

# **Partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam- Rijnkanaal 2008 (2015)**

**Vastgesteld door het algemeen bestuur op**

**18 februari 2015**

## **Verantwoording**

Titel: Partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-  
Rijnkanaal 2008 (2015)  
Kenmerk: 799603  
Contactpersoon: Corina Wijnen

## **Colofon**

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
Afdeling Planvorming & Advies  
Postbus 550  
3990 GJ Houten  
Telefoon: 030 634 57 00  
Fax: 030 634 59 97  
Website: [www.destichtserijnlanden.nl](http://www.destichtserijnlanden.nl)  
Email: [post@hdsr.nl](mailto:post@hdsr.nl)



HOOGHEEMRAADSCHAP  
**DE STICHTSE  
RIJNLANDEN**



## **Partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal 2008 (2015)**

Het algemeen bestuur van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden;

Op het voorstel van het college van 6 januari 2015 met nummer 880234;

Overwegende dat:

het waterschap volgens artikel 5.2 van de Waterwet en artikel 4.4 t/m 4.8 van de Waterverordening Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2009 verplicht is de peilen in het beheergebied vast te leggen in peilbesluiten;

### **Besluit**

Onder gedeeltelijke intrekking van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal d.d. 27 februari 2008, de partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal, vast te stellen zoals hierna is aangegeven.

### **Artikel I**

Het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal als volgt te wijzigen:

- A In artikel 1 wordt de “bijlage – bestuurskaart” vervangen door een nieuwe “bijlage – bestuurskaart”.
- B. In artikel 3 wordt in het “overzicht zomer- en winterpeil per peilgebied” gewijzigd als volgt:  
voor peilgebied KRA037 wordt het zomerpeil van 2,30 m t.a.v. NAP vervangen door: 2.20 m t.o.v. NAP

### **Artikel II**

Dit besluit kan worden aangehaald als “Partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal 2008 (2015)”.

### **Artikel III**

Dit besluit treedt in werking op .....

Vastgesteld in de openbare vergadering van het algemeen bestuur van 18 februari 2015

J. Goedhart  
secretaris directeur

P.J.M. Poelmann  
dijkgraaf





# **Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal 2008 (2015)**

**Vastgesteld door het Algemeen Bestuur op  
18 februari 2015**

## **Verantwoording**

**Titel:** Partiële herziening van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)  
**Kenmerk:** 799603  
**Contactpersoon:** Corina Wijnen

## **Colofon**

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
Afdeling Planvorming & Advies  
Postbus 550  
3990 GJ Houten  
Telefoon: 030 634 57 00  
Fax: 030 634 59 97  
Website: [www.destichtserijnlanden.nl](http://www.destichtserijnlanden.nl)  
Email: [post@hdsr.nl](mailto:post@hdsr.nl)



HOOGHEEMRAADSCHAP  
**DE STICHTSE  
RIJNLANDEN**

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>7</b>
1.1	Achtergrond peilbesluiten.....	7
1.2	Aanleiding partiële herziening.....	7
1.3	Uitgangspunten.....	8
1.4	Peilbesluiten: opgesteld via de GGOR-systematiek.....	8
1.5	Proces en communicatie: een belangrijk onderdeel.....	9
1.6	Terinzagelegging en inspraak: hoe werkt dat?.....	9
1.7	Leeswijzer.....	9
<b>2</b>	<b>Beschrijving van het gebied</b> .....	<b>11</b>
2.1	Werkwijze.....	11
2.2	Ruimtelijke kenmerken.....	11
2.2.1	Ligging.....	11
2.2.2	Bodem en landgebruik.....	11
2.2.3	Cultuurhistorie en archeologie.....	12
2.2.4	Natuurwaarden.....	12
2.3	Waterhuishoudkundige kenmerken.....	12
2.3.1	Inrichting.....	12
2.3.2	Peilen en drooglegging.....	12
2.3.3	Grondwater.....	13
2.3.4	Wateraan- en afvoer.....	13
2.3.5	Wateropgave en wateroverlast.....	14
2.3.6	Waterkwaliteit en ecologie.....	15
2.4	Optimale situatie.....	15
2.4.1	Grondwater.....	15
2.4.2	Wateropgave en wateroverlast.....	15
2.4.3	Waterkwaliteit en ecologie.....	15
2.5	Actiepunten.....	15
2.5.1	Grondwateroverlast.....	16
<b>3</b>	<b>Nieuwe Waterhuishoudkundige situatie</b> .....	<b>17</b>
3.1	Werkwijze.....	17
3.2	Toekomstig waterhuishoudkundige systeem.....	17
3.3	Beleid: toets droogleggingsnorm.....	18
3.4	Multi criteria analyse: effecten van het peilvoorstel.....	19
<b>4</b>	<b>Literatuur</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Kaarten</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Bijlagen</b> .....	<b>37</b>

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008 (2015)

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond peilbesluiten

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden is verantwoordelijk voor het waterbeheer in een groot deel van de provincie Utrecht en een klein deel van de provincie Zuid-Holland. Het waterschap draagt hiermee zorg voor de kwaliteit en kwantiteit van de oppervlaktewateren en voor de waterkeringen in het beheergebied.

Als waterbeheerder van het oppervlaktewater is Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden verplicht peilbesluiten vast te stellen voor de gebieden onder haar beheer. Deze plicht is vastgelegd in de Waterwet en de Waterverordening HDSR 2009. Een goedgekeurd peilbesluit biedt aan belanghebbenden duidelijkheid en rechtszekerheid over de oppervlaktewaterpeilen die gehandhaafd worden in het betreffende gebied. Het peilbesluit is een instructienorm die het waterschap een inspanningsverplichting oplegt. De geldigheidsduur van een peilbesluit bedraagt tien jaar, waarna een verlenging van maximaal vijf jaar mogelijk is.

### 1.2 Aanleiding partiële herziening

In het plangebied ligt een perceel van circa 2,5 hectare wat bekend staat als het 'het Landje van Kemp'. Dit perceel heeft momenteel de bestemming 'groen', in verband met geplande nieuwbouw op dit perceel, krijgt dit perceel in de toekomst de functie van 'bebouwd'. In afbeelding 1 is de ligging van het 'het Landje van Kemp' indicatief weergegeven.



Afbeelding 1: overzichtskartaal "het Landje van Kemp"

De gronden van het plangebied zijn bestemd in het bestemmingsplan "Dorp Werkhoven 2012". Dit bestemmingsplan is vastgesteld door de gemeenteraad van Bunnik op 3 oktober 2013.

Verder is geconstateerd dat in de praktijk de sloot langs het sportpark in verbinding staat met de watergang langs de Weerdenburgselaan. Dit in tegenstelling wat in het vigerende peilbesluit is opgenomen dat tussen beide sloten een verschillend peil aanwezig is. De grens van peilgebied KRA034 dient hierdoor aangepast te worden en voor het gehele gebied geldt een vast peil van 2.00m.

Tevens is geconstateerd dat het peil van KRA037 in de praktijk afwijkt van het vigerend peilbesluit waardoor er een aanpassing wordt opgenomen van het zomerpeil van KRA037 van 2.30 naar 2.20 (m NAP).

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008 (2015)

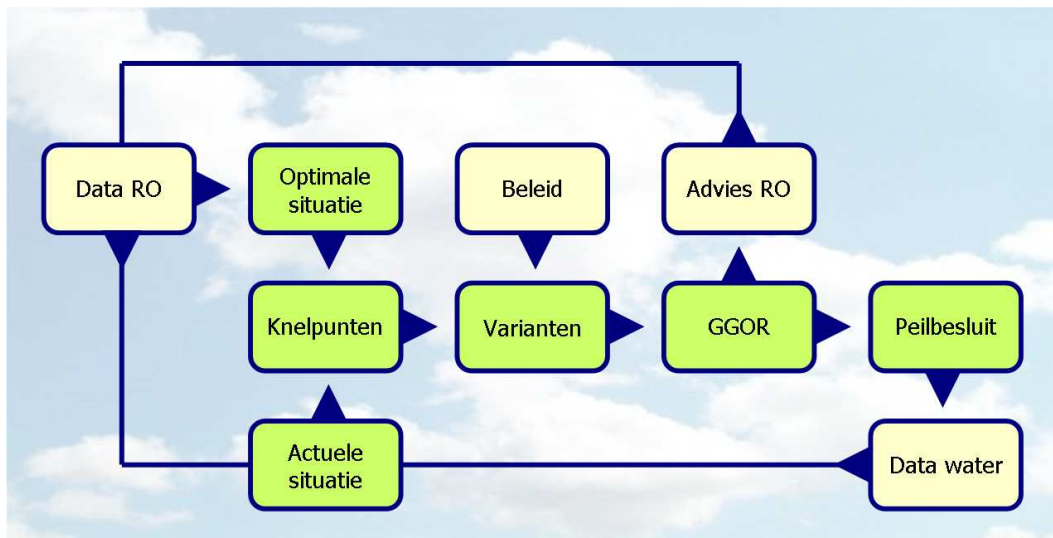
### 1.3 Uitgangspunten

Voor dit peilbesluit gelden de volgende uitgangspunten:

- De uitgangspunten van het peilbesluit blijven hetzelfde als in het watergebiedsplan/peilbesluit van 2008;
- Met het vaststellen van de Beleidsnota peilbeheer zijn de datums 15 april/15 oktober waarop de overgang van winter- naar zomerpeil en andersom plaatsvindt, omgezet in een periode van 3 maanden waarin deze overgang kan plaats vinden. Hierdoor is het niet meer nodig om een voor- en najaarspeil in het peilbesluit op te nemen;
- Een peilbesluit wordt opgesteld, volgens de GGOR-systematiek. Door gebruikmaking van de GGOR-systematiek worden onderzoeken en analyses uitgevoerd.

### 1.4 Peilbesluiten: opgesteld via de GGOR-systematiek

Een peilbesluit wordt opgesteld volgens de GGOR-systematiek. GGOR is de afkorting voor 'Gewenst Grond- en Oppervlaktewaterregime'. Door de GGOR-systematiek te gebruiken wordt gekeken naar effecten van maatregelen op het grond- én het oppervlaktewater. Een peilbesluit legt oppervlaktepeilen vast, maar deze hebben ook effect op het grondwaterpeil en daarmee op het landgebruik. Figuur 1 geeft het stappenplan van de GGOR-systematiek weer.



*Figuur 1: De GGOR-systematiek. Een vergelijking van de actuele en optimale situatie brengt de knelpunten in beeld. Vervolgens worden verschillende varianten opgesteld (binnen de uitgangspunten van het beleid). Deze worden afgewogen en leiden tot het GGOR (gewenst grond- en oppervlaktewaterregime) en het daadwerkelijke peilbesluit.*

Startpunt van de GGOR-systematiek is de analyse van het watersysteem. Dit gebeurt op basis van data over het watersysteem en de ruimtelijke ordening, zoals de maaiveldhoogte en het landgebruik. Uit de analyse volgt de actuele situatie. Tegelijkertijd wordt voor alle landgebruikfuncties de optimale situatie van het watersysteem in beeld gebracht.

Door de actuele en de optimale situatie te vergelijken ontstaat inzicht in de knelpunten in het watersysteem. Voor de locaties waar landgebruik en watersysteem niet optimaal op elkaar aansluiten, wordt met belanghebbenden besproken in hoeverre actie nodig is om de situatie te verbeteren. Vervolgens vindt een afweging plaats van oplossingsvarianten die de knelpunten kunnen verbeteren of oplossen. Het beleid bepaalt de randvoorwaarden voor deze oplossingsvarianten. Het GGOR is de variant die als meest wenselijk wordt ervaren en haalbaar en betaalbaar is. De oppervlaktewaterpeilen die bij dit GGOR horen, worden vastgelegd in het peilbesluit.

## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

### **1.5 Proces en communicatie: een belangrijk onderdeel**

Naast de uitkomsten uit de GGOR-systematiek en de eigen ervaringen met het waterbeheer zijn bij het opstellen van deze partiële herziening verschillende belangenorganisaties, overheden en burgers betrokken. Het waterschap vindt het belangrijk om deze herziening samen met hen op te stellen.

De projectgroep heeft voornamelijk bilateraal gecommuniceerd over de actiepunten met afgevaardigden van de Dorpsraad Werkhoven, betrokken inwoners, gemeente Bunnik en Bam woningbouw. De persoonlijke benadering in de vorm van maatwerk, in plaats van een gebiedsavond en/of nieuwsbrief, genoot bij deze herziening de voorkeur, omdat het een zeer beperkt plangebied betrof.

### **1.6 Terinzagelegging en inspraak: hoe werkt dat?**

De juridische procedure voor de partiële herziening start met de inspraakperiode, nadat het college van dijkgraaf en hoogheemraden de ontwerp partiële herziening heeft vastgesteld. Het ontwerp heeft vervolgens zes weken ter inzage gelegen. Dit is bekendgemaakt via huis-aan-huisbladen en het internet. Tijdens deze periode hebben belanghebbenden de gelegenheid gehad om een officiële zienswijze in te dienen. Dit heeft twee brieven opgeleverd met in totaal zeven zienswijzen. Het waterschap heeft op deze zienswijze gereageerd via een inspraakrapport en heeft daarin aangegeven of de zienswijze leidt tot een aanpassing van het ontwerp. Tenslotte heeft het algemeen bestuur van het waterschap het inspraakrapport en de definitieve partiële herziening van het peilbesluit vastgesteld.

### **1.7 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het gebied waar deze partiële herziening van toepassing is en de huidige waterhuishoudkundige situatie. Hoofdstuk 3 behandelt de nieuwe waterhuishoudkundige situatie.

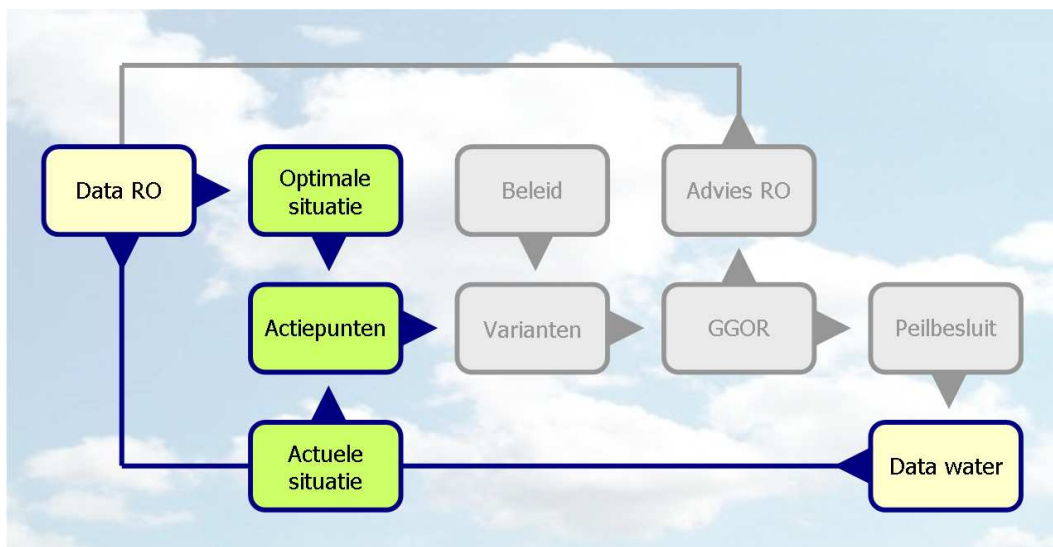
Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)



## 2 Beschrijving van het gebied

### 2.1 Werkwijze

Figuur 2 toont de stappen uit het GGOR proces die in dit hoofdstuk aan de orde komen. Centraal staat de beschrijving van de actuele situatie. Het hoofdstuk begint met een beschrijving van het gebied. Vervolgens volgt een reeks waterhuishoudkundige kenmerken. Daarna worden door middel van een evaluatie van de huidige situatie de peilen uit het vigerende peilbesluit vergeleken met de werkelijk gemeten peilen (praktijkpeilen). Hieruit komt naar voren of de begrenzing van de gebieden nog klopt en of de kunstwerken nog goed functioneren. Ook wordt gekeken middels de GGOR systematiek of het grond- en oppervlaktewaterpeil zo optimaal mogelijk is afgestemd op het landgebruik. De uitkomst hiervan is opgenomen in dit hoofdstuk en vormt de basis voor een adviespeil vanuit de praktijk.



Figuur 2: Stappen uit het GGOR proces die in hoofdstuk 2 aan de orde komen

In de toelichting op het watergebiedsplan Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal (2008) is in hoofdstuk 3 een uitgebreide beschrijving van het gebied gegeven. Onderstaand vindt u een samenvatting van de aspecten die van belang zijn voor het gebied waarop het ontwerp-herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal betrekking heeft. Ook nieuwe gegevens uit aanvullend onderzoek worden in navolgend hoofdstuk beschreven.

## 2.2 Ruimtelijke kenmerken

### 2.2.1 Ligging

Kaart 1: Topografie plangebied geeft de ligging en begrenzing van het projectgebied weer op een topografische ondergrond. Het gebied, betreft de kern van Werkhoven (gemeente Bunnik) met in het midden de kern van Werkhoven. Meer naar het zuidwesten toe de sportvelden, naar het noordwestelijk deel boerderij Kasenstein en in het uiterlijke noordoosten de N229.

### 2.2.2 Bodem en landgebruik

Het plangebied ligt op de overgang van de Utrechtse Heuvelrug en het rivierengebied. Het rivierengebied is door de loop en de kleiafzettingen van de Kromme Rijn gevormd. De Kromme Rijn werd 3000 jaar geleden actief en heeft stroomruggen, oeverwallen en komgronden gevormd. Op kaart 2: Hoogtekaart, is dit kenmerkende patroon te zien. De grond bestaat voornamelijk uit zware zavel (zie kaart 3: Bodemkaart).

## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

Het huidige landgebruik (kaart 4: Landelijk Grondgebruik Nederland) bestaat voor een groot deel uit bebouwd gebied. Verder bestaat het gebied uit grasland voor de melkveehouderij, maïs en granen. In het zuidwesten liggen de sportvelden en een multifunctionele accommodatie met onder meer twee scholen.

### **2.2.3 Cultuurhistorie en archeologie**

Grontmij Nederland B.V. heeft in opdracht van BAM woningbouw onderzoek gedaan naar de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden in het plangebied 'het Landje van Kemp'<sup>1</sup>. Er zijn aanwijzingen aangetroffen voor de mogelijke aanwezigheid van de Romeinse Limesweg. Ook zijn er aanwijzingen voor de aanwezigheid van resten van een vindplaats.

Naar aanleiding van het onderzoek door Grontmij vinden de volgende wijzigingen plaats ten opzichte van kaart 16: cultuurhistorie en archeologie uit het watergebiedsplan:

De middelhoge verwachting voor resten voor de Romeinse Limesweg kunnen voor de westzijde van het plangebied worden bijgesteld van middelhoog naar hoog. De zeer hoge verwachting voor resten van een vindplaats daterend uit de Romeinse Tijd kan worden bijgesteld naar middelhoog. Dit vanwege de summiere aanwijzingen hiervoor tijdens het onderzoek. Door het ontbreken van duidelijke aanwijzingen voor archeologische resten daterend uit de IJzertijd, en Middeleeuwen kan deze worden bijgesteld van middelhoog naar laag. De lage verwachting voor resten daterend uit de Nieuwe Tijd blijft laag. Bovenstaande houdt in dat op het terrein mogelijk zeer hoge archeologische verwachtingen zijn.

Hoewel mogelijk zeer hoge archeologische verwachtingen zijn in het plangebied, veroorzaakt dit geen belemmering om het peil op deze plaatsen aan te passen, omdat verandering van het peil geen nadelige gevolgen heeft voor het behoud van de mogelijk aanwezige resten.

### **2.2.4 Natuurwaarden**

Het plangebied maakt onderdeel uit van het Nationaal Landschap Rivierengebied. Het heeft geen speciale betekenis voor wat betreft natuur, cultuurhistorie, recreatie of beleving. Het plangebied maakt ook geen deel uit van Natura 2000-gebieden, beschermde natuurmonumenten of de EHS. Nadere toetsing in het kader van Natuurbeschermingswet of het provinciaal beleid is niet noodzakelijk.

## **2.3 Waterhuishoudkundige kenmerken**

### **2.3.1 Inrichting**

Op kaart 5a: Watersysteem, vigerend peilbesluit is de huidig vastgelegde waterhuishoudkundige situatie weergegeven. De paarse lijnen zijn de peilgebiedsgrenzen, de blauwe pijlen geven de stromingsrichting van het water aan. Gemalen, stuwen en duikers zijn op deze kaart in het rood aangegeven.

Kaart 5b: Watersysteem, praktijk peilgebieden geeft aan hoe in de praktijk de peilgebiedsgrenzen liggen. Verschil tussen kaart 5a en 5b is dat in kaart 5b de grens tussen KRA35 en KRA37 over de Pelikaanweg en Herenstraat loopt in plaats van dwars door de wijk.

### **2.3.2 Peilen en drooglegging**

Het huidige peilbeheer van het 'het Landje van Kemp' is gebaseerd op de functie gras en overige landbouw. In de nieuwe situatie zal dit peil worden gebaseerd op de functie van bebouwing. Door aanpassing van de functie, is het noodzakelijk het peil en peilgebiedsgrenzen aan te passen. De huidige drooglegging (het verschil tussen het slootpeil en de maaiveldhoogte) in het plangebied is weergegeven op kaart 6a: Drooglegging, vigerend peilbesluit. De gemiddelde drooglegging voor het peilgebied uit het peilbesluit van 2008 (zie Tabel 1) is herberekend volgens de maaiveldhoogten uit

---

<sup>1</sup> Grontmij Nederland B.V., Bestemmingsplan Land van Kemp, gemeente Bunnik, kern Werkhoven, december 2013

## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008 (2015)

het Actueel Hoogtebestand Nederland 2 (AHN2), dat eind 2008 ter beschikking is gekomen. Door deze herberekening kunnen verschillen zijn ontstaan met de in de toelichting op het vigerende peilbesluit genoemde waarden. Voor een zuivere vergelijking is deze herberekening echter noodzakelijk.

Tabel 1: Gemiddelde drooglegging volgens vigerend peilbesluit en de praktijksituatie (stedelijk gebied en infrastructuur niet meegenomen)

Code peilgebied	Vigerend peilbesluit		Praktijksituatie	
	drooglegging bij zomerpeil [m]	drooglegging bij winterpeil [m]	drooglegging zomerpeil [m NAP]	drooglegging winterpeil [m NAP]
KRA037**	0,88	1,08	1,02	1,12
KRA034*	1,30	1,30	0,96	1,06

\* = in dit gebied wordt een vast peilbeheer gevoerd

\*\* = peilgebiedsgrens tussen KRA037 en KRA034 vigerend peilbesluit en praktijksituatie aangepast

Stedelijk gebied en infrastructuur zijn bij berekening van de drooglegging niet meegenomen, omdat voor stedelijk gebied ontwateringsdiepte (GHG) van belang is. Voor informatie over de grondwaterstanden in bebouwd gebied verwijzen wij naar bijlage 3, Grondwateronderzoek Werkhoven Grontmij Nederland B.V (2014).

### 2.3.3 Grondwater

Door bewoners in de kern van Werkhoven wordt grondwateroverlast ervaren. Bewoners vrezen dat de periode met hoge grondwaterstanden, door aanpassingen van het watersysteem, zullen toenemen.

Grontmij Nederland B.V. heeft in opdracht van HDSR en in samenspraak met de Gemeente Bunnik en de dorpsraad een grondwateronderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek had twee doelstellingen namelijk<sup>2</sup>:

1. het monitoren van de hydrologische effecten van de te veranderen watergang ten zuiden van Werkhoven.
2. het in beeld brengen van de oorza(a)k(en) van de huidige hoge grondwaterstanden in Werkhoven.

Conclusies uit het rapport zijn:

1. Tijdens natte perioden komen in het gebied op zowel particulier al openbaar terrein structureel hoge grondwaterstanden voor. Oorzaak ligt in de kleiige opbouw van de bodem in het probleemgebied en de afwezigheid van of grote afstand tot drainagemiddelen, zoals oppervlaktewater en buisdrainage, om de grondwaterstand te kunnen beheersen.
2. De verandering van de watergang langs de Achterdijk hebben naar verwachting minimale effecten op de grondwaterstanden in het bestaande bebouwde deel van Werkhoven.
3. Op basis van de analyse van de grondwaterstanden (m.b.v. tijdreeksanalyse) wordt verwacht dat het mogelijk is met een onderscheidingsvermogen van circa 5 cm de effecten van het herstel van de waterloop te bepalen. Monitoring van de grondwaterstanden dient daarom tot tenminste twee jaar na het veranderen van de watergang doorgezet te worden.

### 2.3.4 Wateraan- en afvoer

In afbeelding 2 is de ligging van het oppervlaktewatersysteem en de oppervlaktewaterpeilen, welke nu in de praktijk worden gehanteerd, weergegeven. Tevens zijn de in het primaire systeem aanwezige kunstwerken (gemalen, stuwen en duikers) weergegeven.

<sup>2</sup> Grontmij Nederland B.V., Grondwateronderzoek Werkhoven (2014)



## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)



Afbeelding 2: Oppervlaktewatersysteem en praktijkpeilen

Langs de Weerdenburgselaan is een primaire watergang aanwezig (de zogeheten Rijnpoldersloot). Deze watergang wordt op peil gehouden met gemaal Weerdenburg en voert vervolgens af via een stuw, op de Achterrijn. De watergang rond de sportvelden staat middels een duiker in verbinding met de watergang langs de Weerdenburgselaan en heeft hetzelfde oppervlaktewaterpeil als de Rijnpoldersloot. Voor dit peilgebied is in het watergebiedsplan een vastpeil afgesproken van NAP 2,00 m. Dit peil is na uitvoering van inrichtingsmaatregelen per oktober 2013 daadwerkelijk ingesteld (zie ook paragraaf 3.2).

Langs de Achterdijk is in de huidige situatie een droge sloot/greppel aanwezig. Deze droge sloot watert, middels een duiker onder de Herenstraat, af op de Achterrijn. De duiker, met een diameter van 50 cm, ligt aan de zijde van de droge sloot met de onderkant van de duiker op ca. NAP + 1,90 m. De bodem van de droge sloot ligt gedeeltelijk hoger (variërend tussen ca. NAP 2,05 en NAP +2,10 m) en tevens is de instroom van de duiker gedeeltelijk gevuld met grond. De duiker stroomt uit in de Achterrijn.

De afwatering in het gebied vindt uiteindelijk plaats via de Achterrijn naar de Kromme Rijn.

### **2.3.5 Wateropgave en wateroverlast**

De wateropgave heeft betrekking op de mogelijkheden om neerslag te bergen. Deze berging neemt in de loop van de tijd toe, omdat rekening moet worden gehouden met de klimaatwijziging. De wateropgave is berekend voor de huidige neerslagsituatie, de neerslag die volgens het 'middenscenario' in 2050 wordt verwacht en de neerslag volgens het 'maximumscenario' in 2050. Voor het watergebiedsplan 'Tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal (2008)' zijn mogelijke knelpunten voor wateroverlast geïnventariseerd. Uit deze gegevens is gebleken dat in dit plangebied geen overlast van oppervlaktewater voorkomt, en dat wordt voldaan aan de wateropgave.

## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

### **2.3.6 Waterkwaliteit en ecologie**

Er zijn geen metingen in het gebied zelf. Een indicatie van de waterkwaliteit valt echter af te leiden uit een vergelijking van de kwaliteit van het inlaatwater. Dit inlaatwater komt vanuit de Nederrijn en stroomt via de Krommerijn naar de Capergauwse wetering, waar het water vervolgens via het gemaal Nachtsloot en Weerdenburg in het plangebied wordt ingelaten. In hoeverre de invloed van de kwaliteit uiteindelijk is, is niet bekend.

### **2.3.7 Grondwater**

De optimale grondwaterstanden hangen af van de bodemopbouw van de deklaag en het landgebruik. Het landgebruik betreft voornamelijk stedelijk gebied en grasland.

Voor het stedelijk gebied wordt alleen gekeken naar de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De GHG is een maat voor kans op grondwateroverlast. De optimale stand varieert van 0,25 meter voor een park tot meer dan 1,50 meter voor een begraafplaats. Voor bebouwde percelen wordt uitgegaan van 0,70-1,00 meter. Boven deze waarde neemt de kans op grondwateroverlast toe. Lagere waarden zijn qua grondwateroverlast geen probleem.

### **2.3.8 Wateropgave voor wateroverlast**

Artikel 2.8 van de Waterwet verplicht provincies, met het oog op de bergings- en afvoercapaciteit, normen te stellen ter voorkoming van regionale wateroverlast. De normering bakent de zorgplicht af die het waterschap heeft op het vlak van het voorkomen, dan wel beperken van ontoelaatbare wateroverlast door inundatie vanuit oppervlaktewater ten gevolge van neerslag.

De optimale situatie voor wateroverlast is uiteraard dat er nooit wateroverlast voorkomt. Het beleidskader uit de waterverordening HDSR geeft echter een iets realistischere definitie, die ook voor het peilbesluit als optimale situatie geldt. De waterverordening definieert gebiedsnormen<sup>3</sup>.

Binnen stedelijke gebieden geldt een norm van 1:100 jaar voor hoogwaardige stedelijke functies zoals bebouwing en 1:10 jaar voor het overige stedelijke gebied. Voor de hoger gelegen gebieden geldt een norm van 1:50 jaar (met uitzondering van de laagst gelegen 1%, waarvoor geen norm geldt), wat aansluit bij de hoogwaardige landbouwfuncties zoals fruitteelt die vaak in deze gebieden voorkomen. Voor de overige gebieden geldt een norm van 1:10 jaar (met uitzondering van de laagst gelegen 5%, waarvoor geen norm geldt). Natuur tenslotte heeft geen norm voor wateroverlast.

