

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Mariëlle Cats
Van: Tony Kok
Datum: 30 maart 2017
Kopie:
Ons kenmerk: WATBE7248-102-100N001D0.1
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Geohydrologische effecten afgraven voorland en terugstorten in diepe delen Gijster

Inleiding

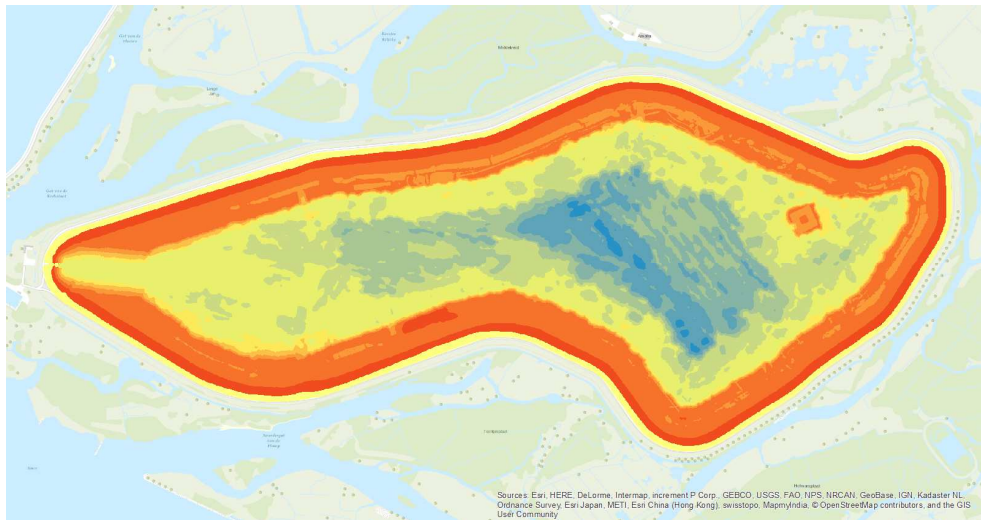
Het Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch (WBB) beschikt over een drietal spaarbekkens in de Biesbosch: De Petrusplaat, Honderd en Dertig en De Gijster, zie figuur 1.



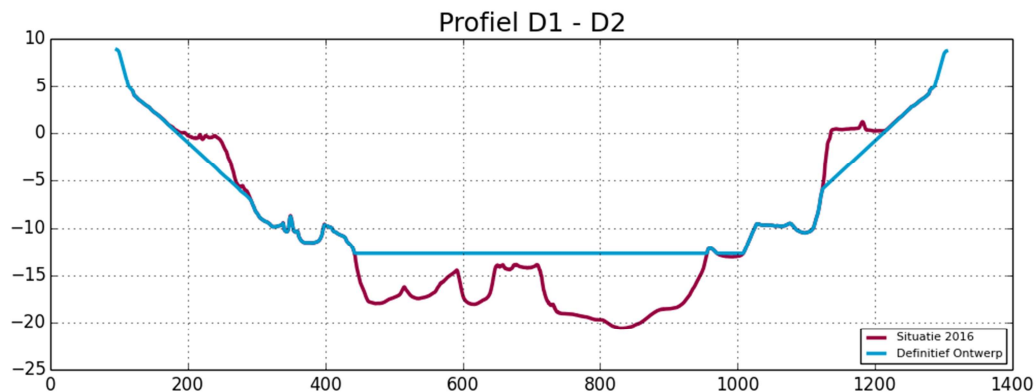
Figuur 1 – Ligging De Gijster in de Biesbosch (Bron: Deltares 2011, google earth)

De Gijster is een voorraadbekken en is ca. 320 ha groot. Het bekken is in 1978 opgeleverd en is op de diepste punten nu 15 – 20 m diep. Delen van het zand zijn nooit gewonnen, omdat daar destijds geen afzetmogelijkheden meer voor waren. Hierdoor is het midden van het bekken tot grotere diepte ontgrond (geel en blauwe zone in figuur 2) en is een zone langs dijk niet ontgraven (oranje zone in zie figuur 2). WBB/Evides wil ter verbetering van de waterkwaliteit de bodem die nog op het 'oude' maaiveld ligt in het spaarbekken De Gijster verdiepen, zie schets in figuur 3. De te verdiepen delen liggen met name aan de buitenzijde van het bekken, ter plaatse van de platbermen (zone van 80 – 150 m). Doordat het bekken op deze plekken maar ca. 6,5 m diep is (ca. 0,00-1,00 m + NAP c.q. het niveau van het 'oude' maaiveld) treedt er met name in de zomer in deze delen zonlicht toe tot op de bodem, wat leidt tot algenbloei volgens WBB.

Deze ontgroning heeft invloed op de lokale grondwaterhuishouding.



