeving van de Bijlandse Waard

De Bijlandse Waard wordt aan alle kanten omgeven door oppervlaktewater, zie figuur 3.5. Ten zuiden en zuidwesten ligt het Bijlandsch Kanaal. Het Bijlandsch Kanaal is gegraven tussen 1773 en 1776, als afsnijding van een meander in de Rijn (de huidige Oude Waal) en vormt het verlengde van de Boven-Rijn. Circa 1 kilometer benedenstrooms van de Bijlandse Waard splitst het Bijlandsch Kanaal op in de Waal en het Pannerdensch Kanaal (verbinding naar de IJssel en de Nederrijn).

Ten zuidoosten van de Bijlandse Waard ligt de Bijlandse Plas. Deze zandwinplas is gegraven vanaf de jaren dertig van de vorige eeuw, staat in open verbinding met het Bijlandsch Kanaal en is momenteel ingericht als recreatiegebied.



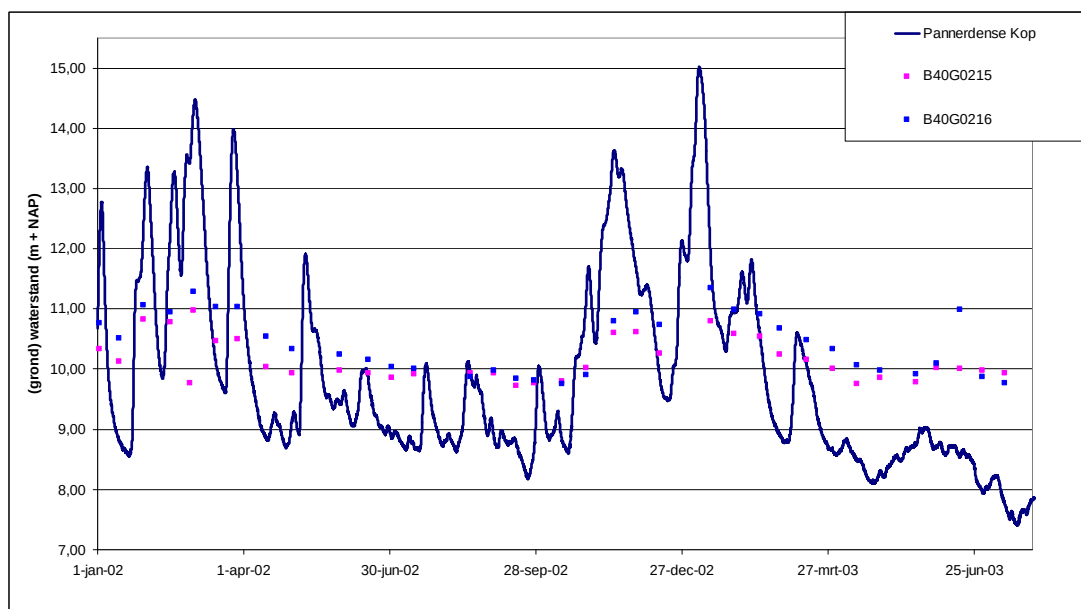
Figuur 3.5: Oppervlaktewater rondom de Bijlandse Waard

Ten noordwesten en noorden van de Bijlandse Waard ligt de Oude Waal. Dit is de oude loop van de Rijn, voordat het Bijlandsch Kanaal werd gegraven. De Oude Waal is momenteel een afgesloten rivierarm, waarin een gemiddeld peil wordt gehandhaafd van ongeveer 10,5 m + NAP. Dit is ruim één meter hoger dan de waterstand in het Bijlandsch Kanaal en de Bijlandse Plas. In droge perioden zakt de waterstand in de Oude Waal tot onder het streefpeil van 10,5 m + NAP. Voorafgaand aan een hoogwatersituatie wordt water vanuit het Bijlandsch Kanaal in de Oude Waal ingelaten. Doel hiervan is om schade aan de aanwezige zomerdijken te voorkomen.

3.3 Grond- en oppervlaktewaterregime

In figuur 3.6 zijn voor de periode van 1 januari 2002 tot en met 31 juli 2003 de gemeten (Rijn) waterstanden weergegeven op het meetpunt Pannerdense Kop en de gemeten grondwaterstanden in een tweetal peilbuizen in het binnendijkse gebied: B40G0215 en B40G0216. De locaties van het waterstandsmeetpunt en de beide peilbuizen zijn weergegeven in figuur 3.5.

