

# UITGANGSPUNTENNOTITIE GRONDWATERMODELLERING PATERWOLDSEMEER

Waterschap Noorderzijlvest

28 MAART 2019

## Contactpersoon

**DINJA BOL**

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding geohydrologisch onderzoek	5
1.2	Doel geohydrologische onderzoek	5
1.3	Doel uitgangspuntennotitie	6
1.4	Leeswijzer	6
<b>2</b>	<b>WERKSTAPPEN</b>	<b>7</b>
	Stap 1: Eisenspecificatie en modelkeuze	7
	Stap 2: Uitgangspunten parameters en schematisatie	7
	Stap 3: Kalibratie en validatie	7
	Stap 4: Scenario's	7
	Stap 5: Beoordelen van omgevingseffecten	7
	Stap 6: Risico's en raakvlakken	7
<b>3</b>	<b>EISENSPECIFICATIE EN MODELKEUZE</b>	<b>8</b>
3.1	Eisenspecificatie grondwatermodel	8
3.2	Keuze grondwatermodel	8
<b>4</b>	<b>PARAMETERS EN SCHEMATISATIE</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>KALIBRATIE EN VALIDATIE</b>	<b>12</b>
5.1	Validatie	12
5.2	Kalibratie I : Grondwaterstanden (GxG's)	14
5.3	Kalibratie II : Waterbalans	15
<b>6</b>	<b>SCENARIO'S</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>BEOORDELING VAN OMGEVINGSEFFECTEN</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>RISICO'S EN RAAKVLAKKEN</b>	<b>18</b>

**COLOFON**

**19**

# 1 INLEIDING

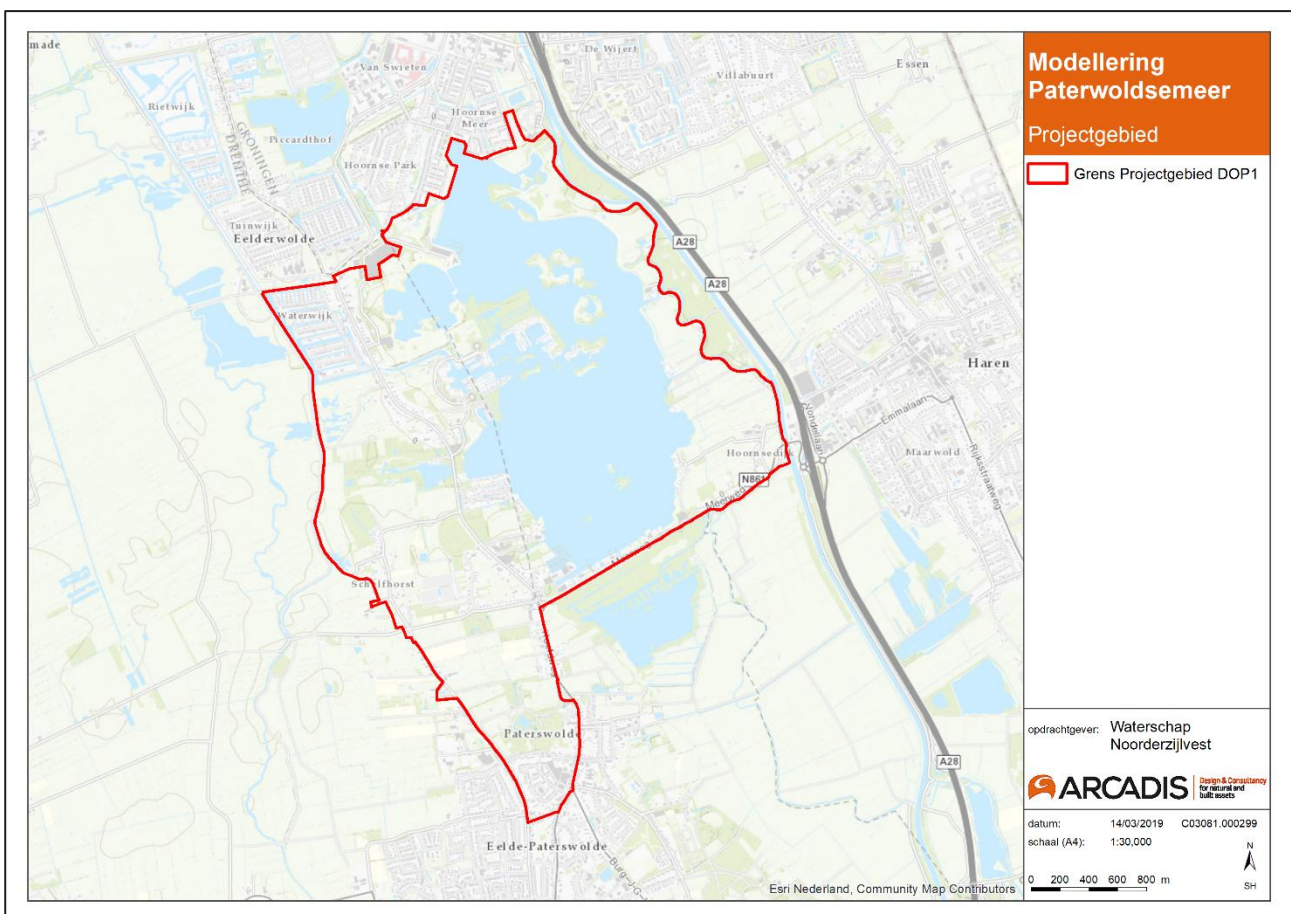
## 1.1 Aanleiding geohydrologisch onderzoek

Het Paterswoldsemeer voldoet nog niet aan de normen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Om de ecologische toestand te verbeteren zijn meerdere maatregelen nodig. Twee maatregelen hiervan zijn: het invoeren van een natuurlijk(er) peilbeheer in het Paterswoldsemeer via een geactualiseerd peilbesluit en het verminderen van inlaat van gebiedsvreemd water. Deze maatregelen vallen onder Deelopdracht 1 (DOP1) van het project Paterswoldsemeer.