### **2.3.9 Waterkwaliteit en ecologie**

De kaderrichtlijn water (KRW) streeft naar een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater en het grondwater en waar mogelijk verbetering. Bij planvorming houdt het waterschap rekening met de afspraken vanuit de KRW en neemt, waar mogelijk, concrete maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. De situatie zal voor dit gebied in ieder geval niet verslechteren, zodat geen problemen worden voorzien en geen maatregelen nodig zijn.

## **2.4 Actiepunten**

De gronden waar nieuwbouw is gepland, hadden de bestemming 'Groen', conform het huidige gebruik, maar zijn gewijzigd naar 'bebouwd'. Vanwege wijziging van de bestemming worden ten zuidwesten van Werkhoven het peil en de peilgebiedsgrenzen aangepast.

Daarnaast wordt in het peilbesluit opgenomen dat de watergang langs de Weerdenburgselaan in verbinding staat met de sloot langs de sportvelden.

Als laatste wordt het zomerpeil van KRA037 wat in de praktijk afwijkt van het vigerend peilbesluit aangepast van 2.30 naar 2.20 (m NAP).

<sup>3</sup> De normen zijn uitgedrukt in de kans dat het peil van het oppervlaktewater het niveau van het maaiveld overschrijdt.

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

#### **2.4.1 Grondwateroverlast**

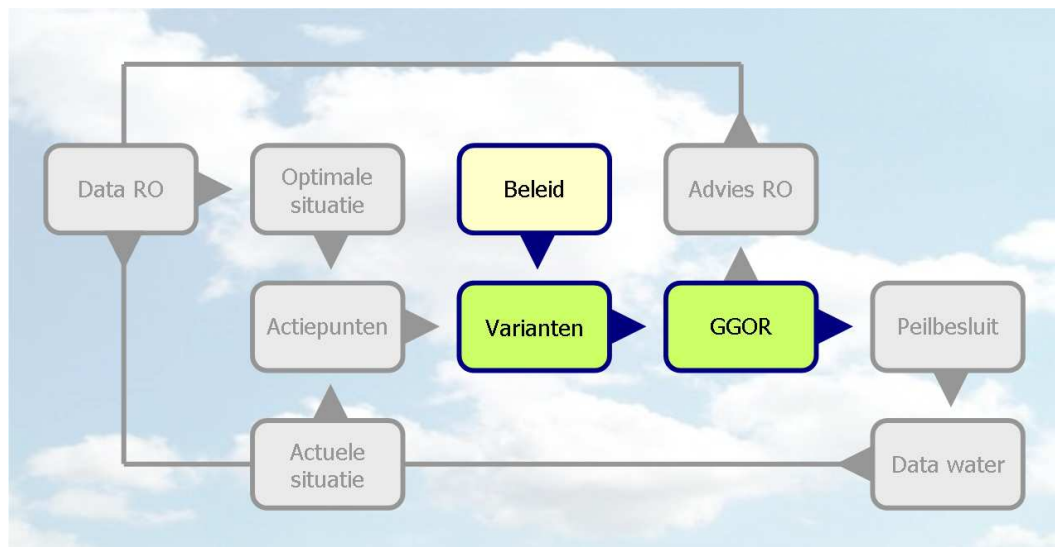
In het watergebiedsplan, Tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal, is opgenomen dat er een verbinding gemaakt zal worden tussen de Achterrijn en de Achterdijkwetering. Dit ter verbetering van de afwatering. De afwateringsrichting van het gebied wordt hierbij omgedraaid en het gebied gaat dan afwateren op de Achterrijn.

Bewoners hebben hun bezorgdheid uitgesproken over de nieuw te graven watergang, omdat zij vrezen voor meer grondwateroverlast. Afsproken is dat de grondwaterstanden worden gemonitord, voor tenminste twee jaar na aanleg van de te veranderen watergang of minimaal één jaar na opleveren plan, waarbij langstlopende termijn uitgangspunt is. Als blijkt dat er in relatie tot de huidige situatie een structurele en oorzakelijke relatie ligt tussen verhoogde grondwaterstanden in de kern Werkhoven en de watergang in het nieuwe bouwplan, worden (doelmatige) maatregelen genomen om de oorzaak weg te nemen. Op voorhand wordt door de ontwikkelaar van het gebied al een voorziening getroffen om daarop te anticiperen.

### 3 Nieuwe Waterhuishoudkundige situatie

#### 3.1 Werkwijze

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke oplossingsrichting is gekozen. Hierbij komen de beleidsdoelen en de uitgangspunten van het waterschap aan de orde. Ook wordt een inschatting gemaakt van het draagvlak voor de oplossing. De oplossing vormt de basis voor het ontwerp van het peilbesluit (GGOR). De processtappen zijn weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Stappen uit het GGOR proces die in hoofdstuk 4 aan de orde komen

#### 3.2 Toekomstig waterhuishoudkundige systeem

Op kaart 5c: Watersysteem, herziend peilbesluit 2014, is toekomstige waterhuishoudkundige situatie weergegeven. Ten opzichte van het peilbesluit van 2008 (kaart 5a: Watersysteem, vigerend peilbesluit) is de begrenzing van de peilgebieden KRA034 en KRA037 aangepast. Ook is het watersysteem van het plangebied (watergang langs de Achterdijk) gewijzigd.

De begrenzing tussen KRA037 en KRA034 is verschoven tot op de Pelikaanweg. Daarnaast is een kleine hoek van de bebouwde kom van KRA035 welke in het vigerend peilbesluit door de bebouwde kom liep aangepast tot de aan Herenstraat. Dit laatste heeft waterhuishoudkundig geen invloed, maar in de praktijk is het logischer dat deze grens tot de Herenstraat loopt.

Het zuidwesten van de bebouwde kom van Werkhoven, de sportvelden en de landbouwpercelen, vallen in het herziend peilbesluit in peilgebied KRA034, met een vast peil van 2,00m NAP in plaats van peilgebied KRA037 met een zomer en winterpeil van 2.30m en 2.10m volgens het vigerend peilbesluit.

Als gevolg van de nieuwbouw wordt extra verhard oppervlak gerealiseerd. Volgens de 'Keur' dient nieuw (extra) verhard oppervlak, waarvan het afstromend regenwater afgevoerd wordt, te worden gecompenseerd. In de nieuwe situatie wordt mede om deze reden de watergang langs de Achterdijk aangepast. In het watergebiedsplan, Tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal, is deze aanpassing reeds opgenomen, ter verbetering van de afwatering in het gebied.

In de huidige situatie is deze watergang een droge sloot, welke voor een deel verduikerd is. In de toekomstige situatie wordt (vrijwel) ter plaatse van de droge sloot een watergang gerealiseerd, de duiker wordt ingekort en in het noorden wordt net voor de ingekorte duiker een stuwput aangebracht. Op kaart 5c: Watersysteem, herziend peilbesluit 2014 is, met behulp van de blauwe stippellijn, globaal het ontwerp aangegeven. In de nieuwe situatie zal de watergang tussen het landbouwperceel en de



## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008 (2015)

sportvelden van twee kanten gevoed worden: via de te realiseren watergang aan de Achterdijk en via de watergang langs de Weerdenburgselaan. Hierdoor zal het peil in deze watergang beter gestuurd kunnen worden.

In Tabel 2 worden de peilen in het plangebied weergegeven. Het betreft de peilen uit het vigerend peilbesluit (2008), de peilen die op dit moment worden gehandhaafd totdat de werkzaamheden zijn uitgevoerd (praktijkpeilen) en de ontwerp-peilen 2014. Hieruit blijkt dat de waterpeilen niet worden aangepast ten opzichte van de praktijksituatie. Echter alleen peilgebiedsgrens tussen KRA037 en KRA034 wordt in de nieuwe situatie gewijzigd.

In het watergebiedsplan is voor peilgebied KRA034 een vastpeil afgesproken van NAP 2,00 m. Dit peil is na uitvoering van inrichtingsmaatregelen per oktober 2013 daadwerkelijk ingesteld (voor oktober 2013 was het praktijkpeil hoger; zomerpeil ca. NAP 2,20 m en winterpeil ca. NAP +2,10 m). en loopt vooruit op de definitieve instelling van het peil naar NAP 2,00 m na vaststelling van de partiële herziening. Dit betreft een experiment om te bezien of wateraan- en afvoer in de nieuwe situatie, ondermeer bij nachtvorstbestrijding en droogteberegening, geborgd kan worden.

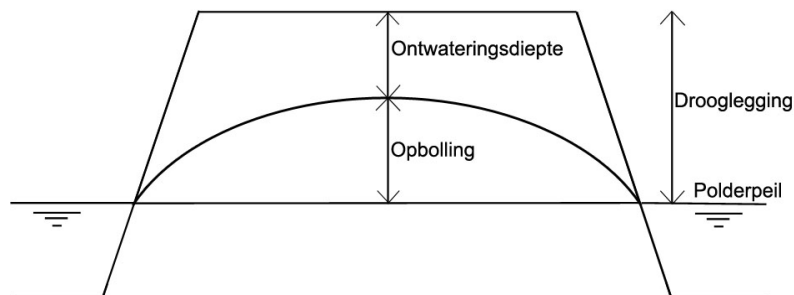
Tabel 2: peilen volgens vigerend peilbesluit, de praktijksituatie en het ontwerp

Code peilgebied	Vigerend peilbesluit		Praktijksituatie		Ontwerp peilbesluit	
	zomerpeil [m NAP]	Winterpeil [m NAP]	zomerpeil [m NAP]	winterpeil [m NAP]	zomerpeil [m NAP]	winterpeil [m NAP]
KRA037	2,30	2,10	2,20	2,10	2,20	2,10
KRA034*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

\* = in dit gebied wordt een vast peilbeheer gevoerd.

### 3.3 Beleid: toets droogleggingsnorm

Drooglegging is het verschil tussen de gemiddelde hoogte van een peilgebied en het slootpeil (zie Figuur 2). Niet te verwarren met ontwateringsdiepte, dit is het verschil tussen de maaiveldhoogte en de grondwaterstand op een bepaald punt in een gebied.



Figuur 2: verschil tussen drooglegging en ontwateringsdiepte.

Er zijn per bodemtype regels opgesteld voor hoe groot de drooglegging mag zijn. Sommige bodemtypes zijn kwetsbaarder voor maaiveldvaling dan andere. Hier wordt rekening mee gehouden in de droogleggingsnorm. Bovendien wordt bij de bepaling van het bodemtype voor het gehele peilgebied, rekening gehouden met het kritische bodemtype. Dit houdt in dat wanneer er verschillende bodemtypes binnen een peilgebied liggen, er gekeken wordt welk bodemtype het meest gevoelig is voor maaiveldvaling. Dit bodemtype wordt vervolgens bij de toetsing aan de droogleggingsnorm toegewezen aan het gehele peilgebied.

Bij het bepalen van het kritische bodemtype wordt ook gekeken naar het oppervlakteaandeel per bodemtype binnen één peilgebied. Wanneer dit oppervlakteaandeel boven de drempelwaarde van 15% uitkomt wordt het kritische bodemtype van een peilgebied toegewezen volgens de rangorde 1 - veen, 2 - klei-op-veen, 3 - overige bodemtypes. De drooglegging van het hele peilgebied wordt vervolgens getoetst aan de droogleggingsnorm vanuit de Beleidsnota peilbeheer (2011). Het bodemtype voor dit projectgebied is zware zavel.



## Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008 (2015)

De droogleggingskaarten 6a, 6b en 6c: zijn een weergave van de drooglegging. De kaarten geven een weergave ten opzichte van het winterpeil. Opgemerkt dient te worden dat het gaat om de gemiddelde drooglegging van een peilgebied, dus plaatselijk kan de drooglegging groter of kleiner zijn.

Tabel 3 geeft een weergave van de drooglegging uit het vigerende peilbesluit, de drooglegging van de praktijksituatie en de drooglegging van het ontwerp partiële herziening, gebaseerd op het AHN.

*Tabel 3: gemiddelde drooglegging volgens vigerend peilbesluit, de praktijksituatie en het ontwerp (stedelijk gebied en infrastructuur niet meegenomen)*

Code peilgebied	Vigerend peilbesluit		Praktijksituatie		Ontwerp peilbesluit	
	drooglegging bij zomerpeil [m]	drooglegging bij winterpeil [m]	drooglegging bij zomerpeil [m]	drooglegging bij winterpeil [m]	drooglegging bij zomerpeil [m]	drooglegging bij winterpeil [m]
KRA037	0,88	1,08	1,02	1,12	1,02	1,12
KRA034*	1,30	1,30	0,96	1,06	1,16	1,16

\* in dit gebied wordt een vast peilbeheer gevoerd

Stedelijk gebied en infrastructuur zijn bij berekening van de gemiddelde drooglegging niet meegenomen, omdat voor stedelijk gebied de ontwateringsdiepte van belang is (zie figuur 7).

Peilgebied KRA034 heeft in het vigerend peilbesluit een drooglegging van 1,30 m. In de praktijksituatie lopen de peilgebiedsgrenzen echter dusdanig anders, dat de gemiddelde drooglegging van dit peilgebied in de praktijksituatie minder is dan in het vigerend peilbesluit wordt aangegeven. In de nieuwe situatie wordt de drooglegging in dit gebied groter ten opzichte van de praktijksituatie, omdat het zomerpeil gaat van 2,20 en winterpeil van 2.10 m naar een peil van 2.00 m t.o.v. NAP (gedurende het hele jaar).

De aanpassing van de peilgebiedsgrens en aanpassing zomerpeil, is de reden dat er een verschil is in de droogleggingsberekening tussen vigerend peilbesluit en de praktijksituatie. De gemiddelde drooglegging voor de peilgebied KRA037 wijzigt, t.o.v. de praktijksituatie, niet.

Drooglegging voor de peilgebieden KRA0034 en KRA0037 is groter dan volgens het beleid van HDSR is toegestaan, 1,16 en 1,12 bij winterpeil in plaats van maximaal 1.00 (m NAP). Hieraan liggen geen agrarische of hydrologische overwegingen ten grondslag, maar de keuze komt voort uit het feit dat in de kern Werkhoven overlast vanuit het grondwater voorkomt. In overleg met bewoners is daarom gekozen voor een scenario dat, na afweging van de positieve- en negatieve effecten, ten opzichte van de andere scenario's geen verandering in het watersysteem teweeg brengt

### **3.4 Multi criteria analyse: effecten van het peilvoorstel**

In deze paragraaf vindt een analyse plaats van de effecten van het voorgestelde GGOR ten opzichte van het huidige peilbesluit (uit 2008). Hierbij wordt het peilbesluit uit 2008 als nulalternatief gezien en wordt daarvoor de score voor alle aspecten als 0 weergegeven. De effecten weergegeven bij het voorgestelde GGOR 2014 geven het effect/de score weer ten opzichte van het peilbesluit 2008.

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

Tabel 4: Effecten van het GGOR.

	0-alternatief	Ontwerp
	Peilbesluit 2008	Herziening 2013
<b>Specifieke aspecten</b>		
Landbouw	0	-
Natuur	0	0
Bebouwing	0	+
Onderbemalingen	0	0
Voldoen aan beleid	0	-
Draagvlak	0	+
Kosten	0	0
<b>Doelen HDSR</b>		
Veilige dijken	n.v.t.	n.v.t.
Voldoende water	0	+
Schoon water	0	0
Klimaat (bodemdaling)	0	0
Landschap en beleving	0	0
Waterketen	n.v.t.	n.v.t.
Leefomgeving	n.v.t.	n.v.t.
Energie	n.v.t.	n.v.t.

*Effecten op functie landbouw*

In de huidige situatie voldoet het peil grotendeels aan de aanwezige landbouwfuncties. Echter het huidige praktijkpeil verandert in het gedeelte van KRA037 welke wordt toegevoegd aan peilgebied KRA034. Praktijkpeil was hier zp/wp: 2,20/2,10m en wijzigt naar een vastpeil van 2.00m. De gemiddelde drooglegging wijzigt hierdoor van 0,96/1,06m naar een gemiddelde van 1,16m. Voor een gedeelte van KRA034 voldoet de drooglegging dan niet meer aan de normen van het waterschap (maximaal 1,00m NAP) (-).

*Effecten op functie natuur*

In het plangebied liggen geen natuurgebieden (0).

*Effecten op functie bebouwing*

Omdat er wel een peilwijziging plaatsvindt voor peilgebied KRA034 (t.o.v. praktijksituatie), zal dit naar verwachting leiden tot een geringe verbetering van de ontwateringsdiepte in de bebouwde kom. Echter, zoals aangegeven in paragraaf 2.3.3, zal dit als gevolg van de kleiige opbouw van de bodem zeer beperkt zijn(+).

Bewoners hebben hun bezorgdheid uitgesproken over de nieuw te graven watergang, omdat zij vrezen voor meer grondwateroverlast. De grondwaterstanden zullen, voor tenminste twee jaar vanaf aanpassing van de watergang, worden gemonitord. Als blijkt dat er in relatie tot de huidige situatie een structurele en oorzakelijke relatie ligt tussen verhoogde grondwaterstanden in bestaand Werkhoven en de watergang in het nieuwe bouwplan, worden (doelmatige) maatregelen genomen om de oorzaak weg te nemen. Op voorhand wordt door de ontwikkelaar al een voorziening getroffen om daarop te anticiperen.

*Effecten op Onderbemalingen*

In het gebied zijn geen onderbemalingen bekend.

*Effecten op Beleid drooglegging*

Voor peilgebied KRA034 zal de drooglegging boven de vastgestelde norm voor landbouw uitkomen (-).

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008 (2015)

*Effecten op Draagvlak*

De reden voor deze herziening betreft het nieuwbouw project 'het Landje van Kemp'. De peilgebiedsgrens wordt in het peilbesluit aangepast zodat deze gelijk is aan de praktijksituatie. De wijziging is in nauw overleg tot stand gekomen met betrokken inwoners. Door invloed van bewoners op uiteindelijke keuze en afspraken inzake monitoring zal men, in het algemeen, redelijk tevreden zijn over de voorstellen (+).

*Kosten*

Er zijn investeringen nodig voor het aanpassen van de watergang langs de Achterdijk. Deze investeringen worden gedragen en de werkzaamheden uitgevoerd door de initiatiefnemer van de woningbouwlocatie. Aansluiting op de huidige watergang aan de Achterdijk door realisatie van een watergang ten noorden van de toerit van de multifunctionele accommodatie, vormt een maatregel uit het watergebiedsplan "Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal" en wordt door het waterschap uitgevoerd. Kosten hiervoor zijn opgenomen in de begroting van het in 2008 vastgestelde watergebiedsplan (0).

*Effecten op beleidsdoelstelling Voldoende water*

Onder deze beleidsdoelstelling valt zowel het watertekort als wateroverlast. De kans op wateroverlast van oppervlakte water ten opzichte van het huidige peilbesluit zal niet wijzigen. Door aanleg van een stuw wordt de mogelijkheid gecreëerd om bij watertekort water in het gebied in te laten. Daarnaast zal de watergang tussen het landbouwperceel en de sportvelden in de nieuwe situatie aangesloten worden op de nieuw te graven watergang aan de Achterdijk. Hierdoor zal het peil in deze watergang beter gestuurd kunnen worden (+).

*Effecten op beleidsdoelstelling Schoon water*

Maatregelen hebben niet of nauwelijks invloed op de doelstelling schoon water (0).

*Effecten op beleidsdoelstelling klimaat (bodemdaling)*

De bodem bestaat voornamelijk uit zware zavel. Op dergelijke gronden vindt nauwelijks bodemdaling plaats. Om deze redenen een 0.

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)

## 4 Literatuur en bronnen

1. Grontmij Nederland B.V., Bestemmingsplan het Landje van Kemp, gemeente Bunnik, kern Werkhoven, december 2013
2. Grontmij Nederland B.V., Grondwateronderzoek Werkhoven, februari 2014
3. Grontmij Nederland B.V., Notitie infiltratieproef en oppervlaktewatersscenario's Werkhoven, mei 2014
4. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal, februari 2008
5. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Watergebiedsplan Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal, februari 2008
6. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Beleidsnota peilbeheer 2011
7. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterbeheerplan Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, 2009
8. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Kosten baten Waterbeheer, 2009
9. Nationaal bestuursakkoord water actueel, 2008
10. Provincies Utrecht, Waterverordening Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, 2009
11. Provincie Utrecht, Provinciaal waterplan 2010-2015, 2009
12. Provincie Utrecht, Provinciale Ruimtelijke structuurvisie 2013-2028, 2013
13. Provincie Utrecht, Provinciale Ruimtelijke verordening 2013
14. Waterwet, 2009

Toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam  
Rijnkanaal 2008 (2015)

Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

## 5. Kaarten

In de kaartenbijlage met de kaarten op A4-formaat vindt u onderstaande kaarten:

1. Topografie plangebied
2. Hoogtekaart
3. Bodemkaart
4. Landelijk Grondgebruik Nederland
- 5a. Watersysteem, vigerend peilbesluit
- 5b. Watersysteem, praktijk peilgebieden
- 5c. Watersysteem, herziend peilbesluit 2014
- 6a. Drooglegging, vigerend peilbesluit
- 6b. Drooglegging, praktijk peilgebieden
- 6c. Drooglegging, herziend peilbesluit 2014

Onderstaande kaarten hebben betrekking op het plangebied, maar zijn niet gewijzigd t.o.v. vigerend watergebiedsplan. Voor deze kaarten wordt verwezen naar het watergebiedsplan. Nummering conform nummering kaartenbijlage watergebiedsplan Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal (2008).

3. *maaiveldhoogte*
4. *kwel en infiltratie*
9. *huidige functie volgens het Provinciale Waterhuishoudingsplan*
12. *Wateropgave indicatief*
- 13a. *natuur en ecologie*
- 13b. *natuur en ecologie KRW*
16. *cultuurhistorie en archeologie*
21. *bekende onderbemalingen*

# Kaart 1: Topografie plangebied



## Legenda

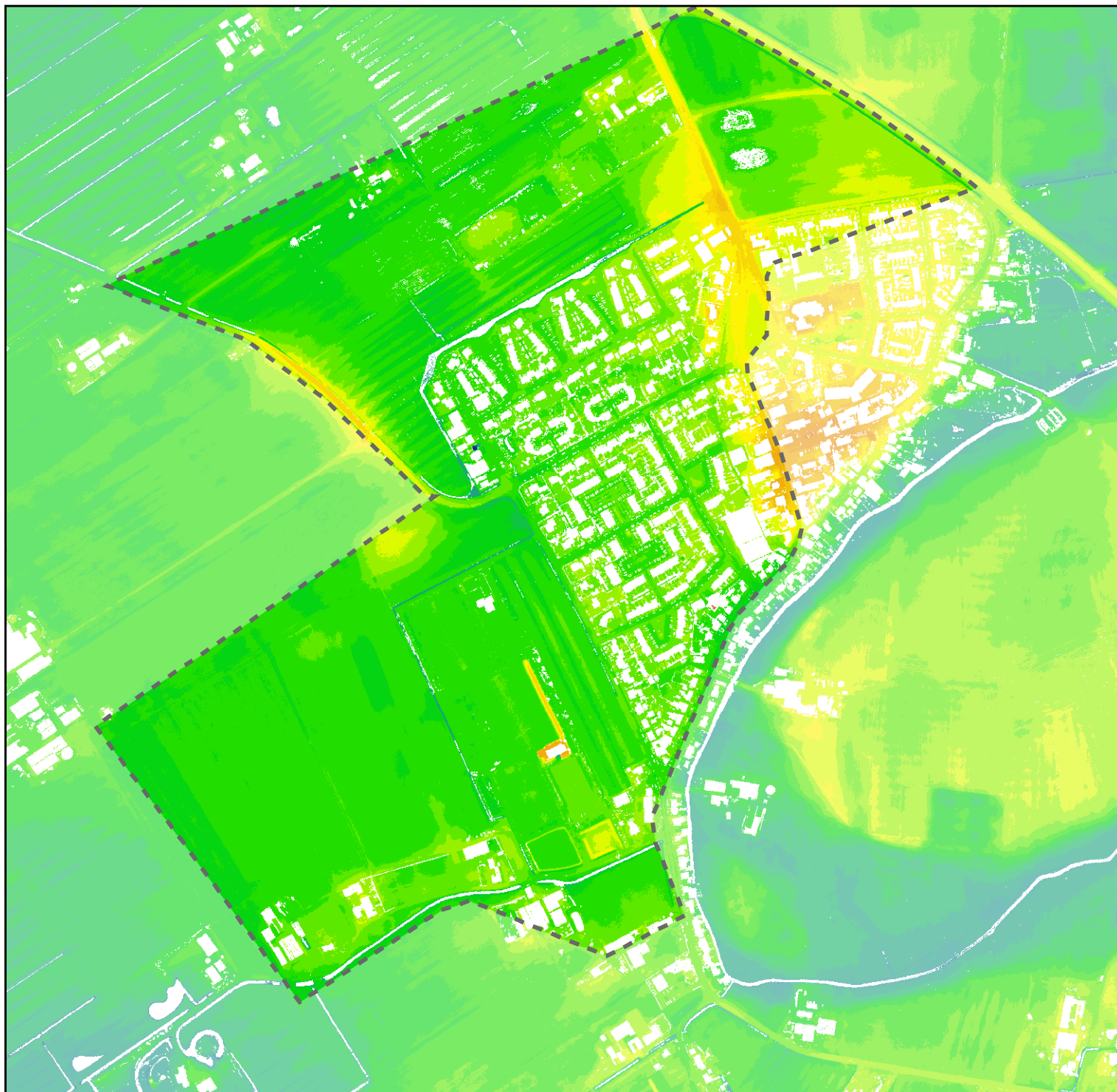
Grens partiele herziening	hoofdweg	akkerland
Kade of wal	regionale weg	bos
Water	lokale weg	dodenakker
<duiker	Weg in uitvoering	fruitkwekerij
Bebouwing	Water	grasland

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012





## Kaart 2: Hoogtekaart



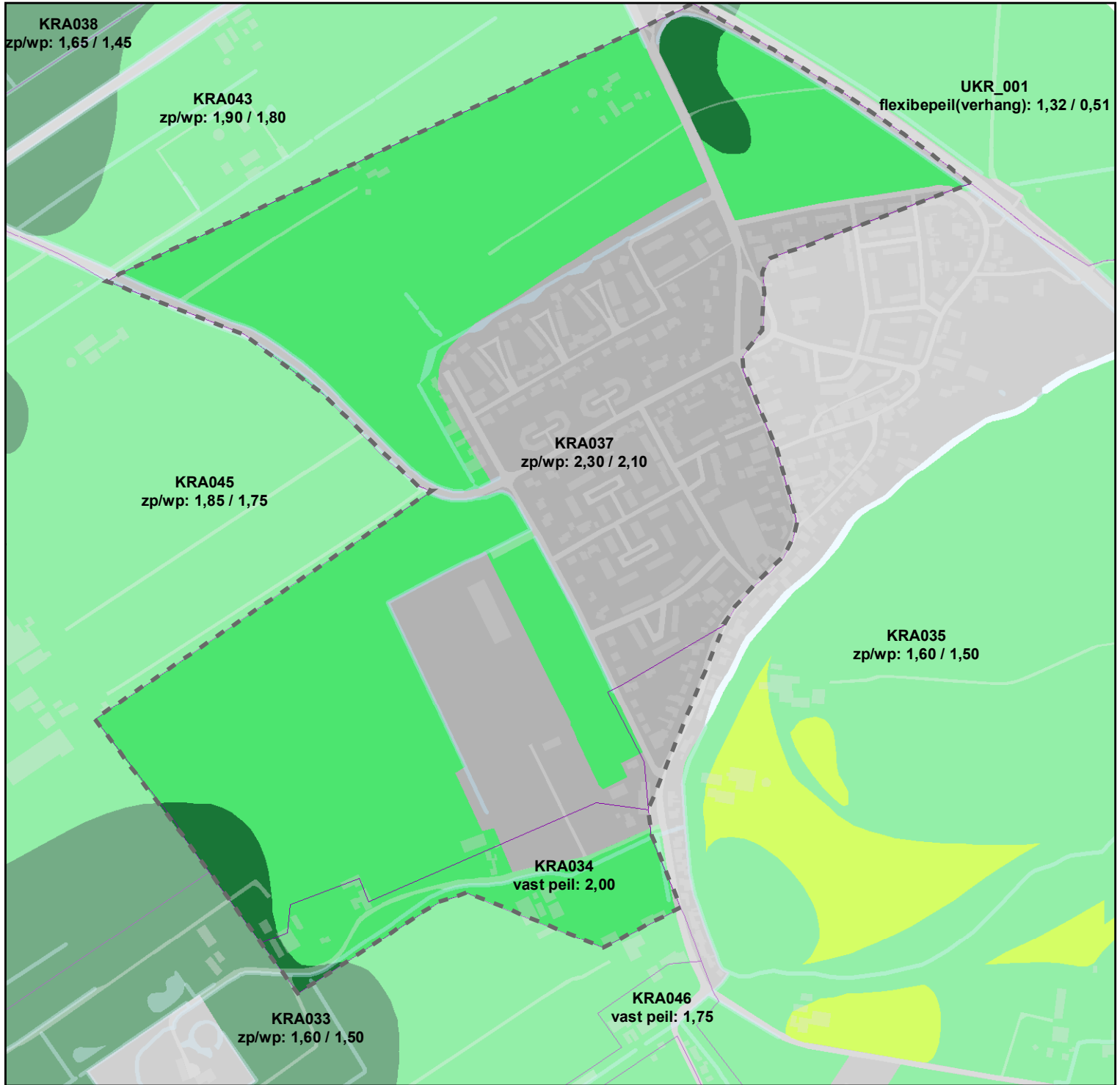
### Legenda

Grens partiele herziening	1,50 - 1,75	2,75 - 3,00	4,00 - 4,25	5,25 - 5,50
Hoogte [m NAP]	1,75 - 2,00	3,00 - 3,25	4,25 - 4,50	5,50 - 5,75
< 1,00	2,00 - 2,25	3,25 - 3,50	4,50 - 4,75	5,75 - 6,00
1,00 - 1,25	2,25 - 2,50	3,50 - 3,75	4,75 - 5,00	>6,00
1,25 - 1,50	2,50 - 2,75	3,75 - 4,00	5,00 - 5,25	








© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



# Kaart 3: Bodemkaart



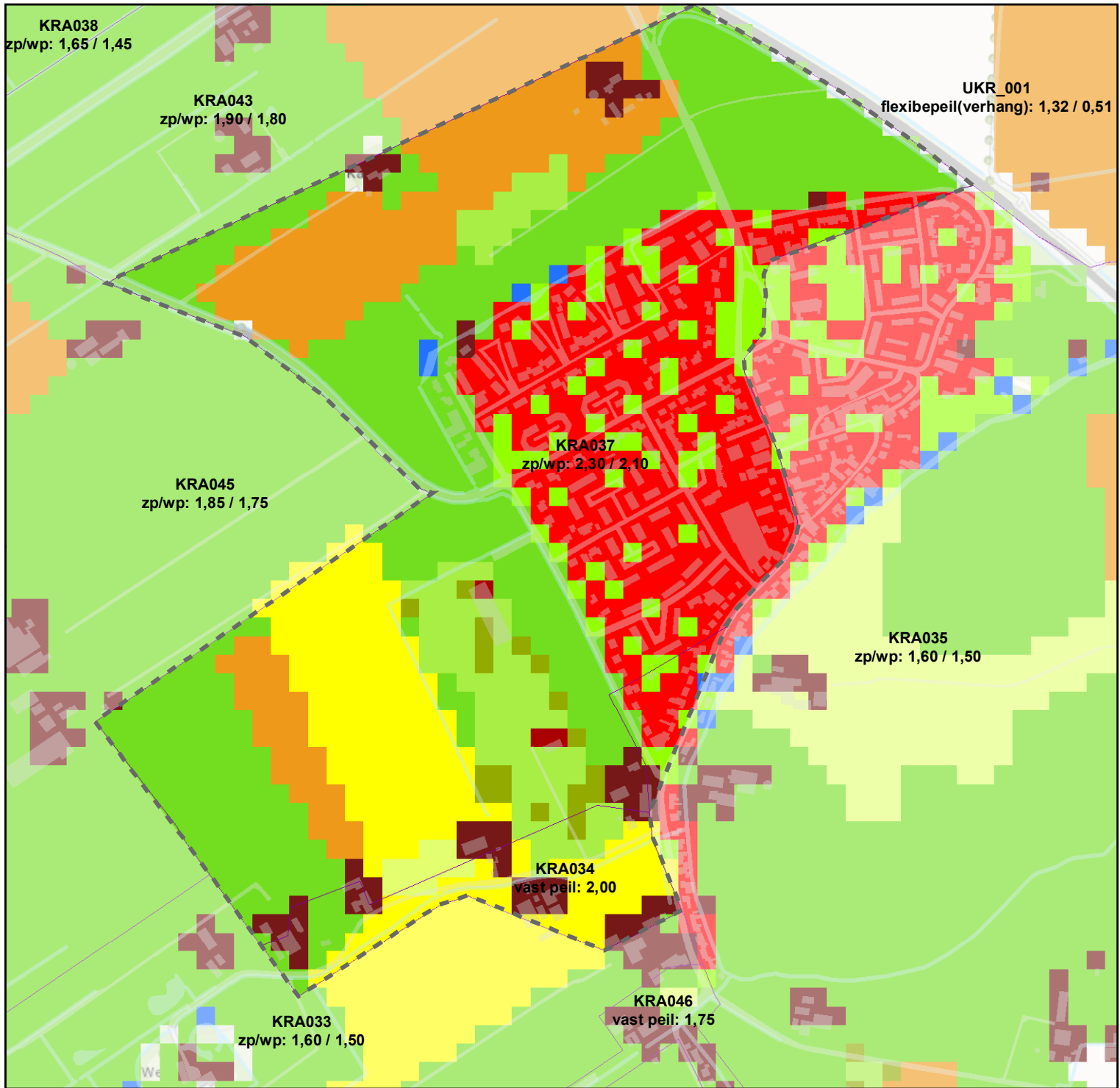
## Legenda

 Grens partiele herziening	 Bodemtype deklaag
 Peilgebieden (Peilbesluit)	 Lichte zavel
	 Zwارة zavel
	 Zwارة klei
	 Bebouwing

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



# Kaart 4: Landelijk Grondgebruik Nederland



## Legenda

Grens partiele herziening	granen	gras in primair bebouwd gebied
Peilgebieden (Peilbesluit)	zoet water	bebouwing in buitengebied
<b>Landgebruik (LGN6)</b>	Bebouwd gebied	gras in secundair bebouwd gebied
agrarisch gras	Bebouwd gebied (secundair)	fruitwekerijen
mais	Bos	

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012





# Kaart 5a: Watersysteem, vigerend peilbesluit



## Legenda

- |  |                            |  |        |  |                      |  |                    |
|--|----------------------------|--|--------|--|----------------------|--|--------------------|
|  | Grens partiele herziening  |  | Gemaal |  | Watergangen (status) |  | Droge Sloot        |
|  | Peilgebieden (Peilbesluit) |  | Stuw   |  | Primair              |  | Primair Leggervak  |
|  | Onderbemalingen            |  | Duiker |  | Tertiair             |  | Tertiair Leggervak |
|  | Peilschaal                 |  |        |  |                      |  |                    |



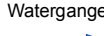
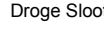




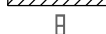




© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



# Kaart 5b: Watersysteem, praktijk peilgebieden



## Legenda

	Grens partiele herziening		Gemaal		Watergangen (status)		Droge Sloot
	Peilgebieden (praktijk)		Stuw		Primair		Primair Leggervak
	Onderbemalingen		Duiker		Tertiair		Tertiair Leggervak
	Peilschaal				bestaande verbinding		

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



# Kaart 5c: Watersysteem, herziend peilbesluit 2014



## Legenda

- |                           |                                   |   |                    |
|---------------------------|-----------------------------------|---|--------------------|
| Grens partiële herziening | Stuw                              | <b>Watergangen (status) Droge Sloot</b> |                    |
| Peilgebieden (nieuw)      | Duiker                            | Primair                                 | Primair Leggervak  |
| Onderbemalingen           | Nieuwe stuw (ontwerp)             | Tertiair                                | Tertiair Leggervak |
| Peilschaal                | nieuwe primaire watergang (ontw.) |   |                    |
| Gemaal                    | bestaande verbinding              |   |                    |

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012

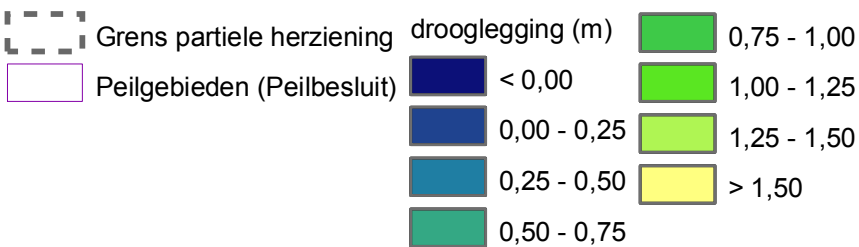




# Kaart 6a: Drooglegging, vigerend peilbesluit



## Legenda



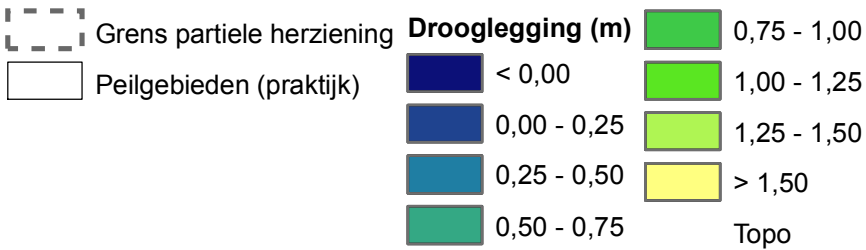
© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



# Kaart 6b: Drooglegging, praktijk peilgebieden



## Legenda



© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012

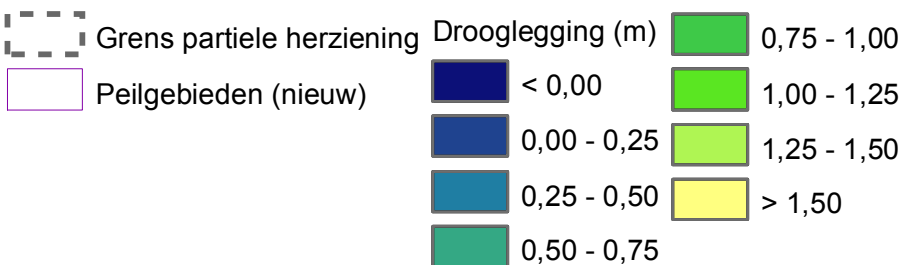




# Kaart 6c: Drooglegging, herziend peilbesluit 2014



## Legenda



© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2012



Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijkkanaal 2008

Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

## 6. Bijlagen

Bijlage 1: Tekst van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal 2008

Bijlage 2: Beleid waaraan moet worden voldaan

Bijlage 3: Grondwateronderzoek Werkhoven (2014) te raadplegen via:  
[http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0312.bpWHVLandKemp-on01/b\\_NL.IMRO.0312.bpWHVLandKemp-on01\\_tb13.pdf](http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0312.bpWHVLandKemp-on01/b_NL.IMRO.0312.bpWHVLandKemp-on01_tb13.pdf)

Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

**Bijlage 1: Tekst van het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal 2008**

Het algemeen bestuur van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden;

op voorstel van de dijkgraaf en hoogheemraden van d.d. 11 december 2007, nr. 07 SPR/182;

Overwegende dat met betrekking tot de voorbereiding van het peilbesluit van het afvoergebied Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal een inrichtingsplan, het zogeheten Watergebiedplan 'Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal' is opgesteld waarin, naast de waterhuishoudkundige inrichting en de regeling van de waterbeheersing van het gebied, ook de toelichting is opgenomen op de in te stellen waterpeilen. De voorgestelde peilen in dit peilbesluit zijn gebaseerd op de huidige praktijkpeilen en ervaringen van beheerders en gebruikers van het gebied.

Gelet op artikel 16 van de Wet op de Waterhuishouding en op hoofdstuk III van de Verordening waterhuishouding Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2002,

**Besluit:**

vast te stellen het peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal, zoals hierna is aangegeven.

Artikel 1. Gebied

Het gebied waar dit peilbesluit betrekking op heeft ligt in de provincie Utrecht, binnen het grondgebied van de gemeenten Houten, Bunnik en Wijk bij Duurstede en is aangegeven op de bij dit besluit behorende kaart. Op deze kaart zijn ook de coderingen van de peilgebieden en de locatie van de peilschaal, waarop het peil is af te lezen, aangegeven.

Artikel 2. Referentiepeil

Voor de toepassing van dit besluit geldt dat de peilen zijn aangegeven ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil 2005 (NAP 2005)

Artikel 3. Peilen en regulier peilbeheer

In de volgende peilgebieden wordt een zomer- en winterpeil gehanteerd. De na te streven waterstanden zijn:

Code Peilgebied	Zomerpeil (m t.o.v. NAP)	Winterpeil (m t.o.v. NAP)
KRA004	2,80	2,70
KRA009	2,10	1,90
KRA011	1,70	1,50
KRA012	1,40	1,20
KRA013	2,00	1,80
KRA015	3,25	3,10
KRA017	3,10	2,90
KRA018	2,80	2,60
KRA019	3,75	3,55
KRA020	3,70	3,50
KRA021	3,30	3,10
KRA022	3,00	2,80
KRA023	2,10	1,90
KRA024	2,25	2,10
KRA025	2,80	2,60
KRA026	1,65	1,55

Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

KRA027	2,80	2,70
KRA028	2,70	2,50
KRA029	2,50	2,30
KRA030	2,40	2,20
KRA031	1,60	1,40
KRA032	2,30	2,10
KRA033	1,60	1,50
KRA035	1,60	1,50
KRA036	2,10	1,90
KRA037	2,20	2,10
KRA038	1,65	1,45
KRA039	0,80	0,60
KRA040	1,40	1,30
KRA041	1,05	0,85
KRA042	1,40	1,30
KRA043	1,90	1,80
KRA044	1,70	1,50
KRA045	1,85	1,75
KRA047	2,50	2,30

De overgang van zomer- naar winterpeil zal, al naar gelang de weersomstandigheden en het verloop van de grondwaterstanden, in het algemeen en naar het oordeel van het waterschap, plaatsvinden in de periode september tot en met november.

De overgang van winter- naar zomerpeil zal, al naar gelang de weersomstandigheden en het verloop van de grondwaterstanden, in het algemeen en naar het oordeel van het waterschap, plaatsvinden in de periode april tot en met juni.

In de volgende peilgebieden wordt een vastpeil gehanteerd. De na te streven waterstanden zijn:

Code Peilgebied	Vastpeil (m t.o.v. NAP)
KRA001	3,30
KRA002	2,80
KRA003	2,00
KRA005	3,50
KRA006	2,20
KRA007	3,30
KRA008	3,20
KRA010	2,15
KRA014	2,20
KRA016	2,95
KRA034	2,00
KRA046	1,75
KRA001	3,30
KRA002	2,80
KRA003	2,00

**Artikel 4. Marges in het peilbeheer**

Bij afwijking van 0,05 m of meer boven of onder de in artikel 3 genoemde waterstanden moet, uitlaat of inlaat van water geschieden tot op het moment dat –na bijzakking- de na te streven waterstand weer is bereikt.

Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

Artikel 5. Buitengewone weersomstandigheden

Dijkgraaf en hoogheemraden zijn bevoegd om, indien buitengewone weersomstandigheden dit naar hun oordeel noodzakelijk maken, de bovengenoemde peilen van de waterstand tijdelijk:

- in droge en zeer droge perioden met 0,10 m te verhogen;
- in natte en zeer natte perioden met 0,10 m te verlagen.

Artikel 6. Calamiteiten en extreme weersomstandigheden

Dijkgraaf en hoogheemraden zijn bevoegd om, onder afweging van de betrokken belangen, van het in artikel 3 vermelde peil af te wijken, indien daarvoor op grond van te verwachten of reeds optredende extreme – natte of droge – weersomstandigheden, dan wel in verband met dreigende of reeds optredende calamiteiten, aanleiding bestaat.

Artikel 7. Nachtvorstpeil

Dijkgraaf en hoogheemraden zijn bevoegd om, indien nachtvorst wordt verwacht, ten behoeve van de nachtvorstschadebestrijding in de fruitteelt, de vermelde peilen tijdelijk op te zetten tot het vermelde zomerpeil.

Artikel 8. Fasering instelling peil

De in dit peilbesluit vermelde peilen worden gefaseerd ingevoerd. Als alle daarvoor noodzakelijke maatregelen in een peilgebied zijn getroffen, zijn dijkgraaf en hoogheemraden bevoegd om in dat desbetreffende peilgebied het vermelde peil in te voeren, ook al zijn/worden de peilen in een of meer andere peilgebieden op dat moment nog niet ingevoerd. Dit moment wordt door het dagelijks bestuur bepaald en in dag- en of weekbladen gepubliceerd.

Artikel 9. Inwerkingtreding peilbesluit

Het peilbesluit treedt in werking met ingang van de achtste dag nadat de bekendmaking van de goedkeuring van dit peilbesluit door gedeputeerde staten heeft plaatsgevonden.

Artikel 10. Titel

Dit peilbesluit kan worden aangehaald als Peilbesluit Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal.

Vastgesteld in de openbare vergadering van het algemeen bestuur van 27 februari 2008.

drs. E.Th. Meuleman  
secretaris

P.J.M. Poelmann  
voorzitter

## Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

### **Bijlage 2: Beleid waaraan moet worden voldaan.**

## **Beleid**

Het peilbesluit wordt opgesteld volgens de geldende wet- en regelgeving en het vigerende beleid. In dit hoofdstuk wordt het relevante beleid op Europees, nationaal, provinciaal, gemeentelijk en waterschapsniveau kort toegelicht.

### **Europese wet- en regelgeving**

#### Europese Kaderrichtlijn Water

Vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water is het doel gesteld om een goede chemische en ecologische toestand van het oppervlakte- en grondwater te krijgen in 2015, met mogelijkheden tot uitloop naar 2027. Het waterschap geeft in het Waterbeheerplan 2010 – 2015 aan hoe de kwaliteit van het regionale oppervlaktewater de komende jaren beschermd en verbeterd wordt.

#### Verdrag van Malta

De bescherming van het archeologische erfgoed in de bodem en de inbedding ervan in de ruimtelijke ontwikkeling is het onderwerp van het Europese Verdrag van Valletta (Malta). Hierbij is met name van belang dat de archeologische waarden beschermd worden door het peil niet te verlagen. Door verlagingen van peilen bestaat de kans dat archeologische waarden worden aangetast doordat deze boven de grondwaterspiegel komen te liggen. Het is daarom van belang om archeologische waarden te inventariseren en het effect van eventuele peilverlagingen in dit verband te bepalen.

### **Nationale wet- en regelgeving**

#### Waterwet

In de Waterwet is het beheer van grond- en oppervlaktewater geregeld. De Waterwet vervangt acht wetten voor het waterbeheer en trad eind 2009 in werking. Het aantal regels is flink verminderd. Nieuw is dat de provinciale goedkeuring van peilbesluiten is komen te vervallen, zo ook voor dit peilbesluit.

De Waterwet stelt de verplichting aan het waterschap om één of meer peilbesluiten vast te stellen voor oppervlaktewater- of grondwaterlichamen die volgens de provinciale waterverordening onder het beheer van het waterschap vallen. In een peilbesluit worden waterstanden of bandbreedten waarbinnen waterstanden kunnen variëren vastgesteld, die gedurende de daarbij aangegeven perioden zoveel mogelijk worden gehandhaafd (Waterwet, artikel 5.2). Een peilbesluit moet eens in de tien jaar worden herzien.

#### Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel (NBW-actueel)

Het NBW [lid 11] heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden zodat problemen met wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit zoveel mogelijk worden voorkomen. In 2008 zijn de afspraken hieruit overgenomen in het NBW-Actueel. De beleidslijnen zijn overgenomen in het waterbeheerplan van het waterschap.

#### Natuurwetgeving

De natuurwetgeving is vastgelegd in de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998. In beide wetten zijn naast het nationaal natuurbeschermingsbeleid ook tal van internationale verdragen en richtlijnen verankerd, zoals de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn.

De Natuurbeschermingswet 1998 richt zich alleen op gebiedsbescherming en legt de bescherming van natuurgebieden in de nationale wetgeving vast.

De verplichtingen voor soortbescherming zijn opgenomen in de Flora- en faunawet. De soortenbescherming kent naast de passieve wettelijke bescherming (het tegenhouden van verslechtering) met de Flora- en faunawet een actieve soortenbescherming via onder andere de



## Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

soortenbeschermingsplannen (het Meerjarenprogramma Uitvoering Soortenbeleid 2000-2004) en de 'rode lijsten'.

### Cultuurhistorie en archeologie

In de Nota Ruimte (PKB deel 3a van 12 april 2005) zijn de Nationale Landschappen opgenomen. Nationale Landschappen zijn gebieden met internationaal zeldzame, unieke en nationaal kenmerkende landschappelijke kwaliteiten. De bijzondere natuurlijke, cultuurhistorische en recreatieve kwaliteiten van het landschap moeten behouden blijven en waar mogelijk worden versterkt. Sociaal-economische ontwikkeling blijft mogelijk, mits de kernkwaliteiten van het gebied worden versterkt (het zogenaamde 'ja, mits'-principe). De provincies staan voor de taak om deze Nationale Landschappen concreet te begrenzen in de streekplannen en om hiervoor integrale uitvoeringsprogramma's te ontwikkelen.

### Wet op de Archeologische Monumentenzorg

De Wet op de Archeologische Monumentenzorg is de Nederlandse uitwerking van het [Verdrag van Malta \(la Valetta\)](#). De wet is een [raamwet](#), die regelt hoe rijk, provincie en gemeente bij hun ruimtelijke plannen rekening moeten houden met het erfgoed in de bodem. Deze wet beoogt het culturele erfgoed (en vooral het archeologische erfgoed) te beschermen. Onder archeologisch erfgoed wordt verstaan: alle fysieke overblijfselen, zowel in als boven de grond, die bijdragen aan het verkrijgen van inzicht in menselijke samenlevingen uit het verleden. De Wet op de Archeologische Monumentenzorg is op 1 september 2007 in werking getreden.

## **Provinciaal beleid**

### Provinciaal Waterplan Utrecht

De provincie stelt in haar waterbeleid doelen, kaders en normen en houdt toezicht op de uitvoering door de waterschappen. De functies in het provinciaal waterplan zijn maatgevend voor peilbesluiten en watergebiedsplannen. Daarnaast heeft de provincie ook eisen gesteld aan het waterbeheer voor de verschillende gebiedsfuncties.

Voor peilbesluiten en watergebiedsplannen geldt dat de provincie vroegtijdig randvoorwaarden inbrengt in het GGOR-proces (Gewenst Grond- en Oppervlaktewaterregime). In het waterplan zijn onder andere de volgende doelen gesteld: 'Naar duurzame, robuuste watersystemen', 'Borgen bestaande kwaliteiten' en 'Samenwerking'.

### De Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie 2013-2028 (PRS)

De PRS geeft de ruimtelijke ambities weer van de provincie Utrecht. Hierin staat welke doelstellingen de provincie van provinciaal belang acht, welk beleid bij deze doelstellingen hoort én hoe dit beleid wordt uitgevoerd. Deels loopt deze uitvoering via de Provinciale Ruimtelijke Verordening 2013 (PRV) die tegelijk met de PRS is opgesteld.

De Provinciale Ruimtelijke Verordening 2013 (PRV) bevat algemene regels die in acht moeten worden genomen bij het opstellen van hun ruimtelijke plannen. In de PRV zijn alleen de algemene regels opgenomen, die noodzakelijk zijn voor het waarborgen van de provinciale belangen.

De PRV geeft soms harde ruimtelijke grenzen aan. Soms wordt volstaan met de verplichting om een ruimtelijke keuze voor een bepaald beleidsaspect goed te onderbouwen. Daarnaast bevat de PRV ook regels die voortvloeien uit de Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB) Ruimte, zoals voor de bescherming van de Ecologische Hoofdstructuur en de Top gebieden.

### Waterverordening HDSR 2009

De waterverordening die de provincies Zuid-Holland en Utrecht hebben opgesteld voor het waterschap (december 2009) stelt onder andere eisen aan de vorm van het peilbesluit. Deze moet een kaart bevatten met de begrenzing van het gebied waarbinnen de oppervlaktewaterlichamen liggen waarop het peilbesluit betrekking heeft. Het peilbesluit heeft een toelichting met daarin de



## Toelichting op het ontwerp partiële herziening van het peilbesluit tussen Kromme Rijn en Amsterdam Rijnkanaal 2008

afwegingen en uitkomsten van onderzoeken, de verandering van de waterstanden ten opzichte van de bestaande situatie en de gevolgen van de waterstanden voor diverse belangen.

De waterverordening definieert tevens gebiedsnormen voor wateroverlast. Momenteel vindt een hertoetsing van de wateropgave/wateroverlast plaats waarin getoetst wordt of het watersysteem van De Stichtse Rijnlanden op orde is. Hierbij wordt berekend of er binnen het gebied van De Stichtse Rijnlanden wateroverlast plaatsvindt die vaker optreedt dan de gebiedsnormen uit de provinciale waterverordening HDSR 2009. Het resultaat geeft weer welk areaal vaker inundeert dan volgens de normen is toegestaan (in ha).

### Provinciale Verordening Waterkeringen West-Nederland

In de Provinciale Verordening Waterkeringen West-Nederland (2009) zijn veiligheidsnormen toegekend aan regionale keringen. Deze zijn vastgelegd in de waterverordeningen van de waterschappen in West-Nederland. Op grond van deze verordeningen zijn de waterschappen belast met de periodieke toetsing van hun regionale keringen.

### Cultuurhistorie en archeologie

De provincies hebben een Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) opgesteld. De CHS geeft een overzicht van het cultureel erfgoed in betreffende provincie. Het doel van de CHS is om het cultuurhistorisch erfgoed veilig te stellen en te versterken.

### **Gemeentelijk beleid**

Het plangebied ligt binnen de grenzen van de gemeente Bunnik waar het bestemmingsplan Buitengebied Bunnik 2010 van toepassing is.

Een bestemmingsplan vormt in principe een nadere uitwerking van het betreffende streekplan en is ook hieraan getoetst. De hoofdfuncties van de bestemmingsplannen komen overeen met die van de betreffende streekplannen.

### **Beleid en regelgeving Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden**

In deze paragraaf wordt het beleid behandeld dat is opgesteld door het waterschap en van belang is bij dit peilbesluit.

#### Waterbeheerplan 2010-2015

Het waterbeheerplan 2010-2015 Water voorop! uit 2009 geeft het beleidskader van het waterschap [7]. Hierin staat voor 6 jaar hoe het waterschap zorgt voor een duurzaam, schoon en veilig watersysteem. De nadere uitwerking voor peilbesluiten heeft in de Beleidsnota peilbeheer [8] plaatsgevonden.

#### Beleidsnota peilbeheer

In de Beleidsnota peilbeheer wordt aangegeven:

- hoe een peilbesluit/watergebiedsplan wordt opgesteld en waar deze aan moet voldoen;
- op welke wijze afwegingen in het peilbeheer plaatsvinden;
- hoe wordt omgegaan met bodemdaling;
- hoe wordt omgegaan met peilafwijkingen;
- aan welke eisen het peilbeheer in de praktijk moet voldoen.

#### Keur

De Keur (2009) is een verordening van het waterschap die regelt wat wel en niet mag in of nabij oppervlaktewater en dijken en kent strafbepalingen.

Er is een aantal zaken geregeld in de Keur die raken aan peilbeheer en peilbesluiten, waaronder de juridische bescherming van de waterkeringen. Zo kan het waterschap een watervergunning verlenen voor het uitvoeren van werkzaamheden aan keringen of in de nabijheid daarvan.

# **Grondwateronderzoek Werkhoven**

Monitoring en analyse



Definitief

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Grontmij Nederland B.V.  
De Bilt, 6 februari 2014

# Verantwoording

**Titel** : Grondwateronderzoek Werkhoven  
**Subtitel** : Monitoring en analyse  
**Projectnummer** : 303321  
**Referentienummer** : GM-0124327  
**Revisie** :  
**Datum** : 6 februari 2014

**Auteur(s)** : ir. P.E. Dik , C. Leerlooijer MSc  
**E-mail adres** : pim.dik@grontmij.nl  
**Gecontroleerd door** : dr. M.J.M. Vissers  
**Paraaf gecontroleerd** : *b/a*   
**Goedgekeurd door** : ing. D.J. Bolder  
**Paraaf goedgekeurd** :   
**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
De Holle Bilt 22  
3732 HM De Bilt  
Postbus 203  
3730 AE De Bilt  
T +31 30 220 74 44  
F +31 30 220 02 94  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>4</b>
1.1	AANLEIDING .....	4
1.2	DOELSTELLING .....	4
1.3	AANPAK OP HOOFDLIJNEN .....	4
1.4	WERKZAAMHEDEN .....	4
1.5	LEESWIJZER .....	5
<b>2</b>	<b>BASISGEGEVENS .....</b>	<b>6</b>
2.1	DOOR BEWONERS ERVAREN GRONDWATEROVERLAST .....	6
2.2	MAAIVELDHOOGTE .....	6
2.3	BODEMOPBOUW .....	7
2.4	GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE .....	9
2.5	NEERSLAG EN VERDAMPING .....	10
2.6	OPPERVLAKTEWATERHUISHOUDING EN DRAINAGE .....	10
2.7	RIOLERING .....	10
2.8	ONTTREKKINGEN .....	10
2.9	PEILBUIZEN DINOKET .....	11
2.10	REGIONALE GRONDWATERSTROMING .....	11
<b>3</b>	<b>MONITORINGSPLAN .....</b>	<b>13</b>
3.1	ONTWERP GRONDWATERMEETNET .....	13
3.2	RESULTATEN MEETNET .....	14
<b>4</b>	<b>ANALYSE .....</b>	<b>19</b>
4.1	EFFECT AANLEG VAN DE TE VERANDEREN WATERGANG .....	19
4.1.1	<i>Karakteristieken te veranderen watergang .....</i>	<i>19</i>
4.1.2	<i>Indicatie effect van de te veranderen watergang op de grondwaterstanden .....</i>	<i>20</i>
4.2	HUIDIGE GRONDWATEROVERLAST .....	20
4.3	MOGELIJKHEDEN TIJDREEKSANALYSE VOOR HET BEPALEN VAN DE EFFECTEN VAN HET HERSTEL WATERLOOP .....	21
4.4	VERANTWOORDELIJKHEDEN OPLOSSEN GRONDWATEROVERLAST .....	22
4.4.1	<i>Algemeen .....</i>	<i>22</i>
4.4.2	<i>Uitwerking verantwoordelijkheden voor Werkhoven .....</i>	<i>23</i>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>24</b>
5.1	CONCLUSIES .....	24
5.1.1	<i>Huidige grondwaterstanden .....</i>	<i>24</i>
5.1.2	<i>Verwachte effecten op de grondwaterstanden door het aanpassen van de watergang langs de Achterdijk .....</i>	<i>24</i>
5.1.3	<i>Monitoren effecten van de te veranderen watergang .....</i>	<i>24</i>
5.2	AANBEVELINGEN .....	24
5.2.1	<i>Consequenties huidige grondwateroverlast: vervolgonderzoek .....</i>	<i>24</i>
5.2.2	<i>Monitoren van de effecten van de te veranderen watergang .....</i>	<i>25</i>
	<b>LITERATUUR .....</b>	<b>26</b>
	<b>BIJLAGE 1 BOORPROFIELEN</b>	
	<b>BIJLAGE 2 GRONDWATERSTANDEN</b>	
	<b>BIJLAGE 3 OPPERVLAKTEWATER</b>	
	<b>BIJLAGE 4 ANALYSE GRONDWATERSTANDEN MET TIJDREEKSANALYSEPROGRAMMA</b>	

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) is van plan een watergang ten zuiden van Werkhoven aan te passen. De voorgenomen werkzaamheden veroorzaken onrust onder de bewoners in de omgeving. De bewoners klagen namelijk al enkele jaren over hoge grondwaterstanden. Het is niet duidelijk waardoor deze overlast momenteel wordt veroorzaakt, maar de bewoners zijn bang dat de perioden met hoge grondwaterstanden, door de aanpassingen van het watersysteem, zullen toenemen.