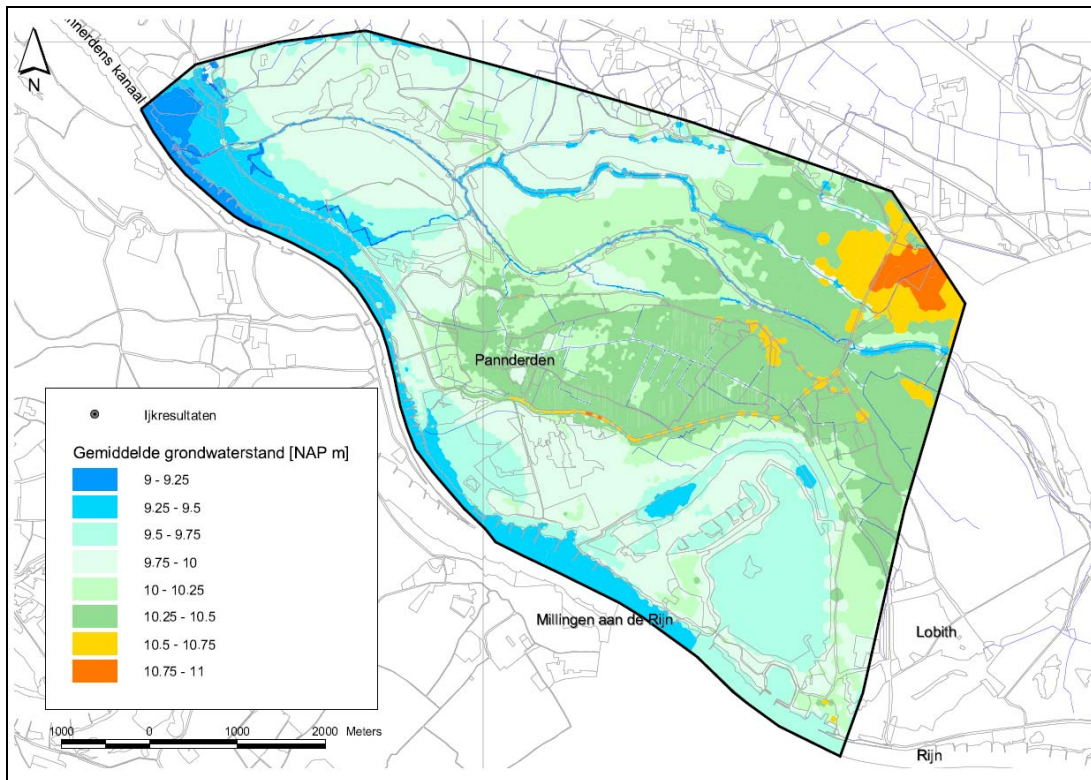
Bij gemiddelde en lage afvoeren liggen de waterstanden in de rivier lager dan de grondwaterstanden binnendijs. In deze situatie hebben de rivier en de Bijlandse Plas een drainerende werking op het grondwater binnendijs. Bij hoge afvoeren is de situatie omgekeerd. Door de hogere waterstanden is sprake van infiltratie vanuit de rivier en de Bijlandse Plas naar het binnendijkse gebied.



Figuur 3.6: Gemeten (grond)waterstanden in de omgeving van de Bijlandse Waard

Met het grondwatermodel dat eerder is ontwikkeld voor de onderbouwing van grondwatereffecten t.b.v. het MER Lobberdense Waard (Royal Haskoning, 2007) zijn de grondwaterstanden in de (wijdere) omgeving van de Bijlandse Waard berekend voor de gemiddelde situatie, een extreme laagwatersituatie (februari - oktober 2003) en een T=10 hoogwatersituatie.

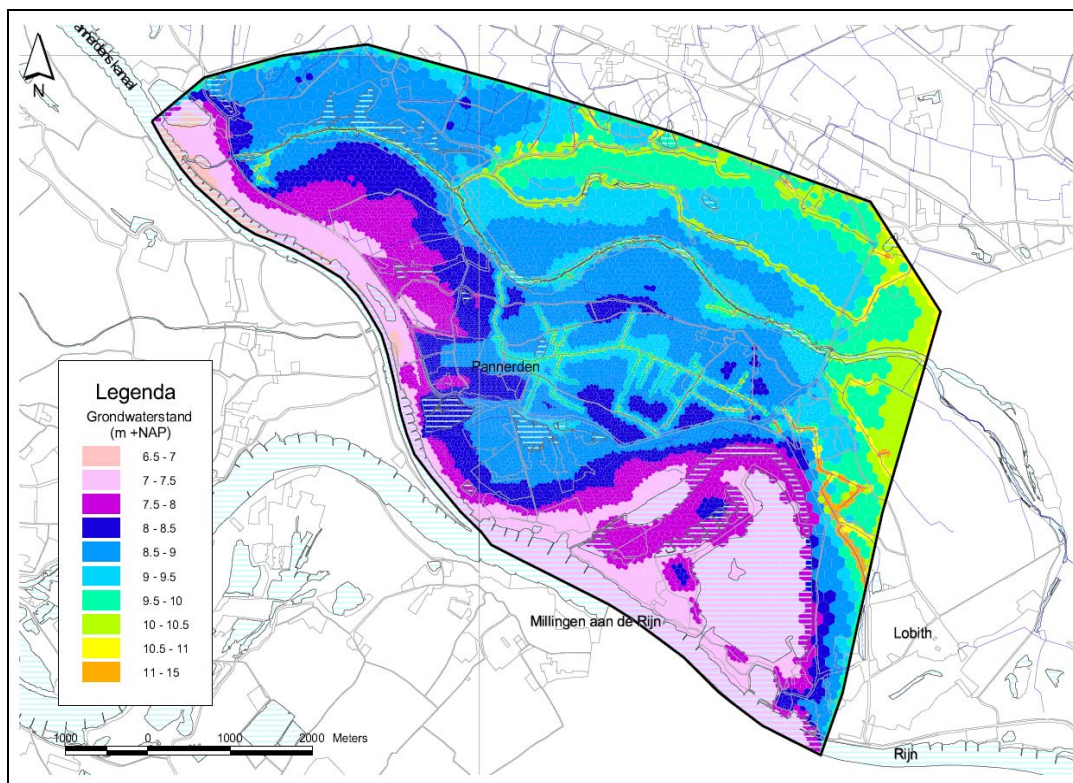
In de gemiddelde situatie liggen de grondwaterstanden in het binnendijkse gebied tussen de 9,50 en 11,00 m + NAP (zie figuur 3.7). De rivierstanden en de grondwaterstanden in de uiterwaarden (waaronder de Bijlandse Waard) bedragen circa 9,00 m + NAP. In de gemiddelde situatie hebben de Rijn en de aangetakte plassen een drainerende werking op het binnendijkse gebied. In het binnendijkse gebied is dus sprake van wegzijging.



