Tauw

Hydrologisch onderzoek effecten waterwinning Terwisscha

10 juli 2018

Verantwoording

Titel	Hydrologisch onderzoek effecten waterwinning Terwisscha
Opdrachtgever	BIJ12, unit AdviesCommissie Schade Grondwater
Projectleider	Xander Tekelenburg
Auteur(s)	ir. André Blonk
Projectnummer	1264821
Aantal pagina's	17
Datum	10 juli 2018
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 911
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1 Inleiding 4

2 Uitvoering 4

3 Berekende effecten 9

3.1 Grondwaterstandsveranderingen 9

3.2 Waterbalansberekening 14

Bijlage 1 Referenties

1 Inleiding

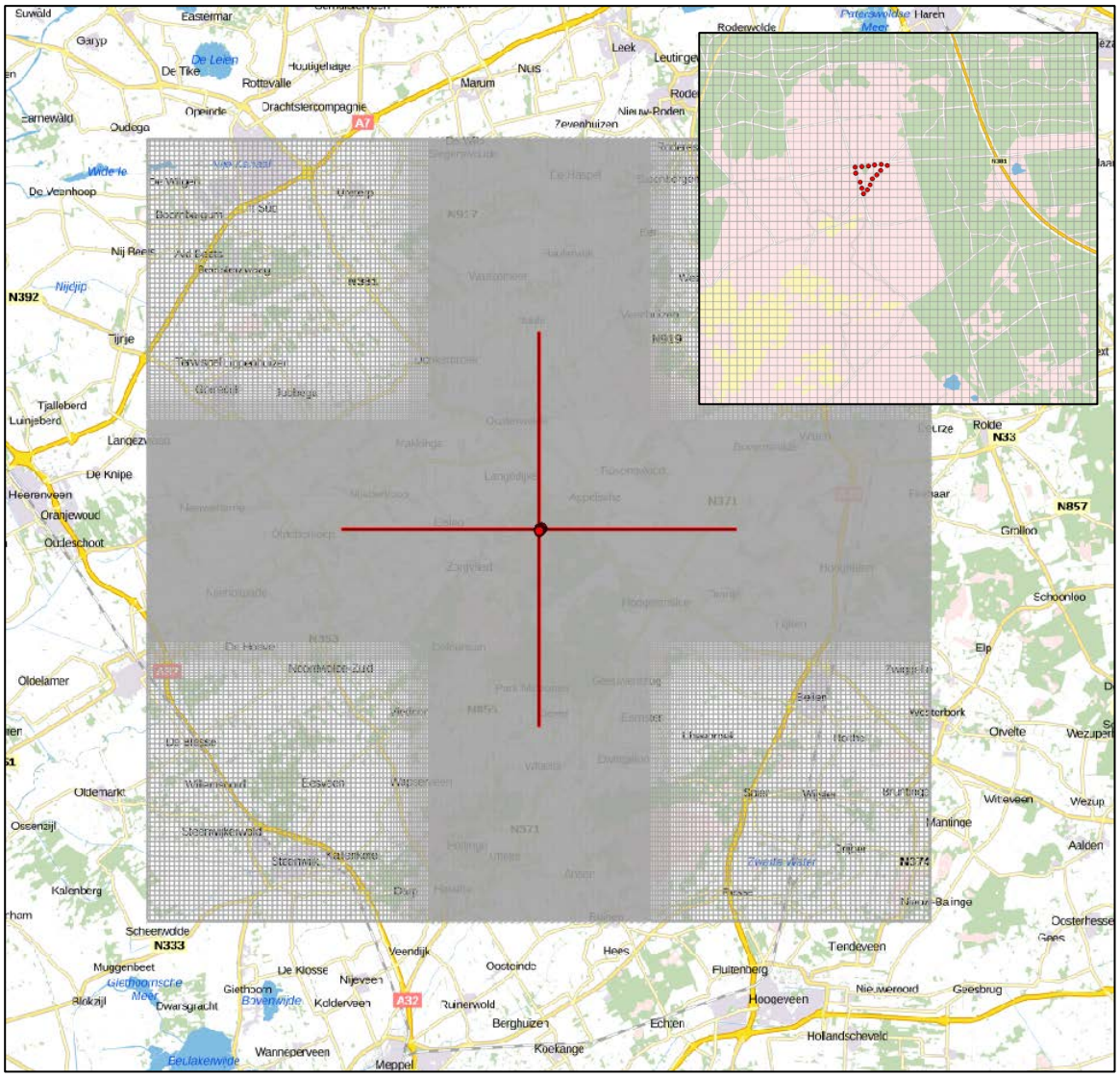
In opdracht van BIJ12 heeft Tauw voor de AdviesCommissie Schade Grondwater (ACSG) de hydrologische effecten bepaald van het pompstation Terwisscha. Het pompstation Terwisscha is gelegen direct ten zuidoosten van de gemeente Appelscha. Het pompstation heeft een vergund debiet van 7,5 miljoen m^3/jaar. Ten gevolgde van deze winning treden er onder andere grondwaterstandsverlaging op.
Deze grondwaterstandsverlagingen zijn berekend met het grondwater model Mipwa3.0 (referentie 1). Dit grondwatermodel is een niet stationair grondwatermodel welke de modelperiode van 2005 t/m 2014 beschrijft. In dit model wordt de neerslag-verdamping relatie gemodelleerd met het modelconcept Metaswap.