Figuur 2 – Diepteligging bodem spaarbekken De Gijster



Figuur 3 – Ontgraving in dwarsdoorsnede spaarbekken De Gijster

In 2011 heeft Deltares een geohydrologische studie uitgevoerd naar de effecten van de ontgroning op de stabiliteit van de onderwatertaluds en de ringdijk. In deze studie wordt het effect van de ontgroning op de grondwaterstroming berekend door middel van een 2D-model in Plaxis. Hierbij is ervan uitgegaan dat de afgegraven grond wordt afgevoerd. Dit in tegenstelling tot de huidige plannen waarin de ontgraven grond wordt verplaatst naar de diepere delen van het bekken.

In de 2D berekeningen (dwarsdoorsnede) wordt berekend dat het lekdebiet ten gevolge van de ontgroning met 68% toe zal nemen. Op lange termijn zou het debiet met 15% afnemen ten opzichte van het huidige lekdebiet.

In deze memo wordt op basis van een geohydrologische modellering in 3D het effect van de ontgroning op het lekdebiet en de grondwaterstanden en stijghoogtes in de directe omgeving berekend, ervan uitgaande dat de ontgraven grond wordt teruggebracht in de diepe delen van het bekken. Het geohydrologisch model is niet heel gedetailleerd en gaat uit van een horizontale gelaagdheid en uniforme lagen. Lokale inhomogeniteiten in de bodem of lokale lekkages in de dijkbekleding worden niet meegenomen. Op basis van de modelstudie worden aanbevelingen gedaan voor de uitvoering van nader onderzoek.

Beschrijving situatie

Het gemiddelde waterniveau in De Gijster ligt op 6,5 m + NAP. De kruin van de dijk om het spaarbekken heen ligt op 8,5 m + NAP. De dijk is dusdanig ontworpen dat deze grote waterfluctuaties kan opvangen zonder risico op schade. Het oppervlaktewater in de omgeving (De Amer) heeft een gemiddeld peil van circa +0.5 mNAP. Rondom het spaarbekken zijn kwelsloten aangebracht. In 2004 is plaatselijke toegenomen kwelintensiteit en zanduitspoelingen in de kwelsloot langs de teen van de dijk geconstateerd. Naar aanleiding hiervan heeft ARCADIS een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd, met als doel de oorzaak van de zanduitspoeling te achterhalen en tot een praktische oplossing te komen om verdere zanduitspoeling te voorkomen. In deze rapportage wordt de voorkeur uitgesproken voor de toepassing van een drainagesleuf met drainagezand in de teen van de dijk. Uit telefonisch overleg met Daan Spitzers blijkt dat op twee plekken drainage aangelegd is en dat deze goed werkt en de teen goed droog blijft.

De oorspronkelijke maaiveldhoogte voor de aanleg van het spaarbekken bedroeg gemiddeld circa NAP+0,5 m. Op basis van de geologische en geohydrologische gegevens is onderstaand bodemprofiel geschematiseerd (Arcadis 2004).

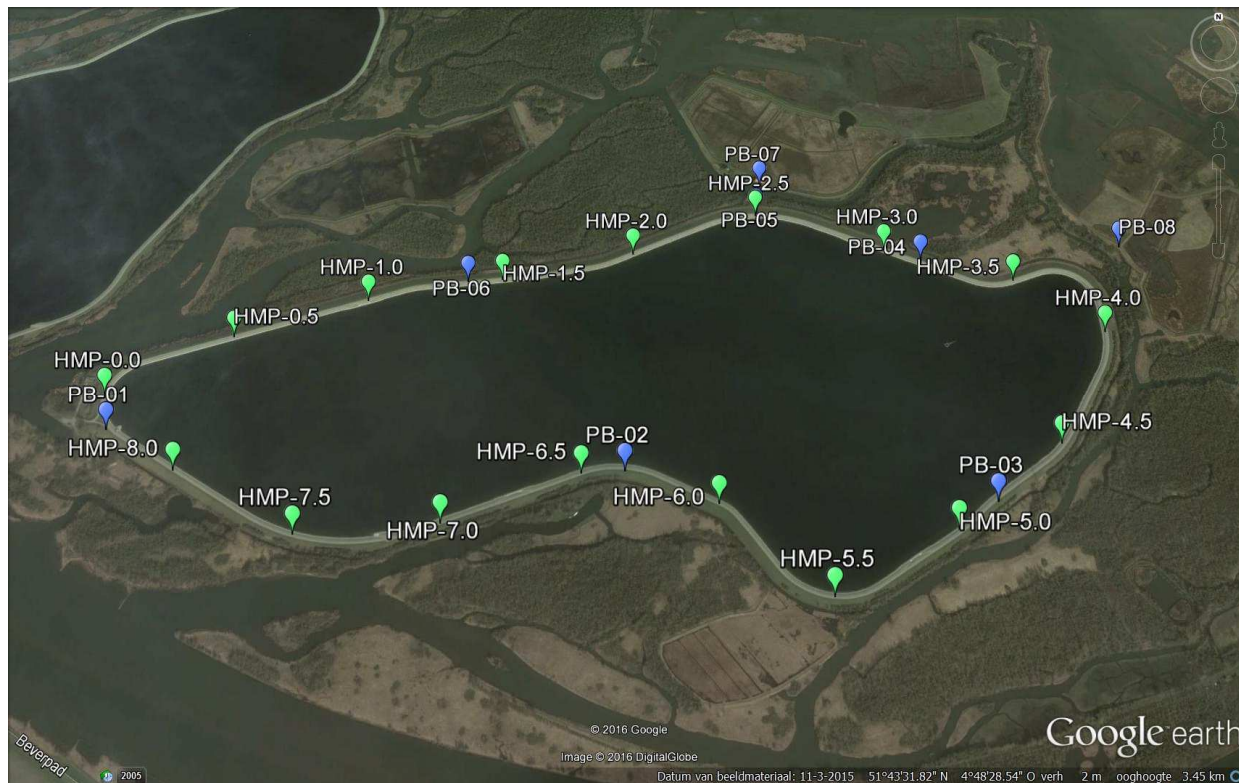
Diepte (m t.o.v. NAP)	Laagbeschrijving
+ 0,5	Gemiddeld maaiveldniveau voor aanleg van het spaarbekken
+0,5 tot -0,5	Oorspronkelijke toplaag van zandige klei
-0,5 tot -3,5	Fijn, siltig zand
-3,5 tot -4,5	Veen met plaatselijk kleilaagjes
-4,5 tot ca -15 à -25	Matig fijn tot matig grof zand
-15 à -25 tot circa -100	Leem en klei