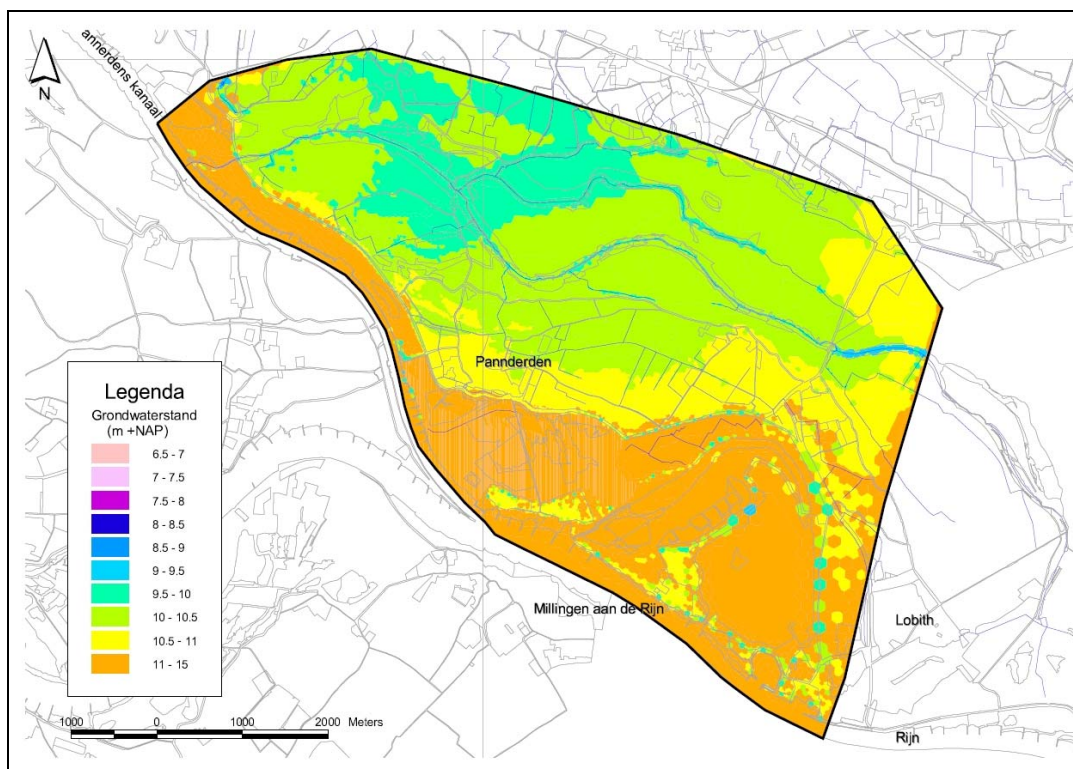
Figuur 3.7: Berekende grondwaterstanden in de referentiesituatie, gemiddelde situatie

De berekende grondwaterstand tijdens de laagwatersituatie 2003 is weergegeven in figuur 3.8. Uit de figuur blijkt dat tijdens deze situatie de rivier en de aangetakte plassen een drainerende werking hebben. Immers de grondwaterstanden in het binnendijkse gebied liggen tussen de 8,50 en 10,00 m + NAP, terwijl de rivierstanden en de grondwaterstanden in de uiterwaarden (waaronder de Bijlandse Waard) wegzakken tot ongeveer 6,5 à 7,0 m + NAP.

Bij een T=10 hoogwatersituatie (figuur 3.9) staat het gehele buitendijkse gebied onder water. In deze situatie liggen de peilen in de rivier en de uiterwaarden (waaronder de Bijlandse Waard) aanzienlijk hoger dan de grondwaterstanden binnendijs en hebben de rivier en aangetakte plassen een infiltrerende werking. Het binnendijkse gebied staat onder invloed van kwel vanuit de rivier.



Figuur 3.8: Berekende grondwaterstanden in de referentiesituatie, laagwatersituatie



Figuur 3.9: Berekende grondwaterstanden in de referentiesituatie, T=10 hoogwatersituatie

4 EFFECTEN ALS GEVOLG VAN DE INGREEP

4.1 Grondwaterstanden

De effecten als gevolg van de herinrichting van de Bijlandse Waard zijn in beeld gebracht voor de hoogwatersituatie, de gemiddelde situatie en een laagwatersituatie. De effecten bij hoogwater zijn bepaald op basis van expert judgement. Voor de effecten in de gemiddelde en laagwatersituatie zijn verkennende berekeningen uitgevoerd met het grondwatermodel dat eerder is ontwikkeld t.b.v. het MER Lobberdense Waard (Royal Haskoning, 2007). Een beknopte beschrijving van dit model is opgenomen in bijlage 1. De Bijlandse Waard ligt niet in het meest gedetailleerde deel van het grondwatermodel. Aangezien voor deze studie geen aanpassingen aan het rekennetwerk van het model zijn uitgevoerd, dienen de onderstaande effectberekeningen te worden beschouwd als indicatief.