HDSR heeft Grontmij gevraagd om ondersteuning bij de hydrologische monitoring van de werkzaamheden en om bij te dragen aan oplossingen voor de bestaande overlast.

## 1.2 Doelstelling

De doelstellingen van het onderzoek zijn:

1. het monitoren van de hydrologische effecten van de te veranderen watergang ten zuiden van Werkhoven;
2. het in beeld brengen van de oorza(a)k(en) van de huidige hoge grondwaterstanden in Werkhoven.

## 1.3 Aanpak op hoofdlijnen

De effecten van de aanleg van de watergang worden gemonitord door de grondwaterstand te meten vóór uitvoering van de werkzaamheden (de referentiesituatie) en daarna. Gelijktijdig brengt Grontmij de oorzaken van de hoge grondwaterstanden in Werkhoven in beeld met een hydrologische systeemanalyse. Deze systeemanalyse omvat een inventarisatie van bestaande gegevens alsmede aanvullende peilbuismetingen. Aan de hand van de verkregen inzichten kan in een vervolgstadium gezocht worden naar oplossingsrichtingen.

De werkzaamheden zijn in overleg met HDSR, Gemeente Bunnik en de dorpsraad uitgevoerd om overeenstemming te bereiken over de probleemanalyse.

## 1.4 Werkzaamheden

Het onderzoek omvatte de volgende onderdelen (zie tabel 1.1):

- voorbereiding;
- inrichten meetnet;
- uitvoeren monitoring;
- interpretatie en evaluatie.

**Tabel 1.1**      **Projectfasering**

<i>Het proces...</i>	<i>...de werkzaamheden...</i>	<i>...en de producten</i>
<i>Fase 1: Voorbereiding</i>		
– Startoverleg	– Aanleveren gegevens	– Notitie monitoringplan
– Overleg met dorpsraad	– Geohydrologische inventarisatie en meetnetontwerp	
<i>Fase 2: Inrichten meetnet</i>		
– Regelen betredingstoestemming	– Plaatsen van peilbuizen en controle bestaande peilbuis	– Notitie met boorbeschrijving
	– Leveren en installeren van 'divers'	– 5 peilbuizen
		– 6 'divers'
<i>Fase 3: Uitvoeren monitoring</i>		
	– Handmatig uitlezen van de grondwaterstanden	– gevalideerde meetreeksen (6x)
<i>Fase 4: Interpretatie en evaluatie</i>		
– Afsluitend overleg	– Tussentijds vaststellen van de nulsituatie	– tussenrapportage: nulsituatie
	– Interpretatie en evaluatie oorzaken hoge grondwaterstanden	– Eindrapportage
	– Rapportage met doorkijk (advies) naar het vervolgtraject	

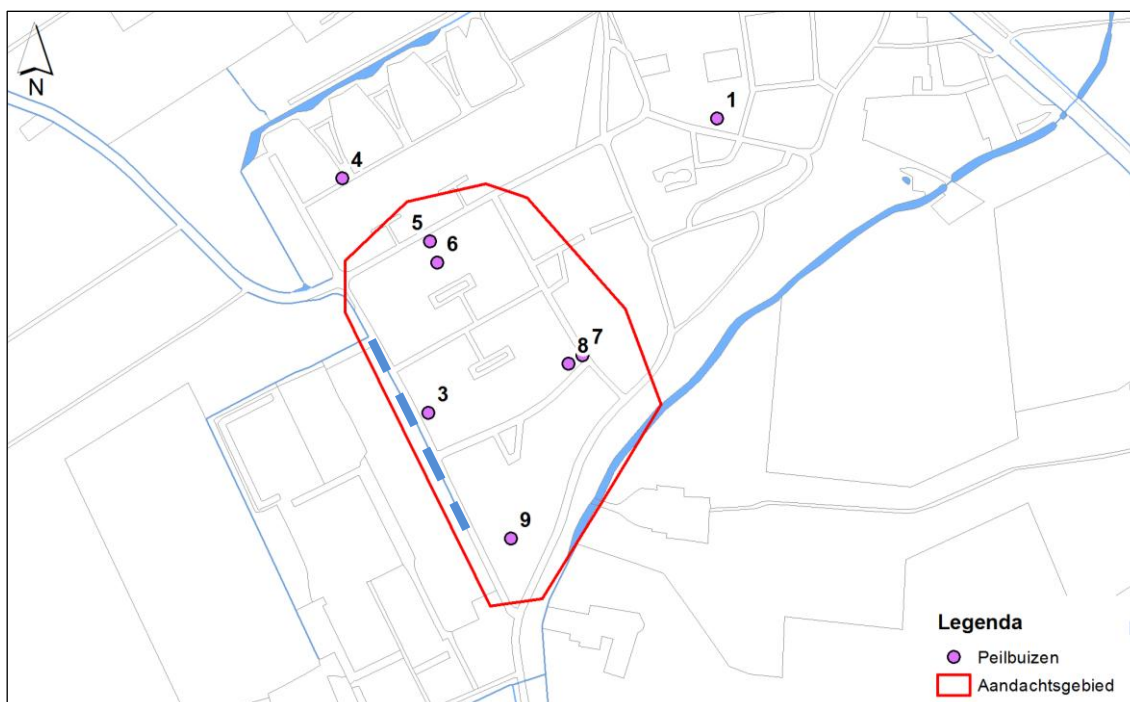
## 1.5      Leeswijzer

In deze rapportage zijn de resultaten van het project gebundeld. In hoofdstuk 2 zijn de basisgegevens opgenomen, dat betreffen zowel de literatuurgegevens als de resultaten van het uitgevoerde veldwerk (boringen, peilbuizen en monitoringsgegevens van de grondwaterstand). Hoofdstuk 3 gaat in op het monitoringsplan en de verzamelde gegevens. Hoofdstuk 4 beschrijft de interpretatie van de verzamelde gegevens, waarbij specifiek aandacht aan de effecten van de aanleg van de waterloop wordt gegeven. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2 Basisgegevens

### 2.1 Door bewoners ervaren grondwateroverlast

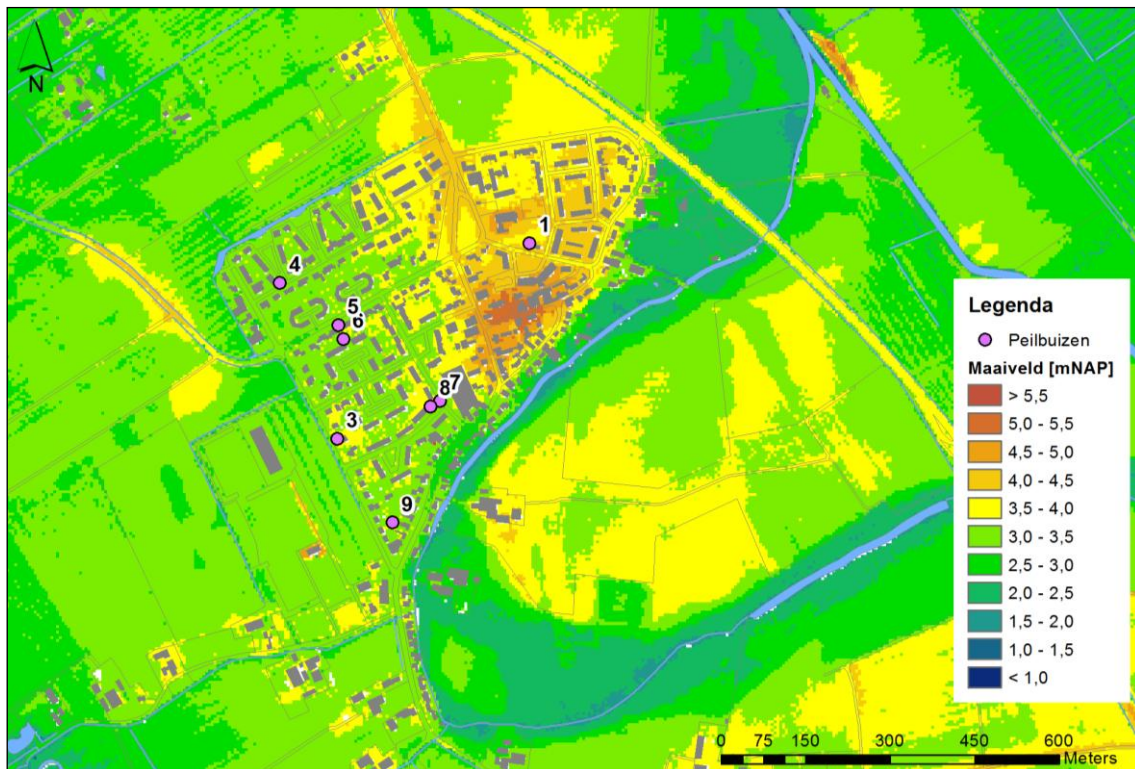
In Figuur 2-1 is het gebied weergegeven, waarbinnen door meerdere inwoners grondwateroverlast wordt ervaren. Dit beeld is tot stand gekomen na een inventarisatie op een bewonersavond (georganiseerd door Dorpsraad, gemeente Bunnik en HDSR) en een vervolgoverleg met de voorzitter van de dorpsraad en enkele inwoners van Bunnik.



Figuur 2-1 Ervaren grondwateroverlast door bewoners (bron: gemeente Bunnik)

### 2.2 Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte is sterk beïnvloed door de vroegere loop van rivieren. In de onderstaande figuur is duidelijk de meander aan de zuidkant van Werkhoven te zien. Ter plaatse van de meander is een duidelijk verlaagd maaiveld te zien (NAP +2,0 tot +2,5 m). Het oostelijk deel van het bebouwd deel van Werkhoven ligt hoger (NAP +3,9 tot 5,0 m) dan het westelijk deel (NAP 3,0 tot 3,6 m).



Figuur 2-2 Maaiveldhoogte op basis van gegevens van de AHN

## 2.3 Bodemopbouw

### *Ondiepe bodemopbouw*

De beschrijving van de ondiepe bodemopbouw is gebaseerd op verschillende gegevensbronnen:

- boorprofielen, afkomstig uit zowel de DINO-database als uit gemeentelijke boorgegevens. De profielen van de boringen, die voor dit project zijn uitgevoerd, zijn opgenomen in bijlage 1;
- bestaande kaart met de dikte van de deklaag (Deltares, 2004).

De kaart geeft een globaal beeld van de variatie in de dikte van de deklaag<sup>1</sup>. Voor een lokaal beeld geven de boorprofielen gedetailleerde informatie van de dikte van de deklaag. De boorprofielen zijn gebruikt als lokale verfijning en voor toetsing van deze kaart.

<sup>1</sup> In de kaart met de dikte van de deklaag zijn de maaiveldverlagingen ter plaatse van de meanders niet te herkennen. Hiervoor was de boordichtheid niet voldoende.





Figuur 2-3 Dikte van de deklaag (bron: Deltares, 2004)

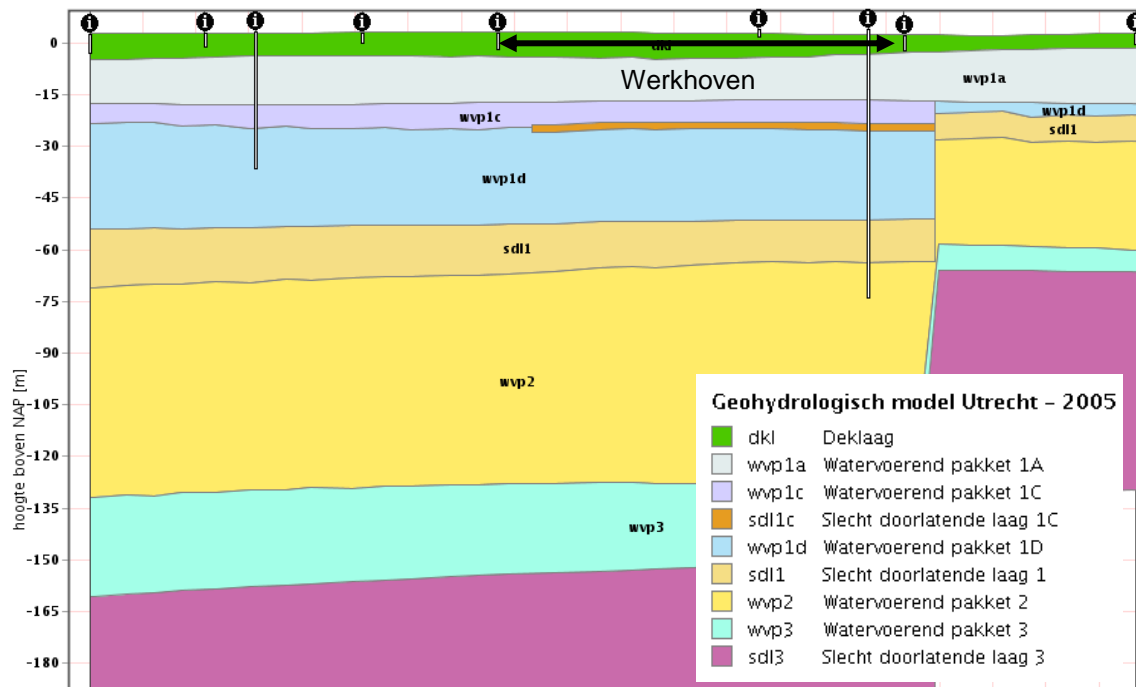
Uit de gegevens volgt dat, ter plaatse van de aan te passen waterloop, de dikte van de deklaag erg onzeker is (Figuur 2-3). Waarschijnlijk is de deklaag (klei en of veen) aanwezig; de dikte is echter niet vastgesteld.

#### Diepe bodemopbouw

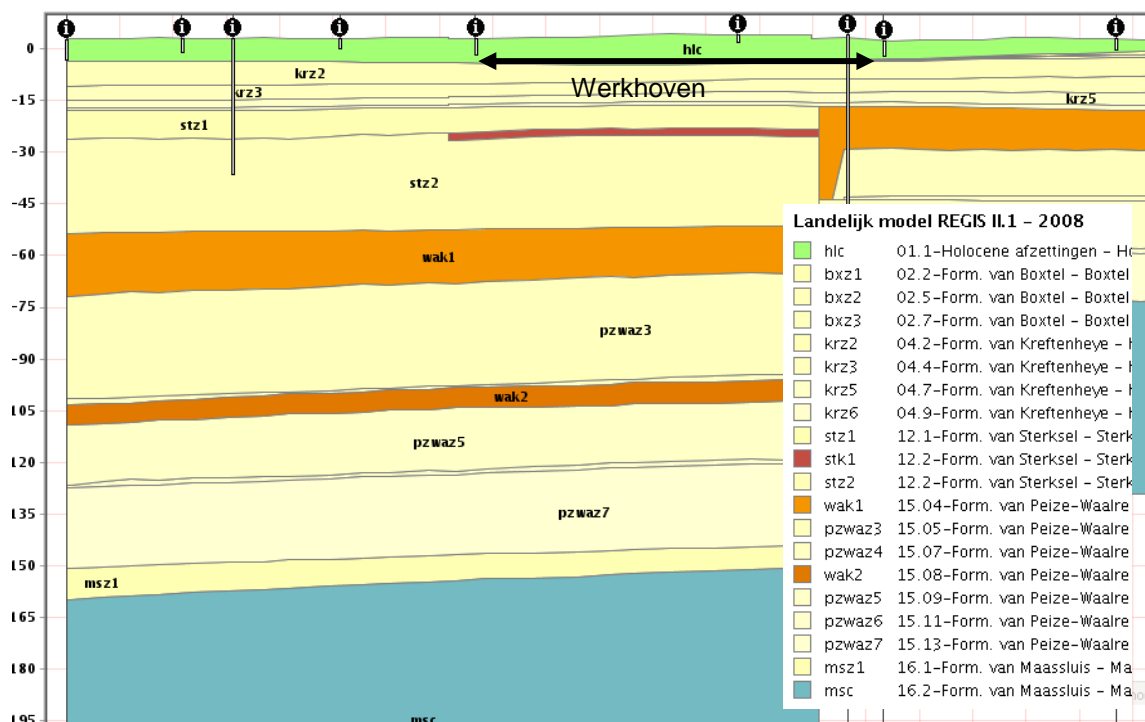
Op basis van de REGIS-gegevens is een beschrijving van de diepere bodemopbouw gegeven. Hieruit blijkt dat onder de deklaag een dik watervoerend pakket aanwezig is. Het watervoerend pakket heeft een dikte van circa 50 m en bestaat uit goed doorlatende zanden met lokaal grindlagen.



Figuur 2-4 Ligging dwarsprofiel



Figuur 2-5 Dwarsdoorsnede Geohydrologisch model Utrecht



Figuur 2-6 Dwarsdoorsnede REGIS II.1

## 2.4 Geohydrologische schematisatie

Op basis van de bodemopbouw is deze ingedeeld in een aantal goed doorlatende lagen, de watervoerende pakketten en een aantal slechtdoorlatende lagen, de scheidende lagen. In een watervoerend pakket is de grondwaterstroming overwegend horizontaal en in een scheidende laag overwegend verticaal.

De bodem is als volgt geohydrologisch geschematiseerd:

- de deklaag  
De deklaag bestaat uit klei met lokaal onder de klei veenlagen. De dikte van deze afzettingen varieert in de omgeving sterk: van 0 m tot bijna 5 m dik;
- het eerste watervoerend pakket  
Het watervoerend pakket bestaat uit goed doorlatende afzettingen, veelal zand en lokaal komt veel grind voor. De dikte van dit pakket bedraagt circa 50 m.

## 2.5 Neerslag en verdamping

Van groot belang voor de stroming van het grond- en oppervlaktewater is de voeding door de neerslag. Hierbij zijn seizoensfluctuaties in de voeding te onderscheiden. Gedurende de winter is de verdamping beperkt en is het neerslagoverschot zo goed als gelijk aan de neerslag zelf. Gedurende de zomer neemt de verdamping sterk toe: zelfs in zo'n mate dat er sprake is van een negatief neerslagoverschot, oftewel verdampingsoverschot. Deze wisselingen in neerslagoverschot hebben natuurlijk direct gevolgen voor de grondwaterstanden en de stroming van het grondwater.

Ter indicatie zijn in Tabel 2.1 de neerslag- en verdampingsgegevens voor verschillende perioden gegeven. Hierbij is de verdamping vastgesteld op 80% van de referentiegewasverdamping (Makkink).

**Tabel 2.1 Neerslag en verdamping voor een gemiddeld jaar (de Bilt)**

	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Neerslagoverschot (mm)
jaar	803	436	367
zomer	399	357	42
winter	404	79	325

Uit de tabel volgt dat het neerslagoverschot in de winter gemiddeld 325 mm bedraagt (circa 1,8 mm/d) en in de zomer gemiddeld 42 mm (0,2 mm/d).

## 2.6 Oppervlaktewaterhuishouding en drainage

Hoogheemraadschap De Stichtste Rijnlanden heeft informatie aangeleverd over de oppervlaktewaterpeilen. Hiervoor wordt verwezen naar bijlage 4.

In Werkhoven is drainage aanwezig in de wijk ten noorden van de Nieuwendaal. In dit gebied zijn geen klachten bekend met betrekking tot te hoge grondwaterstanden. Tevens is door bewoners mondeling meegedeeld dat veel huizen langs de Achterdijk drainage hebben (ook in de kruipruimte).

## 2.7 Riolering

De ouderdom van de riolering varieert van globaal 10 tot 40 jaar. Er zijn geen indicaties dat de riolering lekt dan wel teveel water afvoert (bron: gemeente). Dit betekent dat de riolering geen substantiële drainerende werking op de omgeving zal hebben.

De riolering ligt in alle straten, de diepte varieert van globaal 1,50 tot 2,50 m onder maaiveld (bob). De riolering steekt niet door de deklaag heen en maakt daardoor geen direct contact met het dieper gelegen watervoerend pakket. Geconcludeerd wordt dat het wegcunet geen substantiële drainerende werking op de omgeving zal hebben.

## 2.8 Onttrekkingen

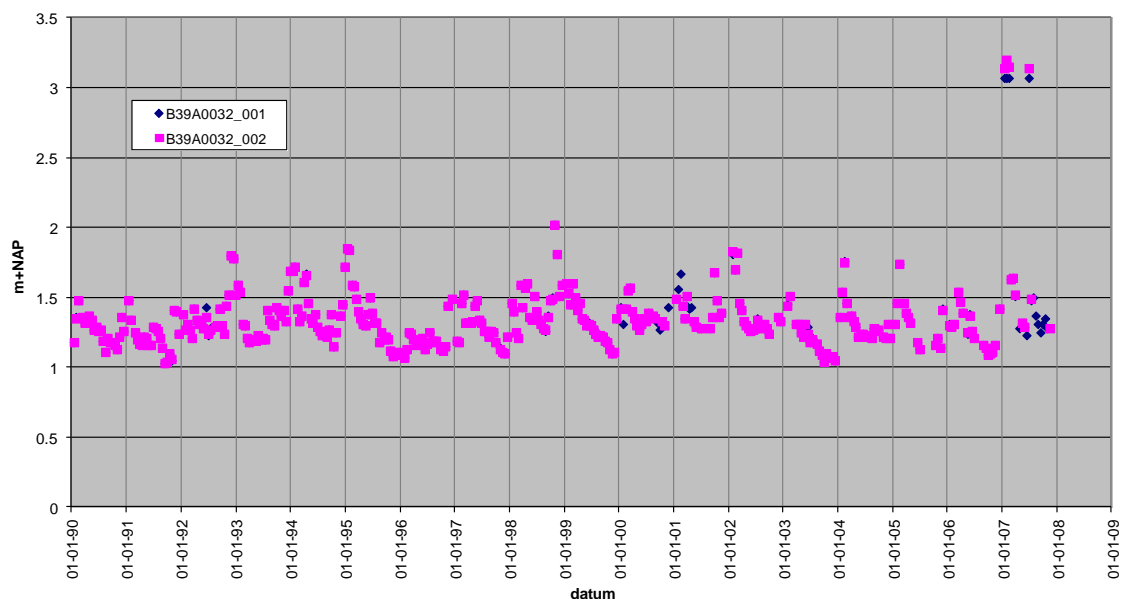
Bij HDSR is een lijst opgevraagd met de recente grondwateronttrekkingen, nabij het aandachtsgebied in de periode van januari 2011 t/m juli 2013. De dichtstbijzijnde onttrekking in deze periode ligt op circa 800 meter van het aandachtsgebied en wordt omschreven als 'bronbemaling Vlastuin'. Het debiet van de onttrekking is 2,5 m<sup>3</sup>/u. De overige onttrekkingen bevinden zich verder van het aandachtsgebied en worden in deze studie verder niet beschouwd. Gezien het debiet en de afstand zal het effect op de grondwaterstanden te Werkhoven verwaarloosbaar zijn. Wel zijn er oppervlaktewateronttrekkingen, die uiteraard niet van invloed zijn op de grondwaterstanden.

## 2.9 Peilbuizen Dinoloket

In Werkhoven staat één peilbuis uit de DINO-database met twee filters, die beiden in het eerste watervoerend pakket staan: B39A0032 ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)). Deze peilbuis staat in de tuin van boerderij “Klein Sonsbeek”, gelegen aan de Herenstraat. De gemeten stijghoogten zijn weergegeven vanaf 1990 (Figuur 2-7). De grondwaterstanden fluctueren over het algemeen tussen NAP +1,0 en +1,5 m met uitschieters tot circa NAP +2,0 m in de winterperioden. De stijghoogten in beiden filters komen met elkaar overeen. Aan het einde van de meetperiode zijn opeens verschillende verhoogde standen tot NAP +3,0 m te zien. Dit zijn foutieve metingen.

**Tabel 2.2 Karakteristieken peilbuizen in en rond Werkhoven ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl))**

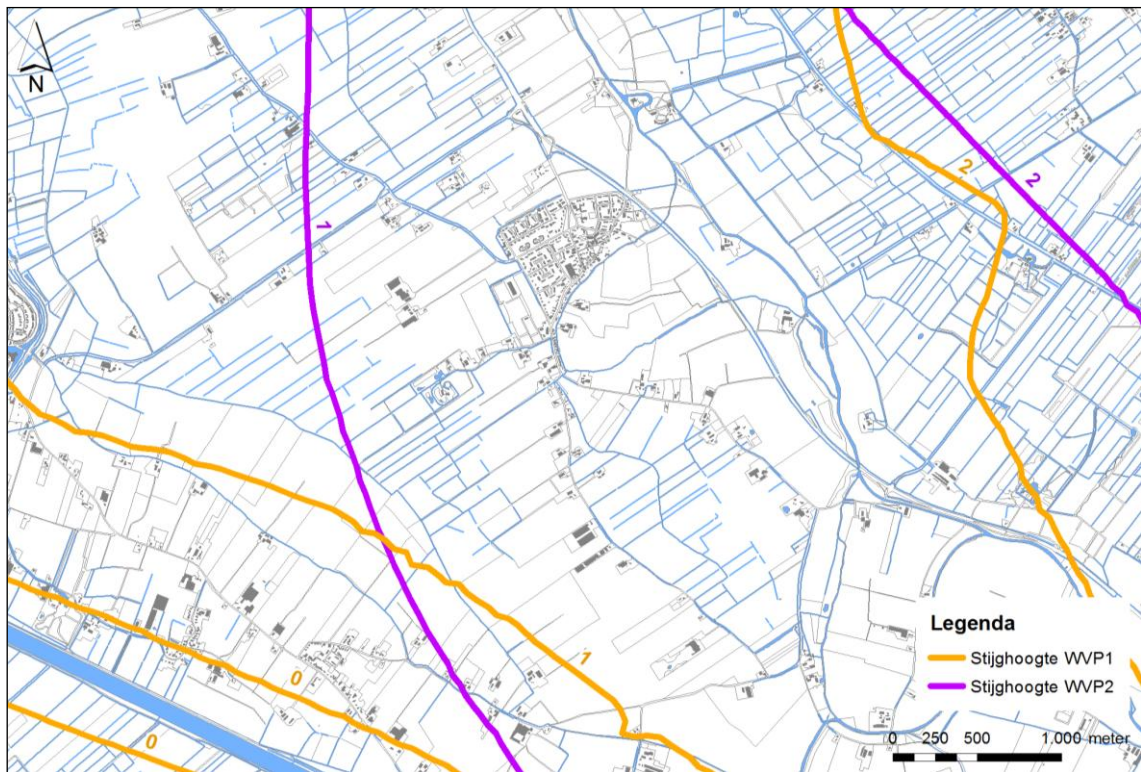
Locatie	Filter	x-coördinaat	y-coördinaat	Afstand tot Werkhoven (m)	Maaiveld (m+NAP)	Bovenkant filter (m+NAP)	Onderkant filter (m+NAP)
B32C0015	1	143140	450230	2390	2,96	-4,50	-49,49
B32C0652	1	143390	450280	2240	2,69	2,46	1,46
B32C0652	2	143390	450280	2240	2,69	0,26	-0,74
B39A0028	1	143086	448370	1790	3,17	-4,37	-5,32
B39A0030	1	146660	449450	1420	2,46	-7,22	-8,20
B39A0032	1	145174	448692	0	4,22	-10,56	-11,50
B39A0032	2	145174	448692	0	4,22	-22,12	-23,06
B39A0216	1	146308	447095	1410	3,58	-2,76	-4,76
B39A0216	2	146308	447095	1410	3,58	-57,76	-59,76
B39A0216	3	146308	447095	1410	3,58	-70,26	-72,26
B39A0350	1	144750	449310	640	3,06	0,56	0,06
B39A0356	1	143180	448130	1720	3,38	0,80	0,30



*Figuur 2-7 Stijghoogten in het watervoerend pakket*

## 2.10 Regionale grondwaterstroming

De regionale grondwaterstroming is zuidwestelijk gericht (zie Figuur 2-8). Dat is in de richting van het Amsterdam-Rijnkanaal, die sterk drainerend werkt en haar invloed tot ver in de omgeving laat gelden. Lokaal kan de stromingsrichting daar van afwijken.