Uit boringen B01 t/m B06 (Deltares 2011) is een aantal grondmonsters gestoken, waarvan de korrelverdeling is bepaald. Het betreft zandige lagen van zeer fijn tot uiterst grof. De doorlatendheid van het zand varieert van 5,9 m/d voor het fijne zand tot 22,5 m/d voor het grove zand. De gemiddelde doorlatendheid ligt in de orde van grootte van 10 m/d. Bij een dikte van het eerste watervoerende pakket van 15 á 30 meter, zal het doorlaatvermogen van dit pakket in de orde van grootte van 200 tot 300 m²/d liggen. De betrouwbaarheid van deze schatting is echter beperkt, er zal rekening gehouden moeten worden met een onzekerheid in deze waarde met een factor 2.

Gelet op het feit dat de eerste scheidende laag verwacht wordt voor te komen van 30 tot 120 meter diepte is verondersteld dat de weerstand van deze laag zodanig groot is dat deze als geohydrologische basis kan worden beschouwd. Binnen het eerste watervoerende pakket worden op basis van de uitgevoerde sonderingen op verschillende diepten stoorlagen aangetroffen. Ondiep betreft dit veelal een veenlaagje rond 4 m - NAP. Het pakket onder 20 m – NAP is waarschijnlijk minder doorlatend dan het bovenste deel van het eerste watervoerende pakket. Onder de 20 m - NAP bevindt zich waarschijnlijk de eerste scheidende laag, bestaande uit afzettingen van de formatie van Kedichem.

Grondwaterstanden

Op de ringdijk zijn een 6-tal boringen met peilbuizen geplaatst (Deltares 2011). Per locatie zijn 2 peilbuizen geplaatst om het effect van de inzijging (lekkage) in de verticale richting te monitoren. In figuur 4 zijn de locaties van deze peilbuizen weergegeven (PB-01 t/m PB-06).



Figuur 4 – Locaties peilbuizen op de ringdijk van de Gijster (google earth)