2 Uitvoering

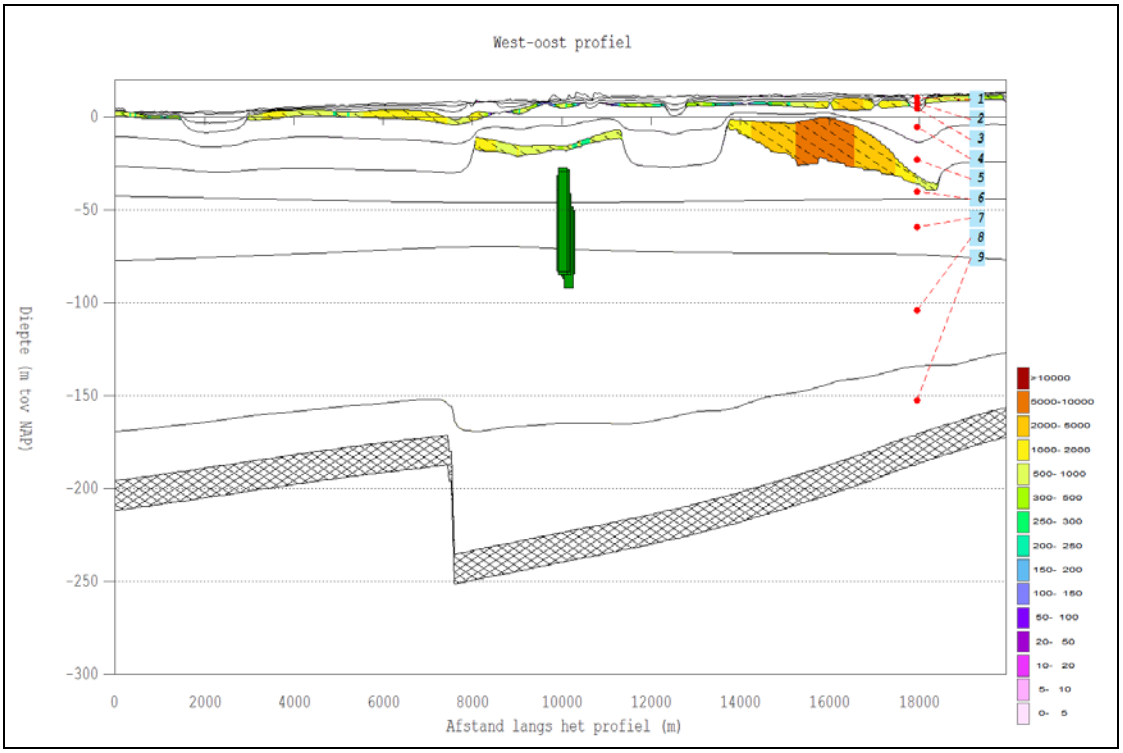
Uit eerder verkennende sommen met het Mipwa3.0 model is gebleken dat een modelgebied van 40x40 km^2 met coördinaten X: 196900-236900 en Y: 530700- 570700 voldoende ruim is om de effecten van de winning Terwisscha te berekenen. Het rekennetwerk wordt in het model variabel gedefinieerd. In een gebied van 10x10 km^2 direct rond de winlocatie wordt een rekenresolutie van 50x50 m^2 gehanteerd. In het overige gebied mag de rekenresolutie toenemen naar cellen met afmetingen van 250x250 m^2. De aanpassing van deze rekenresolutie wordt door iMODFLOW (de rekenmodule) bepaald (zie figuren 1 en 2). In figuur 1 is de ligging van het rekennetwerk weergegeven.
De berekening wordt uitgevoerd met een stapgrootte van 1 dag waarbij op elke 14^e en 28^e van de maand uitvoer wordt gegenereerd. Naast de uitvoer van berekende stijghoogten worden ook alle fluxen benodigd voor een sluitende waterbalans uitgevoerd.

Voor beide situaties worden GXG-berekeningen uitgevoerd voor de periode 2007-2014 met het programma iMOD_V4_2_X64R.exe en waarna de verschillen worden bepaald. Het grondwatermodel Mipwa 3.0 is opgebouwd uit 9 watervoerende modellagen van elkaar gescheiden door weerstandslagen. Voor deze weerstandslagen kan een onderscheid worden gemaakt tussen de feitelijke weerstandslagen en de zogenaamde hypothetische grensvlakken. Deze laatste zijn scheidende lagen die gekenmerkt worden door een weerstand met een dikte 0. De weerstand van deze scheidende lagen is in feite een gediscrediteerde weerstand en wordt bepaald uit de verticale anisotropie van de erboven - en eronder gelegen watervoerende lagen. De winning Terwisscha bestaat uit 15 onttrekkingsputten in een 3 hoekig patroon welke in het model zijn geplaatst in de modellagen 6, 7 en 8. In figuur 3 en 4 zijn 2 dwarsdoorsneden van het model gepresenteerd (west-oost en noord-zuid doorsnede) ter plaatse van het pompstation. In deze doorsneden zijn de feitelijke putfilterposities als groene verticale strepen weergegeven. Verder is in deze figuur op basis van de gehanteerde legende de c-waarde van de scheidende lagen gekleurd weergegeven. Hypothetische grensvlakken zijn door de dikte 0 als zwarte lijn zichtbaar.

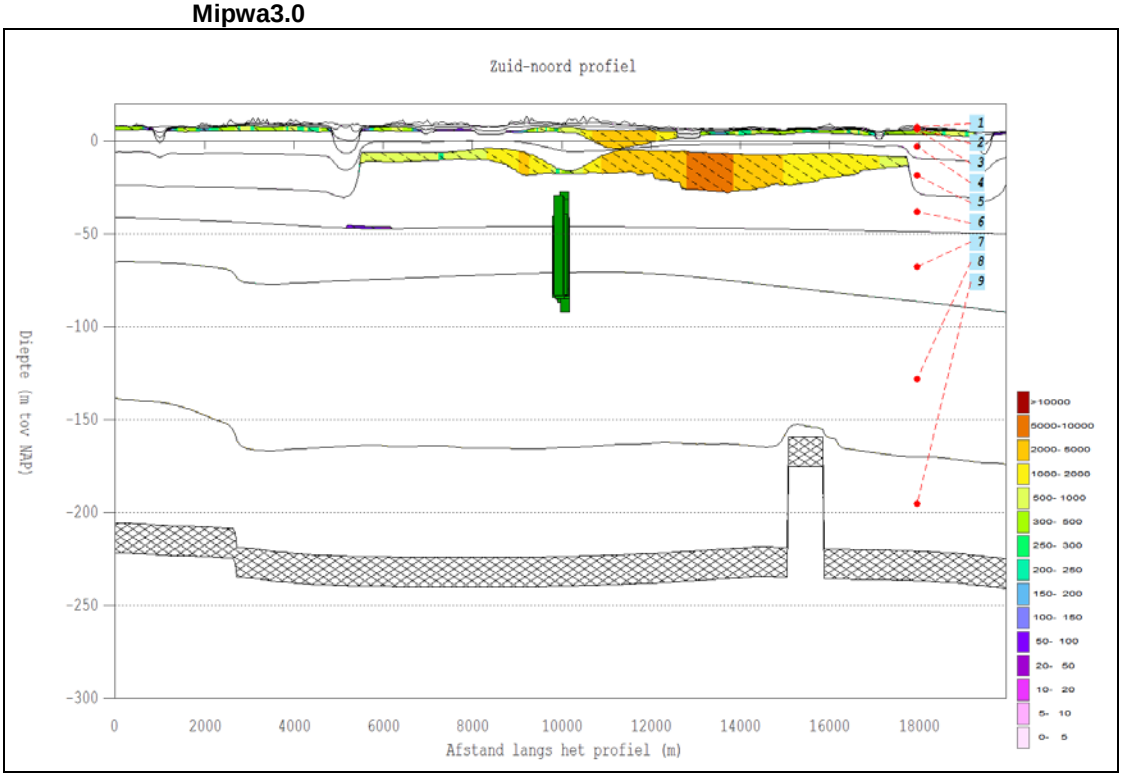
De berekende effecten van de winning worden gepresenteerd als veranderingen van de GHG en de GLG welke worden bepaald over de periode 2007-2014 zijnde 8 jaar. De eerste 2 berekende jaren (2005 en 2006) van het model worden als inspeelperiode beschouwd en blijven buiten beschouwing. De modelperiode van het Mipwa3.0 is verlengd tot en met 2016.
Met het grondwatermodel worden 2 modelberekeningen uitgevoerd. In de eerste berekening wordt de winning op het vergunningsdebiet zijnde 7,5 miljoen m^3/jaar gezet over de periode 2005 t/m 2016. In de tweede modelberekening wordt de winning over de periode 2005-2014 uitgezet. De modelperiode 2015-2016 wordt gebruikt om vast te stellen hoe snel de grondwaterstanden ten gevolge van de winning van 7,5 miljoen m^3/jaar weer op het oorspronkelijke niveau zijn.
In figuur 4 is het gemodelleerde onttrekkingsdebiet van de winning in een grafiek gepresenteerd. De oranje onderbroken lijn in deze grafiek is het gemodelleerde debiet waarbij de winning over de periode 2005-2016 op het vergunningsdebiet van 7,5 miljoen m^3/jaar is gezet. De blauwe doortrokken lijn is het gemodelleerde debiet waarbij de winning op 0 miljoen m^3/jaar is gezet.