Figuur 2-8 Isohypsens van de stijghoogten in het 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> watervoerende pakket.

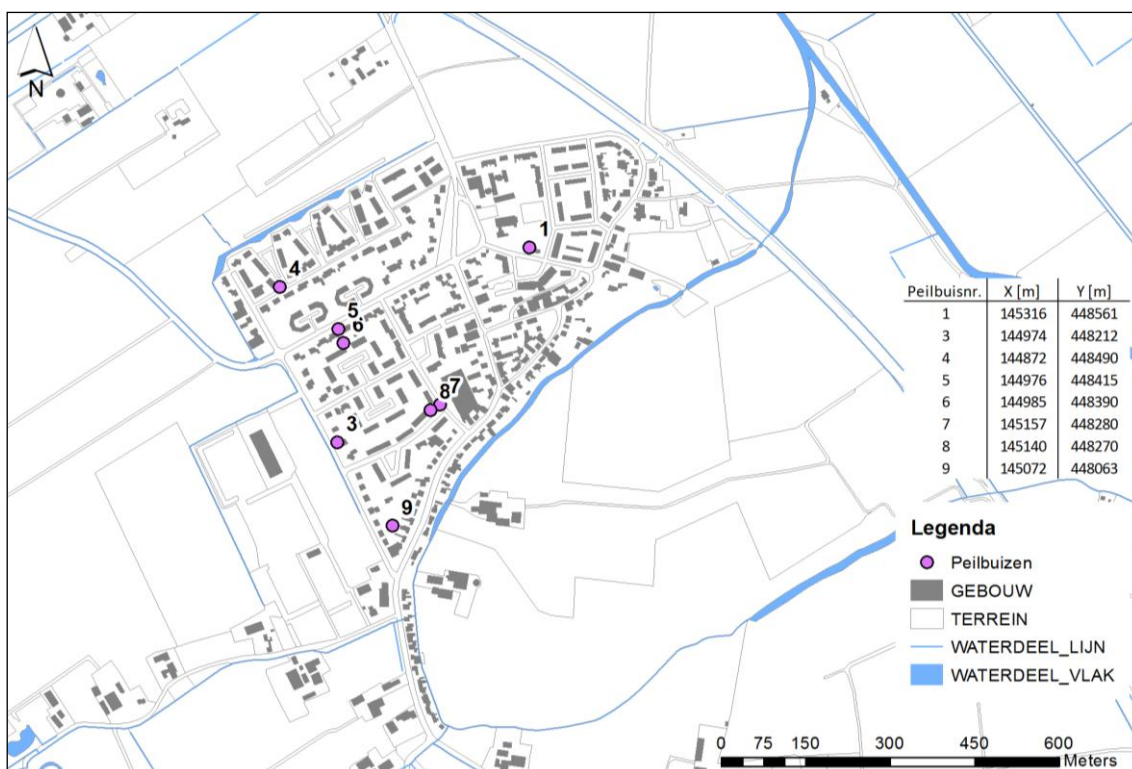


### 3 Monitoringsplan

#### 3.1 Ontwerp grondwatermeetnet

Door het Hoogheemraadschap en de gemeente is in overleg met de dorpsraad een voorstel gedaan voor de locaties van een aantal peilbuizen. Er is besloten om negen peilbuizen op te nemen in het monitoringplan (zie Figuur 3-1).

Uitgangspunt voor de monitoring is dat om, in de wijk waar grondwateroverlast optreedt, zowel een meting uit te voeren in het wegcunet als in de kleigrond nabij de woning. De meting in de kleigrond geeft inzicht in de mate waarin water in kruipruimtes wordt veroorzaakt door grondwater. Door de beide metingen te combineren ontstaat inzicht in de oorzaak van de overlast. Immers: is de grondwaterstand in het wegcunet veel lager dan de woningen, dan kampen de woningen met een lokaal probleem als gevolg van de wijze van bouwrijp maken. Maar is de grondwaterstand in het wegcunet ook hoog, dan is er sprake van te hoge grondwaterstanden in de hele wijk. In het eerste geval is de bewoner zelf primair verantwoordelijk voor maatregelen, maar anders kan de gemeente een afweging maken of het doelmatig is om maatregelen te nemen in publiek terrein.



Figuur 3-1 Grondwatermeetnet met de locaties van de 8 peilbuizen.



Omschrijving van de peilbuislocaties

1. Deze peilbuis is geplaatst in overleg met bewoners als referentiemeting in het deel van Werkhoven waar geen grondwateroverlast is.
2. Vervallen in verband met knik in het filter van de bestaande peilbuis (B39A0032).
3. In wegcunet geplaatst op gelijke afstand van de watergang als de eerste huizenrij.
4. Peilbuis in laaggelegen wijk met drainage.
5. Geplaatst naast de weg in wegcunet.
6. Geplaatst met het filter in de kleigrond nabij een woning.
7. Geplaatst naast de weg in wegcunet.
8. Geplaatst met het filter in de kleigrond nabij een woning.
9. Bestaand filter in het eerste watervoerende pakket.

**3.2 Resultaten meetnet**

*Handmetingen*

In Tabel 3.1 zijn de gegevens van de peilfilters weergegeven, waaronder de maaiveldhoogte en de filterstelling. De met de hand gemeten grondwaterstanden zijn opgenomen in Tabel 3.2.

**Tabel 3.1 Karakteristieken geplaatste peilbuizen**

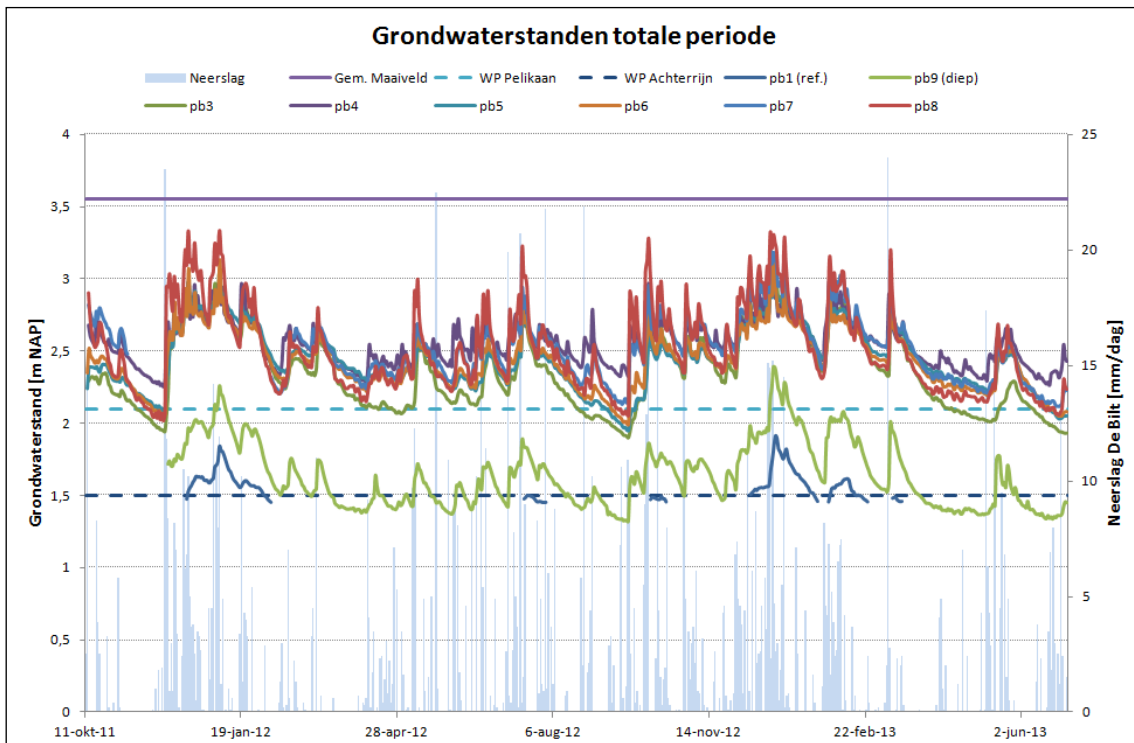
Peilbuis	X	Y	Maaiveld (m+NAP)	Bovenkant (m+NAP)	Filterstelling (m-mv)	Laag
1	145316	448561	4,20	4,65	2,10-3,10	Freatisch
3	144974	448212	3,57	3,97	1,25-2,25	Freatisch
4	144872	448490	3,10	3,57	0,50-2,00	Freatisch
5	144976	448415	3,28	3,78	1,25-2,25	Freatisch
6	144985	448390	3,32	3,82	1,25-2,25	Freatisch
7	145157	448280	3,21	3,18	0,50-2,50	Freatisch
8	145140	448270	3,48	3,98	1,25-2,25	Freatisch
9	145072	448063	onbekend	4,13	3,00-4,00	Watervoe- rend pakket

**Tabel 3.2 Handmetingen grondwaterstanden geplaatste peilbuizen**

Peilbuis	Maaiveld (m+NAP)	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand stand (m+NAP)				
			12-10-11	08-11-11	06-02-12	10-09-12	02-07-13
1	4,20	2,10-3,10	1,41	droog	droog	3,09	1,29
3	3,57	1,25-2,25	2,15	2,14	2,44	2,18	1,94
4	3,10	0,50-2,00	2,80	2,50	2,47	2,43	2,45
5	3,28	1,25-2,25	2,21	2,26	2,48	2,09	2,09
6	3,32	1,25-2,25	2,32	2,28	2,43	2,13	2,08
7	3,21	0,50-2,50	2,26	2,34	2,31	2,28	2,24
8	3,48	1,25-2,25	2,38	2,31	2,36	2,22	2,21
9	onbekend	3,00-4,00			1,60	1,38	1,42

*Meetperiode*

De meetperiode die gebruikt is voor de analyse loopt van 11 oktober 2011 tot en met 2 juli 2013. In bijlage 2 is per peilbuis een figuur opgenomen met de grondwaterstand inclusief het maaiveld.



Figuur 3-2 Grafiek met de grondwaterstanden van de peilbuizen, de neerslag van het KNMI-meetstation De Bilt en indicatief het gemiddelde maaveld in het aandachtsgebied en de gemiddelde waterpeilen bij de meetpunten de Pelikaan en de Achterrijn voor de meetperiode.



Figuur 3-3 Locaties oppervlaktewatermetingen de Pelikaan en Achterrijn

Door het regelmatig droogvallen van de diver in peilbuis 1 en een beschadiging aan de peilbuis, zijn er voor een groot deel van de tijd geen bruikbare metingen. In de droge periodes is de grondwaterstand in peilbuis 4 het hoogst, ten opzichte van de overige peilbuizen. In peilbuis 3 worden de laagste grondwaterstanden gemeten (van peilbuis 3-8) in de droge periodes. In deze periode kan de grondwaterstand onder het oppervlaktewaterpeil dalen. De overige peilbuizen zitten qua grondwaterstanden gedurende de gehele periode daarboven. Peilbuis 8 reageert het sterkst op neerslag: het heeft de grootste dynamiek (verschil tussen GHG en GLG<sup>1</sup>).

<sup>1</sup> GHG: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en GLG: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. Dit zijn de grondwaterstanden die gemiddeld circa 6 weken per jaar worden overschreden dan wel onderschreden.

**Tabel 3.3 Gemiddeld Hoogste en Laagste grondwaterstanden in de peilbuizen<sup>1</sup>**

Peilbuis	Filterdiepte (cm-mv)	GHG (mNAP)	GG (mNAP)	GLG (mNAP)	Ontwatering t.o.v. GHG (m)
1	210-310	1,80	Nb <sup>1</sup>	Nb	2,46
3	125-225	2,76	2,33	2,04	0,81
4	50-200	2,77	2,55	2,36	0,33
5	125-225	2,76	2,42	2,16	0,52
6	125-225	2,71	2,43	2,19	0,61
7	50-250	2,80	2,52	2,25	0,41
8	125-225	2,96	2,46	2,18	0,52

<sup>1)</sup> Niet bekend

Door droogval is voor peilbuis 1 alleen een GHG bepaald. De peilfilters 3 tot en met 7 hebben een vergelijkbare GHG, namelijk rond NAP +2,75 m. De GHG in peilfilter 8 is circa 20 cm hoger dan in de peilbuizen 3 t/m 7.

### GHG

Met behulp van ArcGIS zijn de waarden voor de GHG uit Tabel 3.3 en de oppervlaktewaterpeilen (Pelikaan en Achterrijn) geïnterpoleerd voor het aandachtsgebied.



*Figuur 3-4 GHG in m+NAP (deze is afgeleid van de gemeten grondwaterstanden en het omliggende oppervlaktewaterpeil)*

De figuur toont dat de hoogste GHG t.o.v. NAP gemeten wordt rond de peilbuizen 7 en 8. De GHG van de peilbuizen 3 – 6 ligt circa 10 tot 20 cm lager.

<sup>1</sup> De GHG en GLG zijn bepaald door middel van respectievelijk 90- en 10-percentiel te nemen per reeks grondwaterstanden, voor de peilbuizen 3 en 5 t/m 8.

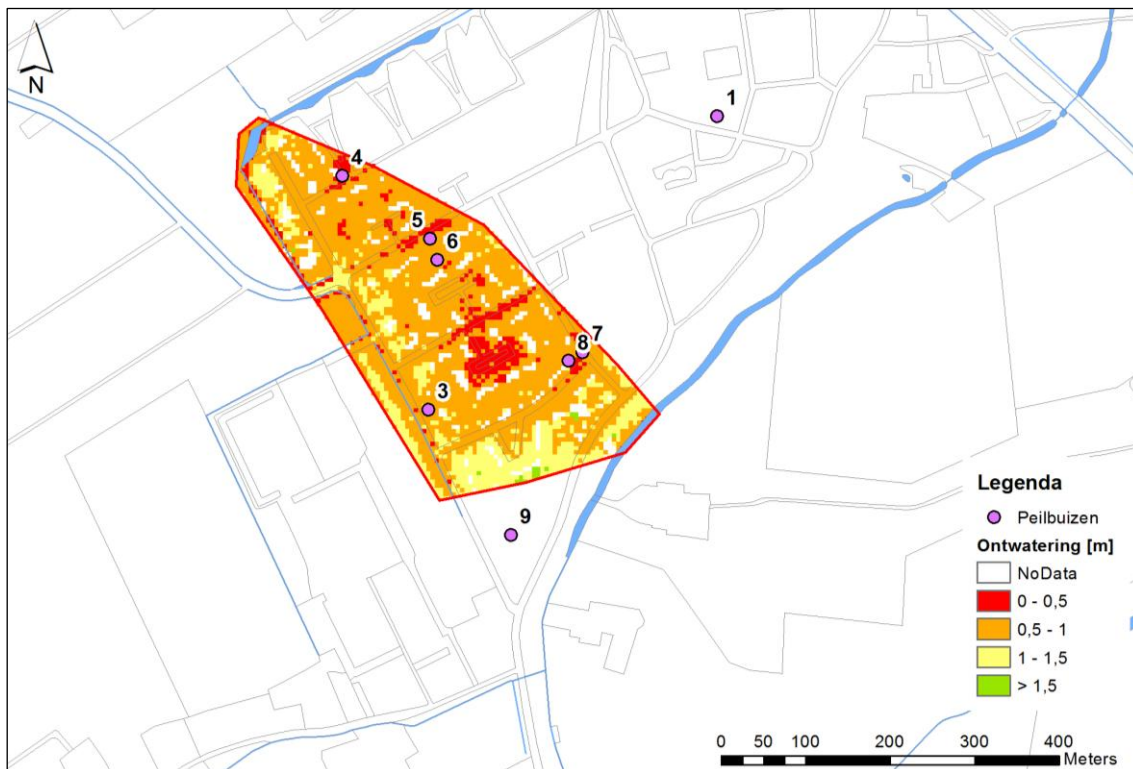
### Ontwatering

Ontwateringnormen hangen in beginsel af van de functie van het gebied. Er zijn echter in Nederland geen vaste normen. Enige gebruikelijke normen zijn weergegeven in Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 In de praktijk aangehouden ontwateringdiepten**

Bestemming	Ontwatering (m beneden maaiveld)
bouwerreinen	1,00
woonwijken	0,70-1,00
kabels en leidingen	0,60-1,00
primaire wijkwegen	1,00
secundaire wijkwegen	0,50
industrie- en centrumgebieden	0,70-1,00
groenvoorzieningen	0,50

Met behulp van ArcGIS is de ontwateringdiepte bepaald aan de hand van de GHG (zie Figuur 3-4) en de AHN (maaiveld). De berekening van de ontwateringdiepte is als volgt; AHN minus GHG.



Figuur 3-5 De ontwateringdiepte t.o.v. maaiveld (maaiveld-GHG)

Voorals het gebied tussen peilbuizen 3, 6 en 8 heeft grondwaterstanden dicht aan maaiveld. Daarnaast zijn ook de wegen zichtbaar als gebieden waar de ontwateringsdiepte beperkt is.

De ontwatering op 23 december 2012 gebaseerd op de metingen in de peilbuis ten opzichte van het ingemeten maaiveld (zie Tabel 3.5).

**Tabel 3.5 ontwateringdiepte ter plaatse van de peilbuizen op 23 december 2012.**

Peilbuis	Maaiveld [m NAP]	Grondwaterstand [m NAP]	ontwateringdiepte [m]
1	4,20	1,68	2,52
3	3,57	3,08	0,49
4	3,10	3,01	0,09
5	3,28	3,07	0,21
6	3,32	3,19	0,13
7	3,21	3,21	0,00
8	3,48	3,32	0,16

Volgens bovenstaande tabel is de ontwatering rond bijna alle peilbuizen zeer beperkt (<0,5 m). Op sommige locaties zijn er waarschijnlijk plassen water zichtbaar geweest aan maaiveld.



## 4 Analyse

### 4.1 Effect aanleg van de te veranderen watergang

#### 4.1.1 Karakteristieken te veranderen watergang

In Figuur 4-1 is met een dikke blauwe lijn de locatie aangegeven waar de te veranderen watergang voorzien is.

De breedte op waterlijn bedraagt ca. 4,25 m en de bodemhoogte ca. NAP +1,20 m. Aangezien de watergang tevens dient als compensatie van de toename aan verhard oppervlak binnen het aangrenzende nieuwbouwplan (Landje van Kemp) kan dit nog consequenties hebben voor de uiteindelijke breedte.

De sloot is gelegen in een gebied waarvoor in het peilbesluit een zomerpeil van NAP +2,30 m en een winterpeil van +2,10 m is vastgesteld (peilvak PG0074). In de praktijk wordt een peil van NAP +2,20 m/ NAP +2,10 m gehanteerd.

Mochten freatische grondwaterstanden in Werkhoven significant negatief beïnvloed worden, dan kan overwogen worden een tussenpeil in te stellen. Het gaat dan om een peil tussen het praktijkpeil van NAP +2,20/2,10 m bovenstrooms in peilvak PG0074 en NAP +1,60/1,50 m benedenstrooms richting Achterrijn (peilvak KRA035), bijvoorbeeld NAP +2,05 m.



Figuur 4-1 Voorgenomen ingreep (bron: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)



#### 4.1.2 *Indicatie effect van de te veranderen watergang op de grondwaterstanden*

Twee effecten dienen onderscheiden te worden: ten eerste het directe effect van een watergang op de freatische grondwaterstanden in de directe omgeving en ten tweede het effect op de stijghoogten in het watervoerend pakket en van daaruit beïnvloeding van de freatische grondwaterstanden in een grotere omgeving.

##### *Direct effect op freatische grondwaterstanden*

Een waterpeil van circa NAP +2,20 m à NAP +2,10 m in de te veranderen watergang ligt lager dan de freatische grondwaterstanden tijdens de natte perioden (peilbuis 3). Dit is duidelijk te zien aan Figuur 3-2. In dat geval zal de watergang een verlagend effect op de grondwaterstanden hebben. Natuurlijk is het de vraag hoever de verlagende werking van de te veranderen waterloop zich zal uitstrekken. Het invloedsgebied van de verlagende werking zal via de deklaag beperkt zijn (ordegrootte 5 tot 15 m op basis van expertkennis en drainageberekeningen). De boringen tonen aan dat tot een diepte van circa 5 m –mv klei in de bodem wordt aangetroffen. Klei heeft een lage doorlatendheid (vaak < 0,01 m/d). De dikte en de lage doorlatendheid van de klei maken dat het effect van buisdrainage de genoemde beperkte invloedsafstand heeft.

##### *Effect op de stijghoogten in het watervoerend pakket*

Het peil in de te veranderen watergang is hoger dan de stijghoogte in het watervoerend pakket, waardoor oppervlaktewater naar het watervoerend pakket zal wegzijgen. De wegzijging uit de sloot naar het watervoerend pakket wordt daarbij sterk bepaald door de aanwezigheid van klei onder de slootbodem. Op basis van de huidige gegevens over de bodemopbouw wordt geconcludeerd dat het niet waarschijnlijk is dat de watergang insnijdt in het watervoerend pakket. Verwacht wordt dat daardoor de verhoging van de stijghoogte in dat pakket marginaal zal zijn. Daarmee zal de te veranderen watergang een beperkt effect hebben op de freatische grondwaterstanden in de omgeving.

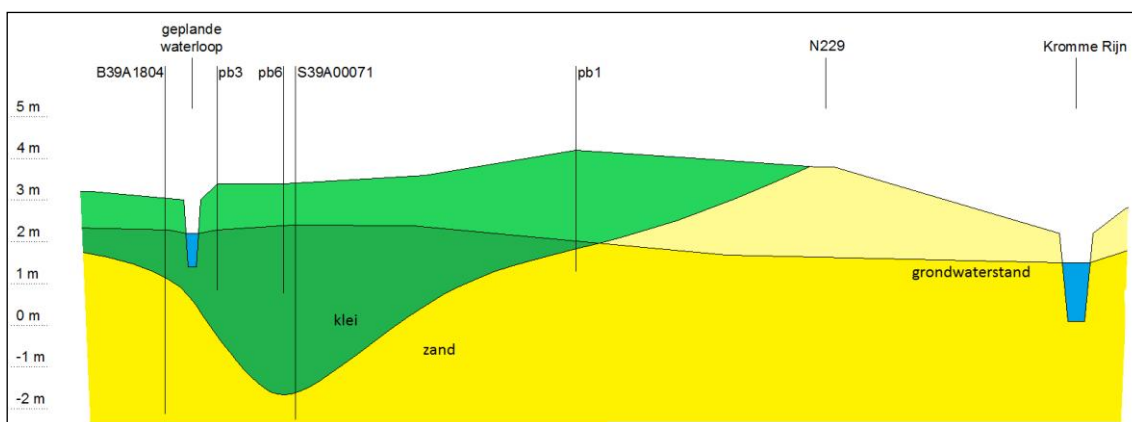
## 4.2 **Huidige grondwateroverlast**

### *Grondwateroverlast*

In Figuur 3-5 is de ontwateringdiepte voor het interessegebied weergegeven. Hieruit blijkt dat deze vaak niet voldoet aan de in de praktijk aangehouden ontwateringdiepte voor de landgebruikfuncties bebouwing en wegen.

### *Bodemopbouw en dikte deklaag*

In het algemeen kan gesteld worden dat gebieden waar de bodem aan maaiveld uit zand bestaat, beter het grondwater kunnen afvoeren dan waar klei aan maaiveld ligt. Dit komt door de hogere doorlatendheid van zand ten opzichte van klei. Aangezien de deklaag in het aandachtsgebied bestaat uit klei, kunnen er problemen ontstaan om het grondwater snel weg te krijgen.



Figuur 4-2 Dwarsdoorsnede van de bodem onder Werkhoven inclusief de gemiddelde grondwaterstand. De hoogte is in meters ten opzichte van NAP. Er is bebouwing aanwezig van de geplande waterloop tot aan de provinciale weg de N229.

### *Drainage*

Een oplossing die door veel gemeenten of particulieren toegepast wordt, is drainage. De drainage voert het overtollige grondwater af naar het omliggende oppervlaktewater. Echter, alleen in de wijk bij Nieuwendaal is drainage aanwezig. Over het functioneren hiervan bestaan twijfels. De riolering in het gebied is volgens de gemeente in goede staat. Er is geen lekkage en ook de riolering zal dus niet drainerend werken. Uit de grondwaterstanden van peilbuis 7 en 8 lijkt de peilbuis in het wegcunet net iets lagere grondwaterstanden te hebben dan die bij de huizen. De verschillen zijn echter beperkt en bovendien zijn in beide peilbuizen de grondwaterstanden erg dicht aan maaiveld. Hieruit wordt geconcludeerd dat het wegcunet niet drainerend werkt.

Een belangrijke oorzaak van de hoge grondwaterstanden is gelegen in de dikke slechtdoorlatende klei. In een dwarsdoorsnede is de situatie weergegeven. Deze dwarsdoorsnede in Figuur 4-2 is opgesteld aan de hand van de bodemgegevens (boringen/sonderingen) uit de DINO-database en de voor dit project uitgevoerde boringen. De weergegeven grondwaterstanden zijn ontleend aan de gegevens uit hoofdstuk 4. Op de dwarsdoorsnede wordt zichtbaar dat in het westelijk deel van Werkhoven de deklaag dik ontwikkeld is. Het gebied waar de deklaag het dikst is, bevindt zich onder het aandachtsgebied, met name rond peilbuis 6.

### *Wegzijging grondwater en weerstand deklaag*

De wegzijging van het grondwater naar het watervoerend pakket is bepaald in de periode 6 november 2011 – 29 november 2011 aan de hand van de daling van de grondwaterstand. De daling is gecorrigeerd voor verdamping. De infiltratie is gemiddeld 1,5 mm/dag. Op basis hiervan is ook de weerstand van de deklaag ingeschat. Deze bedraagt circa 500 dagen. Dit is redelijk hoog en verklaart de hoge grondwaterstanden dicht aan maaiveld gedurende winterperiodes.

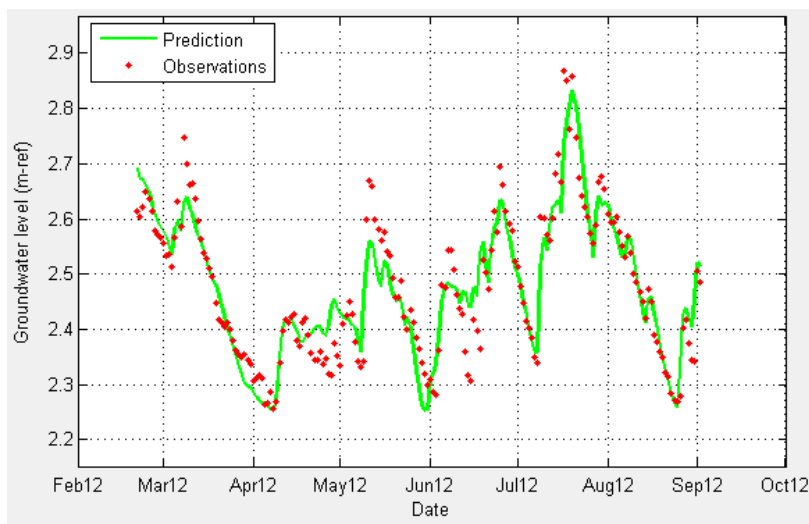
### *Relatie grondwaterstand met neerslag en verdamping*

Het oppervlaktewaterpeil in het gebied is lager dan de grondwaterstanden tijdens natte periodes. Hierdoor zal het oppervlaktewater drainerend werken. In het gebied is echter slechts in beperkte mate oppervlaktewater aanwezig. De afstand tot het oppervlaktewater is daardoor voor grote delen van het gebied met hoge grondwaterstanden groot. Tevens zijn de bovenste lagen van de bodem (tot circa 6 m) slecht doorlatend, waardoor de ontwaterende werking van het oppervlaktewater voor grote delen van Werkhoven beperkt zal zijn. Het ontwaterende effect van het oppervlaktewater op de grondwaterstanden is daardoor voor de huidige situatie beperkt.

## **4.3 Mogelijkheden tijdreeksanalyse voor het bepalen van de effecten van het herstel waterloop**

Met behulp van tijdreeksanalyse is per peilfilter de bijdrage van neerslag en verdamping bepaald. In bijlage 4 is de analyse van de meetgegevens met behulp van Menyanthes weergegeven. Menyanthes is programmatuur voor de analyse van reeksen van grondwaterstanden. Het legt een verband tussen onafhankelijke parameters, zoals neerslag en verdamping en grondwaterstanden. Het belangrijkste voordeel van deze methode is dat in de regel met een veel minder lange meetperiode kan worden volstaan om de langjarige Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG) in de referentiesituatie vast te stellen.

De tijdreeksanalyse van de grondwaterstanden toont dat de grondwaterstanden goed op basis van neerslag en verdamping worden beschreven. In de onderstaande figuur is als voorbeeld de relatie tussen meting en model weergegeven.



Figuur 4-3 Voorbeeld simulatie (groen) en metingen (rood) voor peilfilter 7)

Verwacht wordt dat met tijdreeksanalyse het effect van de ingreep met een geschat onderscheidingsvermogen van circa 5 cm kan worden bepaald.