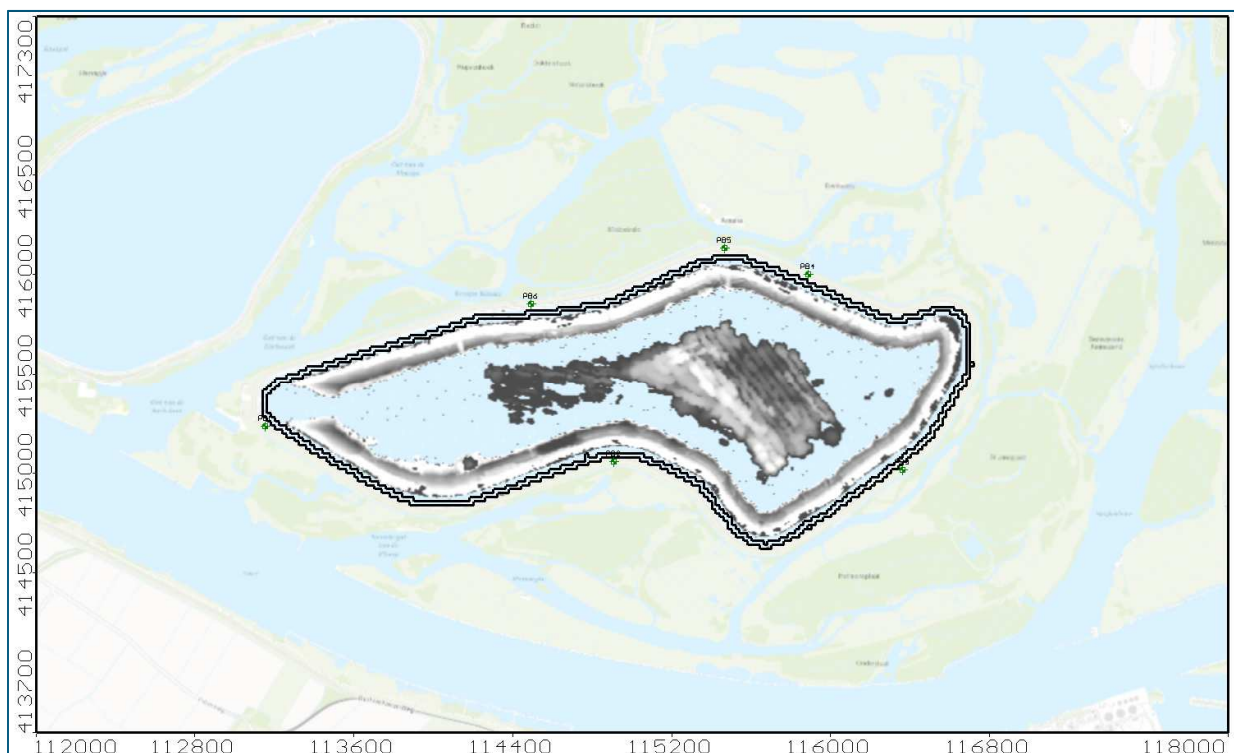
In onderstaande tabel (bron: Deltares 2011) zijn de waarnemingen in deze peilbuizen weergegeven. Het ondiepe filter van peilbuis B02 en B03 zijn dieper geplaatst dan de overige ondiepe filters. Hierdoor wijkt het verschil in gemeten stijghoogte tussen het diepe en het ondiepe filter hier af.

Tabel 2.1 Afstelling peilfilters en waarneming 31 januari 2011

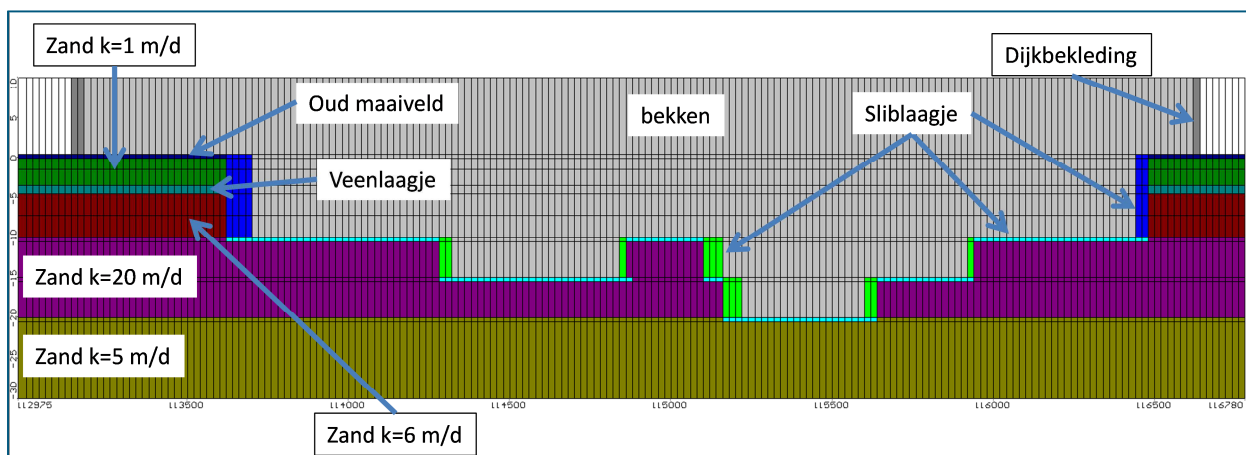
Boring	Filterniveau PB1 [m + NAP]	Filterniveau PB2 [m + NAP]	Stijghoogte PB1 [m + NAP]	Stijghoogte PB2 [m + NAP]	Verskil PB2-PB1 [m]
B01	-14,1 tot -15,1	0,9 tot -0,1	2,62	2,43	-0,19
B02	-12,1 tot -13,1	-2,6 tot -3,6	1,65	1,85	0,20
B03	-12,0 tot -13,0	-2,0 tot -3,0	2,44	2,73	0,29
B04	-14,1 tot -15,1	-0,1 tot -1,1	2,84	2,62	-0,22
B05	-13,7 tot -14,7	0,3 tot -0,7	2,77	2,52	-0,25
B06	-13,4 tot -14,4	0,1 tot -0,9	1,86	1,96	0,10
(P1)	-0,1 tot -0,9		0,27		
(P2)	-0,8 tot -0,2		0,28		