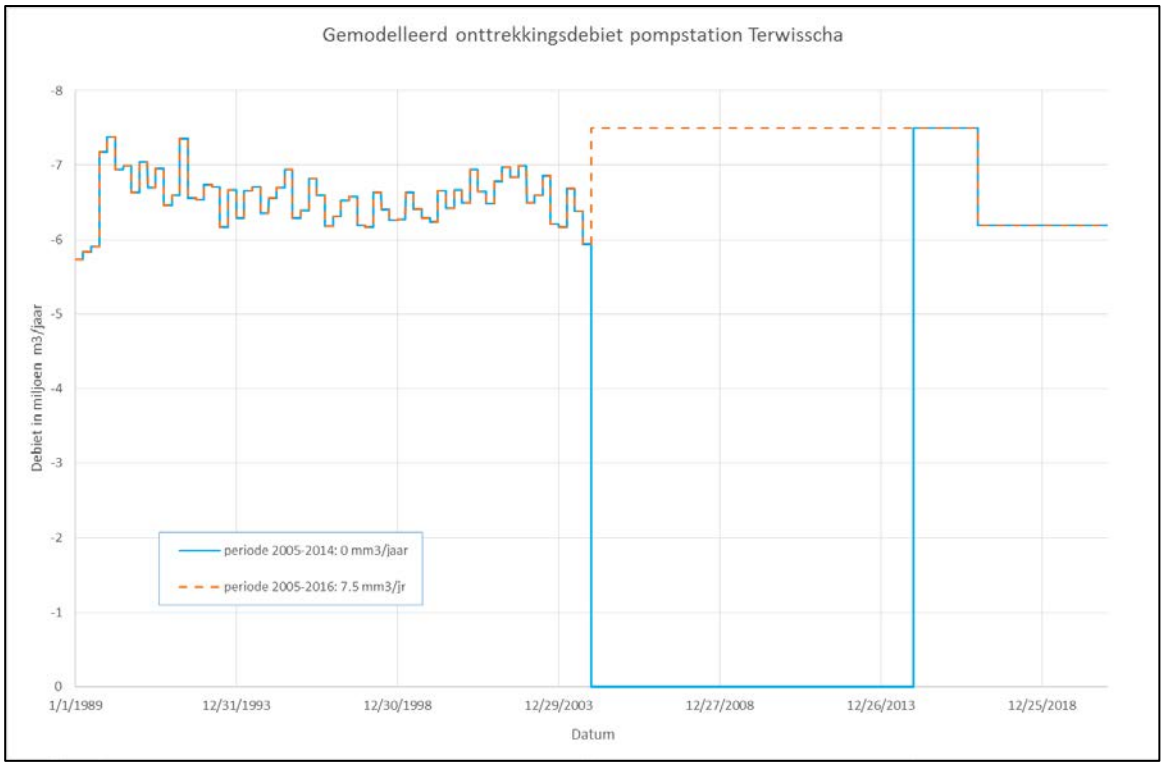
Figuur 1 **Ligging rekennetwerk, profielen en pompstation Terwisscha, inzet detail winlocatie**



Figuur 2 **West-oost profiel ter plaatse van pompstation Terwisscha volgens Mipwa3.0**



Figuur 3 **Zuid-noord profiel ter plaatse van pompstation Terwisscha volgens Mipwa3.0**