## 1.2 Doel geohydrologische onderzoek

Om het Gewenste Peil en Oppervlaktewater Regime (GGOR) vast te kunnen stellen en om de uiteindelijke effecten van de peilaanpassingen op het grondwater in beeld te krijgen, is een grondwatermodellering nodig. Voor deze modellering zal een model op worden gesteld vanuit MIPWA. Het model dat wordt opgesteld dient geschikt te zijn voor:

1. Het opstellen van een waterbalans voor het Paterswoldsemeer inclusief kwelflux
2. Het opstellen bepalen van het Gewenste Peil en Oppervlaktewater regime  
Inclusief doelrealisatie landbouw en doelrealisatie natuur



*Figuur 1-1 Het projectgebied van deelopdracht 1 (rood omlijnd).  
Onder het projectgebied valt het peilgebied van het Paterswoldsemeer en alle erop afwaterende peilgebieden*

## 1.3 Doel uitgangspuntennotitie

Het doel van dit document is het beschrijven van de uitgangspunten voor de grondwatermodellering van het Paterswoldsemeer. Hiermee wordt een reproduceerbare werkwijze vastgelegd wat in lijn is met de 'Good Modelling Practice' binnen Arcadis. Het in een vroeg stadium vastleggen van de uitgangspunten zorgt voor overzicht, een pro-actievere sturing binnen het project en hogere kwaliteit van het eindproduct.

De spelregels van de uitgangspuntennotitie zijn als volgt:

- Vooraf zo goed mogelijk de uitgangspunten vastleggen. Het risico is namelijk dat indien uitgangspunten veranderen gedurende het project, in het modelleerproces een aantal stappen terug worden gezet. Dit kan consequenties hebben op de planning.
- Alles vooraf vastleggen is geen absolute noodzaak. Als een beslissing geen invloed heeft op de planning kan ook gedurende het project (op tijd) hier een keuze in gemaakt worden. Deze beslismomenten worden wel zo goed mogelijk vastgelegd in deze notitie. Een belangrijk beslismoment is het go/no-go moment na de validatie en kalibratie.
- Vooraf alle juiste keuzes maken is praktisch onmogelijk. Gedurende het project zal blijken dat uitgangspunten slimmer, efficiënter en/ of beter kunnen. Vanzelfsprekend is hier ruimte voor. Het voorstel is deze wijzigingen op dat moment direct door te voeren in de notitie. Ervaring leert dat een goed bijgehouden actuele uitgangspuntennotitie tot meer overzicht leidt en modelfouten voorkomt.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de werkstappen behandeld welke voor de uitgangspuntennotitie van de grondwatermodellering van belang zijn. In de daaropvolgende hoofdstukken wordt iedere stap afzonderlijk uitgewerkt.

## 2 WERKSTAPPEN

Om het functioneren van het grondwater in beeld te krijgen zal een nieuw, regionaal gekalibreerd grondwatermodel worden opgesteld.

In onderstaande stappen wordt beschreven op welke manier het model wordt opgebouwd, op welke zaken het model gekalibreerd zal worden, welke scenario's worden doorgerekend en op welke omgevingseffecten getoetst zal worden. Het nauwkeurig vastleggen van de stappen en uitgangspunten valt binnen de 'Good Modelling Practice' van Arcadis waarmee een reproduceerbare werkwijze wordt vastgelegd.

### Stap 1: Eisenspecificatie en modelkeuze

In deze stap wordt gekozen welk model wordt gebruikt en hoe het model wordt geschematiseerd.

### Stap 2: Uitgangspunten parameters en schematisatie

Voordat met de regionale uitsnede gerekend kan worden, worden er aannames gemaakt voor de uitgangspunten en randvoorwaarden. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd van welke packages gebruikt wordt gemaakt, welke aannames we nemen voor de parameters hierin en hoe we het model schematiseren.

### Stap 3: Kalibratie en validatie

Hier wordt stilgestaan bij waarop en hoe het model wordt gekalibreerd en gevalideerd. Aan welke knoppen gaan we draaien, aan welke niet.

Na de kalibratie/validatie wordt de werking van het model besproken in de projectgroep en wordt besloten of het model goed genoeg is om de scenario's en omgevingseffecten mee door te rekenen.

### Stap 4: Scenario's

Na de kalibratie en validatie is er een geschikt model voor het beantwoorden van de doelstellingen. In stap vier wordt beschreven welke scenario's met het model worden doorgerekend.

### Stap 5: Beoordelen van omgevingseffecten

De scenario's worden beoordeeld op omgevingseffecten. In deze stap wordt omschreven op welke variabelen getoetst wordt.

### Stap 6: Risico's en raakvlakken

In de laatste stap worden de risico's geïnventariseerd en geprioriteerd en wordt bekeken welke preventieve en correctieve maatregelen aanvullend genomen kunnen worden. Hiermee blijven we in control. Daarnaast wordt beschreven wat de raakvlakken zijn met andere deelonderzoeken en partijen.