#### 4.4 Verantwoordelijkheden oplossen grondwateroverlast

##### 4.4.1 Algemeen

In Nederland zijn de verantwoordelijkheden voor het grondwater over verschillende partijen verdeeld. Woningeigenaar, gemeente, waterschap en provincie, elke partij heeft zijn eigen rol. Een eigenaar van een gebouw moet bijvoorbeeld zelf vochtproblemen oplossen die ontstaan doordat het gebouw aan de onderkant niet waterdicht is. Een waterschap zorgt voor de juiste hoogte van het oppervlaktewater (zoals sloten en meren). En daarmee indirect voor de grondwaterstanden. De gemeente is voor particulieren het eerste aanspreekpunt als het gaat om (grond)waterproblemen. Ook heeft de gemeente als taak om wegen en openbaar groen voldoende te ontwateren.

In de Waterwet zijn de verantwoordelijkheden opgenomen van de gemeente en de perceelseigenaren bij de aanpak van watervraagstukken in bebouwd gebied.

##### Gemeente

De gemeente heeft een zorgplicht voor grondwater. Artikel 3.6 van de Waterwet bevat de gemeentelijke zorgplicht voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen om structurele nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken. Voorwaarde hierbij is dat de te treffen maatregelen doelmatig zijn en niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoren.

Wat er precies wordt verstaan onder structureel nadelige gevolgen voor de aan de grond gegeven bestemming verschilt van gemeente tot gemeente. Voor een gemeente in een polder onder zeeniveau zijn de maatstaven om in te grijpen anders dan voor een gemeente op een hoge en droge zandgrond.

De gemeente hoeft dus ook niet in haar beleid als uitgangspunt een grondwatersituatie te hanteren, waarbij kelders en kruipruimten altijd gevrijwaard blijven van wateroverlast. Het gaat alleen om het voorkomen van structurele overlast.

De gemeente is regisseur ten aanzien van grondwateraspecten en dient te voorzien in een (digitaal) grondwaterloket waar burgers hun klachten kunnen melden. De gemeente is dus aanspreekbaar, maar niet per definitie aansprakelijk voor grondwaterproblemen. De aansprakelijkheid kan ook liggen bij andere partijen (particulieren, waterschap, provincie).

### *Perceelseigenaren*

Perceelseigenaren zijn verantwoordelijk voor de staat van eigen woning of perceel. De woning dient te voldoen aan de Woningwet en de daarop gebaseerde regelgeving als het Bouwbesluit en de gemeentelijke bouwverordening. Deze bouwregelgeving verplicht niet tot het waterdicht maken van ruimtes beneden de begane grond (kelder of kruipruimte), tenzij het verblijfsruimten zijn (souterrain). De woonvloer zelf dient wel waterdicht te zijn. Eigenaren moeten, indien nodig, zelf waterhuishoudkundige en/of bouwkundige maatregelen treffen en zorgen dat de woning (lees verblijfsruimte) en tuin voldoen aan hun wensen, bijvoorbeeld door de aanleg van drainage. Daarbij geldt:

- de perceelseigenaar moet zich houden aan de algemene regels die zijn gesteld aan het lozen van grond- en drainagewater;
- grondwatertechnische maatregelen kunnen negatieve gevolgen hebben voor de omgeving. Daarom is het belangrijk dat particulieren deze maatregelen in overleg met de gemeente nemen.

### *Het waterschap*

Het waterschap zorgt voor waterveiligheid, afvalwaterverwerking en regelt de oppervlaktewaterpeilen van de watergangen, die de grondwaterstanden kunnen beïnvloeden. Daarnaast is het waterschap verantwoordelijk voor vergunningverlening voor en registratie van de meeste grondwateronttrekkingen.

### *Provincie*

De provincie is bevoegd gezag voor vergunningen voor het onttrekken van grondwater voor bodemenergiesystemen, openbare drinkwatervoorzieningen en industriële onttrekkingen van meer dan 150.000 m<sup>3</sup>/jaar.

#### *4.4.2 Uitwerking verantwoordelijkheden voor Werkhoven*

De grondwateroverlast in Werkhoven wordt op zowel openbaar als particulier terrein ervaren. De gemeente is verantwoordelijk voor het oplossen van structurele grondwateroverlast op openbaar terrein, mits dit op doelmatige wijze mogelijk is. Eventuele door de gemeente te nemen maatregelen hebben ook verlagingen van grondwaterstanden op particulier terrein tot gevolg. De mate waarin de grondwaterstanden door gemeentelijke maatregelen op particulier terrein zullen dalen is vooralsnog onbekend (het maakt geen onderdeel uit van deze studie om dat uit te zoeken), en kan in een aanvullend onderzoek bepaald worden.

## 5 Conclusie en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

#### 5.1.1 *Huidige grondwaterstanden*

Tijdens natte perioden komen in het gebied op zowel particulier als openbaar terrein structureel hoge grondwaterstanden voor. De oorzaak ligt in de kleiige opbouw van de bodem in het probleemgebied en de afwezigheid van of grote afstand tot drainagemiddelen, zoals oppervlaktewater en buisdrainage, om de grondwaterstand te kunnen beheersen.

#### 5.1.2 *Verwachte effecten op de grondwaterstanden door het aanpassen van de watergang langs de Achterdijk*

De verandering van de watergang langs de Achterdijk hebben naar verwachting minimale effecten op de grondwaterstanden in het bestaande bebouwde deel van Werkhoven.

#### 5.1.3 *Monitoren effecten van de te veranderen watergang*

Op basis van de analyse van de grondwaterstanden (m.b.v. tijdreeksanalyse) wordt verwacht dat het mogelijk is met een onderscheidingsvermogen van circa 5 cm de effecten van het herstel van de waterloop te bepalen (op basis van een meetreeks met een lengte van tenminste twee jaar). De monitoring van de grondwaterstanden dient daarom tot tenminste twee jaar na het veranderen van de watergang doorgezet te worden.

### 5.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen spitsen zich toe op de beide doelstelling van dit onderzoek, namelijk het in beeld brengen van de huidige grondwateroverlast en het monitoren van de hydrologische effecten van de te veranderen watergang ten zuiden van Werkhoven.

#### 5.2.1 *Consequenties huidige grondwateroverlast: vervolgonderzoek*

##### *Aanbeveling Grondwater1 Vervolgonderzoek te nemen maatregelen door gemeente*

De grondwateroverlast in Werkhoven wordt op zowel openbaar als particulier terrein ervaren. De gemeente is verantwoordelijk voor het oplossen van structurele grondwateroverlast op openbaar terrein, mits dit op doelmatige wijze mogelijk is (zoals beschreven in Artikel 3.6 van de Waterwet), waarbij de gemeente termen als 'structurele grondwateroverlast' en 'doelmatigheid' moet invullen. Eventuele door de gemeente te nemen maatregelen hebben ook verlagingen van grondwaterstanden op particulier terrein tot gevolg. De mate waarin de grondwaterstanden door eventueel gemeentelijke maatregelen op particulier terrein dalen, is vooralsnog onbekend (het maakt geen onderdeel uit van deze studie om dat uit te zoeken) en kan in een aanvullend onderzoek bepaald worden. Daarnaast zal onderzocht moeten worden of er extra voorzieningen voor de afvoer van particulier ontwateringwater noodzakelijk zijn of dat de particulieren dat op eigen terrein door middel van infiltratie (naar het watervoerend pakket) zelf kunnen oplossen<sup>1</sup>. Wettelijk moet de gemeente het drainagewater van particulieren ontvangen. Gemeente kan infiltratie op eigen terrein alleen stimuleren of beleid aanpassen en verordening opstellen.

---

<sup>1</sup> Het verplichten van particulieren om water op hun eigen terrein te infiltreren is juridisch wel mogelijk, maar dan moet het verankerd zijn in het beleid (vGRP) dat de gemeente geen schoon water afvoert via de riolering. Daarnaast moet de gemeente dit in een verordening hebben opgenomen, moet de particulier het redelijkerwijs op eigen terrein kunnen verwerken en een redelijke termijn krijgen om dit voor elkaar te krijgen.

Aanbevolen wordt een vervolgonderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden doelmatig maatregelen te nemen op openbaar terrein en naar de mogelijkheden drainagewater van particulieren af te voeren. Bij dit onderzoek zullen de verschillende partijen betrokken moeten worden. Dit zijn particulieren, wellicht vertegenwoordigd door de dorpsraad, en het waterschap.

Eventuele oplossingsrichtingen voor het verlagen van de grondwaterstand, die in een vervolgonderzoek beoordeeld kunnen worden op doelmatigheid, zijn:

- voor openbaar terrein:
  - buisdrainage in de wegcunetten;
  - verticale drainage naar het watervoerend pakket;
- voor particulieren (verantwoordelijkheid van de eigenaar):
  - buisdrainage rond woningen en in percelen met afvoer via gemeentelijke voorziening of door infiltratie in watervoerend pakket;
  - verticale drainage naar het watervoerend pakket.

#### *Aanbeveling Grondwater2 Infiltratieproef watergang*

Aanbevolen wordt door middel van een infiltratieproef de wegzijging uit een afgedamde sloot te bepalen. Dit geeft inzicht in de grootte van de infiltratie en het effect op de grondwaterstanden en is van belang voor het ontwerp van de te veranderen watergang langs de Achterdijk.

#### *Aanbeveling Grondwater3 Onderzoek effect oppervlaktewaterstanden op grondwaterstanden*

Een onderzoek naar het effect van oppervlaktewaterpeilen op de freatische grondwaterstanden in Werkhoven wordt aanbevolen. Hiervoor worden kunnen verschillende scenario's met oppervlaktewaterpeilen worden doorgerekend en de effecten op de grondwaterstand bepaald worden. Dit is van belang voor het maken van een onderbouwde keuze voor de oppervlaktewaterstanden in het gebied ten westen van Werkhoven.

### 5.2.2 *Monitoren van de effecten van de te veranderen watergang*

#### *Aanbeveling Monitoring1 Continueren grondwaterstandsmetingen*

De huidige reeksen geven een goed beeld van de grondwaterstanden in de directe omgeving van de te veranderen watergang. Aanbevolen wordt de metingen te continueren tot tenminste één jaar na aanleg van de te veranderen watergang. Het kan zijn dat na verloop van tijd een weerstand op de bodem van de watergang ontstaat, waardoor de invloed van de watergang op de grondwaterstanden verandert. Dit kan een reden zijn de monitoring te verlengen. Verwacht wordt dat met de monitoring effecten van 5 cm en meer goed in beeld gebracht kunnen worden door gebruik te maken van tijdreeksanalyse.

#### *Aanbeveling Monitoring2 Advies te veranderen watergang*

Door de boringen en grondwaterstandmetingen is meer inzicht verkregen in de bodemopbouw en het grondwatersysteem. Op basis van deze inzichten wordt verwacht dat de te veranderen watergang slechts beperkte effecten zal hebben op de grondwaterstanden in de omgeving, omdat naar verwachting de te veranderen watergang de deklaag niet doorsnijdt. Om dit uit te sluiten zal op de plek van de te veranderen watergang aanvullend onderzoek uitgevoerd moeten worden. Het bepalen van de onderzijde van de deklaag ter plaatse van de watergang is dan noodzakelijk.

Bij het aanvullend onderzoek wordt ook het invloedsgebied van de watergang nader bepaald. Hiermee dient vervolgens getoetst te worden of het huidige peilbuisennetwerk voldoet voor het monitoren van de effecten.



# Literatuur

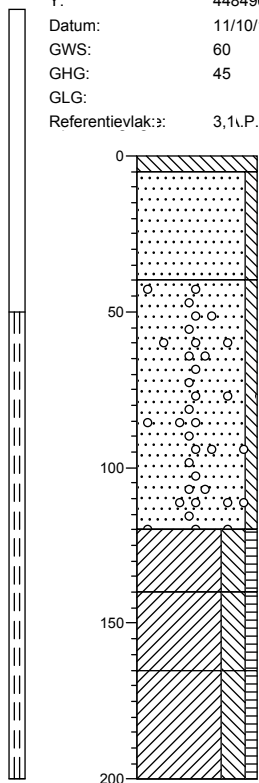
Deltares, 2004. Deklaagmodel en geohydrologische parametrisatie voor het beheersgebied van het Hoogheemraadschap "De Stichtse Rijnlanden" TNO-rapport NITG 04-090-B0609. J.L.Gunnink, J.G. Veldkamp, D.Dam, H.J.T. Weerts en W. van der Linden.

# **Bijlage 1**

## Boorprofielen

### Boring: 4

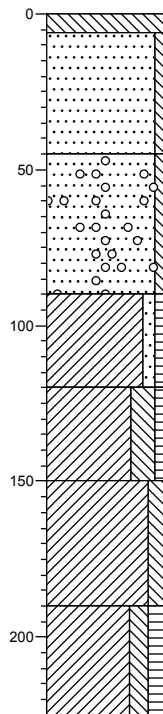
X: 144871,85  
 Y: 448490,54  
 Datum: 11/10/11  
 GWS: 60  
 GHG: 45  
 GLG:  
 Referentievlak: 3,1\,P.



- ▲ 310 klinker
- ▲ 305 Volledig beton, Edelmanboor, klinker
- ▲ Zand, zeer grof, zwak siltig, matig puinhoudend, grijsbruin, Graven, gemend met brokken puin
- 270
- ▲ Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, sporen steen, sporen puin/slakken, grijs, Graven
- ▲
- ▲ 190
- ▲ Klei, sterk siltig, zwak humeus, sterk roesthoudend, grijsroest, Graven
- ▲ 170
- ▲ Klei, sterk siltig, zwak humeus, sporen roest, licht bruingrijs, Graven
- ▲ 145
- ▲ Klei, sterk siltig, zwak humeus, sporen zand, licht grijsbruin, Graven, slap
- ▲ 110

### Boring: 7

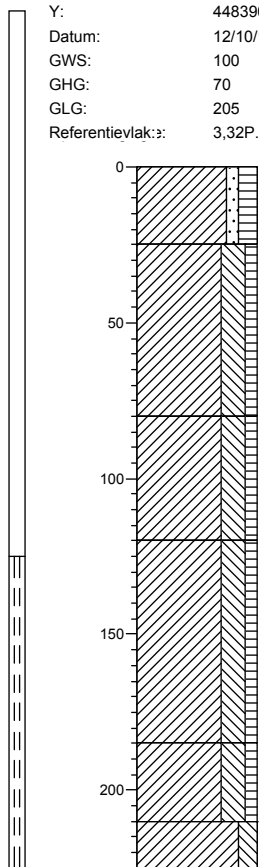
X: 145156,83  
 Y: 448280,18  
 Datum: 12/10/11  
 GWS: 100  
 GHG: 50  
 GLG:  
 Referentievlak: 3,21P.



- ▲ 321 klinker
- ▲ 315 Beton, Edelmanboor, klinker
- ▲ Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen schelpen, licht bruinwit, Edelmanboor
- ▲
- ▲ 276
- ▲ Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, brokken klei, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
- ▲
- ▲ 231
- ▲ Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
- ▲ 201
- ▲ Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
- ▲
- ▲ 171
- ▲ Klei, matig siltig, sporen roest, lichtgrijs, Edelmanboor
- ▲
- ▲ 131
- ▲ Klei, matig siltig, matig humeus, donkergrijs, Edelmanboor
- ▲
- ▲ 96

### Boring: 6

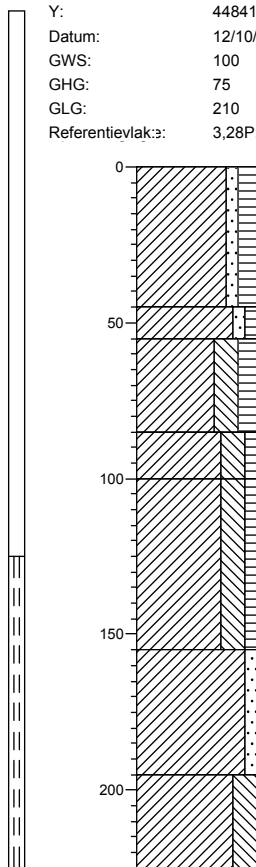
X: 144984,72  
Y: 448390,33  
Datum: 12/10/11  
GWS: 100  
GHG: 70  
GLG: 205  
Referentievlak: 3,32P.



332	groenstrook
▲	Klei, zwak zandig, matig humeus, sporen wortels, zwak zandhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
307	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak zandhoudend, sporen wortels, licht grijsbruin, Edelmanboor
252	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
212	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sporen schelpen, lichtbruin, Edelmanboor
147	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sporen hout, lichtgrijs, Edelmanboor
122	
▲	Klei, matig siltig, sporen roest, grijs, Edelmanboor
107	

### Boring: 5

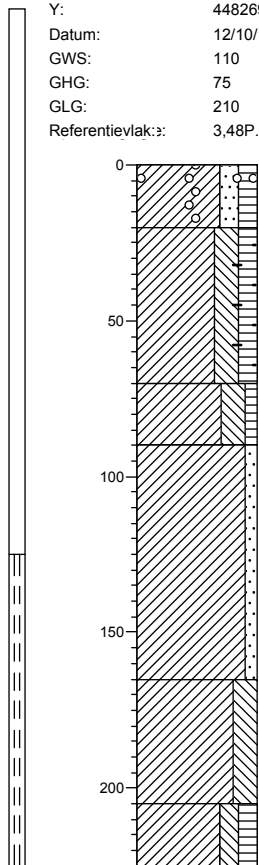
X: 144976,02  
Y: 448415,33  
Datum: 12/10/11  
GWS: 100  
GHG: 75  
GLG: 210  
Referentievlak: 3,28P.



328	groenstrook
▲	Klei, zwak zandig, matig humeus, zwak zandhoudend, sporen wortels, grijsbruin, Edelmanboor
283	
▲	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sporen zand, zwak roesthoudend, licht bruingeel, Edelmanboor
273	
▲	Klei, sterk siltig, matig humeus, sporen hout, sporen wortels, bruingrijs, Edelmanboor
243	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
228	
▲	Klei, sterk siltig, zwak humeus, sterk roesthoudend, sporen hout, bruinroest, Edelmanboor
173	
▲	Klei, zwak zandig, matig roesthoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
133	
▲	Klei, sterk siltig, sporen roest, grijs, Edelmanboor
103	

### Boring: 8

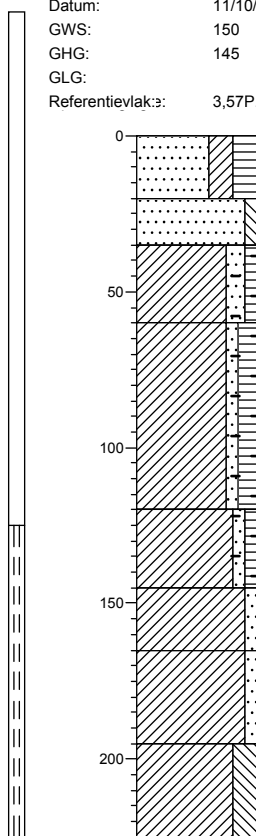
X: 145139,76  
Y: 448269,93  
Datum: 12/10/11  
GWS: 110  
GHG: 75  
GLG: 210  
Referentievlak: 3,48P.



348	gras
▲	Klei, matig zandig, matig humeus, matig zandhoudend, zwak grindhoudend, zwak wortelhoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
328	Klei, sterk siltig, matig humeus, sporen baksteen, sporen puin, sporen schelpen, bruingrijs, Edelmanboor
▲	
278	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak schelphoudend, sporen roest, lichtbruin, Edelmanboor
258	Klei, zwak zandig, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
▲	
183	Klei, sterk siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
▲	
143	Klei, matig siltig, matig humeus, donkergrijs, Edelmanboor
123	

### Boring: 3

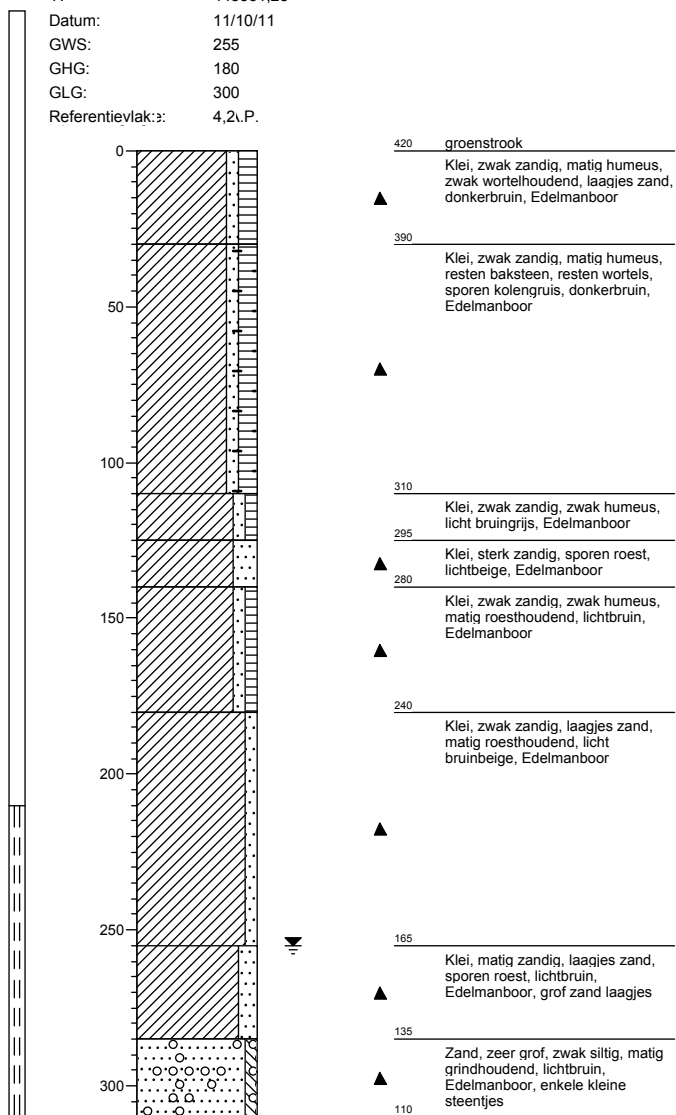
X: 144974,3  
Y: 448212,39  
Datum: 11/10/11  
GWS: 150  
GHG: 145  
GLG:  
Referentievlak: 3,57P.



357	tuin
▲	Zand, uiterst fijn, kleiig, sterk humeus, zwak kleihoudend, matig zandhoudend, matig teelaardehoudend, bruinzwart, Edelmanboor
337	Zand, zeer grof, zwak siltig, licht bruinwit, Edelmanboor, tussenlaag
322	Klei, matig zandig, zwak humeus, sporen baksteen, zwak zandhoudend, sporen roest, licht grijsbruin, Edelmanboor, geroerd
297	Klei, zwak zandig, matig humeus, sporen baksteen, laagjes zand, grijs, Edelmanboor
▲	
237	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sporen baksteen, sporen schelpen, grijs, Edelmanboor, zeer vast
212	Klei, zwak zandig, zwak roesthoudend, sporen schelpen, sporen zand, lichtgrijs, Edelmanboor
192	Klei, zwak zandig, matig roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
▲	
162	Klei, sterk siltig, matig roesthoudend, resten hout, grijsroest, Edelmanboor
▲	
132	

# Boring: 1

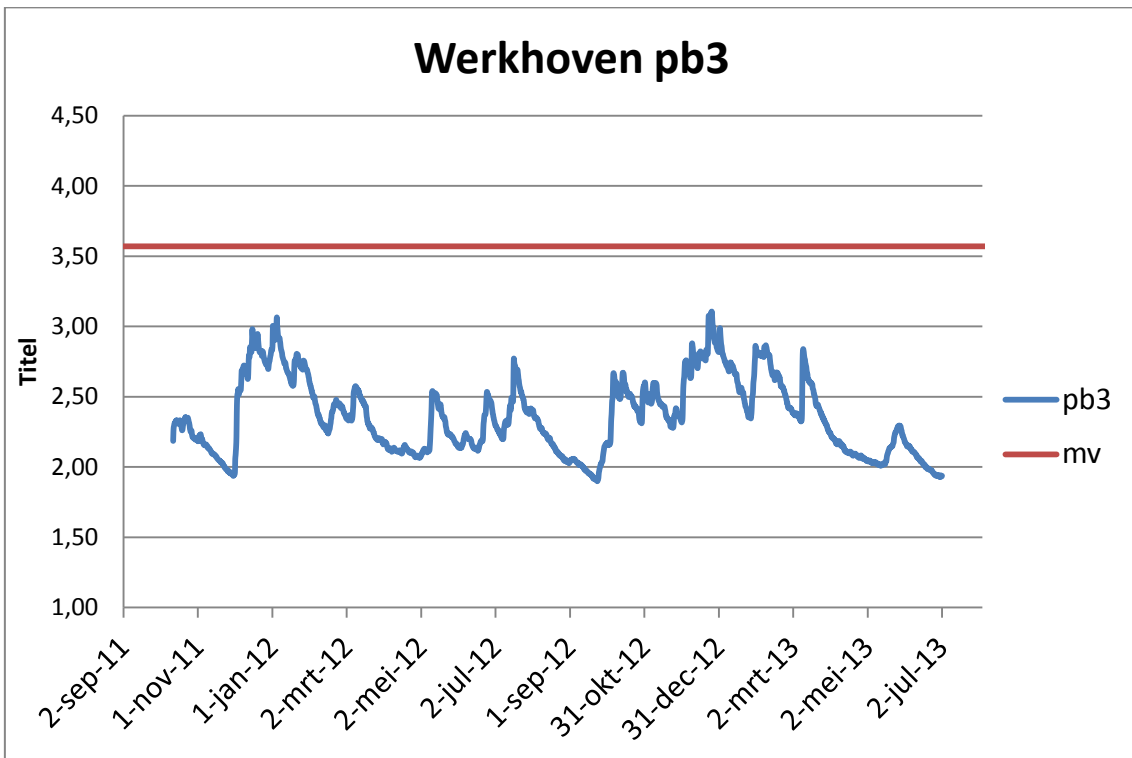
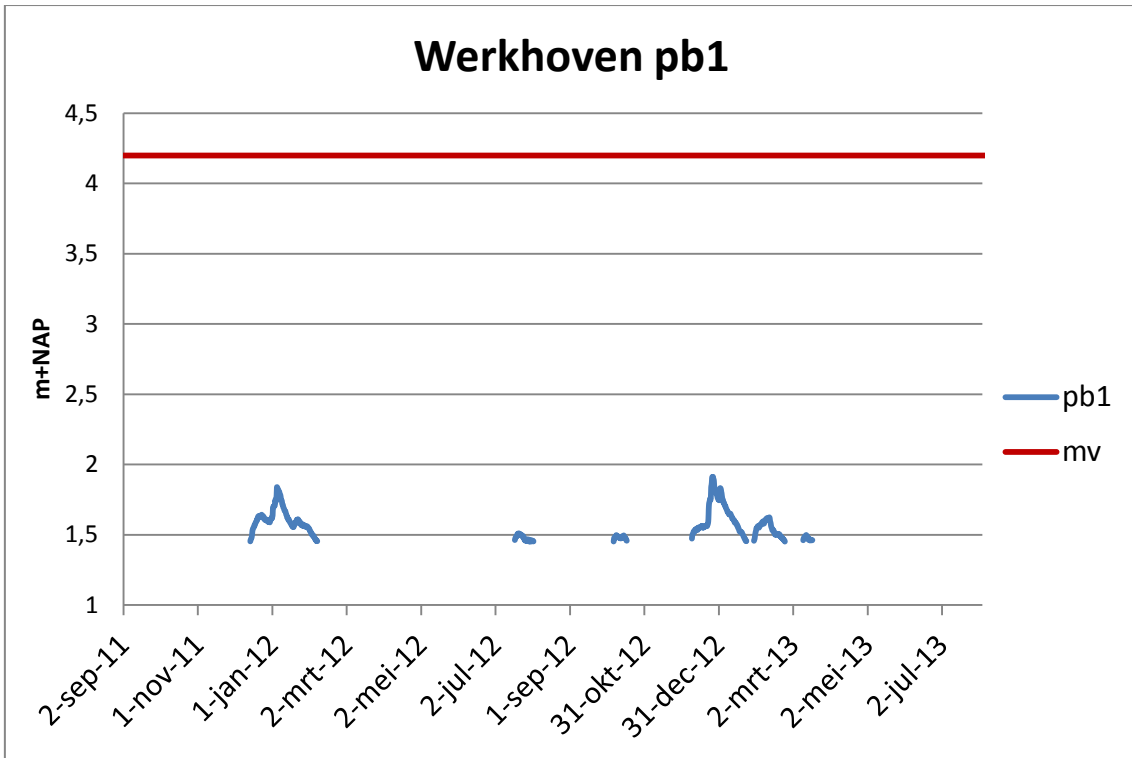
X: 145316  
Y: 448531,28  
Datum: 11/10/11  
GWS: 255  
GHG: 180  
GLG: 300  
Referentievlak: 4,2\,P.