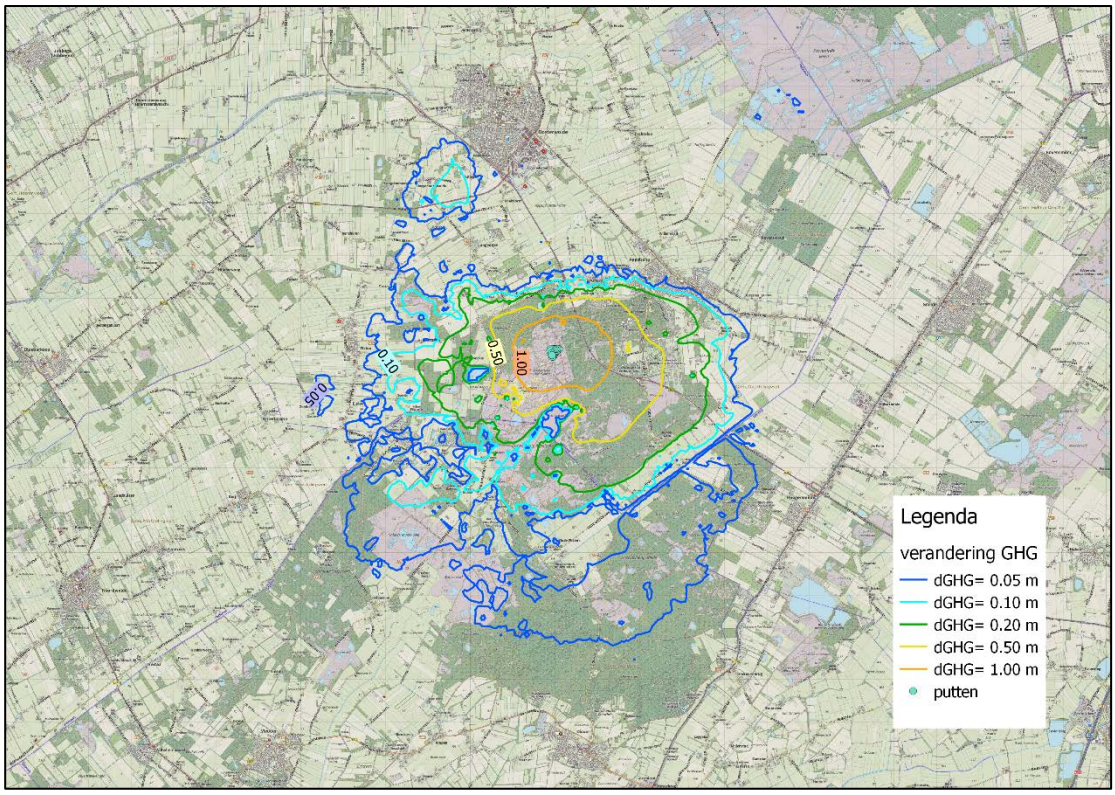


Figuur 4 **Gemodelleerd windebiet pompstation Terwisscha**

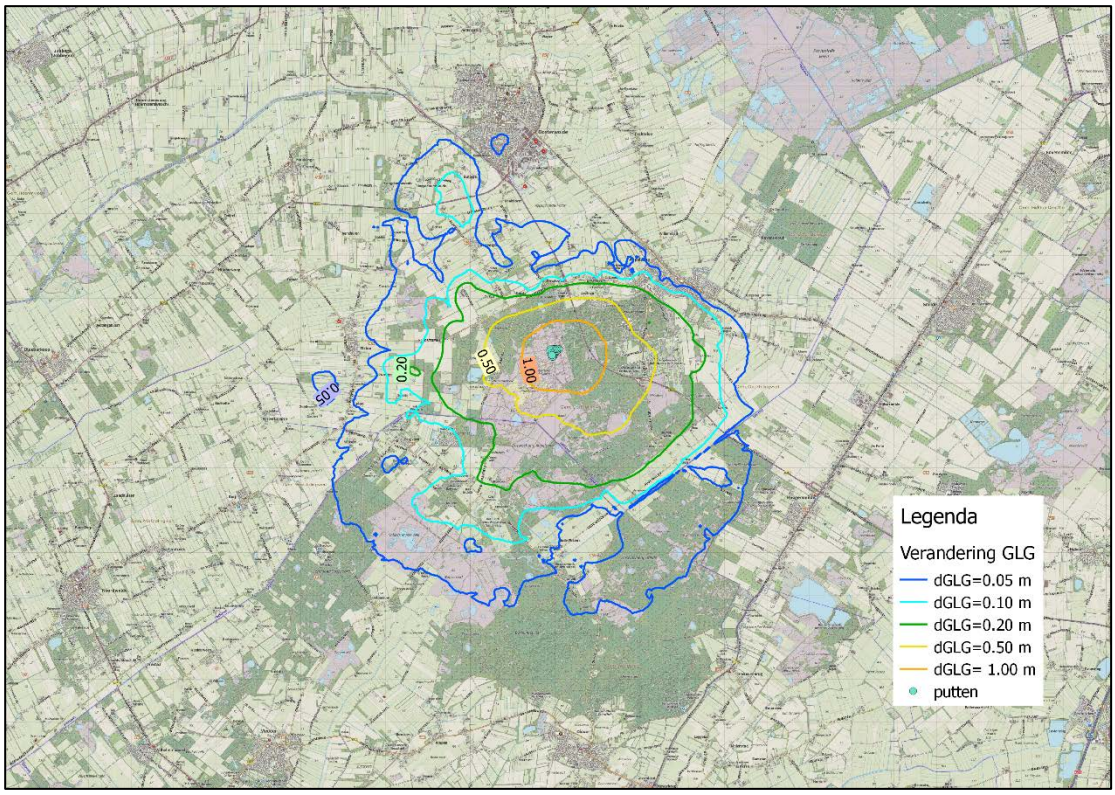
3 Berekende effecten

3.1 Grondwaterstandsveranderingen

De grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van de winning worden berekend op basis van zogenaamde GXG-berekeningen. Voor de modelperiode 2007-2014 (8 jaar) wordt het gemiddelde berekend van de 3 hoogste grondwaterstanden in het winterhalfjaar (GHG) en evenzo het gemiddelde van de 3 laagste grondwaterstanden in het zomerhalfjaar (GLG). De GHG is zodoende een maat voor het voorkomen van hoge grondwaterstanden in de modelperiode en de GLG is een maat voor het voorkomen van lage grondwaterstanden. Voor beide modelberekeningen, winning op 7.5 miljoen m3/jaar en winning op 0 miljoen m^3/jaar is de exercitie uitgevoerd. De grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van deze winning worden vervolgens berekend door het verschil te bepalen van de GHG en de GLG. Deze verschillen worden gepresenteerd als iso-lijnen kaarten (ΔGHG en ΔGLG) in respectievelijk de figuren 5 en 6.