## 3 EISENSPECIFICATIE EN MODELKEUZE

### 3.1 Eisenspecificatie grondwatermodel

In het Regionaal Bestuursakkoord Water van Waterschap Noorderzijlvest is voorgeschreven dat voor dit gebied, ten zuiden van de lijn Van Starckenborghkanaal – Eemskanaal, het peilbesluit moet worden vastgesteld op basis van de ‘Gewenst Grond- en Oppervlaktewaterregime (GGOR)’ methodiek. Met de GGOR-methodiek wordt nagegaan of de voorspelde grondwaterstandsdynamiek leidt tot acceptabele agrarische opbrengsten en natuurwaarden (de ‘doelrealisatie’).

Om een GGOR peilbesluit te kunnen nemen gelden de volgende eisen:

- Een modelperiode van ten minste 10 jaar moet kunnen worden doorgerekend (8 jaar voor de GxG bepaling en 2 jaar inlooperperiode)
- Een recente periode moet beschikbaar zijn. Specifiek een periode vanaf 2000, vanwege de aanleg van de woonwijken rondom het Paterswoldsemeer.
- Het model moet op dagbasis kunnen rekenen vanwege de processen en interesse in grondwaterfluctuatie
- Het systeem moet op het detailniveau van perceelniveau (25x25m) gegevens kunnen verwerken.

In het beleid peilbesluiten van waterschap Noorderzijlvest staat dat het bepalen van de doelrealisatie idealiter wordt gedaan met behulp van MIPWA en de Waterwijzer. MIPWA is het modelinstrumentarium voor Noord-Nederland. Het bestrijkt de provincie Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel. De provincies stimuleren het gebruik van MIPWA voor grondwaterstudies, omdat dit de verdere ontwikkeling van het model ten goede komt.

### 3.2 Keuze grondwatermodel

Als modelinstrumentarium is gebruik gemaakt van MIPWA versie 3.0. Vanuit MIPWA is een regionale uitsnede gemaakt. Deze modeluitsnede zal waar nodig worden verfijnd en wordt vervolgens gekalibreerd.

Enkele gegevens over MIPWA:

- De standaard beschikbare modelperiode van MIPWA is 1989 t/m 2014
- Veel invoerbestanden van MIPWA zijn beschikbaar op 25 m resolutie. Voor de regionale uitsnede zal met een resolutie van 25 x 25m gerekend worden.
- Het lagenmodel is gebaseerd op REGIS II v2.1, aangevuld met regionale informatie. (zie rapport ‘MIPWA 3.0 actualisatie fase 1 - Lagenmodel’, dec 2015, 1210383-000)



## 4 PARAMETERS EN SCHEMATISATIE

In onderstaande paragraaf is beschreven welke modules en packages gebruikt zijn voor het regionale model en welke uitgangspunten daarin gehanteerd zijn. De uitgangspunten zijn onderverdeeld in algemene modelvariabelen, uitgangspunten van de modules en uitgangspunten van de packages.

Voor deze grondwatermodellering is gebruik gemaakt van een regionale uitsnede van MIPWA 3.0. Eerdere modelstudies met MIPWA laten zien dat sommige zaken aandacht behoeven. De eerdere ervaring zijn meegenomen in de aanbevelingen voor de uitgangspunten. In de kolom 'opmerking' is terug te zien als er een actieve handeling of keuze is gemaakt ten opzichte van de standaard MIPWA uitgangspunten.

Tabel 4-1 Algemene modeluitgangspunten

Variabele	Toelichting
Modelinstrumentarium	MIPWA 3.0
Tijdsperiode	2004 – 2014 (verlengd t/m 2018)
Tijdsstap model	1 dag
Resolutie	25 x 25m

Tabel 4-2 Overzicht van de gebruikte modules en de gehanteerde uitgangspunten.

Module	Algemene toelichting	Wijzigingen
<b>CAP</b>	<p>Capillaire zone (MetaSWAP). De standaard beschikbare meetperiode is van 1989 t/m 2014.</p> <p>Voor de CAP module wordt gebruikt gemaakt van MetaSWAP.</p> <p>De beschikbare landgebruik en maaiveldhoogtekaart in MetaSWAP zijn respectievelijk LGN6 en AHN2.</p>	<p>De aanwezige open water (WTA) en stedelijke oppervlaktes (UBA) in de MetaSWAP modules zijn gecontroleerd en niet aangepast, omdat deze naar benadering overeenkwamen met de werkelijkheid.</p> <p>De meteo data (i.e. dagelijkse neerslagsom en Makins verdamping) is aangevuld t/m 2018. Hierbij zijn ook de bestanden para_sim.inp en mete_grid.inp aangepast.</p> <p>Standaard bevat MIPWA niet de nieuwste versie van MetaSWAP (op basis van de 72 BOFEK-eenheden). Dit is geüpdatet naar LHM2016_v01: para_sim.inp.</p>
<b>BND</b>	<p>Deze module geeft aan welke modelcellen actief zijn (1) of inactief zijn met een vaste stijghoogte (-1) of geen stroming (0).</p>	<p>Gecontroleerd, geen aanpassingen uitgevoerd.</p>
<b>SHD</b>	<p>Startstijghoogten: standaard zijn dit de stationaire ('steady-state') stijghoogten van MIPWA.</p>	<p>Later worden deze vervangen door nieuwe startstijghoogten op basis van het gekalibreerde model.</p>
<b>KHV</b>	<p>Horizontale doorlatendheid (<math>k_H</math>) watervoerend pakket</p>	<p>De <math>k_H</math> waarden zijn gecontroleerd met REGIS II v2.2, en naar aanleiding hiervan is het volgende gewijzigd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De doorlatendheid van zandlagen uit de Formatie van Boxtel zijn overschat in de voorgaande versie van REGIS (en MIPWA 3.0). Uit REGIS II v2.2 blijkt dat dit maximaal <math>6 \text{ m d}^{-1}</math> is in het modelgebied, deze maximale doorlatendheid is opgelegd aan modellaag 1 t/m 3.</li> <li>- Ter plaatse van het Paterwoldsemeer is de horizontale doorlatendheid (<math>k_H</math>) aangepast naar <math>1000 \text{ m d}^{-1}</math> (gelijk aan de gehanteerde waarden in zandwinplassen).</li> </ul>
<b>KVV</b>	<p>Verticale doorlatendheid (<math>k_V</math>) scheidende lagen</p>	<p>De <math>k_V</math> waarden zijn gecontroleerd met de in REGIS beschikbare informatie</p>