Effecten bij hoogwater

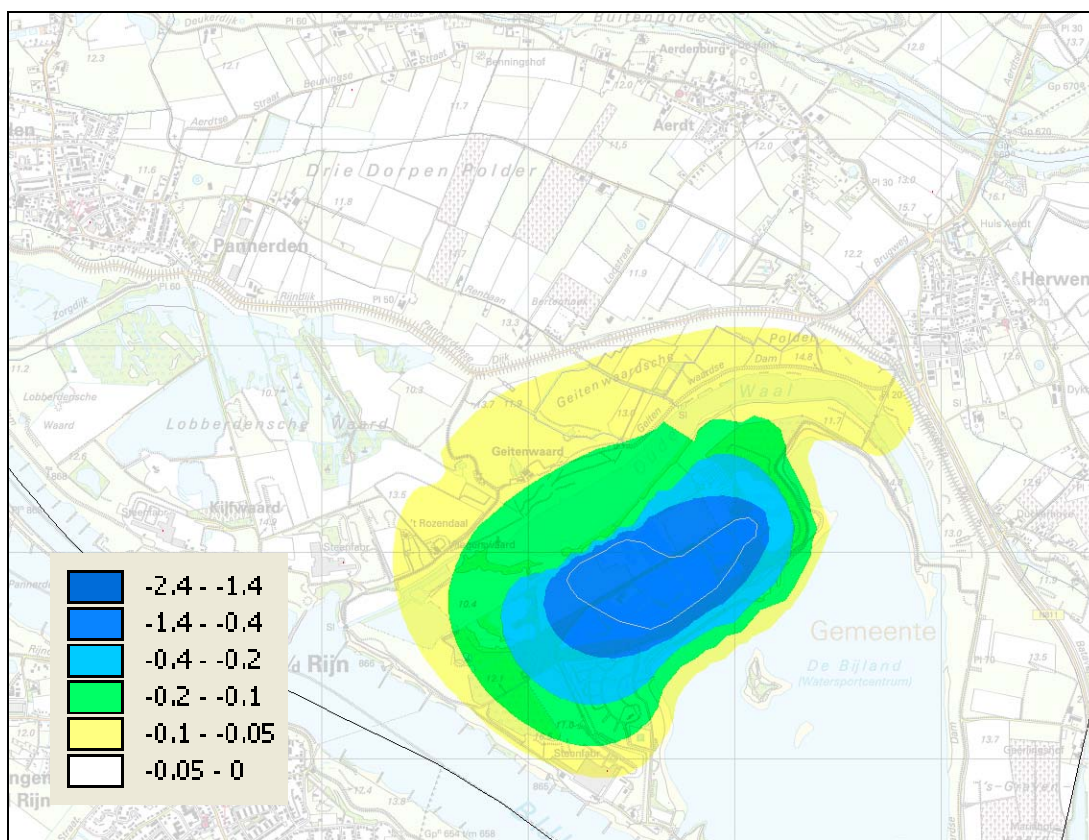
Bij een T=1 hoogwatersituatie (waterstand ca. 11 m + NAP) is de Bijlandse Waard niet geïnundeerd. Aangezien de kades aan weerszijden van de nieuwe plas op een niveau van 12,00 m + NAP worden aangelegd, zal dit ook na herinrichting van de Bijlandse Waard het geval zijn.

Bij een T=10 hoogwatersituatie (waterstand ca. 14 m + NAP) is de Bijlandse Waard volledig geïnundeerd en in de toekomstige situatie blijft dit het geval. Ter plaatse van de nieuwe plas wordt de bestaande kleilaag weggehaald, waardoor er minder weerstand is tussen de rivier en het grondwater en de kwel binnendijks kan toenemen. Omdat door de kleiwinning in het verleden de deklaagweerstand in de Bijlandse Waard al zeer gering is, zal dit effect marginaal zijn.

Effecten in de gemiddelde situatie

De effecten in de gemiddelde situatie zijn weergegeven in figuur 4.1. In de berekening is uitgegaan van de situatie tijdens de realisatie van de plas. De zandwinplas in de Bijlandse Waard staat dan in open verbinding met de Bijlandse Plas, waardoor zich het peil van de rivier instelt. Hierdoor zijn grondwaterstandsverlagingen in het gebied zelf en de omgeving te verwachten. In deze situatie reiken grondwaterstandsverlagingen van 5 tot 10 cm tot in de buitendijks gelegen Geitenwaardse Polder. In het binnendijkse gebied zijn geen grondwaterstandsverlagingen van meer dan 5 cm te verwachten.

In de eindsituatie, na herstel van de drempel tussen de Bijlandse Waard en de Bijlandse Plas, zullen de grondwatereffecten aanzienlijk minder zijn.



Figuur 4.1: Grondwatereffecten als gevolg van de Herinrichting Bijlandse Waard, gemiddelde situatie

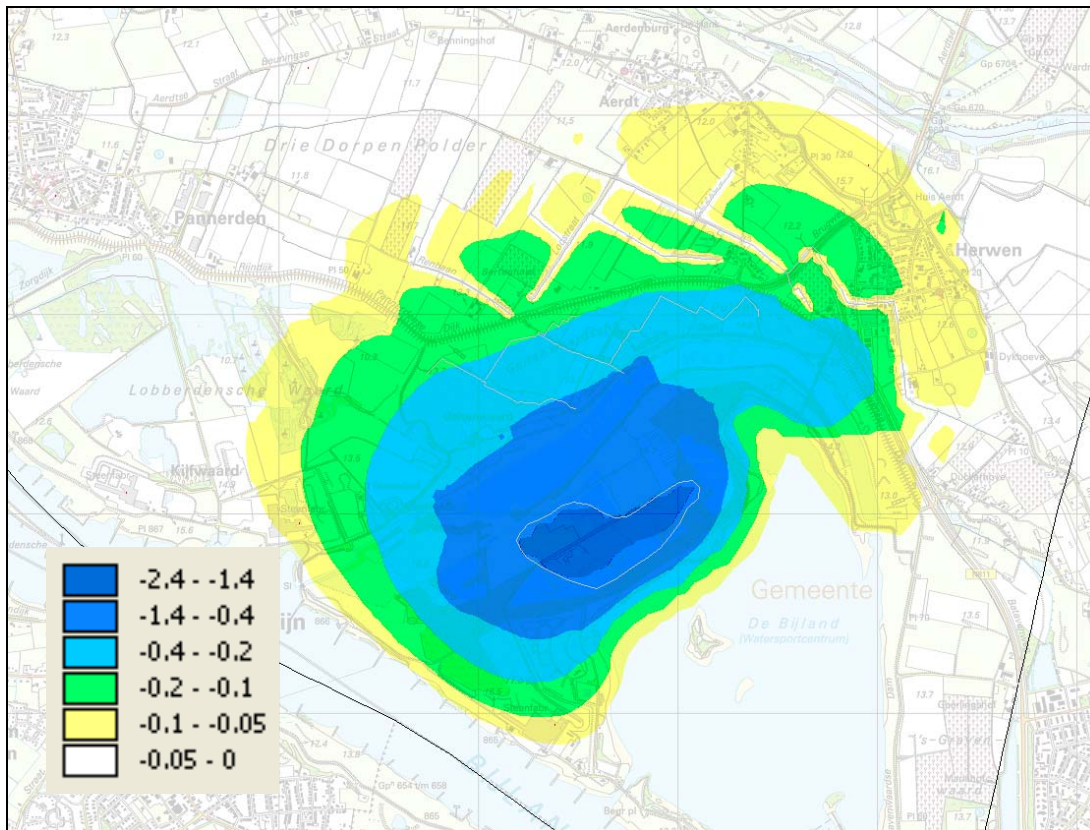
Effecten bij laagwater

Met het model zijn eveneens de grondwatereffecten berekend in geval van een extreme laagwatersituatie. Hierbij is uitgegaan van de laagwaterperiode van maart tot en met oktober 2003. Ook in deze berekening is uitgegaan van de situatie tijdens de realisatie van de plas, wanneer de zandwinplas in de Bijlandse Waard in open verbinding staat met de Bijlandse Plas.