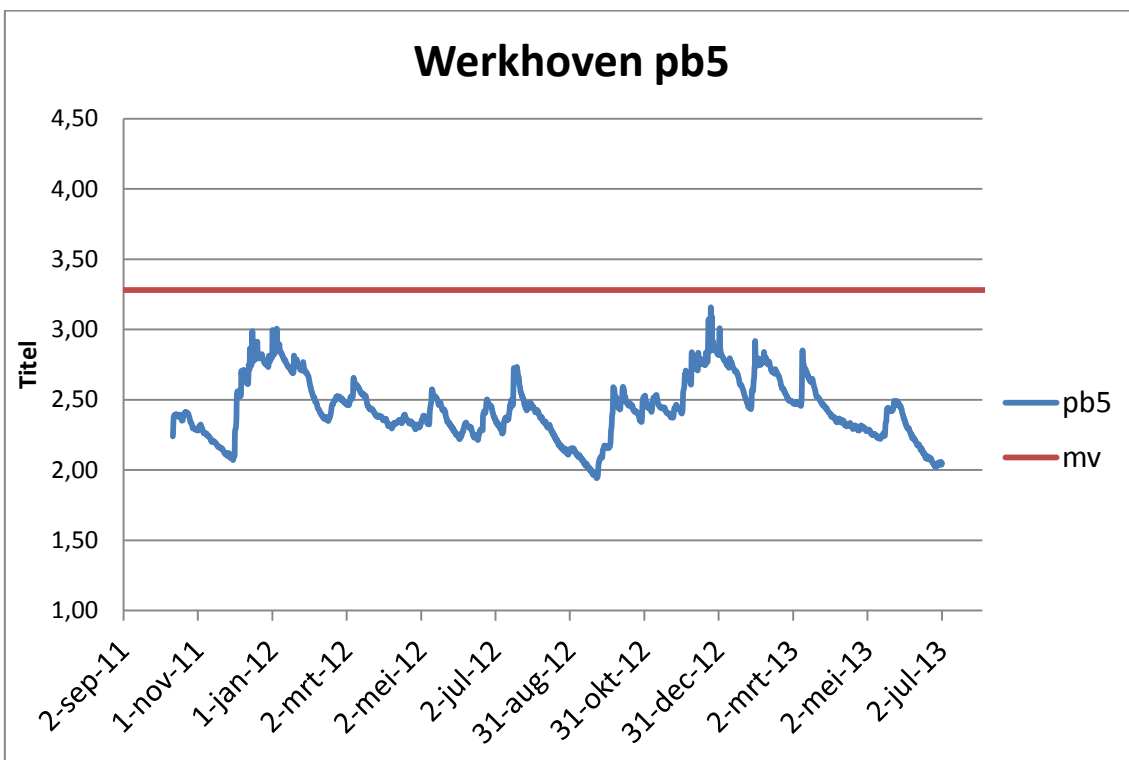
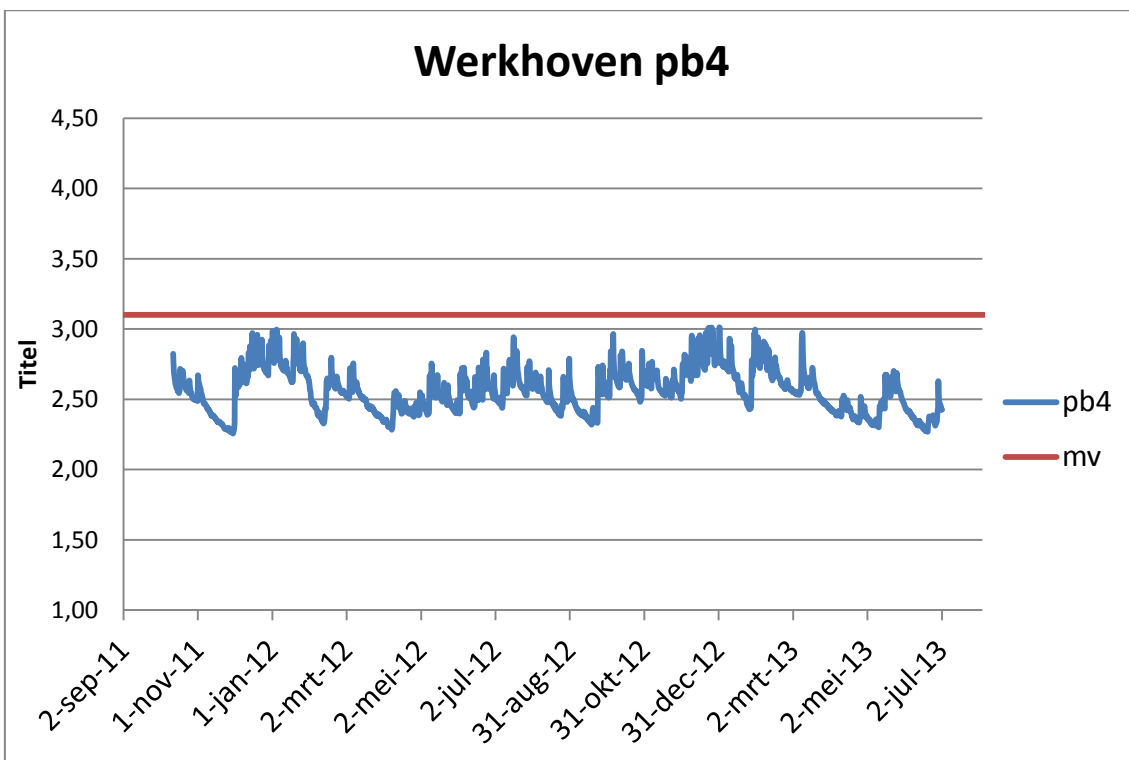


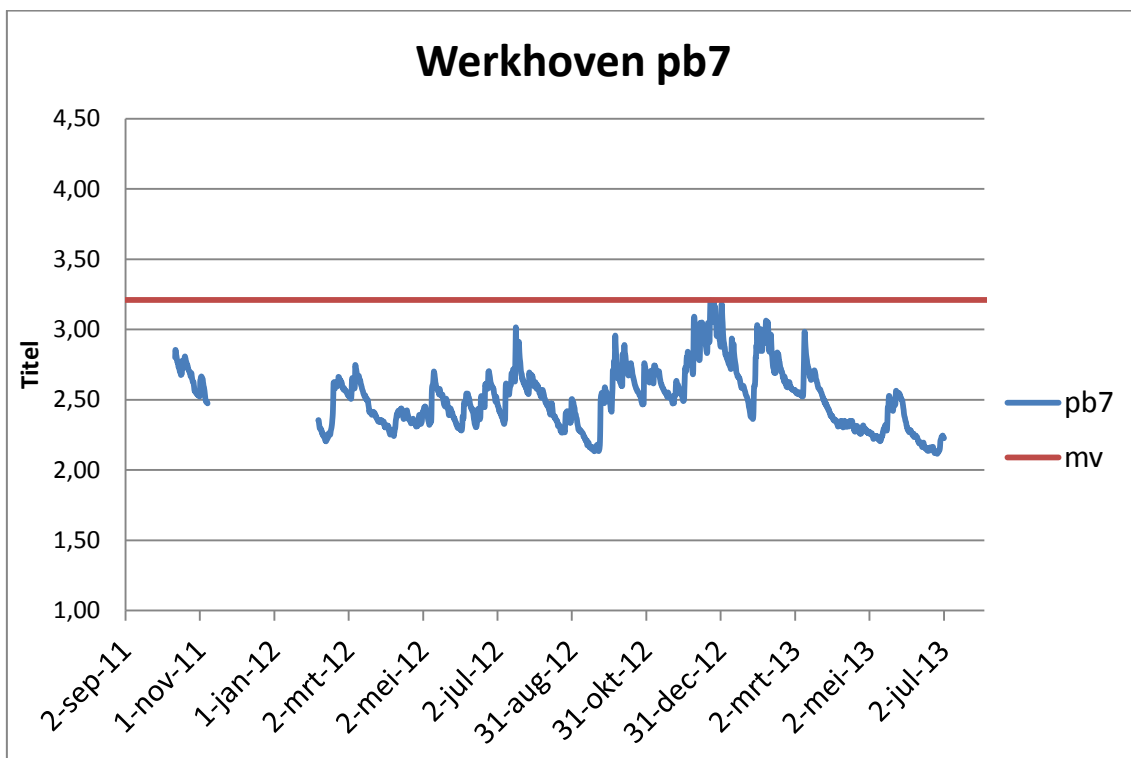
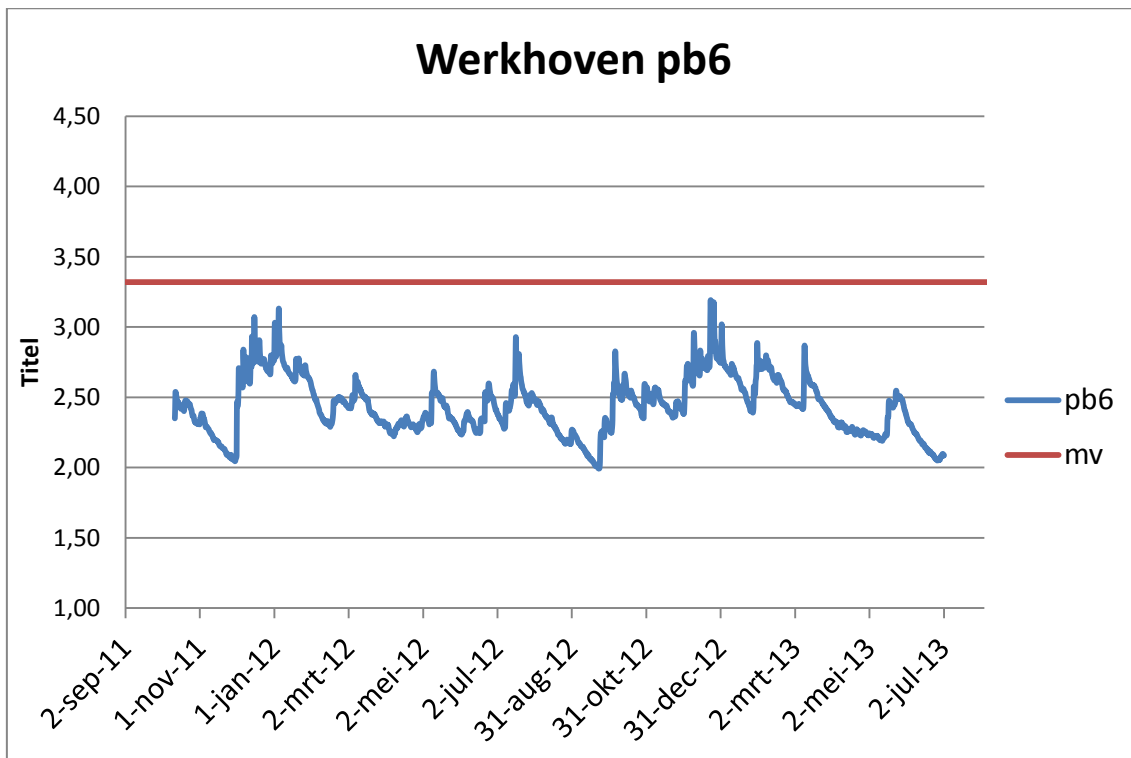


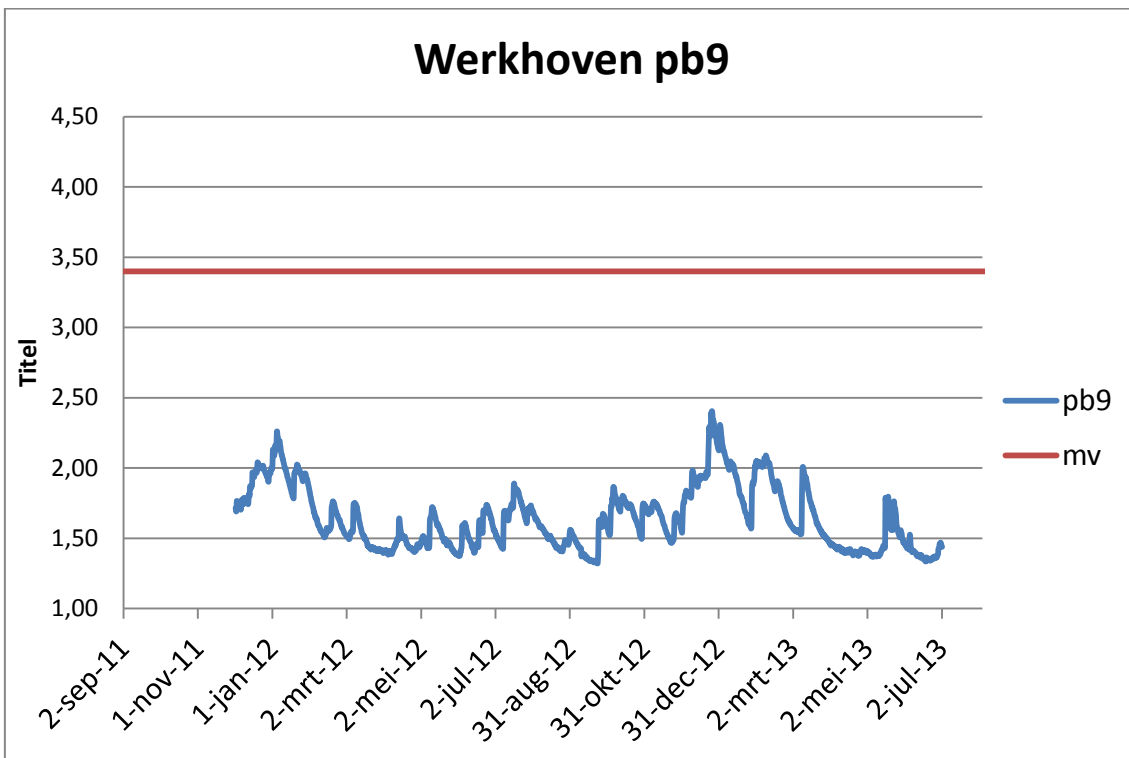
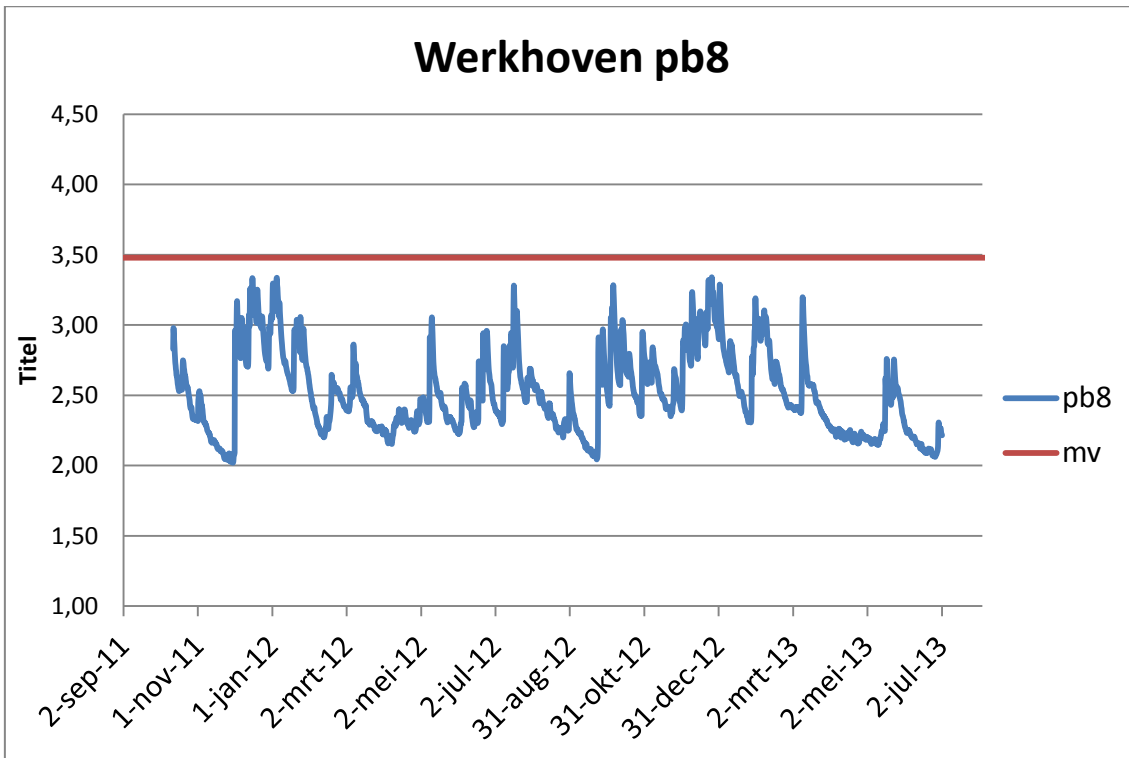
## **Bijlage 2**

### Grondwaterstanden peilbuizen









## **Bijlage 3**

### Oppervlaktewater



In figuur 2 is de ligging van het oppervlaktewatersysteem en de oppervlaktewaterpeilen, welke in de praktijk worden gehanteerd, weergegeven. Tevens zijn de in het primaire systeem aanwezige kunstwerken (gemalen, stuwen en duikers) opgenomen.

Voor het gebied tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal is in 2008 een peilbesluit en watergebiedsplan vastgesteld. Voor enkele peilgebieden wordt in de praktijk een ander oppervlaktewaterpeil gehanteerd dan in het peilbesluit "Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal" van 2008 is vastgesteld. In figuur 3 is de ligging en peilen van de peilgebieden opgenomen, zoals vastgesteld in het peilbesluit. Onderstaand wordt dieper ingegaan op het systeem en de verschillen tussen peilbesluit en praktijk.

#### *Sloot langs Weerdenburgselaan*

Langs de Weerdenburgselaan is een primaire watergang aanwezig (de zogeheten Rijnpoldersloot). Deze watergang wordt op peil gehouden met gemaal Weerdenburg en voert vervolgens af via een stuw, gelegen nabij de aansluiting van Weerdenburgselaan op de Herenstraat, op de Achterrijn.

De watergang langs de Weerdenburgselaan kent in de praktijk een peil dat ca. NAP +2,20 m in de zomer bedraagt en ca. NAP + 2,10 m in de winter. In het peilbesluit is voor deze watergang (gelegen in peilgebied KRA034) een peil van NAP + 2,00 m vastgesteld. Het is in 2008 de bedoeling geweest om het in de praktijk gehanteerde peil voor dit peilgebied in het peilbesluit vast te stellen. Helaas is abusievelijk een lager peil van NAP +2,00 m in het peilbesluit vastgesteld in plaats van het in de praktijk gehanteerde peil van ca. NAP +2,20 m in de zomer en NAP +2,10 m in de winter. Dit betekent dat als het peilbesluitpeil van NAP +2,00 m gehanteerd zou worden, een lager peil wordt gehanteerd dan het laatste decennia het geval was.

Zoals beschreven wordt de watergang langs de Weerdenburgselaan op peil gehouden door gemaal Weerdenburg. Het peil van de watergang langs de Weerdenburgselaan is ter hoogte van het gemaal vanaf 2000 automatisch bemeten en vastgelegd. In figuur 4 is het peilverloop van meerdere jaren weergegeven. Te concluderen valt dat dit peil sinds 2000 ter hoogte van het gemaal fluctueert tussen gemiddeld ca. +2,05 m en +2,30 m.

De grafiek in figuur 4 laat zien dat het peil ter plaatse van het gemaal een sterke fluctuatie kent. De sterke fluctuaties zijn enerzijds een gevolg van de dubbele functie die gemaal Weerdenburg heeft (zie ook de verdieping in het tekstkader) en anderzijds het gevolg van enige opstuwning op het moment dat het gemaal water aanvoert. Op het moment dat het gemaal aanslaat, zal het peil direct bij het gemaal stijgen. Er ontstaat dan een verhanglijn, mede als gevolg van ingelegene duikers, waardoor het water kan gaan stromen. Het water komt op dat moment bij het gemaal hoger te staan dan verderop in de sloot. Op het moment dat het gemaal weer uitgaat, zakt het peil bij het gemaal weer in.

### *Waarom schommelt het peil in de sloot langs de Weerdenburgselaan?*

Het oppervlaktewaterpeil van de sloot langs de Weerdenburgselaan wordt op peil gehouden door gemaal Weerdenburg. Gemaal Weerdenburg heeft een dubbele functie. Een belangrijke functie is het op peil houden door het afpompen van water van de achtergelegen Rijnpolder (peilgebied KRA 033). Als het peil van de Rijnpolder stijgt tot boven het na te streven peil wordt water afgepompt op de watergang langs de Weerdenburgselaan (peilgebied KRA034). Het gemaal stuurt op dat moment op het zogeheten benedenpeil (gericht op onderbemaling van de polder).

Er zijn meerdere oppervlaktewateronttrekkingen vanuit de watergang langs de Weerdenburgselaan. Het betreft beregening van fruit en beregening van gras- en een maïspaneel. De tweede functie van het gemaal is dan ook het op peil houden en zorgen voor enige doorstroming van peilgebied KRA034 (de watergang langs de Weerdenburgselaan).

Het is in de praktijk niet mogelijk om gelijktijdig zowel te sturen op het bovenpeil als op het benedenpeil. Op het moment dat op het bovenpeil (dus gericht op wateraanvoer van de watergang Weerdenburgselaan) wordt gestuurd, wordt het peil van de Rijnpolder mogelijk te ver verlaagd of loopt het peil van de Rijnpolder juist te hoog op. De wateraanvoer naar de Rijnpolder werd tot 2013 geregeld met behulp van een handbediende inlaat. Om voldoende water op de watergang langs de Weerdenburgselaan te pompen moet er ook voldoende water aangevoerd/ ingelaten worden in de Rijnpolder. Als er te veel water wordt ingelaten, stijgt het peil van de Rijnpolder te sterk. Als er te weinig water wordt ingelaten, kan het peil te ver dalen. Aangezien de watervraag niet altijd gelijk is en begroeiing in watergangen gedurende het seizoen fluctueert, is dit niet eenvoudig met een handmatig bedienbare inlaat te regelen.

Er zijn recentelijk verschillende aanpassingen verricht om de peilbeheersing te verbeteren. Begin 2013 is de handmatige inlaat op de Rijnpolder vervangen door een vlotterinlaat. Dit betekent dat het peil nu meer op basis van watervraag geregeld kan worden. Als het peil van de Rijnpolder te laag wordt (als gevolg van aanvoer richting de sloot langs de Weerdenburgselaan), geeft de vlotterinlaat automatisch water. Als het te hoog wordt, stopt de vlotterinlaat met water inlaten. Tevens zijn er in 2011 aanpassingen aan de sturingscomputer van het gemaal uitgevoerd. Het gemaal kan nu standaard sturen op bovenpeil, op een lage frequentie draaien en zonodig omschakelen op peilbeheersing van het benedenpeil (dus gericht op peilbeheersing van de Rijnpolder).

### *Watergang rond sportvelden*

Nabij het adres Herenstraat 8 takt een zogeheten tertiaire watergang middels een duiker aan op de watergang langs de Weerdenburgselaan. Deze tertiaire watergang loopt vervolgens om de voetbalvelden en de MFA en sluit uiteindelijk aan op de bestaande droge sloot langs de Achterdijk.

In het peilbesluit van 2008 is deze aantakking niet opgenomen en ligt de sloot rond de sportvelden in het peilgebied KRA037 (met het peilbesluitpeil NAP +2,30 /+2,10 m). In de praktijk is het peil van de tertiaire watergang rond de sportvelden gelijk aan het peil van de watergang langs de Weerdenburgselaan en dus ca. NAP +2,20 m in de zomer en +2,10 m in de winter.

Tot 2010 liep de sloot, die aantakt op de watergang langs de Weerdenburgselaan, richting het noorden over in een greppel. Met andere woorden: de huidige sloot was voor 2010 nabij de sportvelden een greppel. Het eerste stuk, gezien vanaf de Weerdenburgselaan, bestond wel uit een watervoerende sloot. In het kader van de realisatie van de sportvelden en de MFA complex is de greppel verbreed en verdiept en daarmee watervoerend geworden.

### *Droge sloot langs Achterdijk*

Langs de Achterdijk is in de huidige situatie een droge sloot aanwezig. De duiker watert, middels een duiker onder de Herenstraat af op de Achterrijn. De duiker, met een diameter van 50 cm, ligt aan de zijde van de droge sloot met de onderkant op een hoogte van NAP + 1,91 m (zie ook de foto in figuur 1). De greppel kan in theorie daarom ontwateren tot een diepte van NAP +1,91 m. In de praktijk ligt de bodem van de sloot op meerdere plekken hoger dan dit niveau en zal de sloot dus pas gaan afvoeren bij hogere peilen dan NAP 1,91 m. Richting het noorden is de droge sloot onderbroken door in de sloot groeiende bomen.

In het in 2008 vastgestelde watergebiedsplan “Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal” is de maatregel opgenomen om de droge sloot om te vormen tot een hoofdwatgang.



**Figuur 1 Duiker in droge sloot langs Achterdijk**

*Watgang rond wijk Nieuwendaal*

De noordzijde van het peilgebied KRA037 (met daarin gelegen ondermeer het water rond wijk Nieuwendaal) wordt gevoed door gemaal Pelikaan. De gehanteerde praktijkpeilen zijn ca. NAP + 2,20 m in de zomer en +2,10 in de winter. Dit wijkt enigszins af van het peilbesluitpeil NAP +2,30 m (zp)/ +2,10 m (wp).





Figuur 2 waterhuishoudkundige situatie rond Werkhoven





Figuur 3 Peilen conform peilbesluit "Tussen Kromme Rijn en Amsterdam-Rijnkanaal" dd. 27 februari 2008



Figuur 4 Bovenpeil gemeal Weerdenburg periode 2000-2008 (bron: HDSR/CAW)

## **Bijlage 4**

Analyse grondwaterstanden met tijdreeksanalyse



## Aanleiding

Na afloop van het eerste meetjaar van het grondwatermeetnet in Werkhoven heeft Grontmij de gegevens van de peilbuizen rondom de te herstellen watergang m.b.v. tijdreeksanalyse (Menyanthes) geëvalueerd, wat in deze bijlage wordt beschreven. Dit is gedaan door een statistische relatie te leggen tussen de gemeten grondwaterstand en invloedsfactoren zoals neerslag, verdamping. De analyse levert daarnaast ook per invloedsfactor een schatting van de bijbehorende standaardfout, zijnde een maat voor de precisie van de schatting.

Tevens is met deze methode een schatting van de langjarige Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG) in de referentiesituatie te bepalen, waarbij de betrouwbaarheid afhangt van de lengte van de meetreeks en het tijdreeksmodel zelf. De betrouwbaarheid bepaalt tevens hoe groot het onderscheidingsvermogen van de methode is voor het bepalen van het effect van een ingreep.

In deze bijlage is de analyse van de gemeten grondwaterstanden op basis van tijdreeksanalyse beschreven. Dit heeft als resultaat twee deelprodukten:

- Een GxG-bepaling kaart voor de referentie-situatie (huidige situatie)
- Inzicht in de nauwkeurigheid waarmee op basis van tijdreeksanalyse de effecten van de aanleg van de te herstellen waterloop op de grondwaterstanden voorspeld kunnen worden.

Voor het bepalen van de effecten van de herstellen van de waterloop zullen zowel voor de situatie voor als na de ingreep tijdreeksmodellen worden opgesteld, waarmee voor dezelfde periode de GxG wordt afgeleid. Het verschil bepaalt dan het effect van de ingreep, waarbij rekening wordt gehouden met de betrouwbaarheid om de significantie te kunnen bepalen.

## Achtergronden

Deze bijlage geeft een toelichting op de te verwachte betrouwbaarheid van de statistische relatie tussen de ingreep (herstellen waterloop) en de gemeten grondwaterstanden<sup>1</sup>. Hiervoor is het verhelderend een korte toelichting te geven op twee kernbegrippen die de betrouwbaarheid van tijdreeksanalyse mede definiëren: statistische significantie en pasvorm. Tenslotte zal het model beoordeeld moeten worden op de hydrologische plausibiliteit.

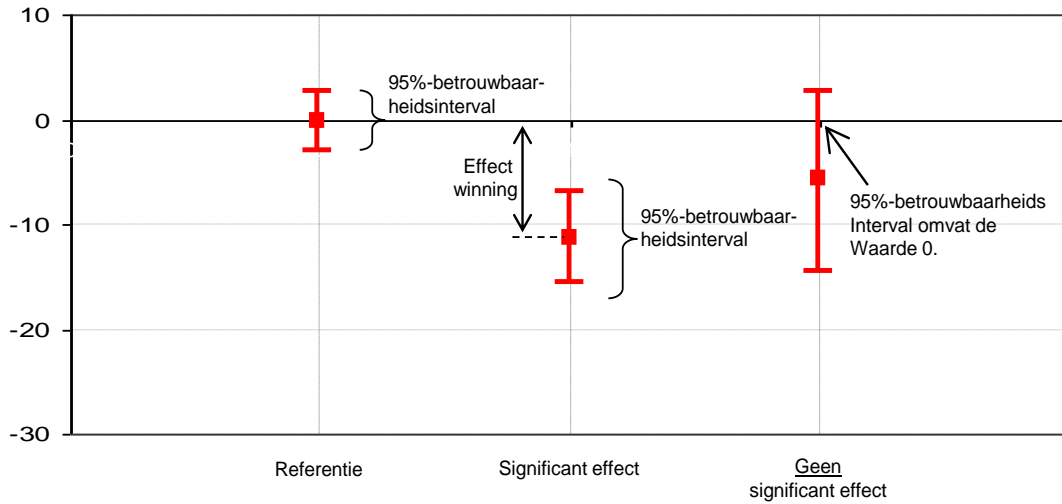
### *Wanneer is een effect statistisch significant te noemen?*

Tijdreeksanalyse levert een schatting op van de statistische relatie tussen beschouwde invloedsfactoren en de grondwaterstand. De invloedsfactoren voor de grondwaterstanden in Werkhoven zijn met name de neerslag en de verdamping.