<b>KVA</b>	Verticale anisotropie (i.e. verhouding tussen de $k_V$ en $k_H$ van het watervoerend pakket)	De verticale anisotropie is gecontroleerd, en lijkt alleen voor de deklaag (modellaag 1) mogelijk aan de lage kant bij veenlagen.
<b>STO</b>	Grote open wateren (plassen en meren) hebben een berging van 100%	De berging van het Paterwoldsemeer is gecontroleerd en t.p.v. het meer aangepast naar 1.
<b>TOP</b>	Bovenkant watervoerend pakket	Gecontroleerd, geen aanpassingen uitgevoerd.
<b>BOT</b>	Onderkant watervoerend pakket	Ter plaatse van het Paterwoldsemeer is de bodemhoogte (uit de meerbodemscaan, november 2017) overgenomen en opgelegd aan het model.
<b>ANI</b>	Anisotropiehoek en -factor van scheefgestelde lagen (binnen gestuwde afzettingen)	Gecontroleerd, geen aanpassingen uitgevoerd.

Tabel 4-3 Overzicht van de gebruikte packages en de gehanteerde uitgangspunten.

Package	Algemene toelichting	Wijzigingen
<b>WEL</b>	Binnen MIPWA zijn alleen drinkwaterwinningen opgenomen.	Uit de door het waterschap (Egon) aangeleverde kaart met ondiepe onttrekkingen volgt dat nabij het Paterwoldsemeer vrijwel alle onttrekkingen buiten gebruik zijn. Deze overige onttrekkingen zijn voor de modellering niet tot nauwelijks relevant en zijn niet opgenomen in het model.
<b>DRN</b>	In MIPWA is onder elk gebouw en weg is drainage aanwezig. Dit staat voor een geforceerder ontwatering van wegen en gebouwen.	Voor de scenario's is het van belang dat de effecten op de grondwaterstanden onder bebouwing en percelen goed wordt berekend. Drainage onder iedere weg en gebouw is niet realistisch. Dit lijkt ook te worden bevestigd door het waterschap (Egon) geleverde kaart van (buis)drainage.  Als worstcase en tevens meer realistische benadering is alle (buis)drainage bij infrastructuur en stedelijke bebouwing verwijderd uit het modelgebied. Buisdrainage in landelijke gebieden zijn niet aangepast.
<b>RIV</b>	De watergangen zijn standaard verdeeld over laag 1 t/m 9. De (grotere) watergangen en plassen komen ook in de STO-module voor.  Infiltrerende watergangen hebben standaard een infiltratiefactor van 0.33. Voor enkel drainerende watergangen is deze factor 0.	De peilen en bodemhoogtes van de hoofdwatertgangen zijn gecontroleerd, en de zomer- en winterpeilen in MIPWA kwamen naar benadering overeen met de aangeleverde peilgebieden.  Het Paterwoldsemeer is als afzonderlijke eenheid opgenomen in het model en uitgesneden uit het TOP10VLAK bestand. De conductance van het Paterwoldsemeer is hierbij bepaald o.b.v. de slijdikte uit de onlangs uitgevoerde meerbodemscaan. Hierbij zijn twee varianten van de doorlatendheid van het slib (i.e. weerstand): 1 cm per dag en 1 mm per dag.  De infiltratiefactor is gecontroleerd op basis van veldkennis. Hierbij is het principe gehanteerd dat watergangen met inlaten een infiltratiefactor van 0.33 hebben, en droogvallende waterlopen een infiltratiefactor van 0. De controle heeft niet geleid tot aanpassingen aan het model.  Er wordt niet gekalibreerd op de infiltratiefactor, omdat dit al gebeurd op de conductance van de watergangen.
<b>ISG</b>	ISG bevat de lijnbestanden van de watergangen. Deze lijn bestanden worden automatisch omgezet naar rasterbestanden door iMOD.	Om grip op de verrastering te kunnen hebben en vanwege de overzichtelijkheid bij het verwerken van scenario's zijn de ISG-watergangen omgezet naar de RIV-package.

---

<b>OLF</b>	Deze module berekent oppervlakkige afvoer zodra de grondwaterstand boven het maaiveld komt.	Tijdens een eerste berekening is de OLF package aangezet om te bepalen waar stroming over maaiveld plaatsvindt. Dit liet zien dat er geen significante stroming over maaiveld wordt berekend.
<b>CHD</b>	Modelranden: Om geen randeffecten van maatregelen te krijgen, rekenen we met een 'buffer' van minimaal 2 * spreidingslengte.	Om te beschikken randeffecten te krijgen is bij kalibratie berekening een veel groter modelgebied doorgerekend (van 9 bij 10 km, met een bufferzone van 1 km).