In een laagwaterperiode zakken de rivierstanden verder dan het grondwaterniveau in de uiterwaarden en het binnendijkse gebied. Door dit grotere verschil tussen rivierstanden en grondwaterstanden zijn de effecten van de ingreep bij laagwater groter dan in de gemiddelde situatie.

Figuur 4.2 geeft de berekende effecten weer in de laagwatersituatie 2003. In de buitendijks gelegen Geitenwaardse Polder zijn grondwaterstandsverlagingen van 20 à 40 cm te verwachten. Binnendijks zijn grondwaterstandsverlagingen van meer dan 5 cm te verwachten tot in de bebouwde kernen Aerd en Herwen. In delen van het binnendijkse bebouwde gebied en landbouwgebied zijn de berekende verlagingen 10 à 20 cm.

In de eindsituatie, na herstel van de drempel tussen de Bijlandse Waard en de Bijlandse Plas, zullen de grondwatereffecten aanzienlijk minder zijn.

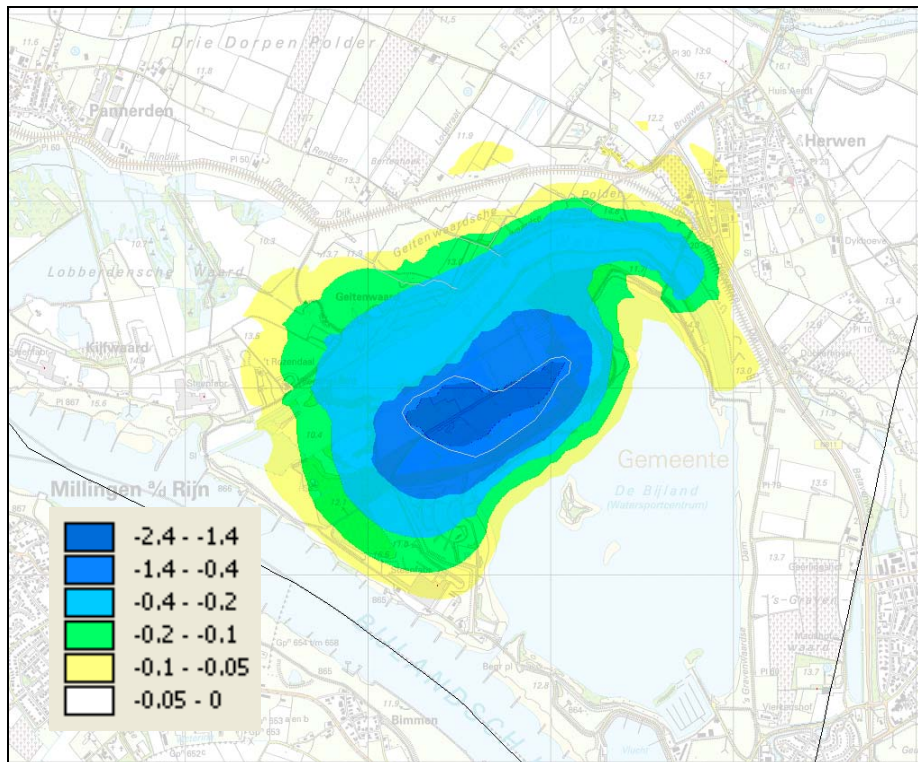


Figuur 4.2: Grondwatereffecten als gevolg van Herinrichting Bijlandse Waard, laagwatersituatie 2003

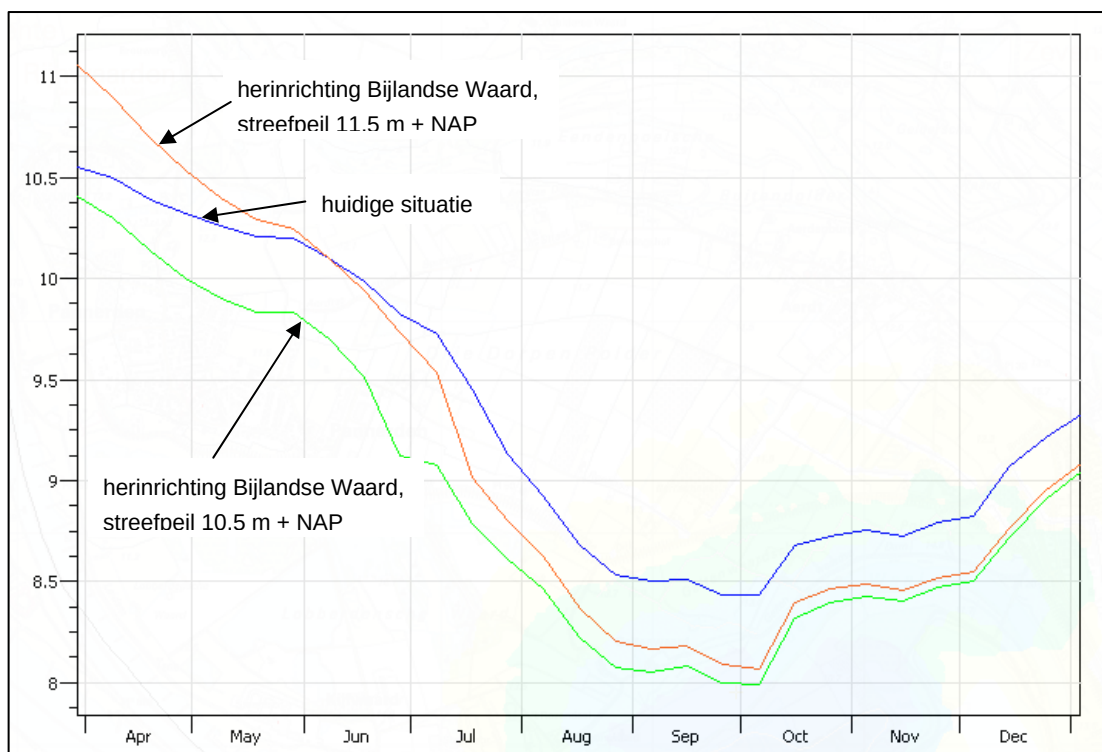
Het peil in de Oude Waal wordt ingesteld middels een overlaat, die wordt beheerd door Kleiwarenfabriek 'De Bijlandt' BV. In de huidige situatie wordt deze overlaat aan het eind van de winter ingesteld op 10,50 m + NAP. In een laagwaterperiode zakt het peil in de Oude Waal hier na verloop van tijd onder.