Modelberekeningen

Om een beeld te krijgen van de effecten van de ontgraving en aanvulling op de geohydrologie zijn modelberekeningen met het programma Visual Modflow uitgevoerd voor een geschematiseerd driedimensionaal model van het bekken. In figuur 5 het modelgebied weergegeven. In figuur 6 is de horizontale gelaagdheid van het model en de doorlatendheden van de zandlagen weergegeven in dwarsdoorsnede. De doorlatendheden zijn gebaseerd op de rapportages van Arcadis (2004) en Deltares (2011). Met het model is eerst de huidige situatie doorgerekend. Daarna is de situatie direct na ontgraven doorgerekend, waarbij nog geen sliblaag is ontstaan op de wand van het bekken (doorlatendheid gelijk aan het zand van de desbetreffende watervoerende laag). Vervolgens is de situatie doorgerekend waarbij de weerstand van de wanden en de bodem gelijk is aan de huidige weerstanden.



Figuur 5 – Modelgebied modellering De Gijster



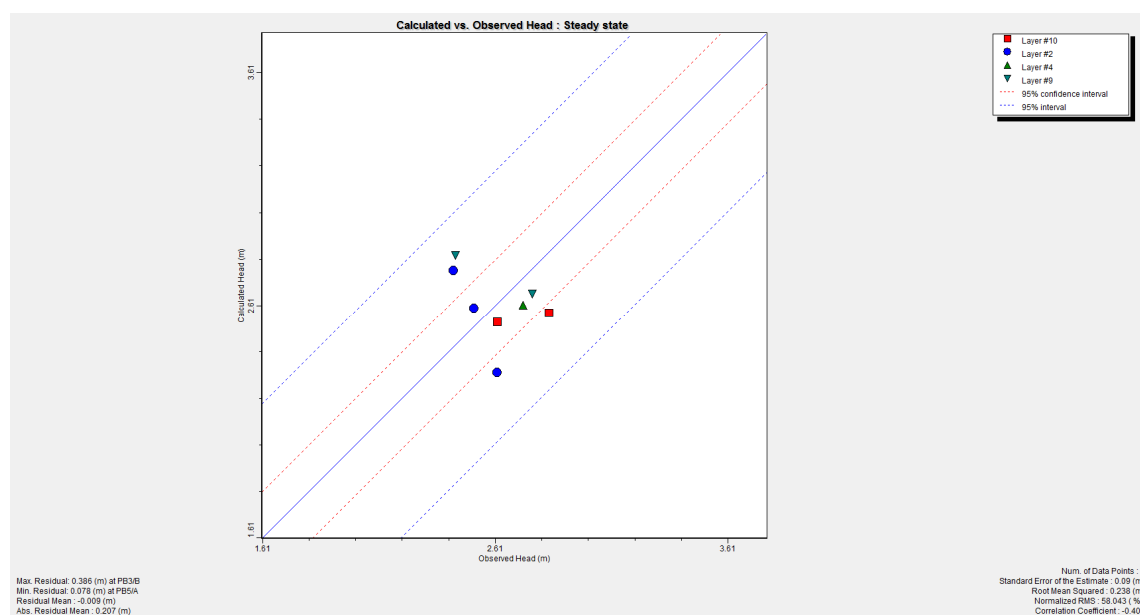
Figuur 6 – Model en doorlatendheden in dwarsdoorsnede

Randvoorwaarden model berekeningen:

- Peil in De Gijster +6,5 mNAP
- De kwelsloot rondom het bekken heeft
 - o een peil van +0,5 mNAP
 - o een bodemhoogte van -1,0 mNAP
 - o en bodemweerstand van 20 dagen
 - o een breedte van 10 m
- Peil overig oppervlaktewater in de omgeving +0,5 mNAP
- Het netto neerslagoverschot bedraagt 1,0 mm/dag
- Polderpeil in de omgeving bedraagt -1,0 mNAP
- Intredewestanden:
 - o Asfalt talud: 1.000 dagen
 - o Lage talud: 25 dagen
 - o Bekkenwand en bodem: 25 dagen
- Weerstand oude maaiveld: 40 dagen
- Weerstand veenlaagje op circa -4 mNAP: 20 dagen

Berekeningsresultaten

Het model is gekalibreerd op de gemeten stijghoogtes in peilbuis PB-01 t/m -06 (zie figuur 7). De kalibratie resulteerde in hogere intredewestanden voor het lage talud, de wand en de bodem van het bekken: 50 dagen.