---

## 5 KALIBRATIE EN VALIDATIE

### 5.1 Validatie

Voordat we begonnen met de kalibratie van het model, zijn een aantal correcties of overige aanpassingen uitgevoerd op MIPWA: freatische bergingscoëfficiënt en doorlatendheid t.p.v. het Paterwoldsemeer, horizontale doorlatendheid modellaag 1 t/m 3, en buisdrainage onder stedelijk gebied en infrastructuur. Voor meer informatie, zie hoofdstuk 4.

Vervolgens zijn modelberekeningen uitgevoerd met het bestaande en aangepaste MIPWA-model, en zijn de berekende grondwaterstanden vergeleken met gemeten grondwaterstanden van 15 (ondiepe) peilbuizen. Deze peilbuizen zijn aangeleverd door het waterschap, en bevatten allen minimaal 2 jaar aan metingen in de periode 2004 t/m 2014 (Figuur 5-1).



Figuur 5-1 Locaties 15 peilbuizen met meetreeks van meer dan twee jaar in de kalibratieperiode (2004 t/m 2014).

In het plan van aanpak is 1 kalibratieronde aangeboden. In overleg met de opdrachtgever is ervoor gekozen om te beginnen met de validatie van het bestaande model. Door hiermee te starten is direct duidelijk hoe groot het verschil tussen de gemodelleerde en berekende waterstanden zijn. Met de resultaten van het model dient uiteindelijk de doelrealisatie landbouw en natuur in kaart te worden gebracht. Hiervoor is het van belang dat de absolute stijghoogtes kloppend zijn. Daarnaast liggen er vragen met betrekking tot de kwelflux en de waterbalans van het Paterwoldsemeer, en dient deze flux ook goed te zijn.

In Tabel 5-1 is weergegeven waarop en met welke criteria het model beoordeeld wordt.

Tabel 5-1 Kalibratie en validatie criteria

Validatie	Beoordeling
<b>Stap 1: Grondwaterstanden / Stijghoogten (GxG's)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De gemiddelde afwijking van de stijghoogte moet kleiner zijn dan 25 cm, waarbij er geen systematische fout mag zijn</li> <li>De absolute gemiddelde afwijking mag niet meer zijn dan 10% van het regionale grondwaterstandsverloop, anders dient de fout per peilbuis verklaard te worden. Het regionale grondwaterstandsverloop is hierbij gedefinieerd als het absolute verschil in GxG binnen het projectgebied (i.e. de GxG varieert van ca. -1.6 tot 0.92 m NAP: oftewel 2.5 m)</li> <li>Vergelijking model met het gemeten stijghoogte verloop van de peilbuizen, aangeleverd door het Waterschap.</li> </ul>
<b>Stap 2: Waterbalans Paterswoldsemeer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Sobek wordt duidelijk hoe de gemeten afvoer ruimtelijk verdeeld is. De gemeten afvoer met ruimtelijke verdeling vanuit het Sobekmodel, wordt gecombineerd met de resultaten van het grondwatermodel.</li> <li>Uit de opgestelde waterbalans voor het meer leiden we af wat de meest representatieve weerstand van de sliblaag is.</li> </ul>

Voor het gecorrigeerde MIPWA 3.0 zijn de gemeten en berekende GXG voor de peilbuizen in Figuur 5-1 samengevat in Tabel 5-2. Hieruit volgt voor de GLG, de gemiddelde grondwaterstand (GG), en de GHG een gemiddelde afwijking van 0.02, -0.13, en -0.25 m, en een gemiddelde absolute afwijking van 0.23, 0.23, en 0.27 m. Hierbij zijn er een aantal peilbuizen met een relatief grote afwijking (i.e. meer dan 0.25 m): B07D0469, B07D0502, B07D0503, en B12B1642.

Tabel 5-2 Vergelijking gemeten en berekende GXG (in m NAP), na correcties

Peilbuis	Gemeten GLG	Berekend GLG	Gemeten Gemiddeld	Berekend Gemiddeld	Gemeten GHG	Berekend GHG
B07D0336	-1.23	-1.09 (0.14)	-0.88	-0.81 (0.07)	-0.67	-0.58 (0.09)
B07D0469	-2.21	-1.06 (1.15)	-1.57	-1.04 (0.53)	-0.78	-1.01 (-0.23)
B07D0477	-0.12	-0.13 (-0.02)	0.26	0.17 (-0.09)	0.68	0.55 (-0.13)
B07D0501	-0.9	-1.08 (-0.18)	-0.76	-0.95 (-0.19)	-0.62	-0.8 (-0.18)
B07D0502	-1.03	-1.28 (-0.25)	-0.9	-1.21 (-0.32)	-0.77	-1.13 (-0.36)
B07D0503	-0.61	-1.13 (-0.51)	-0.42	-1.08 (-0.66)	-0.25	-1.01 (-0.75)
B07D0538	-1.33	-1.39 (-0.06)	-1.22	-1.29 (-0.07)	-1.11	-1.15 (-0.04)
B07D1887	-1.26	-1.31 (-0.06)	-1.03	-1.19 (-0.16)	-0.88	-1.05 (-0.16)
B07D1888	-1.22	-1.27 (-0.05)	-0.9	-1.03 (-0.14)	-0.77	-0.7 (0.07)
B07D1889	-1.62	-1.26 (0.36)	-1.19	-1.03 (0.16)	-0.75	-0.86 (-0.1)
B07D1890	-1.34	-1.23 (0.12)	-0.72	-0.96 (-0.24)	-0.24	-0.73 (-0.49)
B07D1893	-0.99	-1.14 (-0.15)	-0.83	-1.01 (-0.17)	-0.7	-0.86 (-0.17)
B07D1895	-1.08	-0.97 (0.1)	-0.74	-0.81 (-0.07)	-0.33	-0.63 (-0.3)
B07D2573	-0.64	-0.68 (-0.04)	-0.41	-0.53 (-0.12)	-0.16	-0.36 (-0.2)
B12B1642	-0.38	-0.68 (-0.3)	0.23	-0.29 (-0.52)	0.92	0.22 (-0.7)