De methodiek levert daarnaast ook een schatting van de standaardfout, zijnde een maat voor de precisie van de schatting. Het 95% -betrouwbaarheidsinterval is gelijk aan de voorspelde waarde plus of min 2 maal de standaardfout. Deze wordt voor zowel de referentiesituatie (voor de ingreep) als na de ingreep bepaald. Als het 95% betrouwbaarheidsinterval van het effect niet overlapt met die van de , is sprake van een statistisch significante relatie tussen de grondwaterstand en de grondwaterwinning (zie figuur 1). Het rechterdeel toont hetzelfde, maar dan voor de situatie dat er geen statistisch significante relatie aangetoond kan worden. Er is dan overlap van de betrouwbaarheidsintervallen.

---

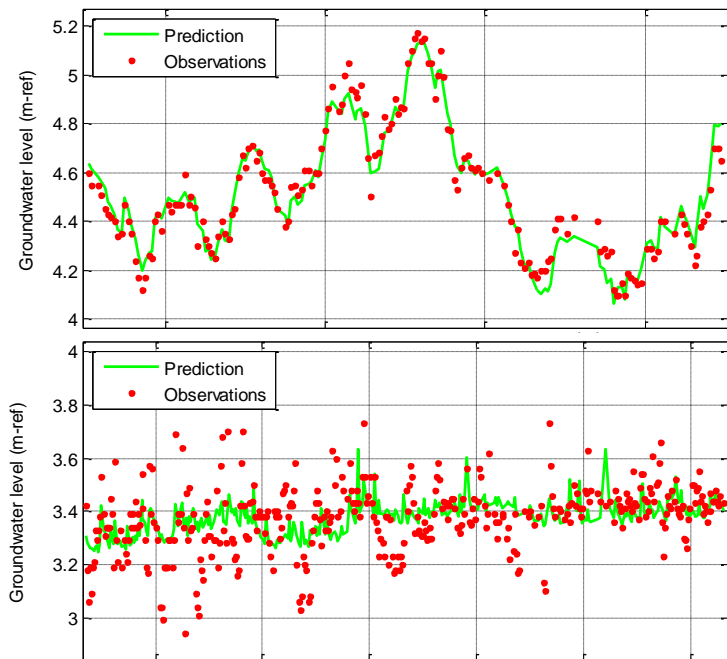
<sup>1</sup> Gebruik is gemaakt van Menyanthes versie 2.x.d.s



Figuur B3.1 Toelichting op het begrip statistisch significant effect

*Hoe wordt de pasvorm van een tijdreeksmodel bepaald?*

De betrouwbaarheid waarmee we de relatie tussen de grondwaterstand en de invloedsfactoren kunnen schatten, hangt voornamelijk af van de pasvorm van het tijdreeksmodel. De verklaarde variantie is een maatstaf voor deze pasvorm. Een verklaarde variantie van 100% duidt erop dat het tijdreeksmodel de metingen exact reproduceert. De verklaarde variantie daalt naarmate de verschillen tussen het tijdreeksmodel en de metingen toenemen. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat er nog invloedsfactoren ontbreken in het model, zoals het lokale oppervlaktewaterpeil, of een ingreep in het gebied. Een en ander is in onderstaande figuur 2 gevisualiseerd.



Voorbeeld van een tijdreeksmodel met een goede pasvorm (verklaarde variantie = 96%)

Voorbeeld van een tijdreeksmodel met een slechte pasvorm (verklaarde variantie = 21 %)

Figuur B3.2 Toelichting op het begrip verklaarde variantie

Voor een goed tijdreeksmodel zijn de volgende praktische eisen gesteld aan statische relaties bij een tijdreeksmodel<sup>2</sup>:

- een voldoende hoge verklaarde variantie (EVP) als maat voor de relatieve pasvorm van het model, gepresenteerd als percentage. Een EVP van 100% geeft een perfecte fit aan tussen model en meting. Voor de ondergrens wordt ten minste 70% aangehouden;
- een voldoende goede absolute pasvorm in de vorm van een lage Root Mean Square Error (RMSE). In dit project wordt een RMSE kleiner dan ten minste 0,2m wenselijk geacht.

#### *Beoordeling geschiktheid van het model*

Tevens dienen de modellen voor de simulatie van de grondwaterstanden gecontroleerd te worden op de hydrologische plausibiliteit. Dit kan doordat de parameters van de door Menyanthes bepaalde tijdreeksmodellen ook een fysische basis hebben. De volgende parameters zijn in dit onderzoek beoordeeld.

- de door Menyanthes berekende drainagebasis heeft een realistische waarde met betrekking tot de peilbuis lokatie. De drainagebasis geeft de grondwaterstand van het systeem als het van alle verklarende invloeden verstoken zou blijven;
- De verdampingsfactor geeft de gemiddelde verhouding tussen de actuele en de referentie-verdamping. De verdampingsfactor is niet hetzelfde als de gewasfactor. De verdampingsfactor zal over het algemeen lager uitvallen. Een waarde kleiner dan 0,5 of groter dan 2 kan een aanwijzing zijn dat er andere invloeden niet zijn meegenomen en onterecht zijn gemodelleerd via de verdamping. De verdampingsfactor heeft een waarde tussen 0,5 en 2. Grote of kleinere waarden zijn een indicatie dat er verklarende invloeden niet zijn meegenomen.
- De gain (M0) geeft fysisch gezien de verhouding weer tussen de uiteindelijke stijghoogte en de intensiteit van de regenval. Als een peilbuis dicht bij een drainerend middel staat dan is M0 slechts enkele dagen. Ver van waterlopen kan M0 waarden van duizenden dagen bereiken.

Een significante relatie tussen neerslag/verdamping en de grondwaterstand is gewenst: d.w.z. de door Menyanthes bepaalde parameterwaarde van M0 (de gain) voor neerslag en verdamping, is groter dan tweemaal de standaardafwijking van M0.

Er is een aantal voorwaarden voor het doen van statistische uitspraken, zoals over statistische significantie.

- Geen autocorrelatie van de residuen van het ruismodel (de zogenaamde innovaties). De residuen laten dan geen patronen meer zien en worden enkel veroorzaakt door ruis. Dit geeft aan dat alle informatie in de meetreeks te verklaren is met de opgegeven verklarende reeksen. Wanneer er echter nog wel autocorrelatie aanwezig is in de residuen van het ruismodel, dan is dat een indicatie dat er nog factoren ontbreken die de grondwaterstand beïnvloeden. Menyanthes is dan niet in staat de waarde en standaarddeviatie van de modelparameters betrouwbaar te bepalen. De aanwezigheid van autocorrelatie is in Menyanthes te controleren met de autocorrelatieplot.
- Geen correlatie van verklarende reeksen. Ook dan is het niet goed mogelijk voor Menyanthes om de relatie tussen deze reeksen en de grondwaterstand goed af te leiden.
- Meetreeksen van voldoende lengte en voldoende meetwaarden. Het is belangrijk dat de lengte van de grondwaterstandreeks in ieder geval groter is dan het geheugen van het systeem (MU). Anders heeft Menyanthes niet voldoende gegevens om de parameters van het systeem voldoende betrouwbaar te bepalen. Een schatting van het geheugen kan met Menyanthes worden verkregen.

#### **Aanpak voor het bepalen van de nauwkeurigheid van de simulatiereeks van de grondwaterstanden met tijdreeksanalyse**

Tijdreeksanalyse is toegepast om een model op te stellen, waarbij de grondwaterstanden op basis van neerslag en verdamping worden verklaard.

---

<sup>2</sup> Evaluatie Waterproject Ruinen - een praktijktoepassing van interventieanalyse met Menyanthes (publicatie NHV, K. van der Hauw, 2012)

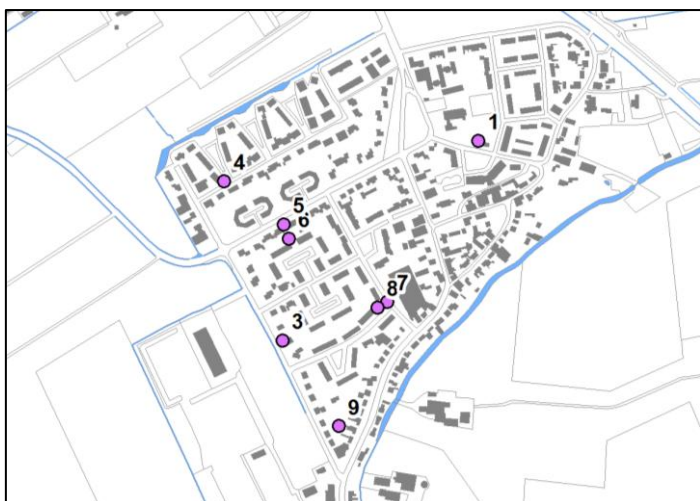
Stappen Verklaring op basis van neerslag/verdamping:

- Opknippen van meetreeks in 2 delen (in een kalibratie- en validatiereeks).
  - Een deel van 12 oktober 2011 tot 12 september 2012 en het andere deel van 12 september 2012 tot heden.
- Van beide meetreeksen wordt een model gemaakt op basis van neerslag gemeten op het meetstation Doorn en verdamping op meetstation De Bilt
- Valideren van het model  
Validatie vindt plaats door de RMSE te bepalen voor de validatiereeks op basis van het model dat gemaakt is met de kalibratiereeks. Deze geeft een indicatie van hoe goed het model kan voorspellen.

**Aanpak voor het bepalen van de GxG voor de referentiesituatie**

Het afgeleide model (verklaring op basis van neerslag/verdamping) wordt gebruikt om grondwaterstanden te berekenen van 2000 tot heden. Dit model bevat de systeemkarakteristieken voor de **huidige** situatie (zoals vastgelegd tijdens de meetperiode). Deze karakteristieken worden gebruikt om voor een langere periode de grondwaterstanden te simuleren o.b.v. neerslag, verdamping en oppervlaktewaterstanden.

Op basis van de gegenereerde reeks kan de GxG worden afgeleid inclusief de betrouwbaarheid.



Figuur B3.2 Ligging peilfilters

**Resultaten: Nauwkeurigheid van de simulatie van de grondwaterstanden met tijdreeksanalyse**

Het model voor pb 4 heeft een lage drainagebasis en een lage evaporatiefactor, maar niet extreem laag. Een opgezet model voor de validatiereeks levert wel een hydrologisch consistente set aangegevens op. Het model voor pb 8 heeft een grote onzekerheid voor de beide drainagestanden.

Over het geheel genomen is de EVP hoger dan 70% en de RMSE kleiner dan 0,2 m (tabel B3.1), zodat zowel de prestaties van de modellen als de systeemparemeters voldoen aan de gestelde eisen.

Tabel B3.1 Prestaties tijdreeksmodel kalibratiereeks

Peilbuis	EVP	RMSE (m)
PB3	87,6	0,09
PB4	76,1	0,07
PB5	85,1	0,07
PB6	82,5	0,08
PB7	86,9	0,05
PB8	74.2	0,14

*Explained Variance Percentage (EVP)*

*Root Mean Squared Error (RMSE)*

Tabel B3.2 Systeemparemeters kalibratie

Peilbuis	Evaporatie factor	M0-1 (dagen)	Drainage Basis-1	M0-2 (dagen)	Drainage Basis-2
PB3*	0,82	661	1,87	143	2,43
PB4	0,21	3652	-5,40		
PB5	0,74	94	2,40		
PB6*	0,79	430	2,10	98	2.49
PB7	0,76	222	2,30		
PB8*	0,57	401	2,14	243	2,37

*\*) In een aantal peilbuizen is met niet lineariteit rekening gehouden waardoor de M0 voor 2 drainageniveau's is bepaald*

### Resultaten: Validatie

Validatie vindt plaats door de RMSE te bepalen voor de validatiereeks op basis van het model dat gemaakt is met de kalibratiereeks. Deze geeft een indicatie van hoe goed het model kan voorspellen.

Tabel B3.4 Resultaten van de validatie van het model met een bestaande meetreeks

Peilbuis	RMSE	RMSE
	Calibratiereeks (m)	Validatiereeks (m)
PB3	0,09	0,15
PB4	0,07	0,07
PB5	0,07	0,14
PB6	0,08	0,13
PB7	0,05	0,13
PB8	0,14	0,19

De RMSE van de validatiereeks is groter dan die van de kalibratiereeks, maar blijven wel binnen de eis die gesteld is (RMSE <0,2m). Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat de afgeleide modellen voldoende nauwkeurigheid hebben om per peilbuis de grondwaterstanden te voorspellen.

**Resultaten: GxG voor de referentiesituatie**

De betrouwbaarheid van de GxG is groter (betrouwbaarheidsinterval is kleiner) dan die van de afzonderlijke meetpunten (tabel B3.1). Dit is een gevolg van het middelen van een aantal grondwaterstanden (24 grondwaterstanden voor 8 jaar), waardoor de standaardafwijking van het gemiddelde kleiner is dan die van de afzonderlijke waarnemingen. Deze betrouwbaarheid is mede afhankelijk van de gebruikte gegevens.

Tabel B3.5 GxG met betrouwbaarheid van modelreeks voor de referentiesituatie **voor het bepaalde model en o.b.v. de beschouwde meetperiode**

Peilbuis	GLG	Betrouwbaarheid*	GG	Betrouwbaarheid*	GHG	Betrouwbaarheid*	Dynamiek M
	m+NAP	GLG	m+NAP	GG	m+NAP	GHG	
		m		m		m	
PB3	1,89	0,03	2,34	0,01	2,77	0,02	0,88
PB4	2,34	0,04	2,54	0,02	2,73	0,03	0,39
PB5	2,17	0,04	2,46	0,02	2,71	0,03	0,54
PB6	2,00	0,02	2,40	0,01	2,71	0,02	0,71
PB7	2,17	0,02	2,59	0,01	2,95	0,02	0,78
PB8	2,07	0,04	2,46	0,02	2,90	0,03	0,83

\* 95%-betrouwbaarheid van de GxG (plus of min de schatting van de GxG)

Een indruk van de betrouwbaarheid van de voorspelling van de GHG kan verkregen worden door een model voor zowel het eerste als het tweede deel van de meetreeks op te zetten en vervolgens voor beide modellen de GHG te bepalen. Het verschil geeft aan hoe groot het effect van de meetreeks is op de schatting van de GHG.

Tabel B3.5 Betrouwbaarheid GHG-bepaling bij twee meetreeksen van circa 1 jaar

peilbuis	GHG1	GHG2	Verskil absoluut (m)
	okt 2011- sept 2012 (m+NAP)	sept 2011- juli 2012 (m+NAP)	
3	2.75	2.73	0.02
4	2.78	2.81	0.03
5	2.73	2.73	0.00
6	2.74	2.71	0.04
7	2.97*	2.86	0.10
8	2.98	2.95	0.03

\* missende meetgegevens tijdens natte periode

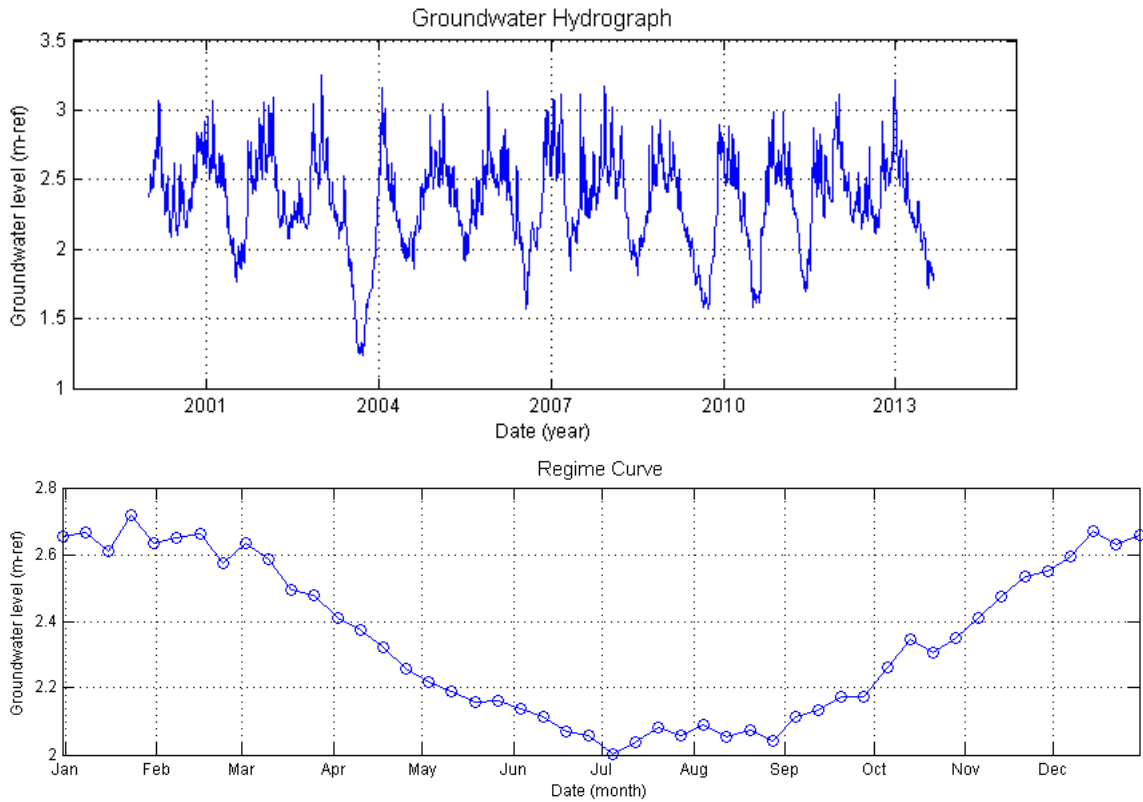
Het grootste verschil treedt op bij peilfilter 7. Voor de GHG van de eerste reeks van pb 7 missen juist in de natte periode meetgegevens, waardoor geen goede GHG wordt ingeschat.

Op basis hiervan wordt verwacht dat het effect van de ingreep met een geschat onderscheidingsvermogen van circa 5 cm kan worden bepaald.

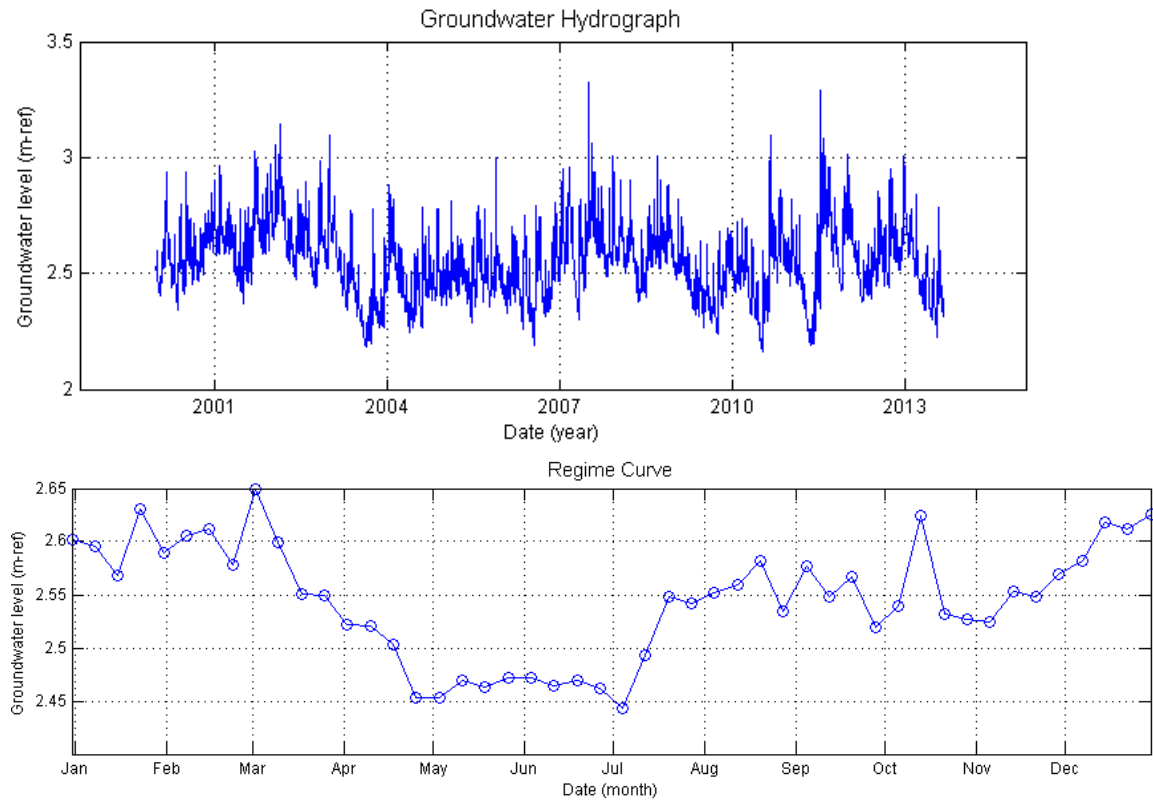
**Resultaten: Figuren**

De onderstaande figuren geven de simulaties van de grondwaterstanden voor de modellen met als afhankelijk de neerslag en verdamping. Tevens zijn regime-curves weergegeven, die het gemiddelde verloop van de grondwaterstand gedurende een jaar weergeven.

**PB3 Grondwaterstanden**

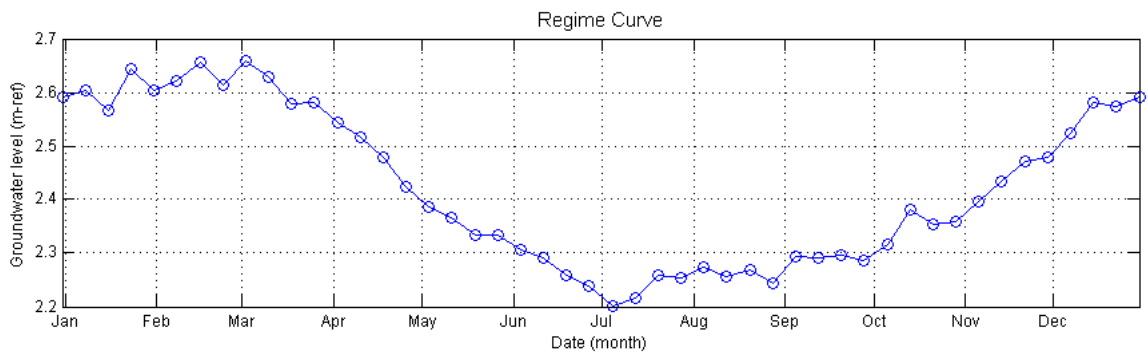
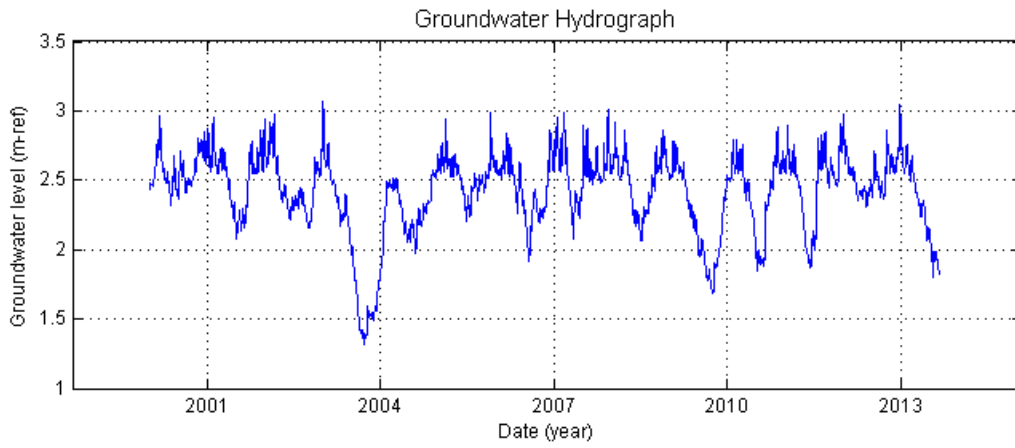


**PB4 Grondwaterstanden**

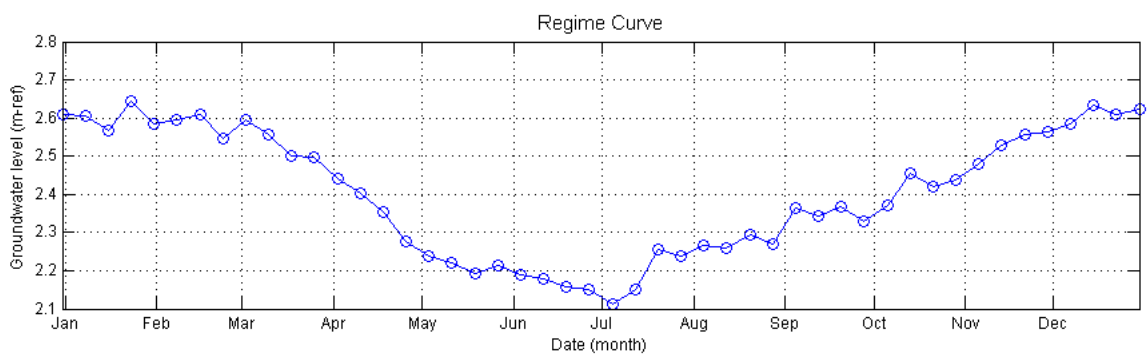
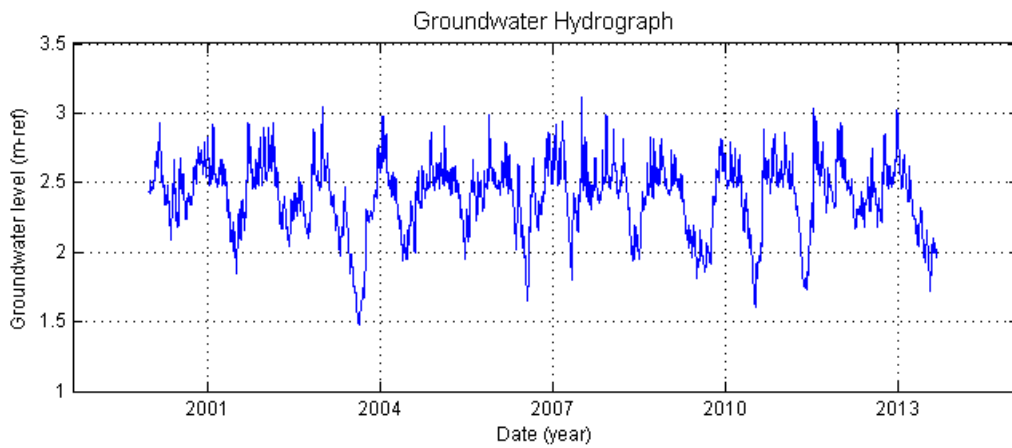




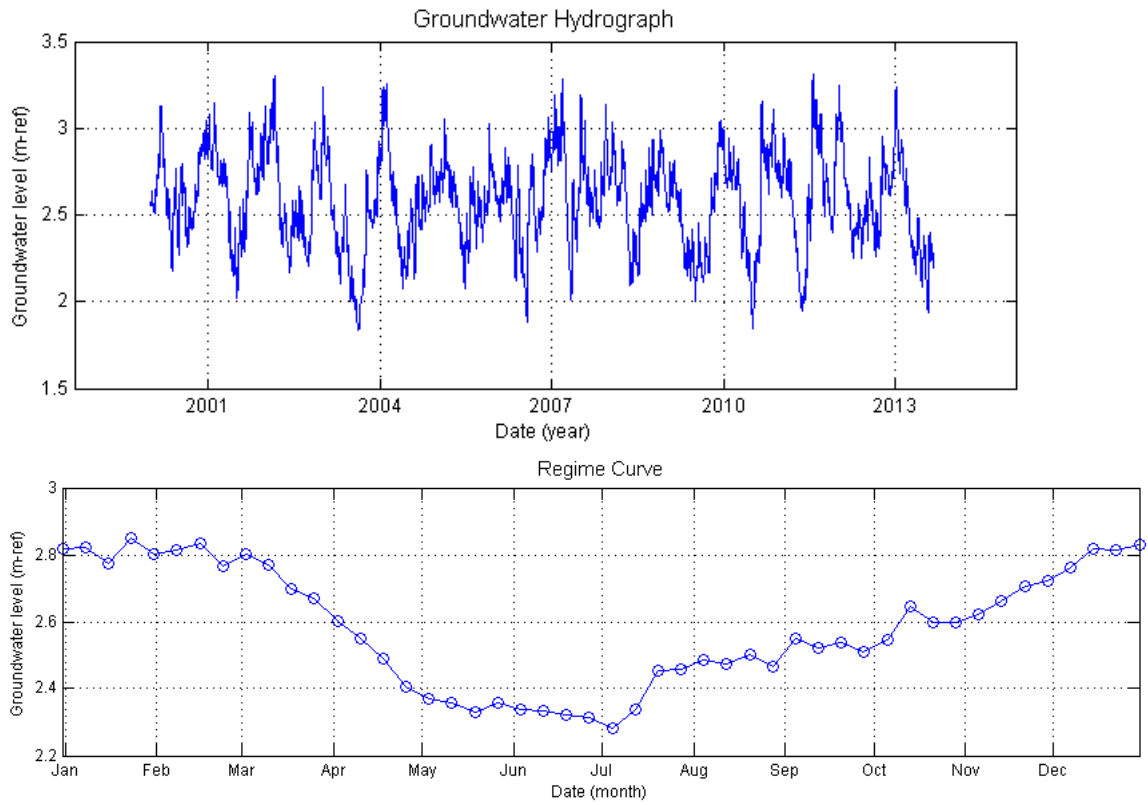
PB5 Grondwaterstanden



PB6 Grondwaterstanden



PB7 Grondwaterstanden



PB8 Grondwaterstanden