Ter voorkoming van de relatief sterke verlagingen in geval van een laagwaterperiode kan het peil in de Oude Waal aan het eind van de winter op een hoger niveau worden ingesteld. Figuur 4.3 geeft de effecten weer als de overlaat aan het eind van de winter wordt ingesteld op een peil van 11,50 m + NAP (i.p.v. 10,50 m + NAP). De effecten zijn dan vergelijkbaar met die in de gemiddelde situatie. Grondwaterstandsverlagingen van 5 tot 10 cm tot in de buitendijks gelegen Geitenwaardse Polder. In het binnendijkse gebied zijn op enkele plekken grondwaterstandsverlagingen van 5 tot 10 cm te verwachten.

Het effect van deze peilopzetmaatregel in de Oude Waal is voornamelijk aan het begin van de droogteperiode merkbaar. Door het hogere peil in de Oude Waal neemt de infiltratie naar de zandwinplas en de Bijlandse Plas toe, waardoor het peil in de tijd gezien sneller daalt. Aan het eind van de laagwaterperiode ligt het peil in de Oude Waal ongeveer gelijk aan dat in de huidige situatie. Dit effect is weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.3: Grondwatereffecten als gevolg van Herinrichting Bijlandse Waard, laagwatersituatie 2003, met peilopzet tot 11,50 m + NAP bij de overlaat in de Oude Waal



Figuur 4.4: Peilverloop in de Oude Waal in de laagwaterperiode 2003, met en zonder peilopzet

4.2 Bebouwing

In de onderzochte worst case situatie, een extreme laagwaterperiode tijdens de uitvoering van het plan, zijn in delen van het bebouwde gebied van Herwen grondwaterstandsverlagingen van 10 à 20 cm te verwachten. Zettingsrisico's zijn dan niet uit te sluiten.

Door peilopzet in de Oude Waal, bijvoorbeeld door aan het einde van de winter het peil in te stellen op 11,5 m + NAP in plaats van 10,5 m + NAP zijn de grondwaterstandsverlagingen in het bebouwde gebied te beperken tot minder dan 10 cm. In die situatie is het zettingsrisico verwaarloosbaar.

4.3 Landbouwopbrengsten

In de landbouwgebieden, waar als gevolg van de herinrichting van de Bijlandse Waard grondwaterstandsverlagingen zijn te verwachten, ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand meer dan 2 m beneden maaiveld. Bij dergelijk lage grondwaterstanden is er vrijwel geen sprake van capillaire nalevering en is de vochtvoorziening van de landbouwgewassen in een droge periode volledig afhankelijk van het bodemvocht dat aanwezig is in de onverzadigde zone (hangwater). De verwachte grondwaterstandsverlagingen hebben daardoor geen significante gevolgen voor de gewasopbrengsten in de landbouwgebieden in de Geitenwaardse Polder en het binnendijkse gebied.

4.4 Grondwaterstandsafhankelijke natuur

De natuur in en in de directe omgeving van de Bijlandse Waard kent een hoge (grond)water dynamiek. De verwachte grondwaterstandsverlagingen hebben voor dit type natuur geen gevolgen. Binnen de grondwaterbeïnvloeding van de Herinrichting Bijlandse Waard bevinden zich geen natte of vochtige natuurgebieden die afhankelijk zijn van permanent hoge grondwaterstanden. Effecten op grondwaterstandsafhankelijke natuur zijn dan ook niet te verwachten.

5 CONCLUSIES

- Ten aanzien van de effecten van de Herinrichting Bijlandse Waard op de grondwaterstanden:
 - bij hoogwater geen significante effecten;
 - in de gemiddelde situatie tot maximaal 5 à 10 cm grondwaterstandsverlaging in de Geitenwaardse Polder;
 - in een laagwaterperiode tot maximaal 20 à 40 cm grondwaterstandsverlaging in de Geitenwaardse Polder en 5 à 20 cm in het binnendijkse gebied.
- De grondwaterstandsverlagingen in een laagwaterperiode zijn te beperken door peilopzet in de Oude Waal. Door aan het einde van de winterperiode de overlaat in de Oude Waal in te stellen op 11,50 m + NAP in plaats van 10,50 m + NAP, zijn in het binnendijkse gebied nog op enkele locaties verlagingen te verwachten van 5 à 10 cm.
- In de onderzochte worst case situatie, een extreme laagwaterperiode tijdens de uitvoering van het plan, zijn in delen van het bebouwde gebied van Herwen grondwaterstandsverlagingen van 10 à 20 cm te verwachten. Zettingsrisico's zijn dan niet uit te sluiten.
- Door peilopzet in de Oude Waal, bijvoorbeeld door aan het einde van de winter het peil in te stellen op 11,5 m + NAP in plaats van 10,5 m + NAP zijn de grondwaterstandsverlagingen in het bebouwde gebied te beperken tot minder dan 10 cm.
- Als gevolg van de Herinrichting van de Bijlandse Waard zijn geen (significante) effecten te verwachten op landbouwopbrengsten en grondwaterstandsafhankelijke natuur.