Voor de meeste peilbuizen kunnen afwijkingen (naar verwachting) worden verbeterd door een kalibratie op de (relatief lage) weerstand van het oppervlaktewatersysteem en de (relatief lage) weerstand van de veenlaag (modellaag 1). Voor peilbuis B07D0469 geldt echter dat de gemeten (relatief grote) fluctuaties in de grondwaterstand ook niet kon worden gereproduceerd met een tijdreeksmodel (in Menyanthes): met neerslag en verdamping als verklarende variabelen. Dit betekent dat de gemeten fluctuaties door een ander proces worden veroorzaakt, mogelijk door nabijgelegen (voormalige) freatische onttrekkingsputten (i.e. DMS 10-4235 op ca. 60 m afstand, en DMS 13-8873 op ca. 90 m afstand).

Op basis van het gemeten verloop in grondwaterstand, zou de absoluut gemiddelde afwijking kleiner moeten zijn dan 0.25 m. Dit betekent dat het bestaande MIPWA-model qua grootte van de (absoluut) gemiddelde afwijking net voldoet aan de gestelde criteria. Echter het model onderschat systematisch de (gemiddelde tot hoogste) grondwaterstand, oftewel, de berekende (gemiddelde tot hoogste) grondwaterstanden liggen systematisch lager dan de gemeten (gemiddelde tot hoogste) grondwaterstand (zie Tabel 5-2).

## 5.2 Kalibratie I : Grondwaterstanden (GxG's)

Vanuit de analyse van het (grondwater)systeem en op basis van eerdere (vergelijkbare) ervaringen met het modelinstrumentarium MIPWA is de verwachting dat (1) de conductance van het oppervlaktewatersysteem, (2) de weerstandwaarden van de deklaag, en (3) de kD-waarden van het eerste watervoerende pakket de meeste invloed hebben op de modeluitkomsten. Bovendien zijn de eerste genoemde parameters over het algemeen ook één van de meest onzekere onderdelen van het model. Ten aanzien van de kD van het eerste watervoerende pakket is een correctie uitgevoerd ten aanzien van de horizontale doorlatendheid van modellaag 1 t/m 3 (zie H4), en is niet verder meegenomen bij de kalibratie vanwege een beperkte invloed van verdere aanpassingen aan de kD. Dit betekent dat de kalibratie zich heeft gericht op:

1. Conductance watergangen en waterpartijen (m.u.v. Paterwoldsemeer)
2. Weerstand deklaag (modellaag 1)

Uit de validatie blijkt dat het model met name de gemiddelde tot hoogste grondwaterstanden systematisch te laag inschat (zie Tabel 5-2). In combinatie met de (relatief lage) weerstand van het oppervlaktewatersysteem en de (relatief lage) weerstand van de veenlaag (modellaag 1) betekent dit de kalibratie zich richt op een verhoging van de weerstanden (verlaging van de conductance). In dit project is gekozen om de kalibratie handmatig uit te voeren, niet automatisch. Hiermee verkrijgen we expliciet inzicht in de aangepaste modelparameters en wordt kennis vergaard over de specifieke werking van dit gebied.

Voor beide kalibratieparameters is op basis van gevoeligheidsanalyse gekozen voor een verhoging met een factor 10, waarbij 3 varianten zijn doorgerekend:

1. Verlaging conductance (i.e. verhoging weerstand) oppervlaktewatersysteem met een factor 10
2. Verhoging weerstand deklaag (modellaag 1) met een factor 10
3. Combinatie (1+2): verlaging conductance + verhoging weerstand deklaag met een factor 10

De 3<sup>e</sup> variant geeft het beste kalibratieresultaat, en voor dit model zijn de gemeten en berekende GXG per peilbuis opgenomen in Tabel 5-3. Door de verlaging van de conductance (i.e. verhoging weerstand) wordt er minder wordt afgevoerd (gedraineerd) via het oppervlaktewatersysteem, waardoor de grondwaterstanden stijgen. Door de verhoging van de weerstand van de deklaag wordt de kwel en/of wegzijging naar dieper gelegen lagen kleiner, dit werkt als volgt door in de kalibratieresultaten:

- Op sommige locaties betekent dit dat er meer regenwater blijft 'hangen' in de deklaag (modellaag 1), oftewel dat er minder wegzijging plaatsvindt. Dit leidt tot een verhoging van de grondwaterstand voor de peilbuizen met filters in de deklaag.
- Op andere locaties, bijvoorbeeld op plekken met drainage (boven de deklaag), leidt een hogere weerstand tot een kleinere kwel naar het maaiveld, oftewel minder 'verlies' door kwel. Dit leidt tot hogere stijghoogte in de watervoerende lagen (modellaag 2 en hoger).