Figuur 7 – Resultaten kalibratie model (berekend versus berekend).

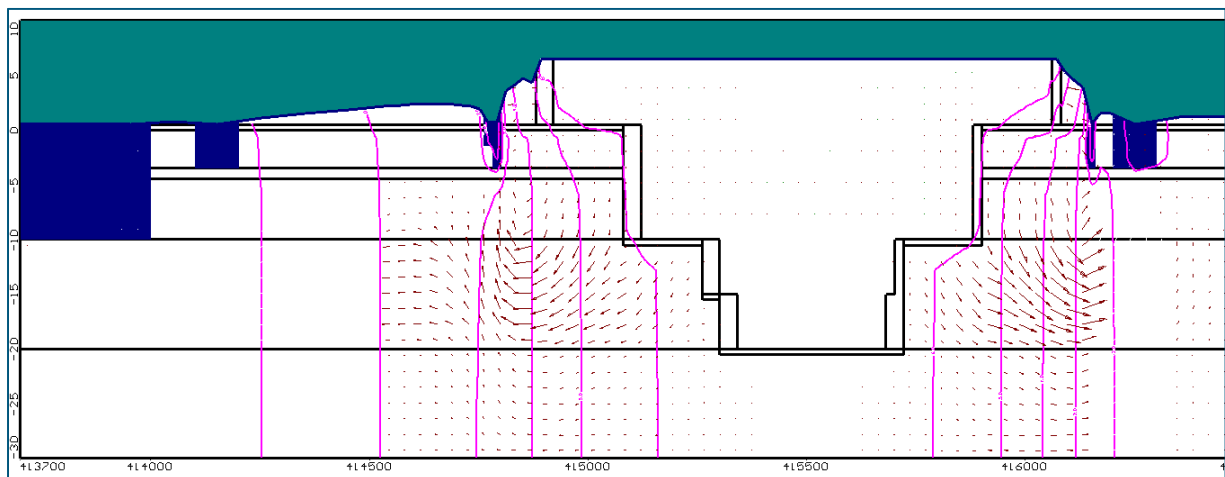
De totale berekende wegzijging uit het bekken bedraagt circa 31.000 m³/dag. De verdeling van dit debiet is als volgt:

- Door het oude maaiveld: 15.000 m³/dag
- Door het talud en de wanden: 2.000 m³/dag
- Door de bodem van het bekken: 14.000 m³/dag

Tijdens een veldproef uitgevoerd in 1980 werd een wegzijging uit het bekken van 70.000 m³/dag gemeten. Het bekken was nog maar net aangelegd en de sliblaag op de wanden en de bodem was nog niet ontwikkeld.

Deltares ging in de modelberekeningen uitgevoerd in 2011 uit van een wegzijgdebiet van circa 65.000 m³/dag (6,75 m³/d/m bij een dijk lengte van 8.500 m).

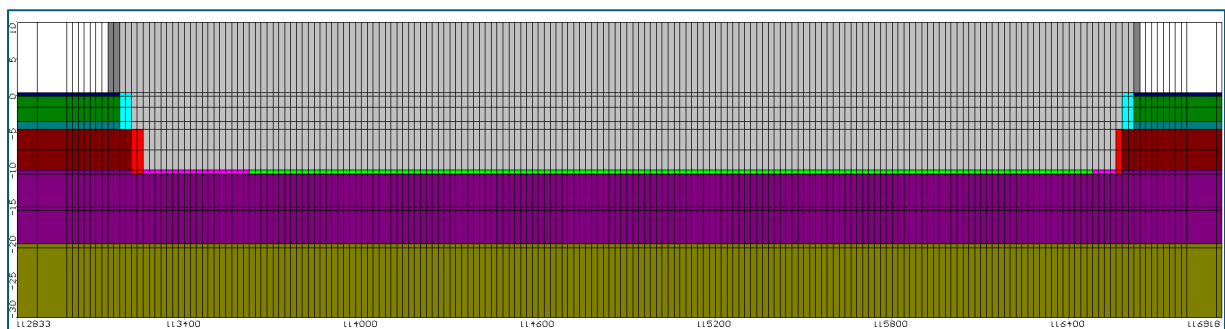
Recentelijk wordt voor het wegzijgdebiet 44.000 m³/dag aangehouden (mondelinge informatie Arco Wagenvoort, AqWa). Onduidelijk is waarop deze waarde is gebaseerd. De werkelijke in- en uitstroomdebieten van het bekken worden niet geregistreerd, maar worden afgeleid uit draaiuren van de pompen. De met het geohydrologische model berekende waarde is een benadering op basis van de nu beschikbare informatie en een schematisering van de ondergrond en het bekken. Het model vormt een voldoende basis om de effecten van de ontgravingen op de wegzijging en de omgeving te kunnen berekenen. In figuur 8 zijn de grondwaterstanden, isohypsen en stromingsrichtingen in dwarsdoorsnede weergegeven. Hierin is te zien dat het water grotendeels via het watervoerende pakket naar de kwelsloot stroomt.