6 LITERATUUR

- Berendsen, H.J.A., E.L.J.H. Faessen, A.W. Hesselink & H. Kempen 2001. Zand in banen. Zanddieptekaarten van het Gelderse rivierengebied, met inbegrip van de uiterwaarden. Provincie Gelderland, Arnhem.
- CRH de Bylandt, Van Nieuwpoort Bouwgrondstoffen, 2009. Herinrichting Bijlandse Waard. Veiligheid en natuur in Rijnlandse Uiterwaarden. Conceptrapport 16 december 2009.
- Royal Haskoning, 2007. Geohydrologie Lobberden. Royal Haskoning rapport 9S1938.D0. 2 oktober 2007.

Bijlage 1

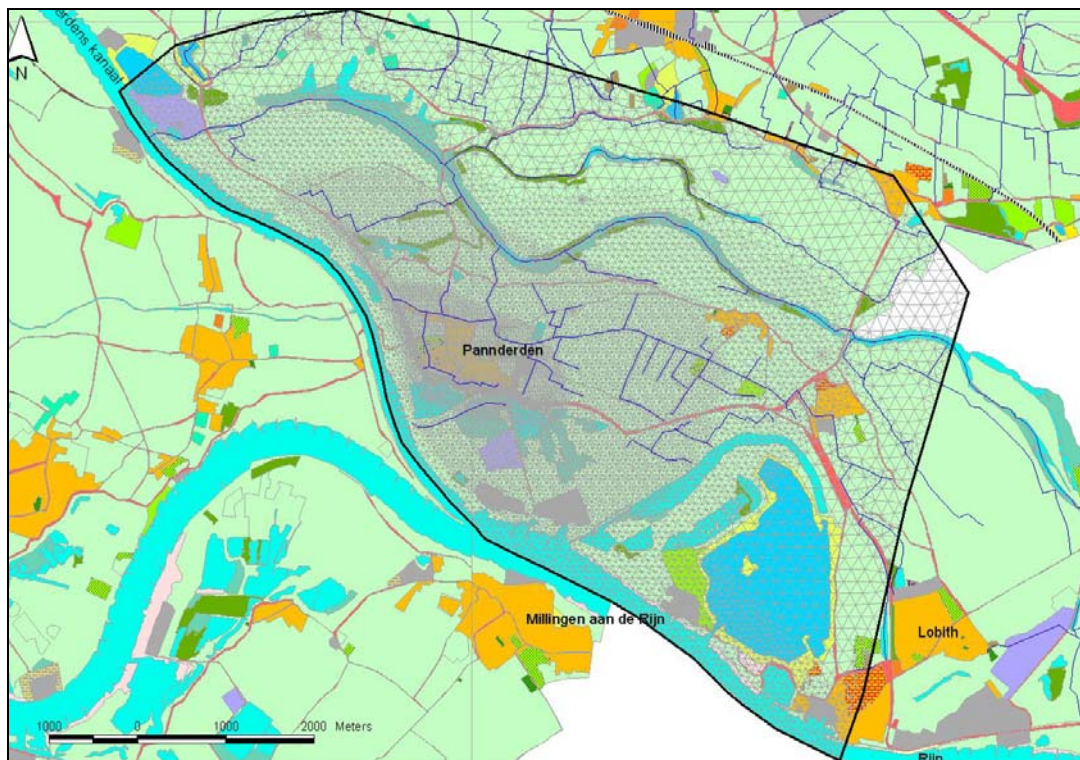
Toelichting grondwatermodel

Voor de opzet van het grondwatermodel is gebruik gemaakt van het software pakket Triwaco. Voor meer informatie over dit pakket wordt verwezen naar www.triwaco.nl.

Opbouw model

Modelgebied en netwerk

In figuur B1.1 is de begrenzing van het modelgebied weergegeven. Voor de keuze van de omvang van het modelgebied is het van belang dat de gekozen vaste randvoorwaarden geen invloed hebben op veranderingen van stijghoogten en grondwaterstanden als gevolg van ingrepen in de waterhuishouding. Omdat de ingrepen in de waterhuishouding aan de oppervlakte plaats vinden (kades, ontgroningen) en de rivier een natuurlijke waterscheiding vormt is het model begrensd in het midden van de Rijn en het Pannerdens kanaal. De randvoorwaarden voor de modelranden in het midden van de rivier zijn dicht omdat de grondwaterstroming min of meer loodrecht is ten opzichte van de modelrand.



Figuur B1.1: Modelgebied en netwerk

De overige modelranden zijn open en hiervoor zijn vaste grondwaterstanden/stijghoogten, gebaseerd op metingen van TNO-peilbuizen (DINOLOKET) gehanteerd. Voor het netwerk is rekening gehouden met het feit dat er een sterke verdichting vereist is in het interessegebied en waar sterke gradiënten worden verwacht. De knooppuntsdichtheid van het netwerk bedraagt circa 150 m aan de randen en 15 m in het interessegebied.

Geohydrologische opbouw en modelschematisatie

Aan de hand van de geohydrologische beschrijving is de opbouw van de ondergrond vertaald in een modelschematisatie. Deze schematisatie is opgenomen in tabel B1.1. De weerstand van de deklaag is afgeleid van de diktekaart van de deklaag waarbij een waarde van 100 dagen per meter is ingeschat. Voor de doorlatendheid van het watervoerend pakket is een waarde van 30 m/dag ingeschat.