Hieruit volgt voor de GLG, de gemiddelde grondwaterstand (GG), en de GHG een gemiddelde afwijking van 0.02, 0.01, en 0.02 m, en een gemiddelde absolute afwijking van 0.24, 0.16, en 0.15 m. In dit model is geen systematische afwijking aanwezig, en zijn de afwijkingen van met name de gemiddelde en (gemiddeld) hoogste grondwaterstand substantieel verbeterd. Met het oog op de geplande verhoging van het waterpeil in de model scenario's zijn dit tevens de belangrijkste aandachtspunten.

Tabel 5-3 Kalibratie parameters

Peilbuis	Gemeten GLG	Berekend GLG	Gemeten Gemiddeld	Berekend Gemiddeld	Gemeten GHG	Berekend GHG
B07D0336	-1.23	-1.01 (0.22)	-0.88	-0.7 (0.18)	-0.67	-0.45 (0.22)
B07D0469	-2.21	-1.12 (1.09)	-1.57	-1 (0.57)	-0.78	-0.86 (-0.08)
B07D0477	-0.12	-0.27 (-0.15)	0.26	0.18 (-0.08)	0.68	0.74 (0.06)
B07D0501	-0.9	-1.15 (-0.24)	-0.76	-0.81 (-0.05)	-0.62	-0.51 (0.11)
B07D0502	-1.03	-1.37 (-0.34)	-0.9	-1.13 (-0.24)	-0.77	-0.91 (-0.14)
B07D0503	-0.61	-1.21 (-0.6)	-0.42	-0.8 (-0.39)	-0.25	-0.27 (-0.02)
B07D0538	-1.33	-1.31 (0.02)	-1.22	-1.11 (0.11)	-1.11	-0.86 (0.25)
B07D1887	-1.26	-1.3 (-0.04)	-1.03	-1.03 (0)	-0.88	-0.82 (0.06)
B07D1888	-1.22	-1.21 (0.01)	-0.9	-0.84 (0.06)	-0.77	-0.54 (0.23)
B07D1889	-1.62	-1.18 (0.44)	-1.19	-0.9 (0.29)	-0.75	-0.71 (0.04)
B07D1890	-1.34	-1.14 (0.2)	-0.72	-0.82 (-0.09)	-0.24	-0.55 (-0.31)
B07D1893	-0.99	-1.08 (-0.08)	-0.83	-0.69 (0.14)	-0.7	-0.44 (0.25)
B07D1895	-1.08	-1.17 (-0.09)	-0.74	-0.91 (-0.17)	-0.33	-0.65 (-0.32)
B07D2573	-0.64	-0.63 (0.01)	-0.41	-0.39 (0.02)	-0.16	-0.18 (-0.02)
B12B1642	-0.38	-0.5 (-0.11)	0.23	0.09 (-0.14)	0.92	0.82 (-0.1)

Bij de kalibratiestappen is ook iedere keer het gemeten stijghoogte verloop van de peilbuizen vergeleken met de berekende stijghoogten, voor de periode 2004 t/m 2014. Deze zijn gegenereerd voor alle kalibratieberekeningen, maar niet opgenomen in dit rapport.

### 5.3 Kalibratie II : Waterbalans

Na de kalibratie op de grondwaterstanden / stijghoogten zijn 2 varianten doorgerekend van de weerstand van de sliblaag (i.e. conductance) in het Paterwoldsemeer. Dit om een indruk te krijgen van de variatie in de kwel / wegzijging naar het Paterwoldsemeer. Als eerste schatting is uitgegaan van een verticale doorlatendheid van het slib van (1)  $0.01 \text{ m d}^{-1}$  tot (2)  $0.001 \text{ m d}^{-1}$ . Op basis van de aangetroffen slibdikte in de recent uitgevoerde meerbodemscaan en deze doorlatendheden zijn 2 varianten van de weerstand (i.e. conductance) van het Paterwoldsemeer bepaald en doorgerekend. Bij de uitwerking de waterbalans worden beide varianten meegenomen en bekeken welke het meest passend is.

## 6 SCENARIO'S

Voordat het model de scenario's worden doorgerekend, worden de randvoorwaarden van het model bepaald. De stijghoogtes aan de randen van het model worden gehaald uit het volledige MIPWA. MIPWA wordt eenmalig doorgerekend op de standaardresolutie van 250 x 250 m, de stijghoogtes uit deze berekening worden gebruikt als randvoorwaarden aan de modelrand van het nieuwe regionale model.

Voor het beantwoorden van de vragen zullen meerdere scenario's doorgerekend moeten worden.

1. Het allereerste scenario is de referentie. De referentieperiode representeert de huidige inrichting met een representatieve modelperiode qua meteo-gegevens. Deze periode kan hetzelfde zijn als de periode van de kalibratie, maar kan ook afwijken. Uit ervaring blijkt dat met een recentere periode meer draagvlak in het gebied te creëren is. Het project Meerweg maakt geen deel uit van de referentie. Vanuit dit scenario wordt de huidige omgevingseffecten in kaart gebracht voor het bepalen van het Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime.
2. Scenario 1 is de inrichtingsvariant. In dit scenario wordt het voorgestelde variabele peil voor het Paterwoldsemeer en de voorgestelde peilen voor de omliggende peilgebieden doorgerekend.

In het huidige voorstel worden geen klimaatscenario's doorgerekend met het grondwatermodel.