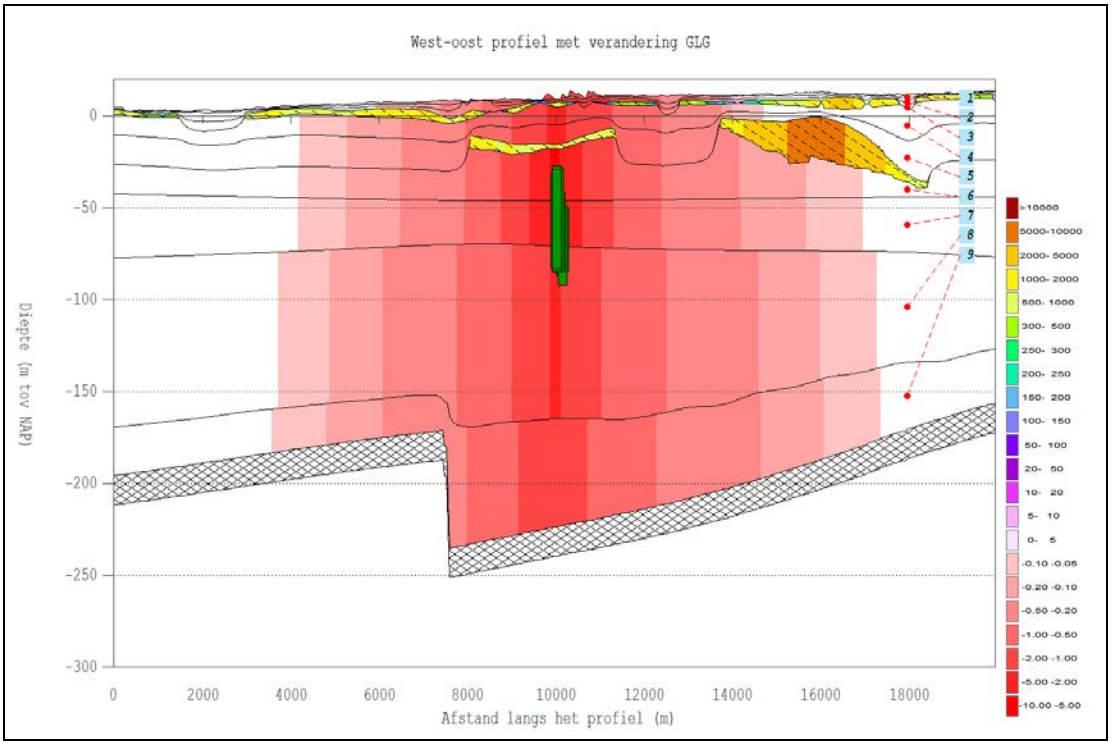
Figuur 5 **Veranderingen GHG (ΔGHG) in m ten gevolge van winning Terwisscha 7,5 miljoen m^3/jaar**



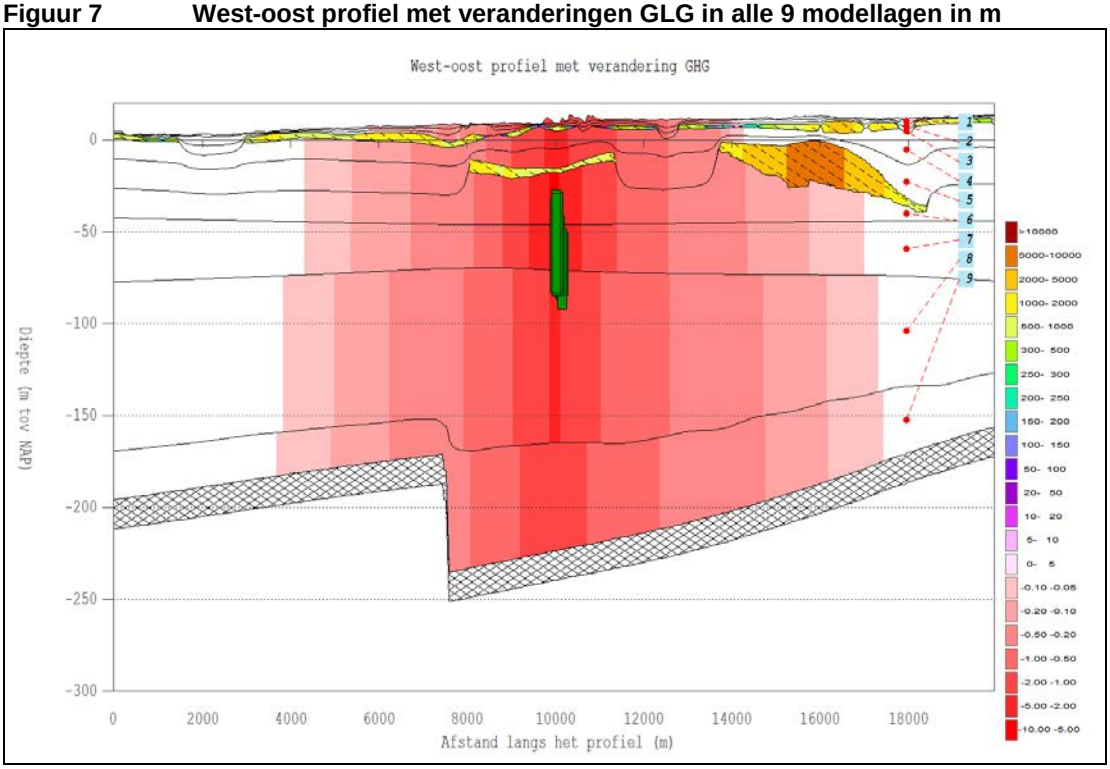
Figuur 6 **Veranderingen GLG (ΔGLG) in m ten gevolge van winning Terwisscha 7,5 miljoen m³/jaar**

Ter illustratie hoe de grondwaterstandsveranderingen zich in de diepte verspreiden zijn voor de eerder genoemde de ΔGHG en de ΔGLG in deze profielen geplot. In de figuren 7 en 8 zijn voor west-oost doorsnede de ΔGHG en de ΔGLG gepresenteerd. Evenzo zijn in de figuren 9 en 10 voor de zuid-noord doorsnede de ΔGHG en de ΔGLG weergegeven.