Tabel B1.1: Modelschematisatie

Dikte [m]	Scheidende lagen en Watervoerende pakketten	Stratigrafie	Transmissiviteit en weerstand
0,5 - 13	Deklaag (rondom Maas)	Betuwe Formatie (Holoceen)	100 dagen/m van dikte deklaag: 1- 1350 dagen
11 - 27	WVP 1: Onderverdeeld in drie modellagen	Formatie van Drente/Kreftenheye	Doorlatendheid 30 m/dag: 350 - 800 m2/dag
	Geohydrologische basis	Formatie van Drente	

Grondwateraanvulling

Voor de grondwateraanvulling is uitgegaan van het langjarig neerslagoverschot (neerslag minus werkelijke evapotranspiratie) van het KNMI over de periode 1970 - 2000. Het neerslagoverschot bedraagt voor het gebied circa 255 mm/jaar.

Oppervlaktewater en topsysteem

De relatie tussen het oppervlaktewater en het grondwater wordt in een grondwatermodel middels randvoorwaarden in de vorm van topsystemen beschreven. In het studiegebied kunnen drie vormen van oppervlaktewaterbeheer worden onderscheiden:

- riviersysteem;
- poldersysteem;
- vrij afwaterende gebieden (inclusief stuwbeheer);
- uiterwaarden.

De indeling tussen deze gebieden is gemaakt op basis van waterkwantiteitsgegevens van waterschap Rijn en IJssel.

De rivier is met een vlakdekkend topsysteem gesimuleerd waarbij zowel infiltratie als drainage mogelijk is. De drainageweerstand van de rivierbodem is ingeschat op 5 dagen en de infiltratieweerstand op 10 dagen. Voor polder Pannerdense Waard wordt een streefpeil van NAP+10,4 m gehandhaafd. Hiervoor is tevens een vlakdekkend topsysteem toegepast.

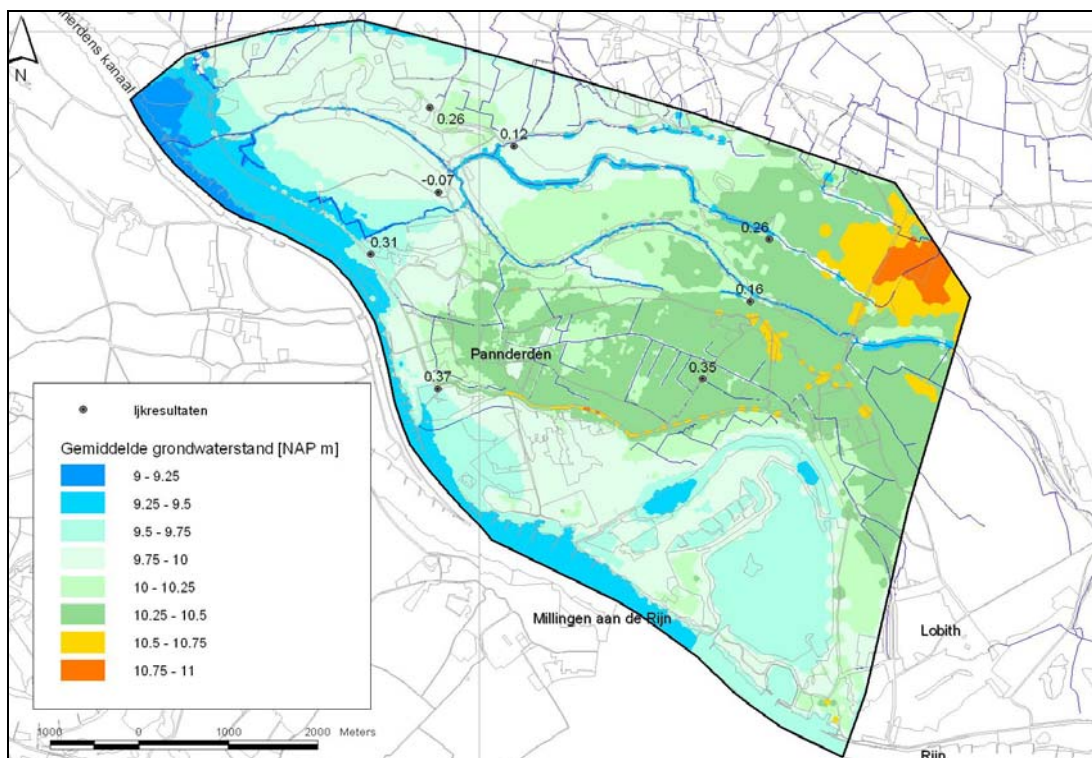
In de vrij afwaterende gebieden kunnen de sloten 's zomers en eventueel droge winters droog vallen. Voor deze gebieden bestaat het topsysteem uit de individuele watergangen met een bepaald drainageniveau. De drooglegging voor deze gebieden is bepaald door de slootbodemdpte ten opzichte van maaiveld.

De uiterwaarden functioneren als vrij afwaterende gebieden. Hier is dus ook geen stijghoogte-afhankelijke infiltratie mogelijk. Voor de uiterwaarden geldt een drainagebasis gelijk aan het gemiddelde rivierpeil.

Ijkperiode en calibratie

Voor de ijkperiode is de periode 1 juli 2002 tot en met 1 juli 2003 gekozen. Voor deze periode zijn grondwaterstanden en stijghoogten opgevraagd en hiervan is het gemiddelde bepaald. Deze waarden zijn gebruikt om het gemiddeld model te calibreren. Aanvullend aan deze gegevens uit DINO-loket zijn ook gegevens van recent bijgeplaatste peilbuizen in het gebied meegenomen.

Met het stationaire model is de hydrologische gemiddelde situatie berekend. De berekende grondwaterstand is gepresenteerd in figuur B1.2. Tevens zijn hier bij de verschillen tussen gemeten en berekende waarden opgenomen.



Figuur B1.2: Berekende grondwaterstand hydrologisch gemiddelde situatie