Figuur 8 – Berekende grondwaterstanden, isohypsen en grondwaterstroming in dwarsdoorsnede in de uitgangssituatie.

Effect ontgraving en aanvulling korte termijn

Voor de berekening van de effecten van de ontgraving en het weer terugstorten van de ontgraven grond in de diepe delen is het model aangepast, door het bekken te verruimen in de lagen tot -10 mNAP. Dit is ongunstiger dan de werkelijke nieuwe situatie waarbij ontgraven wordt tot circa NAP-6 m. Onder de -10 mNAP wordt het model weer aangevuld met zand. In figuur 9 is het aangepaste model in dwarsdoorsnede weergegeven.

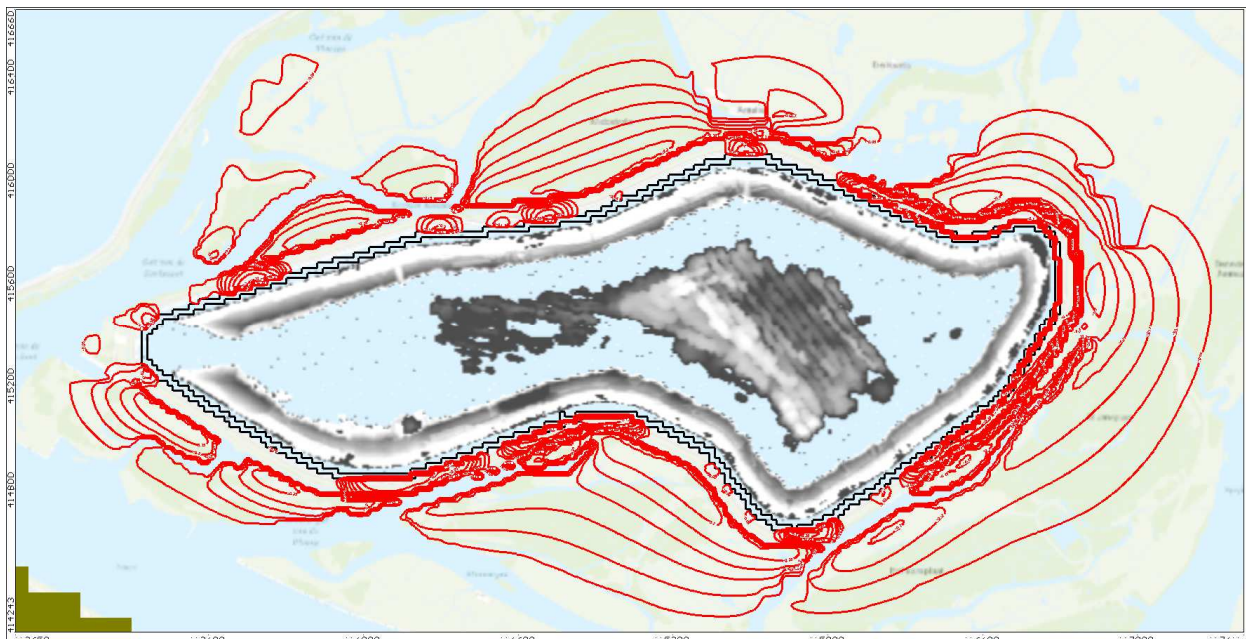


Figuur 9 – Model na ontgraving en aanvulling in dwarsdoorsnede.

De totale berekende wegzijging uit het bekken direct na ontgraving en aanvulling bedraagt circa 39.000 m³/dag. Dit is een toename van 26% ten opzichte van het berekende huidige lekdebiet. De verdeling van dit debiet is als volgt:

- Door het oude maaiveld: nvt
- Door het talud en de wanden: 17.000 m³/dag
- Door de bodem van het bekken: 22.000 m³/dag

In figuur 10 is het effect van de toename van de wegzijging op de grondwaterstanden weergegeven. De berekende stijging van de grondwaterstanden rondom De Gijster bedragen maximaal 0,35 m. De invloedssfeer van de toename van de wegzijging, reikt tot voorbij de kwelsloot en wordt beperkt door de aanwezigheid van het overige oppervlaktewater. De kweldruk ter plaatse van de oppervlaktewateren neemt toe.