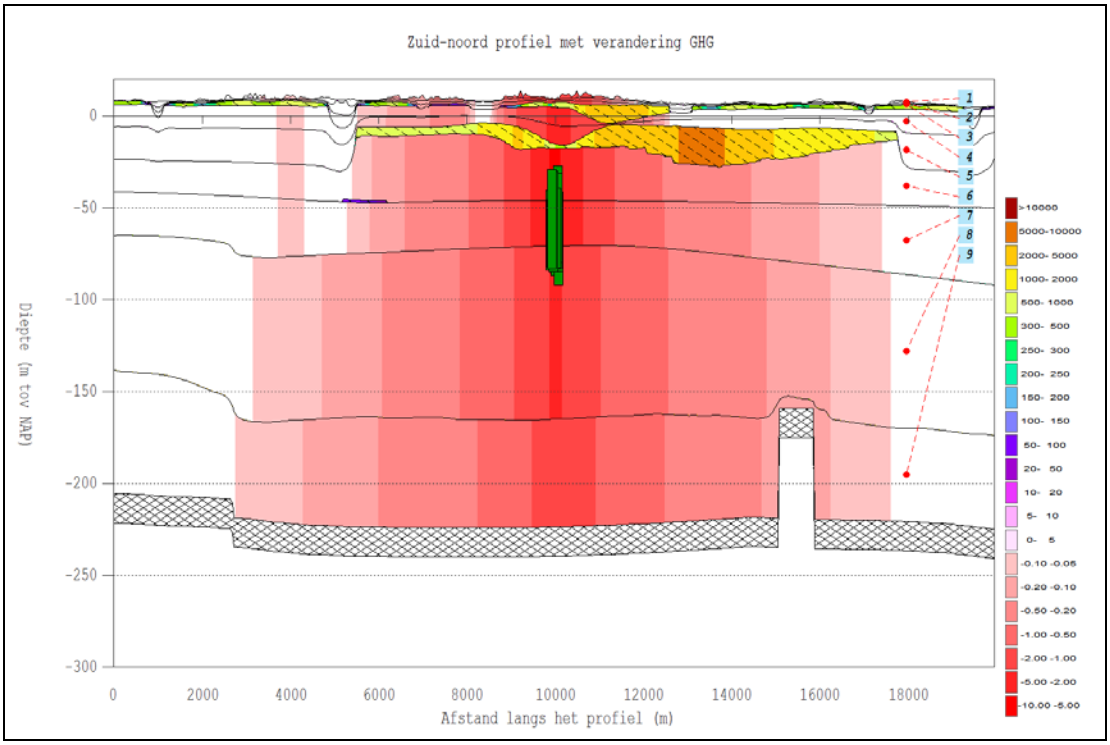
De veranderingen van de grondwaterstand kunnen ook als functie van de tijd worden berekend en in een tijdstijghoogtelijn worden gepresenteerd. Voor deze situatie is een imaginaire peilbuis ter plaatse van het winveld gekozen in modellaag 1. In figuur 11 is voor beide modelsituaties (onttrekking 0 miljoen m³/jaar, oranje lijn en onttrekking 7,5 miljoen m³/jaar, blauwe lijn) de berekende grondwaterstand in de loop der tijd weergegeven (2007-2016). Tevens is in het onderste deel van de figuur het verschil (rode lijn) tussen beide weergegeven. In één van de tweemodelberekeningen wordt de winning op 01012015 weer aangezet met een debiet van 7,5 miljoen m³/jaar. Uit het verloop van het verschil kan worden geconcludeerd dat de grondwaterstanden t.g.v. winning binnen 17 maanden weer nagenoeg op het oorspronkelijke niveau (<0.01 m).



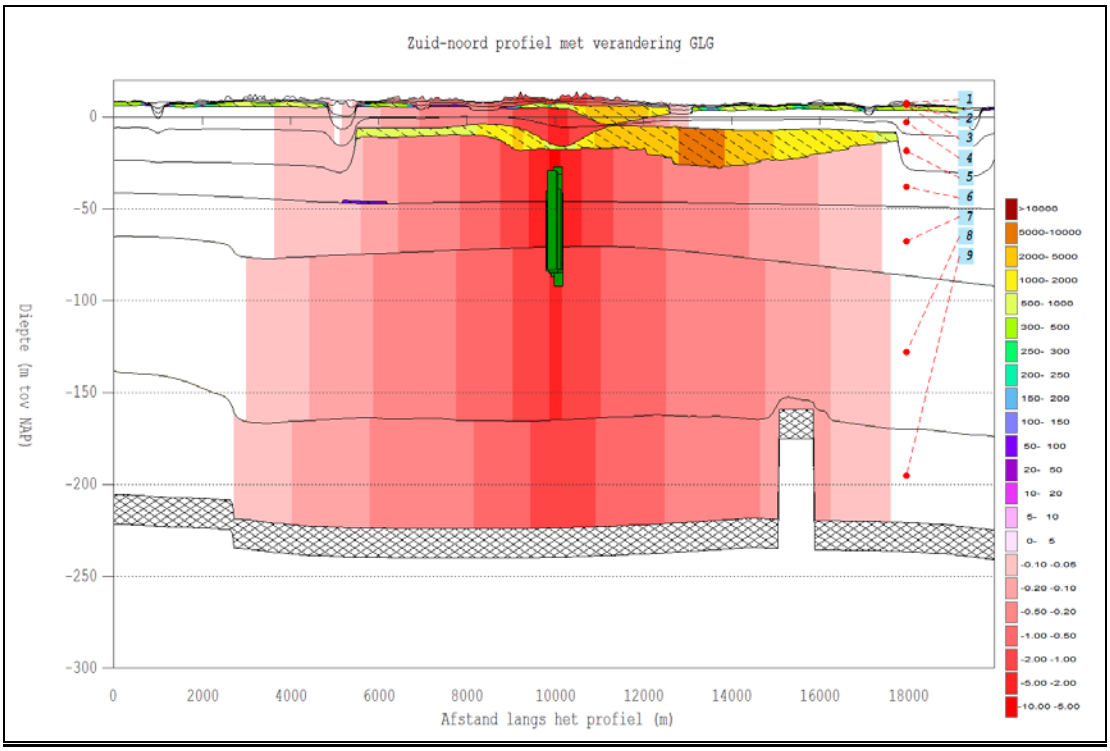
Figuur 7 **West-oost profiel met veranderingen GLG in alle 9 modellagen in m**