Voor alle scenario's zullen kaarten opgesteld worden van de GxG's (GHG, GVG en GLG) en van de kwel. Voor 1 scenario worden de omgevingseffecten beoordeeld.



## 7 BEOORDELING VAN OMGEVINGSEFFECTEN

Om te beoordelen wat de omgevingseffecten zijn, wordt op verschillende zaken getoetst. In Tabel 7-1 is een overzicht gegeven van de functies die worden getoetst, het instrument wat hiervoor gebruikt wordt, en de criteria die worden gehanteerd.

In ieder geval wordt de doelrealisatie landbouw en natuur bepaald en wordt de bebouwing getest. Als blijkt dat de GHG sterk stijgt, kan er extra naar de waterveiligheid worden gekeken. Een mogelijkheid is dat dat de bergingsverandering in de bovengrond in kaart wordt gebracht bij een bepaalde neerslaggebeurtenis (bijvoorbeeld >40 wanneer de GWS>GHG). Deze berekening wordt niet standaard gemaakt, alleen als het scenario blijkt dat de GHG sterk stijgt.

Tabel 7-1 Toetsingscriteria omgevingseffecten

Functie	Toetsingsinstrument	Toetsingscriteria
<b>Landbouw</b>	Waterwijzer landbouw	Droogteschade (%) Natschade (%) Totaalschade (%)  Hiermee wordt ook de doelrealisatie bepaald (de doelrealisatie (%) = 100% - Totaalschade (%))
<b>Natuur</b>	Waterwijzer natuur	Bepalen doelrealisatie bestaande natuurdoelen met WATERNOOD
<b>Bebouwing</b>	Droogleggingsnorm	GHG < 70 cm-mv
<b>Waterveiligheid</b>	Bergingsverandering bovengrond	Als blijkt dat de grondwaterstand erg stijgt, kan de bergingsverandering in kaart worden gebracht. Hiervoor wordt een gebeurtenis geselecteerd met >40mm regen wanneer de GWS>GHG en wordt het verschil in berging tot maaiveld in beeld gebracht. Deze bepaling wordt niet standaard gedaan. Alleen als in >10% van het gebied de grondwaterstand > 10cm stijgt.

## 8 RISICO'S EN RAAKVLAKKEN

In bovenstaande stappen is beschreven op welke manier het grondwatermodel zal worden opgesteld en op welke zaken zal worden getoetst. Hierbij is het mogelijk dat dingen niet lopen als gepland. Om in controle te blijven worden in deze stap de risico's geïnventariseerd en geprioriteerd en wordt bekeken welke preventieve en correctieve maatregelen aanvullend genomen kunnen worden. Hiermee blijven we in controle. Daarnaast wordt beschreven wat de raakvlakken zijn met andere deelonderzoeken en partijen.

Tabel 8-1 Risico's rondom de modellering

Risico	Prioriteit	Oplossing/gevolg
<b>Onvoldoende rekencapaciteit MIPWA server</b>	Hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>Goede afstemming met andere projecten</li> <li>Arcadis dient lokaal te rekenen.</li> <li>Vanuit Deltares is er geen coördinatie op het gebruik van de rekenomgeving.</li> </ul>
<b>Modelperiode niet in overeenstemming met meetperiode</b>	Hoog	Indien de perioden niet overeenkomen heeft het de voorkeur de modelperiode te verlengen. Als dit niet mogelijk blijft kan naar verlenging van de tijdsreeksen gekeken worden.
<b>Gegevens zijn niet op tijd beschikbaar</b>	Hoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uitloop project</li> <li>Uitsluitel kalibratiedoel of periode.</li> </ul>
<b>Capaciteitstekort waterschap</b>	Laag	
<b>Capaciteitstekort Arcadis</b>	Laag	Tijdig signaleren en andere specialisten inzetten. Dit wordt gecoördineerd in overleg met Anne de Weme en Wilco Klutman.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de deelonderzoeken en partijen waar raakvlakken mee zijn. Dit gaat met name om de partijen die afhankelijk zijn van deze grondwatermodellering. Deze kunnen mogelijk vragen om andere modelresultaten of een ander kalibratieresultaat (meer of minder nauwkeurig). Mocht er iets wijzigen in deze modellering, dan dient dat met deze partijen afgestemd te worden.

Tabel 8-2 Raakvlakken andere partijen en projecten met deze modellering.

Raakvlak met	Omschrijving
<b>Sobekmodel Waterschap</b>	Deze modellering is afhankelijk van het Sobekmodel van het waterschap voor de peilen bij basisafvoer.
<b>DOP1 peilbesluit</b>	Deze modellering is afhankelijk van de uitkomsten van de Sobekmodellering en afweging voor het vaststellen van het scenario met flexibel peil. De Sobekmodellering (klimaattoetsing) heeft de uitkomsten van deze modellering qua bergingsverandering nodig.
<b>Watersysteemanalyse</b>	Heeft de uitkomsten van de kwelstromen nodig voor de ecohydrologische watersysteemanalyse van het Paterswoldsemeer.

## COLOFON

### UITGANGSPUNTENNOTITIE GRONDWATERMODELLERING PATERWOLDSEMEER

**KLANT**

Waterschap Noorderzijlvest

**AUTEUR**

Sebastian Huizer

**PROJECTNUMMER**

C03081.000299

**ONZE REFERENTIE**

083766114 A

**DATUM**

28 maart 2019

**STATUS**

Definitief

**GECONTROLEERD DOOR**

Dinja Bol  
Hydroloog

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)