Figuur 10 – Effect van ontgraving en aanvullen De Gijster direct na uitvoering op de grondwaterstand (stapgrootte contouren 0,05 m)

Effect ontgraving en aanvulling lange termijn

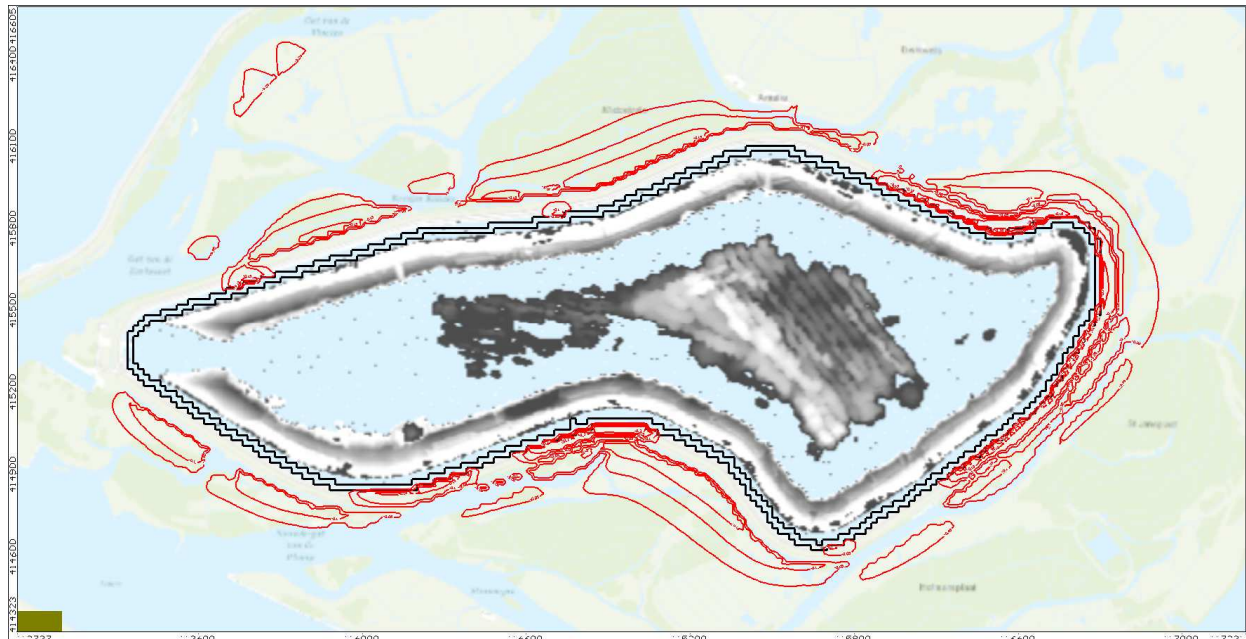
Op lange termijn neemt de weerstand van de sliblaag op de wanden en de bodem weer toe. In de berekening van de effecten op lange termijn is een uittredeweestand van 50 dagen ingevoerd voor de wanden en de bodem van het bekken.

De totale berekende wegzijging uit het bekken op lange termijn en aanvulling bedraagt circa 32.000 m³/dag. Dit is een toename van 4% ten opzichte van het berekende huidige lekdebiet. De verdeling van dit debiet is als volgt:

- Door het oude maaiveld: nvt
- Door het talud en de wanden: 4.400 m³/dag
- Door de bodem van het bekken: 27.600 m³/dag

In figuur 11 is het effect van de toename van de wegzijging op de grondwaterstanden weergegeven. De berekende stijging van de grondwaterstanden rondom De Gijster bedragen op lange termijn maximaal

0,15 m. Ook op lange termijn reikt de invloedssfeer tot voorbij de kwelsloot. Ondanks dat het berekende lekdebiet slechts 4% toeneemt is er een duidelijk effect op de grondwaterstanden in de directe omgeving. De taluds van het bekken zijn meer naar de randen van het bekken geplaatst, waardoor ook de invloed van het weglekken zich meer naar de randen verplaatst.



Figuur 11 – Effect van ontgraving en aanvullen De Gijster op lange termijn op de grondwaterstand (stapgrootte contouren 0,05 m)

Conclusies en aanbevelingen

Uitgaande van de beschikbare geohydrologische gegevens ter plaatse van De Gijster is een actueel lekdebiet circa 31.000 m³/dag berekend.

Door de ontgraving van de vooroever en het aanvullen in het midden van het bekken is op korte termijn een toename van het wegzijgdebiet van 26% (tot 39.000 m³/d) berekend en op lange termijn van 4% (tot 32.000 m³/d).

De grondwaterstanden en de kweldruk nemen in de directe omgeving toe op zowel korte termijn als op de lange termijn.

Aanbevolen wordt nader te onderzoeken of de stabiliteit van de sloten ten gevolge van de toename van de kweldruk afneemt en of hierdoor schade kan ontstaan aan de sloten en mogelijk de ringdijk.