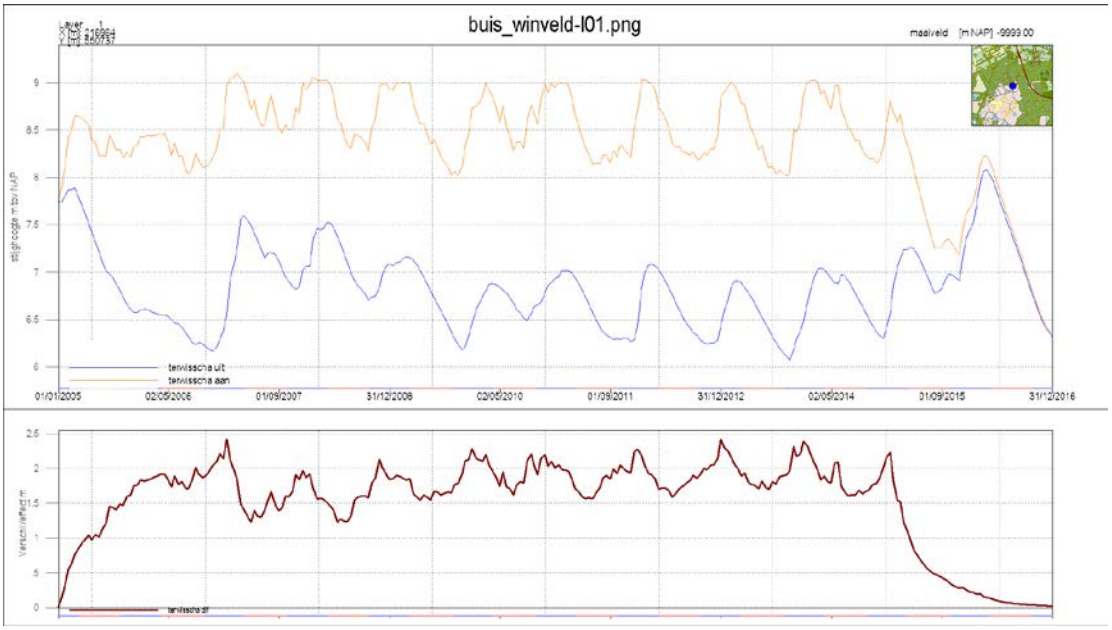
Figuur 8 **West-oost profiel met veranderingen GHG in alle 9 modellagen in m**



Figuur 9 **Zuid-noord profiel met veranderingen GHG in alle 9 modellagen in m**



Figuur 10 **Zuid-noord profiel met veranderingen GLG in alle 9 modellagen in m**



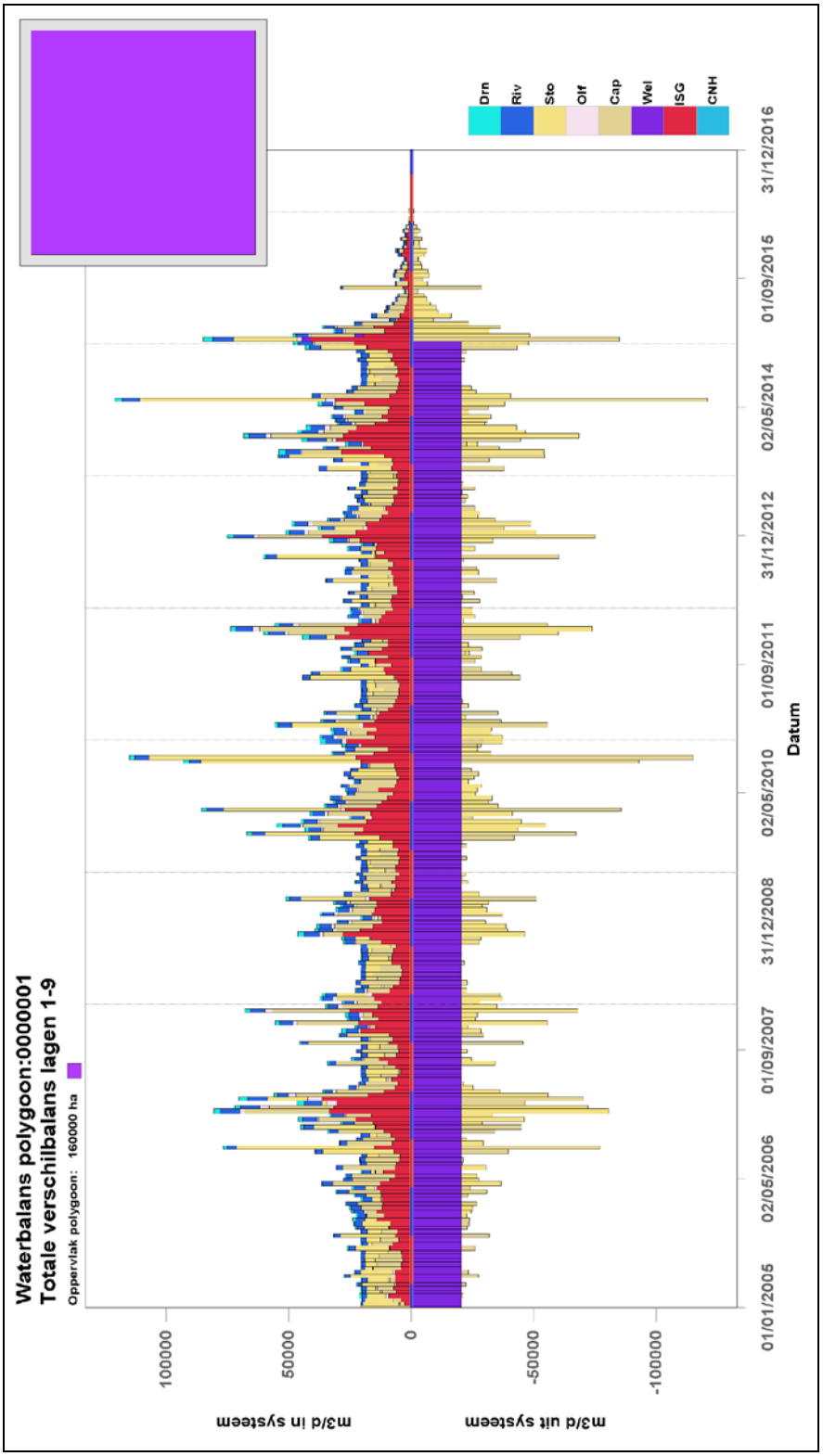
Figuur 11 **Tijdstijghoogtelijn van een imaginaire buis ter plaatse van het winveld welke de berekende grondwaterstand [m t.o.v. NAP] en de verandering van de grondwaterstand [m] weergeeft**

3.2 Waterbalansberekening

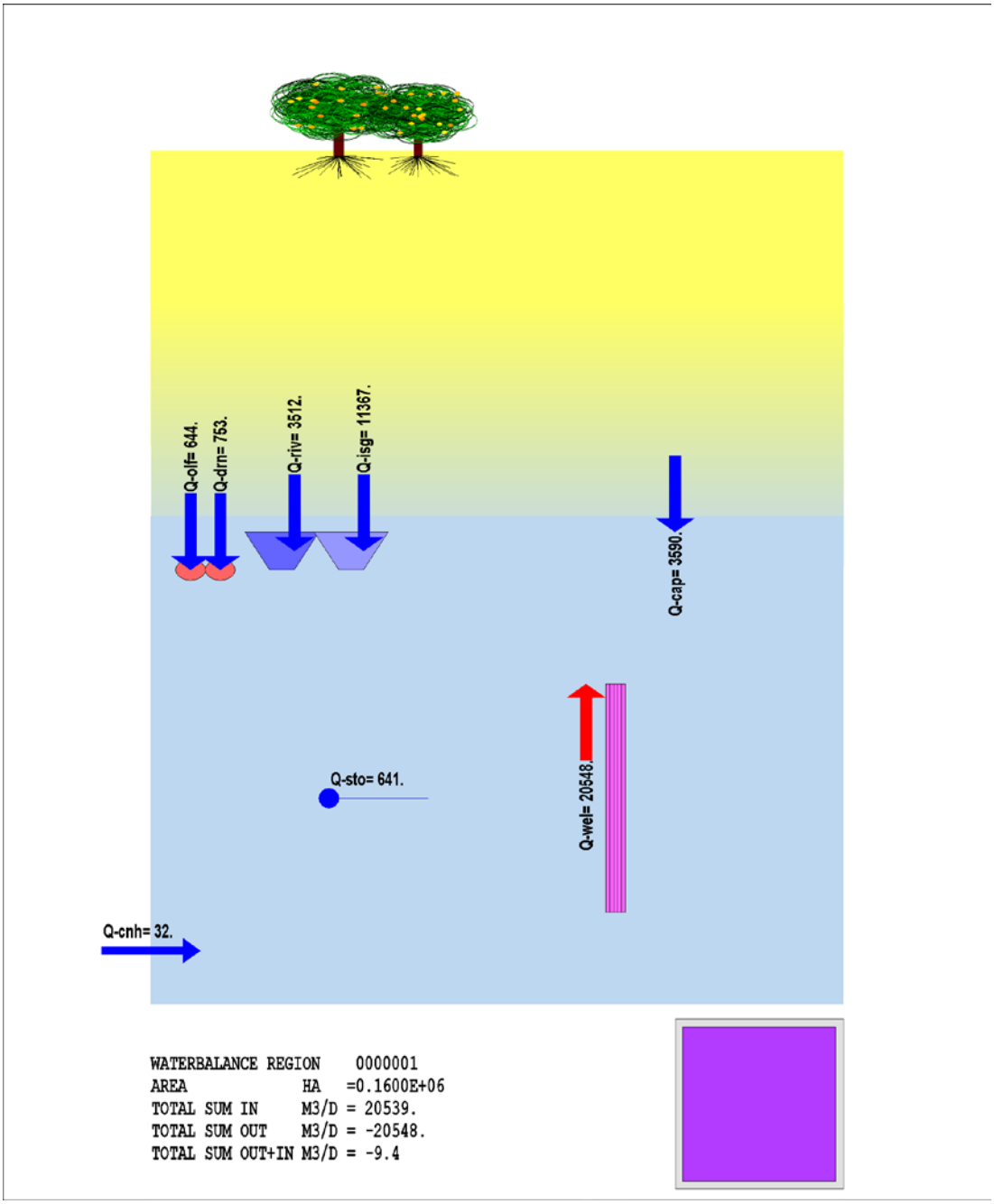
Voor het totale modelgebied is een niet stationaire verschil-waterbalans opgesteld. Een verschil waterbalans is zoals het woord al zegt een verschil van de waterbalans bij een onttrekking van 7,5 miljoen m^3/jaar met de waterbalans van een onttrekking van 0 miljoen m^3/jaar. Deze verschilwaterbalans wordt in een staafdiagram gepresenteerd. Met zo'n verschilbalans wordt zichtbaar welke modelonderdelen gaan voeden ten gevolge van de winning. Als voorbeeld van voeding kan zijn een afname van de drainage en de verdamping maar ook een toename van de infiltratie van waterlopen. Ook de modelrand (modelomvang 40x40 km2, modelrand op ca. 20 km afstand van de winlocatie) kan reageren maar deze voeding moet bij een voldoende groot rekenwindow verwaarloosbaar zijn. Met een verschilwaterbalans kan dit worden gecontroleerd.

In deze verschilbalans wordt de stopgezette winning manifest zichtbaar als een constante onttrekking van 7,5 miljoen m^3/jaar over de periode 2005-2014. Dit is in feite ook een controle of de modelberekening goed is uitgevoerd. De verschilbalans moet net als afzonderlijke balansen ook 100 % sluitend zijn ($\Delta in=\Delta uit+\Delta storage$). In deze verschilbalans worden de modelreacties (o.a. afvoerreductie oppervlaktewatersysteem, storageverandering, modelrandstroming ect.) zichtbaar. Specifiek voor deze waterbalans is het gebruik van Metaswap in het modelconcept. Metaswap kenmerkt zich o.a. doordat de freatische berging wordt bepaald via een onverzadigd zone modellering. De bergingscoëfficient is daardoor variabel. IModflow kenmerkt zich door een constante bergingscoëfficient. De som van de Metaswap bergingsflux en de grondwateraanvulling is in deze waterbalans weergegeven als een bergingsflux op basis van de constante bergingscoëfficient en een grondwateraanvullingsterm BDGCAP waarmee het systeem in balans is.

In figuur 12 is de instationaire verschilbalans gepresenteerd. Tevens is voor de periode 2007-2014 een gemiddelde verschilbalans opgesteld en in een schematische weergave in figuur 13 gepresenteerd. Uit deze figuur blijkt dat de modelrand 32 m^3/dag als voedende rand zichtbaar wordt. Deze hoeveelheid is verwaarloosbaar in vergelijking met het onttrekkingsdebiet zijnde 20548 m3/dag = 7,5 miljoen m^3/jaar.



Figuur 12 **Instationaire verschil-waterbalans van het totale modelgebied van de modellagen 1 t/m 9, debieten in m^3/dag**



Figuur 13 **Schematische weergave gemiddelde balans over de periode 2007-2014 van de modellagen 1 t/m 9 in m^3/dag**

Bijlage 1 Referenties

1 Rapport modelparameterisatie Mipwa 3.0
1210869-000-BGS-0006-v0.95-r-MIPWA 3.0 actualisatie fase 2 - Topsysteem en overige modelparameters.pdf,
Deltares 2017

2 Rapport lagenmodel Mipwa 3.0
1210383-000-BGS-0013-v1.0-r-MIPWA 3.0 actualisatie fase 1 - Lagenmodel.pdf,
Deltares 2017